

# 城市建筑与发展

## Urban Architecture And Development



ART AND DESIGN PRESS INC.

(626 810 4480)

119 S Atlantic Blvd, Suite 300D

Monterey Park, CA 91754

Copyright © 2025 by ART AND DESIGN PRESS INC.

Complimentary Copy



## Editorial Board

### Editors-in-Chief

Peng Xu

China Municipal Engineering North China Design and Research Institute Co., LTD.

Zhijin Lu

China Municipal Engineering Northeast Design and Research Institute Co., LTD. Dongguan Branch

### Editorial Board Member

Longde Cha

Zhejiang Jiahua Architectural Design & Research Institute, China

Feng Gao

China Municipal Engineering South-Central Design and Research Institute Co., LTD.

Chunxiao Lin

China Municipal Engineering South-Central Design and Research Institute Co., LTD.

Andrew Chiou

School of Engineering and Technology Centre for Intelligent Systems

Ritesh Chugh

School of Engineering and Technology Centre for Research in Equity & Advancement of Teaching & Education(CREATE)

Weiming Luo

Shenzhen WIZ Land Planning Consulting Co.,Ltd.

Yulin Xi

School of Architecture and Art, Hebei University of Architecture

Jianjun Wang

Shanghai Zhiping Foundation Engineering Co., Ltd.

Wenfeng Yang

Guangzhou Jianxin Rongfu Co., Ltd.

# 城市建筑与发展

Urban Architecture and Development

(季刊)

第3卷 第4期 2025年12月刊

主管 ART AND DESIGN PRESS INC.

主办 ART AND DESIGN PRESS INC.

编辑 《城市建筑与发展》编辑部

ISSN(O): 2993-270X

ISSN(P): 2995-2441

地址: 119 S Atlantic Blvd, Suite 300D Monterey  
Park, CA 91754

网址: <https://www.artdesignp.com>

## 本刊说明:

凡向本刊所投稿件, 全体作者需签署论文著作权  
转让声明书和论文发表承诺书, 声明、承诺及相关事  
项如下:

- 作者将论文的复制权、发行权、网络传播权、翻  
译权、汇编权、信息网络传播权、改编权等著作  
权在世界范围内免费转让给本刊。
- 论文不侵犯他人著作权和其他权利, 否则作者将  
承担由此产生的全部责任, 并赔偿由此给出版单  
位造成的全部损失。
- 论文署名作者享有该作品的完全著作权, 署名作  
者的身份真实。
- 论文未曾以任何形式公开发表过。
- 作者所投本刊稿件, 本刊编辑部拥有修改权。



## 建筑规划·设计 | ARCHITECTURAL PLANNING·DESIGN

- 001 建筑设计创作中的多元表达与审美追求 陈康  
Diverse Expression and Aesthetic Pursuit in Architectural Design Creation Chen Kang
- 004 智慧城市建设与城乡规划的互动关系研究 王晨  
Research on the Interaction Between Intelligent City Construction and  
Urban and Rural Planning Wang Chen
- 007 分析综合医院给排水设计要点 吴培巧  
This Paper Analyzes the Main Points of Water Supply and Drainage Design  
in General Hospital Wu Peiqiao
- 010 火电厂区块链能源交易平台设计与实现 陈江龙, 燕震宇, 刘家欣, 陈盼盼  
Design and Implementation of Thermal Power Plant Blockchain  
Energy Trading Platform Chen Jianglong, Yan Zhenyu, Liu Jiaxin, Chen Panpan
- 013 分析超高层建筑暖通空调系统设计 梁远海  
Analysis of the HVAC System Design for Super High-rise Buildings Liang Yuanhai
- 016 分析关于民用建筑施工图设计中常见问题 谢怀东  
Analysis of Common Problems in the Design of Civil Building  
Construction Drawings Xie Huaidong
- 019 民用建筑施工图设计典型问题辨析与质量控制研究 程祖龙  
Analysis of Typical Issues and Quality Control Research in Civil  
Building Construction Drawing Design Cheng Zulong
- 022 市政园林绿化施工与养护分析 刘春辉  
Analysis on Construction and Maintenance of Municipal Landscaping Liu Chunhui
- 025 探析建筑设计与园林景观设计的融合 洪渝  
Exploring the Integration of Architectural Design and Landscape Design Hong Yu
- 028 EPC工程总承包模式下设计与施工的深度融合分析 周嘉辉  
Analysis on the Deep Integration of Design and Construction under  
the EPC Engineering General Contracting Model Zhou Jiahui
- 031 城市轨道交通换乘节点及方案研究 周勇, 凌芬, 汪锦昆  
——以佛山三号线为例  
Research on Transfer Nodes and Plans for Urban Rail Transit  
—Taking Foshan Line 3 as an Example Zhou Yong, Ling Fen, Wang Jinkun

## 建筑技术·应用 | BUILDING TECHNOLOGY·APPLICATION

- 034 智能化技术在市政工程给排水管理中的应用与前景 张建  
The Application and Prospect of Intelligent Technology in Municipal  
Engineering Water Supply and Drainage Management Zhang Jian
- 037 林草工程的实施原则及技术分析 王晓  
Implementation Principle and Technical Analysis of  
Forest and Grass Engineering Wang Xiao
- 040 智能建造技术与项目管理融合下的资源优化配置研究——以南充智能建造  
试点项目为例 王强, 李秋虹, 李茂尧, 尤冬梅, 张勇, 谭家伟  
Research on Resource Optimization Allocation under the Integration of Intelligent  
Construction Technology and Project Management—A Case Study of Nanchong  
Intelligent Construction Pilot Project Wang Qiang, Li Qiuhong, Li Maoyao, You Dongmei,  
Zhang Yong, Tan Jiawei

043	<b>BIM与物联网（IoT）融合技术在超高层建筑施工进度动态管控中的应用效果研究</b> Research on the Application Effectiveness of BIM-IoT Convergence Technology in Dynamic Progress Control of Super-High-Rise 1Building Construction	<b>黄健东</b> Huang Jiandong
046	<b>关于建筑工程桩基础检测技术发展特点研究</b> Research on Development Characteristics of Pile Foundation Testing Technology in Construction Engineering	<b>陈俊秀</b> Chen Junxiu
049	<b>论述装配式混凝土结构建筑技术与质量管理</b> Discuss the Construction Technology and Quality Management of Prefabricated Concrete Structures	<b>邱富洲</b> Qiu Fuzhou
052	<b>BIM技术在建筑工程管理中的有效应用研究</b> Research on the Effective Application of BIM Technology in Construction Project Management	<b>张海峰</b> Zhang Haifeng
055	<b>探讨建筑工程检测特点与检测技术</b> Discuss the Characteristics and Testing Techniques of Construction Engineering Inspection	<b>林李永</b> Lin Liyong
058	<b>数字化技术支撑下城市更新治理方法体系构建</b> Building a Governance System for Urban Renewal with Digital Technology Support	<b>方永华</b> Fang Yonghua
061	<b>基于建筑施工的房地产工程技术管理协同机制探讨</b> Discussion on the Collaborative Mechanism of Real Estate Engineering Technology Management Based on Construction	<b>甘一飞</b> Gan Yifei
064	<b>深基坑支护施工技术的选型与施工工艺优化</b> Selection of Deep Excavation Support Technologies and Optimization of Construction Processes	<b>王沿娣</b> Wang Yandi
067	<b>房屋建筑装饰施工工艺技术要求分析</b> Analysis of Key Technical Points in Construction Technology for Housing Architecture Decoration	<b>李松阳</b> Li Songyang
070	<b>装配式混凝土结构建筑技术与质量管理分析</b> Analysis of Building Technology and Quality Management for Prefabricated Concrete Structures	<b>吴华辉</b> Wu Huahui
073	<b>电力工程电气自动化技术应用研究</b> Research on the Application of Electrical Automation Technology in Power Engineering	<b>郑土明</b> Zheng Tuming
076	<b>BIM技术在建筑工程管理中的有效应用</b> Effective Application of Bim Technology in Construction Project Management	<b>李海津</b> Li Haijin
079	<b>探究BIM技术在建筑工程管理中的有效运用</b> Exploring the Effective Application of Bim Technology in Construction Project Management	<b>李秋明</b> Li Qiuming
082	<b>市政道路路面脱空病害成因探测与靶向治理技术研究</b> Research on the Cause Detection and Targeted Treatment Technology for Void Diseases in Municipal Road Pavements	<b>陈贤</b> Chen Xian
086	<b>定型模板底部防漏浆施工技术</b> Construction Technology for Preventing Slurry Leakage at the Bottom of Standardized Formwork	<b>涂征</b> Tu Zheng

## 工程管理·实践 | ENGINEERING MANAGEMENT·PRACTICE

089	<b>大数据背景下工程管理信息化发展研究</b> Research on the Development of Engineering Management Informatization in the Context of Big Data	<b>吴晨光，毛华彪，马一帆</b> Wu Chenguang, Mao Huabiao, Ma Yifan
092	<b>建筑工程管理中全过程管理的应用</b> Application of Whole Process Management in Construction Engineering Management	<b>刘浩喆</b> Liu Haozhe
095	<b>变电站土建施工与电气工程协调管理实践分析</b> Practical Analysis of Coordination Management Between Civil Construction and Electrical Engineering in Substation Projects	<b>袁欣诚</b> Yuan Xincheng
098	<b>建筑工程管理在文物保护施工中的实践与探索</b> The Practice and Exploration of Construction Project Management in Cultural Heritage Conservation	<b>黄婉茵</b> Huang Wanyin
101	<b>建筑管理下质量与安全的双重管控</b> Dual Control of Quality and Safety in Construction Management	<b>梁宗景</b> Liang Zongjing
104	<b>工民建施工进度协调管理现状分析及优化策略研究</b> Analysis and Research on the Current Situation and Optimization Strategy of Construction Progress Coordination Management in Civil Engineering	<b>张秀彬</b> Zhang Xiubin
107	<b>浅谈马来西亚建房项目市场开发重难点及应对措施</b> A Brief Discussion on the Key Challenges and Countermeasures in the Market Development of Housing Construction Projects in Malaysia	<b>陆俊</b> Lu Jun
110	<b>公路路基和桥梁工程施工中的质量控制对策</b> Quality Control Countermeasures in the Construction of Highway Subgrade and Bridge Engineering	<b>王浙健</b> Wang Zhejian
113	<b>建筑工程风险管理策略研究——以保障性住房为例</b> Research on Construction Project Risk Management Strategy — With the Guarantee of Housing	<b>谭勇，陈林</b> Tan Yong, Chen Lin
116	<b>建筑工程管理中成本控制的关键环节与方法探究</b> Exploration of Key Links and Methods for Cost Control in Construction Project Management	<b>陈金宏</b> Chen Jinhong
119	<b>探析建筑施工现场管理和质量控制对策</b> Exploring Strategies for Construction Site Management and Quality Control	<b>廖佳源</b> Liao Jiayuan



122	探讨建筑工程管理的现状及创新模式的研究 Research on the Current Situation and Innovative Models of Construction Project Management	刘鹏 Liu Peng
125	探析建筑工程项目全过程管理模式的运用 Analysis on the Application of the Whole Process Management Mode in Construction Engineering Projects	高文飞 Gao Wenfei
128	关于建筑工程管理中质量与安全控制分析 Analysis of Quality and Safety Control in Construction Project Management	罗运新 Luo Yunxin
131	分析预制剪力墙悬挑钢梁穿墙洞口封堵构造及其施工方法 Analysis of Sealing Construction Details and Construction Methods for Wall Penetrations of Precast Shear Wall Cantilever Steel Beams	石亚光, 罗佳瑞, 黄鑫宇, 姚腾飞 Shi Yaguang, Luo Jiarui, Huang Xinyu, Yao Tengfei
134	解析绿色建筑管理关键措施 Analyze the Key Measures for Green Building Engineering Management	周振程 Zhou Zhencheng
137	国土空间规划支持农村产业发展的对策研究 Research on Countermeasures for Supporting Rural Industrial Development in Territorial Spatial Planning	徐彬贺 Xu Binhe
140	铝挤压工业中工模具的选材与应用探析 Analysis of Material Selection and Application of Industrial Molds in Aluminum Extrusion Industr	邹村先, 余洋, 梁浩坚, 廖结容 Zou Cunxian, Yu Yang, Liang Haojian, Liao Jierong
143	市政工程施工过程中的检测要点与优化策略 Key Points and Optimization Strategies for Testing During Municipal Engineering Construction Process	谭富林 Tan Fulin
146	人体工程学视角的办公空间布局研究 Research on Office Space Layout from the Perspective of Ergonomics	刘峥开 Liu Zhengkai
149	江苏省公共建筑减碳政策体系构建与优化研究 Research on the Construction and Optimization of Carbon Reduction Policy System for Public Buildings in Jiangsu Province	曹静, 陈丹阳, 凌羽, 陈源, 朱银春 Cao Jing, Chen Danyang, Ling Yu, Chen Yuan, Zhu Yinchun
152	浅析抽水蓄能电站工程建设生态影响及对策 A Brief Analysis of Ecological Impacts and Countermeasures in Pumped Storage Power Station Construction	王文意 Wang Wenyi
155	探究建筑工程材料质量检测及控制措施 Exploration of Quality Inspection and Control Measures for Construction Engineering Materials	何秋其 He Qiuyi
158	建筑信息模型 ( BIM ) 与造价管理平台的协同融合路径研究 Research on the Collaborative Integration Path of Building Information Modeling (BIM) and Cost Management Platform	张河 Zhang He
161	公路桥梁预制梁板施工工艺与智能管控研究 Research on Construction Technology and Intelligent Control of Prefabricated Beams and Slabs for Highway Bridges	彭薪, 文方丙 Peng Xin, Wen Fangbing
164	如何提高房屋建筑工程管理与施工质量 How to Improve Construction Management and Quality in Housing Construction Projects	何志峰 He Zhifeng
167	智能化系统集成项目管理研究 Research on Project Management of Intelligent System Integration	黄国辉 Huang Guohui
170	全过程管理在建筑工程管理中的实施路径与效果分析 Implementation Pathways and Effectiveness Analysis of Whole-Process Management in Construction Project Management	黄敬添 Huang Jingtian
173	综合体项目施工总进度的协调与管理研究 Research on Coordination and Management of the Overall Construction Progress of Complex Projects	黄新攀 Huang Xinpan
176	绿色建筑管理的关键环节与控制策略研究 Research on Key Aspects and Control Strategies in Green Building Project Management	黎兴文 Li Xingwen
179	浅析 TOD 项目绿色建筑管理关键措施 A Brief Analysis of the Key Measures for Green Building Project Management in TOD Projects	李勇俊 Li Yongjun
182	建筑工程管理中的进度管理 Progress Management in Construction Project Management	梁耀锋 Liang Yaofeng
185	建筑工程造价动态管理方法及成本优化策略探析 Dynamic Cost Management Methods and Optimization Strategies for Construction Projects	刘珍岐 Liu Zhenqi
188	建筑工程全过程管理的组织模式与实践应用研究 Organizational Models and Practical Applications of Whole-Process Management in Construction Projects	马少帅 Ma Shaoshuai
191	关于建筑工程管理中全过程管理的应用分析 Application Analysis of Whole-Process Management in Construction Project Management	孙耀庭 Sun Yaoting
194	建筑工程进度管理中全过程动态控制的应用策略 Application Strategies for Dynamic Control throughout the Entire Process in Construction Project Schedule Management	杨斯微 Yang Siwei
197	消防电气安装工程与消防控制措施 Fire Electrical Installation Engineering and Fire Control Measures	张贤钊 Zhang Xianzhao

200	分析建筑工程造价预算控制要点 Analyze the Key Points of Budget Control for Construction Engineering Costs	朱俊颖 Zhu Junying
203	地铁车辆段上盖房地产项目的工程管理分析 Engineering Management Analysis of Real Estate Projects Built on the Top of Subway Depots	庄揭平 Zhuang Jieping
206	智能化建筑机电设备安装问题及改造措施 Installation Issues and Renovation Measures for Intelligent Building Mechanical and Electrical Equipment	代文文 Dai Wenwen
209	建筑机电设备安装工程管理的价值分析 Value Analysis of Management in the Installation Engineering of Architectural Mechanical and Electrical Equipment	郑俊聪 Zheng Juncong
212	探析建筑工程项目全寿命周期造价管理 Exploration and Analysis of Cost Management throughout the Entire Life Cycle of Construction Engineering Projects	罗日珍 Luo Rizhen
215	建筑招投标管理数字化的应用分析 Application Analysis of Digitalization in Construction Bidding Management	龙锋锐 Long Fengrui

# 建筑设计创作中的多元表达与审美追求

陈康

深圳市物业国际建筑设计有限公司四川分公司，四川 成都 618000

DOI:10.61369/UAID.2025040004

**摘 要：** 文章探讨建筑设计的多元表达与审美追求。涉及全球化下文化交融对建筑的影响，数字化时代建筑美学评价体系演变，设计创作中的空间叙事、材料应用，以及不同事务所的美学突破等，还阐述了技术发展带来的影响及相关伦理转向，强调凝练平衡规律构建理论框架。

**关 键 词：** 建筑设计；多元表达；审美追求

## Diverse Expression and Aesthetic Pursuit in Architectural Design Creation

Chen Kang

Sichuan Branch of Shenzhen Property International Architectural Design Co., LTD. Chengdu, Sichuan 618000

**Abstract：** This article explores the multifaceted expressions and aesthetic pursuits in architectural design. It examines how cultural integration under globalization influences architecture, the evolution of architectural aesthetics evaluation systems in the digital age, spatial narratives and material applications in creative processes, as well as breakthroughs in aesthetic approaches across different design firms. The paper further discusses the impacts of technological advancements and related ethical shifts, emphasizing the importance of establishing a theoretical framework through the principles of conciseness and balance.

**Keywords：** architectural design; multifaceted expression; aesthetic pursuit

## 引言

全球化进程中多元文化交融成为时代特征，涵盖文化观念、审美标准及生活方式等多个层面，不同文化背景下的建筑理念相互影响。同时，数字化时代促使建筑美学评价体系演变，社会价值转型影响建筑空间体验和形式语言。随着社会对可持续发展关注度提高（2015年联合国可持续发展峰会提出可持续发展目标），建筑设计领域发生伦理转向，技术美学与伦理学交叉融合促使可持续性审美新标准形成。在此背景下，建筑设计创作的多元表达与审美追求成为复杂且多元的课题，需探讨其动态平衡规律。

## 一、建筑设计多元表达的理论基础

### （一）多元文化交融的内涵解析

全球化进程促使不同文化频繁交流与碰撞，多元文化交融成为时代特征。这种交融涵盖多个层面，包括文化观念、审美标准以及生活方式等。不同文化背景下的建筑理念相互影响，例如西方现代建筑技术与东方传统建筑文化的结合<sup>[1]</sup>。在建筑设计中，多元文化交融体现为对不同文化元素的吸收与整合，从建筑形式到空间布局，从材料选择到装饰细节，都可能融入多元文化的因子。这种交融并非简单的堆砌，而是在尊重不同文化内涵的基础上，进行有机的融合与创新，以创造出具有独特魅力和时代感的建筑作品。

### （二）当代审美取向的范式转变

数字化时代促使建筑美学评价体系发生演变。社会价值转型对建筑空间体验和形式语言产生影响<sup>[2]</sup>。一方面，随着科技发展和信息传播加速，人们对建筑的审美观念更加多元化。建筑不再

仅仅是功能的承载，其艺术表达和文化内涵受到更多关注。另一方面，社会价值观的转变使得人们对空间体验有了新的需求。例如，对公共空间的社交性和互动性要求提高，这促使建筑师在设计中更加注重空间的开放性和灵活性。同时，形式语言也更加丰富多样，从传统的几何形式到更加自由、富有创意的形态，以满足不同人群的审美和使用需求。

## 二、方案设计中的创作方法论

### （一）多维度的空间叙事策略

在建筑设计创作中，多维度的空间叙事策略至关重要。通过构建功能复合化、形态参数化、界面交互化的设计体系，能丰富空间的表达。功能复合化使空间承载多元活动，满足不同需求，增强空间的活力与适应性<sup>[3]</sup>。形态参数化依托参数化设计工具，通过算法逻辑对空间形态进行精准控制与生成，构建了具有内在

数理关联性的空间序列。这种数据驱动的设计方法不仅拓展了形态创新的可能性，更为空间叙事提供了客观的逻辑基础。界面交互化则通过材料触感、光影变化等感知要素的设计，建立空间与使用者的动态对话机制，赋予叙事过程以情感维度和体验深度。二者在功能组织与内容串联上形成互补：参数化设计确保空间序列的逻辑连贯性，交互设计则强化叙事的感知层次，共同构建起融合理性结构与感性体验的多维叙事体系。这种系统性的策略整合，使空间叙事既具有客观的逻辑说服力，又具备主观的情感感染力，最终实现叙事维度的立体化与丰富性。

## （二）材料建构的感知革命

在建筑设计创作中，新型复合材料与智能材料的应用引发了材料建构的感知革命。复合材料因其独特的性能，为表皮建构带来新的可能性。例如，其可根据环境需求调整自身性能，从而影响建筑的能耗与舒适度<sup>[4]</sup>。智能材料更是具有感知和响应环境变化的能力，能使表皮建构更加智能化。在材质触感方面，不同的材料触感能给使用者带来截然不同的空间体验，从粗糙到光滑，从冰冷到温暖，都在传达着空间的情感与氛围。光环境营造与材质建构紧密相关，通过材料对光的反射、折射和吸收等特性，创造出丰富多样的光环境，进而影响空间的诗学表达，使空间具有独特的意境和美感。

## 三、实践维度的美学探寻

### （一）文化记忆的现代表达

#### 1. 地域符号的转译创新

上海世博会中国馆是传统建筑元素在当代设计中实现数字化解构与重构的典型范例。其建筑设计以“东方之冠”为意象，通过参数化建模技术对传统斗拱的构成逻辑进行数字化解析，并运用现代钢结构体系对其进行抽象化重构。例如，建筑主体采用层层悬挑的立体斗拱形态，既延续了传统木构建筑的力学智慧，又通过数字化设计优化了结构性能与空间表现。这种基于算法生成的形式语言，不仅保留了传统建筑的符号特征，更赋予其符合当代工程技术与美学需求的新表达。该设计实践展现了数字技术对传统建筑语汇的转译与创新，为如何在现代建筑中平衡文化传承与技术创新提供了重要范式<sup>[5]</sup>。

#### 2. 场所精神的沉浸营造

在建筑设计实践中，建构技术为传统空间仪式感的现代表达提供了新的途径。通过创新的材料与结构运用，传统仪式空间的庄重、秩序等特质得以在现代语境下延续和升华，使人们在新的建筑空间中依然能感受到历史文化的深沉力量<sup>[6]</sup>。同时，光影叙事在文化建筑里具有独特的情感唤起作用。巧妙设计的光影效果能够营造出或神秘、或温馨、或庄严的氛围，触动人们内心深处的情感，让建筑成为情感与记忆的载体。这种对文化记忆的现代表达以及场所精神的沉浸营造，是建筑设计在实践维度美学探寻的重要体现，它赋予建筑更深层次的文化内涵和精神价值。

### （二）先锋实验的美学突破

#### 1. 非线性形态的生成逻辑

扎哈事务所的参数化设计流程展现了独特的非线性形态生成逻辑，体现了先锋实验的美学突破。其借助计算机算法，极大地拓展了建筑形态的自由度。通过设定各种参数和规则，算法能够

生成复杂且富有变化的建筑形态，这些形态不再局限于传统的几何形状和设计模式。这种基于算法的设计方法打破了常规的设计思维定式，为建筑设计带来了全新的可能性。它使得建筑能够更好地适应环境、功能需求以及人们对于独特审美体验的追求，在实践维度上实现了美学的探寻与突破<sup>[7]</sup>。

#### 2. 超尺度介入的城市态度

MAD建筑事务所设计的深圳湾超级总部基地C塔展现了先锋实验的美学突破以及超尺度介入的城市态度。其设计融合了生态美学理念，巨型结构与城市天际线形成独特的辩证关系。一方面，巨型结构打破了传统建筑尺度的限制，以一种震撼的姿态介入城市空间，成为城市的新地标，塑造了独特的城市天际线景观<sup>[8]</sup>。另一方面，生态美学的融入使建筑不仅仅是一个巨大的结构体，更注重与自然环境的融合，从材料的选择到空间的设计，都体现了对生态环境的尊重和考量，为超高层建筑的设计提供了新的审美视角和实践方向。

## 四、学科交叉的审美构建

### （一）技术美学的伦理转向

#### 1. 数字孪生与建造真实

随着建筑领域技术的不断发展，BIM技术全周期应用对设计原创性产生了复杂的双重影响。一方面，它提高了设计效率和精准度，提供了更多设计可能性；另一方面，过度依赖可能导致设计思维的趋同，削弱原创性。在这种背景下，构建技术理性与艺术直觉的平衡框架至关重要。数字孪生技术的出现为建筑设计带来了新的机遇，它能够通过虚拟模型与现实建筑的精准对应，更好地实现设计意图，在建造真实的过程中提供更准确的指导。同时，这也引发了技术美学的伦理转向思考，如何在利用技术追求高效和完美的同时，遵循伦理原则，保持设计的独特性和人文关怀，是建筑设计在多元表达与审美追求中必须面对的问题<sup>[9]</sup>。

#### 2. 可持续性审美新标准

随着社会对可持续发展的关注度不断提高，建筑设计领域也在发生深刻的伦理转向。技术美学与伦理学的交叉融合，促使可持续性审美新标准逐渐形成。在这一过程中，建立碳排放可视化评价体系成为关键环节。它能够让建筑设计过程中的碳排放情况直观呈现，为设计师提供科学依据，从而更好地整合被动式设计策略与建筑美学表达。被动式设计策略通过合理利用自然通风、采光等手段，减少能源消耗，同时也为建筑赋予独特的美学特征。这种学科交叉的审美构建，不仅体现了对环境责任的担当，也丰富了建筑设计的审美内涵，推动建筑设计朝着更加可持续的方向发展<sup>[10]</sup>。

### （二）体验经济的空间回应

#### 1. 沉浸式交互场景构建

在建筑设计创作中，AR/VR技术对展示空间体验模式带来革新。它突破了传统空间的限制，使用户能沉浸在虚拟构建的环境中，感受空间的多维性。这种技术不仅改变了人们对空间的感知方式，还为建筑设计提供了新的思路。同时，数字媒介与实体空

间的叙事叠合效应也值得深入剖析。数字媒介可以通过图像、声音等多种形式丰富实体空间的叙事，使空间具有更强的故事性和情感吸引力。两者的结合能够创造出独特的沉浸式交互场景，满足体验经济下人们对空间的审美和情感需求，提升建筑设计的多元表达与审美追求。

### 2.弹性空间的时间美学

在体验经济时代，建筑空间需要做出回应。弹性空间的时间美学成为关键。从学科交叉角度看，建筑设计融合了多种学科理念。以可动立面和模块化系统为例，它们体现了适应性设计。这种设计不仅关注当下的空间需求，更考虑到建筑在整个生命周期中的变化。可动立面能够根据不同的时间和环境条件调整，赋予建筑动态的美感。模块化系统则增加了建筑的灵活性和可变性，使其能更好地适应未来的使用需求。这些设计在满足功能的同时，也实现了美学增值。它们打破了传统建筑的静态模式，让建筑在时间的维度上展现出独特的魅力，与体验经济下人们对空间的多元需求相契合。

## （三）哲学思辨的价值重塑

### 1.现象学视角的空间感知

从现象学视角出发，尤其是借助梅洛－庞蒂的知觉理论，对建筑空间感知进行深入探讨。该理论强调身体与世界的紧密联系，在建筑领域中，这体现为身体移动与空间序列的相互关系。身体在建筑场所中的移动并非简单的物理位移，而是伴随着一系列的知觉体验。空间序列也不仅仅是静态的布局，而是随着身体移动不断展开和变化的动态过程。通过对这种身体－空间互动的研究，可以建构起认知模型，以此解析建筑场所的体验维度。这有助于设计师更好地理解使用者在建筑空间中的感受，从而在创

作中更精准地把握空间的布局、尺度以及材质等要素，实现建筑设计的多元表达与审美追求。

### 2.解构主义的形式批判

解构主义强调对传统形式的批判与突破。埃森曼的图解理论在当代不断演化，其非确定性形态蕴含着深刻的文化批判价值。这种非确定性打破了传统建筑形式的固有模式，促使人们重新审视建筑与文化之间的关系。它不再局限于既定的形式规则，而是通过对结构和空间的独特处理，揭示出文化中被忽视或压抑的部分。这种批判并非简单的否定，而是在对传统形式的拆解中，寻找新的可能性，激发建筑设计在文化层面的多元表达，为审美追求开辟新的路径，引导人们从新的视角去理解和感受建筑所承载的文化内涵。

## 五、总结

建筑设计创作中的多元表达与审美追求是一个复杂且多元的课题。在建筑创作过程中，需凝练出多元表达与审美追求的动态平衡规律。数字人文时代为建筑美学带来了新的思考方向，提出了三重构想。基于生物形态学的生成设计，为建筑形式的创新提供了新的思路与方法；融合遗产智慧的创新转译，使建筑在传承历史文化的同时实现创新发展；面向气候适应的生态美学，强调建筑与环境的和谐共生。通过这些构想，构建具有中国特色的建筑美学理论框架，有助于推动中国建筑设计在多元表达与审美追求上的进一步发展，使其既符合时代需求，又能彰显文化特色，实现建筑的多重价值。

## 参考文献

- [1] 杜轶达. 从艺术符号学看当代乡村建筑设计的标出倾斜 [J]. 鞋类工艺与设计, 2023, 3(21): 187-189.1.
- [2] 邓凯琳. 现代公共建筑设计中传统文化元素的应用研究 [J]. 中华建设, 2023, (12): 82-84..
- [3] 章小平. 建筑设计中的色彩元素应用研究 [J]. 色彩, 2023, (08): 38-40.
- [4] 赵洁, 赵奎, 李浩. 浅析生态美学理念下的竹建筑设计策略 [J]. 建筑与文化, 2023, (07): 44-46.
- [5] 何俊儒. 建筑美学与建筑设计结合策略分析 [J]. 美术馆, 2023, 4(03): 91-93.
- [6] 郭玉荣. 中和美学思想在当代建筑环境设计中的应用研究 [D]. 山东建筑大学, 2023.
- [7] 王晨萱. 现代主义建筑的审美价值研究 [D]. 鲁迅美术学院, 2023.
- [8] 曲沐同. 当代西方建筑生态审美研究 [D]. 哈尔滨工业大学, 2023.
- [9] 王一帆. 建筑平面设计中的视觉审美 [J]. 建筑结构, 2022, 52(20): 154.
- [10] 潘学平. 审美视域下建筑环境艺术设计 [J]. 建筑结构, 2022, 52(16): 138.



# 智慧城市建设与城乡规划的互动关系研究

王晨

天津市城市规划设计研究总院有限公司, 天津 300190

DOI:10.61369/UAID.2025040006

**摘 要：** 随着信息技术的快速发展，智慧城市建设成为推进城市现代化转型的关键途径。城乡规划是统筹城乡空间资源分配的公共政策，与智慧城市的建立有非常深广、错综复杂的关系。本文试图从二者的逻辑出发，深入探究其相互影响。研究发现智慧技术通过对城乡规划的编制决策、空间信息技术的应用以及基础设施智能化等方面的影响，有效改善了城市治理结构，而城乡规划通过对智慧城市的顶层设计，对智慧城市的发展具有不可或缺的战略指导意义。但是，在两者互动中也存在数据治理、标准体系冲突以及城乡差异等问题。最后，从体制机制创新、技术管理融合以及融合发展这三个方面提出促进二者的协调发展和未来展望。

**关 键 词：** 智慧城市；城乡规划；互动关系；数据驱动；协调发展

## Research on the Interaction Between Intelligent City Construction and Urban and Rural Planning

Wang Chen

Tianjin Urban Planning and Design Research Institute Co., LTD. Tianjin 300190

**Abstract：** With the rapid advancement of information technology, smart city development has become a pivotal driver for urban modernization. Urban-rural planning, as a public policy coordinating spatial resource allocation between urban and rural areas, maintains profound and intricate connections with smart city construction. This study explores their interplay through theoretical frameworks. The research demonstrates that smart technologies enhance urban governance structures by influencing decision-making processes in urban-rural planning, implementing geospatial information systems, and advancing intelligent infrastructure. Simultaneously, urban-rural planning provides strategic guidance for smart city development through top-level design. However, challenges such as data governance conflicts, standardization discrepancies, and urban-rural disparities persist in their interaction. Finally, the paper proposes three pathways to promote coordinated development: institutional innovation, technological-management integration, and collaborative development strategies, along with future outlooks.

**Keywords：** smart city; urban-rural planning; interactive relationship; data-driven; coordinated development

## 引言

大数据时代的到来，给城乡规划以及智慧城市建设带来了新的机遇。从实际情况来看，大数据时代本身的特点与城乡规划的决策直接相关，它不但可以满足城乡规划的公共利益价值观，而且可以对利益进行合理的协调，并能够给智慧城市建设创造良好条件。智慧城市既给城乡规划供应了新技术手段和数据支撑，又对传统的范式赋予新需求；而城乡规划也给智慧城市形成发展框架并给出价值指引，防止技术应用脱离城市发展本质<sup>[1]</sup>。二者相互影响、互相促进，共同成为推动城市高质量发展的主要动力。本文意在探究二者之间双向互动关系的内在逻辑、运行机制及协调发展之路。

## 一、智慧城市与城乡规划的基本内涵

### （一）智慧城市的核心理念

智慧城市的主要含义是借助物联网、云计算、大数据、空间

信息整合、人工智能这些新一代的信息技术，达成对城市运作状况的全方位察觉，把各种数据融合起来，并且做到资源的精确调配。最根本的目的在于改进城市治理能力、增进公共服务效能、保证城市的可持续发展以及改善人们的生活质量。强调的是一种

数据是关键生产要素、互联互通是神经网络、智能响应是典型特征的发展新样态<sup>[2]</sup>。智慧城市不再只是像早期的数字城市那样主要侧重空间信息可视化的问题，更多的是注重对数据进行分析和挖掘，并通过智能应用达到决策更加科学、精准以及服务更加个性化、便利化。所以要认识智慧城市，不能只停留在技术堆砌上，而是把它当成一个复杂的社会技术系统，是技术更新与城市发展各方面——城市社会、经济、空间和环境等发展需求深度交融的成果。

## （二）城乡规划的理论基础

城乡规划是一门努力预测并合理安排空间资源，指导城乡有序发展，达成社会经济环境综合目的的学科与政策。它所依托的理论根基扎在系统科学，地理学，经济学，社会学以及生态学等多门学科融合而成的一片沃土里。系统论思想要求规划要把城市和区域看作是开放的复杂巨系统，重视系统内部各要素之间的联系以及系统同外界环境间的互动。可持续发展的理论为规划提供了一个伦理基础，并且主张代际公正，资源长期利用和生态平衡等各方面要统筹协调。人本主义思想确定了规划的价值目标，提出规划要满足人的需要服务，并且推动社会公正和社会包容发展<sup>[3]</sup>。空间结构理论即中心地理论、增长极理论等给区域的空间分布规律以及演化机理的分析提供了一个理论框架。这些理论一起形成了城乡规划的科学灵魂，在面对城市问题的时候，既重视物质空间的样子排列，也看重背后的经济社会起因，生态道理和人的幸福。

## 二、智慧技术对城乡规划的影响

### （一）数据驱动下的规划决策优化

智慧城市与大数据作为新型理念，从提出以来这两者都已经经历了很长时间的的发展，现在，对于大数据时代的智慧城市各国研究者已经展开了大量的深入研究。在大数据时代下，城市规划更显智慧，智慧城市建设也更为轻松。现如今通过遍布城市各个地方的传感网络和物联网设备来获得包含交通流量、环境质量、人口热力、设施使用率等等在内的海量、实时以及多维的数据。这些数据被融合并加以分析之后，就能够体现出传统办法所无法察觉的城市复杂运行规则以及深层的问题<sup>[4]</sup>。拿长时间序列的交通流数据来举例，经由挖掘之后就可以更准确地诊断交通拥堵的成因以及演变规律，进而给路网改善和公交系统升级赋予从未有过的科学根据。数据驱动使得规划方案的制定不再只是画出一张静态蓝图，它变成了一种基于连续的数据反馈而不断改进与优化的工作方式，并且极大地改善了规划决定科学性、前瞻性以及精确度。

### （二）空间信息技术的规划应用

空间信息技术作为智慧城市的支柱技术，和城乡规划结合最为紧密、直接。地理信息系统（GIS）、遥感（RS）、全球导航卫星系统（GNSS）和建筑信息模型（BIM）等技术共同构成了规划分析的强大工具集。GIS提供了强大的空间数据管理、可视化、叠加分析和模拟预测功能，成为现代规划编制与分析的中心平台。遥感技术能够快速、宏观地获得地表覆盖、土地利用以及生态状况等的变化情况，可以作为区域发展规划、生态保护规划和城市建设用地扩展的依据数据和检测方法。BIM技术则把视角

从宏观地表转向微观建筑实体，包含大量三维信息和性能数据，跟CIM结合起来以后，能推动达成从宏观区域到微观地块，地上地下统一的数字孪生城市。上述各种技术共同服务于整个规划过程，包括现状分析、方案模拟以及后续监管工作，使空间上的分析能力发生飞跃，复杂的空间决策有了量化的可能，并能进行模拟与评价。

## 三、城乡规划对智慧城市的引导作用

### （一）规划目标与智慧发展协同

城乡规划以其确立的宏观发展战略和目标体系，给智慧城市创建赋予了根本的价值引领与行动架构。智慧城市发展不能为技术而技术，最终要服务于城市发展的大目标。规划所确立的城市性质、发展规划、人口规模、生态红线、文化遗产保护等顶层设计确定了智慧技术应用边界及重点领域。比如，生态旅游城市规划，其智慧化建设的重点应当是生态环境监测、智慧旅游服务、文化遗产数字化保护等，而不是一味追求工业自动化或金融科技<sup>[5]</sup>。规划所倡导的低碳、发展安全、包容、高效等理念，直接决定了智慧城市建设优先顺序及投资的方向，保证技术的应用能够与城市长远的利益以及公众的利益保持一致，并避免掉入“重技术，轻城市”的误区之中。因此，规划是让智慧城市建设初心不改、方向正确的保障。

### （二）土地利用与智慧功能布局

土地是所有城市活动的空间载体，城乡规划的主要职能之一就是决定土地的用途和开发强度。这个职能直接影响到智慧城市所有功能和要素的空间落位形式以及集聚形式。通过土地使用规划来确定不同类别的用地边界及其兼容性，给数据中心、云计算基地、创新产业园区、智慧物流中心等重要设施提供落地空间。通过控制性详细规划，规定地块的开发强度、建筑密度、配套设施等，间接影响未来此区域的数据生成密度以及智慧化应用的需求。规划倡导的混合用地、紧凑城市、TOD（以公共交通为导向发展）等观念，本身就具备营造高密度、高交互城市空间的条件，而这些智慧应用又往往需要规模效应才能发挥功效，如共享出行、智能物流等。相反地，低密度扩展型的空间结构会使智能化基础设施布置费用增大且维护更为困难。因此科学的土地使用方案是保证智慧城市功能在空间中布局合理有效的先决条件。

## 四、互动过程中的关键问题

### （一）数据共享与治理挑战

数据是智慧城市的血液，但是其共享和治理目前面临的主要问题。各个部门、单位以及社会团体手中持有的数据严重地分成了条块分割的状态，并产生了大量的“数据孤岛”。数据所有权、管理权、使用权界定不清楚，缺少权威的协调机制和可信的数据共享平台，造成数据难以互通互用。同时数据质量参差不齐，标准不一，也难以有效融合分析。更深层次问题是数据安全与隐私保护问题<sup>[6]</sup>。大量的城市感知数据牵扯到公民个人隐私及公共安全问题，在此情形下如何平衡好数据开放利用和严密的数据安全、隐私保护之间的关系，已经成为急需处理的一大难题。没有有效的数据治理，很多智慧城市美好的想法就很难实现，数据驱

动的规划决策也就会变成无源之水。

### （二）技术标准与规划体系矛盾

智慧城市技术迭代速度快，其设备、接口、协议等技术标准更新速度也快，开放性高，互操作性强。但是城乡规划体系是一种带有非常明显的法规、标准、规范属性的法定性、程序性的公共政策，其法规、标准、规范体系的更新是相对滞后的，稳定性与权威性要求较高<sup>[7]</sup>。

这样节奏的错配就使得技术标准跟规划管理的体系常常发生矛盾，比如一种新的智能设备可能找不到对应得上它的用地分类归类，建筑许可手续也许没章法可循。目前有的城市规划技术标准，如用地分类代码、配套设施配建标准等，可能还没有包含很多新型的智慧设施。规划编制审批的长周期与技术快速迭代的短周期不符，可能造成刚批准的规划里的一些技术方案已经过时。怎样增强规划体系的弹性与适应性，创建可容纳并引领技术创新发展的动态标准更新机制，这同样是推进两者深度融合所必须解决的制度性障碍。

## 五、协调发展路径与未来展望

### （一）体制机制创新策略

要想促使智慧城市与城乡规划协调发展，首先要冲破体制机制的障碍，开展深入的革新。要创建高位协调机制，成立由城市主要领导担当负责人的智慧城市与规划创建领导小组，把发改委，经信，自然资源，住建，交通等各个部门的力量统筹起来，营造协同推进的态势。

探寻创建“首席规划师”和“首席信息官”的协同合作机制，保证技术计划与空间规划从项目开始时就融合在一起<sup>[8]</sup>。改变传统条块分割式管理，形成以城市信息模型（CIM）平台为载体的统一数字底座，以此为基础，重新梳理业务流程，做到跨部门的数据共享与业务协同。创新投融资模式，吸引社会资金投入 to 智慧城市建设当中去，并且加大政府对智慧城市规划和管理方面的指导力度。体制机制的创新是为了保证两者能够很好地融合而设立的基本规划。

### （二）技术与管理协同路径

操作层面上，一方面，要推进技术和管理的深入融合，在此之前必须让已经成熟、适宜使用的智慧技术充分嵌入城乡规划全过程之中，并且要发展出一种“数字赋能”的规划形式。包括以

大数据辅助规划调研及现状分析、CIM平台方案模拟与可视化推演以及物联网和遥感监测规划实施。另一方面，要让智慧城市建设的空间需求和管理要求提前进入规划管理体系。修改城乡规划技术标准和规范，增添对智能基础设施、数据机房、通讯管道等空间的用地保障及配建规定。探索建立适应技术创新的弹性规划许可制度，由传统的静态蓝图式规划向动态的、可持续更新的“平台型”规划转变，让规划本身成为能持续集成数据、模拟方案、反馈效果的智慧平台。

### （三）智慧城乡融合发展方向

未来一定是走向全域，全周期的智慧城乡融合。在空间上，智慧城市要从城市中心到城乡全域，利用规划引导乡村地区信息基础设施覆盖与提升，缩小数字鸿沟。在领域方面，智慧应用应当从交通、政务等领域转向城市规划、建设、管理以及运营的全生命周期内，在与物理城市一同成长的过程中创建数字孪生城市<sup>[9]</sup>。数字孪生城市是未来智慧城乡的高级阶段，全域全要素数字化映射、虚拟互动，不仅实时呈现城市状态，还能深度学习模拟预测，给城乡规划、灾害应急、社会治理带来前所未有的决策支持。智慧技术与城乡规划的深度融合将会促进城市向着高智能化、以人为本、可持续发展的新形态发展，从而使得城市的治理水平以及居民的生活质量得到全面提升。

## 六、结语

智慧城市建设与城乡规划是推动现代城市发展的两驾马车，并不是相互替代的关系而是相辅相成、互为依存的共生关系。本研究对二者互动基本内涵、相互影响及存在的现实问题、未来合作路径等内容做了系统阐述。研究显示，智慧技术给城乡规划带来的是颠覆性的方法变革，使其变得更为科学、精准；而城乡规划为智慧城市赋予了必不可少的空间秩序与战略引领，保证了其发展具有整体性和可持续性<sup>[10]</sup>。面对数据治理、标准冲突，城乡差异等诸多挑战的背景下，未来的智慧城市建设，乡村规划工作，一定要把规划引领和科技赋能这两个方向牢牢抓紧，在体制机制改革，技术创新管理以及全域融合发展的道路上不断前进，从而让智慧城市和乡村规划不再只是简单地叠加在一起，而是真正实现深一步的交融状态，共同营造出以人为本，绿色环保，智能高效，并且安全有韧性的人间美好生活场景。

## 参考文献

- [1] 杨艺宣. 大数据时代的城乡规划与智慧城市探究 [J]. 工程建设与设计, 2019, (16): 33-34.
- [2] 滕丰耘, 杜松茂, 史丹. 城乡规划过程中智慧城市及大数据技术的应用 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2020, (05): 33-34.
- [3] 杜聪. 城乡规划中大数据和智慧城市技术的运用探究 [J]. 中国新通信, 2020, 22(04): 121.
- [4] 李若愚, 刘超, 薛鹏程. 从智慧城市到新型智慧城市的规划建设探究 [J]. 现代商业, 2020, (04): 50-51.
- [5] 郭若鸿. 新型智慧城市建设演进与城市规划体系变革互动研究 [J]. 广西社会科学, 2021, (07): 144-150.
- [6] 陈亮. 城乡规划与智慧城市建设的大数据应用策略 [J]. 新型城镇化, 2025, (07): 60-63.
- [7] 赵月. 探讨大数据时代的城乡规划与智慧城市建设 [J]. 中原文化和旅游, 2024, (16): 37-39.
- [8] 李晓蕾, 胡振宇. 基于智慧城市理念的城乡规划专业教学改革探索 [J]. 现代城市研究, 2024, (11): 125-127.
- [9] 韩玮. 信息技术在城乡规划与智慧城市建设中的应用 [J]. 数字通信世界, 2024, (10): 181-183.
- [10] 李长顺. 大数据时代城乡规划发展与智慧城市建设策略 [J]. 城市建筑空间, 2024, 31(S1): 179-180.



# 分析综合医院给排水设计要点

吴培巧

广州宝贤华瀚建筑工程设计有限公司，广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040010

**摘 要：** 综合医院给排水设计是一项关乎医疗安全、感染控制与能源资源高效利用的复杂性系统工程。文章详细分析了从全院水源选择、分区供水、水质保障，到热水供应需求评估、系统选型与循环优化等一系列关键环节的设计要点，并针对手术部、检验科等特殊科室的特殊需求提出了专项解决方案，旨在构建一个安全、可靠、高效且适应医疗机构独特需求的现代化给排水系统。

**关 键 词：** 综合医院；给排水设计；要点

## This Paper Analyzes the Main Points of Water Supply and Drainage Design in General Hospital

Wu Peiqiao

Guangzhou Baoxian Huahan Architectural Engineering Design Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract：** Water supply and drainage design for general hospitals constitutes a complex systems engineering task that impacts medical safety, infection control, and efficient utilization of energy resources. This paper thoroughly analyzes key design considerations spanning hospital-wide water source selection, zoned water supply, water quality assurance, hot water demand assessment, system selection, and circulation optimization. It also proposes specialized solutions for unique requirements in departments such as operating rooms and laboratories, aiming to establish a modern water supply and drainage system that is safe, reliable, efficient, and tailored to the distinctive needs of healthcare facilities.

**Keywords：** general hospital; water supply and drainage design; key points

### 引言

医院作为功能复杂、全天候运行的公共建筑，其给排水系统远非仅满足基本生活用水需求，而是深度融入诊疗流程、感染防控及医院安全管理的核心基础设施。综合医院给排水设计不仅要应对各科室在水质、水量、水压及供水连续性上的苛刻要求，还需安全处置成分复杂、富含病原体的医疗污水，并在此过程中实现能源与资源的高效利用。因此，本文旨在系统地探讨综合医院给排水设计的全方位考量，从基本原则到特殊科室的细节处理，为构建现代化、高标准新型医疗设施提供全面而深入的设计参考与理论依据。

### 一、综合医院给排水设计的基本原则

#### （一）确保医疗环境的水源与排污安全

医疗机构在运行过程中离不开大量洁净水源，这些水源被广泛用于日常清洁、器械灭菌、外科手术以及各类诊疗活动。水质洁净程度是影响医院内部感染控制效果与卫生管理水平核心要素之一，因而整个系统的设计与实施必须严格遵循国家相关卫生法规及行业标准，确保每一处出水点均达到安全使用要求。另一方面，医院在日常运营中所产生的污水成分复杂，可能携带致病性微生物、化学药剂残留等多种有害物质。若不经妥善处理直接排放，将对周边生态环境及社会公共健康构成威胁<sup>[1]</sup>。

#### （二）保障系统持续稳定运行

医疗活动的特殊性决定了其对供水服务有着近乎不间断的刚

性需求，任何形式的水源中断都可能直接影响诊疗工作的正常开展。为此，医院给排水系统的构建必须将安全性与可靠性置于核心地位，这涵盖了选用高标准的设备、确保水源供给的持续性以及构建具备冗余备份能力的系统架构。具体而言，医院需配备容量充足的储水装置，以便在主供水源发生意外故障时，能够立即启用应急储备，为关键医疗区域提供持续、不间断的水源补给。在设备选型方面，所采用的水泵、阀门及控制系统等关键部件，必须具备优异的性能与长寿命周期，确保其在各种复杂工况乃至应急状态下均能稳定、高效地运转。

#### （三）提升资源与能源利用效率

在现代综合医院的建设中，给排水系统的规划必须将节能与资源高效利用作为核心指导原则。这意味着在系统设计的全过程中，应积极采用先进的节水技术、优化整体运行策略，并选用高

能效设备，以期最大限度地降低日常运营中的能源开支与水源的无谓损耗。具体而言，通过科学规划管道布局与精准选用管径，可以有效缩短供水距离并减少管路沿程的压力损失，从而显著降低水泵等动力设备的能耗。同时，引入高效率的水泵机组、智能变频控制系统以及具备节水认证的终端器具，能够从“开源”与“节流”两个维度全面提升整个水系统的综合利用效率。除了优化现有系统，医院还应积极探索和应用创新型资源循环方案。例如，建立雨水收集与净化系统，将收集的雨水用于绿化灌溉、景观补水及道路冲洗等非饮用用途。

## 二、水源选择与供水系统设计

### （一）供水来源的规划与配置

医疗机构日常运营需要消耗大量水资源，且不同科室对水质洁净度有着严格的分级要求，因此选择并规划一个稳定而可靠的供水来源，是维持医院各项功能正常运转的根本前提。市政自来水系统因其水质达标、供应连续，通常作为核心供水来源，能够满足大部分常规区域的用水需求。然而，对于手术室、血液透析中心、中心供应室等关键医技部门，其诊疗设备与操作流程对水质有特殊标准，往往需要在市政供水的基础上，额外配置包括反渗透、超滤或电去离子等在内的深度水处理装置，对自来水进行二次纯化，以获取更高品质的医用纯水<sup>[2]</sup>。

### （二）供水系统设计

#### 1. 竖向及功能分区供水策略

鉴于医院建筑普遍具有层数多、功能繁杂的特点，为确保建筑内各个用水末端都能获得稳定的服务压力，必须采用分区供水的技术方案。该方案的核心在于依据建筑物的垂直高度与不同功能区的具体需求，科学地将整个供水网络划分为若干个相对独立的压力区域。在具体实施上，对于建筑的低区部分，应优先考虑直接利用市政管网的原有压力进行供水，这是一种经济节能的选择。而对于市政压力无法覆盖的中、高区，则需通过设置中间水箱与变频调速水泵机组相结合的二次加压设施来实现可靠供水。这种“水箱-变频泵”的组合不仅能有效提升供水压力，其变频功能还可根据实际用水量的变化自动调节，实现节能运行。此外，针对住院部、门诊区、手术部及检验中心等不同功能板块，其用水时间、用水量及水质标准存在显著差异。为避免不同系统间的压力波动相互干扰，并满足其个性化需求，理想的方案是为这些关键区域分别设置独立的供水立管或子系统。这种按功能分设系统的做法，有助于实现精准供水和系统管理的精细化，从而全面提升医院供水系统的安全性与稳定性。

#### 2. 多层次水质控制体系

医疗机构，尤其是直接关联诊疗过程的医疗用水，对水质纯净度与生物安全性有着远超常规的标准。因此，在基础的市政自来水消毒处理之上，必须依据各临床与医技科室的特殊功能，部署多层次、针对性的水质净化与保障策略。例如，对于口腔科诊疗单元、中心检验科以及病理实验室等部门，其用水直接接触患者或用于精密分析，需彻底去除水中的病原微生物、有机杂质及

重金属离子等。为此，可集成采用超滤膜技术以滤除细菌与病毒，并结合反渗透装置深度脱盐与去除离子，从而制备出满足特定医疗用途的高纯度用水。在输水环节的硬件保障上，管材的选取至关重要。应优先选用316L超低碳不锈钢、抑菌铜管等内壁光滑、耐腐蚀且具备一定抑菌特性的高品质材料，从物理层面最大限度地减少管道本身对水质的二次污染风险。在管网设计阶段，须采用工程布置等理念优化水力工况，竭力避免出现水流停滞的“盲端”或死水区，从根本上防止微生物滋生导致的水质劣化。

## 三、热水供应系统设计

### （一）热水供应系统的需求评估

医疗机构的各个功能部门在热水消耗量及使用时段上呈现出显著的差异性。住院病房区域的热水需求主要服务于患者的日常洗漱、沐浴以及环境清洁，其使用高峰通常出现在清晨与傍晚等固定时段。相比之下，手术部、分娩中心、消毒供应中心等核心医疗单元，不仅对热水的供应连续性有严格要求，还需精确稳定的水温控制，其需求在全天24小时内都可能出现，且关乎医疗安全。因此，在规划热水供应系统时，必须在设计前期进行详尽的数据调研与需求分析，精准把握各科室的小时变化耗热量与使用时间规律<sup>[3]</sup>。这项分析是科学选定加热设备规格、确定储热容量以及制定高效经济运行策略的根本依据。具体实施上，对于病房区域，需根据床位占有率、相应的人均热水用量定额及集中使用系数，来核算该区域的设计最大小时耗热量。而对于手术室等生命支持相关科室，除了计算常规负荷，还必须充分考虑其不间断运行的特性，在系统设计中额外增设缓冲水箱或采用双热源备用等方案，预留充足的热水储备量与应急供应能力，以绝对确保医疗关键区域的热水保障万无一失。

### （二）热水供应方式与设备选择

#### 1. 集中式热水供应方案及其热源选择

在大型综合性医院中，普遍采用集中式热水供应系统。这种系统通过设置集中的热源和设备，服务全院各用水点，不仅便于进行统一的运行维护与管理，更能通过规模化生产实现较高的能源综合利用效率。其核心热源的选择通常呈现多样化特点，需结合当地条件与医院需求进行技术经济比较。太阳能供热系统作为一种绿色节能技术，通过收集可再生的太阳能来制备热水，能显著降低常规能源消耗。但其供热能力受日照、季节等自然条件影响显著，存在不稳定性。因此，在实际工程中，必须配套安装电辅热或燃气锅炉等备用加热装置，构建多能互补的体系，以确保在连续阴雨天气或夜间依然能够提供稳定可靠的热水。燃气锅炉以其高热效率和快速响应能力见长，能够满足医院瞬时大量用热的需求<sup>[4]</sup>。然而，采用此类设备必须将安全置于首位，需要同步设计并安装高灵敏度的燃气泄漏报警装置、联动切断阀以及符合规范的强制通风系统，全面防范潜在的安全风险。电加热方式（包括容积式、即热式电热水器）具备安装灵活、控制精确、环境清洁等优点。

#### 2. 循环管网设计与运行优化

为实现医院各末端用水点即开即热的热水使用体验，并有效

避免开启初期长时间排放冷水所造成的水资源浪费，必须在全院热水系统中构建一套高效、可靠的全天候循环管网。该系统要求从主管到分支管路均形成闭合回路，并推荐优先采用水力平衡效果更佳的同程式循环管路布局，从而确保建筑内各个远端出水口都能获得稳定且均匀的热水温度。在循环系统的动力核心——循环水泵的选型上，需要进行严谨的水力计算，其参数确定必须统筹考虑系统最不利环路的管道总长、管径尺寸、沿程与局部阻力损失以及预期的循环流量等多重因素，以保证所选水泵的额定流量与扬程能够满足在最苛刻条件下仍可驱动热水在整个管网中顺畅流动的基本需求。此外，引入智能控制策略是提升系统能效的关键。应配置可根据时间或温度信号自动调节的智能控制器，通过合理设定循环泵的启停时段与运行参数，使其能够灵活适应医院不同功能区的实际用水规律。

## 四、特殊科室的给排水设计

### （一）手术部专项给排水设计

作为医院的核心部门，手术部对给排水系统的设计与安装提出了极为严格的要求，必须确保供水的高度可靠性并满足特定的水质标准。在供水安全保障方面，应采用从市政管网不同区段引入的双路进水方式，并在手术部区域设置独立的应急储水水箱，以此构建双重保障机制，杜绝因外部供水中断而对正在进行的抢救与手术造成影响。手术部内的外科手消毒池、器械冲洗点等关键用水终端，其对出水水温的恒定性与工作水压的稳定性异常敏感，任何波动都可能影响医护操作。因此，建议为此类区域配置独立的热水制备装置与专用的压力稳压设备，以实现精准的局部压力与温度调控。在排水系统设计上，手术室地面需预设高水封深度、带密封盖板的专用地漏，其构造应能有效阻隔排水管道中的有害气体与病原微生物反向渗入洁净度要求极高的手术室环境<sup>[5]</sup>。

### （二）检验科专项水系统设计

检验科内部配置了多样化的分析仪器与清洗装置，例如全自动生化分析仪、免疫分析仪及玻璃器皿清洗机等，各类设备因其功能原理不同，对供水水质存在显著的等级差异。为满足这些精密仪器的高标准用水需求，科室内部通常需要设立一套独立的中央纯水制备系统，通过反渗透、去离子等多级净化工艺，持续稳定地产出符合实验要求的纯水或超纯水。在科室的给水与排水管道综合布设中，必须紧密结合各类设备的实际布局与功能特性，科学规划管道路由。管道敷设应遵循“污废分流、清污分流”的原则，确保不同质态的废水各行其道，从物理空间上杜绝交叉污染的风险。检验科在日常检测过程中产生的实验废液成分复杂，可能含有残留的化学试剂、重金属离子以及病原微生物等多种有害物质。对此，必须建立严格的废液分类收集与预处理机制。针对含有重金属（如铅、汞、铬等）的废水，可采用化学沉淀法，通过投加特定药剂使其形成不溶性沉淀物从而有效去除；而对于携带病原体的传染性废水，则必须经过高温蒸汽或高效化学消毒剂进行彻底灭活处理。所有经过预处理的废水，在达到医院内部管控标准后，方可统一排入院区污水处理站进行深度处理。

## 五、结束语

综上所述，综合医院的给排水设计是一个多目标、多层次的高度集成化工程。成功的系统构建，必须牢牢立足于安全保障、可靠运行与资源高效三大支柱，通过分区供水、多级水质净化、精准的热水供应与智能循环控制等先进技术手段，确保系统在任何工况下均能满足医疗工作的严苛标准。特别是对于手术部、检验科等关键部门，更需要采取针对性的、具有冗余备份和专项处理能力的给排水策略。

## 参考文献

- [1] 张韬. 综合医院建筑给排水及消防设计要点分析 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2024(12): 124–126.
- [2] 向钦卿, 李剑. 医院建筑给排水设计要点问题分析 [J]. 建材与装饰, 2019(22): 107–108.
- [3] 陈枫明. 关于综合性医院给排水设计的系统要点分析 [J]. 建材与装饰, 2021, 17(15): 75–76.
- [4] 简传田. 医院给排水设计的安全性及可靠性分析 [J]. 建设科技, 2024(20): 77–79.
- [5] 李建东. 现代医院建筑给排水设计要点探讨 [J]. 城镇建设, 2024(5): 292–294.

# 火电厂区块链能源交易平台设计与实现

陈江龙, 燕震宇, 刘家欣, 陈盼盼  
国能山西河曲发电有限公司, 山西 忻州 036500  
DOI:10.61369/UAID.2025040011

**摘 要 :** 随着我国电力系统规模持续扩大, 火电在能源结构中占据主导地位。传统火电交易体系面临煤炭供应链效率低下、碳排放数据管理风险高、交易结算周期长等多重挑战。区块链技术凭借去中心化、不可篡改及智能合约自动执行等特性, 为能源交易提供了创新解决方案。本研究设计并实现了面向火电厂的区块链能源交易平台, 采用分层架构整合数据层、网络层、共识层、合约层与应用层, 通过多链式存储、DAG-BLOCK架构及改进的PBFT共识算法, 实现交易数据的高效处理与安全存储。平台功能模块涵盖用户管理、交易管理、数据管理、智能合约及安全审计, 支持电力挂牌、竞价、撮合及实时结算全流程自动化。技术实现层面, 基于 Hyperledger Fabric 框架构建联盟链网络, 采用 Go 语言开发智能合约, 集成边缘计算与 Modbus 协议实现发电设备数据实时采集, 前端通过 Vue.js 构建可视化界面, 后端利用 Spring Boot 框架提供 API 服务, 确保系统高并发处理能力与低延迟响应。

**关 键 词 :** 区块链技术; 火电厂能源交易; 分层架构设计; 智能合约

## Design and Implementation of Thermal Power Plant Blockchain Energy Trading Platform

Chen Jianglong, Yan Zhenyu, Liu Jiaxin, Chen Panpan  
Guoteng Shanxi Hequ Power Generation Co., LTD. Xinzhou, Shanxi 036500

**Abstract :** With the continuous expansion of China's power system, thermal power plays a dominant role in the energy structure. The traditional thermal power trading system faces multiple challenges such as low efficiency of coal supply chain, high risk of carbon emission data management and long transaction settlement cycle. Blockchain technology provides innovative solutions for energy transactions with its decentralized, immutable and smart contract execution features. This study designs and implements a blockchain energy trading platform for thermal power plants. The layered architecture integrates data layer, network layer, consensus layer, contract layer and application layer, and realizes efficient processing and secure storage of transaction data through multi-chain storage, DAG-BLOCK architecture and improved PBFT consensus algorithm. The functional modules of the platform cover user management, transaction management, data management, smart contract and security audit, and support the automation of the whole process of power listing, bidding, matchmaking and real-time settlement. In terms of technical implementation, the alliance chain network is built on the Hyperledger Fabric framework. Smart contracts are developed using Go language, while edge computing and Modbus protocol integration enable real-time data collection from power generation equipment. The front-end utilizes Vue.js to create a visual interface, while the back-end leverages the Spring Boot framework to provide API services, ensuring high concurrent processing capabilities and low-latency responses.

**Keywords :** blockchain technology; thermal power plant energy trading; hierarchical architecture design; smart contract

## 引言

随着我国电力系统规模的持续扩张, 火电作为主要发电形式在能源结构中占据核心地位。全国规模以上工业企业火力发电量数据显示, 2020年至2022年间发电量分别达到53302.48亿千瓦时、58058.68亿千瓦时和58887.95亿千瓦时, 发电装机容量同步增长至2022年的133527万千瓦。这一增长趋势在2024年预计达到63437.7亿千瓦时发电量与144445万千瓦装机容量<sup>[1]</sup>。传统火电交易体系面临多重挑战: 煤炭供应链存在运输效率低下、信息孤岛等问题, 导致发电成本难以精准控制; 碳排放数据管理存在人为干预风险, 难以满足碳交易市场对数据真实性的要求。区块链技术凭借其去中心化特性与不可篡改的分布式账本优势, 为能源交易提供了革新路径。通过智能网关直接采集发电设备运行数据并上链, 可有效避免数据在传输过程中出现篡改风险, 解决现有业务系统与区块链间存在的“真空期”问题。其构建的双链结构能够实现碳排放数据全流程溯源, 确保关键指标的保真度。



# 一、火电厂区块链能源交易平台设计

## （一）平台架构设计

火电厂区块链能源交易平台采用分层架构设计，整体包含数据层、网络层、共识层、合约层和应用层五个核心层级。数据层作为平台的基础，采用多链式架构实现数据分片存储与分布式记账功能，通过区块链的防篡改特性保障交易数据的完整性和可追溯性。该层结合 DAG-BLOCK 架构中的有向无环图结构，将交易数据以开放区块形式进行组织，替代传统 Merkel 树结构，显著提升数据处理效率与扩展性。同时，基于双链区块链架构的双链结构设计，将核心交易信息与辅助数据分别存储于主链和次链中，既保证关键数据的权威性，又实现多虚拟电厂（VPP）电力共享的灵活管理。

网络层构建了支持跨区域节点接入的分布式通信网络，采用主从式分层交互控制架构实现多节点协同。该层引入 DAG-BLOCK 架构中的细分市场结构，将矿工节点按服务区域划分为多个子网络，通过动态路由机制分配交易验证任务，有效降低网络拥堵风险<sup>[9]</sup>。在节点间通信过程中，采用物联网数据交易架构的安全方法，通过非对称加密与数字签名技术保障传输数据的机密性和真实性。此外，网络层支持虚拟电厂主从多链交易匹配机制，确保不同层级节点在交易过程中形成对等交互的可信环境。

## （二）功能模块设计

本平台功能模块设计以区块链技术为核心，结合电力交易业务场景构建模块化架构，实现去中心化、可信、高效的能源交易支持体系。系统架构包含用户管理、交易管理、数据管理、智能合约、安全审计五大核心模块，各模块间通过标准化接口协同运作，形成完整的业务闭环。在用户管理模块中，采用基于非对称加密的身份认证机制，通过智能合约实现用户权限的动态分级管理，确保交易主体的合法性及操作范围的可控性。该模块支持电厂、售电公司、用户等多类型主体的注册与资质核验，利用零知识证明技术保护用户隐私数据<sup>[9]</sup>。交易管理模块包含挂牌、竞价、撮合、结算全流程功能，通过智能合约自动执行交易规则，实现点对点的即时结算。系统采用改进的撮合算法，在保证交易公平性的同时提升撮合效率，支持绿电交易等特定市场场景需求。数据管理模块采用分布式存储结构，通过哈希加密和时间戳技术确保交易数据的不可篡改性，同时建立多级索引机制实现高效的数据检索。为满足监管要求，模块提供标准化 API 接口支持第三方审计查询，并通过跨链技术实现与电力市场运营系统的数据交互。

# 二、平台实现与测试

## （一）平台实现步骤

本研究的平台实现采用模块化开发策略，遵循分阶段迭代的实施路径。首先进行环境部署，基于 Hyperledger Fabric 框架构建联盟链网络，配置四台虚拟机作为核心节点，其中包含一个排序服务节点、两个锚定节点和一个背书节点。采用 Docker 容器技

术实现节点的快速部署，并通过 CouchDB 作为状态数据库，建立区块链与传统数据库的交互通道。在代码开发阶段，使用 Go 语言编写智能合约核心模块，定义能源交易数据结构、交易验证规则及结算逻辑，特别针对火电厂的发电量记录、购电方需求申报、结算周期划分等业务场景设计了专用接口。智能合约包含能量计量校验函数、交易哈希生成算法以及基于时间戳的结算触发机制，通过链码单元测试验证了交易冲突检测、电量配额控制等关键功能的正确性。

系统架构分为数据采集层、区块链层和应用层三部分。数据采集层部署边缘计算节点，通过 Modbus 协议接入火电厂 SCADA 系统，实时获取发电机组的输出功率、机组状态和环境参数，利用 Python 开发数据预处理模块实现异常值过滤和数据标准化。区块链层采用分层式节点架构，核心节点运行 PBFT 共识算法，外围接入节点通过 gRPC 接口与核心网络通信<sup>[4]</sup>。应用层采用微服务架构设计，前后端分离开发：前端使用 Vue.js 构建可视化操作界面，包含交易记录查询、合约部署监控和能效分析模块；后端基于 Spring Boot 框架实现 API 网关，通过 RESTful 接口连接区块链节点与 MySQL 数据库，支持交易数据的多维度统计分析。

## （二）平台测试与优化

为验证火电厂区块链能源交易平台的功能完整性与系统性能，本研究构建了多维度测试体系，通过功能验证、性能评估与迭代优化形成闭环改进机制。功能测试阶段采用黑盒测试方法，重点验证交易发起、智能合约执行、结算流程及数据上链等核心模块的协同性。针对能源交易场景，设计了包含 30 个标准用例的测试集，涵盖正常交易、异常中断、合约撤销等典型业务场景。测试结果显示，系统在标准负载下交易确认成功率达 99.8%<sup>[9]</sup>，智能合约执行逻辑与业务规则匹配度达到 100%，数据上链一致性通过哈希值比对验证，表明系统功能模块能够满足实际运行需求。

性能测试采用分布式压力测试工具模拟多节点并发交易场景，重点评估系统吞吐量、延迟响应及网络负载能力。在 50 个模拟节点环境下，平台最大处理能力达到 1200 TPS，平均交易确认延迟控制在 2.3 秒以内，网络传输效率达到预期设计目标。通过监控系统资源占用发现，当并发请求数超过 800 时，节点 CPU 使用率出现显著波动，这提示需要对共识机制与数据分片策略进行优化。为提升系统稳定性，本研究引入动态资源分配算法，根据实时负载调整节点参与度，优化后在峰值负载下 CPU 利用率波动幅度降低 42%，内存泄漏问题得到有效控制。

# 三、研究结果与分析

## （一）平台运行效果

本研究通过为期六个月的平台试运行及数据采集，系统评估了区块链能源交易平台的实际应用效果。在交易规模方面，平台上线后累计完成能源交易量达 1.2 亿千瓦时，季度环比增长率达 45%，其中电力直接交易占比从传统模式的 32% 提升至 68%（图 3-1）。参与主体数量从初始的 17 家发电企业、9 家售电公司扩展至涵盖 28 家发电企业、15 家售电公司及 7 家第三方机构的多元

化市场生态，平台用户活跃度达到92%的日均登录率。在交易效率维度，基于智能合约的自动撮合机制将传统能源交易的平均处理时间从4.2小时压缩至8分钟，交易确认延迟降低至3秒以内，交易失败率由12%降至1.8%<sup>[6]</sup>。系统吞吐量实测达到每秒处理28笔交易，满足省级电网的高频交易需求，TPS峰值达设计目标的115%。

安全性指标方面，采用零知识证明技术实现了交易数据的隐私保护，经渗透测试验证平台抵御常见网络攻击的成功率达99.7%。区块链账本累计记录交易数据28,650条，未发生数据篡改事件，哈希碰撞概率低于 $10^{-32}$ 。在经济性分析中，通过去除中间代理环节使交易成本降低22%，其中发电企业单笔交易手续费从传统模式的0.8%降至0.3%，售电公司结算周期从7天缩短至实时清算。平台智能合约执行准确率经第三方审计达99.9%，能源计量误差控制在 $\pm 0.5\%$ 的行业标准以内<sup>[7]</sup>。

## （二）平台应用价值分析

本研究设计的区块链能源交易平台通过技术创新和架构优化，在火电厂能源交易场景中展现了显著的应用价值。首先，在交易成本方面，平台采用智能合约技术实现交易自动化执行，有效减少了传统能源交易中人工审核、纸质合同签署以及中间商协调等环节的开支。实验数据显示，基于区块链的自动结算机制使单笔交易成本降低约18%–25%，尤其在高频次、小批量的能源交易场景中优势更为突出。平台通过预设的算法模型实现供需匹配与价格协商，进一步降低了火电厂参与市场的边际成本，为发电企业提供更灵活的运营策略空间。

平台在提升交易透明度方面具有突破性作用。分布式账本技术确保所有交易数据实时同步至网络节点，交易方、监管机构及第三方审计机构可同步访问不可篡改的交易记录。这种全链路透明化特性有效遏制了暗箱操作和数据篡改风险，研究案例表明平台运行后合同纠纷发生率下降40%以上。区块链的时间戳功能为每一笔交易建立了精确的溯源路径，当发生电量计量争议时，可快速定位问题环节并追溯原始数据，显著提高了争议解决效率。

## 四、结论

本研究针对传统火电厂能源交易中存在的信息不透明、结算效率低下及信任成本高等问题，基于区块链技术构建了面向火电厂的能源交易平台。通过系统设计与工程实践，平台在技术架构、功能实现及应用验证等方面取得了显著成果。首先，平台采用分层架构设计，整合了智能合约、分布式账本和隐私保护等核心技术，构建了支持多节点协同的能源交易网络。通过Hyperledger Fabric框架的模块化设计，实现了交易撮合、合约执行、结算审计等核心功能的链上自动化处理，有效解决了传统中心化平台的数据篡改风险和人工干预问题<sup>[8]</sup>。特别是在智能合约层面，开发了基于负载预测的动态定价算法，结合火电厂发电曲线与市场供需数据，实现了能源交易价格的实时动态调整，显著提升了市场响应效率。

## 参考文献

- [1] 文亚凤, 汪鹏, 孙毅, 虞思城, 李凌雁. 具有双链结构的火电厂碳排放数据保真区块链架构 [J]. 安徽大学学报 (自然科学版), 2023, 47 (04): 42–48.
- [2] 张莉, 李国朋, 曾阳. 区块链技术在火电厂能耗数据管理中的应用 [J]. 自动化应用, 2024, 65 (10): 50–52.
- [3] 于运涛, 张大松, 姜洪朝, 吴文. 基于区块链的网络安全系统关键数据存储处理系统设计 [J]. 电子技术应用, 2023, 49 (04): 78–82.
- [4] 郑志远. 基于区块链技术的分布式能源交易模式研究 [D]. 重庆理工大学, 2025.
- [5] 张子昊, 叶萌, 潘世贤, 马力, 包涛, 于琪. 基于区块链的分布式合同电量转让 [J]. 计算机与现代化, 2025, (02): 13–18.
- [6] 王帝, 艾芊, 余涛, 左娟, 鲁意, 李嘉媚. 虚拟电厂可信交易的技术难点与解决方案 [J]. 电力系统自动化, 1–18.
- [7] 刘甲林, 高琳, 李静. 基于区块链的虚拟电厂交易安全优化调度研究 [J]. 信息记录材料, 2024, 25 (08): 213–216.
- [8] 张硕, 肖阳明, 李英姿, 张家源, 徐振皓, 曾鸣. 新型电力系统电-碳-绿证市场协同运行的区块链关键技术 [J]. 电力建设, 2023, 44 (11): 1–12.

# 分析超高层建筑暖通空调系统设计

梁远海

广东安邦建筑设计有限公司, 广东 茂名 525000

DOI:10.61369/UAID.2025040020

**摘 要：** 超高层建筑暖通空调系统设计是实现建筑绿色可持续发展的关键环节。文章剖析了当前在设计理念、系统安全及人员培训等方面存在的不足与改进路径，并重点探讨了在冷热源选型、空调水系统、风管系统、智能控制、防排烟及环保节能等具体子系统的设计策略与优化方案，旨在构建高效、安全、舒适且环境友好的超高层建筑暖通空调系统，为行业实践提供理论参考与技术指引。

**关 键 词：** 超高层建筑；暖通空调系统；设计

## Analysis of the HVAC System Design for Super High-rise Buildings

Liang Yuanhai

Guangdong Anbang Architectural Design Co., Ltd., Maoming, Guangdong 525000

**Abstract：** The design of HVAC systems for super high-rise buildings is a critical factor in achieving green and sustainable development. This paper analyzes existing shortcomings in design philosophy, system safety, and personnel training, along with improvement pathways. It focuses on design strategies and optimization solutions for specific subsystems—including heat source selection, chilled water systems, ductwork systems, intelligent controls, smoke control, and environmental energy efficiency—aiming to establish efficient, safe, comfortable, and environmentally friendly HVAC systems for super high-rise buildings. This provides theoretical reference and technical guidance for industry practice.

**Keywords：** super high-rise buildings; HVAC systems; design

## 引言

随着我国城市化进程的不断深入，超高层建筑作为集约利用土地资源的重要形式，其规模与数量持续增长。然而，这类建筑在运营过程中呈现出巨大的能源需求，其中暖通空调系统作为建筑的能耗主体，其能耗占比可高达总能耗的30%。在国家大力推行绿色低碳发展战略的背景下，如何在超高层建筑中实现暖通空调系统的节能高效、健康舒适与安全可靠运行，已成为建筑领域亟待解决的核心课题。

## 一、超高层建筑暖通空调系统设计的基本原则

### （一）节能降耗设计

根据行业调研与数据分析，超高层建筑在运营期间的整体能源消耗极为显著。其中，暖通空调系统的能耗占比尤为突出，约占建筑总能耗的30%，成为能源使用的主要部分。为贯彻落实国家提出的绿色低碳发展方针，建筑行业作为资源消耗较大的领域，亟须将可持续理念融入超高层项目的规划与建设中。暖通空调系统作为超高层建筑功能体系的核心，其设计过程必须严格贯彻节能与环保的双重目标。通过科学合理配置资源与优化能源结构，不仅能够显著降低建筑日常运行中的能耗水平，还能有效控制温室气体与污染物的排放。

### （二）室内环境健康与舒适性设计

在超高层建筑中，暖通空调系统承担着维持室内热环境稳定的关键职能。该系统能够根据季节变化动态调节室内温度，实现

冬季保温与夏季制冷的双重目标，从而为使用者营造健康、舒适的工作与生活空间。因此，在进行超高层建筑暖通空调系统设计时，除了需贯彻节能减排的基本要求外，还应将人体健康与舒适性作为核心设计原则之一。具体而言，应优先选用无害、低排放的绿色环保型材料与设备，从源头上避免对人体健康产生潜在风险。这种设计策略不仅提升了暖通系统配置的技术合理性与科学性，还能够进一步增强系统的节能与环保效益，最终在超高层建筑中形成既符合生态要求又具备高度舒适性的室内环境<sup>[1]</sup>。

### （三）可再生能源整合策略

自然界中的能源类型丰富多样，既包含煤炭、石油等不可再生资源，也拥有如太阳能、风能等可再生的清洁能源。这些可再生能源具有持续可获得、循环再生的天然属性，被誉为“取之不尽、用之不竭”的绿色能源，其开发利用高度契合我国绿色低碳发展的战略导向。因此，在超高层建筑暖通空调系统设计中，设计人员应在保证系统架构合理、技术先进的前提下，充分贯彻自



然资源高效利用的原则，积极引入太阳能集热、风力发电等可再生能源技术。通过逐步替代传统化石能源，降低对不可再生资源的依赖，不仅有助于控制超高层建筑在建设运营阶段的能源成本，还能进一步提升项目的整体经济效益与环境可持续性。

## 二、当前暖通空调设计存在的问题以及措施

### （一）暖通空调设计现存问题与改进路径

在全球范围内，超高层建筑的暖通空调系统设计已普遍将节能环保作为核心理念与关键评价指标，我国在这一领域也积极开展探索并积累了部分实践经验，但整体仍面临诸多挑战亟待突破。当前主要问题体现在：我国在节能技术应用与系统优化水平上与国际先进标准尚有明显差距；不少设计存在简单复制现有案例的现象，缺乏对项目具体条件的深入分析与适应性调整，制约了行业的技术进步。更值得关注的是，部分设计人员对节能减排和环保理念的认识仍显薄弱，行业内部还存在收费不规范等现象，这些因素都严重影响了暖通空调系统的设计质量与工程实施效果<sup>[2]</sup>。

为应对上述问题，需从多方面着手改进。首先应加强设计人员的可持续理念教育与专业技术培训，提升整体设计水平；其次要建立健全行业规范与监管机制，推动设计过程标准化与透明化；同时鼓励开展基于实际条件的个性化设计，避免低水平复制；最后，应加大政策引导与激励，促进节能技术与创新方案在超高层建筑中的规模化应用，从而实现暖通空调系统在能效、环保与适用性方面的协同提升。

### （二）系统安全风险与防控策略

暖通空调系统的安全性涉及多个关键维度，主要包括易燃易爆环境控制、建筑防火性能保障、人员操作安全防护、设备周边环境安全以及系统自身运行可靠性等。这些安全要素的有效管控，需要从技术标准完善和管理机制强化两个层面协同推进。在技术层面，应严格执行防火防爆设计规范，采用阻燃材料与自动报警系统，并对设备布局与管道敷设进行安全优化；在管理层面上，需建立定期安全检查制度与应急处置预案，明确责任分工，实施全过程风险监控。为构建更完善的安全保障体系，建议进一步推动智能监测技术与安全设计的深度融合，加强对关键设备和区域的实时状态感知与预警。同时，应制定系统寿命周期内的安全管理规程，通过技术升级与制度约束相结合，全面提升暖通空调系统的整体安全水平<sup>[3]</sup>。

### （三）技术人员培训缺失与能力提升措施

当前暖通空调领域普遍存在技术人员专业能力不足的问题，其根源在于部分企业忽视系统化培训与考核，仅追求安装任务的表面完成，而对专业技术理论、规范操作流程及后期维护要求等核心内容缺乏重视。这种培训缺失导致安装质量参差不齐，系统调试与长期运行中存在诸多隐患，最终影响设备性能发挥与使用寿命。

为解决这一问题，企业应建立健全覆盖全员、全周期的培训体系，将岗位技能认证与实操考核纳入管理制度。具体措施包

括：定期组织专业技术学习与安全规范培训，强化对系统原理、安装标准及故障排查等内容的掌握；引入师徒制与案例教学，提升解决实际问题的能力；同时建立与职业发展挂钩的激励约束机制，促进技术人员主动提升业务水平，为系统高质量实施与稳定运行提供可靠的人才保障。

## 三、超高层建筑暖通空调系统设计

### （一）冷热源系统选型与协同设计策略

冷热源设备的合理选型需建立在与建筑内部其他系统协同整合的基础上，设计过程中应统筹分析建筑所需的制冷与供暖整体方案，全面考量暖通系统核心设备、楼宇智能管理平台及配套电力系统等关键要素的匹配关系。当前在工程实践中，多数项目采用集中式设备机房或分层设置技术区的布置方式，此类方案直接影响建筑的空间结构与功能布局。不同的冷热源配置路径还将进一步牵动建筑体量与形态的生成逻辑，成为影响项目整体实施的重要变量。为提升冷热源系统集成设计的整体效能，建议在方案阶段即开展多专业协同论证，结合建筑功能需求与能耗目标，建立系统匹配度评估机制。具体可采取以下措施：优先选用模块化、可扩展的机组配置以增强系统适应性；将冷热源设备空间需求纳入建筑方案同步设计，优化机房布局与管线综合；引入智慧能源管理平台，实现对冷热源及关联系统的整体调控与能效分析，从而在保障系统性能的同时，提升建筑的空间利用效率与运行可持续性<sup>[4]</sup>。

### （二）超高层建筑空调水系统设计与优化策略

在超高层建筑中，空调水系统的管道设计需特别关注其结构安全与技术适应性。由于建筑垂直高度较大，系统底部将承受显著的静水压力，这种持续荷载会对管网中的阀门、管件及连接部件产生结构性影响，并可能制约其他建筑设备的安装与布局。因此，在设计阶段必须综合评估各类设备与管材的承压性能，并结合全生命周期成本分析，合理开展水系统分区规划。为有效控制静水压力带来的负面影响，建议在不同承压区段之间设置板式换热器作为压力隔离装置，以此降低传输至上部设备的静压负荷。同时，系统设计宜采用扩大供回水温差的设计思路，通过减少系统水流量来缩小主干管径，从而节约管道材料与空间占用，降低工程建设初期的投资成本。

### （三）风管系统规划与空间优化策略

风管系统设计是超高层建筑暖通空调工程中的核心环节，其布局质量直接影响建筑内部公共区域的空气品质与物理环境，对提升用户的舒适感与使用满意度具有关键作用。在设计过程中，风管吊顶安装高度的确定需结合建筑界面尺寸进行综合权衡，确保与结构、装饰等要素协调统一。风管路径规划应遵循“路径最短、阻力最小”的基本原则，通过优化管线走向有效控制风管总长度。过长的风管布局不仅会增加安装复杂度，还容易导致与其他机电管线之间的交叉冲突，进而影响施工效率与系统稳定性。因此，设计阶段需开展全面的管线综合平衡分析，对风管、水管、电气桥架等设备进行一体化统筹布置。科学的风管系统设计



还能促进建筑空间的高效利用。通过采用紧凑型布局与集成化设计方案,可减少管线对层高的占用,从而提升空间容积率,为公共区域留出更多可用面积,增强超高层建筑的功能适应性与环境品质<sup>[5]</sup>。

**（四）智能空调控制系统集成设计**

在现代超高层建筑中,智能型暖通空调系统已成为标准配置,其核心组成部分即为空调自动控制系统。该系统通过集成自动化运行模块,实现对风机转速与电动阀门的实时精准调控,借助二者的协同运作有效降低系统整体能耗。除常规区域外,设计中需在螺杆式冷水机组覆盖范围以外的分区同步配置独立冷热源装置,并在回水主管设置旁通回路,配合电动二通阀实现水力平衡与压力调节。当遇到单一空调系统需服务于不同功能业态时,应在各分支环路上同步安装计量仪表与动态调节阀,为多工况自适应运行与能源分项计量创造技术条件。为进一步提升系统智能化水平,建议构建集监测、控制、分析于一体的中央管理平台,通过数据驱动实现负荷预测与优化调度。此类集成化设计不仅能够强化系统的可调控性与能效表现,也为超高层建筑实现精细化能源管理奠定坚实基础。

**（五）防排烟系统设计与烟气控制策略**

在超高层建筑中,基于其特殊的垂直结构与空间特性,必须建立主动型消防灭火体系。暖通设计师在聚焦防排烟系统技术细节的同时,还需全面掌握建筑整体生命安全系统的运行逻辑,并充分理解与其他专业系统的接口关系。通常,此类建筑会配置机械通风系统用于火灾时的烟气控制,通过定向气流组织有效排除烟雾,并在疏散路径上形成无烟安全区,为人员逃生提供保障。火灾发生时,烟气往往由起火区域向相邻空间蔓延。尤其在室内外温差显著条件下,超高层建筑内部易产生强烈烟囱效应,这一现象会急剧加速烟气的竖向传播。防排烟系统的核心功能正是通过有组织的压差控制与气流引导,抑制烟囱效应的影响,阻止

烟气经由通风管道或建筑缝隙侵入非着火区域的人员驻留空间。当前工程实践中主要采用集中式与分层式两种排烟模式。防烟设备通过建立加压送风系统,在避难空间与相邻区域之间维持稳定的压力梯度,形成有效的气密屏障,从而确保无烟环境的安全性与可靠性。

**（六）可持续暖通系统设计策略**

能效与环境友好性始终是暖通中央空调系统的关键评价指标。随着我国城镇化进程持续深化,暖通设备的研发制造与工程应用水平显著提升,与此同时,其运行所带来的能源消耗与环境影响也日益受到社会关注。在超高层建筑暖通系统设计中,应优先采用低能耗技术方案,从源头上控制空调系统在全寿命周期内的能源需求。设计过程中需积极引入先进的保温隔热技术与智能调控手段,通过自适应控制、负荷预测等算法实现对设备群的精细化管理。在热水循环系统设计中,应根据实际负荷特性合理选配循环水泵的型号与数量,在保证水力平衡与热输送效果的前提下,最大限度降低运行能耗。通过集成高效设备、智能控制与可再生能源利用,构建性能均衡、环境友好的暖通系统,不仅能够显著降低建筑碳排放,也为超高层建筑实现绿色可持续发展目标提供重要支撑。

**四、结束语**

综上所述,超高层建筑暖通空调系统是一项复杂的系统工程,其成功设计与实施有赖于对基本原则的坚守、对现实问题的正视以及对前沿技术的融合应用。未来,随着智能化、数字化技术的深度赋能,超高层建筑暖通空调系统必将向着更高效、更智慧、更可持续的方向演进,为建筑行业的绿色转型注入强劲动力。

**参考文献**

[1] 罗磊君. 超高层建筑暖通空调系统设计分析 [J]. 河南建材, 2025(5): 137-139.  
[2] 张家兴. 超高层建筑暖通空调系统设计探讨 [J]. 中国住宅设施, 2023(2): 40-42.  
[3] 顾畅. 超高层建筑暖通空调系统设计分析 [J]. 建筑与装饰, 2021(26): 30-32.  
[4] 黄河, 杨凡, 孟硕. 超高层建筑暖通空调系统设计探讨 [J]. 建筑·建材·装饰, 2017(8): 198.  
[5] 隆先进. 基于超高层建筑暖通空调系统设计分析 [J]. 科技创新导报, 2022, 19(2): 77-79.

# 分析关于民用建筑施工图设计中常见问题

谢怀东

长宇（珠海）国际建筑设计有限公司，广东 珠海 519000

DOI:10.61369/UAID.2025040024

**摘 要：** 文章系统论述了民用建筑施工图设计的核心原则、常见问题与质量控制措施。研究明确了以规范安全、功能人本、经济协同为核心的设计准则，深入剖析了在开发商主导下因工期压缩等质量问题。针对性地提出了从强化设计团队素养、构建跨专业协同机制、推动创新与品质共融到恪守职业操守等一系列具体改进策略，旨在为全面提升民用建筑施工图设计质量、保障工程安全与建设效益提供理论参考与实践指引。

**关 键 词：** 民用建筑；施工图设计；常见问题

## Analysis of Common Problems in the Design of Civil Building Construction Drawings

Xie Huaidong

Changyu (Zhuhai) International Architectural Design Co., Ltd., Zhuhai, Guangdong 519000

**Abstract：** This article systematically discusses the core principles, common issues, and quality control measures in construction drawing design for civil buildings. The study establishes design criteria centered on regulatory compliance, safety, functional human-centeredness, and economic synergy. It thoroughly analyzes quality problems arising from compressed schedules under developer-led projects. It proposes targeted improvement strategies—ranging from enhancing design team competence and establishing cross-disciplinary collaboration mechanisms to promoting innovation-quality integration and upholding professional ethics—aimed at comprehensively elevating construction drawing design quality while ensuring project safety and construction efficiency.

**Keywords：** civil architecture; construction drawing design; common issues

### 引言

民用建筑施工图设计是工程建设中承上启下的关键环节，其质量直接关系到建筑的安全性、功能性、经济性以及最终建成效果。在当前建筑行业快速发展的背景下，施工图设计过程既需严格遵循法规标准，又需高效协调多方参与，面临着复杂的内外挑战。深入理解其核心设计原则，精准识别设计与管理流程中存在的典型问题，并探索行之有效的质量提升路径，对于保障建设工程品质、促进建筑行业健康发展具有至关重要的现实意义。

### 一、民用建筑施工图设计原则

#### （一）恪守规范与保障安全的核心准则

在施工图设计阶段，首要任务是严格遵从国家及相关地方政府颁布的一切适用法律、条例，以及工程建设领域的强制性条文与标准规范。此举是保障建筑物最终落成质量与未来使用者生命财产安全不可动摇的基石。设计人员必须对涉及建筑稳定性、火灾紧急疏散、抗震性能强化等核心安全要素进行周密计算与严谨设计，并在图纸中予以清晰、完整的呈现，因为任何细微的疏忽与遗漏都可能埋下重大的安全风险。

#### （二）功能优化与人本关怀的深度融合

施工图设计作为将建筑方案从创意构想转化为实体建造的关键技术环节，必须将功能的科学性与对人本需求的深度关怀置于

核心位置。在此过程中，设计者需要深入探究未来使用者的真实生活模式与行为逻辑，将这种理解融入对平面流线组织、物理环境调控（如自然采光与通风）、声学环境营造以及全方位的无障碍设计等诸多细节的周密考量与精准绘制中。具体而言，从宏观的功能区块划分是否有效实现了“动静分离”，到微观层面如室内门的开启方向是否会妨碍日常通行或大型家具的安置，乃至每一个电源插座、灯光开关的定位是否符合人体工程学与使用习惯，所有这些细节都必须在施工图中获得清晰、周全且具备高度可实施性的解决方案<sup>[1]</sup>。

#### （三）成本可控与系统协同的全局把控

高水平的施工图设计，在确保建筑物安全稳固与功能完善的基础上，必须将项目的经济合理性及不同专业系统的深度融合作为核心考量。这意味着设计人员应优先选用技术可靠、成本效益

高且市场供应充足的建筑材料与工程技术方案，从源头上杜绝资源的不当耗费，达成对项目总投资成本的科学管理与精准约束。建筑、结构、机电（含给排水、暖通空调）、电气智能化等各专业的设计图纸不应是孤立存在的，而需通过系统化的整合设计与周期性的联合评审，主动发现并消除潜在的管线敷设冲突、空间布局矛盾等隐患。

## 二、民用建筑施工图设计当中出现的常见问题

### （一）开发商主导模式下工期压缩的负面影响

在当前的民用住宅及社区开发领域，项目通常由房地产开发商全权负责投资与统筹管理。这一模式导致项目链条中的关键环节——包括施工图设计、现场作业与工程监理——均直接受开发商的管理决策支配。出于追求投资回报最大化的根本动机，开发商往往会向项目各参与方施加持续的进度压力，极力压缩各个环节的时间周期。在此背景下，施工图设计阶段不仅获得的资源分配极为有限，其本身的工作周期也被强行缩短至非理想状态。这种持续赶工的状态，直接导致设计深度不足，许多本应在设计阶段充分考虑的细节被忽略或简化<sup>[2]</sup>。

### （二）前期勘察与实地条件不符引发的连锁问题

在建筑工程正式启动前，对施工场地开展全面、准确的实地勘察是不可或缺的关键前提。勘察工作所获取的各类地质、环境及场地条件数据，是设计单位开展施工图设计的重要依据。然而在实践中，勘察单位提交的技术资料与项目现场的实际状况之间可能出现显著偏差。这种数据与实况的脱节尤其体现在地层结构、土质构成等关键地质信息的表述不准确上。若依据存在缺陷的勘察报告进行地基与基础设计，极易导致开挖深度、基础选型或承载力计算与实际地质条件不匹配。具体可能表现为地基承载力预留不足，或因土质条件误判引发基础不均匀沉降及变形风险。一旦此类问题在施工过程中暴露，往往需要对已施工部分进行拆除并重新设计施工，形成不可避免的工程返工。这不仅会严重打乱原有的施工进度计划，造成工期的大幅延误，还会直接引发人力、材料及机械等方面的额外成本投入。而由此产生的进度压力与经济损失，又可能促使开发商采取更为激进的赶工策略，进一步加剧项目整体质量与安全管理方面的风险。

### （三）设计团队专业能力不足引发的设计缺陷

部分设计单位由于人才结构或技术管理方面的局限，其设计团队的专业素养与业务能力存在明显短板。这一情况直接反映在施工图的设计成果上，表现为设计方案僵化，缺乏针对项目具体条件的深入分析与创造性解决策略。同时，设计过程中也普遍缺乏对建筑最终使用者实际需求与行为模式的细致研究，导致功能布局、空间尺度与流线组织等方面存在实用性不足的缺陷。依据此类欠考虑的设计方案所完成的建筑实体，极易在投入使用后显现出与预期效果的显著偏差。更严重的是，部分设计成果可能因对现行国家建筑设计规范理解不深或执行不严，而在安全性、防火疏散、节能环保等关键环节触及技术红线。这些由设计源头产生的专业性问题的，不仅影响建筑的基本品质与使用体验，更可能

为项目的长期运营埋下隐患。

### （四）施工单位专业能力欠缺导致的施工偏差

部分承建单位受限于技术实力与质量管理体系的不足，在施工过程中往往难以精准实现设计意图与规范要求。这种专业能力的欠缺直接导致竣工成果与设计预期及使用需求之间产生显著差距。具体表现为，施工方在关键细部节点的处理上容易出现技术偏差。例如，建筑物出入口通道的实际尺寸可能与设计要求不符，出现宽度不足、坡度设置不当等施工精度问题。这些细微的施工缺陷，恰恰对建筑功能的实现产生关键影响——过窄的通道会阻碍正常通行，不合理的坡度则可能使老年人、残障人士等行动不便者无法安全便捷地使用设施。此类施工偏差的累积，使得最终完成的建筑实体既难以满足国家工程建设强制性条文对无障碍环境等的明确规定，又无法有效保障特殊人群平等使用建筑的基本权利。当这些功能性缺陷严重到影响正常使用时，只能通过局部乃至整体的拆除返工来进行补救，由此造成工程进度延误与建设资源的严重浪费<sup>[3]</sup>。

### （五）项目参与方协同不足引发的系统性障碍

建筑工程的有效推进，本质上依赖于设计、施工与监理等核心参与方的系统化协作。理想情况下，这些单位应在项目实施的全周期保持密切沟通与信息互锁，通过定期交流及时发现各环节存在的技术或管理问题，并共同商定解决方案。然而在实际操作中，这种跨单位的协同机制往往未能有效建立，导致各方在缺乏充分共识的情况下独立运作。此外，设计单位内部各专业团队间的整合不足同样构成潜在风险。虽然建筑、结构、机电等专业在理论上应构成有机统一的整体，但由于专业分工细化、工作界面不清等因素，常出现信息传递滞后或设计条件冲突的情况。若缺乏有效的内部会审与交叉复核流程，便难以实现充分的技术交底与设计协调。这种内外协同的双重缺失，直接导致施工图纸中存在大量未被提前发现的矛盾与疏漏。

## 三、提高民用建筑施工图设计质量的具体措施

### （一）强化设计团队专业能力与职业素养

设计人员的专业能力与职业素养是决定民用建筑施工图设计成果品质的核心要素。为确保设计图纸质量的持续提升，必须将设计团队的综合能力建设作为首要任务。设计机构应建立系统化的培训机制，定期组织涵盖前沿设计理论、实践操作技能、现行法律法规及强制性标准等内容的全方位培训，通过持续的知识更新与技能强化，不断提升设计团队的专业水准。在技术培训基础上，还需着重培养设计人员的质量意识与职业责任感，使其深刻理解设计决策关乎建筑安全与公共利益，从而在每项设计任务中都能秉持审慎负责的态度。同时，设计单位应建立健全质量管理体系，严格执行图纸审核程序，坚决抵制简单复制、粗制滥造或存在明显不合理之处的设计方案。针对设计审查环节，应制定明确的激励与约束机制，通过将审查质量与绩效考核直接挂钩，增强审查人员的责任担当。这种制度安排不仅有助于提升施工图审查的实效性，更能带动整个设计质量管理体系的完善。此外，单

位还应注重构建科学的人才培养体系，优化工作环境与团队氛围，为设计人员创造良好的职业发展条件，确保其能够以最佳状态投入创作过程，从源头上保障施工图设计的质量与创新性。

### （二）构建跨专业协同设计机制

在设计机构内部，建筑、结构、机电等各专业部门虽分工独立，却在设计成果上构成有机整体。这种既分立又融合的工作特性，要求必须建立常态化的跨部门协作机制。设计单位应当以具体项目的建设条件与技术特点为共同基础，积极推动各专业团队在设计全过程中的深度配合与信息互通。通过设立定期的联合评审制度与共享数字化平台，确保建筑方案与结构体系、设备管线等专业设计始终保持同步协调。这种立体化的交流网络能够最大程度地避免因专业割裂导致的设计冲突，例如结构构件与管道布局的空间矛盾，或机电需求与建筑功能的匹配失衡。当各专业团队能够在设计初期就共同参与、过程中持续交换意见，不仅能显著减少后续修改与返工，更可形成技术上更合理、经济上更优化的综合解决方案。由此实现的内部信息高效流动与专业智慧集成，将直接转化为设计品质与工作效率的双重提升，为后续施工阶段奠定坚实的技术基础<sup>[4]</sup>。

### （三）推动设计创新与品质把控的协同发展

在民用建筑设计中，应当在满足功能需求与技术规范的基础上，着力提升设计方案的创意水平与艺术价值。设计团队需致力于打造兼具独特性与实用性的建筑作品，使设计成果在体现美学追求的同时，充分契合场地条件与使用需求。为激发创新活力，设计单位应积极引入前沿的设计理念、方法与技术工具，如参数化设计、建筑信息模型等数字化手段，为设计人员开拓创作思路提供技术支持。需要强调的是，建筑设计创新不应仅停留在外在形态的突破，更应深入建筑内部空间组织、结构体系与设备集成

等本质层面，实现从形式到内涵的全面提升。在鼓励创新的同时，必须建立与之匹配的严格审查机制。质量管理部门应当依据国家规范、行业标准及设计任务要求，对创新方案的可行性、安全性与经济性进行系统性评估。对于审查中发现的技术缺陷或规范不符之处，应及时与设计团队沟通反馈，通过多轮复核与优化完善，确保创新方案既具有前瞻性，又具备扎实的落地实施基础，最终实现创意表达与工程实践的有机统一<sup>[5]</sup>。

### （四）恪守职业操守与践行设计使命

在建筑行业高速发展的进程中，不可避免地衍生出诸多行业乱象。过度强调流程标准化在一定程度上束缚了设计创作的活力，导致部分施工图设计陷入机械复制的困境。要求设计师在实践过程中必须具备坚定的专业立场和原则性，能够抵御外部压力和不合理要求，始终保持专业判断的独立性。真正的设计价值不仅体现在方案的创新性与艺术性上，更在于其是否能够为社会创造安全、健康、适宜的人居环境。设计师应当通过精益求精的技术表达和负责任的创作态度，在解决实际问题的过程中展现专业价值，用经得起检验的优秀作品服务城市发展，最终在职业追求与社会贡献的统一中实现自我价值的升华。

## 四、结束语

综上所述，民用建筑施工图设计是一项融合技术、管理与艺术的系统性工程。坚守安全规范、深化功能研究并统筹经济协同是其根本原则。面对实践中由市场环境、技术能力与协作机制等因素引发的各类问题，必须从设计团队的内在建设入手，通过持续提升人员专业素养、强化内外协同效率、平衡创新与管控，并坚守职业责任，才能系统性地提升设计成果质量。

## 参考文献

- [1] 卢泽芳. 当前民用建筑施工图设计中的常见问题分析 [J]. 建材发展导向, 2025, 23(9): 19-21.
- [2] 曹鸿杰. 民用建筑施工图设计中的常见问题与实践探究 [J]. 智能建筑与工程机械, 2024, 6(2): 34-36.
- [3] 区振勇. 民用建筑施工图设计中的常见问题与实践探究 [J]. 工程建设与设计, 2023(12): 239-241.
- [4] 刘力菲. 民用建筑施工图设计中的常见问题与解决策略探究 [J]. 建材发展导向, 2025, 23(11): 10-12.
- [5] 张彤, 李东旭. 民用建筑施工图设计存在的常见问题与对策分析 [J]. 建筑与装饰, 2020(31): 3, 5.



# 民用建筑施工图设计典型问题辨析与质量控制研究

程祖龙

中外建工程设计与顾问有限公司广州分公司，广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040043

**摘 要：** 文章系统论述了民用建筑施工图设计在工程建设中的关键作用，深入剖析了当前设计实践中存在的周期压缩、专业协同不足、消防与节能设计疏漏、设备维护机制缺失等突出问题，并针对性地提出了规范市场秩序、强化设计与开发主体责任、完善技术标准与全过程管理等一系列提升设计质量的对策建议，旨在为促进民用建筑设计水平的整体提升提供理论参考与实践路径。

**关 键 词：** 民用建筑；施工图设计；常见问题

## Analysis of Typical Issues and Quality Control Research in Civil Building Construction Drawing Design

Cheng Zulong

China Foreign Construction Engineering Design and Consulting Co., Ltd. Guangzhou Branch, Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract：** This paper systematically discusses the pivotal role of civil building construction drawing design in engineering projects. It thoroughly analyzes prominent issues in current design practices, including compressed project cycles, inadequate interdisciplinary coordination, oversights in fire protection and energy efficiency design, and the absence of equipment maintenance mechanisms. Targeted countermeasures are proposed to enhance design quality, encompassing standardizing market order, strengthening the primary responsibility of design and development entities, and improving technical standards and whole-process management. The study aims to provide theoretical references and practical pathways for advancing the overall level of civil building design.

**Keywords：** civil architecture; construction drawing design; common issues

## 引言

民用建筑施工图设计是工程建设不可或缺的技术环节，其质量优劣直接关系到工程预算的精确性、施工过程的顺畅度以及建筑最终的安全性及使用品质。随着我国建筑行业的持续发展，施工图设计在协调专业分工、保障施工精度、落实规范标准等方面发挥着日益重要的枢纽作用。然而，在实际项目中，由于市场环境、技术能力与管理机制等多重因素影响，设计质量仍面临诸多挑战。因此，准确识别当前施工图设计中的常见问题，并探索行之有效的改进策略，对保障建筑工程质量、推动行业技术进步具有重要的现实意义。

## 一、建筑施工图设计的重要性

### （一）编制施工图预算的重要意义

为确保建筑工程的最终施工质量符合规范要求，在预算编制的前期阶段，就必须全面细致地分析设计图纸中所明确的各项施工内容。与此同时，预算编制人员还需结合本单位在以往类似项目中的实际施工经验，充分预估可能发生的特殊工况或现场突发问题，从而制定出更为全面、准确的预算方案。倘若在施工图设计阶段就存在错误表达或关键项目遗漏，将直接导致预算结果偏离实际情况。而在实际建造过程中，若因工程造价不足或资金分配不合理，施工单位可能被迫简化甚至省略部分施工工序，这将

不可避免地给工程的整体质量带来隐患，影响项目的长期安全与稳定。

### （二）材料设备采购与标准构件制备的依据

施工图设计图纸通过详细的文字说明及大样图，明确规定了各类建筑材料的施工工艺及机电设备的选用型号。在实际工程中，施工图所采用的多数工程构造做法，均选自现行国家标准、行业规范以及地方性通用设计图集。需要强调的是，无论这些构造节点是由设计方独立完成，还是直接引自标准图集，在实际应用时都必须结合项目所在地的具体条件，进行有针对性的复核与适应性调整，以确保所选工艺方案在技术及环境层面的适宜性与可行性<sup>[1]</sup>。

### （三）指导现场施工与安装的核心依据

施工图的核心作用，在于为现场作业人员提供一套清晰、可执行的指导，使其能够依据图纸内容准确完成各项建造任务。因此，图纸所采用的表现手法与信息传递方式，必须确保一线技术人员与施工班组能够毫无歧义地理解设计意图，从而将建筑各部分的形态、尺寸与工艺要求精准地转化为实体。从基础土建到后续设备安装，各道工序关联紧密，任何一个环节因图纸误解产生的失误，都可能引发连锁反应，导致后续步骤出现偏差。正因如此，施工图设计是保障项目顺利推进至关重要的基础。此外，在建设过程中，因现场条件限制或业主方需求调整而产生的设计变更，也必须通过规范的流程进行有效管理，确保所有变更信息能及时、准确地反映在施工依据中。

## 二、民用建筑施工图设计中的常见问题

### （一）设计施工周期不合理压缩的负面影响

在当前国内民用建筑领域，项目主导权往往掌握在开发商手中，设计单位在整体决策过程中的话语权相对有限。由于开发商通常将经济效益视为首要目标，常常会要求设计方在极短的周期内完成图纸设计，并不断压缩各项成本。这种片面追求速度的开发模式，使得许多具有创新价值的设计理念与优化方案在初期阶段就被迫放弃。与此同时，施工图中的细节处理也因时间紧张而未能得到充分深化。这种对设计与施工周期的双重压缩，虽然表面上加快了项目进度，却埋下了诸多质量隐患，最终导致民用建筑在施工阶段问题频发，反而影响整体建设效率与项目品质<sup>[2]</sup>。

### （二）跨专业协作不畅引发的图纸问题

在建筑设计的完整流程中，各专业部门之间的高效配合与清晰的责任划分是保障图纸质量的基础。然而在实际操作中，参与项目的各方团队之间往往存在沟通壁垒与协作脱节的问题。这种协同机制的缺失，直接导致不同专业的设计内容无法有效整合，使得整套施工图纸中常常出现信息冲突、表达不一致的情况。特别是在一些复杂的构造节点和设备管线综合等细节处理上，极易因沟通不善引发后续争议。更严重的是，由于前期协同不足，图纸与现场施工条件之间可能产生较大偏差，这不仅会显著增加工程实施的难度，也常常因后期频繁的变更与返工，导致建设成本超出原有预算。

### （三）消防登高场地在设计环节的常见疏漏

依据我国现行建筑规范，高层建筑的周边区域必须设置环状消防车道，以满足火灾扑救时的通行需求。当因场地限制实现环形消防车道确有困难时，允许在高层的两个长边设置符合规范的消防车道作为替代方案。尽管当前绝大多数设计师对消防车道的设置要求已能熟练掌握，但在涉及消防登高场地的设计时，却时常出现疏忽或设计不当的情况，由此埋下潜在的安全隐患。这类问题通常具体表现为：登高场地的定位与布局不够精确合理，未能充分考虑实际消防救援作业的操作空间与流线要求，导致其在实际险情中难以有效发挥作用，影响灭火救援的效率。

### （四）室内光环境与自然通风设计的常见不足

在民用建筑的功能性房间设计中，充分引入自然光线并组织

有效的自然通风，是提升空间使用品质的关键环节。然而，在当前的设计实践中，许多项目未能对建筑基地的特定朝向、气候条件及周边环境进行深入分析，致使部分功能空间出现采光不足、室内昏暗，或空气流通不畅等问题。对自然采光与通风因素的忽视，不仅直接影响使用者的健康与舒适度，也反映出设计策略的欠缺与综合考量的不足<sup>[3]</sup>。

### （五）绿色建筑理念在实践中的应用缺失

可持续发展已成为全球共识，这一理念应在各行各业中得到贯彻。民用建筑施工图设计直接关系到未来住户的健康与资源消耗，更应高度重视环保与节能要求。然而在现实中，许多设计单位受限于技术水平与设计习惯，常常以增加造价和系统复杂为由，简化甚至完全回避必要的绿色设计内容。这种做法虽然在短期内降低了设计难度与建造成本，但从行业发展趋势与企业自身成长来看，缺乏环保设计能力将显著削弱其市场竞争力，并难以满足日益提升的绿色建筑标准要求。

### （六）建筑设备维护机制缺失带来的安全隐患

当前，电梯运行故障、消防系统失灵等建筑设备事故在全国各地时有发生。究其根源，虽然在施工图设计阶段，设计单位已对消防、防护等关键系统进行了符合规范的专项设计，但投资方为控制成本，往往要求设计方采用仅满足标准最低限值的设备方案。这类低成本产品的质量稳定性与耐久性普遍不足，却可能被应用于对安全要求极高的民用建筑中。更严重的是，在建筑投入使用后，物业管理部门对设备的定期检修与维护保养也常常得不到重视。多重要素的叠加，导致火灾发生时消防设施无法正常启动，自动扶梯结构损坏，甚至出现电梯轿厢未平层却打开厅门的极端险情。

## 三、提高民用建筑施工图设计水平的对策分析

### （一）规范建筑设计市场秩序，遏制行业恶性竞争

在当前市场经济环境下，无序竞争所带来的负面影响日益显现。这一现象并非源于改革开放与市场经济体制本身，而应归因于部分建筑设计企业在激烈的行业竞争中，由于核心竞争力不足而面临巨大的生存压力。在此背景下，一些企业过度聚焦短期经济利益，相对忽视了长远发展的战略规划，导致其采取不规范的市场竞争手段。此类行为不仅破坏了公平有序的市场环境，也阻碍了设计行业的良性发展。为此，相关主管部门应当加强对建筑设计领域的监管力度，通过完善法规体系、强化执法措施等方式进行有效整治，从而营造健康的市场氛围，推动行业整体水平的持续提升。

### （二）强化设计团队专业能力建设

设计团队的专业素养直接决定了建筑设计单位的整体实力与技术水准。若设计人员专业基础薄弱、经验不足，极易在施工图设计阶段产生各类技术疏漏，这些设计缺陷不仅会干扰后续施工流程的正常推进，更会从根本上制约民用建筑项目的最终品质与使用价值。作为建筑工程设计的主要承担者，设计师肩负着重大的职业责任与社会使命，其工作成果直接关系到广大住户的居住

安全与生活品质。因此，必须建立系统化的专业发展机制，通过持续的专业培训、实地调研与技术交流，帮助设计人员掌握更先进合理的设计理念与方法，同时在实践中不断积累经验、提升综合能力，从而为建筑品质提供坚实的人才保障<sup>[4]</sup>。

**（三）强化开发商在提升设计质量中的主体责任**

作为项目建设的重要主导方，房地产企业首先应当在委托设计阶段，优先选择专业技术扎实、行业声誉良好且具有高度责任心的设计团队。这要求开发商具备战略眼光与前瞻思维，充分认识到优秀的设计成果不仅能保障工程品质，更是提升项目价值与企业品牌形象的关键所在。企业决策者需深刻理解短期利益与长远发展的辩证关系，避免因过度控制前期设计投入而影响建筑的整体品质与使用性能。房地产开发商作为民用建筑的主要投资建设主体，必须将保障和提升建筑设计质量作为基本责任，通过切实履行在质量管控、资源投入等方面的义务，最终赢得市场认可并实现可持续的社会与经济效益。

**（四）提升施工图设计质量的关键措施**

为确保建筑设计成果的合规性与安全性，设计单位必须严格遵循国家颁布的现行规范标准，杜绝任何形式的简化与降低标准的行为。当前，我国已建立起系统完善的建筑施工图设计规范体系，对各项技术指标均有明确界定。在具体设计过程中，设计人员应全面贯彻这些标准要求，特别要对关键环节给予充分重视。以消防设计为例，需科学划分防火分区，精准定位防火门并规范其规格尺寸与开启方向，合理配置灭火装置，确保疏散通道的畅通无阻与布局合理，通过严格执行国家规范将设计精度落实到位。施工图设计还应做到系统完整、深度适宜，最大限度消除潜在安全隐患。设计文件应涵盖全部必要内容，对各专业细节均需周密考量，建立完善的质量控制机制，实现对安全隐患的早期识别与预先防控。对于设计中必须明确的重点内容，应采用醒目标识、专项说明等方式予以突出，确保关键信息传递无误。通过这种全面细致的图纸表达，有效堵塞设计漏洞，为施工现场提供可靠依据，从源头上防范安全风险<sup>[5]</sup>。

**（五）推进绿色建筑设计的实施策略**

为切实提升绿色建筑理念在设计阶段的落实效果，建议从制度建设与技术支撑两方面着手。主管部门可进一步完善绿色建筑评价标准体系，将节能环保指标纳入施工图审查的强制性内容，同时建立相应的经济激励政策，对积极采用绿色技术的项目给予容积率奖励或审批优先等支持。设计单位应主动加强绿色建筑技术储备，通过专业培训、技术交流等方式提升团队在被动式设计、可再生能源利用等方面的专业能力，并在方案初期进行多专业协同，将绿色设计理念融入创作全过程，实现环境效益与经济效益的统一。

**（六）完善建筑设备全周期管理机制**

针对建筑设备安全问题，应建立从设计选型到运营维护的全过程管理体系。在设计阶段，建议制定设备选型标准，明确关键设备的最低性能要求，避免仅以价格作为采购依据；同时完善设计图纸，明确设备安装、检修的技术要求。在运维阶段，应强制推行定期检测与维护制度，建立设备电子档案，实现可追溯管理。此外，设计师应充分发挥专业影响力，在设计说明中明确设备性能参数与维护要求，并通过技术交底向建设方强调全周期成本管理的重要性，推动建立建设或使用相衔接的责任机制。

**四、结束语**

综上所述，民用建筑施工图设计是一项贯穿项目全周期、影响建筑全寿命的系统性工作。针对当前设计中存在的各类问题，需要设计单位、开发商、监管部门以及从业人员等多方主体协同努力，通过优化市场环境、夯实人才基础、落实主体责任、强化技术措施并构建长效管理机制，共同推动施工图设计从满足基本规范向追求精细化、人性化与可持续性的更高水平迈进，从而为建造安全、舒适、绿色、耐久的民用建筑产品奠定坚实的技术基础。

**参考文献**

[1] 卢泽芳. 当前民用建筑施工图设计中的常见问题分析 [J]. 建材发展导向, 2025, 23(9): 19-21.  
[2] 曹鸿杰. 民用建筑施工图设计中的常见问题与实践探究 [J]. 智能建筑与工程机械, 2024, 6(2): 34-36.  
[3] 刘力菲. 民用建筑施工图设计中的常见问题与解决策略探究 [J]. 建材发展导向, 2025, 23(11): 10-12.  
[4] 区振勇. 民用建筑施工图设计中的常见问题与实践探究 [J]. 工程建设与设计, 2023(12): 239-241.  
[5] 李美娟. 当前民用建筑施工图设计中的常见问题与思考 [J]. 包装世界, 2020(10): 62.

# 市政园林绿化施工与养护分析

刘春辉

佛山市三水区国瀚城市服务有限公司，广东 佛山 528000

DOI:10.61369/UAID.2025040052

**摘 要：** 市政园林绿化工程作为城市生态基础设施的重要组成部分，其建设与养护质量直接影响城市人居环境品质和生态服务功能。文章系统阐述了市政园林绿化工程在艺术美学表达、多工种协同管理、生命体特性管控等方面的基本特征，深入剖析了当前在植物选材、栽植技术、养护体系等环节存在的突出问题，并从施工安全管理、生态系统构建、专业团队培养、材料质量控制、基肥科学施用等维度提出具体改进措施。

**关 键 词：** 市政园林；绿化施工；养护

## Analysis on Construction and Maintenance of Municipal Landscaping

Liu Chunhui

Guohan Urban Services Co., Ltd., Sanshui District, Foshan, Guangdong 528000

**Abstract：** As a vital component of urban ecological infrastructure, the construction and maintenance quality of municipal landscaping projects directly impacts the quality of the urban living environment and ecological service functions. This paper systematically elaborates on the fundamental characteristics of municipal landscaping projects in terms of artistic aesthetic expression, multi-disciplinary collaborative management, and control of living organism properties. It thoroughly analyzes prominent issues currently existing in plant selection, planting techniques, and maintenance systems, and proposes specific improvement measures from dimensions including construction safety management, ecosystem construction, professional team development, material quality control, and scientific application of base fertilizer.

**Keywords：** municipal landscaping; greening construction; maintenance

## 引言

当前，我国市政园林绿化建设正经历从量变到质变的转型期，传统的粗放式管理模式已难以满足现代城市发展需求。在建设生态文明和美丽中国的战略背景下，如何通过科学规范的施工与养护管理，实现园林绿化工程的可持续发展，已成为行业面临的重要课题。文章基于市政园林绿化的工程特点和发展需求，系统分析施工与养护全过程的关键环节，旨在构建更加完善的技术管理体系，为提升市政园林绿化品质、增强城市生态韧性提供专业支撑。

## 一、市政园林绿化施工的基本特征

### （一）彰显艺术美学内涵

当代市政园林绿化在发挥生态调节作用的基础上，更加注重提升其艺术观赏价值。相较于以往偏重功能性的传统施工模式，富有艺术表现力的园林工程在材料选择、造型设计和空间布局等方面均展现出独特要求。此类项目通常需要综合运用色彩搭配、形态塑造及景观韵律等艺术手法，营造出具有意境深度的绿化空间。由于可供借鉴的成熟案例较为有限，相关施工质量控制标准尚未形成完备体系，这在一定程度上增加了市政园林工程在设计与施工衔接、艺术效果实现等多方面的实施难度。

### （二）多工种协同的复杂性

市政园林绿化工程涵盖土方整理、苗木栽植、景观营造及灌溉照明等多个专业分项，每个环节在质量管理上均存在独特标准。各分项工程在施工过程中既相互衔接又彼此制约，这种交叉影响关系显著增加了质量控制的复杂程度。由于不同施工单元的规模差异显著，从大型土方工程到精细化的植物配置，管理要素呈现多样化特征。这种多专业、多层次的施工特点，要求建立更为精细化的管控体系，才能确保工程整体品质达到预期目标，从而对项目管理团队提出了更高要求。

### （三）生命体作为管理对象的特殊性

市政园林绿化工程的质量管理对象主要为具有生命特征的绿



色植物，这一特点使其显著区别于常规建筑工程。由于管控客体是具有生长规律的生物体，质量管理需遵循植物生理特性，采取针对性的养护方法。在艺术效果呈现方面，为实现丰富的景观层次和美学价值，工程常需组合运用不同科属、习性的植物材料。这种基于生命规律的管护要求，以及多物种协调共生的技术难点，显著提升了施工阶段与后期养护的质量管理复杂度，要求管理者具备跨学科的专业知识<sup>[1]</sup>。

## 二、园林工程施工与绿化养护中的主要问题

### （一）植物材料选择失当问题

科学选择栽植苗木是确保园林绿化工程顺利推进的重要前提。然而当前不少施工单位过度关注苗木的即时观赏效果与采购成本，忽视了其生态习性是否与栽植地环境相匹配。这种片面化的选苗方式容易导致植株因环境不适出现生长不良甚至成片枯死的现象，既大幅增加了后期养护管理的难度与成本，更会对整体绿化工程的可持续景观效果造成难以挽回的损失。

### （二）苗木栽植技术缺陷

科学规划苗木种植规模并适度提高种植密度，是提升绿化覆盖效果和生态效益的重要举措。为追求即时景观效果盲目加大栽植密度，致使植株因采光通风不足出现生长发育受阻、根系活力下降、病虫害频发等连锁反应，这种急功近利的做法虽能短暂呈现繁茂景象，却严重损害了绿化的长期可持续性。同时，在工期压力下进行的非科学栽植也屡见不鲜，如未对低洼地区的排水系统进行改造或对贫瘠土壤进行改良就直接种植，直接引发了苗木根系腐烂、霉变等生长障碍问题，对工程质量造成持久性损害<sup>[2]</sup>。

### （三）养护管理体系薄弱

在某些地区的市政园林项目中，管理部门虽能完成基础施工任务，却未能将科学化、系统化的养护技术有效落实到工程后续阶段。同时，由于部分养护人员专业责任意识较为欠缺，在工程验收后的关键生长期，往往缺乏持续规范的维护管理措施。这种重建设、轻养护的倾向，直接影响了植物群落的健康生长状态，导致本应蓬勃发展的绿化景观难以维持应有的生态效益与观赏价值，最终造成前期建设投入与后期景观效果之间的显著落差。

## 三、园林绿化施工与养护管理的具体措施

### （一）强化施工安全管控体系

为确保园林绿化工程顺利推进，必须建立健全安全管理制度并确保各项措施有效落地。在具体作业过程中，施工人员需严格遵循标准化作业流程和安全规范，这是保障现场人员生命安全的根本前提。项目管理人员应统筹协调各工种作业衔接，确保安全管理规定覆盖施工全过程。同时，必须严格执行特种作业人员持证上岗制度，通过明确划分安全责任区间，将安全生产责任落实到具体岗位，形成完善的安全预防体系，最大限度消除事故隐

患，为工程顺利实施创造安全稳定的作业环境<sup>[3]</sup>。

### （二）科学构建城市绿地生态系统

在园林建设过程中，系统化运用生态施工技术对城市绿地格局的优化具有重要促进作用。通过有效整合市政园林基础生态框架，能够显著提高区域的生态功能效率。工程实施过程中，应在尊重原始地形特征的前提下进行适度景观塑造，特别要注意保护原有乡土植被，并依据地域空间特点对植物群落实施科学配置与分区管理。同时，需高度重视立体绿化体系的构建，积极推进建筑物立面、高架桥梁、屋顶空间等垂直维度的绿化建设。发展这类集约型绿化模式，不仅能够显著拓展城市绿色空间，增强生态景观效应，还能有效改善区域微气候环境，对促进城市可持续发展与人与自然和谐共生具有深远意义。

### （三）构建专业化团队与精细化管理制度

人力资源的专业素养直接影响园林工程的最终品质，因此施工企业需积极引进专业技术人才，建立系统化的培训机制，并强化对施工与监理团队的综合管理。在项目启动阶段，施工方应深入理解设计意图，根据现场条件完善管理规程，实施精细化管理策略，采用科学的植物移栽技术方案，最大限度减少施工损伤，确保苗木健康成活。在实施过程中，必须建立高效的团队协作机制。施工企业应通过专业培训和实操训练，使员工具备扎实的专业技能、严谨的安全意识和强烈的责任观念，实现文明安全施工。同时，要采取科学方法进行植物配置与地形重塑，确保草坪铺设、景观山石等工程要素严格符合设计要求，保障各环节有序推进。通过持续优化项目管理机制，促进养护、施工、监理三方形成协同工作体系，有效避免管理缺位现象。定期组织专业技能培训可显著提升工程效率与质量水平。施工人员在提升自身专业能力的过程中，能够切实提高植物栽植质量，杜绝敷衍了事的施工行为。此外，实施完整的施工记录制度和跨部门协调机制，能够及时解决现场问题，确保工程优质高效完成<sup>[4]</sup>。

### （四）构建全过程材料质量控制体系

在市政园林绿化工程实施过程中，施工企业通过建立从采购到验收的完整材料管控流程，有效杜绝不合格材料进入施工现场，确保工程景观效果的完美呈现。在采购环节，施工单位严格依据施工图纸的技术要求，制定详细的材料采购计划。通过开展系统的市场调研，全面掌握各类材料的市场价格波动、规格参数及品质差异，经过综合比选后确定优质供应商。在签订采购合同时，明确约定材料技术标准、价格条款、供货周期及验收规范，从源头上保障材料质量，确保施工进度顺利推进。在质量检测环节，项目部针对不同材料的特性，建立分级验收制度和标准化检测流程。实施材料出厂前预检与进场前复检的双重质量控制机制，对检测不合格的材料立即执行退场处理，坚决阻断劣质材料的使用渠道。在材料仓储管理环节，施工单位根据各类材料的贮存特性，科学规划堆放区域，采取完善的防潮、防晒、防雨等保护措施。通过规范化的现场材料管理，有效避免因保存不当造成的材料损毁，从而控制工程成本，保障项目进度按计划实施。

### （五）科学实施基肥施用技术

在园林绿化建设过程中，科学施用基肥是确保植物健康生长

的核心环节，也是决定植物成活质量的重要技术措施。通过规范化的基肥施用作业，能够为植物创造良好的生长基础，从而保障绿化工程的整体实施效果。在具体操作中，施工单位可充分利用园林自身的植物资源，将修剪枝叶等有机废弃物经过专业处理后转化为基肥原料。这种循环利用方式不仅实现了资源的可持续利用，更能为植物生长发育提供全面均衡的养分支持。合理施用此类有机基肥，可以持续改善土壤理化性质，为后续植物栽植创造优越的土壤环境，显著提升绿化工程的长期生态效益。

## 四、市政园林绿化的养护

### （一）实施植物周期性整形修剪

在市政园林的持续性养护工作中，对植被开展周期性的整形修剪是不可或缺的关键环节。此项工作首先要求养护人员深入掌握不同植物的生物学特性和生长发育规律，以此为基础制定科学的修剪方案，从而有效促进植物健康生长。通过系统性的修剪管理，不仅能够塑造优美的植物形态，还能依据市政园林绿化的功能定位与景观需求，打造富有层次感的绿化景观。精心修剪后的植物群落既能展现独特的艺术美感，又可通过造型设计传达地域文化内涵，显著提升景观的观赏价值。这种专业的养护实践能够为市民创造更舒适的视觉体验，增强城市公共空间的吸引力，最终实现市政园林绿化工程生态效益与人文价值的和谐统一。

### （二）构建持续性养分供给与病虫害防控体系

在城市道路绿化系统的维护过程中，植被施肥管理需遵循精准化原则。以当前道路绿化广泛采用的地被植物为例，应根据其特定生长需求，结合道路特殊生境及土壤理化性质，实施定制化的养分补给方案。与此同时，必须建立系统化的植物健康防护机制。养护团队需要构建常态化的植被监测网络，对病虫害发生发展情况进行动态追踪。一旦发现异常状况，应立即启动应急预案，采取科学有效的防治措施，及时遏制病虫害的蔓延态势，最大限度减少对景观生态系统的破坏，避免造成不可逆的经济损失与生态价值损失。

### （三）建立智能化灌溉与水分管理系统

在现代市政园林养护体系中，构建科学的水分调控机制是确保植物健康生长的核心环节。随着智慧园林理念的深入推广，养

护部门应当建立基于物联网技术的智能灌溉系统，通过部署土壤湿度传感器、植物蒸腾量监测设备和微型气象站，实时采集环境数据。系统可根据植物种类特性、生长阶段需水规律及季节气候变化，自动生成差异化的灌溉方案，实现按需精准供水。特别是在北方干旱地区，还需考虑采用滴灌、微喷等节水技术，配套土壤保水剂使用，形成完整的水分管理体系。这种智能化灌溉模式不仅大幅提升水资源利用效率，还能有效避免传统漫灌导致的土壤板结、养分淋失等问题，显著增强园林绿化的生态可持续性。通过远程监控平台的建立，管理人员可随时调整灌溉参数，确保在极端天气条件下也能维持最佳土壤墒情，为植物创造稳定的生长环境<sup>[5]</sup>。

### （四）完善土壤改良与根系养护体系

土壤作为植物生长的根本载体，其物理结构和化学性质直接影响园林植物的长期健康。养护单位需要建立常态化的土壤监测机制，每季度对重点区域的土壤进行采样分析，准确掌握 pH 值、有机质含量、微量元素构成及透气性等关键指标。根据检测结果，应采取针对性的改良措施：对板结土壤实施深耕通气，对酸性土壤施用石灰调节，对贫瘠土壤增施有机肥和微生物菌剂。特别是在古树名木保护区域，还需采用根系通气、土壤活化等特殊养护技术，改善根系微环境。同时，要建立植物根系健康档案，定期通过探地雷达等技术评估根系发育状况，及时采取打孔通气、根系修剪、生长调节剂施用等专业措施。

## 五、结束语

市政园林绿化工程的成功实施需要施工与养护环节的密切配合，形成完整的生命周期管理体系。在施工阶段，应当注重艺术性与生态性的有机结合，通过强化安全管理、优化资源配置、完善质量控制等措施，确保工程基础品质。在养护阶段，则需要建立科学规范的养护标准，运用智能化、精细化的管理手段，持续维护和提升绿化效果。未来市政园林绿化将更加注重生态系统的完整性、生物多样性的保护以及资源循环利用，推动城市绿化建设向更高品质、更可持续的方向发展。

## 参考文献

- [1] 徐彬,郑天铨,赵浩.基于可持续发展的市政园林绿化施工要点与养护策略[J].建材发展导向,2025,23(8):124-126.
- [2] 曹钰.市政公园园林绿化施工要点与养护策略分析[J].建材与装饰,2025,21(29):37-39.
- [3] 方展宇.市政公园园林绿化施工要点与养护策略分析[J].花卉,2024(22):37-39.
- [4] 杨义恩.有效提升市政园林绿化施工与养护质量的策略[J].陶瓷,2021(11):143-144.
- [5] 刘浩.提升市政园林绿化施工与养护质量的有效策略[J].乡村科技,2020(34):72-73.

# 探析建筑设计与园林景观设计的融合

洪渝

海南机场设施股份有限公司, 海南 海口 570100

DOI:10.61369/UAID.2025040063

**摘 要 :** 文章阐述了园林景观建筑设计的核心原则, 包括空间营造与风格统一, 强调了多元素系统整合与细节把控的重要性。进而, 深入剖析了建筑与景观之间相互赋能、彼此依存的内在联系, 指出景观能显著提升建筑的生态效能与艺术价值。最后, 提出了一系列具体的融合策略, 涵盖全局统筹、有机统一、功能布局、可持续协同及水体景观融合等多个维度, 旨在为构建功能、美学与生态和谐统一的人居环境提供理论依据与实践指导。

**关 键 词 :** 建筑设计; 园林景观设计; 融合

## Exploring the Integration of Architectural Design and Landscape Design

Hong Yu

Hainan Airport Facilities Co., Ltd., Haikou, Hainan 570100

**Abstract :** This paper elucidates the core principles of landscape architecture design, encompassing spatial creation and stylistic unity, while emphasizing the importance of multi-element system integration and meticulous attention to detail. It further delves into the intrinsic relationship of mutual empowerment and interdependence between architecture and landscape, demonstrating how landscape design can significantly enhance a building's ecological performance and artistic value. Finally, it proposes a series of specific integration strategies spanning multiple dimensions—including holistic coordination, organic unity, functional layout, sustainable synergy, and water feature integration—aimed at providing theoretical foundations and practical guidance for constructing harmonious human environments that unify functionality, aesthetics, and ecology.

**Keywords :** architectural design; landscape architecture design; integration

## 引言

在当代城市发展与人居环境营造的背景下, 建筑与园林景观的关系已从过去的简单陪衬, 演变为休戚与共的有机整体。然而, 在实践中, 建筑设计与景观设计相脱节的现象仍普遍存在, 导致项目在功能、美学与生态层面留下诸多遗憾。单纯注重实用功能的建筑, 往往缺乏艺术感染力与人文温度; 而脱离建筑本体的景观, 也难以发挥其真正的价值。文章旨在深入探讨二者的内在联系与互动逻辑, 并构建一套系统性的融合策略, 以期创造更高层次的整体性人居环境提供思路。

## 一、园林景观建筑设计原则

### (一) 空间营造特性

风景园林在艺术呈现过程中, 空间营造是极为关键的一种表现形态。单就园林建筑的设计维度进行分析, 设计师若想让空间营造的核心原则得到充分凸显, 就不能仅停留在基础设计层面, 而是要在深入研究园林建筑所处地形特征、明确建筑设计及整体规划布局核心逻辑的前提下, 精准把控建筑形态的多变性与空间层次的丰富性, 通过多样化的建筑形态设计, 打破单一空间的局限, 为后续园林空间的整体呈现奠定基础。此外, 在调节与平衡园林空间和建筑空间的相互关系时, 设计师不能忽视建筑与植物、水体、山石等其他景观要素之间的关联性。设计过程中需从

人性化需求出发, 充分考虑观赏者的活动习惯与感官体验, 同时融入艺术化设计思维, 对围合空间、半围合空间、开敞空间等不同空间形态进行系统化规划与设计。在此基础上, 合理运用镶嵌、衬托、点缀等景观营造手法, 进一步优化建筑空间的设计效果, 让建筑与周边景观要素深度融合, 最终确保风景园林景观在整体视觉与功能上的统一性和完整性, 避免出现空间割裂或元素冲突的问题<sup>[1]</sup>。

### (二) 风格统一原则

风景园林设计的范畴十分广泛, 包括建筑基底范围外的所有室外空间组织、园建道路及构筑物设计、涵盖了人工水体规划、植物配置布局等多个关键要素的设计工作。这些要素并非相互独立, 而是共同服务于园林的整体效果呈现。如果设计师在设计过



程中，未能从全局视角出发，对水体、植物、建筑等要素之间的内在关联进行系统性考量与统筹规划，就容易导致各要素在视觉效果与功能定位上出现脱节。这种脱节会直接让园林景观呈现出明显的“拼凑感”，进而引发园林整体风格杂乱无章、缺乏核心调性等问题，严重影响观赏者的整体体验。此外，为进一步维护风景园林建筑与其他景观要素在主题表达、风格呈现上的高度一致性，设计师还需对各要素的细节设计进行深化打磨。

## 二、建筑设计与园林景观设计之间的关系分析

### （一）园林景观设计对建筑设计的赋能与烘托价值

在当下国内建筑设计领域，存在一种较为普遍的倾向：设计工作往往将核心精力聚焦于功能实用性的实现，如空间利用率、结构稳定性等，而对建筑本身的艺术审美价值缺乏足够的重视与深度挖掘。即便这类建筑在满足人们居住、办公等基础使用需求上展现出较高的实用价值，但其在艺术表达、美学呈现层面却显得相对薄弱，未能充分彰显建筑应有的艺术魅力。深入剖析建筑艺术的核心内涵不难发现，它并非单一维度的概念，其既涵盖了建筑本体的形态美、材质美与造型美，更包含了建筑与周边自然及人文环境相互交融所形成的整体美感<sup>[2]</sup>。

值得重点关注的是，园林景观设计在建筑设计体系中扮演着不可或缺的重要角色，其价值远不止于视觉点缀。从空间构成来看，景观设计对建筑功能起着重要的补充与完善作用：在平面布局上，建筑单体之间的功能衔接往往需要通过景观动线及小型过渡空间进行有机串联；在立面效果上，建筑的门头界面、山墙面及直角转折等生硬部位，更需要借助植物绿化、景观小品等元素进行柔化处理与视觉补充，从而完善整体设计效果，营造连贯和谐的空间体验。从生态功能角度来看，合理的园林配置是实现建筑环境可持续性的重要手段。植物通过光合作用与吸附作用，能够有效净化建筑周边及室内空气。研究表明，科学配置的绿化系统可在夏季有效降低建筑外墙表面温度5-10℃，显著减少空调制冷能耗；冬季则能形成有效防风屏障，改善建筑保温性能。

### （二）建筑与景观的一体化营造

园林景观的规划与创作，本质上是在生态优先与艺术美学的双重指引下，对特定场地内的空间结构、形态要素进行系统性布局与整合的过程。作为承担这一职责的园林设计师，必须深入把握景观在建筑环境中所扮演的角色，明晰其功能定位与空间逻辑，从而为两者之间的有机融合奠定坚实基础。在推进建筑与景观一体化设计的过程中，需同步兼顾功能实用、人体舒适与精神愉悦等多重维度。目标不仅在于回应现代人对高品质居住环境的普遍追求，更应着力于通过景观语汇的巧妙运用，提升整体场所的艺术感染力与审美价值，使功能与形式相得益彰。优秀的景观设计能够有效拓展建筑的使用效能，优化其物理与心理舒适度；同时，景观所承载的文化意境与生态内涵，也需要借助建筑的实体界面与空间构架得以呈现和延伸。二者彼此依存、相互升华，共同塑造出协调统一、富有生命力的整体人居场景。

## 三、现代建筑设计与园林景观设计的融合策略

### （一）贯彻全局统筹的设计策略

在现代城市建设项目中，设计工作必须以城市的整体空间规划为根本依据。无论是建筑设计还是景观营造，都需深入理解项目所在片区的功能属性与发展定位，并从宏观环境视角出发，综合评估建筑形态、景观元素等各类因素所带来的空间影响与视觉效应。这一系统性分析旨在确保建筑与景观的设计导向，能够与上位规划的总体目标保持高度协同。在此基础上，对区域空间进行科学而合理的布局，核心目标在于响应社会公众日益增长的多元化使用需求。通过促进建筑实体与园林景观之间的相互渗透与有机共生，不仅能够提升片区的空间凝聚力，也将显著增强城市建成环境的综合品质。因此，在景观设计的全过程中，坚定不移地落实整体性思维至关重要。这意味着设计需要广泛包容不同使用群体的具体诉求，致力于营造人与自然和谐共生的可持续性环境，最终为当代居民创造更具归属感、舒适性与人文关怀的生活体验<sup>[3]</sup>。

### （二）构建建筑与景观的有机统一体

为实现建筑与园林景观的无缝衔接与整体品质的升华，必须在设计伊始便确立两者在形式与风格上的协调关系。景观设计师应率先确立清晰的核心设计主题，并系统地梳理与整合场地所蕴含的历史文脉、地域文化、经济背景及艺术特征等多种元素。关键在于确保这些要素和谐共存，避免生硬拼凑，从而打造出与场地特质高度契合、独具特色的景观风貌。从园林景观的角度介入，能够有效弥补建筑单体在空间体验上可能存在的扁平化与孤立感。通过引入多层次、多维度的景观设计，可以极大地增强建筑及其环境的整体性与空间纵深，进而使其与周边的建筑群和公共设施形成良好的对话关系。对园林空间进行科学规划与合理布局，是确保建筑风格与整体环境氛围趋于一致的关键手段。具体而言，在实践操作中，景观小品的营造可选用与建筑立面相同或相协调的材质与造型语言，以形成视觉上的延续。植物配置则应服务于建筑的整体构图与空间意图，所选树种的形态、色彩以及群落种植的疏密层次，都应建筑立面和体量相辅相成，共同塑造出一个完整且富有感染力的空间场景。

### （三）统筹功能布局与精细化设计

功能分区的确立，是一个建立在多维分析与系统评估基础上的复杂过程。它要求设计者深入剖析各类空间功能的本质属性及其相互间的逻辑联系，并以此为依据，科学地划定各功能单元的具体区位、规模尺度以及彼此衔接的界面关系。一个成功的分区方案，必须遵循动静分离、开合有致的基本原则，并始终置于整体景观规划的宏观框架下进行通盘考量。其目的在于精准定位不同属性的活动区域，清晰组织人流路径，从而系统性地理顺并优化建筑与景观共同构成的空间秩序。当前，在我国诸多城市的建设实践中，建筑与景观设计相互脱节的问题仍较为突出。具体表现为：景观营造未能有效呼应建筑对周边环境的控制意图，而建筑设计也常常忽略了自身与园林环境应有的和谐共生。这导致了项目与场地之间难以形成有机联系。为解决这一问题，必须在设

计初期对建筑外围的景观体系进行周密的论证与整体性分析。设计应综合考量景观建筑的经济合理性、生态可持续性以及工程技术的可行性，同时充分回应场地特有的文脉底蕴与水文地质等自然条件。通过这种集成化的设计思维，运用精准的景观布局来调和建筑与外部环境之间的生硬过渡，并以科学的功能分区对方案进行系统性优化。最终，确保园林景观的建成效果能够积极融入并支撑城市的整体发展格局。

#### （四）推动公共建筑与景观的可持续协同

在园林景观的创作过程中，必须将公共建筑的规划思想与项目的实际诉求进行系统性融合。响应国家对于可持续发展的战略导向，现代公共建筑规划已将节能降耗作为核心准则，这要求景观设计积极引入可再生能源技术，通过太阳能、风能等绿色手段的综合运用，将项目运营过程中的能源需求控制在最低水平，从而切实达成节能减排的总体目标。值得关注的是，当前建筑与景观设计领域的专业人员对资源循环利用的重视程度正日益提高。在项目实践中，生态优先已成为基本的设计原则，其目的在于以最小的环境负荷换取最优化的景观效益。自然生态环境在建筑规划中不仅是需要精心维护的核心对象，更是决定公共建筑整体表现力的关键因素。落实到具体的园林设计层面，这意味着应优先选取适应性强、生态效益高的乡土植物种类。设计师需要巧妙利用植物自身的形态、色彩与季相变化，来构建兼具美感与生态功能的环境。植物的成功应用，首要前提是确保其具有良好的成活与长势，只有建立起健康稳定的植物群落，才能实现预期的绿化成效，最终促成建筑与自然景观之间浑然一体的和谐关系<sup>[4]</sup>。

#### （五）融合水体景观与建筑的生态设计

在海绵城市建设理念的推动下，水体景观已逐渐发展为现代园林设计中不可或缺的一环。将其系统融入建筑整体设计，不仅能够提升环境的视觉艺术效果与自然气息，还能在功能上优化建

筑的雨水管理效率，有效缓解极端降雨对场地造成的不利影响，进而增强建筑及周边区域应对气候变化的适应力与安全韧性。在建筑与景观一体化的设计实践中，“径流断接”是一种常用的生态塑造手法。该技术通过旱溪、生态草沟、雨水花园、透水铺装及调蓄池等绿色设施，有效延缓并削减地表径流，同时将这些分散的生态节点与场地内原有的湿地、湖泊或蓄水水体相互串联，从而在建筑周边构建起一套完整的“海绵”系统。这种自然化的雨水管理网络，既提升了场地的生态功能，也为居民创造了更具亲和力的景观环境。在具体融合策略上，首先可借助山石、植被与水景的有机结合，对建筑外部空间进行生态化修饰，形成具有微气候调节能力的自然区域，同时利用水体的自净能力辅助改善环境污染。另一方面，需要着重协调水体景观与建筑立面、形体及流线的关系，使自然系统与建筑空间相互渗透、协同运作，最终在提升场地生态价值的同时，整体增强空间的设计品质与艺术表现力<sup>[5]</sup>。

### 四、结束语

综上所述，建筑与园林景观的深度融合，是一项复杂的系统性工程，它要求设计师超越形式的简单拼贴，从原则、关系到策略进行全局性的重新审视。成功的项目源于对空间营造特性的深刻理解和对风格统一原则的坚守，得益于充分认识到景观对建筑在生态调节与艺术烘托方面的赋能价值。通过贯彻全局统筹、构建有机统一、统筹功能细节、推动可持续协同以及巧妙融合水体景观等策略，能够有效弥合建筑与自然环境之间的裂痕。这种融合旨在创造出不仅满足基本使用需求，更能在生态、美学与精神层面给予回应的和谐场所，从而实现人、建筑与自然的持久共生与协调发展。

### 参考文献

- [1] 黄存相. 探析建筑设计与园林景观设计的融合 [J]. 建材与装饰, 2025, 21(22): 52-54.
- [2] 陈晨. 建筑设计与园林景观设计的融合分析 [J]. 工程设计与设计, 2023(2): 16-18.
- [3] 赵倩倩, 李伊娜. 建筑设计与园林景观设计的融合 [J]. 建筑·建材·装饰, 2022(3): 152-154.
- [4] 刘昊. 建筑设计与园林景观设计的融合分析 [J]. 建筑与装饰, 2023(5): 22-24.
- [5] 李驭仑. 建筑设计与园林景观设计的融合探讨 [J]. 模型世界, 2023(34): 154-157.

# EPC 工程总承包模式下设计与施工的深度融合分析

周嘉辉

广东未止建设工程有限公司, 广东 中山 528400

DOI:10.61369/UAID.2025040067

**摘 要 :** 文章旨在探讨 EPC 总承包模式下设计与施工融合的核心问题及其优化策略。研究通过分析 EPC 模式权责集中、风险分散、造价精细化管理及项目进程提速等优势,指出设计与施工环节在实际应用中存在的脱节问题,并提出从组织架构、协同策略、沟通机制及风险管理四个维度构建系统化融合方案。重点论述如何通过全过程整合机制、信息协同平台、施工可行性分析及动态风险管控等手段,实现设计施工一体化,以提升工程项目的综合效益与管理效率。

**关 键 词 :** EPC 工程总承包模式; 设计与施工; 深度融合

## Analysis on the Deep Integration of Design and Construction under the EPC Engineering General Contracting Model

Zhou Jiahui

Guangdong Weizhi Construction Engineering Co., Ltd., Zhongshan, Guangdong 528400

**Abstract :** This paper explores core issues and optimization strategies for integrating design and construction within the EPC turnkey contracting model. By analyzing the model's advantages—centralized authority and responsibility, risk dispersion, refined cost management, and accelerated project timelines—it identifies disconnects between design and construction phases in practical implementation. A systematic integration solution is proposed across four dimensions: organizational structure, collaboration strategies, communication mechanisms, and risk management. It focuses on how to achieve integrated design and construction through whole-process integration mechanisms, information collaboration platforms, construction feasibility analysis, and dynamic risk control, thereby enhancing the comprehensive benefits and management efficiency of engineering projects.

**Keywords :** EPC engineering contracting model; design and construction; deep integration

### 引言

随着工程建设行业对高效协同与资源整合需求的不断提升,EPC 总承包模式因其高度集成的特点逐渐成为项目管理的优选方案。然而,在实践过程中,设计与施工的分离现象仍制约着该模式效能的充分发挥。文章基于 EPC 模式的理论框架与实务挑战,深入剖析设计与施工融合的瓶颈问题,探索系统性解决路径。研究旨在通过构建多层次的协同机制,推动设计与施工的深度融合,为提升工程项目整体管理水平提供理论依据与实践指导。

### 一、EPC 总承包模式的特点和运用价值

#### (一) 权责集中,统一管理

在 EPC 模式下,设计、设备采购及现场施工等各阶段工作均整合至同一承包商的职责范畴,从而构建起涵盖工程质量、成本与进度的全方位统一管理机制。承包商需对项目从规划到竣工的完整周期负总责,有助于强化对工程品质、投资支出及工期安排的整体把控,同时有效降低不同参与方之间的协作与沟通负担。

#### (二) 风险有效管控与分散

在 EPC 项目中,业主将设计、采购、施工等多项任务打包委托给单一总承包商,这一安排显著减少了因多头分包而导致的信

息壁垒与多方协调难题。作为项目的主要执行者,总承包商负责统一管理与下游供应商及专业分包商的对接工作,有效整合各方资源并调和其利益诉求。此种集约化的管理机制,不仅显著降低了项目在接口和管理上存在的潜在风险,同时也通过提升整体协作效率,保障了项目最终的综合效益。

#### (三) 造价全过程精细化管理

EPC 模式的一个核心优势在于,总承包商从项目初始的设计环节便深度参与,从而为造价的早期预测和全面管理创造了条件。承包商在完成设计工作的同时,会同步制定出详细的初步项目预算,并将这一预算目标贯穿于后续的采购与施工全过程。通过这种前端设计与后端执行的无缝衔接,能够最大限度地减少因



设计图纸修改、设备材料选型不当或市场波动等因素引发的预算外支出，进而实现对项目总投资成本的有效约束与精准把控<sup>[1]</sup>。

#### （四）项目进程全面提速

EPC模式通过将项目的设计、采购与施工等核心任务统合于单一责任主体，显著减少了跨阶段、跨专业的信息壁垒与接口摩擦。总承包商能够依托一体化的项目管理体系，对人力、物料与设备等关键资源进行前瞻性规划和动态优化。这种高度协同的工作机制不仅大幅提升了各环节的执行效率，还有力地推动了整体工程进度，从而确保项目得以在更短的周期内顺利完成并交付使用。

## 二、设计与施工融合的必要性的必要性

#### （一）设计施工一体化实施的现实挑战

虽然EPC总承包模式在理论上强调设计、采购与施工的深度融合，但在项目实际执行过程中，设计阶段与施工阶段相互割裂的状况仍然屡见不鲜。这种割裂主要体现在：设计团队往往基于理论规范开展设计工作，未能充分吸纳施工团队在现场作业条件、工艺可行性等方面的实践经验；而施工团队则被动接收设计方案，难以及时反馈实施层面可能遇到的技术障碍。这种前后环节的脱节不仅造成设计方案在落地时面临频繁调整，更会引发工程进度受阻、建设成本超出预期等连锁反应，最终制约项目整体目标的顺利实现。

#### （二）实现深度整合的实践瓶颈

尽管设计施工一体化能够带来显著的项目价值，但在推进该模式的过程中仍存在诸多现实困难。首要障碍源于专业团队间的思维差异——设计人员通常更关注技术规范与创新性，而施工团队则更重视现场可行性与工程效率，这种理念差异使得双方难以在短期内形成有效的协作模式。其次，项目信息在传递过程中常常出现延迟或失真，不同专业领域之间的术语壁垒进一步阻碍了关键数据的顺畅交互。此外，在具体项目实施时，由于缺乏清晰的工作界面界定，设计介入与施工管理的责任边界容易变得模糊，这种权责不清的状况直接影响了整合过程的决策效率与执行效果<sup>[2]</sup>。

## 三、EPC工程总承包模式下设计与施工融合的策略

#### （一）设计施工协同管理的组织架构

##### 1. 全过程系统整合机制

在EPC总承包项目中，构建系统化的整合管理体系是打通设计与施工环节的核心基础。该体系要求在项目启动阶段就建立覆盖全周期的协同工作方案，将规划、设备采购、现场作业等关键阶段纳入统一框架进行通盘考量，消除传统模式下各阶段衔接的空白地带。通过构建矩阵式管理组织并设立跨部门协调平台，能够保障设计人员、施工技术人员及采购专员之间实现高效联动。实践表明，若在方案设计初期就邀请施工团队参与技术评审，可使设计成果更贴合现场作业条件与工艺要求，从而显著降低施工

阶段的调整频次。这种系统化的运作方式既压缩了决策层级、优化了信息传递路径，又有助于在实施过程中提前识别和化解潜在风险，避免问题层层叠加对项目工期和品质造成负面影响。

##### 2. 构建全流程信息协同体系

实现设计与施工的深度融合，需要建立贯穿项目全周期的信息交互机制。设计部门与现场施工团队应依托统一数字化平台，实现设计图纸、施工组织方案、技术规范及现场实测数据等关键信息的动态同步与共享。这种即时互通机制既能让施工人员在作业前精准把握设计意图，也能帮助设计师根据现场条件变化及时优化方案。以建筑信息模型（BIM）技术为例，其通过构建三维数字信息模型，将设计成果与施工工序深度集成，使施工人员能够立体化理解设计构思并实现精准作业。该技术还能在设计变更时自动生成关联调整方案，有效消除信息传递过程中的失真现象，避免因信息滞后或误读导致的重复施工与进度延误<sup>[3]</sup>。

#### （二）设计深化与现场实施的协同策略

##### 1. 基于施工可行性的前期设计协同

在项目策划初期同步开展设计深化与施工组织规划，是保障工程顺利实施的关键举措。设计单位在形成最终方案前，需与施工团队保持紧密协作，通过系统的施工可行性评估，使设计成果充分契合现场作业条件。施工方应提前介入设计过程，从设备选型、工艺实施等维度提供专业建议，确保设计内容预留合理的作业界面，避免因过度追求理论完美而忽视实际建设难点。这种前置协同的工作模式既能显著提升施工阶段的执行效率，也可有效控制项目后期因方案调整而产生的变更频率。实践表明，若前期协同深度不足，施工过程中往往需要反复修改设计，不仅打乱正常施工节奏，更会导致资源浪费与造价攀升。因此，在项目开端就建立设计与施工的深度融合机制，是保障工程高质量推进的重要基础。

##### 2. 建立适应现场条件的设计弹性机制

在工程实施阶段，面对不断变化的现场工况，设计方需要具备对原方案进行动态优化的能力。这就要求建立设计团队与施工现场之间的高效联络通道，形成敏捷的问题响应体系，当出现现场条件与设计预设不符时，能够快速启动方案评估与修订流程。这种实时互动机制不仅可以有效化解施工过程中的不确定性，更成为控制项目风险与成本超支的重要保障。例如，当遭遇未预估的地质状况、极端气候影响或关键材料断供等突发情况时，通过设计施工双方的即时会商，可迅速形成替代性技术方案，避免因设计调整滞后导致的工期损失与资源浪费。这种贯穿施工全过程的设计弹性管理，使项目团队能够灵活应对各类突发状况，在复杂施工环境中始终保持对工程进度与质量目标的精准把控。

#### （三）设计与施工团队的协调与沟通机制

##### 1. 构建多专业协同工作体系

在EPC总承包项目中，建立高效的跨专业协作体系是打通设计与施工壁垒的关键制度保障。由于项目执行过程中往往涉及设计单位、施工分包商等多个独立参与主体，传统的职能式组织架构极易形成专业间的沟通壁垒。为从根本上消除这种组织隔阂，需要构建标准化的协同工作机制，通过设置固定周期的联合评审

会议、组建专职的接口协调团队等措施，确保各专业团队在项目全周期内保持高效信息交互，最大限度降低因沟通不畅导致的决策延误和工作偏差。具体而言，可在项目启动阶段就成立由设计和施工方核心人员组成的联合工作小组，该团队不仅要定期组织技术协调会解决现场实际问题，还需建立常态化的信息共享平台，确保设计变更、施工进度等关键数据能够实时同步至所有相关方。此外，还应当建立配套的绩效考核机制，将协同效率纳入各部门的考评指标，从而激发团队间的协作积极性，全面提升项目整体运作效能。这种系统化的协作模式不仅能够缩短问题响应时间，更能通过前期的问题预防显著降低项目质量风险<sup>[4]</sup>。

#### 2. 数字化协同平台的建设与应用

在现代工程项目的管理实践中，构建数字化的协同工作平台已成为提升设计施工一体化效能的重要技术手段。通过部署专业的信息化管理系统，项目参与各方可在统一平台上实现数据共享、进度同步与任务协同，显著增强工程建设的可视化程度和过程管控能力。以企业资源计划系统或建筑信息模型技术为例，这些工具能够对项目进度、成本支出及资源配置等关键指标进行动态监测，并借助数据分析模块识别潜在风险，为管理者提供前瞻性的决策支持。数字化平台的应用价值不仅体现在信息同步层面，更在于实现全流程的精细管控。施工团队可通过移动终端实时上传现场数据与问题反馈，设计团队则能据此及时调整方案，将施工隐患消除在萌芽阶段。

#### （四）EPC 模式下风险管理与控制策略

##### 1. 设计环节的风险预控管理

设计阶段是整个项目风险防控的首要关口，其核心风险源于设计成果与工程实际条件的匹配程度。若设计方案过度追求理论完美而脱离现场实施条件，将不可避免地引发施工阶段大量设计变更，不仅造成工程造价增加，更会直接冲击项目关键节点工期。为此，设计团队必须与施工团队开展深度协作，通过系统的可施工性分析，将现场作业条件、材料采购周期等实际约束因素融入设计方案。同时，需建立完善的技术风险评估机制，对可能

出现的工艺难题、环境制约等风险因素进行前瞻性识别，并制定相应的防范预案。以复杂地质环境下的工程项目为例，设计方应在方案阶段充分考量地质不确定性，在结构设计和施工方法选择上预留合理调整空间，以此增强项目整体抗风险能力，确保工程顺利推进。

##### 2. 施工过程动态风险管控体系

施工阶段的风险管控需要重点关注现场条件变化、工艺实施难度及外部环境干扰等动态因素。通过构建施工期间的全周期风险监控体系，项目团队能够对现场条件变化引发的各类风险作出快速响应。具体而言，施工团队需通过周期性的风险识别评估，及时发现作业过程中的潜在隐患，并联合设计团队根据实际情况优化施工组织设计或调整技术方案，从而有效控制风险对工程进度和造价的影响。

针对极端气候、供应链中断等外部风险因素，项目管理方需要制定系统的应急预案，明确各类突发情况的处置流程和资源配置。这些预案应当包含预警机制、应急资源调度方案以及替代工艺选择等内容，确保在突发状况下能够迅速启动应对措施，最大限度降低对项目实施的冲击。通过这种预防性与应对性相结合的风险管理策略，形成覆盖施工全过程的立体防护网络<sup>[5]</sup>。

#### 四、结束语

文章系统阐述了 EPC 总承包模式中设计与施工融合的策略体系，提出了包括构建全过程整合机制与信息协同平台、实施前期设计协同与弹性调整机制、建立多专业协同工作体系及数字化平台、完善设计风险预控与施工动态风险管控等核心措施。这些策略从制度、技术与管理层面为实现设计施工一体化提供了可行路径。未来可进一步探索智能建造技术在 EPC 项目协同管理中的深度融合，以及不同工程类型下差异化融合模式的构建，以持续推动工程总承包模式的理论创新与实践发展。

#### 参考文献

- [1] 郭云飞. 装配式建筑工程总承包模式下设计施工融合路径分析 [J]. 石油化工建设, 2025, 47(8): 18-20.
- [2] 杨文. EPC 工程总承包模式下设计与施工管理对策研究 [J]. 中国勘察设计, 2024(6): 81-83.
- [3] 徐爱进. EPC 工程总承包模式下总承包项目管理研究 [J]. 中国房地产业, 2025(19): 130-133.
- [4] 朱光普. EPC 总承包模式下的建筑工程建设项目管理分析 [J]. 电脑爱好者 (普及版) (电子刊), 2020(5): 2195-2196.
- [5] 付金广. EPC 总承包模式下设计优化的重要性 [J]. 建材发展导向 (上), 2020, 18(5): 151-153.



# 城市轨道交通换乘节点及方案研究

## ——以佛山三号线为例

周勇<sup>1</sup>, 凌芬<sup>2</sup>, 汪锦昆<sup>3</sup>

1. 广州地铁设计研究院股份有限公司, 广东 广州 510000

2. 湖北辉创重型工程有限公司, 湖北 黄冈 438800

3. 致正建筑工作室, 上海 200232

DOI:10.61369/JAID.2025040068

**摘要 :** 文章以佛山市城市轨道交通三号线为研究对象, 围绕其重要换乘节点及换乘方案展开研究。通过分析全线换乘客流特征, 结合国内外换乘站建设经验, 对全线重点换乘站的线站位方案、换乘方式进行深入研究。研究确定不同换乘站根据建设时序、客流量等因素, 分别采用节点换乘、通道换乘、平行换乘等方式, 为佛山三号线工程可行性和换乘站设计提供依据, 旨在提升佛山轨道交通线网换乘效率与运营服务水平。

**关键词 :** 城市轨道交通; 换乘节点; 方案

## Research on Transfer Nodes and Plans for Urban Rail Transit — Taking Foshan Line 3 as an Example

Zhou Yong<sup>1</sup>, Ling Fen<sup>2</sup>, Wang Jinkun<sup>3</sup>

1. Guangzhou Metro Design & Research Institute Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

2. Hubei Huichuang Heavy Engineering Co., Ltd., Huanggang, Hubei 438800

3. Zhizheng Architecture Studio, Shanghai 200232

**Abstract :** This study examines Foshan City Rail Transit Line 3, focusing on its key transfer nodes and interchange solutions. By analyzing passenger flow characteristics across the entire line and drawing on domestic and international experience in interchange station construction, it conducts an in-depth investigation into the alignment and station positioning schemes, as well as interchange methods for major transfer stations. The study determines that different transfer stations should adopt node transfers, passageway transfers, or parallel transfers based on construction sequencing and passenger volume factors. This provides a basis for the feasibility of Foshan Line 3 and the design of transfer stations, aiming to enhance the transfer efficiency and operational service level of Foshan's rail transit network.

**Keywords :** urban rail transit; transfer nodes; schemes

## 引言

而换乘节点作为轨道交通线网的关键组成部分, 其设计合理性直接影响线网运营效率与乘客出行体验。佛山市作为珠三角重要城市, 近年来轨道交通建设快速推进, 佛山三号线作为贯通城市南北的骨干线路, 串联多个组团, 换乘节点众多且情况复杂。在此背景下, 对佛山三号线换乘节点及方案进行研究, 不仅能为该线路建设提供科学指导, 解决线路交叉、客流组织等实际问题, 还能为国内同类城市轨道交通换乘节点规划设计提供参考, 具有重要的理论与实践意义。

## 一、工程概况

根据《佛山市城市轨道交通线网规划修编》及《佛山市城市轨道交通建设规划(2011~2018年)》, 佛山市城市轨道交通三号线佛山快速轨道交通网络中的南北向主干线。途经大良、伦教、北滘、佛山新城、文华路、季华路、南海大道、文昌路、佛山火车站、佛山西站、狮山, 是联系中心城区与大良容桂组团、

北滘陈村组团、狮山组团的骨干线, 对促进佛山各组团间的交通联系与经济发展具有重要作用。

三号线线路全长约69.5km, 其中高架段约8.7km, 过渡段长约1.3km, 地下段59.5km; 共设37座车站(其中高架站4座、地下站33座); 平均站间距1.93km, 最大站间距3.44km, 为伦教至三洪奇区间; 最小站间距0.93km, 为桂城至南海广场区间。全线于2016年10月开工, 首通段于2022年12月底开通试运营, 北

段于2024年8月底开通试运营。

## 二、城市轨道交通换乘节点及方案规划原则

### （一）以人为本，满足客流需求原则

城市轨道交通换乘节点及方案规划需以乘客为核心，充分考虑乘客出行的便捷性与舒适性。在预测远期换乘客流量、流向的基础上，确保换乘设施（如楼梯、扶梯、通道等）的通过能力满足换乘客流需求，且宜留有扩、改建的余地，避免高峰时段出现拥堵。同时，尽量缩短换乘水平距离与竖向高差，减少换乘时间，让乘客能快速完成换乘。例如图1，佛山三号线桂城站，由于广佛线已开通运营且预留了换乘节点，采用“岛岛”节点换乘，实现站台至站台的便捷换乘，极大缩短了乘客换乘时间，提升了出行体验<sup>[1]</sup>。



图1 桂城站换乘关系剖切示意图

### （二）结合线网规划，分期实施原则

换乘节点规划需紧密结合城市轨道交通线网总体规划，考虑不同线路的建设时序，合理安排换乘站的分期实施。对于初期实施的规划线路，应与在建车站同步实施；近期实施的规划线路，需与在建车站预留土建换乘节点；远期实施的规划线路，虽不预留土建换乘节点，但在车站结构处理上应留有结合处理的可能性，可考虑通道换乘方式。如图2，佛山三号线北滘新城站，若广州七号线延长线确定为近期实施线路，两线则同步建设采用平行换乘；若为远期实施，则预留通道换乘条件，充分体现了结合建设时序、分期实施的原则。



图2 北滘新城站换乘关系剖切示意图

### （三）优化线路方向，减少客流交叉原则

在规划换乘节点及方案时，应通过调整相交线路方向，创造良好的换乘条件，减少客流交叉干扰。换乘路线需明确、简捷，与进、出站客流分开，避免相互交叉导致的客流拥堵与安全隐患。如图3所示，佛山三号线电视塔站，采用双岛四线平行换乘方式，三号线居中，四号线在外，通过合理的线路方向调整与站台布局，使换乘客流与进出站客流相对分离，有效减少了客流交叉，提升了换乘效率<sup>[2]</sup>。

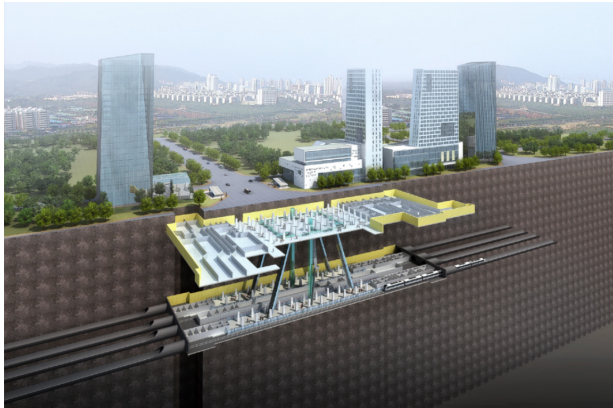


图3 电视塔站换乘关系剖切示意图

### （四）设备管理用房合理设置原则

换乘站由多条线路交会而成，设备管理用房布置需区别于一般单站，结合线路实施先后顺序及换乘关系分类设置。对于同期实施、两站有共用站厅且联系紧密的车站（A型站），管理用房及部分设备用房采用合设形式，合设用房使用面积在标准用房面积基础上乘以1.5-1.8的系数，分设房间按各自需求独立设置。佛山三号线佛山西站，三、四号线部分同期实施，警用公安通信、民用通信等系统房间及系统合设，车站控制室房间合设、系统分设，其余专业分设，符合设备管理用房合理设置原则。

## 三、城市轨道交通换乘节点及方案研究难题

### （一）线网规划不稳定，影响换乘方案确定

城市轨道交通线网规划在修编过程中，线路走向、建设时序等可能发生变化，导致换乘节点规划面临不确定性，影响换乘方案的稳定与优化。佛山三号线部分换乘站，如大良站，原规划与线网七号线换乘，后调整为与九号线换乘；佛山西站原规划与线网八号线换乘，后改为与四号线换乘并新增十号线通道换乘。线网规划的频繁调整，使得换乘站前期方案设计需不断修改，增加了设计难度与成本，也可能导致预留工程不合理，影响后期换乘功能实现。

### （二）建设时序差异大，预留接口设计困难

不同线路建设时序差异较大，部分换乘线路为远期实施，线位、车型、客流等基础资料不完善，给在建线路预留接口设计带来困难。若预留接口不足或不合理，后期建设换乘线路时可能需要对已运营线路进行改造，不仅增加工程投资，还会影响线路正常运行。佛山三号线容桂站、东乐路站等，与远期线路（九号线、十一号线）换乘，由于远期线路建设时序晚、不确定性大，预留土建接口时需综合考虑多种可能性，平衡近期投资与远期需求，设计难度较大。



### （三）复杂周边环境制约车站与区间设计

换乘站多位于城市交通繁忙、建筑物密集区域，地面交通、地下管线、历史文物、高架道路等复杂周边环境，对车站选址、站位布置及区间施工制约较大。佛山三号线桂城站，位于南海大道与南桂东路交叉口，周边商业繁华、交通繁忙，还存在大型雨水渠箱等无法迁改的地下管线，车站施工需减少对周边交通与商业的影响，同时避开地下管线，增加了车站与区间设计的复杂性；电视塔站周边有季华路下沉隧道、人行天桥等构筑物，区间需处理好与周边建筑物桩基的关系，施工难度大幅提升<sup>[3]</sup>。

### （四）大客流换乘与运营管理矛盾

部分换乘站位于城市核心区或交通枢纽，换乘客流量大，尤其是早晚高峰时段，容易出现客流拥堵，对换乘设施通过能力与运营管理提出更高要求。佛山三号线佛山西站，作为大型交通枢纽，与四号线、十号线及国铁、城际铁路换乘，换乘客流与进出站客流叠加，若换乘设施不足或运营管理不当，极易导致客流拥堵，影响乘客出行效率与安全。

### （五）施工期间交通疏解与周边环境影响难题

换乘站及区间施工通常需要占用地面道路，涉及管线迁改、建筑物拆迁等，对周边交通与环境影响较大。佛山三号线东乐路站，位于东乐路与新桂中路交叉口，两条道路均为城市主干道，交通繁忙，车站施工需进行交通疏解，但周边建筑密集，疏解空间有限，难以保证施工期间交通顺畅；叠滘站周边多为老旧住宅，车站施工可能产生噪音、振动等环境影响，需采取有效措施减少对居民生活的干扰，同时拆迁工作也面临协调难度大、工期不可控等问题。

## 四、城市轨道交通换乘节点及方案研究解决措施

### （一）加强线网规划稳定性，提前衔接换乘设计

为应对线网规划不稳定问题，需加强线网规划的前瞻性与稳定性，在规划阶段充分调研城市发展需求，科学确定线路走向、建设时序与换乘节点，避免频繁调整。同时，提前开展换乘站方案研究，加强线网规划与换乘设计的衔接，在规划修编过程中及时反馈换乘设计需求，确保线网规划调整时充分考虑换乘节点的合理性。佛山三号线在研究过程中，与线网规划修编单位密切沟通，根据最新规划调整换乘节点方案，并将研究的线站位纳入地铁保护范围，为后期建设提供保障，减少线网规划调整对换乘方案的不利影响<sup>[4]</sup>。

### （二）分阶段预留接口，灵活应对建设时序差异

针对建设时序差异导致的预留接口设计困难，采用分阶段预留策略。对于近期实施线路，与在建车站同步预留土建换乘节点，明确预留接口的技术标准与建设要求；对于远期实施线路，虽不预留土建节点，但在车站结构设计中预留结合处理的可能性，如预留通道接口、结构受力条件等，为后期换乘线路建设创造条件。佛山三号线北滘新城站，根据广州七号线延长线不同建

设时序，分别制定平行换乘（近期实施）与通道换乘（远期实施）方案，灵活应对建设时序差异；罗村站在三号线车站下方预留八号线盾构区间穿过条件，为远期八号线建设奠定基础。

### （三）优化站址选择与施工工法，适应复杂周边环境

面对复杂周边环境制约，通过优化站址选择与施工工法，减少周边环境对车站与区间设计的影响。在站址选择时，尽量避开地下管线密集区、历史文物保护区等敏感区域，若无法避开，则采用合理的工程措施进行处理；在施工工法选择上，根据周边环境特点，优先选用对周边影响较小的工法，如盾构法、盖挖法等。佛山三号线桂城站，针对地下大型雨水渠箱无法迁改的问题，通过调整车站结构标高，避开管线影响；文化公园站位于季华路下方，周边交通繁忙、建筑密集，采用盖挖法施工，减少对地面交通与周边环境的干扰。

### （四）优化换乘设施与运营管理，应对大客流挑战

为解决大客流换乘与运营管理矛盾，从硬件设施与软件管理两方面入手。在硬件上，根据换乘客流量合理确定换乘设施规模，增加换乘通道宽度、扶梯与楼梯数量，优化站台布局，提升换乘设施通过能力；在软件上，建立高效的运营管理机制，加强不同线路运营单位协调，统一票制票价（若条件允许），利用智能调度系统实时监控客流，及时采取客流引导、限流等措施。佛山三号线佛山西站，采用平行换乘与通道换乘结合的方式，设置宽敞的换乘通道与充足的楼扶梯，同时制定完善的大客流应急预案，通过智能监控系统实时调配人力与资源，有效应对大客流换乘需求。

### （五）科学制定交通疏解与环境保护方案，降低施工影响

为减少施工期间对交通与周边环境的影响，科学制定交通疏解与环境保护方案。在交通疏解方面，充分利用周边道路资源，合理规划临时交通路线，设置清晰的交通指引标志，采用分期施工、单边施工等方式，最大限度减少施工对交通的占用；在环境保护方面，针对施工噪音、振动、扬尘等问题，采取设置隔音屏障、选用低噪音施工设备、洒水降尘等措施，同时加强与周边居民、单位的沟通协调，及时解决施工期间的环境投诉问题<sup>[5]</sup>。

## 五、结束语

文章以佛山三号线为例，深入研究城市轨道交通换乘节点及方案，明确了换乘节点规划原则，分析了研究过程中面临的线网规划不稳定、建设时序差异大等难题，并提出了相应解决措施。研究表明，佛山三号线根据不同换乘站的建设时序、客流特征与周边环境，采用节点换乘、通道换乘、平行换乘等多种方式，有效提升了换乘效率与工程可行性。研究成果不仅为佛山三号线建设提供了技术支撑，也为国内同类城市轨道交通换乘节点规划设计提供了参考，对推动城市轨道交通事业高质量发展具有重要意义。

## 参考文献

- [1] 刘国栋, 李金龙. 城市轨道交通多节点线网云平台方案研究 [J]. 铁路通信信号工程技术, 2024, 21(5): 96-102, 114.
- [2] 陈俊兰. 城市轨道交通换乘站列车衔接组织方案优化研究 [D]. 江苏: 东南大学, 2020.
- [3] 赵敏. 城市轨道交通换乘站客流控制方法及仿真研究 [D]. 四川: 西南交通大学, 2020.
- [4] 薛小钰. 高铁枢纽与城市轨道交通换乘的全过程仿真与优化 [D]. 江苏: 东南大学, 2023.
- [5] 张旭东. 基于换乘效率研究的轨道交通枢纽站设计实践 [J]. 城市道桥与防洪, 2025(3): 49-53, 57.

# 智能化技术在市政工程给排水管理中的应用与前景

张建

广州市市政工程设计研究总院有限公司宜昌分院, 湖北 宜昌 443000

DOI:10.61369/UAID.2025040002

**摘 要 :** 在城市迈向智慧化的壮阔征程中, 智能化技术如同一束穿透迷雾的璀璨光芒, 为市政工程给排水管理照亮变革之路。从供水系统的智能感知到污水处理的精准调控, 它以科技之力重塑管理格局。本文深度挖掘智能化技术在市政给排水管理各环节的应用场景, 解析其提升管理效能的显著优势, 直面技术瓶颈与成本压力等现实挑战, 以前瞻性视角展望技术创新与融合发展前景, 为推动市政给排水管理向智能化、高效化转型提供理论与实践指引。

**关 键 词 :** 智能化技术; 市政工程; 给排水管理; 应用; 前景

## The Application and Prospect of Intelligent Technology in Municipal Engineering Water Supply and Drainage Management

Zhang Jian

Yichang Branch of Guangzhou Municipal Engineering Design & Research Institute Co., LTD. Yichang, Hubei 443000

**Abstract :** In the grand journey of cities towards intelligence, intelligent technology is like a brilliant beam of light piercing through the fog, illuminating the path of transformation for municipal engineering water supply and drainage management. From the intelligent perception of water supply systems to the precise regulation of sewage treatment, it reshapes the management landscape with the power of technology. This article deeply explores the application scenarios of intelligent technology in various links of municipal water supply and drainage management, analyzes its significant advantages in enhancing management efficiency, directly faces the practical challenges such as technical bottlenecks and cost pressure, and looks forward to the prospects of technological innovation and integrated development from a forward-looking perspective, providing theoretical and practical guidance for promoting the transformation of municipal water supply and drainage management towards intelligence and efficiency.

**Keywords :** intelligent technology; municipal engineering; water supply and drainage management; application; prospects

### 引言

当城市规模如雨后春笋般不断扩张, 市政工程给排水系统作为城市的 “生命脉络”, 承载着保障居民用水安全、维护城市水环境稳定的重任。然而, 传统管理模式如同 “老牛拉破车”, 在庞大复杂的给排水系统面前, 暴露出效率低下、响应迟缓、资源浪费等诸多弊端。智能化技术凭借物联网、大数据、人工智能等 “智慧武器”, 为市政给排水管理带来了革新契机, 能够实现全流程的智能监测与科学决策, 对提升城市基础设施管理水平、推动城市可持续发展具有关键意义。

### 一、智能化技术在市政工程给排水管理中的应用场景

#### (一) 供水系统智能化监测与调控应用

在供水系统中, 智能化技术全方位渗透于水源地、水厂及管网环节。于水源地, 水质监测传感器如同 “哨兵”, 实时采集水温、pH 值、浊度、重金属含量等数据, 一旦水质指标异常, 系统

立即触发预警, 保障水源安全。水厂内, 智能化控制系统通过传感器收集制水设备运行参数, 如水泵转速、压力、流量等, 借助人工智能算法自动调整制水工艺, 实现加药量精准控制, 确保出厂水达标。在供水管网, 智能水表与压力传感器构建起庞大的监测网络, 实时监测管网压力与流量变化, 通过大数据分析精准定位漏损点, 减少水资源浪费; 同时, 依据用水需求预测模型, 智



能调配供水，保障城市供水稳定<sup>[1]</sup>。

### （二）排水系统智能监控与应急管理应用

排水系统的智能化管理有效提升了城市排水效率与应急能力。遍布城市的液位传感器、雨量传感器如同“神经末梢”，实时感知排水管网水位与降雨量，将数据实时传输至控制中心。智能监控平台基于这些数据，结合城市地理信息系统（GIS），动态展示排水管网运行状态，提前预测内涝风险。遇到强降雨等极端天气时，系统自动分析各排水泵站的运行参数，智能调控水泵启停与排水流量，实现排水系统的高效调度。此外，视频监控与图像识别技术实时监测排水口、检查井等关键部位，及时发现违规排放、异物堵塞等问题，保障排水系统畅通。

### （三）污水处理环节智能化运行管理应用

在污水处理环节，智能化技术助力实现高效、节能的处理过程。各类水质传感器实时监测进水、处理中及出水的水质指标，如化学需氧量（COD）、氨氮、总磷等，为工艺调整提供数据支撑。智能控制系统根据水质变化，自动调节污水处理设备运行参数，如曝气时间、污泥回流比等，优化处理工艺，提高污水处理效率与质量。同时，通过对污水处理过程数据的深度分析，预测设备故障风险，提前制定维护计划，减少设备停机时间。此外，智能化管理系统还能对污水处理过程中的能源消耗进行实时监测与分析，通过优化运行策略，降低能耗，实现节能减排目标。

## 二、智能化技术应用于市政工程给排水管理的优势

### （一）提升管理效率与决策科学性

智能化技术显著提升了市政给排水管理效率与决策科学性。传统管理依赖人工巡检与经验判断，效率低且准确性差，例如人工巡检需耗费大量人力、时间，难以覆盖庞大的管网系统，且易出现漏检、误判情况。而智能化系统通过物联网传感器实现数据自动采集与实时传输，管理人员可远程、实时掌握给排水系统运行状态，减少人工巡检成本与时间。大数据分析与人机智能算法对海量数据进行深度挖掘，能够预测用水需求、设备故障、水质变化等趋势，为管理决策提供科学依据。以供水调度为例，通过分析历史用水数据，结合天气、节假日等影响因素，可精准预测未来用水高峰，提前制定供水调度方案；依据设备运行数据，利用机器学习算法预判故障发生概率，安排预防性维护，避免突发故障。此外，智能化管理系统还能自动生成各类报表，为管理决策提供可视化的数据支持，使管理决策从“经验驱动”转向“数据驱动”，大幅提升管理效率与科学性。

### （二）实现资源优化配置与节能降耗

智能化技术助力市政给排水系统实现资源优化配置与节能降耗。在供水方面，通过智能监测与精准调度，合理分配水资源，避免供水不足或浪费现象，提高水资源利用效率。例如，智能水表能实时监测各区域用水情况，根据不同区域、不同时段的用水需求，动态调整供水压力与流量，减少管网漏损，部分城市通过智能供水系统使管网漏损率降低15%以上。在排水与污水处理环节，智能控制系统根据实际情况优化设备运行参数，如在污水处

理厂，依据进水水质自动调整曝气强度，在保证处理效果的同时降低能耗；排水泵站根据降雨量与管网水位智能启停水泵，避免能源浪费。此外，智能化管理系统还能对能源消耗进行实时监测与分析，通过建立能耗模型，找出高耗能环节，为节能优化提供方向。例如，通过优化污水处理厂的设备运行时序，可降低整体能耗10%–15%，实现资源的高效利用与成本降低。

### （三）增强系统安全性与稳定性

智能化技术为市政给排水系统的安全稳定运行提供了有力保障。实时监测与预警功能能够及时发现水质异常、设备故障、管网漏损等问题，将安全隐患消除在萌芽状态。例如，当供水管网压力骤降或水质出现污染迹象时，系统立即发出预警，通知相关人员采取措施，防止供水事故发生。智能监控平台对排水系统进行实时监控，提前预测内涝风险，并启动应急响应机制，保障城市排水安全。在污水处理厂，智能化运行管理系统确保处理设备稳定运行，出水水质达标，避免因处理不当对环境造成污染。同时，智能化技术还能通过数据备份与恢复、网络安全防护等措施，保障系统数据安全，增强系统的稳定性与可靠性<sup>[2]</sup>。

## 三、智能化技术在市政工程给排水管理中面临的挑战

### （一）技术层面的兼容性与数据安全问题

智能化技术在中面临技术兼容性与数据安全难题。市政给排水系统涉及众多设备与子系统，不同厂商生产的设备和系统在通信协议、数据格式等方面存在差异，导致系统之间难以实现互联互通与数据共享，形成“信息孤岛”，增加了系统集成与运维难度。同时，随着智能化程度提高，大量涉及城市供水安全、居民用水隐私等敏感数据在网络中传输与存储，面临数据泄露、恶意攻击等安全风险。例如，黑客可能入侵智能监测设备，篡改水质数据或控制设备运行，威胁城市供水安全；数据传输过程中的漏洞也可能导致居民用水信息泄露，侵犯用户隐私。

### （二）建设与运维的成本压力与资金难题

智能化系统的建设与运维成本高昂，给市政给排水管理带来较大资金压力。智能化设备采购、安装调试、系统开发等建设成本较高，且部分核心技术与设备依赖进口，进一步增加了建设费用。在运维阶段，设备维护、软件升级、数据存储与处理等都需要持续投入资金。此外，智能化系统的更新换代速度快，为保持系统先进性，需不断进行技术升级与设备更换，这对地方财政与管理部门的资金筹措能力提出了更高要求<sup>[3]</sup>。对于一些经济欠发达地区，有限的资金难以支撑智能化系统的建设与运维，限制了智能化技术在市政给排水管理中的推广应用。

### （三）专业人才短缺与管理理念滞后困境

专业人才短缺与管理理念滞后制约着智能化技术在市政给排水管理中的应用效果。智能化技术涉及物联网、大数据、人工智能等多领域知识，需要既懂给排水专业知识，又掌握信息技术的复合型人才。然而，目前相关专业人才培养体系尚不完善，高校学科设置与企业实际需求脱节，导致市场上此类人才供不应求。现有管理人员普遍缺乏智能化管理理念与技术能力，对智能化系

统的操作、维护与数据分析不熟悉，难以充分发挥智能化技术优势。此外，部分管理部门对智能化技术的重要性认识不足，管理理念仍停留在传统模式，缺乏创新意识与变革动力，影响了智能化技术在市政给排水管理中的应用与发展。

## 四、智能化技术在市政工程给排水管理中的发展前景

### （一）智能化技术的创新发展趋势

未来，智能化技术将在市政给排水管理领域不断创新发展。在传感器技术方面，将研发出更精准、更智能、更低功耗的传感器，实现对水质、水量、设备状态等参数的高精度监测；同时，传感器将向微型化、集成化方向发展，便于在复杂环境中部署。大数据与人工智能算法将更加先进，能够实现对海量数据的实时处理与深度分析，提高预测准确性与决策科学性。此外，边缘计算技术将得到广泛应用，在数据采集端进行数据预处理，减少数据传输压力，提高系统响应速度，使智能化管理更加高效、智能<sup>[4]</sup>。

### （二）与其他领域技术的融合应用展望

智能化技术将与其他领域技术深度融合，拓展在市政给排水管理中的应用场景。与 5G 技术融合，实现数据的高速、稳定传输，支持远程实时监控与设备控制，提升智能化管理的实时性与可靠性；与数字孪生技术结合，构建市政给排水系统的虚拟模型，通过对物理系统的实时映射与仿真分析，为系统规划、建设、运维提供可视化决策支持；与区块链技术融合，保障数据的真实性、完整性与安全性，实现数据共享与溯源，促进不同部门之间的数据信任与协同。此外，智能化技术还将与城市其他智能

化系统，如智慧城市管理平台、交通智能系统等进行融合，实现城市基础设施的协同管理与资源优化配置。

### （三）市政给排水智能化管理的未来模式构想

未来，市政给排水智能化管理将形成更加完善、高效的模式。通过构建统一的智能化管理平台，整合供水、排水、污水处理等各环节数据，实现全流程一体化管理。管理人员可通过该平台实时监控运行状态，进行智能决策与远程调控；同时，平台还将为公众提供用水信息查询、故障报修等服务，实现管理部门与公众的互动。此外，智能化管理将更加注重绿色、可持续发展，通过优化资源配置、降低能耗、减少污染排放，实现市政给排水系统的生态化运行。随着技术发展与管理模式创新，市政给排水智能化管理将为城市建设与发展提供坚实保障，助力打造更加智慧、宜居的城市环境。

## 五、结论

智能化技术为市政工程给排水管理带来了革命性变革，在提升管理效率、优化资源配置、保障系统安全等方面展现出显著优势。尽管目前面临技术、成本、人才等诸多挑战，但随着技术创新发展、多领域融合推进以及管理理念更新，智能化技术必将在市政给排水管理中发挥更大作用。未来，市政给排水智能化管理将朝着更加高效、智能、绿色的方向发展，成为城市智慧化建设的重要支撑，为城市的可持续发展与居民的美好生活提供坚实保障。

## 参考文献

- [1] 李明山, 张帆. 智能化技术在市政给排水工程中的应用研究 [J]. 新城建科技, 2024, 34(03): 34-36.
- [2] 王存健, 陈超. 建筑给排水工程中智能化技术的应用研究 [J]. 水上安全, 2024, (15): 70-72.
- [3] 靖翔. 建筑智能化技术在建筑给排水工程中的应用 [J]. 工程技术研究, 2024, 9(06): 228-230.
- [4] 张超. 智能化技术在建筑给排水工程中的应用 [J]. 工程建设与设计, 2022, (10): 119-122.

# 林草工程的实施原则及技术分析

王晓

内蒙古乌兰察布市察右后旗林业和草原局林业保护站, 内蒙古 乌兰察布 012000

DOI:10.61369/UAID.2025040007

**摘 要 :** 在国内的小流域管理中, 林草工程是一种常用的水土保持手段, 它可以利用先进的科技, 为土壤环境的修复, 提出一种既经济又合理的保护方法, 同时也能起到很好的辅助作用。探讨了在林业和草原建设过程中所要遵守的执行原理, 并根据具体区域的具体实施状况, 对其具体运用成效进行了分析, 以提高国家在林业和草原建设中的工作效能, 为林业和草原项目的规划和设计工作的成效提供技术支撑。

**关 键 词 :** 林草工程; 实施原则; 技术

## Implementation Principle and Technical Analysis of Forest and Grass Engineering

Wang Xiao

Inner Mongolia Ulanqab Chayouqianqi Forestry and Grassland Bureau Forestry Protection Office, Ulanqab, Inner Mongolia 012000

**Abstract :** In the management of small watersheds in China, forest and grass engineering is a commonly used means of soil and water conservation. It can use advanced technology to propose an economical and reasonable protection method for the restoration of soil environment, and at the same time it can play a very good auxiliary role. This paper discusses the implementation principles to be observed in the process of forestry and grassland construction, and analyzes its specific application effect according to the specific implementation situation in specific regions, so as to improve the working efficiency of the state in forestry and grassland construction and provide technical support for the planning and design of forestry and grassland projects.

**Keywords :** forestry and grass engineering; principles of implementation; technology

林草工程的实施原则以“生态优先、自然恢复为主”为核心, 这一理念贯穿于我国多项生态保护修复政策与实践中。

### 一、林草工程的实施原则

1. 生态优先, 自然恢复为主。林草工程的实施原则以“生态优先、自然恢复为主”为核心, 这一理念贯穿于我国多项生态保护修复政策与实践中, 政策框架与核心理念, 生命共同体理念, 山水林田湖草被视为有机整体, 强调系统性治理。例如《山水林田湖草生态保护修复工程指南》明确提出“自然恢复为主、人工修复为辅”的原则, 要求统筹自然地理单元进行整体修复。天然林保护制度, 《天然林保护修复制度方案》要求遵循天然林演替规律, 以自然恢复为主、人工促进为辅, 注重培育乡土树种, 提升森林质量。技术路径与实践案例, 科学修复方法, 草原修复: 通过“围封禁牧+人工种草+自然恢复”模式, 如巴林右旗查干沐沦苏木项目, 优选耐旱草种结合免耕播种, 实现退化草原快速恢复<sup>[1]</sup>。矿山修复: 东堡社区采用自然修复与人工干预结合, 严守污染风险底线, 确保土壤环境质量达标。森林质量提升, 通过天然林“保留木”群落结构恢复技术, 模拟自然演替过程, 促进退

化天然林生态功能提升, 原则的深化与保障。法律与制度支撑, 《森林法》明确天然林全面保护制度, 《草原保护修复若干意见》提出“宜林则林、宜草则草”的差异化策略。经济与生态平衡, 坚持“生态为民”, 如草原修复中统筹草畜平衡, 推动绿色发展, 保障农牧民权益。

2. 科学规划与因地制宜。林草工程的实施需遵循科学规划与因地制宜原则, 其核心在于统筹生态保护与区域发展需求, 科学规划原则, 系统治理: 坚持山水林田湖草沙一体化保护修复, 打破条块分割管理模式, 建立跨区域、多部门协同机制。例如, 通过《山水林田湖草生态保护修复工程指南》明确工程实施需遵循自然规律, 采用“一张图”制度统筹生态空间布局。以水定绿: 根据水资源承载力确定植被类型, 降水量400毫米以上地区优先恢复乔木林, 以下区域则以灌草为主<sup>[2]</sup>。三北工程通过科学绿化提升森林覆盖率至13.57%, 显著改善区域生态。质量优先: 推行森林可持续经营, 优化树种结构, 如将单一纯林改造为混交林, 并加强退化林修复技术应用。因地制宜原则, 适地适绿: 根据立



地条件选择植被类型，如沙化地区采用“工程+生物”措施配置防风固沙林带，农区草地可种植带状乔木林。通过“宜林则林、宜草则草”策略，构建北方生态屏障。乡土物种优先：优先选用本地树种草种，如阿里地区通过高原适应性植被恢复实现生态与经济双赢。产业融合：结合区域特色发展林草产业，如油茶、林下经济等，推动生态效益与民生改善协同。实施保障，动态监管：通过国土绿化落地上图入库管理，实现全过程质量监测。

3. 统筹综合治理。林草工程的实施原则以统筹综合治理为核心，系统治理原则，坚持山水林田湖草沙一体化保护和修复，强调生态系统的整体性、协同性。例如省通过六大重点工程统筹源头区、上中游、左右岸的森林、湿地及生物多样性治理，内蒙古则结合国家重大区域战略推进沙地系统治理。党政主导与责任落实，全面推行林长制，构建党政同责、属地负责的机制。省级设立总林长，市县乡分级落实责任，将森林覆盖率、草原植被盖度等纳入考核指标。县还通过项目库管理制度明确“谁主管、谁负责”的责任链条。科学分类施策，根据区域特点差异化治理，如“宜林则林、宜草则草”<sup>[3]</sup>。针对浑善达克、科尔沁等沙地实施专项治理，而林业工程项目管理强调需结合可行性研究制定技术方案。保护与惠民并重，既通过最严格的制度保护生态资源（如打击破坏沙区植被行为），又推动生态产业化，满足群众对生态产品的需求。

4. 经济合理与效益综合。林草工程的实施需遵循经济合理与效益综合原则，生态优先与可持续发展，生态保护底线：项目实施必须确保生态环境不受破坏，优先采用水土保持技术（如林草工程）治理土地退化问题。分类经营：通过森林分类经营（如生态林与经济林划分）实现资源高效利用，兼顾生物多样性保护与经济效益。经济合理性与技术优化，成本控制：采用先进技术（如小流域治理中的林草工程）降低治理成本，提升工程性价比。集约化发展：推动林下经济（种植、养殖、景观利用）向规模化、标准化转型，提高单位面积产值。效益综合评估，三效统一：通过林长制等管理机制，统筹生态效益（如碳汇能力）、经济效益（如林产品收入）和社会效益（如就业带动）。碳汇开发：科学评估林草碳汇的额外性，将可交易碳汇纳入经济收益体系，同时巩固生态公益性。政策与市场协同，要素保障：通过林地定额管理、天然林利用标准等政策，平衡项目落地需求与资源保护。产业融合：结合生态旅游、康养等新业态，拓展林草资源的多维价值。

## 二、林草工程实施的关键技术

1. 树种与草种选择。林草工程实施中的树种与草种选择是生态修复的核心环节，需结合地域特征与工程目标进行科学规划。树种选择原则，适应性优先：需根据当地气候、土壤及水资源条件选择抗逆性强的乡土树种，如西北地区宜选用耐旱的樟子松、沙棘等。混交种植可提升林分抗病虫害能力，例如阔叶树与针叶树搭配，良种推广：国家重点林木良种基地已优化供应结构，新增乡土树种和珍贵树种75个，如“中林育系列”野牛草等品种在

抗逆性和生态修复中表现突出。草种选育技术，品种审定：需通过区域试验验证草种特异性，如云南省要求多年生草种至少3个生长周期试验数据，并提交特征标准谱。生态修复应用：针对退化草原，选育抗沙化、盐碱化品种如“中科10号”羊草，其原种繁育示范基地已超1000亩。国产草种自给率达70%，绿化草种以羊茅、结缕草为主。配套技术措施，集约化种植：通过地形梯度和土壤分区实现高效种植。抚育管理：透光伐需保留郁闭度不低于0.6，并定期调整林分结构。通过上述技术组合，可显著提升林草工程的生态效益与可持续性。

2. 施工流程。（1）前期准备：林草工程的前期准备是项目实施的基础环节，需系统规划并落实以下关键技术流程：项目规划与设计，需求分析与选址评估，明确工程目标（如生态修复、防风固沙等），结合土壤、气候、水资源等自然条件进行选址调查。需同步审查《森林法》等政策法规，确保合规性。技术方案制定，包括树种选择、种植密度设计、灌溉系统布局等，需形成详细规划书。预算需涵盖苗木、人工、设备等费用，并预留30%土方余量以应对沉降。团队组建与资源调配，专业团队配置，组建含林业专家、技术人员的项目经理部，负责施工组织与质量控制。人员需通过培训掌握种植技术及安全规范。物资与设备准备，确保苗木无病虫害、肥料合格，机械需检修完毕。土方施工前需计算挖填量，优化运输路线以减少成本。现场勘查与放线，场地测量与标高确定，以建筑为参照物复核基准点，使用全站仪精准放线，确保地形符合设计曲线。问题预判与沟通，对图纸异议及时与设计方、甲方协调，避免后期返工<sup>[4]</sup>。需同步制定应急预案（如极端天气应对）。施工计划编制，依据任务量、工期及预算，制定进度表并划分阶段目标（如整地、种植、养护）。关键节点需设置质量检查环节。通过以上流程，可确保林草工程前期准备的科学性与可操作性，为后续施工奠定坚实基础。（2）实施阶段：林草工程的实施阶段是项目建设的核心环节，涉及多项关键技术施工流程，施工准备阶段，技术交底与场地勘查，需组织设计、施工方对图纸进行联合审查，明确地形处理、植被配置等技术要点，并通过全站仪等设备完成场地放线。土壤改良，通过深翻、施肥（如有机肥）及pH值调节，提升土壤肥力，为后续种植奠定基础。主体施工流程，植被种植，乔木/灌木：按设计密度定点种植，需带土球移植并支撑固定。地被与草坪：采用撒播或铺卷方式，确保覆土均匀并压实。配套工程，同步建设灌溉系统（滴灌/喷灌）、排水沟及园路，管线预埋需避开根系生长区。质量控制要点，苗木验收：核查规格、冠幅及检疫证明。施工监测：定期检查土壤墒情、植被成活率，及时补植。以上流程需严格遵循设计规范，并结合现场条件动态调整。（3）验收与维护：林草工程的实施关键技术施工流程、验收与维护是一个系统性工程，需结合科学规划与严格管理。施工关键技术流程，前期准备，土地整理：包括清理地表杂物、平整土地及土壤改良（如施肥、深耕）。苗木选择：根据气候、土壤条件选择适生树种，确保苗木无病虫害且规格达标。种植施工，栽植技术：按规划密度挖穴、定植，乔木需设置支撑并浇透定根水。辅助设施：同步建设灌溉系统、防护设施（如围栏）。后期养护，定期维护：包括浇



水、施肥、除草及病虫害防治，持续1-3年直至植被稳定。验收流程，验收准备，整理项目合同、设计图纸、施工记录等资料，组建专家验收小组。现场评估，植被检查：测量成活率、生长指标（高度、冠幅等）。设施测试：验证灌溉系统、土壤改良效果是否符合设计要求。验收报告，汇总问题清单并提出整改要求，通过后签署验收文件。维护管理，长期监测：定期检查植被健康状况及设施运行情况，及时补植或修复。档案管理：记录养护日志，为后续项目提供数据支持。通过以上流程，可确保林草工程从实施到维护的全周期质量，实现生态效益最大化。

3.质量控制与安全措施。关键技术质量控制，整地技术，根据地形选择穴状（山地）、带状（缓坡）或鱼鳞坑整地方式，改善土壤结构并保护原生植被。机械整地需清除地面杂物，化学处理残留杂质，确保土壤透水性。种植技术，树种选择：优先选用乡土树种，适地适树，合理密植（按树种特性及培育目标确定间距）。栽植时机：春季土壤解冻后或雨季湿润时进行，确保根系舒展并分层填土。特殊处理：珍贵树种需树冠喷雾、树干保湿；竹类种植深度可略深5~10cm。土壤与验收管理，种植土需符合标准，土层厚度按植物类型调整（如深根乔木需150cm）。验收时检查苗木规格、土球完整性及量化指标（如乔木需满足高度、胸径等5项指标）。安全控制措施，施工现场安全，陡坡作业使用安全绳，工具佩戴防滑手套；机械操作需持证上岗并定期检查。设置防火隔离带，严禁吸烟，配备消防设施及急救设备<sup>[5]</sup>。生态保护，保留原生植被带，开挖排水沟防止水土流失；施工废弃物需零污染排放。控制施工对周边生态的影响，如采用汇集径流整地技术减少破坏。综合管理措施，监理与培训：定期组织安全演练，加强施工人员安全意识；监理需复核地形、土壤及种植穴质量。技术优化：引进先进设备提升效率，如化学清理杂质或机械

整地。通过上述措施，可确保林草工程的质量与安全，实现生态与工程效益的双重目标。

### 三、管理规范

1.实施基本原则。科学性：遵循自然规律和林业发展规律，采用先进科技手段进行生态修复和资源管理。例如山水林田湖草工程需坚持自然恢复为主，因地制宜选择修复方式。规范性：建立完善制度体系，包括林地用途管制、项目库管理、审核审批流程等。如永善县明确要求项目实行“谁主管、谁负责”责任制，并建立公示制度。效益协调：注重经济、生态和社会效益的统一，如欠发达国有林场项目需突出乡村振兴成效。参与性：鼓励政府、企业、社会多方参与，形成共建机制。

2.核心管理规范。项目全周期管理，前期：需进行林草影响评价，办理用地规划许可。涉及自然保护区时，严格限制不符合主体功能的建设项目。实施：实行职能股室负责制，明确建设标准和质量要求。临时用地需制定植被恢复方案。验收：建立绩效评价体系，与后续资金分配挂钩。资源保护制度，推行林长制，落实森林资源资产离任审计。天然林实行全面保护，禁止商业性采伐。草原征占用需符合生态红线要求，并取得所有者同意。特殊情形处理，耕地与林地重叠区域需按“三调”成果分类管理。重大基础设施项目若无法避让限制使用林地，需进行充分选址论证。

总之，通过分级管理、权责统一和严格奖惩等机制保障实施，各地可结合实际情况制定细则，对欠发达国有林场项目实行“四到县”原则，细化草原征占用分类管控。

### 参考文献

- [1] 张华. 浅谈林草工程的实施原则及技术 [J]. 科学技术创新 .2019, (17)33-35.
- [2] 梁宏宇. 林草工程的实施原则及技术探讨 [J]. 科技创新与应用 .2017, (14)144-146.
- [3] 王浩宇. 关于林草工程的实施原则及技术研究 [J]. 花卉 .2015, (24)221-223.
- [4] 刘晓丽. 分析林草工程的实施原则与技术探讨 [J]. 农村实用技术 .2022, (1)55-57.
- [5] 赵晓燕. 探讨林草工程的实施原则及技术分析 [J]. 现代园艺 .2025, 48(1)113-115.

# 智能建造技术与项目管理融合下的资源优化配置研究 ——以南充智能建造试点项目为例

王强<sup>1</sup>, 李秋虹<sup>1</sup>, 李茂尧<sup>1</sup>, 尤冬梅<sup>1</sup>, 张勇<sup>1</sup>, 谭家伟<sup>2</sup>

1.南充职业技术学院, 四川 南充 637000

2. 中交建筑集团有限公司, 北京 100007

DOI:10.61369/UAID.2025040012

**摘 要 :** 国家大力推行智能建造和建筑工业化协同发展之际, 智能建造技术和项目管理的结合成了建筑业转型升级的核心方向, 本文以南充“川东北金融中心项目”“南充市医学科学产业园建设项目”等智能建造试点项目为研究对象, 借助文献综述、案例剖析、实证研究等方法, 探究两者融合后资源优化配置的现状、意义与策略, 经研究可知, 当下南充智能建造试点的技术应用已经覆盖 BIM、物联网等主要领域, 但在融合的深度、资源配置的效率等方面依然存在优化的空间, 本文给出了技术融合赋能、管理机制优化、资源动态调配三大策略, 给区域智能建造项目达成成本控制、效率改善、质量保证赋予实际参考, 助推建筑业向绿色化、高效化转型。

**关 键 词 :** 智能建造技术; 项目管理融合; 资源优化配置

## Research on Resource Optimization Allocation under the Integration of Intelligent Construction Technology and Project Management—A Case Study of Nanchong Intelligent Construction Pilot Project

Wang Qiang<sup>1</sup>, Li Qiuhong<sup>1</sup>, Li Maoyao<sup>1</sup>, You Dongmei<sup>1</sup>, Zhang Yong<sup>1</sup>, Tan Jiawei<sup>2</sup>

1. Nanchong Vocational and Technical College, Nanchong, Sichuan 637000

2. China Communications Construction Construction Group Co., Ltd., Beijing 100007

**Abstract :** As China vigorously promotes the coordinated development of intelligent construction and industrialized construction, the integration of smart construction technologies with project management has become a core direction for the transformation and upgrading of the construction industry. This paper takes pilot projects such as the "Northeast Sichuan Financial Center Project" and the "Nanchong Medical Science Industrial Park Construction Project" in Nanchong as research subjects. Through methods including literature review, case analysis, and empirical research, it explores the current status, significance, and strategies for optimizing resource allocation after their integration. The study reveals that Nanchong's current intelligent construction pilot projects have already covered major fields such as BIM and the Internet of Things. However, there remains room for improvement in aspects like integration depth and resource allocation efficiency. The paper proposes three strategies: empowering through technological integration, optimizing management mechanisms, and dynamically allocating resources. These provide practical references for regional intelligent construction projects to achieve cost control, efficiency improvement, and quality assurance, thereby promoting the green and efficient transformation of the construction industry.

**Keywords :** intelligent construction technology; project management integration; resource optimization allocation

## 引言

近些年来, 国家住建部陆续出台了《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》《“十四五”建筑业发展规划》等文件, 明确通过数字化、智能化推动建筑业高质量发展。四川省积极响应, 2024年共确定了49个智能建造试点项目, 横跨11个市州, 南充作

课题信息: 本文为南充市社会科学研究“十四五”规划2025年度项目“NC25B148”(项目编号)的阶段性成果, 其中智能建造技术与项目管理融合下的资源优化配置研究——以南充智能建造试点项目为例为课题名称。

作者简介: 王强(1987.12—), 男, 汉族, 四川彭州人, 大学本科, 讲师, 从事的研究方向: 土木工程、智能建造。邮箱: 362799989@qq.com。

为川东北区域中心城市被选中，南充7219家建筑企业的产业基础使得试点推进有了坚实的根基。智能建造技术与项目管理的融合，即所谓两者的融合对于资源的优化调配起着关键的作用，但当前不同地区存在的经济水平、技术推进、管理模式等方面的差异导致了资源的浪费以及协同上的不足。所以本文要将本地方具体真实的致力于融合与发展的南充试点项目作为重点展开深入研究，并针对在此种情境下融合之后会存在资源的分配的开展深入分析并给出对应的合理优化方向与路径，从而为类似的地方乃至全国范围内的建设领域智能转型工作有所参考借鉴。

## 一、智能建造与项目管理融合及资源配置现状

### （一）政策驱动下智能建造试点的扩展与质量提升

国家和省层面不断加码，给智能建造发展给出明确导向，2020年以来，住建部《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》等文件搭建起全国范围的发展框架，2024年四川省《2024年全省推进智能建造与装配式建筑发展工作要点》把落实的途径具体化，把试点从4个重点城市扩到11个市，数量从30个扩到49个，既有试点规模又有试点范围的双重突破，成都达到51%，南充占5%<sup>[1]</sup>。虽然规模不如成都，但它作为川东北区域的中心城市，靠汽车汽配，油气化工，丝纺服装等产业的成熟资源储备，加上7219个建筑企业的产业资源，朝“川东北金融中心项目”“南充市医学科学产业园建设项目”等项目前进。政策红利除了带来资金扶持和技术指导外，还点燃了本地建筑企业的参与热情，不少企业成立了专门的团队，投身智能建造的实践，试点项目在技术应用、管理模式上的探索越来越深入，为资源的优化配置打下了扎实的政策基础和产业环境。

### （二）试点项目中核心技术的应用实现

南充试点项目已普遍融入BIM，物联网，大数据，云计算，人工智能等技术，而且在实际场景中做到了规模化应用，BIM技术是信息集成的核心，川东北金融中心项目利用BIM技术完成了建筑，结构，机电等多专业的三维建模，经由虚拟碰撞检测提前识别出30多个设计冲突，削减了施工阶段的材料浪费和工期延误，物联网技术在医学科学产业园建设项目中安装了超过200个传感器，对施工机械的运转情况，材料库存以及现场环境数据进行实时监控，使得资源使用的误差控制在5%以内，从而提升了资源使用的精确度。大数据和云计算构建起项目数据处理中心，把施工进度，成本支出，质量检测等多方面数据统一起来，给资源分配供应了量化决策的依据，人工智能凭借对南充地区近5年智能建造项目的历史数据进行分析，改良了混凝土浇筑，钢筋加工等关键工序的资源调度计划，施工效率提升了15%以上，技术应用已由单一试点转为多场景覆盖，变成试点项目提升资源利用效率的重要支撑<sup>[2]</sup>。

### （三）融合中资源配置的现存问题

虽然试点项目取得一定成果，不过智能建造技术同项目管理的融合还碰到不少困难，其一，技术与管理协同不够，有些项目出现“重视技术应用，轻视管理适配”的现象，比如某试点项目引进了先进的BIM协同平台，但没有相应的管理流程和责任划分机制，致使平台的数据更新迟缓，技术优势难以完全变成资源配置效率，工期延后10天，成本超支8%；其二，资源配置不均衡，

人力资源方面，南充本地建筑企业中既懂智能技术又通项目管理的复合型人才所占比例不到3%，核心技术岗位大多依靠外地引进，材料与设备资源方面，受区域物流网络和供应商布局限制，部分特种建材调度周期长达15天，大型施工设备重复采购率高达12%，资源闲置和短缺同时发生。第三，数据共享机制不完善，设计单位、施工企业、监理机构等参与方的数据格式不统一，没有跨主体的共享协议，造成资源需求预测误差较大，影响了资源动态调配的及时性、精准性，制约了资源优化配置的整体效果<sup>[3]</sup>。

## 二、智能建造与项目管理融合下资源优化配置的研究意义

### （一）智能建造与项目管理理论体系的完善构建

当下学界针对智能建造技术同项目管理融合的探究尚处于探索阶段，既有成果多集中于单一技术应用或者通用管理模式，缺少结合中西部区域特色的实证分析，尤其对川东北这类经济水平中等，产业基础较为雄厚的区域关注不够，本研究以南充试点项目为载体，深入剖析智能建造技术同项目管理融合的内在机制，着重展现技术赋能，管理适配，资源适配三者的互动逻辑，形成“技术－管理－资源”三维融合模型。研究冲破传统研究中“重技术轻管理”“重通用轻区域”的局限，给智能建造同项目管理交叉领域的研究给予新视角和新方法，经由剖析南充地域资源禀赋与智能建造的契合度，充实了建筑业智能化转型的理论内涵，推动项目管理现代化的理论发展，为多学科交叉应用给予有益借鉴，填补了区域化智能建造资源配置理论的空白。

### （二）智能建造项目实践的优化指导

南充试点项目包含商业综合体（川东北金融中心）、产业园区（医学科学产业园）等不同类型的建设工程，其在资源配置方面的经验与痛点具有典型代表性，通过研究总结出的资源优化配置策略，可为建筑企业给予可操作的实践指引，具体解决技术融合不深、资源浪费严重、协同效率低下等实际问题，比如针对技术与管理脱节的问题，提出的“技术工具＋管理流程”双适配方案，可直接应用到南充后续的智能建造项目当中，针对资源调度不畅的问题，设计的区域资源共享机制，能有效缩短建材供应周期，降低设备闲置率。而且，研究成果会借助量化指标（比如成本降低比例，工期缩短时长，资源利用率提升幅度）来验证优化效果，这样可以帮助企业精确把握资源配置方向，实现项目进度，成本，质量，安全的协同管控，提升项目整体效益，给同类项目给予可复制，可推广的实践模板。

### （三）推动区域建筑业高质量发展

南充作为川东北区域中心城市，建筑业总量居全省第3位，2023年建筑业产值占区域 GDP 的12.8%，建筑业智能化转型对区域经济发展具有重要的拉动效应，本研究推动智能建造技术和项目管理深度融合，能够带动南充建筑业向工业化、智能化、绿色化转型，预计南充智能建造技术应用后可带动区域建筑企业生产效率提升20%以上、单位产值能耗降低18%，使区域建筑产业的核心竞争力显著提升，推动南充建筑业智能化转型发展。本研究的研究成果也为政府制定有关智能建造的扶持政策提供了参考，如针对复合型人才短缺问题的有关人才培养计划，针对因资源配置不足导致的区域物流问题有关的区域物流优化等，使南充区域资源更优化分配。

## 三、智能建造与项目管理融合下的资源优化配置策略

### （一）技术融合赋能，构建一体化智能管理平台

以数据为核心，把 BIM，物联网，大数据，AI 等技术结合起来，打造“数据层-应用层-决策层”三级架构的南充智能建造一体化管理平台，数据层统一数据标准，把设计图纸，施工进度，设备参数，材料库存等多方面数据及时采集并保存起来，应用层开发资源配置，进度管控，质量监测等功能模块，支持全流程业务在线办理，决策层嵌入 AI 算法模型，给出资源需求预测，调度方案优化等智能建议，依靠平台消除设计、施工、运维等环节的数据壁垒，给资源配置赋予全周期的数据支撑，在设计阶段，经由 BIM 三维建模和虚拟仿真改良构件选型和施工流程，提前避开资源浪费风险、施工阶段，借助物联网传感器实时监控材料消耗，设备运行状况，按照 AI 算法动态调整资源调度计划，做到“需求-供应”精准匹配，运维阶段，凭借大数据分析改良资源维护方案，提升设备和建材的使用年限。并且推动平台与南充区域资源数据库相连接，整合全市建材供应商，设备租赁企业，专业技术人才等资源信息，实现跨项目的资源共享<sup>[4]</sup>。

### （二）优化管理机制，构建协同高效体系

创建起专业复合型的项目管理团队，利用“企业内部培育，高校合作，外部加入”的形式，吸纳智能技术，项目治理，区域资源等不同领域的专业人员，划分出各个岗位在资源配置方面所承担的任务和权限，例如设立“技术-管理”联系专责人员，做技术应用和资源调配的衔接工作，创建“前期安排-中期执行-

后期评定”的管理程序，前期依照项目需求和南充区域的资源状况，借助智能平台的数据剖析功能，制订详尽的资源配置规划，明确人力资源，材料资源，设备资源的需求总量，供应时间，分配计划，中期经过智能平台即时监视资源的利用情况，设定资源超支，浪费预警阈值，尽快发觉并解决设置偏差，比如当某个建材的消耗速度超出预期30%时，就会自动展开供应改正流程，后期用量化指标，像资源利用率，成本把握率，进度达成率，评价资源配置的效果，把经验归纳出来，提升今后的策略。创建供应商合作伙伴关系，同南充本地及周边优质建材供应商，设备租赁企业签署长期战略合作协议，形成稳定的资源供应体系，依靠批量采购，共享库存等方法削减成本，保证资源及时补给，削减资源闲置和短缺现象。

### （三）资源动态调配策略，实现高效精准的配置

创建多层面的任务优先级评价体系，把工期的紧迫性，成本的权重，质量的影响力等指标一起纳入考虑，对项目任务做分级，保证关键路径上的任务得到人力，材料，设备等核心资源，保证项目整体进度。针对人力资源短缺，校企合作，同西华师范大学，南充职业技术学院等本地高校一起创建智能建造实训基地，开设 BIM 应用，智能项目管理等专门课程，定向培养复合型人才，创建区域人才共享机制，由行业协会牵头，把全市建筑企业的技术人才资源整合起来，跨项目调配人才，解决短期的人才缺口。针对材料与设备资源，创建区域资源调度中心，经由智能平台实时更新资源库存和需求信息，做到余缺互相补充，把川东北金融中心项目闲置的钢筋加工设备调配到医学科学产业园项目，削减重复采购和闲置，采用模块化施工，装配式建造之类的新型建造方法，改良建材利用率。

## 四、结束语

综上所述，智能建造技术同项目管理的深度融合，是建筑业迈向高质量发展的必然趋势，资源的优化配置，是二者融合的核心目标和关键成果。本文以南充智能建造试点项目为研究对象，分析当前技术融合与资源配置的现状，阐述了研究的理论和实践意义，提出了技术融合赋能、管理机制优化、资源动态调配的策略。研究显示，通过搭建一体化智能管理平台、构建协同高效的管理体系、实施精准动态的资源调配，可以解决智能建造项目资源配置中的协同不足、效率低下等问题。

## 参考文献

- [1] 吕慧萍. 大数据分析在优化人力资源配置决策中的应用探讨 [J]. 中国经贸导刊, 2024, (18): 202-204.
- [2] 刘学峰, 丁玉贤, 王静波. 基于大数据的土木工程资源优化配置研究 [J]. 数字经济, 2024, (12): 124-126.
- [3] 杜岚, 汪健, 汪浩男. 基于系统动力多目标规划的水资源优化配置方案研究 [J]. 浙江水利水电学院学报, 2024, 36(06): 46-52.
- [4] 王佳乐. 财务管理在医院资源配置中的作用研究 [J]. 中国科技投资, 2024, (36): 77-79.



# BIM与物联网（IoT）融合技术在超高层建筑施工进度动态管控中的应用效果研究

黄健东

广东建鑫投融资住房租赁有限公司，广东 广州 510145

DOI:10.61369/UAID.2025040016

**摘 要：** 为破解超高层建筑施工进度管控的“动态性”与“复杂性”痛点，本文聚焦BIM与物联网（IoT）融合技术的应用展开研究。设计了“实时感知－动态集成－智能管控”闭环的BIM-IoT融合进度动态管控框架，明确其“分层协同”的五层体系结构及多主体信息交互闭环流程，并遵循实时性、协同性、可扩展性、经济性四项设计原则。从机理层面分析融合技术的作用，通过“自动采集＋模型关联”提升进度数据实时性与客观性；依托“三维模型承载实时数据”增强进度状态精确性与可视化；借助“实时触发分析＋多维关联追溯”强化偏差分析及时性与深度；通过“模拟推演＋数据支撑”优化决策科学性与前瞻性，构建“感知－分析－决策”管控闭环。建立覆盖“数据采集－状态感知－偏差分析－决策优化”的多维度评价体系，对比分析显示，融合技术较传统模式显著提升管控效能。研究表明，BIM-IoT融合技术不仅能突破传统进度管控的滞后性、模糊性与经验依赖性，还能推动施工管理模式革新，为建筑行业数字化转型提供重要技术路径。

**关 键 词：** BIM-IoT 融合技术；超高层建筑；施工进度管控；动态管控

## Research on the Application Effectiveness of BIM-IoT Convergence Technology in Dynamic Progress Control of Super-High-Rise Building Construction

Huang Jiandong

Guangdong Jianxin Investment & Financing Housing Leasing Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510145

**Abstract：** To address the challenges of “dynamic nature” and “complexity” in progress control for super-high-rise building construction, this study focuses on the application of BIM-IoT integration technology. A closed-loop BIM-IoT integrated dynamic progress control framework—encompassing “real-time sensing, dynamic integration, and intelligent control”—was designed. This framework clarifies its five-layer “hierarchical collaboration” architecture and multi-stakeholder information interaction closed-loop process, adhering to four design principles: real-time capability, collaboration, scalability, and cost-effectiveness. Analyzing the mechanism of the integrated technology, it enhances the timeliness and objectivity of progress data through “automatic collection + model association”; improves the accuracy and visualization of progress status by “embedding real-time data within 3D models”; Utilizes “real-time triggered analysis + multidimensional correlation tracing” to strengthen the timeliness and depth of deviation analysis; and employs “simulation-based scenario analysis + data-driven support” to optimize the scientific rigor and foresight of decision-making, thereby establishing a “perception-analysis-decision” control loop. A multidimensional evaluation system covering “data collection-status perception-deviation analysis-decision optimization” is established. Comparative analysis demonstrates that the integrated technology significantly enhances control efficiency compared to traditional models. Research indicates that BIM-IoT integration not only overcomes the lag, ambiguity, and experience-reliance of conventional progress control but also drives innovation in construction management models, providing a critical technical pathway for the digital transformation of the construction industry.

**Keywords：** BIM-IoT integration technology; super high-rise buildings; construction progress control; dynamic management

## 引言

当前超高层建筑施工进度管控多依赖人工填报、二维图纸分析与经验决策，存在三大核心痛点，进度数据采集滞后，进度状态感知模糊与偏差分析与决策被动。现有研究多聚焦 BIM 或 IoT 技术在施工管理中的单一应用，对两者融合的系统框架设计、作用机理解析及量化应用效果评价关注不足，导致技术落地缺乏理论支撑与实践指引。基于此，本文以超高层建筑施工进度动态管控为研究对象，系统设计 BIM-IoT 融合管控框架，深入分析其作用机理，构建多维度应用效果评价体系，并通过对比分析验证技术效能。研究成果旨在破解传统进度管控的滞后性、模糊性与经验依赖性，为超高层建筑进度管理提供科学的技术路径，同时为建筑行业数字化转型提供实践参考。

## 一、BIM-IoT 融合的进度动态管控框架设计

### （一）总体设计思路与原则

BIM 与物联网技术在融合应用中各自发挥不同的作用，BIM 实现信息传递和交互共享并形成中心基础数据库，物联网将采集、传输与接收来的信息与 BIM 数据库中的实体相连接<sup>[1]</sup>。超高层施工进度管控的核心痛点在于其“动态性”与“复杂性”，传统方法难以应对。为此，BIM-IoT 融合框架需构建一个“实时感知-动态集成-智能管控”的闭环系统，其核心是以“进度数据流”为纽带，通过 IoT 打通现场实体与 BIM 虚拟模型的实时映射，并以“动态协同”打破各方信息壁垒，实现数据共享与协同决策，同时框架设计必须适配超高层高空作业等特殊场景<sup>[2]</sup>。为保障其科学性与实用性，设计需遵循四项原则，数据采集频率要匹配关键工序的实时性；支持多方权限交互的协同性；兼容未来技术与项目配置的可扩展性；以及在关键线路投入高精度设备、非关键工序采用低成本方案的经济性。

### （二）融合框架的体系结构

基于“分层协同”理念，融合框架构建了五层体系结构以适配超高层施工场景。感知层利用 RFID、振动传感器、GPS 及移动端 APP 等设备，结合抗强风、远距离识别等技术，实时采集实体、环境及人工上报的进度数据<sup>[3]</sup>。网络层融合 5G、LoRa、Wi-Fi 等技术，并通过部署中继器解决超高层垂直信号衰减问题，确保数据可靠传输<sup>[4]</sup>。数据层运用关系型与时序数据库，通过 ETL 工具和统一的数据标准，对 BIM 与 IoT 数据进行清洗、存储与融合。平台层作为核心枢纽，通过 API 接口和 IFC 标准集成 BIM 与 IoT 平台，实现“进度-模型”实时联动，如构件安装后自动更新模型状态<sup>[5]</sup>。应用层则将数据转化为实时进度跟踪、自动偏差预警和多方协同决策等功能，并内置算法动态识别关键线路，确保管控重点与施工实际同步。

### （三）融合框架下的信息交互流程

融合框架的信息交互以“现场数据驱动模型更新，模型反馈指导现场管控”为核心逻辑，形成一个贯穿多主体的闭环流程<sup>[6]</sup>。流程始于现场，通过 RFID、传感器及移动 APP 等工具实时采集工序、设备与环境数据并上传；随后系统对原始数据进行清洗、标准化处理，将构件 ID 等关键信息与 BIM 模型精准匹配，关联计划与实际进度。平台层将实际数据写入 BIM 模型，自动更新构件状态与进度视图，对比计算偏差并触发带模型定位的预警<sup>[7]</sup>。各参与方基于融合数据在平台上协同决策，新计划自动同步至各方并更新 BIM 模拟，从而实现“现场数据实时入模-模型

动态反映实际-偏差及时预警-决策快速落地”的闭环管控。

## 二、融合技术对进度动态管控的作用机理分析

### （一）提升进度数据采集的实时性与客观性

针对超高层施工进度数据“动态高频”与“多源异构”的特征，传统人工采集模式存在滞后性与主观性<sup>[8]</sup>。BIM 与 IoT 融合技术通过“感知设备自动采集+模型实时关联”的机制，从根源上突破此局限，IoT 技术利用 RFID、传感器等构建分布式网络，实现构件安装、设备运行等数据的“秒级采集”并直连数据中心，避免人工延迟；BIM 技术则为数据赋予空间属性与逻辑关联，将采集数据自动写入模型，与计划信息绑定形成可追溯记录，并通过系统校验减少人工虚报。这种“自动采集为主、人工辅助为辅”的模式，将关键工序数据采集延迟缩短至 5 分钟内，准确率提升至 95% 以上。

### （二）增强进度状态感知的精确性与可视化

针对超高层建筑“立体空间复杂、工序交叉密集”导致传统进度感知不直观的问题，BIM 与 IoT 融合通过“三维模型承载实时数据”，实现进度状态的“精确到构件、可视到空间”<sup>[9]</sup>。精确性上，IoT 数据经 BIM 解析，可定位至具体构件与工序单元，解决了大空间下小工序易被忽略的问题。可视化上，BIM 模型根据实时数据动态更新颜色，并生成 4D 进度模拟动画，直观展示空间关系；同时提供分层、分专业的定制视图，满足不同参与方需求。这种模式使进度管控从“抽象文字”转向“具象模型”，状态感知效率提升 40% 以上。

### （三）强化进度偏差分析的及时性与深度

针对超高层施工关键线路多、工序衔接紧密，传统偏差分析响应迟缓且难以追溯根源的问题，融合技术通过“实时触发分析+多维关联追溯”构建深度分析体系。及时性上，系统通过预设阈值自动比对 IoT 实时数据与 BIM 计划，一旦偏差立即在模型中标记并推送预警，将发现时间从“按天计”缩短至“按小时计”。深度上，系统将偏差与塔吊利用率、构件验收记录、环境数据等多维信息联动，并结合 BIM 模型展示其空间关联，追溯根本原因；同时调用历史数据进行聚类分析，探究规律性影响，使分析从“现象描述”深入至“机理探究”。

### （四）优化进度调整决策的科学性与前瞻性

针对超高层进度调整涉及多专业协同、传统决策易引发全局冲突的问题，融合技术通过“模拟推演+数据支撑”实现科学性

调整方案，通过4D模拟展示工序衔接状态，并结合IoT资源数据量化评估各方案的“成本-工期-风险”，为决策提供数据支撑。前瞻性上，系统通过机器学习算法预测后续进度趋势，并关联BIM模型与风险数据库，预判调整方案的潜在影响，使管控从“被动应对”转向“主动预控”。BIM与IoT融合技术通过构建“感知-分析-决策”闭环，从技术层面破解了传统进度管控的滞后性、模糊性与经验依赖性。

### 三、应用效果评价体系构建与分析

#### （一）评价指标体系构建

为科学衡量BIM-IoT融合技术在超高层进度管控中的应用效果，需构建一个以“过程-结果”为主线，覆盖数据采集、状态感知、偏差分析、决策优化四个核心环节的多维度量化评价体系。该体系在数据采集环节，通过数据采集延迟时间、准确率及覆盖度等指标衡量实时性与可靠性；在状态感知环节，利用进度定位精度、模型更新频率和多方认知一致性等指标评估精确性与可视性；在偏差分析环节，聚焦偏差响应时效与归因成功率以评价及时性与深度；在决策优化环节，则通过方案生成时效、调整实施有效率及关键线路风险降低率等指标考量科学性与有效性。辅以工期缩短率与技术投入回报率等综合效益指标，全面评估技术对总工期的影响及其经济可行性。

#### （二）融合技术应用前后效果对比分析

对比传统管控模式，BIM-IoT融合技术在超高层施工中展现出显著价值提升。数据采集层面，技术将人工填报的12-24小时延迟缩短至5分钟内，准确率从70%提升至95%以上，解决了信息滞后与失真问题。状态感知层面，技术将模糊的二维描述转变为精确到构件（±0.5米）的三维可视化，模型更新频率提升，使多方认知一致性大幅改善。偏差分析层面，技术将每周一次的复盘升级为小时级实时预警，并能联动多源数据追溯根源，归因成功率显著提高。决策优化层面，技术将依赖经验的讨论转变为基于4D模拟与数据量化评估的科学决策，方案生成更快，实施有效率和风险预控能力大幅增强。

#### （三）潜在效益与挑战分析

BIM-IoT融合技术的应用价值不仅限于直接的进度管控效率提升，更蕴含长期的管理革新与技术沉淀效益。在技术沉淀方

面，项目积累的进度数据可形成企业级数据库，为后续超高层项目提供参数化基准。在管理模式革新方面，基于融合平台的实时协同打破了传统“层级汇报”的壁垒，业主可通过Web端直接查看BIM模型中的进度状态，减少70%的现场会议；施工班组通过移动端接收带模型定位的任务单，作业目标更清晰，协同效率提升40%。在风险联动管控方面，进度数据与安全、质量数据的融合，可实现“进度-安全-质量”的联动预警。技术层面，超高层复杂环境对感知设备稳定性提出考验，高空强电磁干扰可能导致RFID识别率下降至70%（正常环境为95%），强风荷载易造成传感器松动，需研发抗干扰、耐振动的专用设备；同时BIM模型（IFC格式）与IoT时序数据的格式差异，需开发定制化转换接口实现数据无缝融合。管理层面，参建方数字化能力参差不齐，施工班组多为农民工，对移动端操作熟练度不足，可能导致“设备闲置”；数据共享涉及利益博弈，施工方可能隐瞒进度滞后数据，需建立区块链存证机制确保数据不可篡改，并明确“数据共享度与工程款支付挂钩”的规则。经济层面，初期投入较高，传感器部署、平台开发、人员培训等费用约占项目总造价的0.3%-0.8%，中小型企业难以承担；部分项目因工期紧张，技术调试期可能出现短期效率波动，需通过“核心筒先行试点”逐步推广，降低风险。应对挑战需多策并举，技术上，联合设备厂商开发超高层专用感知设备，与软件企业合作开发轻量化融合平台（支持手机端快速查看）；管理上，开展“分层培训”，建立“数据贡献积分制”激励信息共享；经济上，推广“技术租赁”模式，降低企业初始投入。BIM-IoT融合技术为超高层建筑施工进度管控提供了革命性工具，尽管存在技术适配与管理协同的挑战，但其综合效益显著，是推动建筑行业数字化转型的重要路径。

### 四、结束语

本文围绕超高层建筑施工进度动态管控的核心痛点，系统开展了BIM与物联网（IoT）融合技术的应用研究，形成了“框架设计-机理分析-效果评价”的完整研究链条。未来研究可进一步拓展应用场景，结合人工智能（AI）算法优化进度预测模型，或引入区块链技术强化数据可信度，同时开展跨项目的长期跟踪研究，完善技术经济评价体系，推动BIM-IoT融合技术在建筑工程领域的更广泛、更深度应用。

### 参考文献

- [1] 闫鹏. BIM与物联网技术融合应用探讨[J]. 铁路技术创新, 2015(6): 44-47.
- [2] 马俊文, 王桓. 促进BIM技术与物联网技术融合的智慧工地建设研究[J]. 建筑·建材·装饰, 2022(14): 100-102. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3024.2022.14.034.
- [3] 陆铭, 杨剑, 范孟超, 等. BIM融合物联网技术在深基坑自动监测中的应用[J]. 四川建材, 2023, 49(11): 71-73. DOI: 10.3969/j.issn.1672-4011.2023.11.025.
- [4] 黎国进, 郑彤, 龙潇. 基于BIM与物联网技术的楼宇能耗管理与资产定位的融合研究与应用[J]. 电脑知识与技术, 2024, 20(11): 109-113, 119.
- [5] 何训林. 物联网技术及BIM技术在智能建造中的应用[J]. 交通企业管理, 2024, 39(1): 94-96. DOI: 10.3963/j.issn.1006-8864.2024.01.029.
- [6] 刘栓. BIM与物联网融合在建筑工程进度协同管理中的实践探索[C]//中国国土经济学会2024年学术年会(三). 2024: 1-4.
- [7] 黄日斌. 基于BIM融合信息技术的智慧工地管理系统[J]. 长江信息通信, 2023, 36(6): 159-161, 164. DOI: 10.3969/j.issn.1673-1131.2023.06.050.
- [8] 张洋, 戚绪安, 宁延. 升维视角下电网建设物联网与BIM技术的融合研究[J]. 工程经济, 2020, 30(5): 9-12. DOI: 10.19298/j.cnki.1672-2442.202005009.
- [9] 韩永军. 浅析工程管理中BIM技术与物联网技术的结合趋势[J]. 环球市场, 2019(20): 341.
- [10] 刘婧婧. 基于BIM技术的智慧建造应用研究进展[J]. 安徽建筑, 2024, 31(8): 88-90. DOI: 10.16330/j.cnki.1007-7359.2024.8.33.

# 关于建筑工程桩基础检测技术发展特点研究

陈俊秀

清远市清新区建筑工程检测站有限公司，广东 清远 511500

DOI:10.61369/UAID.2025040019

**摘 要：** 文章系统论述了建筑桩基础技术的特点、实际作用、关键检测方法及其未来发展趋势。文章首先分析了我国复杂地质条件下桩基工程，特别是预制桩施工的技术难点与常见质量问题，阐述了桩基技术在保障建筑承载力与稳定性方面的核心价值。进而，详细剖析了静载试验、高（低）应变动力检测及钻芯法等主流桩基检测技术的原理、流程与应用优劣。针对当前检测领域存在的挑战，文章提出了强化人员培训、推动技术创新和完善监管体系等优化策略。

**关 键 词：** 建筑工程；桩基础检测技术；发展特点

## Research on Development Characteristics of Pile Foundation Testing Technology in Construction Engineering

Chen Junxiu

Qingyuan Qingxin District Construction Engineering Testing Station Co., Ltd., Qingyuan, Guangdong 511500

**Abstract：** This paper systematically discusses the characteristics, practical functions, key testing methods, and future development trends of building pile foundation technology. It first analyzes the technical challenges and common quality issues in pile foundation projects under complex geological conditions in China, particularly in precast pile construction, elucidating the core value of pile foundation technology in ensuring building bearing capacity and stability. Subsequently, it thoroughly examines the principles, procedures, and application advantages/disadvantages of mainstream pile foundation inspection techniques, including static load testing, high (low) strain dynamic testing, and core drilling methods. Addressing current challenges in the inspection field, the paper proposes optimization strategies such as enhancing personnel training, promoting technological innovation, and improving regulatory systems.

**Keywords：** building engineering; pile foundation inspection technology; development characteristics

### 引言

桩基础作为建筑结构的核心承重与传力构件，其工程质量直接关系到整体建筑物的安全性与耐久性。我国幅员辽阔，地质条件复杂多变，这对桩基技术的应用与质量控制提出了极高要求。随着建筑行业的持续发展与工程建设标准的日益严格，对桩基工程的施工水平及检测可靠性也进入了新的阶段。在此背景下，深入探究桩基技术的内在特性、系统梳理并优化各类检测方法、前瞻行业技术发展方向，对于从根本上提升建筑工程质量、防范安全风险具有至关重要的现实意义。

### 一、建筑桩基础技术的特点及实际作用

#### （一）桩基工程技术的主要特征

##### 1. 预制桩施工面临的多重复杂性

我国幅员辽阔，不同地区在地质构造、岩土层分布以及水文条件等方面存在显著差异。在这种高度复杂且多变的地质环境中实施预制桩基工程，不仅需应对不均匀地基带来的挑战，还要充分考虑桩体承载能力与地层适配性，因而对施工工艺精度与全过程质量控制提出了更高要求。

##### 2. 预制桩施工中常见质量事故及其成因

当前，提升桩基工程的整体施工质量与技术水平已成为行业关注的焦点，迫切需要构建更为系统、严格的桩基施工质量管理与评估体系。从实际工程反馈来看，不少施工事故均可追溯至几个关键环节：例如桩型选取未能充分结合地质勘察结果，预制桩产品在进场时未实施严格的质量检验，以及现场施工工艺控制不到位等。这些因素共同导致桩基承载力、垂直度或完整性无法满足原设计及相关规范的基本要求，进而引发一系列工程质量问题<sup>[1]</sup>。



## （二）桩基技术的工程价值与应用要点

桩基技术能够有效弥补软弱地基在承载性能上的不足，将建筑上部结构传递的荷载通过桩体可靠地转移至更深处的稳定持力层，从而满足工程设计的承载力与变形控制要求。以砂砾石桩在松散砂层中的应用为例，通过桩体贯入过程中的侧向挤压作用，可使周围砂土颗粒重新排列，显著降低其孔隙比，提高整体密实度与内摩擦角，进而增强地基的抗剪强度与整体稳定性。在具体施工过程中，需严格依据前期勘察与设计成果开展作业。通常需借助经纬仪、全站仪等专业测量设备，确定桩位的控制轴线与桩心点，其平面定位偏差应严格控制在10mm范围内。

## 二、建筑工程桩基础检测技术分析

### （一）静载试验检测方法

在建筑工程桩基质量评估过程中，静载试验通过系统加载与实时监测，能够直接反映基桩在各级荷载作用下的沉降特性与极限承载性能。该检测手段因其结果可靠、数据直观，现已成为国内外验证单桩竖向抗压承载力的主要方法之一，并在各类地基基础验收规范中被列为重要强制性检测项目。在实施过程中，静载试验通过模拟建筑物上部结构传递至桩顶的实际荷载工况，采用堆载法或锚桩法对试验桩逐级施加荷载，同时精确记录桩顶位移随荷载变化的对应数据。这种全尺寸试验方式可真实再现基桩在长期使用状态下的受力响应，为设计验证与施工质量评价提供关键依据。基于试验获取的荷载-沉降曲线及相关变形参数，工程人员能够准确判断桩基工作状态是否满足设计要求，并据此制定针对性的补强措施或优化建议，从而实现对桩基工程质量的精准控制与闭环管理<sup>[2]</sup>。

### （二）高应变动力检测法

高应变动力检测法主要通过重锤冲击桩顶，测量桩身动力响应，从而评估基桩的竖向抗压承载力并判断桩身结构完整性。该方法常借助配备导向装置的打桩分析系统，采集桩顶受到瞬态冲击时产生的力与速度信号，通过波动理论分析确定桩土体系的荷载传递机制。在检测过程中，技术人员需重点分析桩身应力波的传播特性与能量衰减规律。通过对比实测冲击力与桩身应力分布的匹配程度，可识别桩身是否存在明显阻抗变化，进而判断缺陷类型（如缩颈、断裂、离析等）及其严重程度。该方法对操作人员的专业素质要求较高，检测人员需具备扎实的桩基动力学理论基础，熟悉现场测试流程，能够合理设置仪器参数（如采样频率、滤波阈值等），并准确判断信号质量与测试结果的有效性。实施过程中，操作人员需全程监控测试数据，重点关注桩身阻抗变化区段及桩底反射信号特征，结合地质条件与施工记录进行综合分析。

### （三）低应变反射波检测法

该方法通过在桩顶施加瞬态激振信号，激发桩身产生纵向振动并传播弹性应力波。当应力波沿桩体向下传播时，若遇到桩身阻抗变化界面（如缩颈、扩径、离析或断裂等缺陷），将产生反射波并传回桩顶。通过安装在桩顶的传感器采集反射信号，可获

取应力波在传播过程中的波形特征、幅值变化及往返时程等信息。若桩身存在混凝土离析、裂缝或截面不均等缺陷，反射波的波形形态、振幅大小及相位特征将表现出明显异常。检测人员通过分析反射波的到达时间、能量衰减及频域特性，可准确定位缺陷所在位置，并对其严重程度进行定量或半定量评估。该方法具有操作简便、检测速度快、对桩体无损伤等突出优点，同时能够提供准确、可靠的桩身质量评价结果，因而在桩基工程验收与质量诊断中广泛应用。

### （四）钻芯取样检测法

在桩基工程质量检测领域，钻芯法作为一种直接、可靠的实体检测手段，凭借其直观准确的特性在各类地质基础评估中占据重要地位。该方法通过专用钻探设备在桩身进行垂直钻孔，连续获取混凝土芯样及桩底持力层岩芯，为桩体质量评价提供第一手实物依据。具体实施过程中，技术人员需根据桩径及检测要求确定取芯位置与钻孔数量，采用金刚石钻头沿桩身全长或特定深度段连续钻取芯样。获得的圆柱状混凝土芯样需立即编号、封装，并送至具备资质的实验室进行多项指标检测。实验室通过观察芯样的完整性、均匀性、骨料分布状况，并结合抗压强度试验、渗透性检测等结果，可准确判断桩身混凝土浇筑质量、是否存在离析、空洞、夹泥等缺陷，以及桩端与持力层的结合状况。相较于其他无损检测方法，钻芯法能够提供最直接的桩身质量证据，尤其适用于对大直径灌注桩、争议桩的质量验证与缺陷定位。该方法的检测结果不仅可验证其他间接检测方法的准确性，还能为桩基质量问题的处理方案提供关键依据，显著提升桩基工程整体质量控制的可靠性与权威性<sup>[3]</sup>。

## 三、建筑工程地基基础检测优化策略

### （一）检测人员的专业化培训与能力建设

检测人员的专业素养与实践能力直接影响桩基检测数据的准确性和工程质量的评估效果。为保障检测结果的可靠性，施工单位必须建立系统化的人员培训机制，通过科学规划与持续教育提升团队整体技术水平。在人才引进阶段，应优先录用持有相应资质证书且具备现场实操经验的专业人员，确保核心岗位人员具备独立判断和解决复杂技术问题的能力。同时，应根据每位技术人员的专业背景与特长优势，合理配置岗位职责，实现人才资源的最优整合，既充分挖掘个人潜能，又保障检测各环节的工作质量。此外，施工单位还需制定周期性的培训计划，组织包括桩基检测规范、仪器操作原理、数据分析方法及最新行业标准在内的专项学习。通过理论授课、实操演练与案例研讨相结合的方式，持续提升检测人员的技术判断能力与质量管理意识。特别是在低应变法、声波透射法等精密检测环节，需安排针对性强化训练，确保人员能够准确识别异常信号并规范编制检测报告。只有构建起一支技术过硬、作风严谨的检测团队，才能为桩基工程质量控制提供坚实的人才保障。

### （二）推动检测技术的创新与升级

在当前快速发展的新时代背景下，我国建筑行业整体技术水

平持续提升，相关产业链各环节也同步实现高质量发展。为确保桩基检测工作能够达到更高标准，并适应现代建筑工程项目日益严格的质量要求，施工企业必须建立健全专业化的检测部门，持续对现有技术体系进行完善与升级，从而全面提升桩基检测工作的精准性与可靠性。同时，企业还应秉持开放态度，积极引进国际先进的检测工艺与高精度仪器设备，通过消化吸收再创新，不断提升自主检测能力。桩基检测技术作为影响建筑结构安全与长期稳定的关键因素，其技术水平的提升显得尤为重要。检测人员需科学识别地基处理过程中存在的各类隐患，并采取具有针对性的先进检测手段进行诊断与评估，从而为工程质量控制提供有力保障，推动建筑行业向更安全、更可靠的方向发展。

### （三）建立健全监管体系与执法机制

行业主管部门亟需完善监管框架，从管理体系层面持续加强对桩基检测全过程的质量监督，并通过政策引导促使相关企业真正认识到桩基检测对工程结构安全的决定性作用。在具体实施路径上，相关部门应深入研判建筑行业的发展特点与市场运行机制，系统分析当前质量监督环节存在的薄弱点，在此基础上构建覆盖检测机构资质、人员执业资格、设备检定状态及报告真实性的全方位监管体系。同时，应进一步加大执法检查力度，对检测数据造假、违规操作等行为实施严厉惩处，形成有效的行业震慑。通过强化事中事后监管与责任追溯，推动企业自觉提升对桩基检测工作的资源投入与规范意识，从而在全行业范围内树立质量优先的健康发展导向，为我国建筑工程质量的整体提升奠定制度基础<sup>[4]</sup>。

## 四、建筑工程桩基础检测技术的未来发展趋势

### （一）桩基检测数据分析方法

在桩基完整性检测数据分析领域，目前主要采用频域分析和时域分析两类方法。频域分析法通过快速傅里叶变换（FFT）等技术将信号转换至频率维度进行研究，能够揭示丰富的结构响应特征，但其分析结果的有效解读往往依赖于专业技术人员的经验判断。时域分析法则以时间为横坐标，绘制并研究应力波在桩身中的传播曲线，依据波动理论建立桩基动力响应方程，然而该方法在参数确定环节存在主观性，关键系数的取值缺乏客观标准。

近年来，随着科研工作的深入，基于人工智能的桩基缺陷识别技术取得突破性进展。通过构建多层神经网络模型，系统能够对现场采集的振动信号进行智能解析，自动生成频谱特征图并快速识别异常波形模式。这类预先训练完善的神经网络具备自主数据处理能力，不仅能有效辨识桩身存在的各类缺陷，还可通过精准计算为问题桩基提供修复加固建议，最终输出基于数据分析的最优处理方案，显著提升了桩基检测的智能化水平与诊断精度。

### （二）信号分析与解释技术

在桩基完整性检测过程中，获取的原始数据通常需经过专业的信号分析流程才能转化为有效的工程判断依据。完整的信号分析包含两个关键环，信号处理与结果解读，这两个环节相互关联、缺一不可。近年来兴起的时序分析方法相较于传统检测手段具有显著优势，该方法不依赖直接观测，而是通过对采集数据的建模与拟合，实现系统性、量化的数据分析。在信号解释层面，由于所采用的理论模型存在差异，不同分析方法对同一检测结果的解读可能截然不同。即便建立完全相同的数据模型，受现场地质条件、施工工艺及人为操作等因素影响，最终获得的检测结论也可能产生显著偏差。这种不确定性凸显了桩基检测领域面临的核心挑战，如何实现检测过程的精确化与结果判断的客观化。推动检测标准统一、发展智能判读技术、建立多源数据融合分析体系，已成为提升桩基检测可靠性的重要研究方向，也是行业技术发展的关键突破口<sup>[5]</sup>。

## 五、结束语

综上所述，桩基技术及其检测工作是一项贯穿于建筑工程全生命周期的重要环节。从应对复杂地质条件的施工挑战，到发挥其传递荷载的核心功能；从静载、高低应变等传统检测方法的精准应用，到钻芯取样的直接验证；再从人员、技术、监管等多维度构建优化策略，到最后拥抱智能化、精准化的数据分析未来，每一个环节都紧密相连，共同构成了保障桩基工程质量的完整体系。未来通过推动检测标准的统一、智能判读技术的进步以及多源数据融合分析体系的建立，最终实现桩基检测从“经验判断”向“数据驱动”的深刻变革，为我国建筑行业的高质量与可持续发展奠定坚实可靠的基础。

## 参考文献

- [1] 李鑫. 建筑工程桩基础检测技术发展特点探析[J]. 建筑与装饰, 2024(17): 151-153.
- [2] 王安兴. 建筑工程桩基础检测技术发展特点分析[J]. 百科论坛电子杂志, 2019(14): 226.
- [3] 刘芾. 建筑工程桩基础检测技术发展特点探析[J]. 中国科技投资, 2018(31): 39.
- [4] 寸守贵. 房建工程桩基础检测技术智慧管理系统运用策略[J]. 建筑与施工, 2025, 4(1): 40-41.
- [5] 姚成. 建筑工程桩基检测技术实践与探析[J]. 智能建筑与工程机械, 2024, 6(12): 87-89.

# 论述装配式混凝土结构建筑技术与质量管理

邱富洲

广东潮远幕墙工程有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040023

**摘 要 :** 文章立足装配式混凝土结构建筑技术与质量管理的协同要求, 观察从策划设计到生产运输与现场安装的全流程特征, 归纳出标准不够统一、接口衔接不顺畅、过程控制不精细、资料追溯不完整等具有共性的质量管理薄弱点。研究在比照装配式技术要点与管理链条的基础上, 提出以目标导向、节点管控、责任闭环和信息贯通为核心的系统性策略, 强调设计前置、生产精控、现场精装、连接严控与资料严管的综合路径。

**关 键 词 :** 装配式混凝土结构; 建筑技术; 质量管理

## Discuss the Construction Technology and Quality Management of Prefabricated Concrete Structures

Qiu Fuzhou

Guangdong Chaoyuan Curtain Wall Engineering Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract :** This paper examines the synergistic requirements between prefabricated concrete structure construction technology and quality management. By observing the entire process from planning and design to production, transportation, and on-site installation, it identifies common quality management weaknesses such as inconsistent standards, inefficient interface coordination, imprecise process control, and incomplete documentation traceability. By comparing prefabrication technical essentials with management chains, the study proposes a systematic strategy centered on goal orientation, node control, closed-loop accountability, and information integration. It emphasizes a comprehensive approach involving design frontloading, production precision control, on-site precision finishing, strict connection management, and rigorous documentation oversight.

**Keywords :** prefabricated concrete structures; construction technology; quality management

### 引言

文章以流程为主线, 围绕设计、构件生产、运输与堆放、现场施工安装、连接与灌浆、功能与耐久、测量检测与资料管理、信息化与协同、标准培训与队伍能力等方面展开, 先梳理存在的问题, 再提出改进路径, 形成问题与对策一一对应的结构化阐述, 力求为装配式混凝土结构建筑技术与质量管理提供可执行的思路与方法。

### 一、装配式混凝土结构技术与质量管理存在的问题

#### (一) 装配式混凝土结构设计阶段存在问题

设计阶段是装配式混凝土结构建筑技术与质量管理的起点, 但在实践中易出现目标不清、边界不稳、接口不顺的问题。第一, 功能定位与装配率目标容易在前期摇摆, 导致构件划分与节点方案多次调整, 影响后续质量管理的可预见性与一致性<sup>[1]</sup>。第二, 构件标准化与节点通用化沉淀不足, 常以项目化定制替代体系化复用, 增加细部差异和质量波动。第三, 机电专业与结构专业协同不足, 预留预埋与吊装路径缺乏统一推演, 形成安装碰撞与精度难控的隐患。第四, 设计深度与出图逻辑未完全匹配构件

生产与现场施工节奏, 容易出现图纸信息不完备与细节表达不明确, 增加变更与返工概率。

#### (二) 装配式混凝土结构构件生产环节缺乏合理性

构件生产承担装配式混凝土结构建筑技术转化为实体的关键任务, 但质量管理常出现稳定性与一致性不足。第一, 原材料质量与配合比控制存在波动, 导致强度、外观与耐久性能不易稳定, 影响批次间一致性<sup>[2]</sup>。第二, 钢筋骨架与预埋件定位偏差累积, 模具精度与工装夹具使用不规范, 影响安装孔位与吊点精度。第三, 模具周转急促与维护不到位, 脱模剂使用不均与边角防护不充分, 带来蜂窝麻面与缺棱掉角等外观质量问题。第四, 蒸养与养护制度执行随意, 记录不全且过程监控缺位, 致使构件早期性



能与后期变形难以充分掌控。

### （三）装配式混凝土结构运输与堆放缺乏规范性

运输与堆放连接工厂与现场，是装配式混凝土结构建筑技术与质量管理的易损环节。第一，运输加固方案不够细化，绑扎位置与支撑点选择不精准，长距离振动与转弯冲击易造成微裂与磕碰<sup>[3]</sup>。第二，堆放场地平整度与承载力控制不足，支垫位置与层数不合理，导致构件变形与污染。第三，构件编码与标签信息不全或不清晰，到货核对流程执行不严，出现错发与错用，影响吊装顺序与质量控制。第四，吊点设置与吊具匹配不规范，起吊姿态与挪运路径策划不充分，存在安全与质量双重风险。

### （四）装配式混凝土结构现场施工安装管理方案尚不完善

现场施工安装是装配式混凝土结构建筑技术兑现与质量管理落点的集中阶段，但常见组织与控制薄弱。第一，吊装顺序与临时支撑方案不完善，局部稳定与整体稳定考虑不足，影响安全与竖向度<sup>[4]</sup>。第二，测量放线控制密度不够，轴线与标高复核不到位，累计误差难以及时纠偏。第三，安装缝、灌浆口与界面处理细节不清，导致密实度与黏结性能不稳定。第四，成品保护意识薄弱，交叉工序管理松散，边角碰撞与污染多发。

### （五）装配式混凝土结构连接与灌浆质量存在不足

连接与灌浆直接关系装配式混凝土结构建筑技术的整体性与质量管理的可靠性，问题具有隐蔽性与滞后性。第一，套筒灌浆饱满度不稳定，浆材活性与流动性控制不严，易产生空鼓与夹渣<sup>[5]</sup>。第二，湿接缝界面清理不到位，基面粗糙度与清洁度控制不细，影响黏结性能与耐久表现。第三，关键节点防水构造简化，节点收头与止水构造设置不完善，形成渗漏通道。第四，连接件的防腐与耐久措施短缺，涂层工艺与保护时序管理松散，导致早期锈蚀风险。

### （六）装配式混凝土结构功能与耐久性存在问题

装配式混凝土结构建筑技术追求结构安全与使用功能并重，但质量管理在细部上易出现短板。第一，外墙与屋面防水构造细节不到位，阴阳角与穿墙部位做法简单化，造成渗漏隐患。第二，热工与声学性能稳定性不强，构造层次不统一与接缝细节处理不当，影响居住与办公体验。第三，接缝耐久性控制不足，材料老化与界面疲劳未得到有效管理，出现开裂与渗水。第四，装饰与结构接口协调不紧密，二次安装破坏原有节点，形成新的薄弱点。

### （七）装配式混凝土结构测量检测与资料管理缺乏规范性

测量检测与资料管理是装配式混凝土结构建筑技术与质量管理的证据链和控制器，但常见制度化不足与执行力不强。第一，关键工序见证与留置安排缺乏刚性，取样与复核流于形式，难以反映真实质量水平。第二，检测项目与频次与标准要求不完全匹配，过程抽查随机性较大，导致识别问题的时效性不足。第三，测量复核流程简化，复测闭环不严，轴线标高与垂直度的累计偏差难以及时收敛。第四，电子化资料台账不完整，构件编码、批次与检测结果关联度不高，追溯链条断裂。

### （八）装配式混凝土结构信息化与协同管理存在漏洞

信息化与协同管理是装配式混凝土结构建筑技术与质量管理

的放大器，但现实中常出现数据割裂与流程脱节。第一，模型深度不足，构件级信息不完整，难以驱动加工、运输与安装。第二，设计、工厂与现场三方数据更新不同步，版本管理混乱，导致多人多次使用过期信息。第三，变更流程不顺畅，审批环节冗长或跳跃，现场无法快速响应，影响质量稳定。第四，进度、质量与成本信息未能关联展示，管理者难以基于同一事实进行决策。

### （九）装配式混凝土结构标准培训与队伍能力建设存在不足

标准培训与队伍能力是装配式混凝土结构建筑技术与质量管理的基础保障，但在组织层面仍有短板。第一，作业指导书不健全，细化程度不够，现场执行口径不一致，影响质量可控性。第二，专业工人数量不足，关键岗位熟练度与装配式要求不匹配，易出现操作偏差。第三，质量意识薄弱，责任落实不到位，问题发现与报告机制不畅，隐患易积累。第四，班组与管理人员对新技术理解有限，节点意图与构造要求传达不充分，技术措施难以原样落地。

## 二、装配式混凝土结构技术与质量管理对策与改进路径

### （一）提高装配式混凝土结构设计科学性

面向装配式混凝土结构建筑技术与质量管理的源头治理，应以目标清晰与规则统一为核心。第一，明确装配率与功能目标，将关键性能指标固化进任务书与图纸要求，形成可检可验的条款。第二，建设标准化构件库与节点做法图集，推进通用化与复用化，减少个性化差异。第三，强化结构与机电一体化协同，开展综合排布与吊装路径推演，提前消除碰撞。第四，提升设计深度与出图质量，明确预留预埋、加工信息与安装基准，减少现场自由裁量。第五，将质量控制点与验收点前置固化到设计文件，形成检验批划分与见证清单。

### （二）提高装配式混凝土结构构件生产质量

针对装配式混凝土结构建筑技术与质量管理在工厂端的稳定性要求，应加强过程精控与追溯。第一，严格原材准入与配合比审批，设置首件验证与批次复核，稳定性能波动。第二，推广工装夹具与定位治具，细化钢筋与预埋件定位工艺，控制孔位与吊点偏差。第三，建立模具维保与周转标准，统一脱模与边角防护要求，稳定外观质量。第四，优化蒸养与养护制度，记录关键时序与环境条件，确保早期与后期性能一致。第五，完善首件样板与过程抽检，细化出厂检验清单与标识追溯编码，做到批次可查、责任可究。

### （三）提高装配式混凝土结构运输与堆放规范性

着眼装配式混凝土结构建筑技术与质量管理的易损环节，应以计划精细化与防护标准化为抓手。第一，编制运输加固方案，明确绑扎位置与支撑点，控制转弯与制动风险。第二，规范堆放场地与支垫方式，统一层数、限高与隔离措施，避免变形与污染。第三，完善构件编码与标签信息，实施到货核对与清点流程，确保吊装顺序与部位对应。第四，明确吊点与吊具配置，开



展起吊前检查与试吊，降低起重风险。第五，制定恶劣天气防护细则，落实遮盖与清洁要求，保护界面性能。

#### （四）完善装配式混凝土结构现场施工安装方案

围绕装配式混凝土结构建筑技术与质量管理的落地，需以组织严密与过程透明为核心。第一，编制吊装顺序与临时支撑方案，开展技术交底与现场演练，确保局部与整体稳定。第二，强化测量放线与复核，设置复测频次与纠偏时点，控制累计误差。第三，细化安装缝与灌浆口处理要求，明确清理、湿润与封闭步骤，保障密实与黏结性能。第四，落实成品保护责任区与验收点，配套围挡与缓冲材料，减少碰撞。第五，建立设计变更快速响应机制，图纸与模型同步更新，保证施工信息一致。

#### （五）提高装配式混凝土结构连接与灌浆质量

连接与灌浆决定装配式混凝土结构建筑技术整体性能，应以规范细节与验证手段双管齐下。第一，严格套筒灌浆工艺，控制材料与拌制顺序，执行见证取样与必要剖检，确保饱满与密实。第二，规范湿接缝界面处理，落实清洁、凿毛与界面剂使用，按工序完成分段施工。第三，完善节点防水构造，增设止水构造与收头细节，实施淋水或闭水检验。第四，建立连接件防腐体系，按工序进行表面处理与覆盖保护，降低早期锈蚀风险。第五，细化关键节点检验计划，设置必检点与复核点，保证隐蔽前质量可控。

#### （六）增强装配式混凝土结构功能与耐久性

为保障装配式混凝土结构建筑技术与质量管理的长期稳定，应以细部构造强化与运维衔接为重点。第一，细化外墙与屋面防水节点，完善阴阳角与穿墙部位做法，实施分段验收。第二，明确热工与声学指标的构造实现路径，规范保温与密封细节，开展现场抽测。第三，建立接缝耐久维护计划，定期复核界面状况，及时修补与加固。第四，推进装饰与结构接口协调，明确二次安装边界与保护要求，减少对原有节点的破坏。第五，提升构件尺寸与外观一致性要求，为幕墙与门窗安装提供稳定基准。

#### （七）提高装配式混凝土结构测量检测与资料管理正规化程度

测量检测与资料管理要为装配式混凝土结构建筑技术与质量管理提供证据与抓手，应强化标准化与数字化。第一，完善见证

与留置制度，明确责任与时点，保证代表性与真实性。第二，细化检测项目与频次要求，落实过程抽查与结果复核，提升识别问题的及时性。第三，健全测量复核流程，设置复测与纠偏机制，控制轴线标高与垂直度。第四，建立电子化资料台账，关联构件编码、批次与检测结果，实现一体化追溯。第五，统一影像与实测记录模板，明确颗粒度与命名规则，便于对比分析。

#### （八）提高装配式混凝土结构信息化与协同管理水平

信息化与协同要服务装配式混凝土结构建筑技术与质量管理的全链条，关键在于一致数据与快速流程。第一，提升模型深度与完整性，承载构件级加工与安装信息，实现一模多用。第二，建立设计、工厂与现场的数据同步机制，实行版本管控，避免使用过期信息。第三，优化变更流程，明确审批路径与时限，配套通知与回执，保障现场快速响应。第四，打通进度、质量与成本数据，提供统一看板，支撑基于同一事实的决策。第五，推广移动端采集应用，提升过程数据的及时性与准确性。

#### （九）增强装配式混凝土结构标准培训与队伍能力

队伍能力建设要支撑装配式混凝土结构建筑技术与质量管理的规范化实施，应坚持标准先行与训练常态。第一，完善作业指导书，细化到工序与动作要点，统一执行口径。第二，建立岗位培训与取证机制，围绕关键工种开展实操训练，提升熟练度。第三，强化质量意识与责任落实，明确问题报告与奖惩机制，形成积极氛围。第四，实施样板引领与首件带教，总结可复制做法，推广到班组与供应链伙伴。第五，组织技术交流与节点讲解，使设计意图与构造要求被准确理解与执行。

### 三、结论

文章围绕装配式混凝土结构建筑技术与质量管理的全流程关键点，提炼出设计、生产、运输与堆放、现场施工安装、连接与灌浆、功能与耐久、测量检测与资料管理、信息化与协同、标准培训与队伍能力等方面的主要问题，并提出与之对应的系统性对策。研究强调以目标导向、节点控制、数据一致与责任闭环为主线，推动标准化、流程化、信息化与队伍化协同发力，提升结构性能稳定性与质量管理的可预见性。

### 参考文献

- [1] 郭雪雷. 装配式剪力墙结构体系超低能耗建筑技术路径浅析 [J]. 工程建设与设计, 2025, (19): 10-12.
- [2] 郭朋灵. 装配式混凝土结构建筑技术与管理优化 [J]. 智慧中国, 2025, (S1): 122-123.
- [3] 魏云亮. 装配式混凝土建筑结构的节点抗震分析 [J]. 江西建材, 2025, (08): 337-338+346.
- [4] 刘伟龙, 张艳菊, 王跃兴. 轻质混凝土装配式建筑梁力学性能试验与分析 [J]. 中国新技术新产品, 2025, (15): 91-93.
- [5] 钟懿萌. 建筑施工中装配式混凝土结构技术的应用研究 [J]. 建筑机械, 2025, (08): 40-43.

# BIM技术在建筑工程管理中的有效应用研究

张海峰

广东晟众建设工程有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040025

**摘 要：** 文章系统阐述了BIM技术在实现工程设计智能化、项目管理信息化、施工管理可视化等方面的巨大价值。客观分析了BIM技术在推广应用中的标准缺失、人才短缺、成本高昂及合同与组织不匹配等核心挑战。最终，针对性地提出了从构建标准体系、完善人才培养、强化政策引导、创新合同模式到实施分阶段策略等一系列有效应用措施，旨在为BIM技术的深度融合与价值实现提供清晰的路径指引。

**关 键 词：** BIM技术；建筑工程管理；有效应用

## Research on the Effective Application of BIM Technology in Construction Project Management

Zhang Haifeng

Guangdong Shengzhong Construction Engineering Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract：** This paper systematically elaborates on the immense value of BIM technology in achieving intelligent engineering design, informatized project management, and visualized construction management. It objectively analyzes core challenges in BIM adoption, including missing standards, talent shortages, high costs, and mismatches in contracts and organizational structures. Finally, it proposes a series of effective application measures—ranging from establishing standard systems, enhancing talent development, strengthening policy guidance, and innovating contract models to implementing phased strategies—aimed at providing clear guidance for deep integration and value realization of BIM technology.

**Keywords：** BIM technology; construction project management; effective application

## 引言

随着建筑信息模型（BIM）技术的迅猛发展，建筑工程管理正经历一场深刻的数字化变革。BIM技术凭借其三维数字化、信息集成与全生命周期管理的独特优势，为破解行业长期存在的信息割裂、协同困难等痛点提供了全新的解决方案。它不仅是简单的工具升级，更是一种引领生产方式与管理理念创新的范式转移。本文将深入探讨BIM技术在建筑工程管理中的多维应用价值，剖析当前制约其广泛落地的关键性难题，并构建一套从技术、管理到政策的系统性实施策略，以推动BIM技术从“点状应用”走向“全面赋能”，为提升我国建筑工程整体管理水平提供理论参考与实践框架。

## 一、BIM技术应用价值

### （一）工程设计的智能化发展

实践表明，在建筑工程管理过程中引入建筑信息模型（BIM）技术，能够显著提升项目管理的效率与质量。该技术通过三维数字化建模，实现了设计成果的可视化呈现，为设计人员提供了直观的设计展示平台。基于BIM平台的设计流程，系统能够自动生成相应的施工图纸与技术文档，并完整保存原始模型数据。当设计方案需要调整时，系统可自动更新相关图纸与文档，确保设计信息的一致性。这种智能化的设计方式有效促进了建筑项目中各专业团队的协同作业，例如当某个专业的设计方案发生

变更时，与之相关的其他专业设计内容也会相应自动更新，从而保证整体设计方案的协调统一。

### （二）项目管理的信息化转型

在现代化建筑企业的运营实践中，传统的纸质媒介信息传递方式已难以适应当前工程项目管理的复杂需求。这种滞后的沟通机制容易导致关键数据在传递过程中出现断层，同时各类业务系统之间形成信息壁垒，严重影响管理效率。BIM技术的引入为这一难题提供了有效的解决方案。该技术通过构建统一的数据管理平台，实现对工程项目全周期信息的集中存储与维护。这种管理模式显著提升了各参与方所获数据的准确性与时效性，建立起高效的信息传递与共享机制，使项目信息价值得到最大程度的开

发利用<sup>[1]</sup>。

### （三）施工过程的可视化

运用 BIM 技术能够实现建筑项目的虚拟设计与数字化建造，显著提升施工管理的可视化水平。该技术通过构建建筑物的三维数字模型，并整合人员、机械、材料等施工资源数据，建立起包含时间维度的四维信息模型，从而实现全过程的施工仿真。基于计算机平台的 BIM 系统，能够对建筑工程进行数字化施工推演，提前发现施工环节中可能出现的各类问题，同时对不同施工工艺进行比较分析。通过动态模拟实际施工流程，可帮助技术人员优化施工组织设计，完善整体施工方案。在建筑运营维护阶段，BIM 技术还可用于能耗数据的深度挖掘与分析，为实现节能降耗提供数据支持。该技术通过整合运营阶段的环境参数，对建筑性能进行综合评估，并能够预测因结构老化或材料性能退化可能导致的损伤风险。这些分析结果为工程管理人员提供了科学的决策依据，有助于制定针对性的预防措施，从而有效保障建筑结构的长期使用安全，为建筑物的全生命周期管理奠定坚实基础。

## 二、BIM 技术在建筑工程管理中的应用难题

### （一）BIM 技术标准化与协同机制尚不完善

当前 BIM 技术在实践推广过程中，面临着标准体系不健全与协同工作机制缺失的双重挑战。在具体项目实施时，各方采用的模型精细度标准、构件分类规则及信息交互协议各不相同，这种标准层面的不一致严重制约了建筑信息模型在全生命周期内的顺畅传递与高效复用。更深层次的问题在于，建筑业长期沿用的分段式工作模式与 BIM 技术所倡导的协同作业理念存在本质上的矛盾。由于未能建立涵盖设计、施工、成本管理等各专业领域的协同工作规程，导致在模型会审、冲突检测、版本更新等关键环节缺乏明确的责任划分与时序安排<sup>[2]</sup>。

### （二）专业技术门槛与人才储备不足

BIM 技术在实际推广中面临的核心困境在于其较高的技术复杂度与传统工程团队知识背景之间存在显著断层。这一技术不仅需要使用者熟练掌握专业的建模软件操作，更要求具备建筑结构原理、施工技术方法和项目管理知识的综合理解，同时还要拥有数字化模型管理能力及跨专业协同工作素养。然而，当前行业核心技术人员大多长期适应二维 CAD 设计模式，形成了固有的设计思维与工作习惯，难以在短期内完成向三维参数化设计模式的转型。在人才培养方面，高等院校的专业教育体系尚未能及时响应行业变革需求，在既懂数字技术又通工程管理的复合型人才培养方面存在明显滞后。这导致应届毕业生虽然掌握基础理论，却普遍缺乏将 BIM 技术应用于实际工程的综合能力。目前行业呈现出“中间大、两头缺”的人才结构矛盾——既缺乏能够制定 BIM 战略的高端人才，又缺少熟练掌握 BIM 技术的一线应用人员。

### （三）高昂的初始投资成本

实施 BIM 技术所需的显著前期投入，特别是对中小型建筑企业构成了实质性障碍。这些成本构成复杂多元，主要包括以下几个方面：首先是软硬件基础设施投入，不仅需要支付昂贵的专业

软件授权费用，还需配置高性能图形工作站及数据存储设备；其次是人力资源成本，涵盖现有员工技术培训与外部专业人才引进的双重支出；第三是专业技术服务费用，依赖外部 BIM 咨询团队产生的顾问费用也相当可观；此外还存在隐性的流程重构成本，工作模式转型期间可能出现的效率折损同样不容忽视。对于本就利润空间有限的中小企业而言，在投资回报尚不明朗的情况下，要承担如此规模的前期投入确实存在现实困难，这种经济压力直接制约了 BIM 技术在行业中的深入推广与全面应用<sup>[3]</sup>。

### （四）合同架构与组织模式适配不足

BIM 技术所倡导的协同工作理念与当前普遍采用的合同框架及组织架构存在深层次的不兼容性。现行合同体系主要建立在二维图纸基础上，虽然明确了各参与方的责任范围，但也在客观上强化了信息隔离。BIM 技术需要施工方等后期参与单位早期加入设计过程，然而传统合同条款既未提供相应的法律依据，也未设立合理的费用补偿机制。关于建筑信息模型的知识产权归属、模型错误责任认定等关键问题，在标准化合同文本中均缺乏明确规定。同时，传统的按阶段付款模式难以准确衡量 BIM 数据创建和协同工作所产生的附加价值。在组织架构层面，传统的金字塔形垂直管理体系难以满足 BIM 技术所需要的跨层级、跨专业即时沟通要求。这种制度体系与技术需求之间的结构性矛盾，导致 BIM 技术往往被局限在单个参与单位或特定项目阶段内应用，难以实现其在建筑全生命周期中的整体价值最大化。

## 三、BIM 技术在建筑工程管理中的有效应用措施

### （一）构建统一技术标准与协同工作平台

要突破 BIM 技术应用中的瓶颈，需要从顶层规划着手，建立规范化的标准框架并实施协同管理机制。相关主管部门与行业组织应当共同推动建立覆盖全国范围的 BIM 技术应用标准，这包括编制具体实施规范、明确各阶段操作要求以及统一数据交互的技术协议。在具体项目执行层面，则需要搭建基于云计算技术的协同管理平台，将其作为项目全过程唯一的 BIM 数据集成与交换中心。项目业主或总承包单位应当编制详细的 BIM 实施计划，清晰界定各方参与者的权责范围、数据交付时间节点及质量标准。通过将标准化要求嵌入平台系统，使工作流程在计划中得到具体体现，能够有效消除信息壁垒，推动 BIM 技术从孤立的三维建模阶段向全过程信息化管理转型升级<sup>[4]</sup>。

### （二）完善人才培养体系与团队构建机制

为缓解 BIM 领域专业人才短缺的现状，需要建立覆盖不同层次的专业人才培养机制。企业应当以内部培训体系为基础，制定循序渐进的培训方案，依托具备丰富经验的 BIM 技术骨干，通过实际项目演练带动传统设计及工程人员的技术转型。同时，应当深化与高等院校的合作关系，通过共同开发专业课程、联合建设实训基地等形式，提前参与未来人才的培养过程。在具体项目运作中，应在项目筹备阶段就设立专业化的 BIM 工作组，并任命具有相应权限的 BIM 项目经理。团队成员需涵盖建筑、结构、机电等各专业技术代表，主要负责模型构建与专业协调工作。BIM 项



目经理则需全面负责实施方案制定、协同平台管理以及组织各专题会议。通过这种组织化的管理方式，能够确保 BIM 技术在项目应用过程中既有专人统筹管理，又有专业团队负责具体实施，形成完整的技术落地保障体系。

### （三）强化政府引导与政策支持体系

政府层面的积极引导与政策扶持对推动 BIM 技术市场发展具有关键作用。最具实效性的措施是在政府投资的重大工程项目中强制推行 BIM 技术应用，通过打造示范性项目形成标杆效应，从而带动整个行业的认知与转型。同时，应当构建完善的政策激励体系：对在 BIM 应用方面取得显著成效的企业实施税收减免政策；在项目建设审批、竣工验收等行政环节设立专项服务通道；在行业各类评优表彰活动中将 BIM 应用水平纳入重要评审指标。这些政策组合能够有效提升企业采用 BIM 技术的直接经济效益与行业声誉，进而激发其转型升级的内生动力。此外，政府还应主导开展普惠性的技术培训课程和成功案例推广活动，通过降低技术认知门槛和应用成本，加速 BIM 技术在行业内的普及进程。

### （四）创新合同架构与管理流程再造

要充分释放 BIM 技术的潜在价值，必须对现有不相适应的合同体系与管理流程进行系统性改革。从长远发展角度看，应当积极推广 IPD（集成项目交付）等创新合作模式，借助风险共担与利益共享的机制设计，有效促进项目各方的深度协作。在当前过渡阶段，建议在传统合同框架中增设专门的《BIM 技术应用补充协议》，明确约定模型应用范围、参与方权责划分、知识产权归属、模型质量验收标准及相应的费用计取方式。在管理流程优化方面，需要建立以建筑信息模型为核心载体的决策机制，通过定期组织跨专业的模型协调会议，将 BIM 数据作为技术问题研判和施工方案优化的主要依据，从而确保该技术在成本管控与进度管理等关键环节创造可量化的价值<sup>[5]</sup>。

### （五）推行分阶段实施与价值导向策略

企业在推进 BIM 技术过程中应当采取循序渐进的实施路径，始终聚焦其核心价值创造。建议按照“由点及线、由线到面”的演进路线图稳步推进：在初始阶段，优先选择技术相对成熟且见效迅速的应用场景，例如管线综合碰撞检查、关键工序施工模拟等，这些应用能够直接产生可量化的经济价值。进入中级阶段后，逐步将 BIM 技术延伸至项目管理的关键流程，实现工程量的自动提取与计算、融合时间维度的 4D 进度可视化模拟等深度应用。在高级阶段，则致力于构建覆盖规划、设计、施工到运营维护的全生命周期信息管理体系。整个实施过程需要始终坚持价值导向原则，对每个 BIM 应用方案的决策都要明确其拟解决的具体工程难题和预期收益，通过实际应用效果验证技术价值，从而形成技术应用与管理提升相互促进的良性发展格局。

## 四、结束语

综上所述，BIM 技术在建筑工程管理中的应用是一项复杂的系统工程，其价值的充分发挥依赖于技术、管理、人才与政策的协同共进。尽管在推广初期面临着标准化滞后、人才断层、初始投入压力以及传统合同组织模式的制约，但其在提升设计质量、优化项目管理、实现施工过程透明化与运营维护科学化方面的潜力是毋庸置疑的。未来，通过顶层设计完善标准与平台，多措并举培育人才梯队，政府与市场合力营造良好环境，创新合同与流程以适配协同工作，并坚持以价值为导向的分阶段实施策略，能够有效突破当前瓶颈。

## 参考文献

- [1] 梁晓欣. BIM 技术在建筑工程管理中的有效应用研究 [J]. 建材与装饰, 2025, 21(26): 70-72.
- [2] 王伟伟, 王伟强. BIM 技术在建筑工程管理中的有效应用 [J]. 中国建筑装饰装修, 2022(9): 60-62.
- [3] 周文宇. BIM 技术在建筑工程管理中的有效应用研究 [J]. 房地产导刊, 2024(19): 47-48, 51.
- [4] 陈超奇. BIM 技术在建筑工程管理中的有效应用 [J]. 工程建设, 2022, 5(4).
- [5] 张月玥. 建筑工程施工安全管理中 BIM 技术的有效应用策略探析 [J]. 中国住宅设施, 2024(12): 149-151.



# 探讨建筑工程检测特点与检测技术

林李永

广东广联检测技术股份有限公司，广东 佛山 528000

DOI:10.61369/UAID.2025040027

**摘 要：** 我国建筑工程检测行业在快速发展的同时，也面临着资质准入监管缺失、人员专业素养不高、技术标准体系不健全等突出问题。为应对这些挑战，文章系统梳理了红外热像、超声波、频谱分析、地质雷达及光纤传感等多种现代检测技术的原理与应用，并从完善监管机制、构建人才体系、强化质量监督等方面提出了相应的实施路径，以期为提升建筑工程检测的整体水平、确保工程建设质量提供理论参考与实践指导。

**关 键 词：** 建筑工程；检测特点；检测技术

## Discuss the Characteristics and Testing Techniques of Construction Engineering Inspection

Lin Liyong

Guangdong Guanglian Testing Technology Co., Ltd., Foshan, Guangdong 528000

**Abstract：** While China's construction engineering testing industry has experienced rapid development, it also faces prominent challenges such as inadequate regulatory oversight of qualification access, insufficient professional competence among personnel, and an incomplete technical standards system. To address these challenges, this paper systematically reviews the principles and applications of multiple modern testing technologies, including infrared thermography, ultrasonic testing, spectral analysis, ground-penetrating radar, and fiber optic sensing. It proposes corresponding implementation pathways from improving regulatory mechanisms, establishing talent systems, and strengthening quality supervision, aiming to provide theoretical references and practical guidance for enhancing the overall level of construction engineering testing and ensuring construction quality.

**Keywords：** construction engineering; testing characteristics; testing technology

### 引言

建筑工程检测作为监督工程质量、评估结构安全的重要手段，其重要性愈发凸显。然而，在行业实践中，检测工作因其对象涵盖多种材料与结构类型而呈现出显著的复杂性与多样性；同时，检测工作必须紧跟施工进度，其结果的准确性更直接关系到工程安全与使用寿命。本文旨在深入分析当前建筑工程检测的特点与存在的核心问题，并重点探讨各类先进检测技术的应用要点及行业规范化发展的策略，以促进检测行业健康有序发展，为建筑工程的百年大计奠定坚实基础。

### 一、建筑工程检测特点

#### （一）复杂性与多样性

建筑工程涵盖的内容广泛，涉及众多不同类型的材料与构造，这使得检测工作呈现出显著的复杂性与多样性。在材料方面，从常见的水泥、钢筋、砂石，到新型的保温材料、防水材料等，每种材料都有其独特的物理、化学性能，需要进行针对性的检测。混凝土结构要关注混凝土的强度、内部缺陷以及钢筋的配置和锈蚀情况；钢结构则侧重于焊缝质量、螺栓连接强度、钢材的力学性能等；砌体结构需检测砌体的抗压强度、砌筑砂浆的强度等。此外，随着建筑技术的不断发展，新的建筑材料和结构形

式不断涌现，如装配式建筑、智能建筑等，进一步增加了建筑工程检测的复杂性与多样性，要求检测人员不断学习和掌握新的检测技术与方法。

#### （二）时效性

建筑工程检测的时效性体现在多个方面。一方面，检测工作需要及时跟进施工进度，在关键施工节点进行检测，以确保工程质量符合要求。例如，在基础施工完成后，要及时对地基承载力、桩身完整性等进行检测，只有检测合格后才能进行后续的主体施工；在混凝土浇筑过程中，需要按规定的时间间隔对混凝土的坍落度、强度等进行检测，以便及时调整施工工艺。另一方面，检测报告具有一定的有效期，这是因为建筑材料和工程结构

的性能可能会随时间发生变化。以防火材料为例，其检测报告的有效期会受到多种因素影响。对于一些重要的建筑工程，如大型公共建筑、高层建筑等，可能需要定期对关键部位和材料进行复检，以确保工程在整个使用周期内的安全性<sup>[1]</sup>。

### （三）准确性

准确的检测结果对于保障建筑工程质量至关重要，它直接关系到工程的结构安全、使用寿命以及使用者的生命财产安全。检测技术的选择对准确性有着关键影响，不同的检测技术适用于不同的检测对象和目的。专业的检测人员不仅要熟悉各种检测标准和规范，掌握先进的检测技术和设备的操作方法，还需要具备丰富的实践经验，能够准确分析和判断检测数据。检测设备的精度和稳定性同样不容忽视，高精度的检测设备能够提供更准确的数据，但设备需要定期进行校准和维护，以确保其性能的可靠性。为了提高检测的准确性，建筑工程检测机构应不断引进先进的检测技术和设备，加强对检测人员的培训和管理，建立完善的质量控制体系，对检测过程进行严格的监督和管理，确保检测结果的可靠性。

## 二、建筑工程检测中存在的问题

### （一）检测行业准入资质监管缺失

受市场利益驱使，部分新进入建筑检测领域的单位并未真正达到国家规定的从业标准。这些机构往往采取租赁临时场地、购置淘汰的二手仪器设备，并临时聘用资质不全的技术人员等方式，仓促组建起检测业务所需的运营体系。此类机构的硬件配置与人员专业水平，均难以满足规范检测活动的基本要求。更值得关注的是，部分检测单位在尚未通过资质审查、未获得法定检测许可的情况下，就已擅自开展多项建筑工程质量检测与技术评定工作，这种行为直接破坏了检测市场的规范秩序<sup>[2]</sup>。

### （二）检测人员专业能力亟待提升

在建筑工程检测领域，从业人员需要掌握系统且深入的专业知识体系，这是确保检测工作科学性与准确性的重要基础。然而当前行业中，部分检测机构在人才引进方面存在明显短板，所聘任的检测人员缺乏完整的专业教育背景，对建筑规范及技术标准的理解较为浅显。与此同时，行业内部还普遍存在职业发展动力不足的现象，不少从业者满足于常规性工作，缺乏持续学习的自觉性，对于新兴检测技术和方法的接受意愿与学习能力均有待加强。这种专业素养的欠缺直接影响了检测工作的深度与精度，制约了行业整体技术水平的提升。

### （三）工程检测标准体系尚不健全

当前建筑行业虽在整体规范层面持续完善，但在工程检测领域仍缺乏系统统一的技术标准，这种状况导致检测作业缺乏明确的技术依据。在具体检测实践中，面对不断涌现的新型建筑材料和创新施工工艺，由于缺乏对应的标准化检测方法，常常出现参照依据不明、评判尺度不一的现象。这种标准缺失直接影响了检测数据的可比性和可信度，难以对工程质量形成有效约束。更值得警惕的是，部分检测机构利用现行标准体系的空白地带，在检

测过程中随意降低技术标准，甚至采取出具不实检测报告的方式获取经济利益，这些行为都给建设工程质量埋下了严重隐患。随着建筑技术的快速发展，不能及时建立覆盖全面的检测标准体系，工程检测的科学性和权威性将难以保障<sup>[3]</sup>。

## 三、建筑工程检测方法要点

### （一）红外热像检测技术的原理及应用

红外热像检测法属于建筑工程领域一项成熟的无损探测技术，其核心在于通过接收物体自然辐射的红外线来实现对建筑构件的检测与评估。从物理机制来看，所有处于绝对零度以上的物质，其内部微粒始终处于热运动状态，这种运动必然会产生红外波段的电磁辐射。当被测物体内部存在缺陷或结构异常时，会改变原有的热传导规律，从而在物体表面形成独特的温度场分布特征。借助高灵敏度的红外成像装置，可以精确捕捉这些温度场的异常变化，进而实现对缺陷部位的非接触式识别与定位。目前，这项技术在建筑质量检测中已形成多个典型应用方向：包括评估建筑围护结构的气密性能与保温效果，诊断墙体内部渗漏、空鼓及饰面层脱落等质量缺陷，判定火灾后混凝土构件的受损程度，以及验证碳纤维加固工程的施工质量等，展现出广泛的应用价值。

### （二）超声波无损检测技术的原理及应用

超声波无损检测技术是借助高频声波进行工程材料性能评估的重要方法。该技术基于机械波在介质中的传播特性，当超声波在材料内部传导时，其传播路径、波速及能量衰减等参数会随材料结构状况发生规律性变化。在道路工程检测中，通过向路面结构发射特定频率的超声波，并利用接收装置采集传播过程中的声学信号，可获取反映材料内部状态的关键数据。在实际检测过程中，技术人员会在被测路面布置多个传感器探头，通过精确测量超声波在材料中的传播时程与波形变化，计算出准确的波速值。这些声学参数与路面材料的力学性能存在明确的对应关系，使得我们能够据此评估路面的抗压强度、弹性模量及抗折变形能力等重要指标。通过对采集数据的综合分析，可有效识别路面内部的裂缝、空洞等隐蔽缺陷，为道路质量状况提供科学依据。

### （三）完善检测监管机制与行业规范

在建筑工程质量检测的实施过程中，相关管理部门必须严格遵循现行法规标准，确保所有参与检测工作的技术人员均持有合规的职业资格认证，从根本上杜绝无资质人员参与检测业务的现象。针对检测机构出现的各类违规操作，监管单位应当根据违规情节的严重程度，依法采取差异化的处置方案。对于存在重大违规行为的机构及相关责任人，可通过撤销从业资质、吊销经营许可、要求停业整改等强制性措施进行惩处，涉及违法犯罪的人员则应移送司法部门追究其法律责任。此外，各检测机构也需要加强内部治理体系建设，通过完善管理制度、强化职业道德教育等方式，持续提升从业人员的专业素养与合规意识<sup>[4]</sup>。

### （四）构建专业化检测人才培养体系

打造高水平的工程检测专业团队，是推动工程质量检测效能

持续提升的核心要素，也是保障检测数据准确性与权威性的基础支撑。检测机构应当将人才队伍建设摆在战略高度，通过建立系统化的培训机制，全面提升从业人员的专业技术能力和综合业务素养。具体而言，可采取多元化培养方式，包括定期举办职业道德讲座、组织专业技术培训、开展典型案例研讨等，同时积极邀请行业知名专家进行现场指导与技术交流，促进先进检测理念与方法的传播与应用。在团队建设方面，需要建立科学合理的人才评价机制，通过定期开展岗位技能比武、理论知识竞赛、实操能力考核等多样化评价活动，全面评估检测人员的专业水平。同时完善激励约束机制，将考核结果与职务晋升、薪酬待遇直接挂钩，充分调动检测人员钻研业务、提升技能的积极性，在机构内部形成比学赶超、追求卓越的良好氛围，为检测工作的规范化开展提供坚实的人才保障。

**（五）基于频谱分析的工程检测方法**

频谱分析检测技术的理论基础在于表面波在不同工程介质中传播时会呈现特有的频散特性。该技术实施时，首先需要在待测路面施加一个瞬时垂直冲击力，形成可控的振源点。这个初始振动会以振源为中心，沿地表以下空间呈半球状向四周传播，其波动能量在不同深度的地层中会产生相应变化。通过精确调节冲击锤体的质量与落距，可以产生包含不同主频成分的瑞雷面波信号。随后，按照检测方案在被测区域布置多个传感器阵列，实时采集表面波在传播过程中的频率特征数据。最终运用频域互谱计算与相干函数分析等数字信号处理技术，即可反演计算出被测区域不同深度土体分层的关键物理参数，包括剪切波速、弹性模量等重要指标，为工程质量评估提供可靠依据。

**（六）强化工程检测质量监督机制**

在工程建设过程中，若质量检测仅停留于表面形式，检测人员未能严格遵循规范要求开展系统性检测工作，仅对部分材料进行象征性抽检，将直接导致检测数据失去代表性，难以为工程质量控制提供有效依据。为确保检测工作的真实性与准确性，建筑企业需全面提升对检测环节的重视程度，通过建立全过程监督机

制，加强对检测流程的管控力度。具体而言，可采取交叉复检、盲样送检等验证手段，通过比对不同批次的检测数据，有效识别可能存在的虚假报告或技术失误。这种复核机制既能保障检测结果的可靠性，又能促使第三方检测机构自觉规范执业行为。此外，构建完善的质量控制体系尤为重要。通过建立系统化的管理制度，不仅能够实现对工程建设全过程的质量把控，还能对检测人员形成有效约束，促进其树立严谨负责的工作态度，最终形成以质量为导向的工程管理生态。该体系的持续运行将显著提升检测工作的规范化水平，为工程质量提供制度保障<sup>[5]</sup>。

**（七）地质雷达探测技术的创新应用**

地质雷达探测技术作为一种新兴的无损检测手段，其工作原理基于高频电磁波在介质中的传播特性。该技术通过发射天线向地下发送纳秒级脉冲电磁波，当电磁波在传播过程中遇到不同介电常数的材料界面时，会产生部分能量的反射。接收天线通过采集这些反射信号，并经过专业软件的数据处理与图像重建，即可形成地下结构的二维或三维剖面图。目前该技术已广泛应用于道路基层厚度检测、地下管线定位、桥梁预应力管道灌浆密实度评估等领域。相较于传统检测方法，地质雷达具有检测速度快、分辨率高、可连续探测等突出优势，为工程质量的快速诊断提供了有力的技术支撑。

**四、结束语**

综上所述，建筑工程检测是一项集技术性、规范性与管理性于一体的系统工程。面对当前检测行业在资质、人员、标准等方面存在的现实问题，既要充分认识并利用好红外热像、超声波、地质雷达等现代无损检测技术的优势，实现对工程质量更为科学、精准的评估；更要从制度建设层面着手，通过完善监管机制、培育专业人才、强化全过程质量监督，构建起一个技术先进、行为规范、监管有力的现代化检测体系。

**参考文献**

[1] 杜鸿雁. 建筑工程检测特点与检测技术 [J]. 建筑·建材·装饰, 2020(5): 184, 195.  
[2] 胡金平. 建筑工程检测特点与检测技术 [J]. 电脑爱好者 (电子刊), 2020(11): 4117-4118.  
[3] 冯涛. 建筑工程检测技术特点及分析 [J]. 城市建筑与发展, 2024, 5(23).  
[4] 钱文强. 建筑工程检测主要技术发展特点探索 [J]. 数字化用户, 2024(46): 123-124.  
[5] 温晓晨, 宋棒. 建筑工程材料检测技术的发展与应用 [J]. 中国厨卫, 2024, 23(10): 213-215.

# 数字化技术支撑下城市更新治理方法体系构建

方永华

中国城市发展规划设计咨询有限公司, 北京 100120

DOI:10.61369/UAID.2025040031

**摘 要 :** 针对城市更新治理中数据碎片化、主体协同不足问题, 分析当前数字化技术应用呈现平台功能割裂、知识转化低效的现状。基于此, 本文通过引入 DIKW 模型构建城市更新数字化平台功能演进框架, 融合更新价值链、多元主体参与诉求, 形成“数据—信息—知识—智慧”递进式治理逻辑。结果表明: 重庆市实践案例验证了该体系在提高规律感知能力、优化决策响应机制、强化治理协同效能方面的有效性, 为城市更新数字化治理提供可行性路径。

**关 键 词 :** 城市更新; 数字化平台; 社会参与; DIKW 模型; 价值链

## Building a Governance System for Urban Renewal with Digital Technology Support

Fang Yonghua

China Urban Development Planning and Design Consulting Co., Ltd., Beijing 100120

**Abstract :** To address data fragmentation and insufficient coordination among stakeholders in urban renewal governance, this study analyzes the current challenges of fragmented platform functionalities and inefficient knowledge transformation in digital technology applications. Building upon this analysis, we propose a framework for the functional evolution of digital platforms in urban renewal through the DIKW model. By integrating the renewal value chain and multi-stakeholder participation demands, the framework establishes a progressive governance logic of "data—information—knowledge—wisdom". The case study of Chongqing Municipality demonstrates the system's effectiveness in enhancing pattern recognition capabilities, optimizing decision-making mechanisms, and strengthening collaborative governance efficiency, providing a feasible pathway for digital governance in urban renewal.

**Keywords :** urban renewal; digital platform; social participation; DIKW model; value chain

## 引言

实施城市更新行动是推动城市高质量发展的战略支点, 也是“十四五”规划明确的重要任务。当前城市更新面临存量空间重构复杂、资金平衡机制薄弱、多元利益博弈激烈等现实约束, 传统治理模式难以适配高动态、高协同的更新需求。数字化技术虽然被广泛引入, 但多数实践停留在信息存储、流程线上化层面, 缺乏系统分析更新项目内在价值逻辑。基于此, 本文依据城市更新治理效能提升目标, 将 DIKW 模型作为理论锚点, 构建集成数据采集、信息整合、知识提炼、智慧决策”递进式平台功能架构, 加强用户行为规律进而更新要素关联的感知能力, 全面融合城市更新价值链和政府、企业、居民等多元主体参与诉求, 将治理机制嵌入平台功能设计, 通过数据控制实现治理逻辑的结构化表达。此外, 利用重庆市城市更新数字化平台实践, 验证该体系在优化资源配置、协调利益关系、提高决策精准度方面的可行性, 为构建可行性的城市更新数字治理模式提供实证依据<sup>[1]</sup>。

## 一、数字化技术支撑下城市更新治理逻辑框架

### (一) 数字化技术应用逻辑

当前数字化技术在城市更新中的应用已经覆盖多维场景, 包括城市信息模型 (CIM) 支撑历史文化资源保护、公众参与

地理信息系统 (PPGIS) 识别非正式绿地空间、地理信息系统 (GIS), 促进低效工业用地评估和历史资源价值识别, 以及 BIM、VR、ECO 等技术融合, 进一步加强建筑全生命周期管理<sup>[2]</sup>。部分实践进一步探索 CIM 和通用型人工智能 (AGI) 协同, 构建 EOD 导向的城市合伙人机制。在平台层面, 已经有面向

课题: 中国建设科技集团科技创新基金重大科技攻关项目“城乡规划数字化转型路径及关键技术研究”(编号: 2023J04)

作者简介: 方永华 (1990.03—), 男, 汉族, 北京人, 工程师, 硕士研究生, 智慧城市

电子邮箱: 741482382@qq.com



老城平房街区空间诊断、历史街区多元主体协商决策、更新项目全周期信息管理的系统化尝试，且北京、深圳等地也推出城市更新服务平台，在集成政策、项目、行业信息基础上初步回应社会企业参与诉求，但整体功能仍然侧重于信息整合，缺乏深入研究更新逻辑。既有城市更新的功能架构如图1所示。

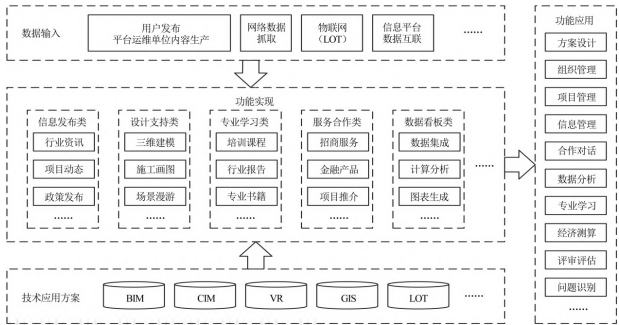


图1 现有城市更新数字化平台的工作机制

### （二）城市更新数字化平台应用逻辑

城市更新数字化平台需要超过三维建模和信息管理的技术层级，嵌入 DIKW（数据—信息—知识—智慧）模型，重新构建完整的城市治理逻辑。平台通过多源采集获取原始数据，经过清洗、结构化处理后，利用 BIM/GIS 技术转化为可视化信息；信息在交互共享中凝练为可复用的领域知识，最终支撑主体在利益协调、经济测算、策略制定中形成决策智慧。该演进路径强化人机协同的记忆回路，将城市“隐秩序”显性化，成功打破了项目推进中的协作失灵问题，促进数字化平台从工具载体优化为治理体系的智能中枢，推动城市更新向精准化发展。

## 二、城市更新治理项目中社会主体诉求分析

城市更新作为存量资产价值再生的关键路径，其治理效能取决多元主体利益诉求的精准识别。在实际操作中，应基于波特价值链模型，可将更新过程分为基本活动和支持活动，其中基本活动涵盖规划、拆迁、设计、施工、运营等全周期链条，直接关联价值创造；支持活动则利用社会基础、制度环境、治理结构、资源配置等支撑体系，间接提高更新绩效，该框架分析不同主体在各环节的差异化诉求，为治理机制设计提供结构化依据<sup>[3]</sup>。

居民作为原产权主体，核心关切在于征收补偿的公平性、过渡安置的连续性、施工扰民的最小化；其诉求集中体现为财产权保障和生活品质提升目标。社会企业则呈现分层诉求，开发商及运营商注重研究项目全周期投入产出平衡；设计、咨询、施工单位则将城市更新作为业务转型契机，期望在行业深度调整中获取稳定订单。此外，治理机制需要在制度层面构建利益协调平台，通过补偿标准透明化、参与渠道制度化、收益分配契约化，动态均衡公共利益、居民权益、企业效益，推动城市更新从工程实施向系统治理发展。城市更新多元主体核心诉求与治理要点如表1所示。

表1 城市更新多元主体核心诉求与治理要点

主体类型	核心诉求	治理要点	关键挑战
居民	1. 财产权保障：征收补偿标准透明化2. 生活品质：安置连续性、配套设施完善3. 参与权利：知情权、表达权保障	1. 建立标准化补偿机制2. 完善过渡安置体系3. 构建多元化参与渠道	1. 历史遗留产权问题2. 弱势群体权益保障3. 文化认同感维系
开发商 / 运营商	1. 投资回报：全周期投入产出平衡2. 风险控制：政策稳定性、市场预期3. 运营效率：空间适配性、管理成本	1. 优化容积率补偿机制2. 建立风险分担机制3. 完善项目退出通道	1. 资金压力与融资约束2. 长周期运营风险3. 市场需求不确定性
专业服务机构	1. 业务拓展：获取稳定项目订单2. 技术创新：新材料、新工艺应用3. 品牌建设：标杆项目示范效应	1. 建立公平竞争机制2. 鼓励技术创新应用3. 完善行业评价体系	1. 行业标准缺失2. 技术壁垒突破3. 跨专业协同难度
政府部门	1. 公共利益：空间品质提升、文化传承2. 经济发展：产业升级、税收增长3. 社会治理：社区和谐、民生改善	1. 完善政策法规体系2. 创新投融资机制3. 构建协同治理平台	1. 多方利益平衡2. 制度创新风险3. 长期绩效评估

## 三、数字化技术支撑下城市更新治理方法体系构建

### （一）规划与实施协同机制

规划与实施协同机制利用城市更新数字化平台，构建覆盖项目全生命周期的数据贯通体系，实现覆盖规划研究、方案策划、工程实施、运营反馈的闭环管理。在实际管理中，平台将容积率、建筑高度、绿地率等经济技术指标和用地性质、退让红线、配套设施等法定规划条件进行标准化编码，统一法定规划、概念方案、实施方案等多样化数据的空间基准。通过 BIM+GIS 融合建模，各类规划意图和实施约束被嵌入同一数字底板，确保策划阶段的非法定引导性内容、审批阶段的法定控制性要求在数据层面无缝衔接。当规划条件发生变更时，平台自动触发关联模块的联动更新，推送变更影响分析至相关主体，大幅度提高跨部门、跨阶段协同效率，有效规避传统模式下信息割裂产生的方案反复、审批延迟、实施偏差等问题，推动城市更新从“规划—实施”线性流程向“动态反馈、精准调控”的协同治理模式发展，为高质量城市更新提供制度—技术融合的支撑载体<sup>[4]</sup>。

### （二）产业导入机制

产业导入机制强调在城市更新项目前期即引入产业主体，推动空间重构和经济功能再造的相互融合。通过数字化平台，将存量建筑、用地、基础设施等有形空间资源和产业链条、业态需求、运营模式等无形经济要素进行融合分析，形成空间、产业数据库。产业方基于该平台参与规划编制，将其生产流程、空间适配性、配套需求等前置嵌入设计逻辑，实现从“先改造、后招商”向“以产定改、产城融合”的模式转变。数字化工具支持模拟测算产业导入后的经济产出、就业岗位、税收贡献等方面，辅

助政府评估更新项目的可持续性。同时，平台详细记录产业运营全周期数据，为后续动态调优提供依据，确保空间供给和产业演进同步更新。该机制打破传统更新中空间改造和产业落地脱节的问题，让城市更新除了实现物理环境提升，还成为区域经济动能转换的战略支点。

（三）多元主体融合与利益分配机制

多元主体融合与利益分配机制利用数字化平台，构建健全的全周期协同治理架构，实现政府、居民、企业等主体在城市更新中的有序参与<sup>[5]</sup>。平台集成意愿采集、政策宣贯、方案公示、合作对接功能，通过在线问卷、空间投票、虚拟听证等数字化工具精准捕捉居民对补偿方式、安置方案、公共配套的诉求，大幅度提高公众参与的广度及深度。社会企业可通过平台获取项目招商信息、参与方案比选、提交合作意向，实现资源和需求的高效匹配。在利益分配层面，平台嵌入收益测算模型，量化评估各方在土地增值、物业运营、税收分成等环节的预期收益，推动形成“谁投资、谁受益，谁受损、谁补偿”的公平分配规则，有助于保障协商结果的透明性，避免信息不对称引发的信任危机<sup>[6]</sup>。

（四）项目全周期管理机制

项目全周期管理机制将城市更新项目类型作为划分依据，根据是否涉及征收、拆除重建、功能活化等特征，差异化设定项目周期节点和数据治理规则<sup>[7]</sup>。平台在项目启动阶段即明确导入数据标准，包括权属信息、建筑现状、规划条件、主体意愿等基础资料；在实施阶段，对设计方案、BIM模型、施工许可、资金拨付、使用流向等关键要素进行结构化录入；项目终结时，输出竣工档案、运营绩效、后评估报告等成果数据，实现“输入—过程—输出”全链条闭环。通过唯一项目编码和时空坐标进行相互绑定，各类文档、模型、资金流信息可在平台中精准追溯，确保责任可溯、过程透明、风险可控。该机制打破了传统项目管理中阶段割裂、数据散落的弊端，将全周期管理从流程管控优化为数据驱动的协同治理，为城市更新项目提供可审计的标准化实施模式。

四、案例分析

重庆城市更新资源信息平台以“政策—项目—主体—统筹”功能模块，系统回应城市更新治理的核心需求。动态资讯板块实

现政策精准触达，加强制度供给的可及性；项目推介板块通过空间可视化，打通政府项目和市场资本的对接通道，进一步加速资源匹配效率；合作交流板块构建企业库和金融产品库，促进产业链、资金链协同；政府统筹板块提供数据看板，有效支撑项目全过程监管<sup>[8]</sup>。

平台打破传统政企民信息孤岛，将居民诉求、企业能力、政府规划全面纳入统一数字生态。企业注册后其资质、专长、案例结构化入库，有助于精准匹配更新项目技术需求；金融机构嵌入定制化融资产品，有效缓解中小更新主体资金约束；政府通过座谈申请和数据反馈，动态调整政策工具，形成集需求识别、资源匹配、实施反馈、制度优化的治理迭代循环<sup>[9]</sup>。

平台积累的项目库、企业库、交互日志构成城市更新核心数据资。通过对300余个发布项目的类型、区位、合作进展等维度分析，可识别区域更新热点；百余次线下对接数据反哺政策制定，有效提高政府统筹的精准性。该平台不仅是信息枢纽，更是治理能力的数字化载体，推动重庆城市更新从经验驱动向数据管理、从单向管理向多元共治转型，为全国存量时代城市治理提供可行性的制度技术融合模式<sup>[10]</sup>。

五、结语

我国城市已经进入以存量提质为核心的更新阶段，传统增量扩张模式难以应对建筑老化、功能衰退、利益多元等复杂挑战，亟须依托数字化技术构建系统性治理框架，打通政府、企业、居民等主体间的信息限制。基于此，本文基于DIKW模型，提出“数据—信息—知识—智慧”演进逻辑，融合价值链分析，构建了规划协同、产业导入、利益分配等多维治理机制，并通过重庆案例验证其实践可行性，为城市更新提供制度与技术融合的新路径。在未来研究，数字化技术将在城市更新中承担更深层次的系统集成角色，但需要警惕“为数字化而数字化”的形式主义。当前大模型等智能技术虽然具备较强的应用潜力，热个人受到高成本、低适配性，治理实践应立足城市本体特征，以问题导向驱动平台功能迭代，通过持续的制度创新与技术调适，实现经济可行、社会可接受、治理可持续的高质量更新目标。

参考文献

[1] 罗卫,方小桃,蒋智,等.数字化技术支撑下城市更新治理方法体系构建研究[J].建筑经济,2024,45(S2):26-31.DOI:10.14181/j.cnki.1002-851x.2024S2026.

[2] 崔慧姝,周望,徐萍.城市数字治理中政府注意力分配研究——基于31份“十四五”规划的Nvivo分析[J].特区实践与理论,2023,(04):119-128.DOI:10.19861/j.cnki.tqsjyl.2023.04.008.

[3] 郝龙华,黄子琪.数字经济、地区收入差距与人口集聚[J].技术经济与管理研究,2025,(08):1-7.

[4] 柴铎,吕东函,姜玲.基于“双链耦合”的城市更新土地政策响应体系:制度环境、治理结构与资源配置[J].城市发展研究,2023,30(10):104-111.

[5] 许宏福,何冬华.城市更新治理视角下的土地增值利益再分配——广州交通设施用地再开发利用实践思考[J].规划师,2018,34(06):35-41.

[6] 廖永林,曹爽.城市更新中历史文化街区改造的土地政策研究[J].中国土地,2019,(03):13-15.DOI:10.13816/j.cnki.cn11-1351/f.2019.03.005.

[7] 范树平,刘友兆,程从坤.中国土地管理制度困境及改革路径研究——基于Williamson分析框架[J].中国国土资源经济,2016,29(04):60-63.

[8] 李广凯,杨旭,王庆红.基于波特价值链理论的企业竞争力量化评价[J].企业管理,2017,(12):110-113.

[9] 魏双双,杨雪锋.我国城市更新治理现状分析与对策建议[J].城市管理与科技,2022,23(03):19-22.DOI:10.16242/j.cnki.umst.2022.03.029.

[10] 田莉,陶然,梁印龙.城市更新困局下的实施模式转型:基于空间治理的视角[J].城市规划学刊,2020,(03):41-47.DOI:10.16361/j.upf.202003004.

# 基于建筑施工的房地产工程技术管理协同机制探讨

甘一飞

广东 佛山 528200

DOI:10.61369/UAID.2025040034

**摘 要：** 房地产工程技术管理对项目建设意义重大，结合全生命周期与集成管理理论可构建完整体系。其协同有跨专业协作等特征，传统模式带来挑战，构建协同机制有迫切需求。技术与管理为其落地提供支撑，通过构建协同框架、设计动态协调机制等实施，同时阐述了各方面保障措施，指出未来发展方向。

**关 键 词：** 房地产工程技术管理；协同机制；BIM技术

## Discussion on the Collaborative Mechanism of Real Estate Engineering Technology Management Based on Construction

Gan Yifei

Foshan, Guangdong 528200

**Abstract：** Real estate engineering technology management is of great significance to project construction, and a complete system can be constructed by combining the full life cycle and integrated management theory. Its collaboration has characteristics such as cross disciplinary collaboration, and the traditional model brings challenges. There is an urgent need to build a collaborative mechanism. Technology and management provide support for its implementation, through building collaborative frameworks, designing dynamic coordination mechanisms, and elaborating on various safeguard measures, pointing out future development directions.

**Keywords：** real estate engineering technology management; collaborative mechanism; BIM technology

### 引言

随着我国房地产行业的不断发展，如何提升工程技术管理水平成为关键课题。2008年颁布的《关于促进房地产市场平稳健康发展的若干意见》着重强调了优化房地产项目管理，提高工程质量与效率的重要性。房地产工程技术管理内涵丰富，旨在确保项目高质量完成，但其协同管理面临传统模式的挑战。构建协同机制，从技术与管理层面提供支撑，基于价值共创理念搭建协同框架，设计动态协调机制等，对提升房地产工程管理水平意义重大。虽现有研究存在不足，但随着技术发展，其与人工智能融合及加强供应链协同将成为未来发展方向。

### 一、房地产工程技术管理的理论基础

#### （一）房地产工程技术管理的基本理论框架

房地产工程技术管理，从定义看，是对房地产项目建设过程中各类技术活动及相关要素进行科学规划、组织、协调与控制。其内涵丰富，不仅涉及工程建设中的技术规范执行，还关乎各参与方技术资源的整合与利用。目标在于确保项目高质量、高效率完成，达成预期的功能与品质。基于此，结合全生命周期理论，该理论强调从项目构思到运营维护直至拆除的全过程管理，有助于房地产工程技术管理贯穿项目始终，在各个阶段合理配置技术资源。集成管理理论则注重将不同的技术管理环节，如设计、施工、验收等集成起来，实现信息共享与协同运作，以此构建起涵盖设计阶段对技术方案的优化论证、施工阶段对技术标准的严格

执行以及验收阶段对技术成果的全面审核等各环节的完整技术管理理论体系<sup>[1]</sup>。

#### （二）技术管理协同的核心特征与挑战

房地产工程技术管理协同具有跨专业协作、动态信息交互等核心特征。跨专业协作要求不同专业领域的人员紧密配合，从规划设计到施工建设，各专业需深度融合，打破专业壁垒，实现高效协同。动态信息交互意味着在工程全生命周期内，信息实时更新与共享，保障各方及时获取准确数据，做出科学决策。然而，传统管理模式给技术管理协同带来诸多挑战。一方面，标准化的缺失使得各环节工作缺乏统一规范，工作质量参差不齐，协同过程易出现混乱。另一方面，权责模糊导致责任推诿、工作相互掣肘，难以形成高效协同效应<sup>[2]</sup>。这些局限性制约着房地产工程技术管理协同的效果，亟待建立完善的协同机制加以解决。



## 二、协同机制构建的必要性与可行性分析

### （一）房地产工程技术管理协同的内在需求

房地产工程技术管理涵盖多个复杂环节，从项目管理要素耦合性看，质量、成本与工期紧密关联。高质量的工程可能需要更高成本投入，而工期的压缩可能影响质量，只有协同管理才能在三者间寻求最佳平衡<sup>[3]</sup>。从效率提升需求角度，传统管理模式易形成信息孤岛，各部门信息流通不畅，导致决策滞后、资源浪费，协同机制有助于消除信息壁垒，提高工作效率。此外，房地产项目涉及多利益主体，如开发商、施工方、设计单位等，各方利益诉求不同，存在博弈。若缺乏协同，易引发矛盾冲突，影响项目推进。因此，为实现项目的高效、优质完成，构建房地产工程技术管理协同机制存在迫切的内在需求。

### （二）协同机制实施的技术与管理基础

基于建筑施工的房地产工程技术管理协同机制落地，离不开技术与管理基础。从技术层面看，BIM技术可实现建筑信息的集成与共享，各参与方通过该技术能直观了解项目全貌，精准沟通，减少因信息不畅导致的错误与延误<sup>[4]</sup>。物联网平台则能实时收集施工现场设备、材料等数据，为协同管理提供准确依据。管理方面，EPC模式将设计、采购、施工等环节整合，责任主体明确，有助于提升协同效率。全过程咨询能为项目提供全生命周期的专业服务，确保各阶段有效衔接。这些技术支撑条件与管理创新实践，为协同机制的实施划定了可行性边界，提供了实施前提，使得协同机制在房地产工程技术管理中具备落地的可能。

## 三、房地产工程技术管理协同机制的系统设计

### （一）协同机制设计原则与方法论

#### 1. 目标导向的协同框架构建

基于价值共创理念，构建以工程质量提升为核心的目标导向协同框架至关重要。此框架涵盖组织、流程与数据三个层面协同。组织协同方面，打破部门壁垒，明确各部门在工程技术管理中的职责与协作关系，形成高效沟通与合作的组织架构。流程协同上，梳理工程建设各环节流程，消除冗余与脱节，确保技术管理流程顺畅，实现各阶段紧密衔接。数据协同则强调建立统一的数据平台，实现工程技术数据的实时共享与有效利用，为决策提供精准数据支持。通过这样多层次的协同框架构建，促使房地产工程技术管理各参与方围绕工程质量提升目标，实现深度协作，推动工程顺利开展，创造更大价值<sup>[5]</sup>。

#### 2. 动态协调机制设计方法

基于系统动力学建模对技术管理要素间反馈关系的解析，动态协调机制设计可从以下方面着手。通过建立冲突预警模型，实时监测工程进度、质量等关键指标，当指标偏离正常范围，触发预警机制，及时发现潜在冲突。利益平衡方面，综合考虑各参与方投入与预期收益，以公平公正为导向，制定合理的利益分配方案，确保各方积极参与协同。绩效评估则构建科学全面的指标体系，涵盖工程质量、成本控制、工期等维度，对各方协同表现进

行量化评估。依据评估结果，动态调整协同策略，形成良性循环。通过这一系列动态协调策略，实现房地产工程技术管理协同的高效与稳定<sup>[6]</sup>。

### （二）协同机制实施路径与支撑体系

#### 1. 组织架构重构与权责分配

基于建筑施工的房地产工程技术管理协同机制，需重构组织架构并合理分配权责。提出矩阵式项目管理组织模式优化方案，能有效打破传统组织架构的局限，促进各参与方高效沟通与协作。在此模式下，设计方、施工方、监理方不再各自为政，而是形成紧密关联的协同关系。通过明确各方在技术管理中的协同责任矩阵<sup>[7]</sup>，设计方负责从专业设计角度提供技术支持与方案规划，施工方依据设计与现场实际高效执行并反馈问题，监理方则严格监督技术实施过程，确保各方履行职责，从而保障工程技术管理协同工作的有序推进，提高房地产工程项目的整体质量与效率。

#### 2. 标准化流程与技术接口设计

房地产工程技术管理协同机制的有效运行离不开标准化流程与技术接口设计。建立涵盖设计变更响应、施工工艺交底等关键节点的标准化协作流程，能使各参与方明确在每个关键环节的职责与工作内容，减少沟通障碍与工作延误。例如，当出现设计变更时，明确规定从变更信息的传递、相关部门的审核到最终实施的具体步骤与时间节点，确保变更有序推进。同时，规范如BIM模型数据交换格式等技术接口标准也至关重要<sup>[8]</sup>。统一的数据交换格式，可实现不同软件与系统间的数据顺畅流通，让各方基于一致的信息开展工作，提升协同效率与准确性，促进房地产工程技术管理协同机制更好地落地实施。

## 四、协同机制实施的关键技术与管理策略

### （一）BIM技术在协同管理中的应用路径

#### 1. 基于BIM的建筑信息协同管理

在基于建筑施工的房地产工程技术管理协同机制中，BIM技术的应用至关重要。构建BIM协同平台下的模型版本控制机制，能确保不同阶段的模型信息准确且一致，方便各参与方随时获取最新且正确的建筑信息，避免因模型版本混乱导致的沟通障碍与工作延误。冲突检测算法则可有效识别设计-施工阶段潜在的技术问题，像空间冲突、施工顺序冲突等。通过这些算法，能在早期发现问题，避免后期施工中的变更与返工，大大提高协同工作效率。利用BIM技术实现设计-施工阶段技术问题的实时协同处理，各方可基于统一的BIM模型进行沟通交流，及时解决遇到的技术难题，实现高效、精准的协同管理<sup>[9]</sup>。

#### 2. BIM与物联网融合的现场监控

在基于建筑施工的房地产工程技术管理协同机制中，关键技术方面，集成传感器数据与BIM模型是重要一环。借助物联网技术，各类传感器收集施工现场的实时数据，如温度、湿度、应力应变等<sup>[10]</sup>。将这些数据与BIM模型进行深度融合，使模型具备实时动态性。在此基础上，开发施工质量偏差自动预警系统，依



据预设的质量标准和参数,对采集的数据进行分析,一旦出现偏差即刻预警,从而增强技术管理过程的可视化与实时反馈能力。管理策略上,要建立跨部门沟通平台,打破信息壁垒,确保各方能及时获取基于 BIM 与物联网融合的监控信息,共同商讨解决问题,提升协同效率,保障房地产工程施工的顺利推进与质量可控。

## （二）信息化协同管理平台构建策略

### 1. 平台功能模块与数据架构设计

在构建基于建筑施工的房地产工程技术管理协同平台时,功能模块设计至关重要。进度管理模块要能精准规划项目各阶段时间节点,实时监控进度偏差,便于及时调整。材料追踪模块需实现对材料从采购、运输到使用全过程的精准定位与质量把控。文档共享模块应确保项目各方便捷获取最新的施工图纸、技术规范等资料。数据架构设计方面,采用基于区块链的工程数据存证机制,利用区块链不可篡改、可追溯的特性,保障工程数据的真实性与完整性,为各方协同工作提供可靠的数据基础,进而有效促进房地产工程技术管理协同机制的高效实施。

### 2. 跨组织信息协同的安全保障体系

在基于建筑施工的房地产工程技术管理协同机制中,跨组织信息协同的安全保障体系至关重要。权限分级是重要基础,通过明确不同参与方、不同人员的操作权限,限制数据访问级别,防止非授权访问。比如施工人员仅能查看与自身工作相关的工程进度数据,无法获取财务等敏感信息。数据加密则为数据传输与存储穿上“防护服”,运用加密算法将重要数据转化为密文,即使数据遭窃取,未授权者也难以解读,如对涉及工程设计细节的图纸进行加密处理。行为审计像是一双“监督之眼”,记录各方在平台上的操作行为,一旦出现安全问题可追溯根源,及时发现并处理异常操作,全方位保障多参与方协同过程中的数据主权与隐私安全。

## （三）人力资源协同管理模式创新

### 1. 技术管理人才能力培养体系

在基于建筑施工的房地产工程技术管理协同机制中,技术管理人才能力培养体系至关重要。设计覆盖 BIM 技术应用的专业培

训课程,能让技术管理人员熟练掌握这一关键技术,借助 BIM 的可视化、模拟性等特性,实现各参与方高效沟通与协同工作。同时,融入协同管理技能培训,提升其组织协调、沟通交流能力,确保在复杂的工程环境中有效推进工作。构建跨专业复合能力评价标准,打破专业壁垒,从工程技术、项目管理、信息技术等多维度衡量技术管理人员能力,激励其全面发展,打造一支既精通工程技术又具备卓越协同管理能力的复合型人才队伍,为房地产工程技术管理协同机制的有效实施提供坚实的人力支撑。

### 2. 激励机制与协同文化培育

在基于建筑施工的房地产工程技术管理协同机制中,人力资源协同管理模式创新里的激励机制与协同文化培育至关重要。制定基于协同绩效的奖惩制度,能激发员工积极参与跨部门协作。当员工通过协同合作达成既定目标、提升工程整体绩效时,给予物质与精神奖励,如奖金、荣誉证书等;反之,对协同不力影响工程进展的行为进行适度惩处。同时,借助知识共享平台与协作案例库建设来促进跨部门协作文化形成。知识共享平台让各部门人员交流技术知识、经验,打破信息壁垒;协作案例库展示成功与失败案例,供大家学习借鉴,营造相互协作、共同进步的文化氛围,推动房地产工程技术管理协同机制有效实施。

## 五、总结

房地产工程技术管理协同机制在建筑施工领域具有重要意义。通过对其理论框架与实践路径的系统梳理,我们明晰了协同机制在提升工程效率、质量及资源整合方面的关键作用。然而,现有研究仍存在不足,如面对动态环境的适应性欠佳,难以灵活应对建筑施工过程中的各类变化;对协同效果的量化评估缺乏有效手段,无法精准衡量协同成效。未来,随着科技的飞速发展,人工智能技术与工程技术管理协同机制的融合将是重要方向,利用人工智能的预测、分析能力,提升协同的智能化水平。同时,加强供应链协同,打通上下游环节,实现信息、资源的高效流通,进一步完善房地产工程技术管理协同机制,推动建筑施工行业的高质量发展。

## 参考文献

- [1] 宋立科. 基于 BIM 的建设项目设计阶段成本管控协同机制研究 [D]. 重庆大学, 2022.
- [2] 刘浩然. 基于 BIM 和 IPD 的装配式建筑协同机制研究 [D]. 重庆大学, 2021.
- [3] 石思萌. 社会网络视角下装配式建筑企业协同机制案例研究 [D]. 西南科技大学, 2022.
- [4] 刘璵慧. 装配式建筑建设过程多主体协同机制研究 [D]. 沈阳建筑大学, 2021.
- [5] 马冠华. 基于服务主导逻辑的现代粮食供应链协同机制研究 [D]. 重庆工商大学, 2022.
- [6] 赵晓丹. 全过程管理在房地产工程技术管理中的开展策略分析 [J]. 建筑·建材·装饰, 2023(9):73-75.
- [7] 娄茂源. 建筑装饰工程施工技术管理研究 [J]. 工程设计与设计, 2021(15):176-178,187.
- [8] 朱彬. 基于 BIM 模式下施工阶段协同机制研究探索 [J]. 冶金与材料, 2021, 41(2):107-108.
- [9] 叶昌润, 张文昌, 方文. BIM 技术在建筑工程施工中的协同作业研究 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2021(8):77-78.
- [10] 杨晓铭, 赵明生. 基于 BIM 的建筑工程项目施工危险源管理探讨 [J]. 建材与装饰, 2021, 17(7):195-196.

# 深基坑支护施工技术的选型与施工工艺优化

王沿娣

武汉市汉阳市政建设集团有限公司, 湖北 武汉 430000

DOI:10.61369/UAID.2025040038

**摘 要：** 深基坑支护技术的科学选型与施工工艺优化是保障工程安全、控制成本、提升效率的核心环节，本文系统分析了放坡开挖、支挡式、重力式、土钉墙（复合土钉墙）及逆作法等常用支护技术的适用场景、优势与局限性，并通过综合对比明确不同工况下的优选方向；其次，围绕安全可靠、经济合理、施工可行等核心原则，阐述了定性选型（经验判断、专家咨询等）、定量选型（层次分析法、模糊综合评价等）及BIM辅助选型的具体方法，为多维度协同决策提供支撑；从施工准备阶段的数据精准化与方案精细化、关键工序的质量管控与效率提升、施工过程的信息化监测与动态调整三个层面，提出了针对性的工艺优化措施。研究成果可为深基坑工程的支护技术选型与施工实践提供科学参考，助力实现工程全周期安全、经济与环境效益的动态平衡。

**关 键 词：** 深基坑支护；支护技术选型；施工工艺优化；支护结构

## Selection of Deep Excavation Support Technologies and Optimization of Construction Processes

Wang Yandi

Wuhan Hanyang Municipal Construction Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430000

**Abstract：** The scientific selection and construction process optimization of deep foundation pit support technologies are core elements for ensuring project safety, controlling costs, and enhancing efficiency. This paper systematically analyzes the applicable scenarios, advantages, and limitations of common support techniques such as slope excavation, retaining structures, gravity walls, soil nail walls (composite soil nail walls), and top-down construction. Through comprehensive comparison, it clarifies the optimal direction for different working conditions. Second, centered on core principles of safety, economic rationality, and construction feasibility, it elaborates on specific methods for qualitative selection (empirical judgment, expert consultation, etc.), quantitative selection (Analytic Hierarchy Process, fuzzy comprehensive evaluation, etc.), and BIM-assisted selection, providing support for multidimensional collaborative decision-making. Third, targeted process optimization measures are proposed across three levels: data precision and plan refinement during construction preparation, quality control and efficiency enhancement for critical processes, and information-based monitoring and dynamic adjustments during construction. These findings offer scientific guidance for selecting support technologies and implementing construction practices in deep foundation pit projects, contributing to the dynamic balance of safety, economy, and environmental benefits throughout the project lifecycle.

**Keywords：** deep foundation pit support; support technology selection; construction process optimization; support structure

## 引言

随着我国城市化进程的快速推进，高层建筑、地下轨道交通、综合管廊等基础设施工程日益增多，深基坑作为地下工程施工的前置关键环节，其施工安全与质量直接决定整体工程的成败。深基坑工程往往面临地质条件复杂、场地空间受限、周边建（构）筑物密集、地下水影响显著等多重挑战，支护体系作为抵御土体压力、控制基坑变形、保护周边环境的核心保障，其技术选型的科学性与施工工艺的合理性成为工程管控的重中之重。当前深基坑支护技术呈现多元化发展态势，但不同支护类型的适用场景差异显著，若选型缺乏系统性论证，或施工工艺存在疏漏，易引发基坑坍塌、周边地面沉降、构筑物开裂等安全事故，造成重大经济损失与社会影响。本文立足工程实践需求，系统梳理常用支护技术的适用性特征，构建科学的选型决策体系，同时从施工全周期视角提出针对性的工艺优化措施，旨在为深基坑工程提供安全可靠、经济高效的技术解决方案，推动深基坑施工技术的规范化、精细化发展，为城市地下空间开发利用提供坚实技术支撑。

## 一、常用深基坑支护技术及其适用性分析

### （一）放坡开挖

深基坑支护施工技术复杂多样，涉及内容非常广泛，为了保证施工安全，必须在前期对施工地的土质情况进行详细勘测和分析<sup>[1]</sup>。放坡开挖是通过放缓边坡，利用土体自身强度维持稳定，并辅以坡面防护和排水措施。其坡度设计需根据土质确定，坡面常用喷混凝土或土钉防护，并设置截排水系统<sup>[2]</sup>。该技术仅适用于深度 $\leq 5\text{m}$ 、土质均匀、地下水位低且场地开阔的工程，不适用于城市中心、软土及地下水丰富区域。其核心优势是施工速度快、成本低、无污染，但缺点是占地面积大、边坡变形也大，因此只适用于对变形要求不严的工程。

### （二）支挡式支护结构

支挡式支护结构通过桩、墙等刚性构件挡土，并辅以内支撑或拉锚限制变形，形成“挡-撑”协同受力体系。其常见形式包括钢板桩、灌注桩、地下连续墙等，适用于深度5-25m、场地狭小的城市中心工程。该技术支持支护刚度大、抗渗性好且地层适应性强，但成本较高、施工周期长，且拆除支撑时易对周边产生扰动。

### （三）重力式支护结构

重力式支护结构依靠自身重量和地基摩阻力平衡土压力，通过水泥土固结体实现挡土与止水一体化。适用于深度6-12m的软土地层，通过深层搅拌桩施工，并可加筋提升强度<sup>[3]</sup>。其优势是施工无振动、低噪音、止水效果好且成本适中，但缺点是占地面积大、支护刚度较低，且抗倾覆能力依赖地基承载力。

### （四）土钉墙与复合土钉墙

土钉墙通过打入土钉并喷射混凝土面层来稳定边坡，复合土钉墙则增加微型桩或锚索以增强支护<sup>[4]</sup>。该技术适用于特定土质且地下水位可控的基坑，施工需分层进行。其优势是施工便捷、工期短、成本低，但缺点是变形较大、对地下水敏感，且不适用于快速施工。

### （五）逆作法

逆作法利用地下结构自身作为支护，自上而下开挖、自下而上施工，实现支护与主体结构一体化<sup>[5]</sup>。适用于深度大于10米、周边环境复杂、变形控制严格的市中心工程。其优势是变形极小、可地上地下同步施工以缩短总工期，但技术要求高、施工组织复杂且造价也相对较高。

### （六）支护技术综合对比分析

五种基坑支护方法的选择需综合考量深度、地质、场地和成本，对于浅基坑（ $\leq 5\text{m}$ ）和开阔场地，放坡开挖最经济快捷；在中等深度（5-15m）且成本敏感的较好土质中，土钉墙性价比高，但变形较大；针对软土富水地层的中浅基坑（6-12m），重力式支护能实现挡土止水一体化且扰动小；当面临狭小场地和复杂地质的中深基坑（5-25m）时，支挡式支护以其强大的适应性和刚度成为首选，但成本较高；而对于城市核心区变形要求严格的深基坑（ $>10\text{m}$ ），逆作法凭借其极小的变形和可缩短总工期的优势成为最佳选择，尽管技术最复杂、造价也最高。

## 二、深基坑支护技术选型决策方法

### （一）选型基本原则

深基坑支护技术选型需以工程全周期安全与效益平衡为核心，遵循多维度协同原则。以安全可靠为首要准则，确保支护体系稳定并有效控制变形<sup>[6]</sup>。在此基础上，需兼顾经济合理性，优化全周期成本，并评估施工可行性，确保技术方案与现场条件匹配。同时方案应满足环境友好性要求，减少施工扰动，并具备动态适应性，以应对地质变化等突发情况，实现工程全周期安全与效益的平衡。

### （二）定性选型方法

定性选型方法基于工程经验与直观分析，通过关键参数匹配筛选适配技术，适用于初步选型阶段或中小型简单工程<sup>[7]</sup>。经验判断法是依据团队过往经验，根据深度、地质等核心参数快速筛选方案；专家咨询法是针对复杂疑难工程，组织多领域专家对方案的安全性、可行性进行论证；类比法则是参考相似工程的实施效果，并结合本工程的具体差异进行调整优化。

### （三）定量选型方法

定量选型方法通过构建数学模型量化评价指标，减少主观判断误差，提升选型科学性，适用于中大型复杂工程或多方案对比场景<sup>[8]</sup>。层次分析法（AHP）通过构建目标、准则、方案三层级结构，计算各指标权重并加权评分来排序方案；模糊综合评价法则针对“施工难度”等模糊指标，通过专家打分建立评判矩阵，量化其对选型的影响；多目标优化模型则将安全、经济、工期等设为目标函数，在约束条件下求解最优平衡方案。

### （四）基于BIM技术的辅助选型

基于BIM技术的辅助选型通过三维可视化与数据集成，实现支护方案的动态模拟与多维度分析，为决策提供直观数据支撑。融合地质勘察数据构建三维地质模型，清晰揭示地层状况；然后对候选方案进行可视化模拟，排查与周边设施的碰撞风险；再结合有限元软件，量化分析各方案在开挖过程中的应力与变形，评估安全性能；在平台上整合成本、工期等多维度指标进行可视化对比，辅助决策。此外，BIM还能结合现场监测数据动态更新模型，确保方案在施工全周期内的适用性。

## 三、深基坑支护施工工艺优化

### （一）施工准备阶段优化

施工准备阶段优化需围绕“数据精准化、方案精细化、资源集约化”核心目标，为后续施工奠定基础。数据精准化方面，需扩大并加密地质勘察，结合物探技术排查地下障碍物，并对复杂地层进行原位测试，若数据偏差过大则启动动态补勘<sup>[9]</sup>。方案精细化方面，要根据勘察数据细化支护参数，为关键工序制定专项方案，并模拟极端工况制定应急预案。资源集约化方面，需动态匹配设备需求，严格管控主材进场与存储，并对特种作业人员进行专项培训考核，组建跨专业小组全程指导。

### （二）关键工序施工工艺优化

关键工序优化需聚焦“质量可控、效率提升、风险降低”，针对不同支护类型的核心工序制定专项优化措施。挡土结构施工中，灌注桩成孔优先采用旋挖钻配合膨润土泥浆护壁，根据



土层类型调整泥浆比重,成孔后采用超声波检测仪检测孔壁垂直度,不合格孔段立即进行二次修孔;混凝土浇筑采用导管法,控制导管埋深在2~6m范围,浇筑速度不低于0.5m/h,避免出现断桩、缩颈问题;地下连续墙施工优化槽段划分,将常规6m槽段调整为4~5m短槽段(软土地层),减少槽壁坍塌风险,槽段接头采用“工字钢+刷壁”组合工艺,刷壁次数不少于5次,直至刷壁器无泥屑残留,浇筑前注入1.5m厚封底混凝土,防止接头渗漏。支撑体系施工优化需严格遵循“随挖随撑”原则,基坑开挖至支撑标高后12h内完成支撑安装,内支撑安装前先调整支撑轴线偏差至 $\pm 5\text{mm}$ 以内,钢管支撑采用法兰连接时加装密封垫圈,混凝土支撑浇筑时设置测温点,控制内外温差 $\leq 25^{\circ}\text{C}$ ,避免温度裂缝;锚索施工采用“二次高压注浆”工艺,一次注浆压力0.3~0.5MPa(初凝前完成),二次注浆压力1.5~2.0MPa,提升锚固力达设计值1.2倍以上;软土地区优先采用预应力鱼腹式钢支撑,通过分级张拉控制支撑变形,减少基坑侧移。土钉墙施工优化中,土钉钻孔采用干钻法或套管护壁钻法(富水地层),避免泥浆污染土体降低土钉抗拔力,注浆时采用孔底注浆工艺,确保浆液饱满度达95%以上,注浆压力维持在0.4~0.6MPa;喷射混凝土面层分两层施工,第一层初喷封闭坡面,间隔2h后进行第二层复喷,复喷前铺设 $\phi 6@200\times 200$ 钢筋网,钢筋网与土钉外露端焊接固定,提升面层整体性。止水与降水优化中,止水帷幕采用高压旋喷桩与水泥土搅拌桩组合工艺,桩体搭接长度不小于200mm(软土地层),施工时控制旋喷压力在20~25MPa,确保桩身均匀性;降水系统采用“管井+轻型井点”联合降水,管井间距根据渗透系数调整,同时安装自动化水位监测仪,实时调控抽水泵启停,将地下水水位控制在基坑底以下1m,避免过度降水引发周边地面沉降。

### (三) 施工过程信息化与动态优化

施工过程优化需依托“实时监测、数据反馈、动态调整”闭环管控体系,实现施工全周期精准管控<sup>[10]</sup>。监测体系优化需科学布设监测点位,基坑边坡顶部每20~30m设置1个位移监测点,周边建筑物四角及中点设置沉降监测点,支护结构关键截面布设应力监测点,监测设备优先采用自动化监测系统,数据采集频率根据施工阶段调整,监测数据精度控制在位移 $\pm 1\text{mm}$ 、应力 $\pm 2\%$

以内。数据反馈机制需搭建“现场-云端”一体化监测平台,实时传输监测数据并自动生成趋势曲线,平台内置预警模块,当监测值达到预警值时自动推送短信至管理人员,超报警值时触发声光报警;技术小组需每日分析监测数据,对比理论计算值与实际监测值差异,若位移速率超过0.5mm/d,立即排查施工工序,形成《每日监测分析报告》指导次日施工。动态调整优化需建立“监测数据-工艺参数”联动机制,例如当基坑侧移接近预警值时,放缓开挖速度,或增设临时钢支撑(间距3~4m);若发现某区域土钉抗拔力不足,立即补打加密土钉,并调整注浆压力至0.7MPa;当地质条件与勘察结果不符,及时调整支护参数,例如将灌注桩桩长增加2~3m,或在软土夹层位置增设水泥土搅拌桩加固。此外,针对施工过程中的工序衔接优化,采用BIM技术模拟施工进度,预判工序冲突,提前调整施工顺序,例如先完成基坑周边锚索张拉,再进行中间区域土方开挖,减少工序等待时间;同时建立质量追溯体系,对每根灌注桩、每道锚索记录施工人员、设备型号、材料批次等信息,若出现质量问题可快速定位责任环节,实现施工过程可追溯、可管控。

## 四、结束语

深基坑支护工程作为地下空间开发的核心前置环节,其技术选型的科学性与施工工艺的精细化直接关系到工程安全、经济成本与周边环境稳定。本文通过系统梳理放坡开挖、支挡式、重力式等常用支护技术的适用边界,构建了定性与定量相结合、BIM技术辅助的多维度选型体系,同时从施工准备、关键工序、过程管控三个维度提出了针对性的工艺优化路径,形成了“选型-施工-管控”全周期技术解决方案。随着地下工程向更深、更复杂的方向发展,深基坑支护技术仍面临软土富水地层支护优化、极端工况风险防控、智能化施工技术融合等新挑战。未来可进一步加强支护材料与结构的创新研发,深化BIM、大数据、物联网等数字化技术在选型决策、施工监测、动态调控中的深度应用,推动支护技术向智能化、绿色化、集成化方向发展。

## 参考文献

- [1] 陈戈. 深基坑支护施工技术[J]. 工程技术研究, 2020, 5(9): 55-56. DOI: 10.3969/j.issn.1671-3818.2020.09.025.
- [2] 成小军. 深基坑支护施工技术分析[J]. 河南建材, 2024(7): 83-85.
- [3] 陈岩. 深基坑支护施工技术[J]. 中国房地产业, 2019(29): 98.
- [4] 李永强. 深基坑支护施工技术[J]. 中国房地产业, 2018(26): 26-27. DOI: 10.3969/j.issn.1002-8536.2018.26.023.
- [5] 高龙. 深基坑支护施工技术及其稳定性分析[J]. 砖瓦世界, 2025(9): 16-18. DOI: 10.3969/j.issn.1002-9885.2025.09.006.
- [6] 杨鹏, 沈炜楠. 深基坑支护施工技术与管理[J]. 石材, 2024(7): 54-56.
- [7] 曾凡, 曾然. 深基坑支护施工技术探讨[J]. 建材与装饰, 2021, 17(5): 29-30. DOI: 10.3969/j.issn.1673-0038.2021.05.015.
- [8] 董阔. 深基坑支护施工技术浅谈[J]. 建材与装饰, 2021, 17(14): 11-12. DOI: 10.3969/j.issn.1673-0038.2021.14.006.
- [9] 魏鹏鹏. 深基坑支护施工技术探析[J]. 河南建材, 2024(4): 134-136.
- [10] 刘波明. 深基坑支护施工技术探讨[J]. 工程技术研究, 2017(10): 92-93. DOI: 10.3969/j.issn.1671-3818.2017.10.053.



# 房屋建筑装饰施工工艺技术要点分析

李松阳

广州旭璟装饰工程有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040049

**摘 要 :** 文章旨在系统探讨房屋建筑装饰施工的关键工艺技术与优化管理措施, 重点研究装饰工程中各环节的技术要点与质量控制方法。文章首先概述装饰施工的整体框架与核心要求, 随后详细分析墙体抹灰、涂料施工、墙体工程、门窗安装、玻璃幕墙及电气照明等分部工程的工艺规范与节能技术, 最后从模型优化、方案设计、工艺创新及团队建设等方面提出综合管理策略, 以期提升装饰工程质量与综合效益提供理论依据与实践指导。

**关 键 词 :** 房屋建筑; 装饰施工工艺; 技术要点

## Analysis of Key Technical Points in Construction Technology for Housing Architecture Decoration

Li Songyang

Guangzhou Xujing Decoration Engineering Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract :** This paper systematically explores key process technologies and optimized management measures for building decoration construction, focusing on technical essentials and quality control methods across all phases of decoration projects. The paper first outlines the overall framework and core requirements of decoration construction. It then provides a detailed analysis of the technical specifications and energy-saving technologies for sub-projects including wall plastering, paint application, wall engineering, door and window installation, glass curtain walls, and electrical lighting. Finally, it proposes comprehensive management strategies covering model optimization, scheme design, process innovation, and team building, aiming to provide theoretical foundations and practical guidance for enhancing the quality and overall efficiency of decoration projects.

**Keywords :** building construction; decoration construction techniques; technical essentials

## 引言

房屋建筑装饰施工是实现建筑功能、提升空间品质的重要环节, 其技术工艺与管理水平直接关系到建筑的使用效果与使用寿命。随着社会对建筑美观性、舒适性与节能性要求的不断提高, 装饰施工已从传统的单一美化功能发展为涵盖技术、艺术与管理的综合性工程。文章基于装饰施工的整体流程与关键技术展开系统研究, 以推动装饰工程的规范化、高效化与可持续发展。

## 一、房屋建筑装饰施工概述

房屋建筑装饰施工是建筑工程中至关重要的收官环节, 它不仅是将设计蓝图转化为现实的艺术创作, 更是实现建筑使用功能、提升空间品质、赋予建筑生命与灵魂的系统工程。其核心在于通过一系列科学、严谨的技术与工艺, 对建筑内部及外部空间进行美化与保护, 最终满足人们对建筑在实用性、舒适性、美观性与环保性上的综合需求。

现代装饰施工是一个多工种、多工序协同作业的复杂过程, 其范围广泛, 涵盖了抹灰、涂饰、墙体砌筑与保温、门窗安装、玻璃幕墙工程以及电路灯具安装等关键分部工程。它并非简单的材料堆砌, 而是强调严格的工艺流程与技术控制。例如, 从基层

的精细处理(如清理、找平), 到分层抹灰的厚度与凝结控制, 再到涂饰施工中对基层含水率的严格要求, 每一道工序都直接影响着最终的工程质量、安全耐久性与装饰效果。

## 二、房屋建筑装饰施工工艺技术

### (一) 墙体抹灰工艺

墙体抹灰作为建筑装饰中的常用技术, 主要将各类石屑浆、砂浆或石子浆等材料均匀铺设在建筑基底上, 以实现美化外观并增强保护功能。抹灰构造通常包含三个层次: 底层、中间层及面层。实际操作过程中, 需注意控制抹灰的厚度, 过厚不仅影响作业效率, 还可能导致空鼓、开裂或脱落等质量问题。在开展顶棚

抹灰作业前，必须先完成基层的清洁处理，随后按照由内向外、最终从门口退出的顺序逐步施工。同时，每一道灰层必须在前一层充分凝结之后，方可继续涂抹下一层。墙面抹灰阶段应按照技术规范执行，包括放线、设置控制灰饼与冲筋等步骤。面层抹灰应在中间层砂浆基本干燥后进行，最终确保墙面压实抛光，达到颜色均匀、表面平整的效果<sup>[1]</sup>。

### （二）建筑涂料施工工艺

建筑涂料施工是指将涂料均匀铺展在建筑构件表层，使其与基材有效结合，从而实现保护结构与美化外观的目的。若选用溶剂型涂料，施工前需严格控制基层含水率，确保其不超过5%。当对混凝土或水泥抹灰面层采用油性涂料时，应优先涂刷一层清油作为封闭底漆，以提高附着力和基层稳定性。底漆施工应遵循一定顺序：操作时建议从顶部开始，逐步向下进行；同一立面宜先左后右，由外部向内部推进。涂刷过程中需做到厚度均匀、覆盖全面，避免产生流挂或漏涂等质量缺陷。目前常用的涂料施工方法包括喷涂、刷涂、抹涂、滚涂、弹涂与刮涂等六类。采用喷涂工艺时，应合理选用喷枪设备，并准确调节喷嘴直径、喷涂距离及系统压力等参数；而弹涂施工通常要求喷口距基层约400毫米，按自上而下、从左到右的顺序匀速移动，以确保饰面效果均匀一致。

### （三）墙体工程施工技术要点

墙体施工是房屋建筑装饰过程中的核心工序之一。为满足建筑节能要求，目前普遍采用自保温型蒸压加气混凝土砌块作为墙体主要材料。相较于传统实心粘土砖，该材料具有自重轻、砌筑效率高优势，在节省资源、提升施工效率方面具有显著的经济与环保效益。保温砂浆施工前需具备多项条件：基层质量需验收合格，屋面防水层应已完工，与墙体相连的门窗框、管线等安装作业不得损坏已完成保温层。施工期间环境温度宜高于5℃，如在夏季高温条件下作业，需加强洒水养护与保湿管理。抹灰施工应严格遵循设计规范分层进行，外墙抹灰层需具备良好的防水、抗裂与抗脱落性能。施工中应精准控制抹灰厚度与表面强度，砂浆硬化阶段严禁受到振动或外力撞击。操作时需采取防裂措施，确保抹灰层厚度均匀、无裂缝产生。腹丝安装时应保持角度一致，其偏差不得超过3度。当在砌体外墙施工时，推荐采用预埋钢筋网片对EPS钢丝网架板进行有效固定。施工中应重点控制保温隔热材料的厚度，使其符合设计要求。对于空心砖承重墙，宜采用整砖平砌法，避免凿断砖体；如整砖数量不足，可采用实心砖进行外包砌筑。保温板与基层之间、各构造层之间的连接应牢固可靠，杜绝脱层、空鼓、开裂等质量问题。如因预埋件、管道等需要预留孔洞，应采用实心砖砌筑封堵。此外，还应加强砌块墙体的整体性控制，确保灰缝饱满、连接可靠、变形协调，并对隐蔽工程实施及时检查与验收记录，保障墙体施工质量全面达标<sup>[2]</sup>。

### （四）门窗安装工艺与质量控制

在建筑外墙装饰工程中，门窗结构的密封性能和热工性能始终是施工控制的核心内容。为确保门窗实际安装效果符合装饰设计与功能要求，施工过程中需采取有效的防变形技术措施，并严格复核门窗框的安装位置与内外方向，经确认无误后方可进行最

终固定。安装过程中需重点控制以下环节：首先，门窗框与墙体洞口之间应采用柔性连接方式，接缝处须采用专用密封胶进行填充封闭，严禁出现缝隙或直接采用水泥砂浆嵌缝；其次，对门窗框、扇以及推拉窗轨道槽口等关键部位应进行系统密封处理，有效防止空气渗透与雨水渗漏，若发现接缝宽度过大，应通过挤注密封胶予以补强密封。门窗扇的安装宜在洞口周边抹灰层完全硬化后进行。对于门窗框与墙、柱、梁等结构交接部位，宜采用水泥砂浆进行填实封堵；若门窗位于建筑外立面，其收口处理应结合外墙装修工程同步进行。对于存在变形、缝隙过大或密封不良的门窗构件，严禁直接上墙安装。在安装过程中应多次复核框角的垂直度，确保定位精准。门窗固定完成后，应及时组织进行隐蔽工程验收，并做好相应质量记录。

### （五）玻璃幕墙安装工艺与性能控制

玻璃幕墙作为现代建筑外立面的典型构造形式，其施工质量直接关系到建筑美观与使用功能。完整的幕墙安装流程主要包括测量定位、预埋件处理、连接件装配、骨架系统搭建、玻璃面板固定及表面清理等环节。在密封性能控制方面，首先应从活动窗扇的框扇搭接精度入手，选用高弹性密封胶条并精确控制搭接尺寸，运用等压腔原理有效阻断雨水和空气的渗透路径。针对幕墙型材构造，需确保排水孔与通道布置合理、保持畅通，使积聚在型材槽内的水分能够及时排出。同时，应在幕墙层间设置连续保温层，显著提升整体结构的气密性能。幕墙面材的选用对热工性能影响显著，推荐采用中空夹层玻璃或热反射玻璃等材料，以有效降低传热系数。连接件的安装是实现精确定位的关键步骤，通过调节连接件使幕墙骨架与建筑主体可靠连接，并确保外表面处于同一设计立面。骨架安装应严格依据测量放线结果，遵循先竖向后横向的装配顺序，保证系统刚度和安装精度<sup>[3]</sup>。

### （六）电气照明系统施工与节能技术

在建筑装饰工程施工过程中，电气照明系统需优先满足现代建筑的功能需求，包括适宜的照明亮度、色温与显色指数等参数，确保室内光环境舒适健康。同时还需保障疏散通道照明及特殊功能区域（如工艺车间、设备间等）的电力供应与特种照明要求。在节能技术应用方面，应采用低电压配电系统，照明回路导线需按相序进行分色标识。导线连接前应剥离端部绝缘层，将线芯稳固插入带线盘圈内，通过回折压实并绑扎固定，确保连接处平整牢固。建议选用高效节能型光源，严格限制低光效的白炽灯与卤素灯使用，同时配置智能照明调控系统，不仅可延长光源使用寿命，还可根据公共场所及通道的自然采光条件自动调节照明开关。灯具安装过程中需确保相线受开关控制，安装位置准确无误，固定牢靠且姿态端正。变电所的选址应科学合理，优先设置在靠近用电负荷中心的区域，以此缩短低压配电线路的敷设距离，有效降低线路传输过程中的电能损耗。

## 三、房屋建筑装饰施工工艺技术优化管理措施

### （一）建筑装饰模型的优化与应用

在房屋建筑装饰工程中，设计模型的优化是提升工程质量的

初始环节。模型优化过程中，需借助专业实验验证设计方案是否满足规范标准，通过选取关键变量进行控制性测试，适时调整各类非关键参数及波动性较大的变量，从而确保装饰工程的结构安全与性能稳定。接下来应对建筑装饰的各项功能开展系统性检测，重点验证整体施工工艺与工程进度是否符合预设标准。在检测实施阶段，可结合实际情况优化调整材料选用方案，合理选择施工工法，在保障工程质量的前提下实现成本节约，有效避免资源浪费与不必要的经济投入。通过模型优化与功能检测的有机结合，不仅能提升装饰工程的整体完成度，还可为后续施工提供可靠的技术依据与决策支持。

### （二）建筑装饰方案的设计与模型构建

建筑装饰方案的设计始于对使用功能的深入分析，在此基础上完成整体空间规划与系统框架搭建。方案设计需要统筹考虑施工可行性、社会审美趋势及业主投资预期等多重要素，确保最终实施方案兼具实用价值与经济效益。在方案深化阶段，应建立能够全面反映建筑空间特征的技术模型，通过专业设计软件进行多维度模拟与系统整合。这一过程中必须确保基础数据的准确性与完整性，同时所采用的结构体系应当符合现代施工工艺的发展趋势，兼顾技术创新与落地实施的要求。通过数字化建模与实体建设的有机结合，既能验证设计构想，又能为后续施工提供精确依据，从而实现装饰工程从概念到实体的高质量转化<sup>[4]</sup>。

### （三）现代装饰工艺的实用与美观融合策略

在传统建筑装饰实践中，施工重点往往集中于工程质量与基础功能，相对忽略了建筑环境的整体美学价值。这种以质量为核心的理念虽具合理性，但已难以适应当前建筑行业的发展趋势。因此，现代装饰工艺应当紧密结合市场需求与大众审美取向，在继承传统工艺精髓的基础上，积极引入创新技术与设计手法，实现实用功能与艺术表现的有机统一。面对持续升级的居住需求，装饰工艺需要不断进行自我革新。通过运用数字化设计工具、学习先进装饰理念、研究代表性建筑的风格特征，系统提升装饰方

案的艺术性与创新性。这种融合功能与美学的设计方法，不仅能够满足使用者对空间环境的更高期待，也将为装饰企业在市场竞争中建立持续优势。未来，装饰工艺的发展将更注重技术应用与艺术创造的平衡，通过持续创新推动行业实现从单纯满足功能到提升整体空间品质的转型升级。

### （四）提升装饰团队专业能力与职业素养的路径

优质建筑装饰工程的实现，需要设计师与施工人员的紧密协作。优秀的设计方案依靠设计师的专业创造力，而高质量的现场实施则依赖技艺精湛的施工团队，二者相辅相成，共同保障项目品质。在行业技术快速迭代的背景下，设计师必须持续关注市场趋势，不断优化设计方案；施工人员则需通过系统学习提升专业技能，拓展知识广度，以适应新型装饰材料的应用与工艺发展要求。为保持专业领先优势，设计及施工团队应当通过文献研读、网络平台及市场调研等多渠道收集行业信息，深入把握装饰领域的发展动向。持续的知识积累不仅能完善设计方案，更能有效提升施工质量，最终呈现令客户满意的空间效果。此外，职业素养的培育同样不可或缺。团队应牢固树立责任意识，弘扬敬业精神，始终将施工安全置于首位<sup>[5]</sup>。

## 四、结束语

文章系统阐述了房屋建筑装饰施工的工艺技术与管理方法，强调了墙体、涂饰、门窗、幕墙及电气照明等关键环节的技术规范与质量控制要求，提出了通过模型优化、数字化设计、工艺创新与团队能力提升等综合措施提高工程整体水平。装饰施工技术的精细化与管理的科学化是保障建筑品质与功能实现的核心，未来研究应进一步聚焦绿色节能材料的应用、智能建造技术的融合以及全生命周期质量管理体系的构建，以推动建筑装饰行业向高质量、可持续方向不断发展。

## 参考文献

- [1] 段新文. 房屋建筑装饰施工工艺技术要点 [J]. 建材与装饰, 2021, 17(31): 6-7.
- [2] 黄君臣. 浅析房屋建筑装饰施工工艺技术要点 [J]. 建筑·建材·装饰, 2022(23): 113-115.
- [3] 孙婷. 房屋建筑装饰装修施工工艺及质量控制要点分析 [J]. 中国建筑装饰装修, 2022(17): 116-118.
- [4] 梁维柱. 房屋建筑装饰施工工艺技术要点介绍 [J]. 现代装饰, 2023(34): 95-97.
- [5] 潘波. 房屋建筑装饰施工工艺技术要点分析 [J]. 现代装饰, 2023(10): 40-42.



# 装配式混凝土结构建筑技术与质量管理分析

吴华辉

广州市第二建筑工程有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040056

**摘 要 :** 文章系统阐述了混凝土装配式住宅建筑的施工优势、关键技术要点及项目设计阶段的应用策略。详细剖析了预制墙板安装、NPC技术、窗体与楼梯施工等核心工艺的技术规范与质量控制措施。最后,从项目管理角度,强调了施工过程安全监管、科学确定适用范围及建立多层次验收体系的重要性,为装配式建筑的高效、安全实施提供了全面的理论依据与实践指导。

**关 键 词 :** 装配式; 混凝土结构; 建筑技术; 质量管理

## Analysis of Building Technology and Quality Management for Prefabricated Concrete Structures

Wu Huahui

Guangzhou No. 2 Construction Engineering Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract :** This paper systematically elaborates on the construction advantages, key technical points, and application strategies during the project design phase for prefabricated concrete residential buildings. It provides a detailed analysis of technical specifications and quality control measures for core processes such as precast wall panel installation, NPC technology, and window/stair construction. Finally, from a project management perspective, it emphasizes the importance of safety supervision during construction, scientifically determining the scope of application, and establishing a multi-level acceptance system. This provides comprehensive theoretical basis and practical guidance for the efficient and safe implementation of prefabricated construction.

**Keywords :** prefabricated; concrete structure; construction technology; quality management

## 引言

随着建筑工业化的深入推进与可持续发展理念的深入人心,装配式混凝土住宅建筑作为一种先进的建造方式,正日益成为推动建筑业转型升级的重要力量。它通过将传统现场大量作业转化为工厂化生产、现场装配的新模式,从根本上改变了建筑业的业态。文章提出项目设计阶段的前瞻性应用策略,以期提升我国装配式建筑的整体发展水平提供有价值的参考。

## 一、混凝土装配式住宅建筑施工优势

### (一) 提升建筑资源利用效率

在建筑领域,资源与能源的密集消耗一直是制约行业可持续发展的关键因素。推动资源利用效率的提升,已成为衡量现代建筑施工管理水平的重要标准。然而,目前不少企业仍受限于节能技术落后、管理方式粗放,导致在钢铁、混凝土等关键建材的使用上存在显著浪费,不仅提高了建造成本,也对环境造成负面影响。此外,施工过程中还伴随着大量污染物的排放,例如倾倒作业时产生的粉煤灰与施工废水,若不妥善处理,将对周边水土资源带来危害。同时,物料运输及混凝土振捣等环节所产生的噪声污染,也进一步加剧了对生活环境的影响,亟须通过技术和管理手段加以控制。

### (二) 有效压缩工程建设周期

在传统建筑工程中,主体结构每完成一层施工,通常需要投入大量时间与人力进行木模板的搭设、拼装以及后续拆除作业,工序烦琐且耗时较长。为应对这一问题,预制混凝土(PC)住宅建筑技术提供了创新解决方案。该技术将叠合楼板在工厂内预先制作完成,使其完全不占用现场施工周期。现场安装时,通过采用叠合楼板与独立点支撑系统相结合的新型工艺,有效替代了原有的木模施工流程。这一转变不仅显著减少了现场作业环节,还大幅降低了劳动力投入,从而实现了整体工期的高效压缩<sup>[1]</sup>。

### (三) 建筑工程项目经济效益显著提升

在现代化建筑工程中,装配式混凝土技术通过标准化设计和工厂化生产模式,实现了建筑成本的结构优化。该技术体系要求根据前期工程设计,由专业厂家集中预制各类混凝土构件,这

一生产方式不仅显著提升了现场施工人员的作业效率，同时大幅降低了传统施工中的技术难度。构件在工厂内完成标准化生产后运至现场进行组装，有效简化了施工流程，缩短了工期，从而带动整体改造工作效率的全面提升。更为重要的是，预制混凝土技术的应用减少了对传统现场劳动力的依赖，降低了人工成本投入，同时在材料损耗、现场管理等方面实现多重节约，最终促使项目整体经济效益得到显著提升。

#### （四）全面提升建筑工程质量水平

混凝土装配式建筑通过集中化施工与标准化管理，实现了工程质量的系统性提升。在施工过程中，所有构件均按照统一标准进行工厂预制，现场安装时通过精密测量与协调控制，显著提高了构件定位的准确性和连接节点的可靠性。这种标准化作业模式不仅简化了现场操作流程，更使施工精度达到毫米级控制水平。同时，建筑内的水电路线预埋及孔洞预留等工序，借助定型化模具实现精准定位，从根本上避免了传统现场开槽打孔带来的质量隐患。整体而言，装配式建筑通过工业化生产与标准化安装的有机结合，构建从构件生产到现场装配的全过程质量控制体系，为工程质量的稳定提升提供了可靠保障<sup>[2]</sup>。

## 二、装配式混凝土结构建筑技术

### （一）预制墙板安装施工要点

#### 1. 预制墙板灌浆施工技术要求

预制墙板安装过程中的灌浆作业是确保结构整体性的关键环节。施工时需首先进行浆料的拌合，按照设计配比加入适量清水，通过多次充分搅拌使浆液达到均匀状态，随后静置完成排气过程。此拌和工序应在15分钟内连续完成，并需全程避免阳光直射，以保证浆料品质。灌浆操作时应精确控制注入量，既要确保填充饱满，又要防止材料外溢。选用的钢筋规格必须符合施工规范，直径范围宜控制在12~40毫米之间。灌浆前还需监测环境温度，当气温超过30℃时需采用冷水搅拌，冬季施工则需采取相应的保温措施。

#### 2. 灌浆工艺实施与质量控制

实际灌浆作业推荐采用压浆法施工，通过灌浆套管自下排灌浆孔注入。如出现冒浆现象，应及时拔除灌浆管并将孔洞封堵密实。完成灌浆后，需将实际用量与设计用量进行比对分析，以此评估灌浆密实度。构件养护期间应将环境温度稳定在5~30℃范围内，超出此范围需立即采取调控措施。特别要注意的是，灌浆结束后的24小时内必须避免任何振动干扰，同时定期检测浆体强度发展情况，待其强度达到35MPa后方可进行后续工序施工。

#### 3. 全过程质量保障措施

为确保预制墙板安装质量，需要建立从材料准备到后期养护的全过程质量控制体系。在浆料制备阶段，除严格控制配比和搅拌工艺外，还需注重施工环境的稳定性。灌浆过程中应实时观察浆液流动状态，及时调整注浆压力与速度。养护阶段不仅要维持适宜的温湿度条件，还需建立系统的强度监测机制。通过这些系统化的控制措施，有效保障预制墙板的结构性能与安装质量，为

后续施工创造良好条件<sup>[3]</sup>。

### （二）新型混凝土预制装配技术的应用与发展

新型混凝土预制装配技术（NPC）作为建筑工业化的重要实现形式，其核心在于将主要构件在工厂通过标准化、机械化的方式预制完成，再运输至施工现场进行组合装配。这种建造模式较传统PC技术具有显著优势，不仅能有效减少施工现场的扬尘、噪声等环境污染，还可以大幅降低对人工的依赖，提高施工效率，缩短建设周期。经过近年来的持续研发与工程实践，该技术体系已日趋成熟，特别是在结构体系设计方面，纵向承重构件普遍采用全预制叠合形式，最大限度减少了现场湿作业和混凝土浇筑量。然而，NPC技术在具体应用过程中仍存在一定的局限性。特别是在混凝土预制构件与现浇剪力墙连接部位，由于需要保证结构整体性，往往需要设置大量灌浆孔，导致施工复杂度增加。在现有技术条件下，这一问题尚未找到经济有效的解决方案，成为制约该技术推广的因素之一。展望未来，随着学术界对连接节点技术的持续深入研究，预计将通过创新构造形式或开发新型材料逐步突破这一瓶颈，使NPC技术在建筑领域发挥更大的价值。

### （三）预制窗体与楼梯安装工艺控制要点

在预制窗体安装过程中，施工人员需首先准确定位窗台方位，随后通过高强度螺栓与窗体预埋螺母进行可靠连接。此阶段需进行多方位校正调整，包括垂直度、水平度及进出位尺寸等参数，确保窗体安装位置精准、密封性能达标。安装过程中应使用专用调节垫片进行微调，并采用密封胶对接缝处进行防水处理，从而全面提升外围护结构的安装质量。预制楼梯安装前，需根据梯段构件的几何尺寸及重量特性选用匹配的吊装器具。所有预制构件均需在工厂完成编号标识，现场严格按编号顺序进行吊装作业。为保障安装精度，应在楼梯平台及梯梁位置预先设置基准控制线，施工人员通过激光定位仪器对轴线位置和高程进行双重校验。吊装过程中需实时监测构件姿态，通过可调节支撑系统确保梯段就位后的平衡性与稳定性。在完成初步安装后，还需对连接节点进行二次检查，重点核查螺栓紧固扭矩及接缝填充质量。对于楼梯踏面与平台接口处，应采用高强灌浆料进行密实填充，确保荷载传递符合设计要求。通过实施全过程质量控制，有效保障建筑部件的安装精度与使用安全。

## 三、项目设计阶段装配式建筑的实际应用策略

### （一）严格监管施工过程

#### 1. 预制构件吊装前的场地与工序准备

在装配式混凝土住宅施工中，吊装作业前的现场准备工作至关重要。以阳台吊装为例，施工单位需在作业前彻底清理该层楼面的杂物与灰尘，随后铺设一层均匀湿润的水泥砂浆层并进行规范坐浆。这道工序旨在为后续安装创造理想基面，确保预制构件与主体结构之间形成完整密实的接合面。构件起吊前，需系统检查吊索状况，确认吊索与构件连接点牢固可靠，并严格控制吊绳与构件水平面夹角不小于45度，以此保障吊装过程中力系分布的均衡性<sup>[4]</sup>。

## 2. 高空吊装作业的精确定位与安全控制

构件起吊至施工层过程中,必须保持匀速平稳上升,避免急停急启。当构件底部升至距目标标高约1米位置时,需暂停提升,由专人测量构件与既有结构之间的净距,通过微调确保预留足够安全间隙,防止碰撞损坏。就位过程中,施工人员应使用专用撬棍或垫放木质垫块进行精细调平,使构件安装位置完全符合设计坐标。对于梁体吊装,同样需严格把控吊点定位,维持吊绳夹角规范,并在起吊离地50厘米处进行全面安全检查,确认吊具连接可靠后方可继续提升。

## 3. 全过程安全防护体系的建立与实施

为确保吊装作业安全受控,必须建立完善的安全监督机制。所有参与吊装的人员均应正确佩戴安全防护装备,并在作业区域设置明显警示标识。起吊指挥人员需全程监控吊装状态,通过统一指挥信号协调塔吊司机与地面人员的配合。特别要注重对吊索具的日常检查维护,建立定期更换制度。同时应制定应急预案,针对突发天气变化或设备异常等情况设置应对措施,通过系统化的安全管理最大限度降低作业风险,保障施工全过程安全有序推进。

## (二) 科学确定装配式建筑适用范围与技术体系

装配式建造模式特别适合应用于户型标准化程度高、建筑立面规整统一、使用功能相对固定的中低端住宅项目。这种建筑体系的优势在于其集成化程度高,各类给排水、电气及暖通管线均在工厂预制阶段完成预埋定位,形成与结构体一体化的内置管网系统。这种工艺特点在提升施工效率的同时,也导致项目竣工后业主难以进行常规的墙体开槽或管线改造。因此,在方案设计初期就必须充分考虑未来使用者的个性化需求,通过精细化设计实现建筑功能与空间布局的灵活适配。从经济性角度分析,在同等建设规模下,装配式建筑的前期建造成本通常高于传统现浇结构。这种成本差异主要源于预制构件生产所需的模具投入和特殊运输费用。然而,随着项目规模扩大和构件重复使用率的提升,

标准化生产带来的边际成本递减效应将逐步显现。当预制率提升到一定比例后,通过规模化生产与快速装配形成的综合效益,可使项目全生命周期成本趋于优化。这就需要在规划设计阶段深入论证装配式技术的适用边界,合理确定预制范围与装配率,以实现技术可行性与经济合理性的最佳平衡。

## (三) 装配式混凝土结构质量验收标准体系

装配式混凝土结构的质量验收工作需建立完整的标准体系,其验收内容主要涵盖三个层面:基础性规范要求、关键控制项目及常规检验项目。所有验收工作必须严格遵循现行装配式混凝土结构技术的相关技术标准,确保施工成果符合规范要求。在关键控制项目的验收过程中,需采用科学的抽样检测方法进行质量验证。这类项目的合格是工程质量达标的基本前提,任何一项关键指标都必须完全满足技术规范。对于常规检验项目,同样需要通过抽样检验进行质量评估。当采用计数检验方法时,其合格率需达到80%及以上方可通过验收。此外,验收过程中还需进行外观质量与使用性能的双重核查。构件表面不得存在影响结构安全的明显缺陷,同时要确保所有构件在承载能力、耐久性等结构性能方面完全满足设计要求。这种多层次的验收体系能够全面保障装配式结构的工程质量和长期使用安全<sup>[5]</sup>。

## 四、结束语

综上所述,混凝土装配式住宅建筑凭借其在效率、成本、质量和环保方面的多重优势,代表了行业未来的发展方向。然而,其全面推广和成功实践,不仅依赖于预制墙板灌浆、新型NPC技术、精细化部品安装等核心技术的成熟应用与持续创新,更有赖于在项目源头进行科学规划,明确适用范围,并建立涵盖吊装安全、质量验收在内的全过程监管体系。唯有将技术与管理深度融合,方能充分发挥装配式建筑的核心价值,最终实现建筑产品品质与建筑产业现代化的同步提升。

## 参考文献

- [1] 孔祥国. 装配式混凝土结构建筑技术与质量管理分析[J]. 建筑与装饰, 2024(11): 64-66.
- [2] 许佳. 基于装配式混凝土结构建筑技术与质量管理研究[J]. 百科论坛电子杂志, 2021(18): 1632.
- [3] 王世桥. 装配式混凝土结构建筑质量检测技术的发展探讨[J]. 建筑·建材·装饰, 2020(2): 183, 193.
- [4] 梁治. 绿色装配式建筑混凝土结构施工技术要点研究[J]. 现代工程科技, 2025, 4(8): 61-64.
- [5] 刘洪伟, 郑泽浩. 房屋建筑装配式混凝土结构施工技术研究[J]. 中州建设, 2025(4): 21-22.



# 电力工程电气自动化技术应用研究

郑士明

广州市宸思通讯科技有限公司，广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040059

**摘 要：** 文章首先阐述了该技术在提升系统运维便捷性、增强安全可靠性及全面提高运行效率方面的显著优势；进而详细分析了其在智能化运维、集成化管理和仿真建模等核心领域的具体应用与成效；接着，通过监控系统、故障诊断和电网调度三个关键环节，展现了电气自动化技术的实际应用表现；最后，针对技术标准统一、数据安全保障及人才储备等应用难题，提出了切实可行的对策与建议，为电力系统智能化转型提供了清晰的路径指引。

**关 键 词：** 电力工程；电气自动化技术；应用

## Research on the Application of Electrical Automation Technology in Power Engineering

Zheng Tuming

Guangzhou Chensi Communication Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract：** This paper first outlines the significant advantages of this technology in enhancing system operation and maintenance convenience, strengthening security and reliability, and comprehensively improving operational efficiency. It then thoroughly analyzes its specific applications and outcomes in core domains such as intelligent operation and maintenance, integrated management, and simulation modeling. Subsequently, it demonstrates the practical performance of electrical automation technology through three critical aspects: monitoring systems, fault diagnosis, and power grid dispatch. Finally, it proposes practical countermeasures and recommendations for application challenges including unified technical standards, data security safeguards, and talent reserves, providing a clear path for the intelligent transformation of power systems.

**Keywords：** power engineering; electrical automation technology; application

### 引言

随着社会经济持续发展，电力需求不断攀升，对电力系统的稳定、高效、安全运行提出了更高要求。传统依赖人工的电力运维与管理模式，在效率、精度和安全性上已难以适应现代电力系统的复杂性与规模。在此背景下，以计算机技术、通信技术和控制理论为核心的电气自动化技术，正深刻引领着电力行业的变革。它为电力系统的监控、保护、调度和维护提供了智能化、集成化的解决方案，成为保障电网安全稳定运行、提升能源配置效率、推动电力工业可持续发展的关键驱动力。

### 一、在电力系统运行中运用电力自动化的优点

#### （一）提升电力系统运维的便捷性

随着社会用电需求的持续攀升，确保电力系统稳定运行显得尤为关键，这使得开展高效的系统维护工作成为行业重点。在过去，运维工作主要依赖人工操作，此类方式不仅耗时较长，且难以实现精准有效的维护目标。如今，电力从业人员可以引入电气自动化技术，对系统运行状态进行实时监测与数据分析，从而构建智能化的运维管理机制。该方法能够全面采集和处理运行数据，实现系统状态的动态监控与及时维护，显著提升了工作效率。

能。同时，自动化系统所生成的数据记录也为后续维护提供了可靠依据，形成良性循环的运维体系。

#### （二）增强电力系统运行的安全性与可靠性

在电力工程领域引入电气自动化技术，能够集成先进的计算机系统与智能化软件平台，通过持续优化控制程序与诊断策略，实现对各类电力设备的定期自动巡检。这一技术应用可显著降低设备故障发生率，从而有效提升供电过程的连续性与稳定性。同时，自动化系统能够替代人工执行高风险环境下的操作任务，大幅降低直接作业风险，为现场人员的安全提供有力保障。基于数据分析的预测性维护也进一步强化了系统整体的可靠运行水平，

构建了更安全、更可控的电力运行环境<sup>[1]</sup>。

### （三）实现电力系统运行效率的全面提升

相较于传统运行模式，融合了电气自动化技术的电力系统在整体运行效能上实现了质的飞跃。电气自动化以信息技术为核心，其在数据传递速率与指令执行精度方面均显著优于人工操作和常规控制系统。借助这一技术优势，系统内部各类电力设备能够实现更及时的状态更新与参数优化。同时，自动化监测机制可对设备运行质量进行快速评估与反馈，大幅缩短了状态识别与响应的周期，从而有效提升了系统整体的调控响应速度与运行效率。

## 二、电气自动化技术的应用范围

### （一）智能化技术在电力系统中的应用优势

在传统电力运维模式下，故障排查主要依赖人工现场检查，工作人员需要携带各类检测设备逐点排查，不仅工作强度大，且受限于人员专业水平差异，诊断结果的准确性难以保证。这种方式不仅给工作人员带来较大操作负担，也导致整体处理效率难以提升，平均故障修复时间长达数小时。此外，实施人工检修时常需切断供电，这种计划性停电既影响了用户的正常用电体验，又造成了额外的人力与物资投入，据统计，每次计划停电造成的直接经济损失可达数十万元。而在现代技术条件下，电气自动化系统的引入显著增强了电力系统持续稳定运行的能力，通过部署智能传感器和监控装置，实现了对设备运行状态的24小时不间断监测，更好地适应了社会对高质量供电的实际需要。该技术可快速定位系统中存在的异常问题，并自动采集运行参数进行深度分析与诊断，通过机器学习算法对历史故障数据的学习，系统能够提前预警潜在故障，从而大幅提升运维工作的精准性与执行效率，将平均故障修复时间缩短至分钟级<sup>[2]</sup>。

### （二）集成化技术在电力系统中的融合价值

在传统电力系统管理体系中，电力分配、安全维护等职能通常采用分块独立运作的方式，各部门之间缺乏有效的信息共享机制。这种分散化管理容易导致各部门、各环节之间出现协作不畅、信息隔阂等问题，例如调度部门与运维部门使用不同的信息系统，数据交换需要人工导入导出，从而制约整体运营效率的提升。为应对这一挑战，在电力系统内部推行统一化、集中式的管理机制，通过构建一体化运营平台，将原本分散的SCADA系统、EMS系统、故障录波系统等进行深度整合，有助于打破专业壁垒，显著增强系统的协同效率与服务能力。集成化技术作为电气自动化的重要分支，融合了多学科的理论与方法，包括计算机科学、通信技术、控制理论等，其在电力系统运行过程中的深入应用，能够有效整合各类技术资源，充分发挥复合型技术体系的综合优势。这种集成模式不仅提升了电力系统管理的系统性与决策合理性，通过建立统一数据仓库和智能分析平台，实现对海量运行数据的实时处理，也能够实现对运行异常的早期识别与快速响应，例如通过多系统数据关联分析，可在设备故障发生前数小时发出预警，强化系统整体运行的协调一致，从而在保障供电可靠

性与质量方面发挥关键作用<sup>[3]</sup>。

### （三）仿真建模技术在电力系统中的应用与成效

随着电气自动化水平的持续提升，高精度仿真技术已被广泛引入电力系统领域，数字孪生技术的应用使得建立与物理电网完全对应的虚拟电网成为可能，为系统安全防护能力的强化提供了关键技术支撑。借助仿真建模平台，工程人员能够在实验环境中对电力系统的运行参数进行全面评估与多场景测试，通过构建包括极端天气、设备故障、负荷突变在内的多种仿真场景，并结合具体企业的用电负荷、网络结构等实际条件，定制与之相匹配的电力系统规划与优化方案。该方法所生成的数据更为精确和完整，仿真精度可达95%以上，为系统运行的精细控制奠定了坚实基础。通过仿真技术的深入应用，不仅能够有效增强电力系统在实际运行中的可靠性与稳健性，例如在某省级电网应用中，通过仿真演练成功避免了因连锁故障导致的大面积停电事故，也有助于优化能源配置，通过潮流计算和最优功率分配算法，减少不必要的资源损耗，年度可节约运行成本约15%，从而提升系统整体运行经济性与可持续性。

## 三、电气自动化技术在电力工程中的应用表现

### （一）电力监控系统的自动化发展与应用价值

在电力供应与配电体系的运行过程中，其稳定状态易受到多种内外因素的干扰。为确保系统可靠运转，对设备运行状态进行实时监视与智能调控显得尤为关键。电气自动化技术的引入，为供配电系统的全面监控提供了有效的技术路径。无论是运行参数的实时采集、远程电能计量，还是故障诊断与电能质量分析，均可借助自动化系统实现对整个供配电体系的智能分析，并自动记录设备运行信息。该技术所具备的精确控制能力，直接关系到整个供配电系统运行的安全与平稳。传统配电模式容易受到温度、湿度等环境条件的影响，难以持续保障系统的可靠运行。而自动化技术的成熟与推广，使得供配电系统能够实现更精细的调节与控制，降低因人为操作失误引发的风险，从而在整体上提升了系统运行的稳定水平与抗干扰能力<sup>[4]</sup>。

### （二）设备故障智能诊断中电气自动化技术的运用

电气自动化技术不仅推动了电力工程的智能化与自动化转型，还在设备故障诊断与状态监测方面发挥关键作用，有助于维持电力设备持续处于高效运行状态。当系统检测到某一参数超过预设的安全阈值时，会自动向运维人员发送警示信息，以便及时采取干预措施。部分先进的自动化装置甚至可以在故障发生时自主执行应对策略，实现快速闭环处理。此类智能诊断方法能够迅速识别异常，精准定位故障点，从而显著增强电力系统的运行可靠性。面对种类繁多的电力设备，电气自动化技术也在持续优化与升级。例如，在系统监测过程中，自动化平台可依据设备正常运行时的基准数据与状态特征进行智能判断，实现更为科学合理的监测分析。系统还能自动记录故障发生前后的关键数据，为后续人工介入提供完整的分析依据。一旦监测数据偏离正常区间，系统将立即触发报警并生成相应的应急处置策略，极大地提升了

故障处理的针对性与效率。

此外，电气自动化技术不仅能够在故障发生后进行分析与响应，还可以基于设备实时运行数据与标准参数之间的差异，预测潜在风险并进行早期诊断。通过动态调整设备运行参数，系统能够有效防范故障发生，为电力设备的长期稳定运行提供有力保障。

（三）电网调度体系的自动化构建与协同策略

基于计算机平台与电气自动化技术的深度融合，现代电网调度系统实现了全过程数字化管理与智能决策。在现行电力企业管理框架下，电网调度通常被划分为五个功能各异且权责分明的层级，每个层级在覆盖范围及调控目标上均具有独特要求。借助先进的计算机技术与自动化系统，各调度层级之间能够建立有效的协同机制，形成统一联动的指挥体系。在实际运行中，由于国家层面与地区层级的电网调度在管理对象和运行重点上存在差异，如何实现不同层级之间的高效协作已成为电力企业优化运行的核心课题。

四、电力工程电气自动化技术应用难题与对策

（一）技术标准与系统集成难题及对策

当前电力工程在推进电气自动化技术应用过程中，普遍面临设备接口标准不统一、系统兼容性差等突出问题。由于不同制造商生产的电力设备采用各异的通信协议和数据格式，导致自动化系统在集成时常常出现数据交换障碍和控制指令延迟。特别是老旧变电站改造项目中，传统继电保护装置与新型智能终端的接入兼容性问题尤为突出。这种技术壁垒不仅增加了系统调试周期，更影响了电网实时控制的精准性和可靠性。为突破这一瓶颈，亟须建立行业统一的技术标准体系，推动设备制造商采用标准化通信接口，同时开发具备多协议转换功能的智能网关设备，为不同年代的电力设备提供平滑接入方案。

（二）数据安全与系统稳定性挑战及应对

随着自动化系统在电力工程中的深入应用，数据安全风险和系统稳定性问题日益凸显。电力监控系统与公共网络的数据交互

频率显著增加，这为黑客攻击和病毒传播提供了潜在通道。2022年某省级电网就曾因边界防护漏洞导致 SCADA 系统遭受网络攻击，造成区域性供电异常。同时，自动化系统高度依赖的嵌入式设备和工业软件，其固有的程序缺陷可能引发连锁性故障。为应对这些挑战，必须构建纵深防御体系，在系统架构层面实现生产控制区与管理信息区的安全隔离，部署具备自学习能力的入侵检测系统，并建立覆盖全生命周期的漏洞管理机制，定期开展网络安全攻防演练。

（三）技术人才储备与运维体系创新需求

电气自动化技术的快速发展对电力企业的人才结构提出了全新要求。现有运维人员普遍缺乏跨学科知识背景，在智能设备维护、大数据分析等领域的专业技能存在明显短板。某电网企业的调研数据显示，熟练掌握自动化系统运维的核心技术人员占比不足15%，这种人才断层现象严重制约了新技术的应用成效。为此，应当建立校企联合培养机制，开设电力自动化特色课程，同时在企业内部推行“数字工匠”培育计划，通过实战演练提升运维团队的综合能力。此外，还需创新运维管理模式，构建集设备监控、预警分析、决策支持于一体的智能运维平台，逐步实现从被动检修到主动预防的转变<sup>[5]</sup>。

五、结束语

综上所述，电气自动化技术的深度融合是电力系统迈向智能化、现代化的必然选择。通过在运维、监控、诊断和调度等环节的全面应用，该技术不仅极大地提升了工作效率、系统安全性和运行可靠性，还优化了资源配置，降低了运营成本。然而，技术的广泛应用也面临着系统集成、数据安全和高素质人才短缺等现实挑战。未来，电力行业需持续推动技术标准统一，构建纵深安全防护体系，并加强复合型人才培养，方能克服瓶颈，充分释放电气自动化技术的巨大潜力，最终构建起一个更安全、高效、灵活和自愈的智能电网体系。

参考文献

[1] 朱宗晖,魏育才.电气工程及自动化技术在电力系统中的应用分析[J].消费电子,2025(7):149-151.  
[2] 李政浩,乔旭东,刘杰.电力电子技术在电气工程自动化中的创新应用[J].全面腐蚀控制,2025,39(8):57-59.  
[3] 臧传星,王文清,陈家辉.电力工程中电气自动化技术的分析和应用[J].现代工业经济和信息化,2025,15(7):127-129.  
[4] 王菲.电力工程中电气自动化技术的应用分析[J].消费电子,2025(8):98-100.  
[5] 闫洪起,丁保贺.电气自动化在电力工程技术中的应用[J].光源与照明,2025(1):210-212.



# BIM技术在建筑工程管理中的有效应用

李海津

国义招标股份有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040065

**摘 要 :** 文章旨在系统探讨 BIM 技术在建筑工程施工管理中的应用价值、现存问题及优化路径。文章分析 BIM 技术在工程设计智能化、项目协同管理及施工可视化管控等方面的核心价值; 其次剖析当前应用中存在的数据交互障碍、信息完整性不足、专业人才短缺等技术与管理瓶颈; 最后从标准化体系建设、全流程数据治理、人才培养机制及数字化管理创新等角度, 提出提升 BIM 技术应用效果的针对性策略, 为推动建筑行业数字化转型提供理论参考和实践指引。

**关 键 词 :** BIM 技术; 建筑工程管理; 应用

## Effective Application of Bim Technology in Construction Project Management

Li Haijin

Guoyi Tendering Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract :** This paper systematically explores the application value, existing challenges, and optimization pathways of BIM technology in construction project management. It analyzes BIM's core value in intelligent engineering design, collaborative project management, and visual construction control; It then dissects technical and managerial bottlenecks in current implementation, including data exchange barriers, insufficient information integrity, and shortages of specialized talent. Finally, it proposes targeted strategies to enhance BIM application effectiveness through standardized system development, end-to-end data governance, talent cultivation mechanisms, and digital management innovation, providing theoretical reference and practical guidance for advancing the construction industry's digital transformation.

**Keywords :** BIM technology; construction project management; application

## 引言

随着建筑行业向数字化、智能化方向加速转型, BIM 技术作为推动工程建设领域创新发展的核心驱动力, 正日益展现出其变革性的应用价值。在工程设计阶段, BIM 技术实现了从二维平面到三维立体的设计方式革新; 在项目管理层面, 它构建了贯穿全生命周期的协同管理平台; 在施工控制方面, 则提供了可视化的全过程管控手段。然而, 在实际推广应用过程中, 技术标准不统一、数据治理体系不完善、专业人才储备不足等问题依然制约着 BIM 技术价值的充分发挥。

## 一、BIM 技术应用价值

### (一) 工程设计的智能化转型

实践表明, 在建筑工程管理过程中引入建筑信息模型 (BIM) 技术, 能够显著提升项目管理的综合效能。该技术通过构建精确的三维数字化模型, 为设计人员提供了直观的可视化设计平台。基于这一平台, 系统能够自动生成相应的平面、立面及剖面图纸, 并完整保存初始建模数据。当设计方案需要调整时, 只需修改核心模型参数, 系统便会自动同步更新所有关联图纸与技术文档, 这种动态协调机制有效提升了设计过程的协同效率。例如, 当建筑专业调整某个构件的设计参数时, 结构、给排水等相关专业的模型要素也会自动进行相应调整, 从而实现各专业间的

智能联动与数据统一。

### (二) 构建信息化项目协同管理体系

在当代建筑企业的工程实践过程中, 若项目管理仍以传统纸质文件作为主要信息载体, 极易引发信息传递链的断裂风险。这种碎片化的沟通模式不仅会造成各部门业务系统间的数据壁垒, 更会形成难以逾越的“信息鸿沟”。而建筑信息模型 (BIM) 技术的深度应用, 恰恰为突破这一管理困境提供了有效路径。该技术通过建立统一的数字信息平台, 实现对项目全生命周期数据的系统化整合与动态化管控。其核心价值在于能够构建完整的数据溯源机制, 确保设计单位、施工团队和监理机构等各方获取的信息始终保持同步更新与高度一致。这种信息化管理模式的建立, 不仅显著提升了跨专业、跨阶段的数据交互质量, 更使项目信息资

产的价值在规划、施工到运维的全过程中得到最大化释放，最终推动项目管理模式从传统分段式向现代协同化转型升级<sup>[1]</sup>。

### （三）构建可视化施工管控体系

基于建筑信息模型（BIM）的数字化技术，为建筑项目的虚拟设计与建造过程提供了强有力的技术支撑，显著提升了施工管理的可视化程度。通过将实体建筑与三维数字模型进行深度融合，并整合人员、机械、材料等施工资源数据，可构建包含时间维度的四维信息模型，实现对整个施工过程的全方位数字仿真。这种基于计算机系统的模拟分析技术，能够对施工过程中可能出现的各类风险问题进行前瞻性预测，同时通过对不同施工工艺的对比验证，对施工方案进行多轮虚拟验证与持续优化。在建筑运营维护阶段，该技术还可实现对能源消耗模式的精准监测与评估，为节能管理提供数据支持。通过整合运营环境参数，系统能够对建筑结构与材料在长期使用中的性能演变进行预测分析，及时识别潜在安全隐患，为管理决策提供科学依据，从而为建筑全生命周期的安全稳定运行提供坚实保障<sup>[2]</sup>。

## 二、BIM技术在施工管理中的应用问题

### （一）数据交互障碍与技术协同困境

当前建筑信息模型应用领域呈现出多元软件平台并存的格局，各类工具采用差异化的数据存储结构与文件格式标准。这种技术生态的碎片化给不同系统之间的模型交互与信息传递带来了显著挑战。以实际项目执行为例，当设计团队基于 Autodesk Revit 创建的三维模型需要与施工团队使用的 Navisworks 软件进行对接时，由于底层架构的异构性，往往必须借助中间转换格式实现数据迁移。此类转换过程不仅增加了工作流程的复杂度，更可能导致几何信息、材料属性等关键参数的完整性受损，形成数据传递过程中的“漏斗效应”。这种技术壁垒的存在，使得项目各参与方难以实现真正意义上的数字化协同，从而影响了建筑全生命周期中信息传递的连续性与准确性。

### （二）信息完整性与规范体系待完善

BIM 模型所承载信息的精确程度，直接关系到施工阶段各项管理决策的有效性。在实际应用过程中，不少项目面临着模型版本更新不及时、构件属性记录不完整等数据质量问题，这对基于 BIM 技术开展的进度规划与造价估算造成了严重影响。以某在建项目为例，由于三维模型中建筑构件的材料参数未被准确标注，致使物资采购部门依据不完整信息选用了不匹配的建材，进而引发施工工序中断与工期延长。更深层次的问题在于，当前建筑行业尚未建立普遍遵循的 BIM 数据规范体系，不同参与方在模型创建与交付过程中往往采用各自的数据结构、建模精度与文件格式，这种标准化缺失状况显著提高了项目各方在数据协调与整合方面的时间与经济成本。

### （三）专业能力缺口与技术应用局限

BIM 技术在实际项目中的有效运用，高度依赖于从业人员的技术素养与操作水平。然而现阶段建筑行业面临专业人才储备与技术要求不匹配的困境。许多现场施工人员对 BIM 平台的操作仅

停留在基础命令的运用层面，难以开展基于数据的深度分析与优化工作。以项目进度管控为例，部分技术人员仅将三维模型作为可视化展示工具，用于查看当前施工进度状态，却未能充分利用其内置的施工过程模拟功能来优化各专业工序的衔接逻辑。与此同时，不少企业尚未建立完善的技术应用激励机制，使得相关人员缺乏深入掌握 BIM 技术的主动性，导致这项先进技术在项目管理中的实际应用范围受限、使用深度不足，难以充分发挥其潜在价值。

### （四）微观管控精度与技术融合深度待提升

BIM 技术在工程项目中虽已具备宏观层面的过程仿真能力，但在细节层面的精细化管控仍存在明显不足。以预制装配式建筑施工为例，数字模型虽可预先规划各类构件的吊装流程，却难以同步捕捉施工现场的实际进度状况。当现场作业与模拟方案产生偏离时，系统缺乏自动感知与预警机制，仍需依赖管理人员的人工判断与手动调整。此外，BIM 系统与物联网传感、大数据分析等新兴技术的集成应用尚处在初步探索期，这种技术协同的滞后性导致其对施工现场动态变化的捕捉与响应不够及时，难以构建真正智能化的项目管控体系。特别是在复杂施工环境下，这种局限性更加明显，使得技术应用效果与预期目标之间存在显著差距<sup>[3]</sup>。

## 三、BIM技术在施工管理中的优化策略

### （一）构建标准化技术应用体系

在技术选型与系统兼容性方面，建议优先选用在建筑行业具有广泛认可度的 BIM 核心平台，同时建立完善的企业级数字化交付规范。具体而言，应明确各阶段模型的几何精度、信息深度及数据格式等关键技术指标，推动项目各参与方采用国际通用的 IFC 开放式数据标准进行模型交互。这种标准化实践能够有效打通不同专业间的数据壁垒，确保设计信息与施工数据在传递过程中保持完整性与一致性。针对多软件协同作业的需求，可重点研发专业的数据转换与验证工具。通过开发定制化的数据接口模块，实现 Revit 与 Tekla 等专业设计软件之间的双向数据通道，能够显著提升异质系统间的模型兼容性。这类中间件工具不仅可以自动完成数据格式的转换与校验，还能最大限度减少人工干预可能引入的误差，为钢结构与混凝土结构等不同专业模型的无缝对接提供技术保障，从而构建更加流畅的跨专业协同工作环境。

### （二）构建全流程数据治理框架

建立完善的 BIM 数据管理机制是确保项目信息质量的基础。应当构建覆盖数据采集、存储维护、动态更新与协同共享的全过程管理体系，通过制定标准化的数据维护流程，保障模型信息在整个项目周期内的时效性与准确性。例如，可建立项目各阶段的模型同步制度，明确要求施工单位定期提交融合现场施工进度更新的模型，并与初始设计模型开展自动化比对分析，及时发现并修正偏差。推动行业级数据标准体系建设同样至关重要。建议联合行业协会、权威机构及行业领军企业，共同编制适用于不同项目类型的 BIM 数据交付规范。通过统一模型构件的分类体系、编

码规则与属性定义标准，实现项目数据的规范化管理。某地区近期发布的《建筑信息模型交付标准》就是典型范例，该标准详细规定了各专业模型的精度等级与信息完整度要求，为区域内建设项目的数字化协同提供了统一依据。此外，引入智能化的数据质量管控工具也是提升模型可靠性的有效途径。通过部署专业的模型校验系统，可对 BIM 模型中构件的几何形态、空间定位及属性信息进行自动化检测。这类工具能够快速识别出构件缺失、尺寸不符、材料属性错误等常见问题，显著降低人为因素导致的数据偏差，为项目决策提供更加可靠的数据支撑。

### （三）构建多层次人才培养与激励机制

针对不同岗位人员的专业特点和工作需求，应当建立分层分类的 BIM 技术培训体系。对于项目管理人员，重点培养其在数字化环境下的协同管理能力，使其掌握基于 BIM 平台的项目管控方法；技术骨干人员则需要深入理解模型创建规范、掌握各类专业分析工具的使用技巧；而现场操作人员则应接受基于三维模型的技术交底和安全培训，提升其对可视化指导文件的理解能力。通过这种针对性的能力建设，使各层级人员都能获得与岗位相匹配的 BIM 应用技能<sup>[3]</sup>。

在激励措施方面，建议将 BIM 技术应用水平纳入员工绩效考核体系，形成正向引导机制。可以设立专项奖励基金，对在 BIM 技术创新应用、跨专业协同等方面取得显著成效的团队和个人给予物质与精神奖励。例如，部分先进企业设立的“BIM 技术应用创新奖”，有效激发了技术人员探索 BIM 与预制装配、绿色建筑等新技术融合应用的积极性。此外，还需要着力培育企业内部的 BIM 协同文化。通过定期组织技术研讨会、应用成果展示会、建模技能竞赛等多种形式的活动，营造全员参与、积极创新的良好氛围。某大型工程项目每月举办的 BIM 技术协调会就是成功案例，这种常态化的交流机制不仅促进了各专业间的经验分享，更及时解决了项目

实施过程中的技术难题，显著提升了团队协作效率<sup>[4]</sup>。

### （四）构建数字化管理新范式与持续优化机制

在管理创新层面，建议将 BIM 技术与现代管理方法论进行深度融合，构建适应数字化转型的新型管理模式。通过将三维模型与精益建造、敏捷管理等先进理念有机结合，系统重构项目管理流程。以进度管控为例，可将 BIM 模型与关键路径法（CPM）进行深度集成，利用模型的可计算特性实现进度计划的智能优化，在可视化环境中动态调整工序逻辑，并实现人力、材料等资源的精准配置，形成数据驱动的决策机制。在技术融合方面，应积极推进 BIM 与新兴数字技术的跨界协同。通过探索 BIM 平台与物联网传感设备、大数据分析平台及人工智能算法的深度对接，构建具备感知、分析和决策能力的智能管理系统。具体而言，可在施工现场关键节点部署各类监测传感器，实时采集环境参数、设备状态和人员动态等多元数据，并将其自动关联至 BIM 模型，形成数字孪生环境，为项目管理者动态决策提供全面、准确的数据支撑。通过构建包含模型质量、协同效率、成本控制等多维度的成熟度评价模型，定期对 BIM 技术应用成效进行量化评估<sup>[5]</sup>。

## 四、结束语

文章通过系统分析，提出了提升 BIM 技术应用效果的四项关键措施，建立统一的技术标准体系和数据交互机制，构建覆盖项目全生命周期的数据治理框架，实施分层分类的人才培养与激励机制，以及推动 BIM 与先进管理理念及新兴技术的深度融合。未来可进一步探索 BIM 技术与人工智能、数字孪生等前沿技术的深度融合，拓展其在智能决策、自动化施工和智慧运维等领域的应用深度，同时加强建筑产业全链条的数字化协同创新，为行业可持续发展注入新动力。

## 参考文献

- [1] 张浩山. BIM 技术在建筑工程施工管理中的应用研究 [J]. 现代工程科技, 2025, 4(12): 177-180.
- [2] 齐梦夕. BIM 技术在建筑工程施工管理中的应用 [J]. 建筑与装饰, 2024(14): 130-132.
- [3] 霍兆宝. 基于 BIM 技术的建筑工程安全管理应用与探讨 [J]. 砖瓦世界, 2025(3): 139-141.
- [4] 代国涛, 高伟民, 王振, 等. BIM 技术在建筑工程质量管理中的应用 [J]. 模型世界, 2025(12): 157-159.
- [5] 王宇翔. BIM 技术在建筑工程施工管理效率提升中的应用 [J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(3): 128-130.



# 探究 BIM 技术在建筑工程管理中的有效运用

李秋明

国义招标股份有限公司，广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040066

**摘 要：** 文章旨在系统探讨建筑信息模型（BIM）技术在建筑工程管理中的应用价值及其对传统管理模式的革新作用。研究围绕 BIM 技术在提升项目管理效率、优化经济效益与工程建设效能等方面的重要性展开，深入分析当前建筑工程管理中存在的 key 问题，并提出 BIM 技术在全过程各阶段的具体应用路径与解决方案，以期为推动建筑工程管理的数字化、协同化与精细化发展提供理论参考与实践指导。

**关 键 词：** BIM 技术；建筑工程管理；有效运用

## Exploring the Effective Application of Bim Technology in Construction Project Management

Li Qiuming

Guoyi Tendering Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract：** This paper systematically explores the application value of Building Information Modeling (BIM) technology in construction project management and its transformative impact on traditional management models. The research centers on the significance of BIM technology in enhancing project management efficiency, optimizing economic benefits, and improving construction performance. It thoroughly analyzes key challenges in current construction project management and proposes specific application pathways and solutions for BIM technology across all project phases. This study aims to provide theoretical references and practical guidance for advancing the digitalization, collaboration, and refinement of construction project management.

**Keywords：** BIM technology; construction project management; effective application

### 引言

随着建筑行业向智能化、信息化方向快速发展，传统建筑工程管理模式在效率、精度与协同性等方面日益显现出局限性。BIM 技术作为集成多学科知识与数据的综合性信息管理工具，为实现项目全生命周期的数字化管控提供了全新路径。文章系统梳理其在招投标、决策、设计、施工、竣工及运维各阶段的具体应用方法，旨在构建基于 BIM 的建筑工程管理体系，推动行业实现高质量、低成本、可持续发展目标。

### 一、BIM 在建筑工程管理中应用的重要性

#### （一）创新项目管理机制

建筑信息模型（BIM）的引入推动了传统项目管理模式的转型，提升了工程流程的可控性与适应性，从而更好地满足项目动态发展的实际需求。在传统建设过程中，信息传递往往存在滞后与割裂，导致各部门之间协作效率低下。而借助 BIM 技术，各参与单位可通过统一的信息平台实时获取项目数据，包括工程认知、资源分布状况、建材供应进度等关键内容，从而实现对各类资源的高效整合与利用。此外，相较于传统管理方式中信息链易断裂、缺乏连贯性的问题，BIM 技术具备显著的信息连续性优势。

#### （二）提升项目经济收益水平

在建筑工程管理中引入 BIM 技术，能够显著增强项目的整体经济效益。得益于管理方法的系统化改进，施工现场工作效率得到显著提升，不仅有效压缩了建设周期，也显著降低了人力投入成本。随着当前施工机械设备日益向智能化、信息化方向演进，BIM 技术的应用进一步优化了机械资源的配置效率，从而充分发挥先进设备的技术潜力。借助 BIM 协同平台，项目各方能够实现全过程工作的统筹协调，在保障工程质量的同时，推动各类资源的精细化利用，有效控制施工过程中的资源损耗与管理支出<sup>[1]</sup>。

#### （三）优化工程建设效能

BIM 技术在工程建设中的运用，显著降低了传统模式下对人力依赖，有效释放了劳动力资源，从而推动建筑施工向更高水

平的现代化与智能化转型。借助其三维可视化功能，设计图纸得以实现更为精细和立体的呈现，使设计意图表达更加直观准确。同时，针对施工过程中可能遇到的各类技术难点与关键问题，该技术能够通过高精度的三维模拟与分析，辅助项目团队进行科学研判与方案优化。这一过程不仅有效提升了工程建设的质量，也进一步提高了项目的综合实施效率与长期运营效益。

## 二、建筑工程管理中存在的问题

### （一）传统信息处理模式的效率与准确性问题

在传统项目管理流程中，材料清单的编制通常依赖人工完成，招投标双方均需投入大量时间进行数据整理与统计工作。这种人工作业方式不仅处理速度缓慢，还容易因重复操作或疏忽导致数据偏差，使得信息错漏成为常态。此类数据质量问题会直接影响项目管理的整体成效，为后续环节带来潜在风险，进而影响项目的顺利推进。因前期数据不准确所引发的问题，往往延续至项目造价控制及现场施工管理阶段，造成多方面困扰。尤其当项目进入施工阶段后，原定的材料清单需结合工程实际进度进行动态调整，若初始数据存在缺失或错误，将直接导致中期结算困难，显著增加现场人员核验与修正的工作压力。

### （二）现有计量工具的功能局限性

当前项目管理环境中广泛使用的计量软件，其功能体系已难以匹配日益复杂的工程实际需求。随着项目规模扩大和数据动态性增强，传统计量工具在应对多维度、实时变化的信息时表现出明显的功能不足，逐渐无法满足现代化项目精细化管理所提出的高标准要求。具体到项目执行过程中，各施工环节均涉及差异化的预算控制目标，需依此对实际发生的工作量及材料使用清单进行系统统计与核算。此类计量过程要求高度的严谨性，且最终需与竣工阶段的实际工程量进行闭合比对与审核。为确保计量结果的准确性，不仅需要工具具备强大的数据运算能力，还需能够适配大型项目的复杂结构，实现对多层次信息的顺畅处理与整合。然而，当前行业普遍采用的主流计量软件，在应对高复杂性、大规模项目的功能支持上仍存在明显短板，制约了项目管理效能的进一步提升<sup>[2]</sup>。

### （三）工程数据共享机制存在障碍

在建筑工程实施过程中，各个环节持续产生大量不同类型的信息资料，其中相当一部分需在项目竣工阶段作为交付内容一并移交。完成交付后，这些数据通常以纸质文档或静态电子文件等形式进行归档存储。这些源自建设阶段的信息，对运营方及后续管理团队而言具有重要的参考价值，是实施建筑运维、设施管理和翻新改造等工作的重要依据。然而，在当前的项目管理实践中，普遍存在信息传递不完整、归档内容缺失或格式不统一等现象。此类数据完整性与一致性的问题，严重制约了项目管理团队的工作质量与决策可靠性。同时，由于前期数据链条存在断裂或遗失，也间接导致建筑在交付使用后的运维阶段面临信息支撑不足的困境，使建设阶段形成的工程造价数据难以在建筑全生命周期内得到有效转化与价值利用。

### （四）项目全周期信息追溯机制缺失

当前建筑工程管理体系在信息流转与继承方面存在系统性缺陷，未能建立覆盖项目全生命周期的信息追溯机制。从前期策划、方案设计到施工实施，再到后期运营维护，各阶段产生的关键数据往往处于割裂状态，形成严重的“信息断层”现象。这种碎片化的管理模式导致项目进程中的设计变更记录、材料检验报告、施工验收资料等重要信息无法完整传递，在需要追溯历史数据时常常面临资料缺失、版本混乱等问题。特别是在处理工程质量问题或进行项目后评估时，由于缺乏连续、可靠的数据支持，往往难以准确还原当时的施工场景和决策过程。这种状况不仅直接影响工程质量问题的诊断与处理效率，更导致项目实践中积累的宝贵经验无法有效沉淀为企业的知识财富，严重制约着项目管理水平的持续改进和行业整体发展质量的提升<sup>[3]</sup>。

## 三、BIM技术在建筑工程管理中的有效运用

作为一种综合性信息技术，该技术融合了多学科的专业知识，能够将工程项目建设全周期转化为可量化、可分析的数据体系，从而显著提升对工程质量和安全等关键指标的管控能力。其核心优势在于具备高度仿真能力和直观的可视化表现，使不同参与单位能够在统一的信息平台上实现高效协作。

### （一）招投标环节的工程量精细化管控

在工程招投标过程中，图纸工程量的提取与核算是不可或缺的关键环节，传统人工操作方式流程烦琐且耗时较长。通过引入BIM技术辅助工程量计算，能够显著提升清单编制的整体效率与数据质量，为后续决策提供更为可靠的依据。基于BIM构建的三维建筑信息模型，可自动生成准确的构件数量与材料明细，实现工程量数据的快速提取与汇总。在此基础上，造价专业人员能够高效整合项目各部分的工程量信息，形成完整、规范的总量清单。相较于传统人工统计方式，BIM技术有效减少了因人为疏忽或计算误差导致的数据偏差，保障了招投标阶段基础数据的准确性与完整性，为项目后续的造价控制与施工管理奠定了良好基础。

### （二）项目决策阶段的信息化支持

在项目决策环节，BIM技术能够高效整合并精准提取多源信息，为方案制定提供可靠的数字化依据。基于统一的信息模型，决策者可获取更为精确和完整的参考数据，显著提升决策依据的质量与可信度。通过将类似项目的工程案例数据导入BIM平台，系统能够对历史信息与新项目参数进行对比分析与智能测算，快速生成包括资金需求、材料用量等关键指标的预测报告。这种数据驱动的分析方式，有效辅助管理人员进行科学决策，降低项目前期规划的不确定性，为后续实施阶段的顺利推进奠定坚实基础。

### （三）设计阶段的协同与成本控制

在项目设计环节，设计团队需依据建筑功能需求及主体结构规范，结合决策阶段形成的指导原则，对建筑的空间布局与系统配置进行优化，最终形成符合各方要求的设计成果。在此过程

中，造价预估工作需基于设计方案，通过测算工程量、材料用量及其他相关支出来完成项目的投资概算。通过应用 BIM 技术，设计团队能够构建项目的三维数字化信息模型，并借助协同平台实现多方实时共享。这一机制使设计单位、业主与施工方能够突破地域限制开展协同设计，共同优化并最终确认施工方案。这种基于统一信息模型的工作模式，显著提升了设计环节的协调效率与成果质量。同时，BIM 系统内置的工程算量功能可自动生成准确的工程量与材料统计，为造价人员提供可靠的预算依据。这种技术手段不仅提高了成本预测的精确度，更在设计阶段就建立起有效的成本控制机制，为项目投资管理提供了有力支撑。

#### （四）施工过程的协同管理与动态控制

依托 BIM 技术，施工阶段各专业工种得以实现更高效的计划协调与作业配合。具体表现在施工机械的调度安排、建筑材料的按需进场等关键环节，均可通过统一的信息平台进行统筹管理。面对多专业交叉施工等复杂工况，项目参与方可通过 BIM 平台开展可视化协调，提前识别并解决可能存在的工序冲突或空间干涉，有效减少因施工配合不当引发的工程变更与索赔争议，从而维持项目造价的相对稳定。此外，借助 BIM 系统的进度数据实时采集与分析功能，项目管理团队能够清晰地掌握实际施工进度与成本支出的动态关联。这种透明化的过程管控机制，显著提升了工程成本控制的精准性与管理效率，为项目目标的顺利实现提供了有力保障<sup>[4]</sup>。

#### （五）竣工交付阶段的数据整合与结算管理

在工程项目竣工交付阶段，BIM 技术的应用显著提升了验收数据的整合效率与处理质量。借助集成的建筑信息模型，验收团队可直接基于虚拟模型生成准确的竣工决算文件，该模型完整记录了施工过程中的各项实际进展与变更情况。通过这种数字化方式，不仅实现了建设过程数据的实时同步与可视化呈现，更确保了最终结算文件与工程实际情况的高度一致。基于 BIM 模型的竣工交付机制，使项目各方能够直观核查工程实体与数据信息之间

的对应关系。这种透明化的验收流程有效避免了因信息不对称导致的结算争议，同时由系统自动导出的工程量与造价数据具有可追溯、可验证的特点，大幅提升了竣工文档的准确性与权威性，为项目最终的成本确认和结算工作提供了可靠依据，最大限度减少了潜在的经济纠纷风险<sup>[5]</sup>。

#### （六）全生命周期信息集成管理

BIM 技术通过构建多维度的数字信息模型，为建筑工程建立了系统化的全生命周期数据管理框架。这一框架以统一的数字模型为核心，完整集成了项目从概念规划、方案设计、施工建造到运营维护等各个阶段产生的所有关键信息。基于 BIM 平台的信息集成系统，不仅能够实时记录和存储项目进程中的各类数据，还能建立完整的信息关联网络，确保数据之间的逻辑关系和版本演进过程清晰可溯。项目各参与方通过统一的协作平台，可以随时获取权限范围内的最新项目信息，同时将自身产生的数据及时更新至共享数据库，形成良性的信息循环机制。这种全方位的信息管理方式，既满足了项目建设期间各参与方的实时数据需求，又为建筑投入运营后的设施管理、设备维护、空间优化等提供了完整可靠的信息支撑。通过构建这种持续完善的信息生态系统，BIM 技术真正实现了建筑数据从建设期到运营期的无缝传递和价值延续，为提升建筑全生命周期的综合效益奠定了坚实基础。

### 四、结束语

综上所述，BIM 技术在工程量精准管控、多源决策支持、协同设计与成本预控、施工过程动态管理及竣工数据整合等方面展现出显著优势，为项目全过程管理提供了技术支撑。未来应构建智能建造与智慧运维一体化的管理平台，推动建筑工程管理模式向更加集成化、自适应与可预测的方向发展，为实现建筑行业数字化转型与可持续发展目标提供系统性解决方案。

### 参考文献

- [1] 颜湘，罗义叶. BIM 技术在建筑工程管理中的有效运用 [J]. 科技创新与应用，2022，12(14): 184-187.
- [2] 梁晓欣. BIM 技术在建筑工程管理中的有效应用研究 [J]. 建材与装饰，2025，21(26): 70-72.
- [3] 黄思源，刘畅. BIM 技术在建筑工程安全管理中的运用分析 [J]. 建筑与装饰，2024(21): 172-174.
- [4] 鲁生睿. 基于精细化管理的建筑工程造价管理中 BIM 技术运用分析 [J]. 智能建筑与工程机械，2021，3(10): 79-81.
- [5] 俞添浚. BIM 技术在建筑工程施工安全管理中的运用 [J]. 工程技术研究，2021，6(21): 189-190.



# 市政道路路面脱空病害成因探测与靶向治理技术研究

陈贤

中国一冶集团有限公司, 湖北 武汉 430000

DOI:10.61369/UAID.2025040071

**摘 要 :** 随着我国城市化进程的持续深化, 市政道路承载的交通负荷日益加剧, 导致路面隐性病害问题愈发突出。路面脱空作为一类隐蔽性强、致灾性高的典型结构性疾病, 严重威胁道路服役安全与行车舒适性。本文从材料、结构、环境与荷载多系统耦合作用视角, 深入剖析了地下水侵蚀、基层材料劣化、施工压实度不足及交通动载疲劳效应等导致路面脱空的核心成因。系统对比了探地雷达 (GPR)、落锤式弯沉仪 (FWD)、高密度电阻率法、面波法等无损探测技术的机理、适用边界与诊断效能, 提出了“多源数据融合”的精准诊断范式。在治理层面, 重点研究了基于“病因诊断”的靶向治理技术体系, 包括非开挖注浆 (精细化材料选型与工艺控制) 与钻孔灌注混凝土技术, 并创新性地将其应用于城区高交通压力下的老旧道路修复。通过典型工程案例的全流程剖析, 证实了“精准探测-靶向设计-动态调控-效果验证”一体化技术路线的显著成效, 实现了处置效率与工程经济的统一。最后, 对基于数字孪生与智能材料的未来技术方向进行了展望, 以期为市政道路的科学管养与决策提供理论支撑和实践指南。

**关 键 词 :** 市政道路; 路面脱空; 病害机理; 多源无损探测; 靶向治理; 技术体系

## Research on the Cause Detection and Targeted Treatment Technology for Void Diseases in Municipal Road Pavements

Chen Xian

China First Metallurgical Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430000

**Abstract :** With the continuous deepening of China's urbanization process, the traffic load borne by municipal roads has intensified, leading to increasingly prominent issues of hidden pavement defects. As a highly concealed and potentially catastrophic structural defect, pavement voiding severely compromises road serviceability and driving comfort. This study comprehensively analyzes the core causes of pavement voiding from a multi-system interaction perspective encompassing materials, structure, environment, and loading. Key factors include groundwater erosion, base material degradation, inadequate construction compaction, and traffic dynamic load fatigue effects. It systematically compares the mechanisms, applicability boundaries, and diagnostic efficacy of non-destructive detection technologies—including Ground Penetrating Radar (GPR), Falling Weight Deflectometer (FWD), high-density resistivity method, and surface wave method—proposing a “multi-source data fusion” precision diagnosis paradigm. At the remediation level, the study focuses on a targeted remediation technology system based on “root cause diagnosis,” including non-excavation grouting (with refined material selection and process control) and drilled-hole concrete injection techniques. These are innovatively applied to the rehabilitation of aging urban roads under high traffic pressure. Through comprehensive analysis of typical engineering cases, the integrated technical approach—“precise detection-targeted design-dynamic regulation-effect verification”—demonstrated significant effectiveness, achieving a balance between treatment efficiency and project economics. Finally, future technical directions based on digital twins and smart materials are envisioned to provide theoretical support and practical guidance for the scientific management, maintenance, and decision-making of municipal roads.

**Keywords :** municipal roads; pavement voiding; damage mechanism; multi-source non-destructive detection; targeted remediation; technical system

## 引言

市政道路是维系城市经济社会运行的“生命线”, 其结构完整性直接关乎公共安全与运营效率<sup>[1]</sup>。在道路各类结构性病害中, 路面

脱空特指道路面层与基层、或基层与土基之间因支撑失效而形成的层间分离现象。该病害具有显著的隐蔽性与时变演化特征，早期难以通过表观巡检识别，但会急剧削弱路面结构的整体承载与传荷能力。在长期交通荷载与环境因素的耦合作用下，脱空区域极易诱发应力集中，进而演化为网裂、错台、沉陷乃至突发性塌陷等灾难性破坏，不仅大幅攀升全寿命周期养护成本，更构成潜在的公共安全威胁<sup>[2]</sup>。因此，实现对路面脱空病害的“病源精准诊断”与“病灶靶向根除”，已成为推动市政基础设施管养由“被动应对”向“主动预防”转型的关键科技议题。本文立足于工程实践痛点，旨在构建一套从成因机理分析、多技术融合探测到差异化靶向治理的完整技术体系，并为行业技术升级提供可复制的范式参考。

## 一、路面脱空病害成因的多系统耦合机理分析

路面脱空的形成是材料、结构、环境、养护与荷载多系统长期相互作用、劣化累积的复杂物理过程。其核心成因可归结为以下四个维度的耦合效应：

### （一）水-力耦合主导的冲刷与软化机制

水是诱发脱空的最活跃与最普遍因素，其作用表现为典型的“水-力耦合”特征：

动水冲刷与唧泥：经由路面裂缝、接缝侵入的自由水，在车辆轮载的瞬时泵吸作用下，形成高压水流，持续冲刷并携走基层中的细颗粒材料，形成内部淘蚀与空洞。

物理软化与强度衰减：水分侵入导致半刚性基层材料（如水泥稳定碎石）水化产物分解、土基基质黏聚力下降，致使基层顶面与土基承载力软化，加速层间塑性变形与分离<sup>[3]</sup>。

冻融循环的物理破坏：在季节性冻土区，层间滞留水分的周期性冻胀与融化，产生巨大的冻胀应力，直接撕裂层间粘结并撑开既有微裂隙。

### （二）地下工程扰动引发的应力重分布

城市地下空间的开发利用（如顶管、盾构、管线非开挖施工）不可避免地扰动原状土体应力场：

施工扰动与土体松弛：暗挖施工导致周围土体应力释放与松弛，形成施工扰动区，若回填或注浆补强不充分，易形成初始缺陷区。

长期差异沉降：新回填材料与原生土体在刚度、密实度上存在差异，在交通循环荷载与地下水渗流共同作用下，产生不均匀沉降，逐步剥离与上部结构的有效接触。

### （三）设计-施工链的固有缺陷

设计与施工环节的质量控制缺陷为脱空埋下隐患：

结构排水系统失效：路面横坡不足、边缘排水设施堵塞或缺失，导致路表水滞留并拉长下渗时间。

材料与工艺控制不足：基层材料抗冲刷性能不达标、压实度未达到临界控制值、层间粘结层（透层油、粘层油）喷洒不当或失效，均直接削弱了层间体系的结构连续性。

### （四）交通-环境荷载的疲劳效应

超载交通的冲击与疲劳：重载及超载车辆远超设计标准的轴载，对路面产生巨大的冲击应力与弯曲应力，急剧加速层间结合面的疲劳损伤与微裂纹扩展<sup>[4]</sup>。

温度场的周期性作用：沥青面层随环境温度变化产生胀缩变

形，若接缝填料失效，其张开-闭合的周期性行为为水分侵入提供了稳定通道。

## 二、多源融合无损探测技术体系构建与诊断精度提升

精准、无损的“诊断”是实施高效治理的前提。现代无损探测技术正从单一方法向多源数据融合的协同诊断模式演进。

### （一）技术方法学原理与效能矩阵

探地雷达法（GPR）：基于地下介质电磁特性差异。其优势在于高效、连续、高分辨率成像，能直观描绘脱空形态；劣势在于在饱和粘土等高损耗介质中穿透深度受限，且图谱解译高度依赖专家经验。

落锤式弯沉仪法（FWD）：通过测量动态弯沉盆直接评估结构承载力。其优势在于量化、可靠，可反演各结构层模量；劣势在于点式测量、效率较低，对脱空的判断属于间接推断。

高密度电阻率法：基于介质导电性差异。对水分分布敏感，但在城市复杂地下管网环境中易受干扰，布设效率低<sup>[5]</sup>。

面波法（MASW）：基于介质刚度（剪切波速）差异。对浅层软弱区敏感，但易受环境振动噪声影响。

### （二）多源数据融合诊断范式

为克服单一技术局限性，本文倡导构建“GPR快速普查扫面+二维雷达定点定量验证+微创钻探（取芯/内窥）精准标定”的融合诊断范式。

1. 一级筛查（GPR）：对目标路段进行全覆盖扫描，快速识别所有层间反射异常区，并初步圈定病害边界。

2. 二级验证（二维雷达扫描）：在GPR异常区布点测试，通过二维雷达扫描，定量评估异常区域范围，评估风险等级。

3. 三级精确定位（微创钻探）：对于高风险区域，采用小型钻芯机获取芯样，并利用管道内窥镜直接观测脱空区内部状况，实现对GPR图谱异常的“地质标定”，最终精确获取脱空的竖向位置、高度及填充物性质。

此范式将物探的“面”、力学测量的“点”与钻探的“直观”相结合，极大提升了诊断结果的可靠性与精度，为后续的靶向治理设计提供坚实的数据基础。

## 三、基于病因诊断的靶向治理技术体系与工艺创新

治理方案的选择应遵循“分级处治、靶向施策”的原则，根

据脱空成因、严重等级及现场交通与环境约束进行综合决策。

### （一）非开挖注浆修复技术

注浆技术核心在于通过浆液充填与胶结作用，恢复结构整体性。

浆液材料体系的精细化选型：

水泥基浆液：适用于充填大型空洞，经济性好，但存在收缩性与流动性差的固有缺陷。

化学浆液（如聚氨酯）：具有低粘度、高渗透性、遇水膨胀、快速固化的特点，适用于治理细微裂缝和快速应急抢险，但成本较高。

复合改性浆液：如水泥-水玻璃双液浆或掺入膨胀剂、减水剂的水泥基浆液，旨在兼顾强度、流动性与微膨胀性。

全过程精细化工艺控制：

靶向布孔设计：基于融合探测成果的三维病害模型，优化注浆孔位、孔深与角度，实现“一病一案”的个性化设计。

压力-流量动态调控：严格执行“低压慢注、间歇晋升”的注浆策略，通过实时监测压力与流量变化，动态调整注浆参数，防止压力过高导致路面抬升或结构破坏。

智能化效果评判：以注浆压力稳定、邻孔返浆作为过程控制指标，以注浆后 FWD 复测弯沉值恢复至设计阈值为最终验收标准。

### （二）非开挖钻孔灌注混凝土技术（创新性工艺）

针对城区老旧道路、交通压力大、病害分散且对环保要求高的特殊场景，本文重点研究并实践了该技术。

技术适用性与优势：本工艺特别适用于脱空高度较大（>10cm）、分布分散、且上方为水泥混凝土路面或厚层沥青路面的情况。相较于注浆，其优势在于材料成本更低、成型后整体刚度恢复更好、无化学材料污染，且对交通中断时间短。

核心工艺创新与控制要点：

材料设计：采用自密实性、高流动性的细石混凝土，坍落度严格控制在  $220 \pm 20\text{mm}$ ，确保其在板底能自主流平填充。

系统性布孔体系：建立“灌注孔-观察孔-排气孔”三位一体的钻孔体系。灌注孔按梅花形布置，孔距依据震捣棒有效作用半径的 1.5 倍确定；在病害区域边角专设观察孔与排气孔，用于监控混凝土流动状态与排出空气。

全过程质量控制：

1. 隔孔灌注：避免压力叠加，确保充填均匀。

2. 强制振捣：通过观察孔插入振捣棒，对板底混凝土进行辅助振捣，保证密实。

3. 环保与恢复：采用专用浇筑漏斗防止路面污染。初期养护后，将孔口表层 10cm 混凝土剔除，改用热拌沥青混合料分层回填压实，最后对接缝进行密封处理，确保路表平整与防水。

### （三）开挖式换填修复技术

对于脱空伴随基层材料严重碎裂、粉化的终极破坏形态，开

挖换填仍是不可替代的彻底治理方案。其虽存在工期长、干扰大的缺点，但质量最可靠，适用于局部严重病害的根除性修复。

## 四、工程案例实证：从精准诊断到靶向治理的全流程应用

项目背景：驻马店市中心城区文明大道，路龄长，历经多次改造，地下管网复杂。慢车道出现局部不均匀沉降，常规养护效果不佳。

融合探测诊断流程：

1. GPR 普查：三维雷达车扫描发现西侧慢车道检查井周边存在 12 处不连续强反射异常区。

2. 二维雷达扫描：在 GPR 异常区布点测试，通过二维雷达扫描，定量评估异常区域范围，评估风险等级。

3. 微创精确定位：在典型病害（编号 26-13-WMDD-S3-2）中心取芯，并采用内窥镜观测，确认面层与基层间存在高度约 0.31m 的连续性空洞。

靶向治理方案与实施：

方案比选：鉴于该路段交通繁忙、脱空高度大且为水泥混凝土路面，决定采用非开挖钻孔灌注细石混凝土技术。

精准设计：基于探测确定的平面尺寸（ $6.4\text{m} \times 4.0\text{m}$ ）与脱空高度，精准布设 18 个钻孔（含灌注孔、观察孔、排气孔）。

施工控制：严格按隔孔顺序灌注，通过观察孔监控混凝土流动并辅助振捣，共计灌注混凝土  $6.8\text{m}^3$ 。

治理效果验证与后评估：

短期验证（20 天后）：GPR 复测显示原脱空区域电磁波反射特征恢复正常，无异常反射。

长期跟踪（3 个月）：路面平整无新增病害，行车品质显著提升。

案例结论：本案例完整践行了“精准探测指导靶向设计，动态施工实现一次根除”的技术理念，成功将一处高风险隐性病害转化为可控、可治的工程对象，验证了所述技术体系的高效性与长效性。

## 五、结论与展望

### （一）主要结论

1. 路面脱空是“水-力-材料-环境”多因素耦合作用的退化结果，水损害是核心驱动力，设计与施工缺陷是内在诱因。

2. 构建的“GPR（三维+二维）+微创钻探”多源融合探测技术体系，能够实现对脱空病害的精准定位、定量与定性，为科学决策提供可靠依据。

3. 治理方案应差异化选择。非开挖钻孔灌注混凝土技术是针对特定工况下的一种经济、长效、环保的优秀工法，丰富了非开挖修复的技术工具箱。

4. “病因诊断-靶向治理-效果验证”的闭环技术管理流程，是实现道路养护从粗放式经验决策向精细化科学决策转变的根本



路径。

**(二) 未来展望**

面向智慧城市与基础设施数字化的发展趋势，未来研究可聚焦于：

探测诊断智能化：深度融合人工智能与 BIM/GIS 技术，开发 GPR 图谱智能解译算法与道路病害知识库，实现自动诊断与风险

预测。

修复材料功能化：研发具有感知、自修复、温敏调节等功能的智能复合材料，提升修复结构的耐久性与韧性。

管养决策数字化：建立基于数字孪生的道路全生命周期健康监测与管养平台，集成实时监测数据与历史档案，实现预测性养护与资源优化配置。

参考文献

[1] 王建国, 李伟. 基于多源数据融合的道路隐性病害智能诊断与风险评估研究 [J]. 中国公路学报, 2022, 35(4): 215-224.  
[2] 张华, 刘强. 市政道路层间脱空病害的流-固耦合机理与注浆控制研究 [J]. 岩土工程学报, 2021, 43(8): 1421-1429.  
[3] JTGT H20-2015, 公路技术状况评定标准 [S].  
[4] Al-Qadi I L, Lahouar S. Use of GPR for Thickness Measurement and Quality Control of Flexible Pavements[J]. Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, 1999, 68: 501-528.  
[5] 陈志达, 高英. 基于数字孪生的道路基础设施智慧管养平台构建与应用 [J]. 土木工程学报, 2020, 53(S2): 1-8.

# 定型模板底部防漏浆施工技术

涂征

中国一冶集团有限公司, 湖北 武汉 430080

DOI:10.61369/UAID.2025040072

**摘 要 :** 在现浇混凝土结构施工中, 定型模板底部的漏浆是长期存在的质量通病。传统防漏浆方法如采用刚性角钢封边、粘贴海绵条或砂浆填补, 存在对基层平整度敏感、密封材料易永久变形、耐久性差、重复使用率低等问题, 导致混凝土构件出现烂根、蜂窝麻面、错台等缺陷, 严重影响结构观感质量并增加后期修补成本。

本技术基于一种创新性的“带弹簧补偿功能的角钢密封装置”, 通过弹簧机构为密封条提供持续、自适应的径向压力, 有效补偿了因基层微起伏、模板振动引起的间隙变化, 实现了动态、长效的密封。该技术显著提升了混凝土的成型质量, 降低了材料损耗和人工成本, 具有显著的技术经济效益, 适用于各类现浇混凝土结构的模板工程。

**关 键 词 :** 弹簧补偿; 密封条; 定型模板; 防漏浆

## Construction Technology for Preventing Slurry Leakage at the Bottom of Standardized Formwork

Tu Zheng

China First Metallurgical Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430080

**Abstract :** This technology is based on an innovative “Spring-Compensated Angle Steel Sealing Device.” Its spring mechanism provides continuous, adaptive radial pressure to the sealing strip, effectively compensating for gap variations caused by substrate micro-undulations and formwork vibration. This achieves dynamic, long-lasting sealing. The technology significantly improves concrete forming quality, reduces material waste and labor costs, and delivers notable technical and economic benefits. It is suitable for formwork projects in all types of cast-in-place concrete structures.

**Keywords :** spring compensation; sealing strip; formwork; grout leakage prevention

### 一、技术背景

在现浇混凝土结构施工中, 定型模板底部的漏浆是长期存在的质量通病, 在浇筑过程中, 漏浆不仅影响施工质量, 还可能导致模板结构的稳定性和安全性下降。传统防漏浆方法多采用刚性封堵结构, 增加海绵条封堵或砂浆填补, 但存在以下缺陷: 1、刚性封堵结构(如角钢)对基层平整度要求高, 实际施工中易因基层局部凹陷导致密封失效; 2、纯弹性密封条(如橡胶条)受压后回弹力不足, 易压缩变形, 无法持续补偿混凝土浇筑时的振动位移, 密封性随施工时间推移下降; 3、砂浆填补操作繁琐, 且易因基层不平整导致局部漏浆; 4、重复使用性差, 需频繁更换材料, 增加施工成本。最终还是容易导致混凝土构件出现烂根、蜂窝麻面、错台等缺陷, 严重影响结构观感质量并增加后期修补成本<sup>[1]</sup>。

### 二、技术分析

#### (一) 技术方案

针对上述技术难题, 中国一冶建安公司黄石众邦泰安园项目部组织技术人员组成攻关小组, 通过设计研究和技术改进, 总结

形成了一种定型模板底部防漏浆施工技术。此技术基于一种创新性的“带弹簧补偿功能的角钢密封装置”, 通过弹簧机构为密封条提供持续、自适应的径向压力, 有效补偿了因基层微起伏、模板振动引起的间隙变化, 实现了动态、长效的密封。该技术显著提升了混凝土的成型质量, 降低了材料损耗和人工成本, 具有显著的技术经济效益, 适用于各类现浇混凝土结构的模板工程。

#### (二) 施工工艺流程

基层清理与定位放线→弹簧补偿式角钢密封装置加工→密封装置安装固定→放置混凝土撑块→定型模板安装→模板校正加固→模板验收→混凝土浇筑及养护→密封装置拆除并清理→角钢涂刷脱模剂→周转使用

#### (三) 具体施工方法

##### 1. 基层清理与定位放线

在模板安装前, 对楼板面等基层进行找平处理, 清除表面的浮浆、杂物和突出物。对剪力墙柱进行定位放线, 放线时, 需包含两侧20cm的控制线, 以确保防漏浆结构能够正确、稳固地安装在预定位置。

##### 2. 弹簧补偿式角钢密封装置加工

(1) 根据楼层各墙体的尺寸, 裁切 $\angle 50 \times 50 \times 3$ mm角钢至模板底边长度, 角钢肢高50mm。

(2) 采用带上下底托不锈钢螺旋压缩弹簧，线径4mm，自由高度50mm，极限压缩可至10mm，刚度系数8N/mm，间隔250-300mm粘贴于角钢底部中心位置。



图1 弹簧安装

(3) 弹簧下端粘贴弹性压板，弹性压板为L型镀锌钢板（ $\angle 20 \times 50 \times 3\text{mm}$ ），长度为角钢长度，方便安装密封条。

(4) 钢板底部粘贴弹性橡胶密封条（厚8-12mm）。



图2 密封条安装

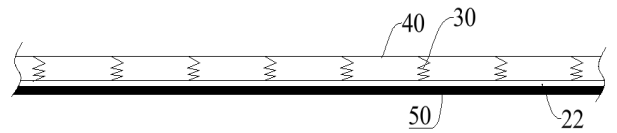


图3 弹簧补偿式角钢密封装置示意图

(40-L型角钢、30-弹簧、50-弹性橡胶密封条、22-压板)



图4 弹簧补偿式角钢密封装置实物图

### 3. 密封装置安装固定

将组装好的弹簧补偿式角钢密封装置全部安装于各剪力墙底部四周紧贴地面，并在角钢水平肢外侧采用钢钉固定，防止模板安装时发生位移。



图5 密封装置安装固定

### 4. 放置混凝土撑块

在模板之间放置混凝土撑块，控制钢筋保护层厚度。



图6 放置混凝土撑块

### 5. 定型模板安装与加固

缓慢吊装模板至安装位置，平稳下落，使模板底部全部压住角钢，依靠装置自重和弹簧压力，密封条会自动与基层压紧。模板安装时，弹簧初始压缩量控制在30%-40%，允许  $\pm 15\text{mm}$  的基层起伏补偿。



图7 定型模板安装

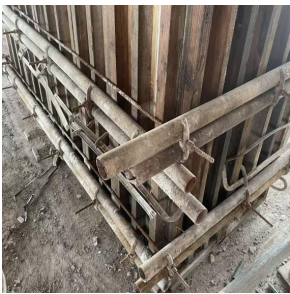


图8 模板加固

### 6. 混凝土浇筑及养护

模板安装完毕验收合格后，进行剪力墙的混凝土浇筑工作。浇筑过程中应注意控制混凝土的质量和浇筑速度，确保混凝土均匀、密实地填充模板内腔。浇筑完成后，及时进行养护工作，确保混凝土达到设计强度。混凝土浇筑过程中，底部保持橡胶密封条和基层的接触应力  $\geq 0.15\text{MPa}$  的压缩状态，防漏浆结构能保证模板底部与基层之间始终保持密封状态，此时防漏浆结构能实现良好的防漏效果。



图9 浇筑完成后底部无漏浆



### 7.混凝土浇筑及周转

拆模后，及时清理装置上粘结的水泥浆，严禁用铁器硬撬，以免损伤密封条。

清理完毕后，对装置进行保养，存放于干燥处，以备下次使用。每使用三层后检查一次该装置弹簧和密封条的磨损情况，若磨损超过设计允许值（如压缩永久变形率超标或出现撕裂），应及时更换。

#### （四）特点及重难点

1.动态自适应密封：核心装置内的压缩弹簧能持续对密封条施加径向压力，使其紧密贴合在不平整的基层面上，自动补偿施工中的振动与位移，密封效果持久可靠。

2.密封性能优越：采用高弹性、耐磨损的复合橡胶密封条，在弹簧压力下能与基层形成紧密的线接触，有效阻止水泥浆的泄漏。

3.耐久性与可重复使用：密封装置主体为金属材质（角钢、弹簧），坚固耐用，不易损坏。密封条更换简便，整套装置可周转使用十数次，大幅降低单次施工成本。

4.安装便捷，通用性强：密封装置通过与模板底部可靠连接，安装流程标准化，施工效率高。可适用于不同厚度和类型的定型模板。

5.绿色环保：减少了因漏浆产生的建筑垃圾和砂浆修补材料的使用，符合绿色施工要求。

#### （五）控制要点

本技术利用模板使弹簧处于压缩状态，使得弹簧、压板和弹性密封条形成可调节压紧结构，能通过弹簧对弹性密封条进行弹性补偿，确保弹性密封条在施工过程中始终保持最佳的压紧状态，避免传统弹性密封条因施工误差或混凝土压力变化导致的松动或失效问题，使弹性密封条始终维持适当的压紧力，保证模板与基层接触面没有任何间隙，有效提升防漏浆效果。利用弹簧对

弹性密封条进行弹性补偿的方式，除了可以弥补弹性密封条随时间延长回弹性减弱可能无法满足防漏浆需求的问题的同时，还可以利用弹簧受压快速发生形变的特点驱使弹性密封条快速完成形变以堵塞凹陷区，防止出现漏浆的情况。另外，压板的设置，一方面压板作为连接弹性件和弹性密封条的介质，能保证使得弹性件和弹性密封条较好的连接形成整体结构，另一方面能均匀分散弹性件的应力，避免因弹性密封条直接与弹簧相连导致弹性密封条出现局部过载而影响其使用寿命及密封效果。

### 三、结束语

综上所述，现浇混凝土结构模板底部的漏浆问题，是长期困扰施工质量与成本控制的难点。传统的刚性封边或柔性填塞方法，因其固有的技术局限性，难以适应复杂的现场工况，导致混凝土成型质量不佳且后期维护成本高昂。

本论文所研究和应用的“带弹簧补偿功能的角钢密封装置”，以其创新的动态密封理念，成功突破了传统方法的瓶颈。该装置通过弹簧机构提供的持续、自适应压力，确保了密封条与基层之间的紧密贴合，有效补偿了因模板变形、振动及基层不平所引发的间隙变化，从而实现了防漏浆现象的根治。

工程实践表明，该技术不仅显著提升了混凝土构件的表观质量，有效消除了“烂根”“错台”等质量通病，更在降低材料损耗、减少修补人工、提高模板周转率方面展现出显著的技术经济效益。其成功应用，为现浇混凝土结构模板工程的防漏浆技术提供了一种高效、可靠且可推广的创新解决方案，对推动建筑施工质量的精细化、标准化管理具有重要的实践价值与广阔的应用前景。

### 参考文献

[1] 德州天元集团有限责任公司. 一种剪力墙根部漏浆用角铁封堵装置 [P]. 中国专利 .CN 217353582 U.2022.09.02.

# 大数据背景下工程管理信息化发展研究

吴晨光, 毛华彪, 马一帆

中国建筑技术集团有限公司, 北京 100013

DOI:10.61369/UAID.2025040001

**摘 要 :** 伴随大数据技术的迅猛演进, 工程管理领域的信息化进程获得了以往难以企及的发展契机。将大数据技术融入工程项目各操作环节, 可达成数据的全面收集、即时处理与智能解析, 进而提升工程管理工作的效率与精准度, 在工程项目管理实践中, 大数据能够提供实时监督、进度预判、风险衡量等多维度支持, 助力决策者制定更为精准的决策方案, 优化资源分配模式, 并切实降低项目成本投入, 依托大数据构建的工程管理信息化系统, 能够增强项目执行过程的透明程度, 减少各类不确定因素与潜在风险, 推动工程管理模式朝着更高效、更智能的方向持续发展。

**关 键 词 :** 大数据; 工程管理; 信息化; 智能决策; 风险管理

## Research on the Development of Engineering Management Informatization in the Context of Big Data

Wu Chenguang, Mao Huabiao, Ma Yifan

China Construction Technology Group Co., Ltd., Beijing 100013

**Abstract :** With the rapid advancement of big data technology, the informatization process in engineering management has gained unprecedented development opportunities. Integrating big data technology into all operational phases of engineering projects enables comprehensive data collection, real-time processing, and intelligent analysis, thereby enhancing the efficiency and precision of engineering management. In engineering project management practice, Big data provides multidimensional support including real-time monitoring, progress forecasting, and risk assessment, empowering decision-makers to formulate more precise strategies, optimize resource allocation models, and effectively reduce project costs. Engineering management information systems built on big data enhance transparency throughout project execution, mitigate uncertainties and potential risks, and drive the continuous evolution of engineering management toward greater efficiency and intelligence.

**Keywords :** big data; engineering management; informatization; intelligent decision-making; risk management

## 引言

当前工程管理工作面临着项目复杂程度不断提升、进度把控难度逐步加大、成本监管压力持续加重等一系列现实挑战, 在这样的发展背景下, 大数据技术的引入为工程管理领域带来了全新的突破方向, 借助对海量数据的收集、存储、处理与分析操作, 能够实现对项目的精准监控与动态优化调整, 显著提升管理工作效率与决策制定的科学水平, 大数据技术不仅能够助力工程项目完成实时监控、风险预判与智能调配工作, 还能够为各类决策提供坚实支撑, 推动工程管理信息化建设朝着更高效、更精准的目标不断迈进。

## 一、大数据背景下工程管理信息化的应用现状

### (一) 工程项目数据采集与分析的现状与挑战

随着工程项目规模逐步扩大、复杂程度持续提升, 工程数据的采集与分析工作重要性愈发凸显, 当前阶段, 多数工程项目的数据来源涵盖现场监督控制、传感器收集信息、建筑信息建模(BIM)系统等渠道, 但传统数据采集模式存在数据孤岛现象, 使得不同部门或系统间的信息难以实现有效共享与整合, 除此之

外, 数据本身的质量与精准度也是亟待攻克的问题, 在施工开展过程中, 实时监控与数据采集的精确程度直接关联项目进度推进与质量把控效果, 而当前技术尚无法在所有环境场景下实现实时、高精度的数据获取。

数据的处理与分析环节同样面临挑战, 现有数据往往来源于多种不同设备与平台, 数据格式缺乏统一性, 导致后期数据清洗与整合工作任务繁重, 特别是在大型工程项目中, 不同实施阶段、不同专业领域的数据有时难以兼容, 这给项目管理工作带来

极大的数据分析难度，高质量的数据采集与精准的分析方法已成为提升工程项目管理效率的核心要素，这需要在采集设备性能、数据传输模式以及数据处理算法等方面开展深度优化工作。

## （二）当前工程管理信息化系统的应用领域

工程管理信息化系统应用范围较为广泛，其中 BIM（建筑信息模型）作为集成化管理平台，已在众多工程项目中得到普及应用，BIM 技术借助集成项目各类数据，构建虚拟三维模型，为设计、施工、运营等各环节的数据共享与协同作业提供支持，在项目设计阶段，BIM 能够精准呈现建筑物的结构形态、管线布局、设备配置等信息，减少设计环节的冲突问题与施工过程中的误差，进入施工阶段后，BIM 可实时追踪进度推进、成本消耗、资源使用等数据，保障项目各项任务按计划、高质量完成。

项目管理平台（如 Primavera、MS Project 等）是另一类常用的信息化管理工具，在项目进度把控、成本核算、资源调配等管理工作各方面均有应用，借助这类平台，项目经理能够对资源使用状况、工期控制情况以及成本预算与实际消耗的对比情况进行实时监控与调整，依托这些平台，管理者可及时察觉项目中存在的潜在风险，并采取有效措施应对，这类平台通常具备多维度数据分析能力，能够依据历史数据与当前发展趋势预测项目未来走向，为管理层制定更精准决策提供助力<sup>[1]</sup>。

## （三）数据处理与分析的智能化

大数据的应用价值不仅体现在数据采集与存储环节，更体现在如何通过智能化方式开展数据处理与分析工作。借助数据分析技术，项目管理者能够实时开展资源调度、成本管控与进度管理工作，在资源调度方面，通过数据分析系统可对施工现场材料需求、设备使用情况等进行精准预测，进而合理配置资源，减少资源浪费，降低项目成本，在成本管控方面，大数据能够对历史项目的成本数据进行回溯查询与对比分析，为当前项目成本控制提供科学依据，避免出现预算超支问题。

在进度管理层面，基于大数据的预测算法能够结合施工进度、人员配置、气象条件等因素，预测项目完成时间，及时找出进度滞后原因，确保项目按时交付，具体而言，数据分析可通过构建时间序列模型（如 ARIMA 模型）对项目进度进行预测，同时结合施工现场实时数据，对进度进行动态调整，这类智能化分析不仅提升了工程项目管理的效率与精度，还为管理者提供及时反馈与决策支持，有助于实现项目精准管理目标。

# 二、大数据技术在工程管理中的创新应用

## （一）数据驱动的决策支持系统

数据驱动的决策支持系统依托整合并分析多来源海量数据的能力，为项目管理工作提供实时且精准的决策支撑<sup>[2]</sup>。这类系统可全面监控项目各维度情况，涵盖进度推进、资源利用、成本控制等方面，助力项目管理者在不同实施阶段制定科学决策，基于历史数据与当前发展趋势，此类系统能够预测项目完成时间、预算超支概率等关键信息，进而在项目启动初期发现潜在问题并及时调整方案，决策支持系统通常运用数据建模与预测分析方法，像多元回归分析（Multiple Regression Analysis）及机器学习算法，以此提升预测结果的准确性。

在成本控制工作中，借助回归分析技术，系统可构建预测模

型来估算项目成本变动情况。例如，若假设项目总成本（C）由项目规模（S）与工作进度（P）等因素决定，该模型可表示为：

$$C = \alpha S + \beta P + \varepsilon$$

其中， $\alpha$  和  $\beta$  为回归系数， $\varepsilon$  为误差项，这种模型能依据历史数据对项目预算超支情况进行精准预测，帮助管理者采取适宜措施管控预算，此外，机器学习算法（如随机森林、支持向量机）也可通过学习大量项目数据，识别潜在的成本超支因素，并给出优化建议，依靠这些技术，系统能够提供更精准、更具可操作性的决策支持。

## （二）项目风险管理与大数据的结合

大数据技术的融入让项目风险管理工作更具精准性与科学性。通过综合分析项目历史数据、行业相关数据及外部环境数据（如气象条件、地质状况、市场波动等），可识别出潜在风险点，并利用数据模型开展动态预测，工程项目中常见风险包含资金风险、进度风险、质量风险等，而大数据能为这些风险的预测与分析提供有力支撑，以资金风险为例，可通过分析资金流动情况、银行利率变化、资金市场动态等因素进行预测；进度风险则可结合历史项目进度数据、当前项目执行情况及外部环境（如天气条件、资源供应状况）开展预测。

在进度风险预测环节，时间序列分析（如 ARIMA 模型）可依据项目历史进度数据，对未来进度情况进行合理预估，蒙特卡洛模拟（Monte Carlo Simulation）则能通过大量随机模拟运算，计算出项目进度延误的概率及可能的风险范围，为项目经理提供更精准的风险预警，这些大数据分析结果可帮助项目经理实时掌握潜在风险，及时调整资源配置、优化施工方案，从而有效避免风险发生，凭借精准的预测与动态风险管理，项目能够更高效地应对各类不确定因素，保障工程顺利推进。

## （三）智能化管理平台

随着技术持续发展，智能化管理平台逐渐成为工程管理领域的核心工具。这类平台通过整合大数据、云计算、人工智能等前沿技术，可实现工程项目全生命周期的管理，大数据技术借助实时数据采集与传输功能，确保项目进度、质量、成本等各类信息的透明化，避免信息滞后或失真问题，云计算技术具备强大的计算与存储能力，能够支持海量项目数据的处理与分析，保障数据可快速、可靠地实现存储、访问与共享，人工智能技术则通过机器学习、深度学习及模式识别手段，实现数据分析与决策支持的自动化，进一步提升项目管理的智能化水平<sup>[3]</sup>。

例如，人工智能可利用深度学习算法对项目风险进行预测，分析历史数据与外部环境变化，预判进度延误、成本超支等风险，进而提前发出预警并提供优化方案，云平台能够存储并处理项目历史数据，让各部门可实时共享信息，实现跨部门协同作业，提升整体管理效率，这种集成化的智能管理平台不仅能减少人为干预引发的错误，还能显著提高决策精度，推动项目高效、精准推进。

## （四）实时监控与反馈机制

实时监控与反馈机制是大数据技术在工程管理中的重要应用方向。运用传感器、物联网（IoT）等技术，结合大数据处理平台，可对施工现场各类数据进行实时采集与分析<sup>[4]</sup>，比如，建筑物结构变化、设备运行状态、施工进度等信息，可通过传感器实



时传输至数据中心，借助数据分析，能够快速识别潜在问题，如设备故障、施工延误等，并及时将相关情况反馈给项目管理者，实时反馈机制不仅提高了管理者的响应速度，还能在项目执行过程中不断优化资源配置，以进度监控为例，数据流可通过可视化图表呈现工程进度情况，管理者可依据实时数据进行调整，确保项目按计划推进。如图1所示。

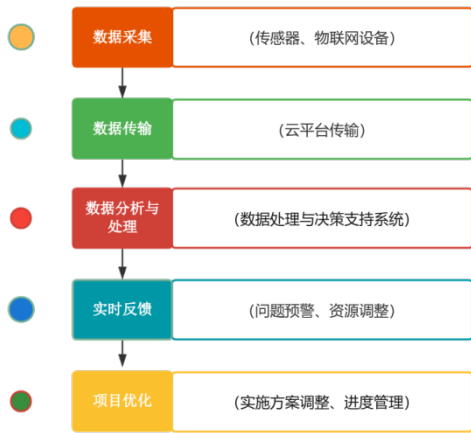


图1 工程项目实时监控与反馈机制

### 三、大数据背景下工程管理信息化发展面临的挑战与对策

#### （一）数据安全与隐私保护问题

随着大数据在工程管理领域的广泛运用，数据安全与隐私保护相关问题愈发凸显。工程项目会涉及大量敏感数据，涵盖合同信息、人员身份信息、财务数据等内容，这类数据一旦发生泄露，可能对项目的顺利推进造成严重影响，当前阶段，大数据技术虽在信息采集与分析环节提供了便利条件，但在数据存储、传输及处理过程中，仍面临安全防护措施不足、隐私信息泄露等问题，尤其是在多方参与协作的工程项目里，如何保障不同利益相关方的数据安全，已成为一项重要挑战，为应对这一挑战，需采用加密技术、区块链技术等手段，确保数据在存储与传输过程中的安全性，同时强化对数据访问权限的管理控制，避免敏感数据被滥用或泄露。

#### （二）大数据应用中的技术瓶颈

在大数据实际应用过程中，数据共享与标准化问题仍是当前面临的技术瓶颈。工程项目涉及设计、施工、监控等多个领域，各领域采用的数据标准存在差异，导致信息在不同系统间传递时

难以实现无缝对接，当前多数工程管理系统仍存在数据孤岛现象，不同平台与技术之间缺乏统一的标准及接口，使得数据整合的难度有所增加，此外，数据格式与数据质量存在明显差异，也在一定程度上降低了数据共享与应用的实际效果，为解决这一问题，迫切需要推进相关行业标准的制定与统一工作，保障数据的兼容性与一致性，同时，搭建统一的数据交换平台，通过数据清洗与标准化流程提升数据质量，为项目管理工作提供更可靠的决策支持<sup>[5]</sup>。

#### （三）人才培养与技术储备

随着大数据技术在工程管理领域的深度应用，行业对从业人员的技术能力提出了更高要求。传统工程管理人员大多缺乏大数据分析、机器学习等相关技术背景，这导致他们在大数据平台的应用与管理工作中常常感到能力不足，因此，提升工程管理人员的大数据应用能力已成为当前亟需解决的问题，工程企业应加大技术型人才培养力度，组织相关培训、学习及实践活动，提高管理人员对大数据技术的认知与应用能力，此外，企业还需加强与高等院校、研究机构的合作，引入先进技术储备，构建以大数据为核心的创新型团队，以满足未来工程管理信息化发展所需的技术支撑。

#### （四）发展对策与建议

为更充分地发挥大数据在工程管理中的价值，推动信息化进程，首先需加强大数据基础设施建设，提升数据采集、存储、处理及分析的能力。同时，推动技术平台的开放与互联互通，消除信息孤岛现象，确保各部门、各环节的信息流通与共享，其次，制定行业标准与规范，保障数据的标准化与互操作性，提高数据共享效率，在技术应用层面，应重视人工智能、云计算等先进技术的融合，提升工程管理的智能化水平，此外，企业应注重与外部合作伙伴的协同，借助外部技术力量与资源，提升项目管理的整体能力，通过这些措施，可确保大数据在工程管理中的高效应用，进而推动工程管理的全面信息化发展。

### 四、结语

大数据技术为工程管理信息化赋予了巨大发展潜力，能够显著提升项目管理效率、优化决策过程并降低风险，但在数据安全、技术瓶颈、人才储备等方面，仍面临诸多挑战，通过加强数据共享与标准化建设、提升管理人员的大数据应用能力，同时推动技术创新与跨部门协作，能够更充分地释放大数据的价值，推动工程管理向智能化、精准化方向发展，这将为未来的工程项目管理提供更为坚实的技术支持与保障。

### 参考文献

- [1] 陈铮. 大数据背景下现代企业财务管理信息化发展研究 [J]. 投资与合作, 2022, (10): 58-60.
- [2] 高丽萍. 大数据背景下企业财务管理信息化发展的探讨 [J]. 全国流通经济, 2022, (04): 37-39. DOI: 10.16834/j.cnki.issn1009-5292.2022.04.024.
- [3] 罗桢. 大数据背景下工程项目管理信息化的创新路径探讨 [J]. 企业改革与管理, 2023, (03): 41-43. DOI: 10.13768/j.cnki.cn11-3793/f.2023.0166.
- [4] 王莺. 大数据背景下企业财务管理信息化发展的创新研究 [J]. 理财, 2023, (12): 89-91.
- [5] 崔庆涛. 大数据背景下企业财务管理信息化发展探讨 [J]. 信息与电脑, 2024, 36(23): 155-157.

# 建筑工程管理中全过程管理的应用

刘浩喆

广州永恒城市实业有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040003

**摘 要 :** 文章系统阐述了全过程管理模式在现代建筑工程中的关键作用与应用策略。文章指出,该模式通过将项目全生命周期纳入统一管理体系,实现了资源的最优配置、科学化管理目标的达成以及工程质量的全面强化。在项目前期,全过程管理聚焦于投标与合同管理的系统化,为项目成功奠定基础;在施工阶段,则通过动态管控、质量、进度、投资、机制及安全六大维度的协同管理,有效提升了项目的综合效益与履约能力。

**关 键 词 :** 建筑工程管理; 全过程管理; 应用

## Application of Whole Process Management in Construction Engineering Management

Liu Haozhe

Guangzhou Yongheng Urban Industrial Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract :** This paper systematically elaborates on the pivotal role and application strategies of the whole-process management model in modern construction projects. It demonstrates that by integrating the entire project lifecycle into a unified management system, this model achieves optimal resource allocation, fulfills scientific management objectives, and comprehensively enhances engineering quality. During the pre-construction phase, whole-process management focuses on systematizing bidding and contract management to lay the foundation for project success. In the construction phase, it enhances overall project benefits and contract fulfillment capabilities through coordinated management across six dimensions: dynamic control, quality, schedule, investment, mechanisms, and safety.

**Keywords :** construction project management; whole process management; application

### 引言

强调系统性、全过程性和动态性的全过程管理模式应运而生,并逐渐成为行业转型升级的重要方向。该模式打破了阶段壁垒,将管理视野延伸至项目的整个生命周期,从前期决策、设计、投标到中期施工,直至后期竣工验收,确保各环节无缝衔接、协同高效。本文旨在深入探讨全过程管理在建筑工程中的核心作用,并详细分析其在项目前期准备与具体施工阶段的关键应用路径,以期为建筑企业提升项目管理水平、实现精益建造提供理论参考与实践指导。

### 一、全过程管理在建筑工程中的必要性

#### (一) 促进资源实现最优配置

全过程管理模式在实际应用中展现出显著效益,其核心优势在于能够将建筑项目科学拆解为多个子系统。借助精细化的任务划分方式,各类施工资源得以同步整合与调配,从而为项目后续推进奠定坚实基础。该模式不仅拓展了管理人员的管控手段,也使各类管理要素得到更为合理的分配与利用。在项目启动初期,管理团队可依据设计方案,对材料、设备及资金等资源实施精准配置,从源头上保障工程的整体品质。进入具体施工环节后,管理人员能够按照工程进度节点,对各个阶段的成本支出进行动态监控。同时,根据现场实际情况灵活调整人力与物资的投入节

奏,确保资源分配始终保持高效平衡。这种全流程的资源优化机制,有效提升了建筑工程的实施效率与管理精度,为项目高质量完成提供了系统化支撑。

#### (二) 助力科学化管理目标的达成

相较于传统分散式的“家庭作坊式”管理,全过程管理模式在提升施工质量与项目效益方面具有显著优势,能够更有力地支撑建筑企业达成预设发展目标。在推行全过程管理的过程中,要求管理人员不断更新理念,主动引入信息化、智能化的现代管理方法,并严格遵循国家相关建筑工程规范与质量标准,从而系统提升施工效率与工程品质。通过将科学管理理念贯穿于项目始终,全过程管理不仅有效推动工程各阶段目标的有序实现,也为建筑行业向集约化、标准化转型提供了机制保障。此外,该模式

还能够增强管理工作的协同性与执行力，进而全面提升项目管理效能，充分发挥现代化建筑技术与管理方法的综合优势<sup>[1]</sup>。

### （三）强化工程质量的全面管控

通过实施全过程管理，能够系统化地提升建筑工程的整体质量水平，确保项目在预定标准与时限内顺利交付。该模式基于工程全周期视角，针对策划、施工及验收等不同阶段的特点实施差异化管控策略，实现从开工前准备到竣工验收的无缝衔接与动态监管。这种覆盖项目始终的管理方式，不仅有助于提前识别和规避质量隐患，也能够显著提升施工流程的规范性与协调性，从而有效避免工期延误和质量偏差。此外，全过程管理还将成本控制纳入整体管理体系，通过科学配置资源、优化施工组织方案，在保障工程品质的同时实现造价的有效管控。这种质量与效益并重的管理机制，为建筑企业持续提升项目履约能力和盈利水平提供了坚实支撑，进一步凸显了现代化管理方法在工程建设中的综合价值。

### （四）全面强化工程项目的质量水平

近年来，随着我国建筑行业标准的持续提升，对工程项目质量管控提出了更为严格的要求。在实际建造过程中，施工质量容易受到多种外部条件的综合影响，若缺乏系统、及时的监管手段，不仅会拖慢项目进度，还将直接影响工程的整体效益。通过推行全过程管理模式，能够将质量管理职责嵌入到项目策划、材料采购、现场施工及竣工验收等每一个具体环节，形成持续改进的质量闭环。该模式具备较强的动态响应能力，一旦某个工序出现异常，管理团队可迅速启动干预机制，有效抑制潜在风险的扩散，从而增强进度控制的主动性与精准性。在全过程管理的框架下，人员、机械、材料、方法等关键要素均被纳入统一管控体系，实现对工程变量的系统约束。这不仅有助于从源头上防范安全事故的发生，也为构建高品质、高可靠性的建筑产品提供了制度保障，进一步推动工程质量向标准化、精细化的方向发展。

## 二、全过程管理在建筑工程前期中的应用

### （一）投标阶段的系统化管理

在建筑项目启动前的投标环节，引入全过程管理理念有助于对投标过程进行系统性优化。该阶段需重点考察施工单位的资质实力与履约能力，通过对技术方案、资源配置及质量风险等关键因素的综合研判，为项目筛选出综合能力突出的合作单位。管理团队应结合项目具体特点与实际需求，制定科学严谨的技术标书与商务文件，确保投标参数的合理性与可行性，从而为后续施工奠定扎实基础。通过系统化地编制投标技术方案与管理文件，能够为项目进入实施阶段提供清晰的技术路径与管理依据。这种前瞻性的管控方式，不仅有助于统筹安排后续各项施工任务，也能有效避免因前期准备不足导致的质量隐患或效率损失，从源头上保障工程项目在全生命周期内实现质量、进度与成本的综合平衡<sup>[2]</sup>。

### （二）合同管理的系统化实施

合同管理构成工程项目管理体系的核心组成部分，其管理范围涵盖材料采购协议、劳务分包合同、工程发包协议等多种契约

类型。在这些类别中，工程发包合同具有尤为关键的地位，其签订与执行质量直接关系到施工单位的合理遴选，以及后续工程活动是否能够严格依照约定条款有序推进。在合同履行阶段，需建立动态的协商与监督机制，对合同条款的实际执行情况进行全过程跟踪和协调。通过加强合同交底、履行反馈和变更管理，确保各方责任与义务得到有效落实。这种系统化的合同管控方式，不仅能够显著减少履约过程中的争议与偏差，也为项目后续阶段的顺利实施提供了坚实的法律与制度保障，从而推动工程建设项目实现规范化、高效化运作。

## 三、全过程管理在建筑施工中的应用

### （一）推行全周期动态管控机制

建筑工程通常具有技术构成复杂、施工周期较长等特征，在不同施工阶段所面临的任务内容、专业工种及技术工艺存在显著区别。加之施工现场易受多种外部不确定因素的干扰，为确保项目质量与进度全面受控，必须建立覆盖项目全生命周期的管理体系，强化各阶段管理举措的适应性与协同性。基于全过程项目管理理念，首先应设定清晰、可衡量的总体管理目标，并依据工程推进流程将总体目标分解至各施工环节，形成层次分明、衔接紧密的管控路径。此外，管理工作须具备充分的灵活性与响应能力，能够根据施工进展、环境变化和资源状况进行实时优化与调整。通过构建这种动态反馈和持续改进的机制，不仅有助于保持管理措施与实际需求的高度匹配，也能全面提升项目在复杂建设环境中的整体可控性与履约能力<sup>[3]</sup>。

### （二）强化施工环节的质量管控体系

质量是工程建设的核心目标，也是贯穿项目全过程管理的关键环节。施工阶段的质量控制成效直接决定了工程最终成果的优劣，因此必须在项目初期就确立明确的质量目标，并将全过程管理理念融入具体施工流程，采取系统化、差异化的管控策略，确保质量要求在每个阶段得到有效落实。需要强调的是，工程项目不同施工环节对质量控制的要求存在显著差异，必须对每一道工序实施精细化把控，从而保障整体施工质量达到预期标准。在施工准备阶段，应全面核查现场条件与技术参数，借助专业测量仪器进行数据采集与校验，确保各项指标符合设计规范，为后续作业奠定准确的基础。在施工过程中，若发现工序成果存在明显偏差，须立即启动整改程序予以纠正，避免质量缺陷的积累与蔓延。现场可采用目视检查与仪器检测相结合的方式，实时识别质量问题并快速响应。最后，应加强对进场材料及半成品的质量检验，通过实验检测等手段严格把关，对不符合要求的材料坚决予以退换，从源头上杜绝质量隐患。

### （三）加强施工进度管控

全过程管理的核心要义之一，在于对施工进度进行系统化统筹与调控。为确保项目管理目标的有效达成，需结合工程各阶段特点实施差异化的进度管控策略。由于不同建设项目在技术难度、体量规模及环境条件等方面存在客观差异，进度管理需以科学编制施工计划为基础，并通过动态监测机制持续比对实际进展



与计划目标之间的偏差。一旦发现进度滞后或超前,需深入剖析其成因,并采取针对性纠偏措施,以实现对项目进程的精细化控制。进度管控不仅关乎各阶段任务的按期完成,也为项目最终顺利验收创造有利条件。在进度管理过程中,需重点关注两方面内容:其一是设计方案与施工进度的协调性,当现场情况与原设计出现较大出入时,往往需要进行设计变更,此举可能引发工序调整、成本增加及工期延误等一系列连锁反应;其二是材料供应管理的及时性,若施工材料无法按计划进场或出现短缺,将直接导致作业中断,严重影响整体施工节奏。因此,建立高效的进度预警与资源保障机制,是确保项目按期推进的关键所在<sup>[4]</sup>。

**(四) 强化施工阶段的投资管控**

投资控制作为现代企业全过程管理体系的重要组成部分,其管理重点集中体现在项目前期的设计阶段与决策环节。由于不同建设阶段对资金配置的需求与管理特点存在显著差异,需要采取有针对性的分析方法,对项目全周期成本进行系统评估,以实现投资总额的科学管控。为确保成本管理目标的有效落实,在项目实施过程中必须注重资源的合理调配与使用效率的提升。通过优化材料采购策略、提高机械设备利用率等措施,有效降低直接成本支出。同时,需建立严格的动态成本监控制度,确保各项费用控制在批准的投资预算范围内,避免超支现象的发生。这种精细化的投资管理方式,不仅有助于实现资金的合理使用与价值保全,还能够提升项目的整体经济效益,为企业的稳健运营和持续发展提供有力保障。

**(五) 构建系统化的项目管理体系**

为确保全员有效参与全过程管理,应在项目启动阶段就确立清晰的管理目标,并基于工程实际情况进行综合分析,构建具有针对性的全周期项目管理框架。通过制定完善的管理制度和明确的责任分工,将各项管理任务具体落实到相应岗位与人员,形成责权清晰、执行有力的管控机制。此外,技术团队的能力建设是实现高质量全过程管理的重要支撑。需系统评估不同岗位的技术培训需求,采用理论与实践相结合的培养方式,促进团队成员之

间的专业交流与经验共享。通过持续提升技术人员的专业素养和责任意识,为全过程管理的顺利实施提供坚实的人才保障,最终实现项目管理效能与工程品质的协同提升。

**(六) 构建全面安全生产管理体系**

在当前日益激烈的市场竞争环境中,建筑行业已进入高质量发展阶段,企业若要在市场中确立竞争优势,必须将安全生产管理提升至战略高度。在施工现场实施管理时,应对各类施工技术流程进行标准化管控,确保所有作业行为严格遵循安全规范,同时重视不同施工阶段和工艺环节的风险特性差异,采取有针对性的安全防护措施。通过开展系统化的安全教育培训,全面提升从业人员的安全防范意识和风险识别能力,促使现场操作行为更加规范有序。此外,还需建立健全覆盖全员、全过程、全方位的安全管理机制,完善安全责任体系与应急预案,为现场安全隐患的及时排查与有效治理提供制度保障,最终实现工程建设安全、质量与效益的有机统一<sup>[5]</sup>。

**四、结束语**

综上所述,全过程管理模式代表了一种先进、科学的项目管理哲学,其价值贯穿于建筑工程的始终。在作用层面,它不仅是优化资源配置、确保工程质量的核心手段,更是推动建筑企业实现科学化、精细化管理的战略工具。在应用层面,从前期精准的投标与严谨的合同管理,到施工过程中对质量、进度、投资、机制与安全的全面动态管控,全过程管理构建了一个环环相扣、自我优化的管理体系。推行全过程管理,能够显著增强项目应对复杂性与不确定性的能力,从根本上保障工程的顺利实施与综合目标的圆满实现。因此,建筑企业应积极拥抱这一模式,通过构建完善的管理体系和培育专业人才,最终在高质量的发展道路上行稳致远。

**参考文献**

[1] 朱文青. 建筑工程管理中全过程管理的应用[J]. 房地产导刊, 2024(22): 46-47, 50.  
[2] 方芳. 全过程管理模式在建筑工程项目管理中的应用[J]. 城市开发, 2025(2): 127-129.  
[3] 弓晓婷. 全过程管理在建筑项目工程管理中的应用研究[J]. 建筑·建材·装饰, 2024(10): 181-183.  
[4] 冷佳钧. 全过程管理在建筑工程管理中的应用研究[J]. 建筑与装饰, 2024(22): 82-84.  
[5] 杨旭. 全过程管理在建筑工程项目管理中的应用[J]. 模型世界, 2023(34): 195-197.

# 变电站土建施工与电气工程协调管理实践分析

袁欣诚<sup>1,2</sup>

1. 国网上海市电力公司市北供电公司, 上海 200072

2. 上海电力大学, 上海 200090

DOI:10.61369/UAID.2025040005

**摘 要 :** 为实现变电站土建施工与电气工程高效协同, 确保工程顺利完工。本文从空间布局、工序衔接等维度分析土建施工与电气工程的关联性, 系统性梳理二者在协同管理过程中存在的典型矛盾, 从前期准备与规划、集成调度管理、技术创新和管理制度四方面入手, 提出变电站土建施工与电气工程协调管理的实践策略, 以期为变电站各类工程施工提供有益参考。

**关 键 词 :** 变电站; 土建施工; 电气工程; 协同管理

## Practical Analysis of Coordination Management Between Civil Construction and Electrical Engineering in Substation Projects

Yuan Xincheng<sup>1,2</sup>

1. Shanghai North Power Supply Company, State Grid Shanghai Electric Power Company, Shanghai 200072

2. Shanghai University of Electric Power, Shanghai 200090

**Abstract :** To achieve efficient coordination between civil construction and electrical engineering in substation projects and ensure successful project completion. This paper analyzes the interdependencies between civil construction and electrical engineering from dimensions such as spatial layout and process sequencing. It systematically identifies typical conflicts arising during collaborative management and proposes practical strategies for coordinating these two aspects. These strategies focus on four key areas: preliminary preparation and planning, integrated scheduling management, technological innovation, and management systems. The aim is to provide valuable reference for various types of substation construction projects.

**Keywords :** substation; civil construction; electrical engineering; collaborative management

## 引言

电力系统新型基础设施建设背景下, 变电站工程呈现土建结构复杂化、电气工程集成化的发展趋势。相关数据统计显示, 2020–2024年间全国110kV及以上变电站工程中, 因土建工程与电气工程协调不足所致的工期延误占比高达25%, 返工成本占项目总投资的5%–8%<sup>[1]</sup>。传统分阶段管理模式无法适应现代变电站建设要求, 变电站工程建设过程中急需建立贯穿设计、施工、验收全周期的协同管理管理体系。基于此, 现针对变电站土建施工与电气工程协调管理实践加以分析, 以期为变电站工程标准化建设提供可复用的管理范式。

## 一、变电站土建施工与电气工程的关联

变电站施工环节中电力设施安装与建筑结构工程存在多维度的协同关系。作为变电站功能实现的关键要素, 电力系统承担着保障整体供电稳定性的核心任务, 而土建工程则为电力设施提供了必要的物理支撑和运行条件<sup>[2]</sup>。此种相互依存的关系决定双方必须建立高效协作机制。在实际施工过程中, 电气工程与土建工程需要保持动态配合, 既要保证工期进度又要确保工程质量达标。具体来

说, 在建筑结构施工阶段, 必须预先规划好电力设备的安装位置和连接节点, 为后续电气系统的顺利投运创造条件。同样, 电力安装方案也需要根据土建工程的实际进展进行灵活调整, 使设备调试与土建施工保持同步。此外, 土建工程与电气工程的协同关系还体现在工程安全管理与质量监督层面<sup>[3]</sup>。在变电站建设全周期中, 电力装置与建筑结构的可靠性和安全性同等重要, 这就要求电力安装团队与建筑工程方共同完善安全防护体系, 建立统一的质量管控规范, 从而全方位保障施工安全和工程质量。

作者简介: 袁欣诚 (1999.07—), 男, 汉族, 上海人, 本科, 助理工程师, 电气工程工程管理。

## 二、变电站土建施工与电气工程协调管理痛点

### （一）设计阶段矛盾

变电站土建施工与电气工程协调管理在设计阶段的痛点主要表现为三维空间冲突。电气装置对建筑环境存在多种特殊要求，如：电气设备安装需要预留足够的检修通道、散热区域和安全间距。而常规土建规划仅参照通用建筑规范，在设计过程中极易忽略电气设备安装和运行尺寸等需求。此种设计阶段矛盾必然会引发多种施工问题<sup>[4]</sup>。一是层高与设备吊装冲突。电气装置安装需要借助建筑吊装孔洞，但在土建规划阶段，此类孔洞尺寸设计往往未能充分考虑设备最大构件的实际尺寸或运输过程中的转弯空间需求，最终导致设备无法顺利安装到位。二是管线碰撞问题。在平面设计图纸中，电缆夹层、通风管路与电气设备的空间布局难以完全避免交叉冲突，一旦发生管线碰撞，施工阶段不得不采取绕行方案或进行拆除改造，进而延误施工进度。三是预埋件定位偏差。电气设备基础预埋件的平面坐标和高度偏差超出技术规范要求，引发设备安装时的螺栓孔位错位、设备倾斜等问题，严重时可能造成结构安全隐患，进而影响施工安全与施工进度。

### （二）施工组织冲突

变电站土建施工与电气工程协调管理施工阶段的痛点主要表现为工序倒置与资源争夺，即土建与电气施工的工序配合存在动态协调不足，引发资源损耗与工期延误<sup>[5]</sup>。一方面，施工流程紊乱。土建工程建筑主体尚未完工阶段，电气工程为赶进度过早介入，致使设备保护费用骤增。相反，若土建装饰进度落后于电气安装，则易对已装设备造成损坏。另一方面，设备与人力调配矛盾。塔式起重机、施工电梯等大型设备需在土建与电气作业中交替使用，但排程方案缺乏整体规划，如：土建浇筑混凝土占用起重机时，电气设备吊装作业被迫暂停，必然会影响电气工程的施工进度，进而延误整个工程施工进度。此外，施工界面交接规范模糊同样是二者协同管理的痛点之一。具体表现为土建向电气转交作业区域时，常因场地整洁度、预埋构件验收等要求界定不清，造成多次返工。

### （三）技术接口问题

技术接口问题同样是困扰变电站土建工程与电气工程协同管理的痛点之一。具体表现为，专业规范衔接失效，导致建筑与电气技术标准间断层造成整体性矛盾<sup>[6]</sup>。其一，防水与接地矛盾。建筑采用弹性防水层处理电缆通道时，可能中断接地导体的电流通路，造成接地阻抗异常。反之若优先保障接地性能而取消防水措施，则会导致电缆通道进水，危及设备运行安全。其二，结构承载差异。电气设备动态负荷未被整合进建筑结构核算，或建筑结构遗漏设备运行振动的传导影响。其三，环境调控失调。电池间耐酸蚀需求与建筑装饰材料选择不符，配电间的气流交换量设计未结合建筑通风口的实际效能则会引发设备过热问题，进而耽误变电站施工进度，甚至会对变电站施工质量带来严重的负面影响。

### （四）管理机制缺失

组织架构与管理制度未能适应变电站土建施工与电气工程协

调管理需求，存在明显的责任划分模糊、信息传递抵消和协同工具匮乏等痛点。建筑工程中土建与电气专业交叉作业存在权责划分不明确现象，导致质量问题出现时双方相互推卸责任。以预埋套管堵塞问题为例，既可能源于土建施工方混凝土浇筑时的防护措施不到位，也可能是电气安装方未及时进行封堵处理所致，但由于缺乏有效的责任追溯体系，往往难以准确判定责任主体。同时，信息传递低效。工程变更与施工指导仍采用传统纸质文档流转方式，导致多专业协同作业时信息同步效率低下。此外，施工协调机制缺失。项目管理平台尚未实现整合应用，土建与电气施工方案分别制定，难以及时发现关键工序矛盾。

## 三、变电站土建施工与电气工程协调管理的实践策略

### （一）前期准备与规划

施工前期的准备与规划是保证变电站工程顺利进行、实现土建施工与电气工程协调管理的关键所在。基于变电站土建施工与电气工程协调管理的痛点，在实际施工过程中应通过引入三维协同每个设计机制，从根本上解决土建施工与电气工程的空间冲突和预埋偏差等问题。一方面，在变电站施工前期引入 BIM 全生命周期协同平台。设计单位借助 BIM 技术构建涵盖建筑结构信息、电气设备信息、管线分布信息的三维立体模型，利用 Navisworks 等软件开展碰撞测试等，通过模拟仿真事先发展土建与电气工程施工中的空间冲突。同时，设计人员可以利用 BIM 技术开发参数化设计模板，将电气设备尺寸、安全距离等参数输入土建模型中，实现二者在设计层面的动态协同。另一方面，施工前由施工单位牵头，组织土建与电气设计师参与联合图纸会审，重点检查电气设备基础定位、预埋件规格等参数，制定适用于工程建设的《三维空间设计标准》，明确层高、吊装孔尺寸冗余量等。此外，在变电站土建施工与电气工程开工前，还应引入“全站仪+二维码”定位系统，将设计坐标等直接导入施工测量仪器，确保土建施工与电气工程各类参数相符合，为二者协同施工奠定基础。

### （二）实施全要素集成调度管理

为有效解决变电站土建施工与电气工程协同管理中的工序倒置与资源争夺痛点，施工单位应从各环节入手，系统性整合资源、优化工序，实现土建施工与电气工程的各要素的高校配置与协同管理。首先，在明确土建施工和电气工程基本施工设计的基础上，编制一体化进度计划。构建多专业协同的进度管控体系，采用关键路径分析法精准定位土建与机电工程的交叉施工要点，厘清各工序间的逻辑关联。运用 BIM 四维动态模拟技术，直观展示不同施工阶段的作业界面与资源配置情况，实时调整工序衔接方案。配套研发智能工地管理平台，整合设备运行状态、物料运输等动态信息，智能输出高精度机械调配计划，保障塔式起重机、施工电梯等重点设备的最佳使用效能。其次，优化土建施工和电气工程的工序衔接。施工单位应采用倒排工序规划法，从电气设备调试的最终节点出发，反向推算土建工程的关键控制点，精确把控场地混凝土浇筑、预埋件定位等前期工作的完成节点。对于多专业交叉施工区域，实施构件预制化方案，将电缆通道、



设备基座等部件在加工厂完成预制后运至现场组装，有效缩减土建与电气施工的作业面交叉范围，显著降低工序冲突概率。最后，创新资源协调机制。施工单位通过创建共享式设备资源库，对吊装机械、运输设备等重型装备实行时段化租赁与动态优先级配置方案，依据工程进度需求灵活调节设备使用权。采用超宽带精确定位系统，即时监测土建作业面的施工进展，借助数字化交付规范自动生成电气安装进场指令，消除人为判定偏差引发的交接滞后。此外，通过组建多专业联合调度指挥平台，统一协调人员、设备、物资的整体配置，实现资源供应与工程进度的精确同步。

### （三）技术创新应用

为破解变电站土建施工与电气工程协同管理过程中存在的技术标准割裂痛点，施工单位应建立跨专业协同技术标准体系，通过规范整合与技术创新实现技术接口的无缝对接。其一，制定土建电气协同设计规范，确立专业接口的技术参数匹配准则。针对地沟防水与接地系统矛盾，要求选用导静电防水涂料，使防水构造同时满足接地导通需求。同时，建立建筑-电气荷载协同计算体系，将电气装置工作载荷实时整合到土建设计验算中，防止交变应力传递导致结构开裂或地基变形。此外，编制预埋构件定位、管线布设等核心工艺的偏差限值标准，在施工初期规避安装错位问题。其二，运用跨学科仿真分析方法提升环境调控系统效能。针对蓄电池间、配电房等重点场所，通过流体动力学模拟技术追踪腐蚀性气体扩散轨迹与温度场分布，协同优化建筑通风孔规格与电气装置排布方案，保证各项环境指标符合双重技术规范。其三，实施以三维建模技术为核心的数字化交付机制，明确规定建筑施工单位在工程收尾阶段必须提交整合预埋构件定位信息及承重数据的建筑信息模型，作为后续机电安装的基准参照。同步编制专项交接验收标准，详细规定线槽排水倾斜角度、装置基座平整度等核心参数指标，构建土木与电气专业人员协同验收

的工作模式。运用数字化建模与实际测量结果的交叉比对方法，高效定位并修正交接界面存在的偏差问题，实现关键工艺指标的全程精准管控。

### （四）完善管理制度

为系统性解决变电站土建施工与电气工程协同管理中责任模糊与信息之后痛点，施工单位应构建全流程协同管理体系，通过制度创新强化协同管理实践成效。一方面，施工单位应制定《土建电气专业分工明细表》，系统梳理189项交叉施工任务的权责划分，保证每项工序均有具体负责单位。同时，在施工过程中应实施首接负责制，规定最先发现异常情况的部门必须主动组织整改，切实防范责任推脱行为，显著提高问题处置的时效性与完成度。另一方面，持续加快信息化协同平台建设。施工单位通过构建BIM与智能工地协同管理平台，实现设计调整、工程指令等重要信息的实时共享，将变更处理周期压缩至120分钟以内，有效保障信息传递的及时性和精确度。采用区块链分布式账本技术固化施工过程数据，包括隐蔽工程验收影像等关键资料，确保信息记录的永久保存与完整溯源，为质量监督与责任界定提供可靠的技术保障。

## 四、结语

综上所述，变电站土建施工与电气工程的协调管理是提升工程建设质量与效率的核心环节。通过构建全周期协同机制、优化技术标准体系、完善管理制度等系统性策略，能够有效破解设计冲突、工序矛盾、技术割裂与管理盲区等痛点问题。实践证明通过强化BIM技术应用、实施动态资源调度、推进标准化接口设计等举措，可显著减少返工与工期延误，降低施工成本，同时保障工程质量与安全。

## 参考文献

- [1] 胡俊竹. 变电站土建施工与电气工程协调管理思考与实践 [J]. 农村电气化, 2023, (10): 8-11.
- [2] 王捷. 电气安装与土建工程施工配合的技术管理研究——以温州某污水处理厂改扩建工程为例 [J]. 工程设计与设计, 2024, (03): 217-219.
- [3] 郑晨亮. 变电站土建施工与电气工程协调管理思考与实践 [C]//《中国建筑金属结构》杂志社有限公司. 2024新质生产力视域下智慧建筑与经济发展论坛论文集（四）. 福建省送变电工程有限公司; , 2024: 135-136.
- [4] 廖欣毅. 建筑电气工程施工中的质量控制与安全管理 [J]. 全面腐蚀控制, 2024, 38(12): 49-51.
- [5] 吕卫乾. 电力工程现场施工管理中的电气及机电安装技术应用 [J]. 产品可靠性报告, 2025, (01): 141-143.
- [6] 辛清军, 刘丹丹. 高层住宅土建施工质量管理与关键技术研究 [J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(06): 154-156.

# 建筑工程管理在文物保护施工中的实践与探索

黄婉茵

广东聚恒古建筑工程有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040008

**摘 要 :** 认知障碍的患病率随着年龄的增加也在增加,而目前在吸烟是否是认知障碍危险因素的研究中存在着不一致,我国已有3亿多的吸烟人群,因此本文就从吸烟变量、人口学特征、及潜在机制和病理变化方面探讨了吸烟对认知障碍的影响。吸烟和认知障碍人群的人口学特征方面是存在相互影响,尤其是年龄和 APOE 4 基因与吸烟具有协同作用。在吸烟的变量方面,发现长期吸烟史认知障碍一个危险因素,且累积吸烟量与认知障碍呈正相关,而短期吸烟史认知障碍的一个保护因素。吸烟导致认知障碍的机制主要是氧化应激,此外还有其他潜在机制,吸烟也会导致大脑 AD 相关的病理改变进而加重认知障碍

**关 键 词 :** 文物保护工程; 施工管理; 传统工艺

## The Practice and Exploration of Construction Project Management in Cultural Heritage Conservation

Huang Wanyin

Guangdong Ju Heng Ancient Architectural Engineering Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract :** In China, cultural heritage conservation project management faces issues such as poor systemic coordination, a break in the chain of professional talent, and vague standards for traditional craftsmanship. Internationally, systems like Italy's preventive conservation system and Japan's craftsman training system can be referenced. At the same time, it is necessary to integrate the principle of "restoring the old as it was" with management requirements, emphasize multi-disciplinary collaboration, and establish quantitative evaluation standards. The paper also introduces the management experience of several cultural heritage conservation projects, emphasizing the significant role of construction project management in cultural heritage conservation construction.

**Keywords :** cultural heritage conservation project; construction management; traditional craftsmanship

### 引言

2021年颁布的《“十四五”文物保护和科技创新规划》强调加强文物保护管理,推动文物保护高质量发展。在此背景下,国内文物保护工程管理虽面临体制、人才、工艺标准等现存问题,但国际先进经验带来启发。同时,在施工管理中,“修旧如旧”原则与多学科协作管理的融合至关重要,建立传统工艺量化评价标准、运用 BIM 等技术完善动态监管也必不可少。这些研究与实践,对于提升文物保护施工水平,实现文物保护高质量发展具有重要意义。

### 一、文物保护工程施工管理现状分析

#### (一) 国内文物保护工程管理现存问题

国内文物保护工程管理存在诸多现存问题。体制衔接不畅,不同部门间在文物保护工程管理上职责划分不够明确,缺乏高效协同机制,致使工程推进常遇阻碍,信息传递不及时、决策流程冗长。专业人才梯队断层现象严重,文物保护工程对专业知识和技能要求特殊,既需建筑工程相关知识,又要深厚文物保护素养,但当前此类专业人才培养体系尚不完善,年轻专业人才储备不足,难以满足日益增长的文物保护工程需求。传统工艺标准模

糊化,古建筑修缮等文物保护工程依赖传统工艺,但随着时代变迁,部分传统工艺传承出现困难,工艺标准缺乏明确界定,导致施工过程中对工艺的理解和执行存在差异,影响文物保护工程质量<sup>[1]</sup>。

#### (二) 国际经验对比研究

在文物保护工程施工管理方面,国际上有诸多先进经验值得借鉴。以意大利为例,其历史建筑预防性保护体系完备,从对建筑环境的实时监测,到针对可能出现损害的提前预判及应对措施制定,都体现出前瞻性与科学性。在施工管理中,注重多学科融合,集合建筑、考古、材料等多领域专家协同工作,全面保障工

工程质量。日本的传统匠人培养制度则为文物保护施工提供了坚实的人力支撑。通过严格的技艺传承和培养机制，匠人具备精湛的传统工艺技能，确保在文物修复施工中能精准还原历史风貌。这些国际经验，为我国文物保护工程施工管理带来启发，可从中汲取有益部分，优化自身管理模式，提升文物保护施工水平<sup>[2]</sup>。

## 二、文物保护施工管理的特殊性要求

### （一）文物保护原则与管理要求融合

在文物保护施工管理中，“修旧如旧”原则与管理要求的融合至关重要。从原材料控制体系来看，应严格遵循“修旧如旧”原则，尽量采用与文物原有材料相同或相近的原材料，这不仅需要对原材料的来源、质地、特性等进行深入研究与甄别，还要求管理过程中有严格的采购、检验、存储流程，确保原材料的质量与适用性，符合文物保护的特殊需求。而在传统营造技艺与现代项目管理方法的衔接方面，一方面要充分尊重和传承传统营造技艺，因为这是还原文物历史风貌的关键；另一方面，现代项目管理方法能保障施工的高效、有序进行。需通过合理的组织架构、进度安排与质量监控，使两者有机结合，让传统技艺在现代管理框架下发挥最大效用，共同服务于文物保护施工，实现文物历史价值与文化内涵的传承与延续<sup>[3]</sup>。

### （二）多学科协作管理特征分析

文物保护施工管理具有独特的多学科协作管理特征。构建考古学家、建筑学家、材料科学家协同作业框架至关重要。考古学家凭借对历史文化的深入研究，为施工提供历史脉络与文化背景支撑，明确文物所承载的历史信息，指引施工方向。建筑学家则从工程角度出发，依据文物现状制定科学合理的施工方案，确保施工过程中结构的稳定性与安全性。材料科学家专注于研发和选用适宜的保护材料，使其既能有效保护文物，又与文物本体相兼容。要实现高效协作，需建立信息共享与决策协调机制<sup>[4]</sup>。各方及时共享研究成果、施工进展等信息，确保彼此了解工作动态，避免重复劳动或决策失误。

## 三、古建筑保护工程管理体系构建

### （一）施工过程动态监管体系

#### 1. 传统工艺量化评价标准

古建筑保护施工中，传统工艺的应用至关重要，建立科学的量化评价标准必不可少。对于木作，可从木材材质、榫卯精度、构件制作规格等方面构建数字化评估模型。比如，精确测量榫卯的配合间隙，设定合理数值范围，通过数字化手段记录与分析，以判断木作工艺是否达标。瓦作则可从瓦件质量、铺瓦方式、瓦面平整度等参数着手。例如，利用高精度测量仪器获取瓦面平整度数据，依据标准允许误差范围进行量化评估。通过对这些传统工艺进行数字化、量化的评价，能精准掌握施工质量，及时发现问题并纠正，为古建筑保护施工的高质量推进提供有力支撑，实现传统工艺在现代文物保护工程中的科学传承与运用<sup>[5]</sup>。

### 2. BIM 技术适应性应用

在古建筑保护工程施工过程动态监管体系中，BIM 技术具有独特的适应性应用。对于古建筑隐蔽工程，传统记录与管理方式存在诸多局限，难以全面精准留存信息。而 BIM 技术可通过创建三维模型，将隐蔽工程的各部分细节以可视化形式呈现。借助其参数化特性，能录入工程材料、构造、施工工艺等详细信息，实现对隐蔽工程全方位记录。在管理方面，利用 BIM 模型可模拟施工过程，提前发现潜在问题并优化方案。同时，基于模型的协同管理平台，方便各参与方实时沟通，确保隐蔽工程施工与整体保护工程协调推进，为古建筑保护工程提供高效、精准的管理手段，有效解决隐蔽工程记录与管理难题<sup>[6]</sup>。

### （二）风险管理体系创新

#### 1. 文物本体安全预警机制

在古建筑保护工程中，构建文物本体安全预警机制至关重要。借助振动监测技术，可实时捕捉施工过程中因机械作业、人员活动等产生的振动，当振动参数超出文物本体所能承受的阈值时，及时发出警报，提醒施工人员调整作业方式或暂停施工，避免因振动对文物造成结构性损伤<sup>[7]</sup>。同时，温湿度控制对于文物保存同样关键。通过在文物本体及周边环境设置温湿度传感器，实时收集数据，并将其反馈至施工影响预判系统。一旦温湿度出现异常波动，系统立即预警，施工团队可迅速采取相应的调控措施，如调整通风设备、启用温控装置等，确保文物处于适宜的温湿度环境，最大程度降低施工对文物本体的不利影响。

#### 2. 突发事件应急响应流程

在古建筑保护工程管理体系的风险管理体系创新中，突发事件应急响应流程极为关键。当突发事件发生，立即启动快速评估机制，组织专业人员对文物损毁情况进行全面且精准的评估，从建筑结构、外观风貌到历史文化价值等多维度分析<sup>[8]</sup>。依据评估结果迅速开展保护性干预预案，若为轻微损坏，及时采取临时加固、遮盖等措施防止损坏加剧；若损毁严重，则制定全面修复方案，明确修复步骤、技术手段与时间节点。在此过程中，注重协调各方资源，包括施工队伍、材料供应等，保障干预行动高效推进。同时，实时记录应急响应过程，为后续总结经验与改进措施提供依据，最大程度降低突发事件对古建筑文物的破坏。

## 四、工程管理实践路径探索

### （一）北京故宫维修工程管理实践

#### 1. 太和殿大修项目组织模式

在太和殿大修项目中，“传统工匠 + 现代监理”复合型团队建设成效显著。传统工匠拥有世代传承的古建筑修缮技艺，对太和殿这类古建筑的结构、工艺细节等有着深入理解与精湛手艺，能精准执行如榫卯拼接、彩画绘制等关键修复工序。现代监理则凭借系统的工程管理知识与专业技能，从施工进度把控、质量监督到安全管理等方面，确保工程按科学规范的流程推进。双方相互协作，传统工匠为现代监理提供古建筑修缮技术支撑，助其更好判断工程的特殊需求与难点；现代监理为传统工匠的技艺



实施提供规范化框架,保障整个修缮工程高效、有序、高质量完成<sup>[9]</sup>。这种复合型团队模式为太和殿大修乃至其他文物保护建筑施工管理提供了宝贵经验。

2. 数字化档案管理创新

在数字化档案管理创新方面,北京故宫维修工程积极引入先进技术手段。利用三维激光扫描技术,对故宫建筑进行高精度的三维数据采集。通过全面、细致地获取建筑的空间信息、纹理特征等,构建起精确的数字化模型<sup>[10]</sup>。这一模型不仅能直观呈现建筑现状,为维修方案制定提供准确依据,还可与历史资料对比,分析建筑变化情况。同时,基于这些数据建立的数字化档案,打破了传统纸质档案管理的局限性,实现数据的高效存储、便捷检索与快速共享。维修团队成员能随时查阅所需信息,大大提高工作效率,也为后续的维修工程、文化研究及保护规划提供了全面且详实的资料基础,有力推动了故宫维修工程管理在数字化档案领域的创新发展。

(二) 布达拉宫修缮工程实践

1. 高原环境适应性管理

布达拉宫位于高原地区,其修缮工程面临着独特的高原环境挑战。在高原环境适应性管理方面,首先要考虑低温、缺氧对施工人员身体和工作效率的影响。为此,合理安排施工人员的作息时间,设置充足的休息和适应期,定期为施工人员进行健康检查,以保障施工人员的身体健康,进而维持施工进度。其次,高原地区紫外线辐射强,对建筑材料的耐久性有影响。在材料选择上,优先选用耐紫外线、抗老化性能好的材料,并做好材料的防护措施。再者,考虑到高原地区气候多变,气温昼夜温差大,在施工计划中预留一定时间应对突发天气变化,优化施工顺序,提前做好防风、防寒、防雨等预案,确保施工安全与工程质量,实现高原环境下修缮工程的顺利推进。

2. 宗教文化要素保护机制

在布达拉宫修缮工程中,宗教文化要素保护机制极为关键。对于壁画,因其材质特殊且易受损,制定了全面的施工保护专项方案。施工前,专业人员对壁画进行详细勘察,记录其现状、病害等信息。施工过程中,严格控制温湿度、光照等环境因素,避免因环境突变对壁画造成损害。搭建保护屏障,防止施工灰尘、杂物等污染壁画。对于佛像,遵循“最小干预”原则,采用合适的修复材料与技术。在修复前,对佛像的历史、材质、工艺进行深入研究,制定针对性修复方案。同时,引入数字化技术,对壁画佛像进行三维建模,为后续保护与研究提供数据支持。通过这些举措,实现对布

达拉宫宗教文化要素全方位、科学有效的保护。

(三) 江南园林修缮管理模式

1. 微扰动施工技术体系

在江南园林修缮中,微扰动施工技术体系极为关键。针对园林假山这类易损构件,采用精细化的施工工艺,运用特制的小型、低振动力工具,减少对假山结构的震动影响,防止石块松动、移位。在水景修缮时,注重对周边土壤及水体的保护,利用防渗、防漏的新型材料与施工方式,避免施工过程中对水体造成污染,同时降低对周边土壤结构的扰动。对于施工设备,严格筛选,优先选用低噪音、低震动的设备,并且合理规划施工时间,尽量避开游客高峰时段与周边居民休息时间,从而将施工对园林整体环境及周边生态的扰动降至最低,最大程度保护园林的原有风貌与文物价值。

2. 游客管理协同机制

在江南园林修缮管理模式中,游客管理协同机制至关重要。需与旅游部门紧密配合,根据园林修缮进度及文物保护需求,动态调整游客参观路线。例如,修缮核心文物区域时,及时封闭该区域并引导游客前往其他开放区域,避免施工对游客造成安全隐患,同时防止游客活动干扰修缮工作。借助现代信息技术,如线上预约、实时客流监测系统,合理控制入园游客数量,确保园林内游客密度在文物保护和修缮施工可承受范围内。还要加强对游客的宣传教育,在入园处、园内显眼位置设置提示牌,介绍园林修缮意义及文物保护注意事项,提高游客保护意识,实现文物保护、修缮施工与游客游览的和谐统一。

五、总结

建筑工程管理在文物保护施工中的实践意义重大。一方面,系统总结建筑工程管理理论在文物修缮领域的应用成果,为后续文物保护施工提供了坚实的理论与实践基础,让我们更清晰地认识到现有方法的优势与不足,以更好地优化流程、提升质量。另一方面,面向数字技术融合发展的智慧化保护施工管理框架的提出,契合时代发展趋势,能借助先进技术实现更高效、精准的文物保护。而传统匠艺传承与现代管理科学深度融合的发展方向,延续文物保护的历史脉络,为古老技艺注入新活力。未来,需进一步推进这些成果的落地与发展,实现对珍贵文化遗产的长久保护。

参考文献

[1] 王爱群. 高速公路施工过程中的环境安全管理探讨与实践 [D]. 中国矿业大学 (江苏), 2021.  
[2] 蔡缙嘉. UHPC 在拱桥加固中的施工管理研究 [D]. 重庆交通大学, 2023.  
[3] 何品松. BIM 技术在超高层建筑施工管理中的应用与研究 [D]. 山东建筑大学, 2021.  
[4] 陈小兰. BIM 在高铁四电工程施工管理中的应用研究 [D]. 北京交通大学, 2022.  
[5] 黎襄京. BIM 技术在通信基站工程施工管理中的应用研究 [D]. 中原工学院, 2021.  
[6] 王欣. 关于文物保护工程档案规范管理的思考 [J]. 文物鉴定与鉴赏, 2021(22): 93-95.  
[7] 吴小京. 建筑工程土建施工中安全管理重点探索 [J]. 风景名胜, 2021(3): 155.  
[8] 元艳芝. 浅谈文物保护工程档案的管理 [J]. 才智, 2022(29): 192-194.  
[9] 宋文佳. 文物保护工程档案管理相关问题及对策研究 [J]. 档案管理, 2022(3): 127-128.  
[10] 张玉佩. 建筑工程施工管理中精细化管理实践探讨 [J]. 中州建设, 2024(2): 101-102.

# 建筑管理下质量与安全的双重管控

梁宗景

广州医科大学附属市八医院，广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040009

**摘 要：** 文章系统探讨了建筑工程管理质量与安全控制的现状、核心要素及整合策略。研究指出，当前行业在人员素养、制度执行、多方协同、资源配置及管理决策等方面存在显著问题，制约了质量与安全水平的提升。为应对挑战，文章进一步提出了管理标准体系、施工协同机制以及技能与质控融合三大整合策略，旨在构建一个全面、动态、高效的管理体系，为保障工程项目的顺利实施、提升行业整体管理水平提供理论参考与实践路径。

**关 键 词：** 建筑工程管理；质量与安全；控制

## Dual Control of Quality and Safety in Construction Management

Liang Zongjing

The Eighth People's Hospital Affiliated to Guangzhou Medical University, Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract：** This paper systematically examines the current status, core elements, and integration strategies for quality and safety control in construction project management. Research indicates significant industry challenges in personnel competence, system implementation, multi-party coordination, resource allocation, and management decision-making, which constrain improvements in quality and safety standards. To address these challenges, the paper proposes three integrated strategies: a management standards system, a construction coordination mechanism, and the integration of skills and quality control. These aim to establish a comprehensive, dynamic, and efficient management system, providing theoretical references and practical pathways to ensure smooth project implementation and elevate overall industry management standards.

**Keywords：** construction project management; quality and safety; control

## 引言

建筑工程作为支撑社会经济发展的基础性活动，其管理质量与安全控制水平直接关系到人民生命财产安全、工程投资效益与社会的和谐稳定。在此背景下，深入剖析当前管理实践中存在的普遍性问题，探究安全控制的核心要素，并寻求有效的系统性整合方案，已成为推动建筑业高质量发展的迫切任务。文章旨在通过对现状的梳理、对安全控制体系的探究以及对整合策略的构建，为提升建筑工程质量与安全管理效能提供一套系统性的思路与方法。

## 一、建筑工程管理质量与安全控制的现状

### （一）人员专业素养与技术水平有待提升

建设项目通常涵盖多个不同的专业领域，要求项目管理人员具备广泛的知识储备与跨学科的综合能力。这种专业能力的不足，会进一步影响他们在实际工作中识别风险、制定应对策略以及执行管理措施的效果，从而对项目整体质量和安全生产形成潜在制约。这种滞后性进一步削弱了他们在复杂施工环境中处理质量与安全问题的能力，容易导致管理盲区或决策偏差，最终影响项目目标的全面实现。因此，提升人员专业素质与技术能力，已成为保障项目顺利推进的重要前提。

### （二）制度执行过程中的偏差与疏漏

在建筑工程实施过程中，完善的质量与安全管理体系需要依托于对现行规范及标准的精准贯彻。然而现实情况是，部分项目参与方在具体操作环节未能形成有效的标准化管理机制。这种执行层面的不足主要体现在：相关责任主体对技术规程的理解存在一定误区，实际操作流程与制度要求产生脱节；同时在监管措施的落实上缺乏持续性和严谨性，未能建立有效的闭环管理。这种执行偏差不仅会影响工程实体的最终质量，更会埋下安全隐患，使得既定的安全控制目标难以全面达成。因此，强化规范标准的执行刚性，完善过程监督机制，已成为提升工程质量管理水平的关键环节<sup>[1]</sup>。

### （三）多方协同机制存在运行障碍

建筑工程作为一项系统工程，需要业主单位、设计团队、施工企业及监理机构等众多参与主体的深度配合。在质量与安全管理链条中，各方能否建立高效的协同机制至关重要。但在实际项目推进过程中，往往由于缺乏统一的沟通平台或明确的协作流程，导致信息传递出现延迟或失真，重要决策未能及时达成共识。这种协同障碍具体表现为：跨专业的技术交底不够充分，现场问题反馈渠道不畅通，以及各参与方在责任交接环节存在管理真空。当质量要求或安全规范在传递过程中被弱化，就容易引发执行标准不统一、管控措施脱节等问题，最终影响整体工程的建设品质与安全绩效。

### （四）资源分配与工程需求不匹配

在建筑工程实施过程中，科学合理的资源分配是保障质量与安全管理的基础。然而在实际操作层面，常出现资源供给与项目实际需求不匹配的现象。这种配置失衡主要体现在人力资源配备不足、先进技术设备投入有限，以及必要的质量检测工具配备不完善等方面，从而制约了质量监督与安全管控措施的有效落实。当项目现场面临专业技术人员短缺或施工设备老化时，不仅会影响工艺标准的执行精度，还可能因检测手段不足导致质量隐患难以及时发现。特别是在多个作业面同时推进的阶段，资源分配的失衡会直接弱化关键节点的管控能力，使既定的质量安全目标面临挑战。通过精准规划资源投入方案，确保人员、设备、检测工具等要素的协调配套，才能为工程质量与安全生产提供坚实基础<sup>[2]</sup>。

### （五）管理决策机制亟待优化

在工程项目的实施过程中，管理层的决策质量与管控模式深刻影响着质量安全体系的运行效能。然而，部分项目管理团队在组织架构与决策机制上存在明显短板，重要决策缺乏充分论证，管理方法缺乏适应性调整，以及岗位权责界定模糊等问题。这种管理层面的不足，往往导致质量安全管控措施在落地时遭遇阻力，难以实现预期效果。当项目管理层采用过于僵化的管控模式，或是在关键环节出现判断偏差时，容易引发资源配置失当、流程衔接不畅等连锁反应。特别是在面对突发质量隐患或安全风险时，滞后的决策响应与模糊的责任分工，会显著降低问题的处置效率。

## 二、建筑工程安全控制探究

### （一）培育自觉的安全价值观与行为规范

安全价值观与行为规范的培育是构筑安全生产环境的根基。它要求每位成员都将安全责任内化为自觉行动，在个体与团队层面形成对安全规范的高度认同。这种文化氛围的确立，意味着安全理念需要超越简单的规章遵守，真正渗透到日常作业的每个环节和员工的职业习惯中。通过系统化的安全教育与持续的能力培养，能够显著提升从业人员的安全认知水平，使规范操作成为肌肉记忆，从而在源头上遏制事故隐患，有效控制各类风险，切实维护从业人员的身生安全与职业健康。这种安全文化的塑造是一

个需要全员投入、持续深化的过程。当每个岗位都能将安全理念转化为自觉行为，就能形成强大的集体防护网络。通过建立这种深入人心的安全价值观，才能最终构筑起坚实的安全生产保障体系，使安全管理从被动约束转变为主动防御，为工程项目顺利推进创造有利条件<sup>[3]</sup>。

### （二）强化防护设施与装备的系统建设

完善的防护设施与专业装备是确保工程现场人员生命与财产安全的重要物质保障。这类防护体系涵盖多个维度，包括消防报警装置、视频监控网络、出入管控系统以及应急抢险器材等重要组成部分。这些硬件设备的合理配置与稳定运行，能够显著增强作业场所的整体防护水平，有效遏制安全事故的发生，最大限度减轻潜在损失。在规划与建设阶段，需要基于现场实际工况开展危险源辨识，结合风险评估结果进行针对性设计，确保防护范围无死角、设备功能完备可用。同时，建立定期检测与维护保养制度至关重要，通过系统性管理确保所有设施始终处于良好待命状态。值得注意的是，硬件设施的效能发挥最终依赖于人员的规范操作，必须加强使用培训，确保每位工作人员都能熟练掌握相关设备的使用方法，真正发挥安全设施的全方位防护作用。只有实现人防、物防、技防的有机结合，才能构筑起立体化的安全保障网络。

### （三）构建系统化的安全素养提升机制

开展系统性的安全素养培养是提升从业人员风险防范与应急处置能力的关键举措。通过专业化的培训课程，参与者能够系统掌握安全规范标准、突发事件处理流程及专业操作技能等重要内容，从而有效提升在危急情况下的自我防护与协同救援能力。与此同时，持续性的安全教育则运用多种传播途径，包括专题宣传、案例解析和实操演示等形式，不断增强相关人员的安全防范意识与责任担当精神。这些循序渐进的培养活动，能够显著提高从业人员对作业环境中潜在危险的识别敏感度，引导其建立符合安全规范的行为模式。随着施工技术和作业环境的变化，安全培训内容也需要建立动态更新机制，及时纳入新型风险防控要点，确保培训教育始终与现场实际安全需求保持同步。这种持续改进的培养体系，有助于在组织内部形成重视安全、践行规范的良好氛围，为建设工程的顺利推进奠定坚实的安全基础<sup>[4]</sup>。

### （四）构建动态风险监测与预警机制

建立完善的风险监测预警体系是实现安全生产的重要保障。借助系统化的监控手段，能够对作业现场各类潜在隐患、异常状态及不安全行为进行持续追踪与智能分析，为及时采取干预措施提供数据支撑。预警机制则依托实时监测信息和风险评估结论，在事故发生前发出风险提示，指导相关人员实施预防性处置，从而有效降低安全事件发生概率。现代监测预警系统通常融合了智能传感装置、视频采集设备和大数据分析平台等技术要素，构建起全方位、多层级的主动防御网络。这种立体化监控格局不仅提升了风险识别的准确性，更强化了预警响应的及时性。通过构建“监测—分析—预警—处置”的闭环管理体系，显著增强了组织对各类安全隐患的事前预防与事中控制能力，为保障人员生命财产安全提供了强有力的技术支撑。这种前瞻性的安全管理模式，正在



成为现代工程建设项目不可或缺的基础保障。

### 三、建筑工程管理质量与安全控制的整合策略

#### （一）构建统一协调的管理标准体系

推进管理制度与标准规范的系统性整合，旨在将机构内部管控要求与外部法规标准进行有效衔接，构建层次清晰、协调统一的管理架构。通过这种系统性融合，能够显著消除制度间的矛盾重叠，提升整体运营效能与工作质量，确保组织各项活动既符合政策法规要求，又满足行业准则规范。在具体实施过程中，需要依次完成以下关键环节：编制系统化的管理规章、细化标准规范的具体要求、设计科学的工作流程与操作程序、组织全员培训确保理解执行。经过系统整合后形成的管理体系，不仅能促进资源的优化调配、提升运营绩效和风险防范水平，还将显著增强组织的市场竞争力与可持续发展潜力。这种整合机制还具有持续优化的特性，通过定期评估与动态调整，能够为组织提供持续改进的管理基础，使其在不断变化的内外部环境中始终保持适应性与先进性。一个成熟的管理标准体系，最终将转化为组织核心能力的重要组成部分，为长远发展提供制度保障<sup>[5]</sup>。

#### （二）实现施工管理与协同效能的有效融合

在工程项目实施过程中，将系统化的施工管理方案与高效的协同机制有机结合，是提升工程整体管理水平的关键所在。科学完善的施工管理体系涵盖进度规划、工艺流程设计、资源分配方案等核心要素，而协同效能则体现在对各参与方的利益平衡、信息互通以及重大事项的决策协调等方面。将这两个维度进行系统性整合，能够显著提升项目管理效能，确保工程各项目标的有序实现。要实现这种有机融合，项目管理团队需要具备系统化的组织管理思维、出色的跨部门沟通能力以及快速响应的问题处置水平。具体而言，在施工组织层面，需要制定科学的工作推进计划，优化人力物力配置方案，明确各岗位职责分工，并与设计单

位、施工团队及监理机构保持密切协作。在协同管理层面，则需建立规范的议事协调机制，掌握化解矛盾的有效方法，及时消除施工过程中的各类障碍。通过这种双向融合的管理模式，不仅可以保障施工流程的顺畅推进，还能在复杂多变的施工环境中保持项目的整体可控性，最终实现工程建设的预期目标。

#### （三）推动技能培养与质量管控的协同发展

在工程项目建设中，将专业技能培养与质量管控体系进行有机结合，是保障工程品质与提升团队专业素养的重要举措。专业技能培养主要着眼于施工人员的技术能力提升与知识体系更新，而质量管控则侧重于对工程建设全过程的质量监控与标准维护。能够系统提升作业人员的专业技术素养，使其及时掌握先进的工艺工法和规范操作要求；其次，可强化对施工全过程的质量把控，确保各环节输出成果符合既定技术标准；再者，能推动技术革新与质量优化，持续提升工程建设的整体水准。要实现这种协同发展，需要建立系统的培训体系与完善的质量监控网络。通过定期组织专业技能培训和实操考核，并同步实施动态质量监测与评估，形成“培训—实践—监督—改进”的良性循环。这种一体化的工作机制不仅有助于及时纠正施工过程中的质量偏差，更能促进团队专业能力的持续提升，为打造精品工程提供双重保障。

### 四、结束语

综上所述，建筑工程的质量与安全管理是一项贯穿项目全生命周期的复杂系统工程，它涉及人员、制度、技术、资源与文化等多重要素的深度融合与协同作用。推动管理从分散化、被动应对向一体化、主动预防转变，是未来建筑行业发展的必然趋势。通过持续优化整合策略，不仅能够有效保障具体项目的成功交付，更将全面提升建筑企业的核心竞争力，为行业的可持续与安全稳定奠定坚实的基础。

### 参考文献

- [1] 袁飞. 建筑工程管理质量与安全控制探究 [J]. 中国建筑装饰装修, 2023(7): 125-127.  
[2] 马新有, 刘滨, 臧振华. 建筑工程项目施工过程中质量控制与安全管理措施研究 [J]. 智能建筑与工程机械, 2025, 7(3): 74-76.  
[3] 李玉英. 解析建筑工程管理中质量与安全控制 [J]. 建材与装饰, 2025, 21(26): 85-87.  
[4] 罗昊. 建筑工程管理中质量与安全控制研究 [J]. 建材与装饰, 2024, 20(32): 100-102.  
[5] 卫聪. 建筑工程质量控制与安全管理措施研究 [J]. 砖瓦世界, 2025(15): 166-168.

# 工民建施工进度协调管理现状分析及优化策略研究

张秀彬

镇赉县国土空间利用服务中心, 吉林 白城 137300

DOI:10.61369/UAID.2025040013

**摘 要 :** 施工进度协调管理的目的就是要对工程建设过程中的各项要素进行分类、分析、综合安排, 并采取组织协调等措施, 保证工程的顺利进行。现有的项目管理方法、质量管理方法和费用管理方法等都有各自的缺陷, 例如, 质量管理方法常常使企业的生产费用增大, 而费用管理方法则注重费用, 而忽视了项目质量, 这就要求有一个更加综合的管理方法。BIM(Architecture Information Modeling,BIM) 是一个立体的项目管理系统, 它通过集成建设项目的全流程数据, 提高了项目的执行效率与品质, 有效防范了项目的安全风险。

**关 键 词 :** 工民建; 进度协调管理; BIM; 优化策略

## Analysis and Research on the Current Situation and Optimization Strategy of Construction Progress Coordination Management in Civil Engineering

Zhang Xiubin

Zhenlai County Land and Spatial Utilization Service Center, Baicheng, Jilin 137300

**Abstract :** The objective of construction progress coordination management is to classify, analyze, and comprehensively arrange various elements during the engineering construction process, while implementing organizational coordination measures to ensure the project proceeds smoothly. Existing project management, quality management, and cost management approaches each have inherent limitations. For instance, quality management methods often increase production costs for enterprises, while cost management methods prioritize expenses at the expense of project quality. This necessitates a more integrated management methodology. Building Information Modeling (BIM) serves as a three-dimensional project management system. By integrating data throughout the entire construction project lifecycle, it enhances project execution efficiency and quality while effectively mitigating safety risks.

**Keywords :** civil engineering; schedule coordination management; BIM; optimization strategy

## 引言

工民建施工进度协调管理是确保工程按时交付、控制成本及保障质量的关键环节。当前, 随着建筑行业规模扩大和技术复杂化, 进度协调管理面临诸多挑战, 亟需深入分析现状并提出优化策略。

### 一、工民建施工进度协调管理现状分析

1. 缺乏精准进度计划的问题与对策。民建施工进度协调管理是确保工程按时交付、资源高效利用的关键环节。当前, 缺乏精准的进度计划已成为制约施工效率的主要瓶颈, 导致工期延误、成本超支和资源浪费等问题。以下从现状、问题根源及改进建议三方面展开分析。现状问题: 进度计划缺乏精准性, 民建施工进度管理普遍存在计划系统性和动态调整不足的问题。许多项目采用独立编制的进度计划, 缺乏整体关联性, 难以形成协同效应<sup>[1]</sup>。例如, 计划编制时未充分考虑工作之间的逻辑关系, 导致关键路径识别模糊, 非关键工作浪费时差, 无法科学指导施工进度。此外, 计划

执行过程中缺乏动态调整机制, 一旦出现偏差(如资源短缺或技术问题), 无法及时响应, 进一步加剧进度失控。这种粗放式管理使得项目易受外部因素干扰, 如气候条件或政策变动, 最终影响整体工期。问题根源: 管理观念与机制缺陷, 缺乏精准进度计划的深层原因在于管理观念和机制的缺陷。首先, 管理层面存在“重编制、轻执行”的倾向, 计划制定后未建立有效的监控和反馈机制。例如, 部分项目依赖传统经验而非数据分析, 导致计划脱离实际施工条件。其次, 承包模式选择不当, 合同结构复杂化增加了协调难度, 界面管理混乱引发进度拖延。此外, 风险管理意识薄弱, 对组织、技术或资源等潜在风险预判不足, 未制定针对性应对措施。这些缺陷共同导致进度计划沦为形式, 无法发

挥指导作用。改进建议：构建科学化管理体系，为提升进度计划精准性，需从管理方法和技术手段入手。一是引入工程网络计划技术，严谨分析工作逻辑关系，明确关键路径和时差分配，实现进度控制的科学化。例如，通过动态调整机制，定期评估计划执行偏差，及时优化资源配置。二是强化信息技术应用，利用进度管理软件和数据分析工具，提高信息透明度和协同效率。同时，优化承包模式，简化合同结构，减少界面冲突，并加强风险管理，建立风险预警机制。最终，通过系统化管理，民建施工进度协调将更高效、精准，确保工程按期高质量完成。

2. 协调机制不健全。协调机制不健全的突出表现，机构体系碎片化，基层应急管理中存在单灾种机构分散、信息员职能重叠等问题，导致施工协调中责任边界模糊，临机决策能力不足。类似问题在民建领域表现为多部门权责交叉，缺乏统一指挥平台，影响进度协同效率。制度规范缺失，部分项目未建立明确的协调管理制度，导致资源配置冲突和利益纠纷频发，增加交易成本。例如，伊吾县工程建设项目中曾出现未批先建、监督缺位等问题，反映程序规范执行不严。技术支撑不足，智能化物资调配系统在应急领域的应用经验表明，缺乏大数据分析工具会降低供需匹配效率。民建领域同样存在类似短板，如施工现场生产力要素组合缺乏动态协调技术。深层原因分析，人员素质短板：管理者对任务理解不透彻，基层技术更新滞后，导致协调成本上升。激励约束缺位：缺乏对“符合项目利益行为”的褒奖机制，难以形成正向引导。产学研脱节：学科建设与产业需求融合不足，影响科技成果转化效率，间接制约施工技术创新。改进方向建议，构建一体化指挥体系，参考乡镇应急管理“多员一体”模式，建立民建项目专属协调中心，整合设计、施工、监理等主体职能。强化制度刚性约束，借鉴伊吾县工程建设项目“十有”管理标准，制定协调管理日志、责任清单等规范化工具。推动技术赋能，引入应急物资保障“大脑”理念，开发施工进度智能预警系统，实现资源动态调配。

3. 技术应用滞后。现状问题分析，技术管理体系不完善，多数项目仍依赖传统管理模式，BIM、预制装配等新技术应用率不足30%，导致进度计划与实际施工脱节。总包与分包单位间技术标准不统一，信息孤岛现象普遍，协调效率低下。动态监控能力薄弱，约65%的项目仍采用人工记录进度，缺乏实时数据采集与分析系统，难以及时发现进度偏差。设计变更频繁时，传统技术手段无法快速调整施工逻辑关系。技术应用滞后成因，资源投入不足：中小型企业数字化改造资金占比不足营收的2%，远低于行业5%的基准线。人员技能断层：45岁以上施工人员占比超60%，对BIM等新技术接受度低。协同机制缺失：设计、施工、监理方未建立统一数据平台，技术交底耗时占工期8%~12%。改进路径建议，加速技术融合，推广BIM+物联网的进度管理系统，实现关键节点自动预警（如广联达5D平台应用案例）。预制构件使用率提升至40%以上，可缩短主体工期15%~20%。重构管理流程，建立全参与方协同平台，将设计变更响应时间从72小时压缩至24小时内。通过数字化看板实现进度、质量、安全数据联动。

## 二、工民建施工进度协调管理优化策略

1. 构建精细化进度计划体系。精细化进度计划体系的核心框架，三维分解结构，时间维度：按施工阶段划分里程碑节点（如地基处理、主体封顶、装修收尾），每个阶段设置关键控制点，任务维度：采用WBS工作分解法，将工程拆解为可量化、可追踪的单元任务（如钢筋绑扎、混凝土浇筑），资源维度：建立人、材、机动态匹配模型，避免资源闲置或冲突，动态调整机制，引入BIM 5D技术，实现进度-成本-质量三维联动监控，设置进度偏差预警阈值（如关键路径延误 $\geq 3$ 天触发预警）。关键优化策略，计划编制优化，采用关键链法（CCPM）识别资源约束，优化任务排序，建立多级进度计划体系：总控计划→月计划→周计划→日任务卡，协调机制创新，建立跨部门协调会制度（设计/施工/监理每日站会），推行进度责任矩阵，明确各参与方接口管理职责。技术赋能手段，应用Project/P6等专业软件实现进度可视化，开发移动端进度填报系统，实时采集现场数据，实施保障措施，人员培训体系，开展进度管理专项培训，提升计划编制与执行能力，建立进度工程师岗位认证制度，考核激励机制，将进度节点完成率纳入KPI考核（权重 $\geq 20\%$ ），设立进度奖励基金，对提前完成关键节点团队给予奖励，持续改进机制，每月进行进度复盘，形成PDCA循环改进，建立企业级进度管理知识库，沉淀最佳实践。

2. 强化跨部门协同管理。强化跨部门协同管理的优化策略，建立跨部门协调机构，成立项目协调委员会：由业主、设计、施工、监理等相关部门负责人组成，负责统筹协调项目进度、资源分配和问题解决<sup>[2]</sup>。委员会定期召开会议，及时沟通工程进展情况和存在的问题，共同制定解决方案。明确职责与权限：制定详细的任务分解表，明确各部门在项目中的职责和权限，避免职责重叠和推诿现象。例如，设计部门负责图纸审核和变更处理，施工部门负责现场施工和进度控制。优化信息共享与沟通机制，搭建信息共享平台：利用项目管理软件（如Worktile）建立项目信息共享平台，实现各部门实时更新任务完成情况、资源使用状态等信息。通过可视化进度条、甘特图等工具，团队可随时查看项目进展，避免信息滞后。建立定期沟通制度：设立周例会、月总结会等定期沟通机制，各部门汇报工作进展、存在的问题及需协调事项。同时，鼓励非正式沟通，如部门间微信群交流，促进信息快速传递。强化资源调度与优化，统筹资源分配：根据项目进度计划，合理安排人力、物力、财力资源。例如，在施工高峰期，可调配更多人员和设备到关键工序，确保进度不受影响。建立资源预警机制：通过项目管理软件跟踪资源使用情况，设置资源预警阈值。当资源使用接近上限时，系统自动提醒相关人员及时调整资源分配，避免资源浪费。完善风险预警与应对机制，建立风险评估体系：识别项目潜在风险因素（如天气变化、政策调整、供应商延迟等），制定风险应对措施。例如，针对恶劣天气对室外作业的影响，可提前制定室内施工预案。设立应急处理小组：由跨部门专业人员组成应急处理小组，负责突发事件的快速



速响应和解决。小组定期进行应急演练，提高应对突发事件的能力。案例应用与效果分析，以某大型工民建项目为例，项目涉及多个部门和复杂流程。通过实施上述优化策略，项目进度得到显著提升。具体表现为：进度控制：通过实时监控和调整，项目按期完成率提高20%，避免了因进度延误导致的额外成本。资源利用：资源调度优化后，人力、物力资源利用率提高15%，减少了资源闲置和浪费。风险应对：风险预警机制有效降低了不可抗力因素对项目的影响，突发事件处理时间缩短30%。工民建施工进度协调管理优化是提升项目效率的关键。通过强化跨部门协同管理，建立协调机构、优化信息共享、强化资源调度和完善风险预警机制，可有效解决部门壁垒、信息孤岛等问题，实现项目按时交付和资源高效利用。未来，随着科技的发展，项目管理工具和软件将不断升级，为工民建施工进度协调管理提供更多智能化、高效化的解决方案。

3. 推动技术创新与应用。工民建施工进度协调管理是确保项目按时交付、资源高效利用的关键环节。随着建筑行业技术迭代加速，传统管理方式已难以应对复杂工程需求。聚焦技术创新在进度协调中的应用，提出系统性优化策略，旨在提升项目管理效能。技术创新驱动进度协调的核心路径，数字化工具赋能全流程管理，建筑信息模型（BIM）技术，通过三维建模实现施工过程可视化，提前识别设计冲突与工序矛盾，减少返工风险。支持多专业协同设计，优化资源分配与施工顺序，缩短整体工期。项目管理软件集成，实时跟踪任务进度与资源消耗，动态调整计划偏差。建立跨部门沟通平台，确保信息透明化，避免因信息滞后导致的延误。智能化施工技术应用，自动化设备部署，引入智能机械完成重复性作业（如混凝土浇筑、钢筋加工），提升单位时间产出效率。通过物联网传感器监控设备状态，预防故障停机，保

障施工连续性。预制装配式工艺，采用工厂化生产预制构件，减少现场作业量，缩短主体结构施工周期。结合 BIM 技术精确定位构件安装，降低协调难度。进度协调管理优化策略，资源动态平衡机制，人力资源优化：基于技能矩阵分配任务，避免人力闲置或超负荷。物料精准调度：利用大数据预测需求，实现“零库存”管理，减少等待时间。设备共享平台：建立区域化设备租赁网络，提高大型机械利用率。风险预警与响应体系，建立进度风险库：识别关键路径风险（如天气、供应链中断），制定应急预案。实时监控与反馈：通过移动端 APP 采集现场数据，自动触发预警并推送解决方案。弹性进度计划：采用滚动式规划，预留缓冲时间应对突发情况。协同管理创新，跨部门联动机制：定期召开虚拟会议，利用 AR 技术远程指导复杂工序。供应链协同：与供应商共享进度计划，确保材料准时配送。利益相关方参与：引入业主代表参与进度评审，减少决策层级延迟。技术创新是工民建施工进度协调管理的核心驱动力。通过持续优化管理策略，可实现工期压缩20%以上，同时提升资源利用率和项目质量。分层能力提升计划，基层操作人员：开展智能装备操作专项培训，重点掌握建筑机器人、无人机巡检等设备的使用与维护，推行“实训基地+项目实战”双轨制培养。管理人员：开设智能建造项目管理课程，涵盖 BIM 协同管理、大数据分析决策等内容，强化“技术+管理”复合能力。

总之，工民建施工进度协调管理的优化需从计划精细化、协同机制化及技术智能化等方面入手。通过构建动态管理体系、强化跨部门协作及推广先进技术，可显著提升协调效率与管理水平。未来，随着行业技术迭代，持续创新管理方法将成为工民建工程高质量发展的核心驱动力。

### 参考文献

- [1] 黄成成. 工民建施工中混凝土浇筑施工技术的运用分析 [J]. 内江科技. 2024, 45(3):66-68.  
[2] 李燕玲, 高伟. 工民建工程监理在工程管理中的作用 [J]. 建材与装饰. 2024, 20(33):24-26.

# 浅谈马来西亚房建项目市场开发重难点及应对措施

陆俊

中国中铁股份有限公司国际工程分公司，北京 100036

DOI:10.61369/UAID.2025040014

**摘 要：**当前，国家高度重视“走出去”工作，国家层面的战略决策部署为对外承包工程业务指明方向。但国际经济形式错综复杂，企业发展的机遇与挑战并存，怎样才能在复杂的环境中高质量承揽项目，这就对市场开发的能力和水平提出更高要求。本文旨在梳理马来西亚房建项目市场开发过程中的重难点并提出相应的应对措施。

**关 键 词：**马来西亚；房建项目；市场开发

## A Brief Discussion on the Key Challenges and Countermeasures in the Market Development of Housing Construction Projects in Malaysia

Lu Jun

China Railway Co., Ltd. International Engineering Branch, Beijing 100036

**Abstract：**Currently, the country attaches great importance to the "going global" initiative, and national-level strategic decisions provide guidance for the international contracting business. However, the international economic situation is complex, and opportunities and challenges coexist for enterprise development. How to undertake projects with high quality in such a complex environment requires higher capabilities and standards in market development. This paper aims to summarize the key difficulties in market development for housing construction projects in Malaysia and propose corresponding countermeasures.

**Keywords：**Malaysia; housing construction projects; market development

### 引言

马来西亚作为东南亚地区的重要经济体，其建筑市场一直是国内外投资者关注的焦点。近年来，随着经济的稳步增长和政府对于基础设施的大力投资，马来西亚建筑市场呈现出蓬勃的发展态势。马来西亚房建市场是建筑业的核心板块，占行业总产值的50%。市场结构以私营经济为主导，私人投资占比超60%，政府则通过保障性住房补充市场需求。虽然马来西亚房建市场比较富有活力，但市场鱼龙混杂、准入门槛低、竞争激烈、利润空间有限，加上英标的差异、外籍劳务政策复杂多变、属地资源整合能力欠缺等方面的影响，高质量承揽房建项目具备一定的挑战性。本文主要结合马来西亚房建市场的实际情况，详细阐述在市场开发阶段的重难点及应对措施。

在工程项目的全生命周期中，市场开发阶段是决定项目成败的战略制高点，其重要性如同建筑工程的地基，直接影响项目利润空间、风险边界和可持续发展能力<sup>[1]</sup>。尤其在国际工程领域，这一阶段的决策将产生蝴蝶效应，结合马来西亚房建市场的特点，需做好以下几方面工作：

### 一、对项目开发商进行尽职调查措

一是通过马来西亚公司注册委员会，调查项目开发商的资产抵押情况、过去五年的营收、资产、负债、收益等各项财务指标、开发商的法律纠纷案件记录以及开发商的股权架构等。通常，项目的业主为开发商的子公司或关联公司，尽职调查应根据股权架构向上逐级延申至最终控股公司，从而掌握项目开发商的真实资信情况，为是否参与项目投（议）标提供判断依据。二是马来西亚建筑市场规模不大，市场信息传递较为广泛、迅速，

若开发商存在拖欠款项、刁难承包商等问题，可通过市场资源，如向分包商、供应商了解开发商信誉情况。

### 二、对项目情况进行尽职调查

一是了解项目融资情况。在马来西亚，私人开发商通常以土地或其他资产作为抵押，从银行获取贷款用于项目建设，若开发商寻求总承包商融资或协助融资，说明项目开发商可能未通过银行的贷款审批，存在较高风险<sup>[2]</sup>。二是了解项目开发商自有资金

情况。即使项目开发商已获得银行贷款批准，但银行放款通常以里程碑为节点，如以地下基础和结构完工为第一个放款里程碑节点，因此项目开发商应具备充足的自有资金用于支付每个里程碑节点前的工程款。三是了解项目销售定价，根据项目的定位和地理位置，与周边区域的其他项目进行对比，可一定程度上判断项目的可行性<sup>[3]</sup>。

### 三、对招标条款进行审核

马来西亚房建市场最常用的合同是建筑师工会（PAM）出版的合同模板，按照年份不同有PAM 2006和PAM 2018两种版本，每种版本根据合同模式不同又细分为带工程量（With Quantities）和不带工程量（Without Quantities）两种类别，带工程量的合同版本主要适用于固定单价合同，不带工程量的合同版本主要适用于固定总价合同<sup>[4]</sup>。马来西亚建筑工会出版的四种合同模板，条款相对公平、公正，但业主方招标时候，常将PAM合同作为通用条款，以此为基础增加特殊条款，对通用条款进行补充、删减或修改，如拉长付款、履约保函和缺陷责任期期限、要求履约保函类型为见索即付保函、限制承包商工期和费用索赔的权利、删除承包商因业主未及时付款而暂停施工的权利、设置多个进度里程碑罚款节点、将获取超出承包商掌控范围的工程完工和合法合规证书（Certificate of Completion and Completion即“CCC”）作为向承包商签发实际竣工证书（Certificate of Completion即“CPC”）的前置条件等。

### 四、对项目成本进行测算

一是拟定合理的项目组织模式。房建项目无重大技术难点，施工门槛低，竞争激烈，利润空间有限，且业主招标时通常会将机电工程、装饰装修工程列入暂估价（Prime Cost Sum）中，暂估价占合同额约30%~50%，除暂估价以外的工程，特别是主体结构工程，应考虑自组织施工模式，才能在成本测算上不处于劣势且便于施工管理<sup>[5]</sup>。二是进行工程量核算。若项目合同模式为固定单价合同，对项目进行工程量核算，对比招标清单工程量与实际工程量差异，可为后续不平衡报价提供依据<sup>[6]</sup>。若项目为固定总价合同，即使招标方提供了带工程量的清单，该工程量清单也仅是作为参考，承包商应根据图纸核实工程量，以图纸工程量作为成本测算的基础。另外，还应结合招标条件、规范以及图纸检查工程量清单是否存在漏项。三是合理确定材料损耗率。专业分包部分以图纸工程量进行验工计价，其材料损耗率包含在专业分包报价中，不需要单独考虑。但自组织施工部分，需结合投标人的施工管理水平确定材料损耗率并计入项目成本。四是确定经济合理的施工方案。项目的施工方案对成本测算有着重大影响，因此编制施工方案时不仅需要考虑可行性，还应考虑经济性，在施工可行、安全的基础上确定经济的施工方案<sup>[7]</sup>。如在模板体系的选择上，选用铝合金模板还是采用普通木模版，应根据项目的结构形式、楼层数量和铝合金模板的周转次数，比较铝合金模板

和木模板的经济性质。再如外防护体系的选择上应结合楼栋外立面形状、周长、楼层数和外墙装修设计，对悬挑架和爬架进行经济性比选。五是不构成工程实体的开办费需全面考虑。开办费通常列在清单一中，主要包括临建费用如现场办公室、工人营地、临时道路和围挡、施工机械设备、人员管理费、脚手架费用、保函、保险、合同印花、临水临电、测量等费用，此外还应考虑监理加班、项目工业发展局（CIDB）登记、绿色建筑（GreenRe）、建筑工程质量评估要求（QLASSIC）等。六是分包商、供应商的询价应进行多家资源比选分析。房建项目各项资源价格虽然较为公开透明，但分包商和供应商通常会结合自身运营情况、对项目开发商和投标人的信任程度以及对市场行情的预测等提供报价，不同报价方的报价结果有时可能存在较大偏差，如果仅以单一询价结果作为成本依据可能会导致成本居高不下<sup>[8]</sup>。因此，要进行多方询价和比选，针对差异较大的部分分析原因，以合理的价格数据作为成本基础。

### 五、制定合理的报价策略

一是首轮报价不要暴露低价。房建项目通常分为地下和地上两部分进行招标，地下部分主要是桩基工程和地下结构，地上部分主要是主体结构和装饰装修以及机电工程。地下部分业主通常会授标给本地承包商，而地上部分则以邀请招标的形式招标。地上部分从启动招标到确定中标人周期较长，耗时3个月到12个月左右，需多轮报价且无唱标环节，因此在首次报价时可预留一定的利润空间，不必急于求成而暴露底价。二是注意暂估价占项目投标价的比重。暂估价部分，通常会在招标文件给定的暂估价数额基础上，增加一定比例的管理费和利润（Profit and Attendance）。虽然定义为管理费和利润，但市场规则常按3%~3.5%报价，比例较低。另外项目执行过程中，因为此部分分包为业主直接指定，管理难度大，承包商还需向指定分包提供临时水电、场地道路、材料垂直运输等服务。因此，若业主方设定的暂估价金额较大，比例较高，应适当提高除暂估价以外其他部分的利润比例。三是适当考虑物价波动风险。业主通常会在合同中设定，人、材、机等物价波动风险由承包商承担，承包人在中标后可以同样的合同条件将物价风险转嫁给分包商，但如主体结构等由承包商自组织施工的部分，如果当前人、材机价格处于历史较低水平，应考虑一定比例的涨价风险费用。四是谨慎采用不平衡报价策略。不平衡报价策略的成功实施能够有利于承包商更快回收资金，现金流稳定，且可能因为工程量的增加而带来超额利润，但若操作不当，可能会对承包商造成损失。首先是在标后的澄清、答疑阶段，咨询公司会要求投标人对偏差较大的单价进行修正。且中标后，咨询公司有权对合同清单进行清单合理化，若投标人的不平衡报价策略过于明显，将会受到咨询公司更严格的审核和调整<sup>[9]</sup>。其次是可能因为设计调整、业主调整工程范围等因素造成工程量反向波动，贴图高单价项工程量减少、低单价项工程量增加，将导致利润流失。因此，若决定采用不平衡报价策略，应控制在一定的范围内，即有限的不平衡报价策略。



## 六、做好澄清、答疑、谈判等工作

一是做好投标面试准备。投标面试时，应着重对公司简介、相关业绩、投标项目的进度计划、施工步骤、施工分区、组织机构、劳动力计划、机械设备配置、临建布置、模板体系、防护体系等方面进行介绍，对业主方或咨询公司提出的疑问应准确答复。二是做好多轮报价准备。一方面桩基工程施工周期较长，业主招标时间较为充裕。另一方面在招标期间业主有可能调整设计、更改报价清单后要求投标人再次报价。在此期间，投标人应对项目成本进行更细致的测算，如进一步核实工程量、施工方案、定期跟进分包商、供应商的报价变化情况等，以更加详实可靠的成本数据作为最终谈判的基础。三是调整投标报价的同时进行合同条款的协商和谈判。在投（议）标过程中，应针对招标重大风险条款向业主发出书面澄清或是在提交标书时附上投标报价函，说明承包商的报价基准条件，为后续进一步的磋商奠定基础<sup>[10]</sup>。若能入围最终的短名单，在与业主高层谈判项目报价时，

应将主要风险条件加入到谈判的议程，争取与业主高层就合同价格、主要合同条款达成一致。若与业主高层仅就项目报价数额达成一致的情况下，应综合评估各风险条款的风险等级、发生的可能性以及可接受程度等，与业主执行层或咨询公司进行谈判，切忌急于承揽项目而轻视合同条款，否则极可能会为项目实施和交付造成阻碍。

## 七、结束语

综上所述，在马来西亚房建项目领域开展投、议标等市场开发工作，需对开发商和项目情况进行尽职调查、对招标条款进行严格审核、对项目成本进行细致测算、制定合理的报价策略、做好澄清、答疑、谈判等工作的同时，还应应对招标周期长、中标利润率偏低等市场客观情况做好心理预期。

## 参考文献

- 
- [1] 武颖娴. 国际工程承包企业海外经营风险及对策研究 [J]. 财经界, 2014, (15): 108-109.
  - [2] 王勃. 国际工程项目的经营风险及防范 [J]. 中国设备工程, 2018, (10): 183-184.
  - [3] 张阳. 海外工程项目投标问题的分析及对策 [J]. 工程技术与管, 2020, 4(4): 179.
  - [4] 王生普. 国际总承包 EPC 项目模式下管理风险研究 [J]. 中国金属通报, 2025(01): 172-174.
  - [5] 王红梅. PPP 项目模式下的工程造价控制研究 [J]. 房地产世界, 2025(01): 122-124.
  - [6] 徐锦云. 建筑施工企业投标风险管理与策略分析 [J]. 中国招标, 2025(06): 111-113.
  - [7] 罗倩. 土木工程招投标中的风险识别与管理研究 [J]. 中国科技投资, 2025(01): 48-50.
  - [8] 张志程. 建筑工程项目招投标管理中的问题及策略 [J]. 大众标准化, 2024(14): 88-90.
  - [9] 徐国产, 高菁. 工程招投标存在的问题及对策 [J]. 工程技术研究, 2024(03): 166-168.
  - [10] 张超. 国际工程招投标关键问题分析 [J]. 招标与投标, 2018(04): 50-53.

# 公路路基和桥梁工程施工中的质量控制对策

王浙健

浙江交工宏途交通建设有限公司, 浙江 杭州 311305

DOI:10.61369/UAID.2025040015

**摘 要：** 公路路基与桥梁工程是公路交通网络的核心组成部分，其施工质量直接决定路网通行安全、使用寿命与运维成本。本文以公路路基和桥梁工程为研究对象，结合施工全流程特点，分析两类工程在质量控制中面临的共性与差异化问题——路基工程聚焦压实度不足、边坡失稳、路基沉降等隐患，桥梁工程侧重桩基质量缺陷、混凝土开裂、支座安装偏差等风险。在此基础上，从施工准备、过程管控、检测验收三个阶段，提出针对性质量控制对策，包括完善质量管控体系、强化材料与设备管理、优化工序衔接、创新检测技术应用等，旨在为公路路基和桥梁工程施工质量提升提供实践参考，保障公路工程长期稳定运行。

**关 键 词：** 公路工程；路基施工；桥梁施工；质量控制；工序管控；检测技术

## Quality Control Countermeasures in the Construction of Highway Subgrade and Bridge Engineering

Wang Zhejian

Zhejiang Jiaogong Hongtu Transportation Construction Co., LTD, Hangzhou, Zhejiang 311305

**Abstract：** Highway subgrade and bridge engineering is the core component of the highway transportation network, and its construction quality directly determines the traffic safety, service life and operation and maintenance costs of the road network. This paper takes highway subgrade and bridge engineering as the research objects, and combines the characteristics of the entire construction process to analyze the common and differentiated problems faced by the two types of projects in quality control – subgrade engineering focuses on hidden dangers such as insufficient compaction degree, slope instability, and subgrade settlement, while bridge engineering emphasizes risks such as pile foundation quality defects, concrete cracking, and bearing installation deviations. Based on this, targeted quality control countermeasures are proposed from three stages: construction preparation, process control, and inspection and acceptance. These include improving the quality control system, strengthening the management of materials and equipment, optimizing the connection of processes, and innovating the application of inspection technologies. The aim is to provide practical references for improving the construction quality of highway subgrade and bridge projects and ensure the long-term stable operation of highway engineering.

**Keywords：** highway engineering; subgrade construction; bridge construction; quality control; process management and control; testing technology

### 前言

相较于普通市政工程，公路路基与桥梁工程具有施工环境复杂（如山区路基面临地形限制、跨河桥梁受水文影响）、技术要求高（如路基分层压实精度、桥梁预应力张拉控制）、质量影响因素多（如材料性能、气候条件、人员操作）的特点。二者在质量控制中既存在共性需求（如材料管控、工序监督），也存在差异化重点——路基工程需重点解决“变形控制”，桥梁工程需聚焦“结构安全”。因此，系统梳理公路路基与桥梁工程施工中的质量风险，制定科学有效的控制对策，对推动公路工程建设高质量发展具有重要现实意义。

### 一、公路路基与桥梁工程施工中的质量风险分析

公路路基与桥梁工程施工质量风险

公路路基施工存在三类核心质量风险：一是压实质量不达

标，上路床压实度需 $\geq 96\%$ ，若填料含泥量超标、压实机械选型不当（如软土路基用轻型压路机）、分层厚度超30cm或含水率偏离最佳范围，易致工后沉降，引发路面开裂，某山区项目因填料含水率高5%，出现“弹簧土”，压实度仅92%，需翻晒重压；二

是边坡失稳与防护失效，边坡坡度若陡于1:1.5、开挖未遵循“分层开挖防护”、防护网锚固不牢或排水不畅，暴雨地震时易坍塌，某平原项目因未及时铺植草防护网，雨季200m边坡溜坍，需返工加固；三是不均匀沉降，因路段填料差异大、软土地基未加固或桥涵过渡段压实不足，会致路面裂缝错台，某高速过渡段因填料级配差、压实次数不足，通车1年沉降15mm，出现桥头跳车。

公路桥梁施工同样面临三类风险：一是桩基质量缺陷，钻孔时孔壁坍塌（如软土未埋钢护筒）、钢筋笼焊接差、混凝土浇筑导管埋深<2m或坍落度超标，会致断桩、缩颈，某跨河项目因河水上涨孔壁坍塌，钢筋笼倾斜，返工延误15天；二是混凝土结构开裂，配合比不当（水泥过多）、养护不及时、大体积混凝土内外温差超25℃或预应力张拉过早，会加速钢筋锈蚀，某连续梁桥冬季施工未保温，内外温差30℃，梁体现3条超2m裂缝，需压浆补强；三是支座与伸缩缝安装偏差，支座垫石标高偏差超±5mm、安装未找平，或伸缩缝预留槽尺寸差、填料不当，会致梁体受力不均、漏水，某简支梁桥因垫石标高差8mm，梁体倾斜需凿除重浇。

## 二、公路路基与桥梁工程施工质量控制的共性与差异化对策

### （一）共性质量控制对策

1.完善质量管控体系与责任分工：构建“建设单位—监理单位—施工单位—检测单位”四级质量管控体系，明确各主体责任：建设单位负责统筹质量目标、监督各单位履职；监理单位实行“旁站监督+平行检测”，重点监控关键工序（如路基压实、桥梁混凝土浇筑）；施工单位建立“项目经理—质量负责人—班组质检员”三级责任制，将质量指标纳入绩效考核；检测单位需出具真实、准确的检测报告，严禁数据造假。例如某高速公路项目中，施工单位将路基压实度、桥梁混凝土强度等指标与班组绩效挂钩，压实度达标率从93%提升至98%。<sup>[1]</sup>

2.强化材料全周期质量管控：材料质量是工程质量的基础，需建立“供应商准入—进场验收—存储使用—退场处理”全流程管控机制。供应商准入需审核资质（如混凝土搅拌站需具备预拌混凝土专业资质）、业绩（近3年无质量事故）；材料进场验收需执行“双检制”（施工单位自检+监理单位复检），如路基填料需检测颗粒级配、含泥量，桥梁钢筋需检测屈服强度、抗拉强度，不合格材料严禁进场；材料存储需分类存放（如水泥存放在防雨仓库、钢筋涂刷防锈漆），使用时遵循“先进先出”原则，超期材料（如水泥存储超3个月）需重新检测。例如某公路项目中，监理单位对进场钢筋进行平行检测，发现1批次钢筋抗拉强度不达标，立即要求退场，避免用于工程。

3.优化施工人员与设备管理：施工人员技术能力直接影响工序质量，需开展分层培训：对管理人员培训质量管控标准（如《公路路基施工技术规范》JTG/T 3610-2020）、对技术人员培训工艺要点（如桥梁预应力张拉参数控制）、对作业人员培训实操技能（如路基压实机械操作），培训合格后方可上岗。施工设

备按需选型（如路基压实选用20t以上重型振动压路机、桥梁钻孔选用回旋钻机），建立设备台账，定期维护保养（如压路机每月检查钢轮磨损情况、钻机每周检查钻杆垂直度），确保设备技术性能稳定。例如某项目对路基压实机操作人员开展专项培训，明确碾压速度（2-3km/h）、碾压次数（6-8遍），压实度合格率显著提升。<sup>[2]</sup>

### （二）差异化质量控制对策

#### 1.公路路基工程：聚焦“压实、边坡、过渡段”管控

压实质量控制：根据填料类型确定压实参数，如碎石土填料分层厚度控制在25-30cm，粉质土控制在20-25cm；采用“重型击实试验”确定最佳含水率，施工时含水率控制在最佳范围±2%内；压实机械遵循“先轻后重、先慢后快、先边缘后中间”原则，碾压后及时检测压实度，采用灌砂法或环刀法，每200m检测1组，合格后再进行下一层施工。例如某软土路基施工中，通过调整含水率至最佳范围，配合重型压路机碾压，压实度从91%提升至97%。

边坡防护与排水控制：边坡开挖按设计坡度施工，开挖坡度偏差不超±5%，开挖后24小时内完成防护（如铺设土工格栅、植草皮）；完善排水系统，在边坡顶部设置截水沟（断面尺寸不小于40cm×40cm），边坡平台设置排水沟，沟底纵坡不小于0.3%，避免雨水滞留。例如某山区公路路基边坡施工中，因及时铺设土工格栅并疏通截水沟，雨季未出现边坡溜坍现象。

桥涵过渡段控制：过渡段采用级配碎石土填料（粒径5-30mm），掺加3%-5%水泥改善性能；压实机械选用小型振动压路机（如10t压路机）配合重型压路机，确保过渡段与路基衔接处压实度达标；设置过渡段沉降观测点，通车后每月监测1次，工后沉降控制在30mm以内。例如某高速公路桥涵过渡段施工中，采用“重型压路机+小型压路机”组合压实，过渡段压实度达98%，通车后1年沉降仅8mm。<sup>[3]</sup>

#### 2.公路桥梁工程：聚焦“桩基、混凝土、支座”管控

桩基施工质量控制：钻孔前埋设钢护筒（埋深≥2m，高出地面30cm），采用泥浆护壁（泥浆比重1.2-1.4）防止孔壁坍塌；钢筋笼制作需确保主筋间距偏差≤10mm，焊接接头错开布置（错开距离≥35d）；混凝土浇筑时控制导管埋深在2-6m，混凝土坍落度控制在180-220mm，每根桩基制作3组混凝土试块检测强度。例如某跨河桥梁桩基施工中，通过严格控制泥浆比重与导管埋深，成功避免断桩问题，桩基检测合格率达100%。

混凝土结构质量控制：优化混凝土配合比，大体积混凝土采用低热水泥（如矿渣硅酸盐水泥），掺加粉煤灰减少水泥用量；浇筑时采用分层浇筑（分层厚度≤30cm）、振捣密实（振捣时间20-30s，至表面泛浆无气泡）；养护时大体积混凝土采用蓄水养护（养护时间≥14天），普通混凝土采用覆盖洒水养护（养护时间≥7天）；温度控制采用预埋温度传感器，实时监测内外温差，超25℃时及时覆盖保温被。例如某桥梁墩柱施工中，通过温度监测与保温养护，内外温差控制在20℃以内，未出现温度裂缝。

支座与伸缩缝安装控制：支座垫石施工前精确测量标高（偏差≤±2mm），采用水准仪校核；支座安装时调整水平度（倾斜



角 $\leq 0.5^\circ$ ），采用环氧树脂砂浆找平；伸缩缝安装前清理预留槽（去除杂物、凿毛混凝土表面），伸缩缝中心线与桥梁中心线偏差 $\leq 3\text{mm}$ ，安装后采用 C50 钢纤维混凝土填充，养护 7 天后开放交通。例如某简支梁桥施工中，因支座垫石标高控制精准，支座安装后梁体水平度达标，通车后未出现支座异响问题。<sup>[4]</sup>

### 三、公路路基和桥梁工程施工质量控制的技术创新与保障措施

#### （一）推动质量控制技术创新应用

1. 智能化监测技术：在路基施工中，采用物联网技术埋设沉降传感器、压实度传感器，实时传输数据至云端平台，自动预警压实度不足、沉降超标的区域；在桥梁施工中，运用 BIM 技术模拟桩基钻孔、混凝土浇筑流程，提前排查钢筋碰撞、模板偏差等问题；采用无人机巡检路基边坡、桥梁主梁，快速识别裂缝、防护网破损等隐患。例如某高速公路项目中，通过 BIM 技术模拟桥梁预应力张拉过程，优化张拉顺序，避免梁体应力集中，张拉合格率提升至 99%。

2. 无损检测技术：在路基检测中，采用地质雷达检测路基压实均匀性（探测深度 $\geq 3\text{m}$ ），替代传统钻芯取样，减少对路基结构的破坏；在桥梁检测中，采用超声波检测桩基完整性（检测准确率 $\geq 95\%$ ）、回弹法结合取芯法检测混凝土强度，确保检测结果真实可靠。例如某桥梁项目中，通过超声波检测发现 1 根桩基存在局部缩颈，及时采用压浆补强处理，避免隐患扩大。

3. 新型材料与工艺应用：在路基施工中，采用新型固化剂（如水泥-石灰复合固化剂）改良软土填料，提升地基承载力；在桥梁施工中，推广预制拼装工艺（如预制墩柱、预制梁），工厂化生产确保构件质量，减少现场施工误差；采用高性能混凝土（如 C60 自密实混凝土），提升桥梁结构耐久性。例如某公路项目中，采用预制拼装工艺施工桥梁盖梁，构件尺寸偏差控制在 $\pm 3\text{mm}$ 以内，施工效率提升 40%。<sup>[5]</sup>

#### （二）完善质量控制保障措施

1. 强化质量监督与考核：建设单位定期组织质量巡查（每月不少于 2 次），对发现的质量问题下达整改通知书，限期整改并复查；监理单位建立质量台账，记录关键工序检测数据、整改情况，验收时提交完整台账；施工单位实行“质量一票否决制”，质量不合格的工序必须返工，严禁进入下一道工序。例如某项目中，因路基压实度未达标，建设单位要求全部返工，返工后压实度达标方可继续施工，有效杜绝质量隐患。

2. 加强质量安全教育培训：定期组织质量安全培训（每季度不少于 1 次），邀请专家讲解质量事故案例（如路基坍塌、桥梁开裂的后果），提升全员质量意识；开展“质量月”活动（如质量知识竞赛、技能比武），营造“人人重视质量、人人把控质量”的氛围；对新进场人员进行岗前质量培训，考核合格后方可上岗，避免因人员流动导致质量管控断层。例如某施工企业通过质量案例培训，作业人员违规操作率下降 60%。<sup>[6]</sup>

3. 建立质量追溯与终身责任制：对路基填料、桥梁混凝土等关键材料建立“二维码追溯系统”，扫码可查看材料来源、检测报告、使用部位；落实工程质量终身责任制，项目经理、技术负责人、监理工程师等人员在工程质量终身责任承诺书上签字，对工程质量终身负责，若出现质量事故，依法追究相关人员责任。例如某桥梁项目中，通过二维码追溯系统，快速定位 1 批次不合格钢筋的使用部位，及时更换，避免质量风险。

### 四、结语

公路路基与桥梁工程的质量控制是一项系统工程，需兼顾共性与差异化管控——共性环节需强化材料、人员、设备的全周期管理，构建多层次责任体系；差异化环节需针对路基“变形控制”与桥梁“结构安全”的核心需求，聚焦关键工序制定精准对策。同时，通过智能化监测、无损检测等技术创新，结合制度保障措施，可实现质量控制的精准化、智能化与长效化。

### 参考文献

- [1] 崔亚超. 公路路基和桥梁工程施工中的质量控制对策 [J]. 建筑技术开发, 2022, 49(14): 134-136.
- [2] 赖良驹. 公路桥梁沉降段路基路面的施工技术研究 [J]. 工程技术研究, 2019, 4(7): 71-71.
- [3] 纪和坤. 公路桥梁施工中预应力技术施工质量控制探讨 [J]. 工程建设, 2020, 3(2): 55-56.
- [4] 吴沛昂. 公路工程路基路面施工质量影响因素及防范措施 [J]. 运输经理世界, 2023(6): 10-12.
- [5] 王磊. 公路路基与桥梁工程施工中的质量管理初探 [J]. 大众标准化, 2022, (19): 16-18.
- [6] 郭伟. 道路桥梁工程施工质量管理与控制措施分析 [J]. 交通建设与管理, 2024(5): 71-73.

# 建筑工程风险管理策略研究——以保障性住房为例

谭勇, 陈林

四川内江 641000

DOI:10.61369/UAID.2025040017

**摘 要：** 阐述保障性住房工程风险管理，涵盖全生命周期风险管理理论各环节。介绍相关理论应用及现有研究不足。分析特殊风险因素，探讨风险识别与分类方法，如德尔菲法结合层次分析法。还涉及构建风险管理体系、评估指标体系及多种技术应用等内容。

**关 键 词：** 保障性住房；风险管理；全生命周期

## Research on Construction Project Risk Management Strategy — With the Guarantee of Housing

Tan Yong, Chen Lin

Neijiang, Sichuan 641000

**Abstract：** This paper explores risk management in affordable housing projects, covering all aspects of the full life cycle risk management theory. It introduces relevant theoretical applications and identifies existing research gaps. The study analyzes specific risk factors and discusses risk identification and classification methods, such as the Delphi method combined with Analytic Hierarchy Process (AHP). Additionally, it discusses the establishment of risk management systems, evaluation indicator frameworks, and various technical applications.

**Keywords：** affordable housing; risk management; full life cycle

### 引言

随着我国住房保障制度不断完善（以2007年国务院发布的《关于解决城市低收入家庭住房困难的若干意见》为标志），保障性住房建设已成为重要民生工程。然而，这类项目面临政策合规性、资金运作、质量管控等多重风险。从实际操作来看，以四川省为例，绝大多数保障性住房采用中央资金补贴与地方财政统筹相结合的融资模式，中央资金能确保到位，但地方自筹部分常面临压力。由于缺乏商业收益，PPP模式在小城市难以推行，且近年已基本封口；而共有产权模式仅在少数配售型项目中试点，因产权增值分配测算困难，推广阻力较大。当前研究虽在风险管理方面取得一定成果，但对动态风险评估、低成本技术应用等实操问题仍存在不足。本文将从实际建设模式出发，探讨更具指导性的风险识别、评估与管控方法，为完善保障性住房风险管理体系提供参考。

### 一、建筑工程风险管理理论框架

#### （一）建筑工程风险管理核心理论

全生命周期风险管理理论涵盖风险识别、评估、应对和监控等环节。风险识别需通过德尔菲法、故障树分析等工具系统辨识风险源，尤其需关注保障性住房特有的政策合规性风险（如土地划拨制度变动）和资金链断裂风险<sup>[1]</sup>。风险评估环节中，传统量化方法（如蒙特卡洛模拟）常因保障房项目数据碎片化（如地方财政支付延迟记录缺失）导致模型适应性不足，动态评估结果存在滞后性。风险应对需结合委托代理理论，针对政府与建设单位

的目标差异（如成本控制与质量优先的矛盾），设计激励相容的约束机制<sup>[1]</sup>。监控环节则需依赖数字化平台实现实时数据采集，但基层项目普遍面临监测设备覆盖率低、数据孤岛等问题。

#### （二）保障性住房风险管理研究现状

国内外学者在保障性住房风险管理方面取得了一定成果。在保障房项目招投标风险研究中，学者们分析了招投标过程中的各种风险因素，包括投标企业资质、评标标准等方面的风险<sup>[2]</sup>。对于PPP模式风险分配，探讨了政府与社会资本方如何合理分担风险，涉及项目建设、运营、收益分配等环节的风险分配机制。在政策性金融风险管控方面，研究了如何确保保障性住房建设资金

作者简介：

谭勇，男，四川内江人，内江市住房保障和房地产事务中心高级工程师，主要从事建设工程招标投标管理，保障性住房项目建设和运营管理工作；

陈林，男，山东莱芜人，四川智力嘉信建筑技术咨询有限公司高级工程师，长期从事建筑结构施工图设计，结构施工图审查工作。

的稳定供应和合理使用，防范金融风险。此外，尽管 BIM 与物联网等动态评估技术被广泛提倡，但在实际应用中仍面临数据获取困难、模型泛化能力不足以及成本约束等三大主要局限，如施工方人为规避质量数据上传、技术难以适配不同地区建设标准差异、智慧工地监测单价过高等现实困境。未来研究亟需构建适配保障房特性的“低门槛动态风险评估框架”，并重点强化政策、资金与质量三者间的耦合效应分析，以提升风险管理的实效性和可操作性。

## 二、保障性住房项目风险特征分析

### （一）保障性住房项目特殊风险因素

保障性住房项目面临着一些特殊风险因素。在政策合规性方面，土地划拨制度可能带来风险。土地的获取和使用需严格遵循相关政策法规，若存在违规操作，可能导致项目受阻<sup>[9]</sup>。资金运作上，政府支付信用是关键因素。由于保障性住房通常涉及政府资金支持，若政府支付不及时或出现信用问题，会影响项目的资金流，进而延误工期等。质量管控方面，造价限额约束给项目带来挑战。为控制成本，保障房往往有造价限额，但这可能导致在材料选用和施工工艺上有所妥协，从而影响质量，增加质量管控风险。在后期保障性住房运营管理方面，存在维护管理能力不足风险，导致保障性住房外墙脱落、消防系统故障、燃气违规使用等安全隐患。

### （二）风险因素识别与分类方法

德尔菲法结合层次分析法（AHP）可用于保障性住房项目风险因素的识别与分类。德尔菲法通过专家意见的反复征询与反馈，能有效避免主观因素的过度干扰，确保风险因素识别的全面性与准确性<sup>[4]</sup>。层次分析法在此基础上，进一步对风险因素进行层次结构的构建，将复杂的风险系统分解为多个层次，如目标层、准则层和指标层等。以保障性住房项目为例，可建立包含 5 个一级指标、18 个二级指标的风险评估体系。这种方法有助于清晰地梳理不同风险因素之间的关系及其重要程度，为后续的风险评估与应对策略制定提供有力的依据。值得注意的是，建材供应链风险识别需要特别关注区域性差异，例如沿海地区需重点防范台风季材料运输中断风险，而北方地区则更需重视冬季施工材料性能变异风险。这些实践中的复杂因素要求风险识别方法必须结合实地调研数据，而非单纯依赖理论模型。。

## 三、风险管理体系构建与实施路径

### （一）风险动态识别与评估体系

#### 1. 全周期风险管理模型

为构建有效的风险管理体系，需建立全周期风险管理模型。以保障性住房为例，可构建涵盖决策阶段 BIM 技术应用、施工阶段智慧工地监测、交付后保修期质量追踪的三阶段动态监控体系<sup>[5]</sup>。决策阶段，利用 BIM 技术对工程进行模拟分析，识别潜在风险。施工阶段，智慧工地监测系统实时收集数据，评估风险状况。交付后保修期，通过质量追踪反馈，对可能出现的风险进行持续监控。通过这样的全周期动态监控体系，能够及时、准确地

识别和评估风险，为风险管理提供有力支持，确保保障性住房工程的顺利进行。

### 2. 风险评估指标体系

构建风险评估指标体系可采用熵权-TOPSIS 法设计多目标评价模型。该模型能够量化评估不同风险因素的关联性矩阵，从而更准确地分析风险之间的相互关系<sup>[6]</sup>。同时，建立风险预警阈值系统也是关键环节。通过设定合理的阈值，能够及时发现风险的变化情况，为风险管理提供有效的决策依据。这些方法和系统的综合应用，有助于全面、准确地评估建筑工程中的风险，尤其是保障性住房项目所面临的风险，从而为后续的风险管理策略制定提供有力支持。

### （二）风险应对措施与技术方案

#### 1. 工程技术防控策略

装配式建筑技术在保障性住房质量风险控制中具有重要应用。其通过标准化设计、工厂化生产等环节，能有效减少现场施工误差，提高构件质量和安装精度，从而降低质量风险<sup>[7]</sup>。基于 BIM 的工程变更智能审批系统可实现对工程变更的高效管理。该系统能实时获取工程信息，对变更请求进行智能分析和评估，确保变更的合理性和必要性。同时，它可以追溯变更历史，为后续的质量控制和风险管理提供依据，有助于及时发现和解决潜在的质量风险问题。

#### 2. 管理机制优化策略

在保障性住房建筑工程风险管理中，需建立参建单位信用评价制度。通过对参建单位的过往业绩、工程质量、安全管理等多方面进行综合评价，给予相应的信用等级<sup>[8]</sup>。这有助于筛选出优质的参建单位，降低合作风险。同时，设计风险储备金动态调整机制，根据工程进度、风险发生的可能性及影响程度等因素，合理调整储备金的规模，确保在风险发生时有足够的资金应对。构建多方参与的联合检查制度，包括建设单位、施工单位、监理单位以及相关政府部门等。各方协同检查工程质量、安全等方面的问题，及时发现并解决潜在风险，提高风险管理的效率和效果。

#### 3. 安全风险转移策略

在保障性住房全生命周期安全保障管理中，针对保障性住房保修期满后，建筑物使用过程中逐渐积累的建筑外墙脱落、消防设施故障、燃气违规使用、自然灾害等安全风险，各地积极推行公租房保险创新机制，提升公租房运营维管能力。如四川省近年来推行建立公租房保险制度，以公租房及使用人人身保障为标的，涉及人、财、物、房风险点，注重满足老旧保障性住房及使用人的安全需求，保险责任覆盖房屋财产损失、第三者责任赔偿、使用人人身意外伤害和财产损失赔偿等。同时，为有效控制风险，保险公司专业人员定期单独或参与到公租房小区的维修维护、安全排查和隐患管控工作中，有效提升保障性住房全生命周期风险管控能力。

## 四、实证分析：XX 市保障性住房项目

### （一）案例项目概况

#### 1. 项目基本特征

平湖市保障性住房项目具有多方面的基本特征。该项目位于平湖经济技术开发区北环路以南、兴平二路以东，区位优势明显，周边配套设



活<sup>[9]</sup>。其建设规模宏大，涵盖了多栋住宅楼以及相关的配套建筑，能够满足大量居民的居住需求。参建主体包括政府相关部门、多家建筑企业以及设计单位等，各方协同合作确保项目顺利推进。此外，该项目采用了特有的共有产权运作模式，这种模式在保障居民住房权益的同时，也合理地分配了产权关系，为保障性住房的可持续发展提供了新的思路和实践经验。

### 2. 风险管理现状

平湖市保障性住房项目在风险管理方面存在一些问题。该项目虽有风险管理制度，但监理单位履职存在缺失。监理单位未能充分发挥其监督作用，对工程建设过程中的一些关键环节把控不严，导致部分风险未能及时发现和处理<sup>[10]</sup>。同时，过程资料管理存在漏洞。相关资料未能完整、准确地记录工程建设的各个环节，这不仅影响了对项目风险的追溯和评估，也给后续的项目管理带来了困难。这些问题的存在，使得该保障性住房项目面临着一定的风险，需要进一步完善风险管理措施。

## （二）风险管理实施过程

### 1. 风险应对方案设计

平湖市保障性住房项目设置了资金监管专用账户。该账户的设立旨在确保资金专款专用，提高资金使用的透明度和安全性。通过严格的资金监管流程，对项目资金的流入和流出进行详细记录和审核，避免资金被挪用或滥用的风险。

同时，项目构建了基于 BIM 的进度 - 质量双管控平台。此平台利用 BIM 技术的可视化、协同性等优势，对项目的进度和质量进行实时监控和管理。在进度方面，能够准确预测工程进度，及时发现潜在的延误风险，并采取相应措施进行调整。在质量管控上，可以对建筑构件的质量信息进行全面记录和分析，提前预防质量问题的发生，保障保障性住房项目的顺利实施和高质量交付。

### 2. 风险监测执行效果

通过监理日志数字化改造，实现了对平湖市保障性住房项目风险的有效监测。改造后的风险预警数据能及时反馈项目潜在风险，为风险管理提供了有力支持。例如，在关键节点专项检测方面，通过对数据的分析发现，合格率有了显著提升。这得益于风险监测系统对施工过程中各项指标的实时把控，一旦出现异常，能够迅速做出反应，及时调整施工策略，确保工程质量符合保障性住房的标准。同时，风险监测数据也为后续项目提供了经验借

鉴，有助于进一步完善风险管理体系，提高保障性住房项目的整体质量和效益。

## （三）管理成效评估

### 1. 量化评估结果

对 XX 市保障性住房项目管理成效进行量化评估，主要对比了实施前后的工期偏差率、质量缺陷发生率和成本超支幅度等核心指标。在工期方面，实施管理措施后偏差率明显降低，表明项目进度得到有效控制。质量缺陷发生率也大幅下降，体现出质量管理工作的成效，保障了住房质量。成本超支幅度同样有所减小，显示出成本管理措施的有效性，确保了项目在预算范围内顺利进行。综合这些核心指标的变化，可以看出 XX 市保障性住房项目的管理工作取得了良好成效，对提高保障性住房的建设质量和效率具有重要意义。

### 2. 管理经验总结

平湖市保障性住房项目在管理过程中形成了一些可借鉴的经验。政企协同管控机制发挥了重要作用，政府通过政策引导和监管，企业积极参与建设和运营，明确了双方的职责和权力，提高了项目的推进效率。同时，技术标准动态更新机制确保了项目的质量和适用性。随着建筑技术的不断发展和社会需求的变化，及时更新技术标准，使保障性住房在设计、施工等方面能够符合最新的要求。这些创新做法为其他地区的保障性住房项目管理提供了有益的参考，有助于提升保障性住房项目的整体管理水平和实施效果。

## 五、总结

保障性住房建筑工程风险管理研究有诸多重要成果。在风险传导机制与质量风险耦合效应方面有新发现，这些发现有助于深入理解保障性住房项目的风险特点。同时，建立的动态风险评估模型和 BIM 协同管理平台具有重要创新价值，动态风险评估模型能够更准确地评估工程风险，BIM 协同管理平台则提升了工程管理的效率和质量。此外，提出将研究延伸至 REITs 模式下的金融风险方向，这为未来研究提供了新的思路，有助于进一步完善建筑工程风险管理体系，更好地应对保障性住房项目以及其他建筑工程可能面临的风险。

## 参考文献

- [1] 曹梦月. 保障性住房社区管理问题研究 —— 以 N 市 A、B 小区为例 [D]. 江西师范大学, 2023.
- [2] 刘琪. 保障性住房发展研究 —— 以山东省 F 市为例 [D]. 新疆农业大学, 2022.
- [3] 冯贺. 基于模块化建造的保障性住房功能组合设计研究 —— 以天津市为例 [D]. 河北工业大学, 2022.
- [4] 王乙清. 公共工程竣工决算审计风险管理研究 —— 以 Y 县防洪工程为例 [D]. 四川师范大学, 2023.
- [5] 杨舒蕊. 基于日常生活理论的保障性住房优化策略 —— 以苏州市居住区为例 [D]. 苏州科技大学, 2021.
- [6] 张艳君, 张祥宽. 保障性住房项目财务风险控制研究 [J]. 中小企业管理与科技, 2021, 000(008): 86-87.
- [7] 尹琦东. 保障性住房财务风险识别评价研究 —— 以山西 A 房地产开发有限公司为例 [J]. 中国集体经济, 2022(28): 150-152.
- [8] 刘丽欣, 彭恺. 保障性住房空间布局中的问题及优化策略 —— 以深圳市为例 [J]. 华中建筑, 2023, 41(5): 67-70.
- [9] 徐浩. 关于保障性住房工程建设管理的研究 [J]. 中国住宅设施, 2023(8): 28-30.
- [10] 崔小平, 陈景衡, 蔡忠原. 旧城更新中低效市场建筑的综合体转化途径西安建东街便民中心可持续更新实验 [J]. 室内设计与装修, 2024(10): 128-129.

# 建筑工程管理中成本控制的关键环节与方法探究

陈金宏

广州菲达建筑咨询有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040018

**摘 要：** 建筑工程成本控制通过管理影响成本因素，实现预定成本目标。它基于全生命周期理论，贯穿项目各阶段，对提高经济效益、增强企业竞争力意义重大。成本控制可通过预控机制、动态监控体系、新技术应用、构建模型等多种策略实现，实证案例也证明了有效策略的重要性，未来新技术融合有望带来突破。

**关 键 词：** 建筑工程；成本控制；全生命周期理论

## Exploration of Key Links and Methods for Cost Control in Construction Project Management

Chen Jinhong

Guangzhou Feida Construction Consulting Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract：** Construction project cost control involves managing factors affecting costs to achieve predetermined cost targets. Based on the whole-life cycle theory, it runs through all stages of a project and is of great significance for improving economic efficiency and enhancing corporate competitiveness. Cost control can be achieved through various strategies such as pre-control mechanisms, dynamic monitoring systems, application of new technologies, and model construction. Empirical cases also demonstrate the importance of effective strategies, and the integration of new technologies is expected to bring breakthroughs in the future.

**Keywords：** construction engineering; cost control; whole-life cycle theory

### 引言

《国务院办公厅关于促进建筑业持续健康发展的意见》于2017年颁布，旨在推动建筑业改革发展，提升建筑工程管理水平。建筑工程成本控制对项目经济效益与可持续发展意义重大，贯穿项目全生命周期，涉及决策、设计、施工等多阶段。从理论框架到实践应用，成本控制涵盖资源配置、风险规避等多方面。当前，新技术为成本控制带来机遇，如BIM、大数据、作业成本法等已应用其中，但仍存在动态调整机制与人工智能应用不足等问题。在此背景下，深入研究成本控制策略，对提升建筑工程管理水平、落实相关政策具有重要意义。

### 一、建筑工程成本控制的基本概念与重要性

#### （一）成本控制的内涵与理论框架

建筑工程成本控制指在项目实施过程中，对影响成本的各种因素加以管理，通过一系列措施，将成本控制在计划范围内，以实现预定成本目标。从内涵看，它涉及对人工、材料、机械等费用的管控，确保资源合理配置与高效利用。在理论框架上，基于全生命周期理论，涵盖项目决策、设计、招投标、施工及竣工阶段。项目决策影响整体成本框架，设计阶段对成本影响深远，招投标确定成本关键参数，施工阶段是成本发生与控制核心，竣工阶段完成成本核算与评估。成本控制在建筑工程项目管理中占据战略地位，良好的成本控制能提高项目经济效益，增强企业竞争力，保障项目顺利推进，实现资源优化配置，对项目成功实施具

有不可忽视的重要意义<sup>[1]</sup>。

#### （二）经济效益视角下的成本控制价值

从经济效益视角来看，成本控制在建筑工程管理中具有重大价值。通过有效的成本控制实现资源优化配置，让人力、物力和财力等资源得到合理利用，避免资源浪费，提高资源使用效率，从而降低工程成本，提升经济效益<sup>[2]</sup>。在项目开展过程中，准确识别并规避各类风险，可减少因风险事件导致的额外成本支出，保障项目预算稳定。从利润最大化角度，成本控制可挖掘降低成本的潜力，减少不必要开支，提高项目利润率，增强建筑企业在市场中的竞争力。有效的成本控制是实现建筑工程经济效益的关键，帮助企业在激烈的市场竞争中实现可持续发展，为企业创造更多价值。

## 二、全过程管理中的成本控制关键环节

### （一）项目决策阶段的成本预控机制

在建筑工程项目决策阶段，成本预控机制至关重要。实现投资估算精准化，需综合考虑工程规模、建设标准、材料价格波动等多方面因素，运用科学的估算方法与模型，结合过往类似项目数据及当下市场行情，提升估算准确性。方案比选优化是另一关键，通过对不同技术方案、工艺流程、建筑布局等进行全面对比，从成本、质量、进度等多角度权衡利弊，选出性价比最优方案。同时，构建风险预警系统不可或缺，对可能影响成本的政策变动、市场波动、技术难题等风险因素进行实时监测与评估，提前发出预警信号。在此基础上，可提出量化决策模型，将各类成本影响因素转化为具体数据指标，为项目决策提供科学依据，有效前置控制成本，从源头保障项目经济效益<sup>[3]</sup>。

### （二）设计施工阶段的动态监控体系

在设计施工阶段，构建动态监控体系对成本控制至关重要。一方面，针对限额设计，应实时跟踪设计进展，监控各项指标是否符合限额标准，一旦发现超限额趋势，及时分析原因并调整设计方案，确保在满足建筑功能的前提下，将成本控制在限定范围内<sup>[4]</sup>。另一方面，运用价值工程原理，对设计方案进行动态评估，考量功能与成本的匹配度，随着施工的推进，不断挖掘潜在的功能提升与成本降低空间。同时，在施工阶段，对材料成本和进度偏差展开联合监控。密切关注材料价格波动，对比实际采购价格与预算价格，严格控制材料用量。实时监测施工进度，当出现进度偏差时，迅速分析对成本的影响，采取针对性措施，平衡进度与成本的关系，保障建筑工程成本始终处于可控状态。

## 三、现代工程管理技术下的成本控制方法

### （一）数字化技术赋能成本管理

#### 1. BIM技术的全过程协同应用

BIM技术在建筑工程成本控制方面发挥着重要作用。在工程量自动核算上，BIM模型整合了建筑项目的各种数据信息，能快速且精确地计算工程量，减少人工核算误差，避免因工程量计算错误导致的成本超支<sup>[5]</sup>。碰撞检测功能可在施工前发现建筑结构、管道等之间的碰撞问题，提前优化设计方案，降低因设计变更造成的额外成本。施工模拟则通过对施工过程的虚拟呈现，帮助管理者合理安排施工进度、资源分配，有效减少窝工、返工现象，实现成本的有效控制。借助BIM技术的全过程协同应用，从项目设计到施工再到竣工的各个阶段，各参与方能够基于同一模型进行信息交流与共享，提升沟通效率，进而更好地实现成本控制目标。

#### 2. 大数据驱动的成本预测模型

在建筑工程管理的成本控制中，大数据驱动的成本预测模型是关键。通过收集海量历史工程数据，涵盖不同项目的材料价格波动、用工成本等多方面信息。基于这些数据，构建机器学习算法，该算法能够深度挖掘数据中的潜在规律与关联，精准捕捉材

料价格、用工成本等变量随时间、市场环境等因素变化的趋势。借助算法的强大分析能力，对未来项目的材料与用工成本进行前瞻性预测，为成本控制提供科学依据。使项目管理者提前知晓可能出现的成本变化，有针对性地制定应对策略，合理规划预算，有效避免因成本估算失误导致的超支风险<sup>[6]</sup>。

### （二）精细化管控方法创新

#### 1. 作业成本法（ABC）的实施路径

作业成本法（ABC）在建筑工程成本控制中，实施路径关键在于建立基于工序分解的成本归集系统。首先要对建筑工程进行详细工序分解，将整个项目细化到每一个具体施工步骤，如基础工程可细分为土方开挖、地基处理等。针对每道工序，精准识别与之相关的资源消耗，像人工工时、材料用量、机械设备使用时间等。通过这种方式，能够深入揭示隐蔽性成本消耗点，比如在装饰工程中，因设计变更导致的额外材料损耗。对这些隐蔽成本，制定针对性管控策略，如加强设计审核、建立变更审批流程等。最终以工序为单位归集成本，构建准确的成本核算体系，为成本控制提供精准数据支持，有效降低成本，提高建筑工程经济效益<sup>[7]</sup>。

#### 2. 挣值分析法的动态监控机制

挣值分析法通过对建筑工程的计划价值（PV）、实际成本（AC）和挣值（EV）三个基本参数的计算与分析，实现对项目成本和进度的动态监控。基于这三个参数生成的绩效评价指标体系，可精准评估成本与进度偏差情况。例如，成本偏差（ $CV=EV-AC$ ）反映成本实际消耗与预算的差异，进度偏差（ $SV=EV-PV$ ）体现实际进度与计划进度的差距。在此基础上，构建偏差预警与纠偏联动模型<sup>[8]</sup>，当CV或SV超出设定阈值时，迅速发出预警信号，项目团队依据模型分析结果，及时采取针对性纠偏措施，如调整资源分配、优化施工流程等，从而实现成本与进度的双重有效控制，保障项目在预算范围内按时完工。

## 四、成本控制优化策略与实践验证

### （一）组织管理维度优化

#### 1. 全员参与的成本责任制构建

在建筑工程管理成本控制中，全员参与的成本责任制构建至关重要。通过设计跨部门协同机制，打破各部门间壁垒，让设计、施工、采购等部门紧密合作，共同为成本控制目标发力。同时，建立完善的绩效考核体系，将成本控制目标细化分解至每个部门、每个岗位，使每个参与者都明确自身在成本控制中的责任。对积极落实成本控制且成效显著的部门和个人给予奖励，对未能完成成本控制任务的进行相应惩罚，以此激励全员主动参与成本控制。如此，通过跨部门协同与绩效考核，实现成本控制责任的有效传导，充分调动全体人员的积极性和主动性，从而全面提升建筑工程成本控制水平<sup>[9]</sup>。

#### 2. 标准化管理流程再造

在建筑工程管理成本控制中，标准化管理流程再造至关重要。制定涵盖采购、变更、结算等关键节点的标准化作业流程与



制度规范,可有效提升成本控制水平。采购环节,明确供应商筛选标准、采购流程及合同条款,确保材料设备采购价格合理、质量达标,避免因采购不当造成成本增加<sup>[10]</sup>。变更环节,建立严格变更审批流程,评估变更对成本的影响,防止随意变更导致成本失控。结算环节,规范结算流程,明确各方责任,及时准确完成结算工作,避免结算纠纷引发额外成本。通过对这些关键节点的标准化,再造流程,实现建筑工程成本的有效控制,提升项目整体经济效益。

(二) 技术经济集成创新

1. 绿色建造技术的成本效益分析

在建筑工程管理中,评估装配式建筑、节能材料等绿色建造技术在全生命周期内的综合成本优势至关重要。装配式建筑通过工厂预制、现场组装,能减少施工时间与人工成本,降低因天气等因素造成的延误风险,且构件质量更易把控,减少后期维修成本。节能材料虽前期采购成本可能较高,但在建筑运营阶段,能大幅降低能耗费用,长期来看经济效益显著。通过对比传统建造方式与绿色建造技术的成本构成,包括原材料采购、施工、运营维护、拆除等阶段的费用,结合实际案例进行数据收集与分析,验证绿色建造技术在成本控制方面的优势,为建筑工程成本控制提供更科学、有效的策略。

2. 供应链协同管理平台建设

在建筑工程管理的成本控制优化中,供应链协同管理平台建设极为关键。借助该平台,能有效整合供应商资源,实现与构建基于互联网的集中采购系统的紧密配合。通过平台,建筑企业可与供应商进行实时、高效沟通,打破信息壁垒,精准掌握供应商的产品质量、价格波动、交货期等关键信息,有助于战略整合供应商资源,选择最具性价比的合作伙伴。同时,平台能简化交易流程,减少中间环节,显著降低交易成本,实现交易成本的优化。实践证明,成功建设供应链协同管理平台的建筑工程项目,在成本控制方面取得了显著成效,有力验证了其在成本控制优化策略中的重要性。

(三) 实证案例分析

1. 商业综合体项目成本控制实践

以某商业综合体项目为例,该项目在实施过程中,积极践行

限额设计闭环管理策略。设计团队依据项目预算对各环节进行精确规划,严格把控设计成本。比如在建筑外观设计上,通过多轮方案比选,在满足商业氛围营造需求的同时,避免过度设计带来的成本增加。同时,项目运用工序穿插优化策略,合理安排施工顺序。像在主体结构施工时,同步开展部分二次结构作业,减少了整体工期,降低了人工成本与设备租赁成本。经实践验证,限额设计闭环管理与工序穿插优化策略显著提升了成本控制效果,项目最终在预算范围内高质量完成,为后续商业综合体项目成本控制提供了可借鉴的实践经验。

2. 控制成效的多维度评估

在建筑工程管理成本控制的实证案例中,通过建立综合评价模型,从多维度评估控制成效。经济指标方面,核算工程成本降低率,考量实际成本与预算成本的差异,评估成本控制对项目盈利的影响。管理效率维度,分析资源调配的及时性与合理性,如材料供应是否顺畅、人力安排有无闲置,观察工期是否因高效管理而缩短。技术创新层面,衡量新技术、新工艺的应用效果,像采用节能技术是否降低能源成本。利用这一模型对成本控制改进成效进行量化,能全面、精准地展现成本控制优化策略的实际效果,为后续工程提供科学的参考依据,助力建筑工程在保证质量的前提下实现成本最优控制。

五、总结

建筑工程管理的成本控制对项目的经济效益与可持续发展起着关键作用。通过对建筑工程项目全流程成本控制共性规律的凝练,能更好地把握成本控制的关键节点与有效策略。然而,现有研究在动态调整机制上存在不足,未能及时根据项目实际变化精准优化成本管理;在人工智能应用深度方面也有待加强,未能充分挖掘其在成本预测、分析等方面的潜力。未来,数字孪生技术有望构建高度仿真的成本控制模型,实现可视化、精细化管理;区块链技术则可保障成本数据的真实性与不可篡改,提升成本管理的透明度与信任度。这些新技术的融合创新将为建筑工程成本控制带来新的突破与发展。

参考文献

[1] 张杨. 基于挣值法的 G 建筑工程成本控制研究 [D]. 山东大学, 2022.  
[2] 张飞. 代建模式下建筑工程项目进度与成本均衡管理研究 [D]. 中国矿业大学 (江苏), 2021.  
[3] 黄德明. 国际房建项目成本管理与控制研究——以中国建筑典型地域海外项目为例 [D]. 对外经济贸易大学, 2021.  
[4] 史朝阳. 供应链视角下 ZJY 项目建筑工程材料采购成本控制研究 [D]. 沈阳建筑大学, 2023.  
[5] 王蕊. 作业成本法在 B 稀土企业成本管理中的应用探究 [D]. 内蒙古科技大学, 2021.  
[6] 杜鹏. 建筑工程管理及成本控制探究 [J]. 模型世界, 2023(30): 135-137.  
[7] 韩悦. 建筑工程施工阶段的工程造价管理控制要点 [J]. 大众标准化, 2023, (04): 107-109.  
[8] 邱建. 建筑工程施工阶段成本管理与控制探究 [J]. 财经界, 2021(3): 48-49.  
[9] 孙武斌. 建筑工程项目管理中的成本控制重点 [J]. 散装水泥, 2023, (03): 48-50.  
[10] 付健鹏. 建筑工程物资采购招标管理与成本控制探究 [J]. 中国招标, 2022(11): 114-117.

# 探析建筑施工现场管理和质量控制对策

廖佳源

广东水电二局集团有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040021

**摘 要 :** 文章立足建筑施工现场管理与质量控制的协同视角,从制度、资源、流程、主体和记录等要素梳理现场运行机理,发现管理体系碎片化、计划与资源脱节、质量控制点不准、分包与劳务链条松散、材料与设备源头把关薄弱、技术交底与培训针对性不强、过程记录与数据失真等问题,集中影响质量稳定与过程受控。研究提出以统一可执行的现场管理体系为牵引,配套计划与资源一体化管控,优化质量控制点与见证机制,压实分包与劳务责任,强化材料设备源头控制,提升技术交底与培训效能,完善过程记录与数据治理的策略组合,形成从源头到过程再到闭环的系统改进路径。

**关 键 词 :** 建筑施工; 现场管理; 质量控制

## Exploring Strategies for Construction Site Management and Quality Control

Liao Jiayuan

Guangdong Hydropower No. 2 Bureau Group Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract :** This article examines construction site management and quality control from a collaborative perspective, analyzing operational mechanisms through institutional frameworks, resources, processes, key stakeholders, and documentation. It identifies systemic issues including fragmented management systems, disconnect between planning and resource allocation, inaccurate quality control points, loose subcontracting and labor chains, weak source control of materials and equipment, inadequate technical briefings and training, and distorted process records and data—all collectively undermining quality stability and process control. The study proposes a strategic combination: anchored by a unified, actionable on-site management system, it integrates planning and resource control, optimizes quality control points and witness mechanisms, reinforces subcontractor and labor responsibilities, strengthens source control of materials and equipment, enhances technical briefing and training effectiveness, and improves process documentation and data governance. This forms a systematic improvement pathway from source to process to closed-loop management.

**Keywords :** construction; site management; quality control

## 引言

建筑施工现场管理与质量控制的协同程度直接决定工程成败与组织信誉,在行业转型与合规压力叠加的背景下,研究的价值在于从现场运行的真实逻辑出发,找出影响质量稳定的关键环节与可操作的治理抓手。文章以问题导向为主线,先识别建筑施工现场管理及质量控制的主要问题,再提出与之对应的对策与措施,力求以简明路径提升过程受控性与质量确定性。

## 一、建筑施工现场管理及质量控制存在的问题

### (一) 管理体系碎片化

建筑施工现场管理及质量控制对策分析显示,管理制度在不同条线分散制定,第一,造成流程口径不一致与表单重复,现场执行需要在多套要求中取舍,时间被消耗在对齐与解释上,难以保证质量控制聚焦关键风险<sup>[1]</sup>。第二,制度与授权边界未清晰映射到岗位职责,出现有人负责无人担责或多头干预的现象,导致质量问题处置迟缓与反馈失真。第三,总包分包监理等主体各自

为政,会议与检查交叉叠加但缺乏统一议题与闭环标准,记录碎片化、问题闭环缺少唯一口径。第四,制度修订与现场回路不畅,文件更新与培训宣贯滞后,旧版与新版并存,形成执行真空。第五,目标考核过度偏向结果呈现,过程行为标准弱化,项目为赶节点压缩必要的质量控制活动。

### (二) 计划与资源配置脱节

在建筑施工现场管理及质量控制对策分析中,第一,计划编制与资源能力脱钩,工期目标先行,劳力机械材料与场地组织随后跟进,关键线路缺乏刚性资源保障,形成计划兑现率不稳

定<sup>[2]</sup>。第二，时空冲突识别不足，专业交叉与平行作业安排不精细，现场流水节拍被打乱，质量控制点无法按标准设置或被迫压缩。第三，供应链响应与现场需求不匹配，材料设备到货节奏与工序安排不同步，造成等待与突击交替，增大质量波动。第四，变更与天气等外部因素触发计划调整机制不健全，滚动计划更新滞后，影响质量控制活动的前置准备与见证安排。第五，资源调度以经验决策为主，缺少对瓶颈工序的精准识别与优先保障，导致关键部位的质量风险难以及时缓释。

### （三）质量控制点设置不准与执行不严

建筑施工现场管理及质量控制对策分析指出，第一，质量控制点往往沿用模板化清单，未能依据项目特征与风险分级做差异化配置，重要程度与见证强度不匹配<sup>[3]</sup>。第二，首件认可与样板引路落实不牢，形成以经验代替标准的倾向，使后续工序缺乏清晰的对标依据。第三，检验批与隐蔽工程的见证与复检安排受现场节奏影响被弱化，记录与实体不一致，预防性控制形同虚设。第四，检测与抽查的频次与方法缺少动态调整，无法对偏差趋势做前瞻识别，纠偏往往在问题暴露之后。第五，控制点职责分工不明，监理总包分包在同一点位的权责与接口缺少边界，导致指令多源与执行混乱。

### （四）分包与劳务管理松散

在建筑施工现场管理及质量控制对策分析层面，第一，分包选择侧重价格与进度承诺，过程质量能力与现场管理能力审核不足，进入门槛偏低<sup>[4]</sup>。第二，合同技术条款笼统，质量标准与样板条件不明确，缺少对关键控制点与责任边界的约定，执行阶段容易互相推诿。第三，劳务队伍流动性大，人员培训与资格核验不到位，质量要求在层层传递中被简化甚至变形。第四，结算与支付机制与质量表现的联动弱，导致分包与班组对质量控制投入动力不足。第五，分包之间接口管理松散，交接检验与签认不严谨，隐患在专业边界处累积。

### （五）材料与设备进场控制薄弱

建筑施工现场管理及质量控制对策分析表明，第一，供方评审注重资质外观，忽略批次稳定性与服务能力，源头质量把关存在漏洞<sup>[5]</sup>。第二，进场检验环节标准不统一，见证比例与抽检方法随意调整，导致放行门槛不一致。第三，关键物资的到货验证不到位，技术参数复核与兼容性确认缺失，后续安装调试阶段频繁返工。第四，储运与保管条件管理松散，环境控制不到位引发材料性能衰减，质量风险在库内累积。第五，不合格品隔离处置流程执行不严，标识不清与复验不及时使风险批次流入施工环节。

### （六）技术交底与培训针对性不强

围绕建筑施工现场管理及质量控制对策分析，第一，技术交底内容泛而不精，图样繁多而缺少关键节点与易错点提示，现场人员难以抓住要领。第二，交底形式以会议与文档为主，缺乏基于首件的直观示范与过程讲评，标准难以转化为操作动作。第三，培训计划与岗位需求脱节，课程设置与班组技能结构不匹配，考核与准入要求不严，造成上岗能力差异大。第四，变更与优化措施的现场再交底滞后，新旧要求并存，引发执行混乱。第

五，常见缺陷库未建立或未更新，经验难以沉淀为可复用的预防清单，重复问题反复出现。

### （七）过程记录与数据不完整不真实

结合建筑施工现场管理及质量控制对策分析，第一，记录要素定义不清，必填项口径不统一，现场为赶进度选择性填报，资料与实体分离。第二，留痕方式单一，纸质记录与事后补拍普遍，时间地点人员难以核验，真实性存疑。第三，数据采集与使用脱节，上传即结束，未进入复盘与决策流程，现场问题无法被指标化识别。第四，跨单位数据口径不同，导致接口质量与责任认定争议频发，纠偏成本上升。第五，巡检与验收记录偏重合规展示，缺少对缺陷原因的分析文字与改进要求，难以形成闭环。

## 二、建筑施工现场管理及质量优化控制策略

### （一）构建统一可执行的现场管理体系

围绕建筑施工现场管理及质量控制对策分析，第一，以项目为单元编制制度目录与流程清单，统一口径与表单，形成从策划到交付的贯通链条，减少重复与冲突。第二，建立岗位职责矩阵，明确权限边界与签认规则，将职责映射到具体控制点与记录要求，保证有人负责也有人担责。第三，设置制度适配评审机制，组织现场参与评审，剔除不必要环节，压缩无效动作，使标准贴近施工节奏。第四，建立问题闭环台账与版本更新通道，对现场反馈进行分类修订，保持制度的动态有效。第五，优化会议与检查体系，确定唯一问题清单与责任人，统一整改时限与验收口径，提升执行刚性。第六，将过程行为纳入考核，设置与质量控制相关的正向激励与负向约束，避免单纯结果导向。第七，强化统一指挥平台，总包牵头整合各方信息与资源，确保现场管理与质量控制形成合力，制度可执行可量化可验证。

### （二）建立计划与资源一体化管控机制

针对建筑施工现场管理及质量控制对策分析，第一，实行滚动计划，周计划与日计划联动，提前锁定关键线路与窗口期，做到计划可兑现。第二，将资源编制与计划同步，劳力机械材料与场地以关键工序优先配置，设置刚性保障与替代方案。第三，开展时空冲突校核，对平行与交叉作业进行节拍分解与界面安排，确保质量控制点具备实施条件。第四，打通供应链与现场需求，形成到货节奏与工序安排的双向确认，减少等待与突击。第五，建立计划偏差预警，明确定义响应阈值与纠偏路径，保证质量控制活动不被随意压缩。第六，落实班组能力校核与准入，按工序匹配技能结构，使计划具备执行基础。第七，将计划兑现率与质量达标率联动考核，推动管理层与分包共同对关键工序受控负责，最终实现进度与质量的同步稳定。

### （三）优化质量控制点体系与见证机制

面向建筑施工现场管理及质量控制对策分析，第一，依据风险分级重构控制点清单，对不同重要程度设置差异化见证强度与抽检方式，使资源聚焦关键。第二，严格落实首件认可与样板引路，以清晰的合格标准和影像化示意固化做法，形成后续复制依据。第三，完善隐蔽工程与关键节点的联合验收与复检安排，确



保控制点与工序节拍匹配，避免漏检误检。第四，建立偏差趋势识别机制，定期复盘控制点记录，发现苗头及时增设临时控制点与专项检查。第五，明确各方在控制点的职责分工与签认路径，减少多头指令，确保执行统一。第六，优化记录要求，突出问题描述与纠正预防措施，淡化无效留痕，提升记录对改进的价值。第七，对控制点执行开展旁站与抽查结合的监督，形成预防为主与过程受控的常态，使质量控制从事后纠偏转向事前把关。

**（四）压实分包与劳务管理责任**

围绕建筑施工现场管理及质量控制对策分析，第一，实施分级准入，关注过程质量能力与现场管理能力，建立进入审核与动态评价机制，形成能进能出的秩序。第二，在合同中固化质量标准与样板条件，细化关键控制点与接口责任，明确违约后果与纠偏要求。第三，推行班组准入与岗位持证，入场前完成针对性培训与考核，确保质量要求可理解可执行。第四，建立质量绩效与结算联动，按质量达标与问题闭环情况计价，提升分包与班组的投入动力。第五，完善接口管理，推行联合交接与签认，设置移交前置条件，避免质量风险在边界传递。第六，畅通问题反馈与指令通道，压缩层级，缩短响应时间，确保现场纠偏快速到位。第七，开展分包对标交流与缺陷通报，用看得见的差距促使改进，逐步实现质量要求在分包与劳务链条中的等值传递。

**（五）强化材料与设备源头控制**

立足建筑施工现场管理及质量控制对策分析，第一，严格供方评审，关注批次稳定性与服务保障，形成黑白名单与复审机制，稳住源头质量。第二，统一进场检验标准与流程，明确抽检比例与验证方法，做到同类物资同一口径。第三，对关键物资实施到货验证与参数复核，开展兼容性与适配性确认，减少后续返工。第四，规范储运保管条件，制定环境控制要求与巡查制度，防止在库劣化。第五，执行不合格品隔离与复验放行流程，标识清晰，责任到人，堵住风险外溢通道。第五，打通设备资料传递与安装要求，编制要点卡片直达班组，避免因信息缺失导致的安装偏差。第六，形成物资全流程追溯编码与记录，从进场到使用到验收可回溯问题源头，提升问责与改进效率。

**（六）提升技术交底与培训的针对性与可操作性**

面向建筑施工现场管理及质量控制对策分析，第一，重构交底模板，突出关键节点、易错点与质量控制点，以简明图示与要

点清单呈现，让班组一看能懂。第二，以首件为载体实施现场交底，旁站讲解工艺动作与验收标准，做到学完即能上手。第三，建立岗位化培训体系，按工序与岗位设计课程包，设置准入考核与复训机制，保持技能稳定。第四，对变更与优化及时开展再交底，明确新旧差异与执行时点，避免混用。第五，建设常见缺陷库与预防清单，结合项目实际定期更新，用案例化讲评推动经验沉淀为标准。第六，畅通反馈通道，收集班组在执行中的问题与建议，快速修订交底材料，形成闭环。

**（七）完善过程记录与数据治理**

结合建筑施工现场管理及质量控制对策分析，第一，明确记录口径与必填要素，设置缺项拦截与签认规则，保证资料与实体一致。第二，推广移动化采集与影像留痕，使用时间地点人员可核验的方式，提高真实性与便捷性。第三，建立统一的数据字典与主数据管理，打通总包分包监理之间的口径，减少接口争议。第四，将问题闭环流程嵌入记录系统，强制填写原因分析与纠正预防措施，使记录成为改进的起点。第五，定期生成复盘看板，按工序与责任主体呈现偏差趋势，支撑有针对性的现场决策。第六，简化无效报送，压缩只为合规的资料，释放一线精力到关键记录与质量控制点。

**三、结论**

研究围绕建筑施工现场管理及质量控制对策分析，系统识别了影响质量稳定与过程受控的关键问题，指出管理体系贯通度、计划与资源匹配度、质量控制点精准度、分包与劳务责任传递、材料设备源头把关、技术交底与培训效能、过程记录与数据治理是决定性要素。相应对策以统一可执行的现场管理体系为核心，通过计划资源一体化、控制点优化、分包责任压实、源头控制强化、交底培训提升与数据治理完善，构建从源头预防到过程控制再到闭环改进的协同机制，推动质量控制由被动应付转向主动稳定。

**参考文献**

[1] 李芳. BIM技术在装配式建筑设计中的关键问题研究 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2025, (10): 106-108.  
[2] 王庭栋, 韩玉浩, 李松, 李睿璞, 喻博. 基于 AI 技术的建筑施工现场安全管理系统构建与应用 [J]. 项目管理技术, 2025, 23(10): 43-50.  
[3] 胡珊珊. 建筑工程项目管理中的施工现场管理与优化措施 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2025, (28): 49-51.  
[4] 李晓东. 浅谈 BIM 技术在建筑施工安全管理中的应用 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2025, (28): 46-48.  
[5] 梁翠香. 建筑工程现场施工管理存在的问题及措施探讨 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2025, (28): 79-81.

# 探讨建筑工程管理的现状及创新模式的研究

刘鹏

珠海十字门中央商务区建设控股有限公司, 广东 珠海 519000

DOI:10.61369/UAID.2025040022

**摘 要：** 文章围绕探讨建筑工程管理的现状及创新模式的研究展开，在综合梳理行业治理实践与管理运行状态的基础上，识别出管理体系衔接不畅、进度与成本控制滞后、质量与安全改进乏力、信息化应用浅层化、供应链协同受阻、人才结构失衡、合同与风险管控薄弱以及绿色建造推进不均衡等关键问题。研究提出以制度一体化与流程贯通为牵引，以计划滚动与精益成本为抓手，以质量安全源头把关与全过程双控为主线，以数据标准化与业务一体化为支撑，以供应链协同与透明机制为保障，并配套胜任力体系、合规证据链和绿色目标分解等举措。

**关 键 词：** 建筑工程管理；创新模式；制度执行

## Research on the Current Situation and Innovative Models of Construction Project Management

Liu Peng

Zhuhai Cross Gate Central Business District Construction Holding Co., Ltd., Zhuhai, Guangdong 519000

**Abstract：** This paper explores the current state and innovative models of construction project management. By comprehensively reviewing industry governance practices and management operations, it identifies key challenges including: disjointed management systems, lagging progress and cost control, insufficient quality and safety improvements, superficial IT application, supply chain coordination barriers, imbalanced talent structures, weak contract and risk management, and uneven green construction advancement. The research proposes an integrated approach driven by institutional unification and process integration, leveraging rolling planning and lean cost management as key levers. It emphasizes source-level quality and safety oversight with dual-control throughout the process, supported by data standardization and business integration. Supply chain collaboration and transparency mechanisms serve as safeguards, complemented by competency frameworks, compliance evidence chains, and green target decomposition.

**Keywords：** construction project management; innovative models; institutional execution

### 引言

建筑工程管理面向质量进度成本安全与绿色目标的综合治理，在项目复杂度提升与规范要求趋严的背景下面临新的挑战与机遇。研究基于对现状的系统观察，关注制度流程协同、组织间界面、信息与数据管理、供应链与分包治理、合同与风险控制以及人才与能力建设等关键维度，强调从全生命周期视角理解管理运行的真实状态与内在逻辑。

### 一、建筑工程管理的现状

#### （一）管理体系碎片化导致制度执行衔接不畅

现状显示建筑工程管理在组织、流程与制度层面存在明显割裂，第一，制度口径与标准解读不统一，导致同一环节在不同单位和不同项目中执行尺度不一，影响了流程的顺畅推进<sup>[1]</sup>。第二，流程边界与责任划分不清晰，衔接点缺乏明确的移交要求与验证规则，出现重复审批与空档管理并存的情况。第三，纵向管理与横向协同缺乏有效对接，项目与总部、业主与承包商、总包

与分包之间缺少统一的操作指引与例外处理机制。第四，监督检查与反馈纠偏没有形成闭环，问题整改缺少台账化管理与复核机制，导致同类问题在不同阶段反复出现。第五，制度更新与落地培训不匹配，制度变更未有效传导到岗位手册与作业模板，形成制度与执行脱节。

#### （二）进度与成本控制滞后导致计划与实际偏差扩大

建筑工程管理的计划控制与成本管理在实践中普遍存在节奏不稳与耦合不足，第一，计划编制缺少对施工组织、资源供给与外部条件的同频联动，导致基准计划与现场执行错位，后期频繁

调整却缺少依据<sup>[2]</sup>。第二，里程碑管理停留在节点考核，过程节拍与工作面管理力度不足，形成阶段性赶工与资源堆叠，进而引发效率波动。第三，成本分解深度不够，责任到人过程跟踪不细，偏差形成后缺少及时纠偏，最终在结算阶段集中暴露。第四，变更与签证管理不严谨，现场变更缺少事前评估和实时计量，导致成本失真与进度被动。第五，进度与成本指标相互独立，计划调整未能同步触发成本约束，形成管理脱链。

### （三）质量与安全管理薄弱环节未得到持续改进

质量与安全作为建筑工程管理的底线与红线，在执行层面仍存在薄弱环节，第一，源头把关不充分，方案审查、样板先行与首件认可未能稳定实施，导致后续纠偏成本上升<sup>[3]</sup>。第二，过程控制缺乏均衡，关键工序重视度较高，而一般工序与隐蔽工程关注不足，留下质量隐患。第三，安全风险辨识不系统，风险清单不完整、动态更新不及时，致使部分高风险作业缺少针对性措施。第四，隐患排查治理不彻底，整改闭环与复核机制不健全，容易出现问题反弹。第五，交付阶段集中暴露的缺陷说明前期过程检验与资料管理存在短板，移交标准与验收口径不统一。

### （四）信息化水平不足导致数据割裂与决策支持薄弱

建筑工程管理的信息化应用在系统整合与数据质量方面存在显著短板，第一，系统分散导致数据分布在不同平台，口径不一致、更新不及时，缺少统一的主数据管理<sup>[4]</sup>。第二，现场数据采集依赖手工录入，准确性与时效性不足，影响进度、成本与质量的联动分析。第三，缺乏面向决策的看板与预警规则，管理层难以及时洞察偏差与风险，决策更迭滞后。第四，业务流程与信息系统未深度融合，审批与归档流于形式，不能驱动实质性协同。第五，数据安全与权限管理考虑不全，跨单位共享机制不完善，导致信息壁垒持续存在。

### （五）供应链协同不畅导致物资设备与分包管理效率低

供应链管理直接影响建筑工程管理的节奏与成本，现状中协同不畅较为突出，第一，采购计划与现场需求不同步，需求变更反馈不及时，造成缺料与积压并存<sup>[5]</sup>。第二，物资与设备选型、到货与检验衔接不顺，现场使用标准与质量要求传导不到位，影响施工质量与效率。第三，分包管理界面模糊，工作范围、进度责任与质量要求未充分细化到合同执行层面，冲突与扯皮时有发生。第四，履约评价与激励约束不匹配，优胜劣汰缺少稳定机制，难以形成长期合作的协同生态。第五，物流与仓储管理透明度不足，库存结构不合理，影响工作面组织。

### （六）人力资源与能力建设滞后导致复合型人才不足

人才是建筑工程管理创新模式落地的关键支撑，但现状存在多重制约，第一，岗位胜任力标准不清晰，能力结构与任务需求未完全匹配，复合型人才储备不足。第二，培训体系重入职进阶，课程与项目实际脱节，专业技能与管理能力难以同步提升。第三，绩效评价指标偏重结果，过程表现与协同贡献体现不足，影响积极性与责任心。第四，授权机制不健全，项目经理与专业负责人在资源配置与协同调度上的权限不足，限制了应对突发问题的能力。第五，人才流动与继任计划缺位，经验沉淀与知识传承不足，组织学习效率偏低。

### （七）合同与风险管理薄弱导致合规与索赔能力不足

合同与风险管理是建筑工程管理的重要底座，现状表明基础薄弱，第一，合同条款谈判准备不充分，风险分配与界面责任约定不完善，为后续争议埋下隐患。第二，履约过程中的变更、签证与延误等事项缺少及时记录与证据固定，影响索赔与反索赔的有效性。第三，风险识别缺乏系统方法，预警信号未能转化为行动清单，导致风险处置被动。第四，合规管理未贯穿全流程，重点环节的审查深度不足，现场与资料之间存在断点。第五，争议解决路径与资源准备不充分，缺少标准化应对策略与时间节点管理。

### （八）绿色建造与可持续管理推进力度不足

绿色建造已成为建筑工程管理的重要方向，但实际推进不均衡，第一，绿色目标分解不到位，目标未细化到工序与岗位，执行层难以对标落地。第二，能源与材料计量不精细，台账不完整，难以支撑持续优化。第三，绿色技术与工法的应用选择缺少系统评估，成本与收益、质量与进度之间的平衡把握不够。第四，过程监督与审核机制不完善，阶段性复核与纠偏不及时，影响达成度。第五，供应链对绿色要求的响应不充分，采购、分包与设备环节的绿色标准嵌入不足。

## 二、建筑工程管理的创新模式优化策略

### （一）推动制度一体化与流程贯通

优化路径应从顶层与执行双向入手，第一，统一制度口径并形成覆盖全专业全阶段的作业指引，明晰输入输出与责任界面，实现端到端流程映射，减少重复与空档。第二，建立跨部门协同机制，设置例会节拍与问题闭环清单，明确牵头与配合关系，确保事项有主责有时限有复盘。第三，构建责任矩阵，把关键控制点落实到岗位与文件，形成可追溯的移交流程与留痕要求。第四，完善监督检查与整改复核机制，以台账化管理跟踪问题处置与制度更新，形成持续改进通道。第五，推动制度与信息化深度融合，把制度要求转化为流程权限、校验规则与模板库，以系统固化标准。

### （二）实施计划滚动管理与精益成本控制

改进重点应围绕计划编制、过程调度与成本联动，第一，建立从年度到月周的滚动计划体系，明确基准、目标与执行三类计划的关系，设置偏差触发条件与调度机制。第二，细化里程碑到工序级节拍，强化工作面组织与资源匹配，以前馈控制减少后期赶工。第三，构建成本分解与责任到人的管理台账，把合同、变更与现场计量纳入同一账套，确保成本实时反映。第四，完善变更与签证的事前评估与过程记录，强化依据、范围与影响的同步确认，避免成本失真。第五，建立进度与成本双向联动规则，计划调整必须同步校核资源与费用，形成协同控制。

### （三）建立源头把关与全过程双控机制

质量与安全治理需前移关口与过程固化，第一，实施样板先行与首件认可，把标准与做法固定为可复制模板，源头把关减少返工。第二，围绕关键工序布设质量控制点与安全控制点，明确



检查人、记录表与见证方式，形成过程证据链。第三，建立安全风险清单并动态更新，把高风险作业的交底、许可与监护纳入刚性程序。第四，完善隐患排查、整改、复核与销项的闭环，设置时限与验证要求，防止问题反弹。第五，强化交付前的系统性复核与缺陷修复，把功能测试、观感标准与资料一致性统一到位。

**（四）推进数据标准化与业务一体化应用**

数字化建设应围绕标准、流程与应用深度，第一，统一数据标准，建立主数据管理与口径字典，确保多系统间的一致性。第二，把关键业务流程嵌入系统，以规则驱动必填项、校验项与流转权限，让制度在线化。第三，完善现场数据采集的移动化与影像化，提升时效与准确，减少人工转录误差。第四，建设面向管理层的可视化看板与预警规则，将进度、成本、质量与安全的核心指标统一呈现，突出偏差与行动。第五，打通项目、供应链与合同结算数据，实现实时对量与对价的闭环管控。

**（五）构建计划驱动的协同与透明机制**

供应链优化要以计划为主线、以透明为抓手，第一，建立采购与施工的联合计划，按工序与节拍分解到货与加工，实现实时对量。第二，统一物资设备的技术标准与检验要求，在合同、图纸与作业面三端同口径传达。第三，细化分包界面，把范围、进度、质量与安全要求写入清单与交付物，减少争议空间。第四，构建分级分类的履约评价与奖惩机制，以表现驱动资源分配与准入退出。第五，完善物流与仓储的可视化管理，应用台账与看板管理库存结构与周转天数，减少占压与断供。

**（六）完善胜任力体系与赋能机制**

组织能力建设要兼顾标准、培养与激励，第一，建立岗位胜任力标准，明确知识、技能与行为要求，并与任职资格与用人决策挂钩。第二，构建分层分岗的培训路径，围绕计划控制、成本管理、质量安全与信息化应用开设进阶课程，强化案例化演练。第三，把过程表现与协同贡献纳入绩效，突出前瞻识别、问题闭环与知识沉淀的权重，激发责任意识。第四，完善授权机制，明确项目经理与专业负责人的资源配置权与跨界协同权，提升响应速度。第五，建立导师制与经验复盘机制，沉淀模板、清单与指南，形成可迁移的组织记忆。第六，引入外部专业力量开展专题辅导与能力评估，缩短新方法转化周期。

**（七）完善全流程合规与证据管理**

合同与风险治理需要前置识别与过程留痕，第一，建立合同审查清单，对风险分配、界面边界、变更与索赔条款进行逐项校核，确保表述清晰可执行。第二，完善全过程证据管理，把会议、指令、变更与计量的要件固化为标准记录，保证时效、内容与签认完整。第三，构建风险识别与预警清单，明确触发条件与处置动作，实现从提示到行动的闭环。第四，把合规审查嵌入关键节点，对招采、分包、签证与结算实施清单化校验。第五，制定争议应对策略与时间节点计划，明确资源投入与授权安排，提高处置确定性。第六，联通合同、成本、进度与质量系统，形成一处变更多处联动的管控格局。

**（八）推进目标分解与过程控制并强化激励**

绿色建造需要明确目标、强化过程与形成激励，第一，把绿色指标分解到工序与岗位，明确责任人、检查项与移交标准，让目标可检验可追溯。第二，建立能源与材料计量台账，按节拍更新与审核，支撑对比分析与持续优化。第三，形成绿色技术应用清单，结合质量、进度与成本的综合评估，选择适配性强的做法并固化为标准。第四，把绿色要求嵌入采购与分包合同，明确交货与施工过程中的绿色条款与记录义务。第五，设置阶段性复核与纠偏机制，对偏差及时制定改进措施与责任分解，确保达成度。第六，建立绿色绩效与激励挂钩的制度，把过程表现、创新成效与全面达标纳入评价。

**三、结论**

研究围绕探讨建筑工程管理的现状及创新模式的研究展开，以问题清单与对策清单一一对应的方式构建了从制度到流程、从人员到数据、从供应链到绿色建造的系统性治理框架。现状中的关键短板具有结构性与关联性，单点优化难以奏效，必须以制度一体化与流程贯通为统领。创新模式的有效落地依赖于计划滚动、精益成本、双控质量安全、数据标准化与供应链协同的组合发力，并以胜任力建设、合规证据链与绿色目标分解提供长期支撑。实施需要路径化推进与闭环监督，通过路线图、试点与复盘把改进固化为组织能力。

**参考文献**

[1] 杨友龙. 基于深基坑支护技术的建筑工程管理优化方案 [J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(21): 163-165.  
[2] 苏宗宪. 建筑工程管理中的数字化转型与智能化应用探索 [J]. 中华建设, 2025, (11): 31-33.  
[3] 巴帅, 胡建辉. 新形势下建筑工程造价管理优化策略 [J]. 现代营销, 2025, (30): 40-42.  
[4] 徐俊豪. 人工智能技术优化住宅建筑工程管理研究 [J]. 居舍, 2025, (30): 137-140.  
[5] 李虎, 江洪春, 冉文. 贵州强工科行动视域下建筑现场工程师人才培养实践研究 [J]. 山西建筑, 2025, 51(21): 191-194.

# 探析建筑工程项目全过程管理模式的运用

高文飞

广东肇亚建设工程有限公司，广东 肇庆 526000

DOI:10.61369/UAID.2025040026

**摘 要：** 建筑工程施工项目管理目前面临监管机制不健全、前期成本管理薄弱及管理体系不完善等核心问题，制约了工程质量和效益的提升。全过程管理模式通过系统化、动态化的管理手段，在项目前期招投标、合同与材料管理，以及施工阶段的技术质量、安全控制与人才建设等方面实现全面优化，并在竣工结算环节强化造价审核，为提升项目整体管理水平、保障工程质量与成本控制提供了有效路径。

**关 键 词：** 建筑工程项目；全过程管理模式；运用

## Analysis on the Application of the Whole Process Management Mode in Construction Engineering Projects

Gao Wenfei

Guangdong ZhaoYa Construction Engineering Co., Ltd., Zhaoqing, Guangdong 526000

**Abstract：** Construction project management currently faces core challenges such as inadequate regulatory mechanisms, weak preliminary cost management, and incomplete management systems, which constrain improvements in project quality and efficiency. The whole process management model employs systematic and dynamic management approaches to achieve comprehensive optimization across project phases. This includes tender bidding, contract and material management during the preliminary stage, as well as technical quality control, safety oversight, and talent development during construction. Enhanced cost auditing during final settlement provides an effective pathway to elevate overall project management standards while ensuring construction quality and cost control.

**Keywords：** construction project; whole process management model; application

### 引言

随着建筑行业规模持续扩大与复杂程度日益提升，传统的工程管理方式已难以适应现代项目对质量、安全与成本控制的综合要求。当前建筑工程在监管体系、成本预控及管理机制等方面仍存在明显短板，亟需引入更加系统、全过程的管理方法。文章基于全过程管理理念，系统分析其在建筑工程前期准备、施工实施与竣工结算各阶段的具体应用，探讨如何通过制度化、标准化与动态化管理，全面提升建筑工程项目管理的整体效能与可持续性。

### 一、建筑工程施工项目管理存在的问题

#### （一）监管机制尚不健全

当前，我国在建筑工程管理领域仍面临诸多挑战，存在一些亟待改进的不足之处。特别是在施工过程的监督管理方面，问题表现得尤为突出。由于现行体制中对监管环节缺乏系统性的构建，加之相关单位对监督工作未能给予足够关注，致使整体管理水平难以提升。与此同时，现场管理团队的专业素养也有待加强，多数管理人员缺乏足够的项目实践经验，这直接影响了管理措施的执行效果。在具体施工环节中，操作人员的专业技能与职业素养直接影响工程成果，若施工队伍的专业能力不达标，极易引发工艺质量不合格、现场安全事故频发、项目进度严重滞后等一系列连锁反应，最终导致工程建设成本大幅增加。

#### （二）前期成本管理薄弱

在建筑工程项目的推进过程中，从投标结束到正式开工前的这一阶段，本应全面落实各项成本的前期管控。然而现实中，不少施工企业尽管以较低价格成功中标，却在后续环节中忽视对成本的预先规划与约束，致使项目在资金层面承受较大压力。此类情况下，施工过程中容易产生大量计划外支出，甚至造成实际开支远超预算的局面。此外，部分项目的管理体系未能对工程预算给予足够重视，加之成本预测机制本身存在缺陷，进一步限制了事前成本管理的有效性<sup>[1]</sup>。

#### （三）管理体系尚未健全

当前，在我国建筑工程施工过程中，许多单位尚未建立起系统而完整的管理制度。相关负责人员未能针对项目各阶段实施全面有效的质量监督，致使企业在施工前的质量核查、中期的工序

管控以及竣工后的验收评估等多个环节暴露出管理缺陷。同时，大量现场施工与管理人员对工程管理的核心价值缺乏足够认知，普遍未能深入理解现代化建筑工程所需要的科学运营模式。建筑类企业内部往往欠缺成熟统一的管理理念作为支撑，加之组织架构与制度设计存在缺陷，最终造成工程管理整体水平难以提升。部分大型企业为追求短期利润，采取降低材料标准、压缩必要开支等方式控制成本，这种行为不仅直接损害工程实体质量，也对建筑领域的可持续进步与良性发展形成了阻碍。

## 二、全过程管理在建筑工程前期中的应用

### （一）招标准备与文件编制

在建设项目全周期管理框架下，初始招标环节需要采用系统化方法进行全面审视。此阶段的核心任务在于通过科学的评估机制筛选出符合资质要求的施工承包单位，这要求对可能影响工程质量的各种技术要素、管理要素及资源要素展开跨专业综合分析。基于分析结论，需制定兼具前瞻性与可操作性的项目执行计划及技术实施方案。在编制过程中，必须紧密结合项目所在地的客观条件、资源禀赋及技术特点，恰当地运用专业技术规范并完善招标文件体系。通过建立严谨周密的招标技术标准与配套实施方案，不仅能为后续施工阶段的各项作业提供明确规范与决策依据，还能从源头上构建质量保障机制，最终确保工程项目在预定工期内的建设品质与整体效能达到预期目标<sup>[2]</sup>。

### （二）合同体系与履约管理

合同管理作为工程项目实施过程中的核心管控环节，对项目建设具有全局性影响。在工程项目的合同架构中，主要涵盖建筑材料采购合同、劳务用工合同以及工程承包合同等关键类型。这些具有法律效力的协议文件共同构成了合同管理工作的主要对象与实施依据。在具体施工组织过程中，关键任务在于严格依照合同约定标准筛选符合要求的施工实施单位，并基于合同条款规范指导各类现场作业的开展。进入合同履行阶段后，需持续对合同约定事项进行动态协商与系统化管理，通过规范的合同履行流程为后续施工环节的顺利推进建立制度基础，从而保障工程项目在法律框架内有序实施。

### （三）材料质量控制与成本管控

在建筑工程实施过程中，各类施工材料的需求量极为庞大，其品质优劣直接关系到工程实体质量与施工安全性能。从项目成本构成来看，建筑材料支出通常占据工程总造价的60%至70%，这凸显了材料管理在项目整体管控中的关键地位。因此，在现代建筑工程管理体系下，应当运用全过程管理理念，在项目启动阶段就依据合同约定的技术标准与施工要求，系统编制材料专项管理方案。该方案需重点规范建筑材料的采购流程与现场仓储管理，在确保工程质量符合设计要求的前提下，通过科学测算与精细化管理，实现建筑材料的合理配置与有效利用。为确保材料质量全程可控，需要建立从供应商评估、入场检验到使用追踪的全链条监管机制。通过引入现代化的物资管理系统，对各类建材的规格参数、技术指标和使用流向进行精准记录与动态监控。在成

本控制方面，应当根据施工进度计划制定科学的材料采购方案，避免因过度囤积导致资金占用，同时也要防止供应不足影响工期。此外，还需建立完善的现场材料保管制度，针对不同特性的材料采取相应的防护措施，最大限度减少因保管不当造成的性能劣化与资源浪费。通过这种全方位、精细化的材料管理模式，不仅能够保障工程品质，还能显著提升项目的经济效益<sup>[3]</sup>。

## 三、全过程管理模式在工程施工阶段的具体应用

### （一）加强施工技术质量管控

施工工艺技术水平直接关系到建筑工程的整体品质与可持续性，任何工程项目的顺利实施都离不开对技术应用的严格监督。在推进全过程工程管理的实践中，管理人员应当从系统性管理思维出发，强化对关键工序的技术管控力度。以混凝土结构工程为例，需要对其配料制备、运输调度、现场浇筑、后期养护及质量检测等全流程实施标准化监督，特别要严格控制混凝土的材料配比与工作性能，确保施工成果符合国家现行规范与行业技术标准，从源头上预防因工艺不当引发的质量缺陷与工程争议。针对不同施工阶段的技术特点与要求，相关参建单位应结合现场实际工况与项目定位，以设计文件为指导依据，建立动态调整的技术管理机制。同时，管理团队应持续开展专业技术学习，及时掌握新材料、新工艺的应用要点。只有当管理人员深入理解各项技术的原理特征与实施规范，才能在监督过程中准确识别问题、有效履行管理职责，为工程质量提供可靠保障。

### （二）构建全过程安全管理体系

安全生产作为现代建筑行业持续发展的核心议题，不仅是工程建设的基本前提，更是社会各界对建筑行业提出的根本性要求。在当前建筑规模持续扩大、复杂程度不断提升的背景下，安全事故发生的风险也相应增加，这使得施工企业和建设单位愈发认识到加强安全管控的紧迫性与重要性。在全过程管理框架下，需要建立覆盖施工人员、设计团队及项目管理人员的安全监督网络，通过动态监测与系统化管理提升各参与方的安全责任意识。要特别注重规范技术人员在工艺流程中的操作行为，从源头上消除安全隐患。同时，应进一步完善施工现场的安全监管机制，构建分级负责的安全责任体系，并建立健全的事故预警与应急处置方案，以提升对各类突发安全事件的快速响应与有效处置能力，为工程项目顺利推进提供坚实保障<sup>[4]</sup>。

### （三）构建全过程质量保障机制

在采用全过程管理模式的建筑项目中，通常能够建立起层次分明、覆盖全面的质量监督网络，同时汇聚具有专业背景的质量管理人才。这种系统化的管理架构为工程质量控制提供了坚实基础。基于此，现代建筑工程在推进全过程管理的过程中，需要聚焦工程质量的关键控制要素，组建具备专业技术能力与质量管理经验的核心团队，通过持续强化质量监督与评估机制，不断提升项目质量管控效能。与此同时，应当着力推动质量管控体系与安全生产管理、施工技术管理等模块的深度融合，建立跨部门协同工作机制。通过构建信息共享平台和联合检查机制，实现质量管



理与其他管理环节的有机衔接与相互支撑。这种系统化、集成化的管理方式，不仅能够有效提升单个项目的质量绩效，更能够通过示范效应推动行业质量管理标准的持续完善，从而促进建筑行业整体工程品质的全面提升，为建筑业高质量发展注入持续动力。在具体实施过程中，还需要建立贯穿项目全周期的质量追溯机制，从材料采购、施工工艺到竣工验收各环节形成完整的质量记录体系。通过数字化手段对关键质量控制点进行实时监测与数据分析，及时发现并解决质量隐患，确保工程质量始终处于受控状态。

#### （四）强化人才队伍建设与能力提升

具备高素质的管理人才与高水平的施工技术团队，是推动全过程管理模式有效实施和广泛应用的核心要素。任何建筑工程项目的顺利开展与高质量完成，都必须依托专业化的团队支撑。基于这一要求，建筑企业应当持续推进人才发展战略，为管理层人员及现场技术工作者搭建系统化的职业发展平台。通过定期组织专业培训、技术交流与能力提升计划，使管理人员熟练掌握现代化管理方法，使施工人员深入理解工艺标准与技术要领。这种全员技能水平的持续提升，将有力保障建筑工程项目各环节工作的协调推进与整体工程目标的顺利实现。

#### （五）优化招标准备与文件编制流程

在工程项目正式启动前，招标环节承担着对各参建单位资质能力进行系统审查与核验的重要职能。要将全过程管理理念落到实处，就需要从这一初始阶段着手建立系统的管控机制。在招标管理过程中，要求造价预算人员对拟承建工程进行多维度综合分析，从宏观层面识别影响项目的关键要素，明确施工期间需要开展的各项专业技术工作，并据此编制相应的技术方案文件。这些经过周密准备的招标技术资料，将作为争取项目承建资格的核心依据。需要特别指出的是，投标阶段形成的技术方案与承诺文件，在整个项目生命周期中具有特殊的法律地位——它们作为项

目首份正式施工策划文书，对中标单位后续的施工活动产生法定约束力，为全过程管理的有效实施奠定了法律基础<sup>[5]</sup>。

#### （六）竣工结算阶段的造价审核与控制

在建筑工程最终验收环节，全过程造价管理成果通过竣工结算得以量化呈现。这一阶段要求管理人员严格审核结算资料的准确性与合规性，包括工程量的真实性与计价依据的合法性。需系统核查资料的完整性，防止数据遗漏或重复计算，同时验证结算内容与实际完成工程之间的一致性。对其中存在的材料价格异常等情况，应当及时作出专业标记并提出质疑。在竣工造价审核过程中，需要根据项目实际施工条件开展价格调整专项审查。由于建筑材料市场存在波动性，部分项目可能出现实际材料成本与初期预算显著偏离的情形。这就要求管理人员基于合同条款与市场行情，审慎评估调价申请的合理性。在价格调整审核中，发现任何疑点或违规情况都需立即形成书面报告，切实维护建设方的合法权益。此外，总承包管理协调费应当根据实际服务内容进行核定与调整。对于施工过程中未实际发生的技术措施和相应费用，应严格遵循现行政策规定予以核减，确保工程造价的真实性与准确性。

### 四、结束语

全过程管理模式通过将管理活动贯穿于建筑工程的前期策划、中期施工与后期结算各环节，构建起系统化、协同化的项目管理框架。其在招标准备、合同管理、材料控制等方面奠定良好基础，在施工阶段强化技术、安全与质量的集成管控，并通过竣工结算实现成本闭环管理。该模式不仅有助于解决当前建筑工程管理中存在的监管缺位、成本超支与体系松散等问题，也为推动建筑行业向精细化、标准化与可持续发展转型提供了理论支撑与实践路径。

### 参考文献

- [1] 张鹏. 建筑工程项目全过程管理模式的运用 [J]. 砖瓦世界, 2021(6): 159, 161.
- [2] 方芳. 全过程管理模式在建筑工程项目管理中的应用 [J]. 城市开发, 2025(2): 127-129.
- [3] 李金花. 全过程管理模式在建筑工程项目管理中的有效运用 [J]. 中国房地产业, 2019(8): 27.
- [4] 林海. 建筑工程项目管理中全过程管理模式的运用 [J]. 数字化用户, 2023, 29(29): 55-57.
- [5] 王养奇. 全过程管理模式在建筑工程项目管理中的应用研究 [J]. 房地产导刊, 2025(9): 108-109, 112.

# 关于建筑工程管理中质量与安全控制分析

罗运新

广州流溪工程管理有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040028

**摘 要 :** 文章系统探讨了建筑工程管理中质量与安全控制的核心价值、现存问题及优化路径。研究指出,有效的质量安全管理不仅能提升企业市场竞争力和成本效益,更是保障工程可持续发展的基石。针对当前建筑行业管理意识、强化从业人员培训、规范工期管理、实施全过程质量控制、建设智能监管平台及建立多方责任网络等具体措施,为提升建筑工程质量安全水平提供了完整的理论框架和实践指南。

**关 键 词 :** 建筑工程管理; 质量与安全; 控制

## Analysis of Quality and Safety Control in Construction Project Management

Luo Yunxin

Guangzhou Liuxi Engineering Management Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract :** This paper systematically examines the core value, existing issues, and optimization pathways of quality and safety control in construction project management. Research indicates that effective quality and safety management not only enhances corporate market competitiveness and cost-effectiveness but also serves as the cornerstone for ensuring sustainable project development. Specific measures—including strengthening management awareness within the construction industry, intensifying personnel training, standardizing schedule management, implementing whole-process quality control, establishing intelligent supervision platforms, and creating multi-party responsibility networks—provide a comprehensive theoretical framework and practical guidelines for elevating construction project quality and safety standards.

**Keywords :** construction project management; quality and safety; control

## 引言

随着我国城镇化进程加速和建筑行业快速发展,工程质量与安全管理已成为关乎人民生命财产安全、影响行业可持续发展的重要课题。在当前建筑业转型升级的关键时期,传统的管理模式已难以适应新时代高质量发展要求,亟须建立更加科学、系统的质量安全管理体。本文从建筑工程管理的重要性出发,深入分析当前存在的突出问题,并提出具有针对性的改进措施,以期为提升建筑工程质量安全水平、推动行业健康发展提供理论参考和实践指引。

## 一、建筑工程管理质量安全控制的重要性

### (一) 增强企业在行业中的竞争优势

在建筑项目启动初期,必须完成招投标流程,确定中标单位后,双方签订正式施工合同。随后,依据工程的具体特点,制定出合理的施工方案与组织设计,为后续施工奠定基础。整个项目从招标、合同签订到正式开工,各环节均需实施精细化管理,包括对建筑材料的采购、质量检验及现场使用等过程进行严格监督。同时,施工人员的工时与薪酬安排、机械设备的租赁或采购成本,均直接关系到企业的整体利润水平。通过实施有效的成本控制策略,施工企业能够显著减少不必要的开支,选取更高效、更经济的施工方法与工艺,从而提升项目盈利能力,进一步增强

企业在市场中的综合实力。

### (二) 有效控制项目资金投入

在建筑工程管理的各项工作中,成本控制占据关键地位。实施科学的现场管理策略,有助于加快工程进度,减少不必要的人工支出,从而保障项目在合同规定工期内顺利竣工。针对不同岗位的管理人员与一线施工人员,结合工程实际条件及技术要求,开展有针对性的岗前培训,并依据项目具体目标制定合理的施工安排,能够显著避免人力资源的闲置与浪费。此外,落实系统化的管理手段还可以大幅减少建筑材料的损耗,在确保施工品质的前提下,提高模板、支架等周转性材料的使用次数,减少现场废弃与库存积压。同时,对各类施工机械设备进行统一调度与定期维护,也能显著提升其台班利用效率,避免因设备闲置或故障导

致的额外开支。通过从人工、机械、材料三方面同时加强成本管控,可以实现项目整体资金投入的显著降低<sup>[1]</sup>。

### （三）筑牢工程安全与质量根基

在各类建筑项目的实施过程中,安全性与工程质量始终是核心关注点。真正系统化的工程管理,不仅需要关注经济效益,更要将安全和质量作为贯穿全过程的主线。将国家与行业在质量安全方面的法规、标准及技术规范,有效贯彻到施工的每一个具体环节,是对建设单位、施工单位及监理单位协同管理能力的实际考验。工程的质量可靠性与其安全保障水平,共同构成了建筑的生命线。各参与方既是这一“生命”的共同塑造者,也是其延续过程中的维护者。唯有各方形成统一的管理理念与目标,明确责任界面,充分发挥各自专业优势与管理职能,才能切实保障建筑结构的长期稳定与功能完整,最终实现其应有的社会与经济价值。

## 二、建筑施工项目管理质量控制与安全管理存在的问题

### （一）管理意识与制度执行短板

当前,在我国建筑行业持续发展的背景下,不少施工项目在管理环节仍面临意识层面的不足,尤其是管理人员对质量管控与安全生产的重视程度不足,直接影响了管理制度的建立与现场落实效果,为工程带来潜在风险。部分企业过度聚焦短期经济效益,未能将质量监督与安全规范置于应有高度,进而引发施工过程中的多种不规范行为,例如随意简化工艺、偏离设计图纸要求、脚手架及支撑体系搭设不合规、作业人员不按规定使用安全防护装备等。这些行为不仅违背工程建设的基本准则,还会对项目整体进度与结构安全形成严重制约,甚至可能引发质量事故与安全事故,最终影响建筑物的长期使用性能与工程参建各方的社会信誉<sup>[2]</sup>。

### （二）现场作业人员的素质能力短板

当前建筑工程领域普遍面临一线操作人员专业基础薄弱、技能水平参差不齐的状况。这种人员素质现状给施工现场的质量管控与安全监督带来显著挑战。部分作业人员对企业推行的质量管理规范与安全生产要求缺乏应有认知,在实际操作过程中常常忽视工艺标准和检测程序。这种不规范行为直接引发材料使用效率低下、工序验收合格率下降等问题,进而造成资源浪费加剧、工程质量缺陷频发。由此带来的返工修复和材料损耗,持续推高工程项目的实际建造成本,形成恶性循环。

### （三）施工机械与安全设施管理短板

在现代建筑工程中,各类专业机械设备是保障施工质量、维护作业人员安全的重要基础条件。然而在实际管理过程中,许多项目对机械设备的日常维护与定期保养工作缺乏足够重视,同时现场安全通道、防护装置等配套设施的设置也远未达到规范标准。这种管理缺位直接导致机械设备的磨损加速、故障率上升,并使得高空坠落、机械伤害等安全事故的发生概率显著增加。这些问题不仅直接影响工程进度与质量稳定性,更对施工现场的整

体安全环境造成持续负面影响,成为制约工程项目顺利实施的关键因素<sup>[3]</sup>。

### （四）施工安全规范体系尚待完善

当前,在我国经济持续快速增长与城镇化加速推进的背景下,建筑行业不仅承担着促进区域经济发展的重要职能,还关乎城市整体形象与功能完善。该行业在推动社会现代化进程中具有不可替代的作用。然而,建筑工程项目普遍具有周期长、作业面广、参与人员众多、技术流程复杂、高处及交叉作业频繁等特点,而我国目前尚未构建起与之匹配的全面、系统的安管理法规体系。这一制度层面的缺失,导致施工现场安全管控缺乏有效依据,在工程质量控制、进度安排与安全措施落实等方面存在诸多薄弱环节。同时,作业人员的基本安全权益难以得到充分保障,由此引发劳务双方之间的纠纷与对立,严重影响工程建设的顺利推进。此类问题不仅损害施工企业的社会声誉,激化社会矛盾,也对团队内部稳定性和员工积极性产生负面影响,进而在更广泛的层面上削弱我国建筑业的国际竞争能力。

## 三、加强建筑工程质量安全管理的有效措施

### （一）构建系统化的工程监管机制

为提升建筑工程领域的整体管控水平,首要任务是建立科学完善的质量安全管理制度框架,该框架需紧密结合我国建筑业的发展阶段与地域特点。其次,应全面强化监督执行力度,通过建立更加严格的督查标准和常态化的检查机制,实现对施工安全全过程的有效规范。当前尤其需要重点解决两类突出问题,一是部分安全监督机构及岗位人员存在职责履行不到位的情况,未能充分发挥其在安全管理体系中应有的预防与保障作用,亟须通过明确责任边界和考核标准来提升监管实效;二是许多施工企业仅满足于遵守《建筑安全法》的基本要求,未能根据项目特性和企业实际制定更具针对性、可操作性的安全管理细则,且现有制度在落地执行过程中往往大打折扣。针对这一现状,必须推动企业建立分层分类的安全监督标准体系,并建立有效的执行保障机制,确保各项制度能够真正贯穿于施工活动的每个环节。

### （二）强化从业人员安全能力建设

施工企业应系统开展面向工程人员的安全专项培训,既要强化其安全防范意识,又要提升专业技术能力。建议设立专职培训部门,聘请具备实践经验和理论知识的培训师,为不同岗位人员制定个性化指导方案。通过采用小班教学、现场实操、案例分析等多元化方式,针对施工过程中可能出现的各类安全隐患进行细致剖析,确保每位参训人员能够深入掌握安全规范与操作要领。这种持续性的教育培训机制,有助于从业人员在复杂施工环境中准确识别风险,规范作业行为,从而筑牢施工现场的安全防线<sup>[4]</sup>。

### （三）规范建设流程与工期管理

建设工程的顺利实施,必须以严格遵守法定建设程序为基础。相关行政主管部门应当依法行使审批权限,确保每个建设项目都经过规范、完整的审批流程。在项目实施过程中,任何机构



或个人均不得无理要求缩短经科学论证的合理工期。从项目发包阶段到施工阶段，所有参与方都需严格遵循既定的工期计划，确保工程推进的有序性和连续性。在工程招投标环节，招标文件中必须明确将合理的工期安排作为核心条款，使其成为合同文件的重要组成部分。一旦勘察、设计及施工工期经过法定程序确定，任何单位或个人都不得擅自压缩。如确需调整，必须进行充分的技术可行性论证，并制定确保工程质量和安全的技术方案与专项措施。此类重大调整还需经过专家评审委员会严格审查，在获得正式批准后方可实施，以从源头上杜绝因盲目赶工导致的质量安全隐患。

（四）构建全过程精细化质量管理机制

在工程项目实施阶段，必须清晰界定各参与方的职责范围，通过建立系统化的质量管理架构，将责任落实到每个环节。这一体系需要覆盖从材料进场到工序验收的所有细节，实现对施工全流程的标准化管控。具体实施路径包括：首先制定清晰的施工团队管理准则与工程技术规范，使全体人员准确把握质量目标与控制要求；其次需精心编制施工组织设计文件，同步完善各项附属方案，在文件中详尽列出质量控制的指标、方法及预期效果，形成可执行的质量计划；最后要通过常态化的监督检查机制，确保各项质量管理要求在实际操作中得到贯彻，最终保障工程成果符合设计规范与验收标准，实现质量管理的闭环控制。

（五）构建科学完善的质量安全管控体系

建立系统化的建筑工程质量安全管理制度，对保障工程品质和施工安全具有基础性作用。科学规范的管理体系能够为现场作业提供明确指引，使每个施工环节都有章可循、有标可依，从而确保工程质量始终处于受控状态。一方面，这类制度通过设定清晰的技术规范与工艺标准，为各道工序的施工质量提供明确依据，推动施工精细化管理；另一方面，通过建立合理的考核激励机制，将工作绩效与奖惩措施有机结合，能够有效调动从业人员的积极性和责任心，促进施工效率提升，保障项目按期推进。完善的管理制度不仅为施工人员提供了标准化的工作指引，更有助于其深入理解工艺流程和质量要求，促使施工人员在实践中自觉遵循规范、改进工艺，最终实现工程质量的整体提升。

（六）推进信息化智能监管平台建设

在数字化时代背景下，建筑工程质量安全应积极运用现代信息技术构建智能监管平台。通过引入物联网传感器、无人机巡检、BIM建模等数字化工具，实现对施工现场质量与安全状况的实时监测和数据分析。该平台可整合人员管理、设备监控、材料追溯、环境监测等多维度信息，建立可视化的风险预警机制。当系统识别到异常数据或违规行为时，能够自动触发预警并推送给相关责任人，实现从被动应对到主动预防的转变。这种智能监管模式不仅提升了管理效率，更通过数据驱动决策为工程质量管理提供科学依据，推动建筑行业向智能化、精细化管理转型升级<sup>[9]</sup>。

（七）建立多方协同的质量安全责任网络

构建建设单位、施工单位、监理单位、设计单位等多方参与的质量安全协同治理机制，形成相互监督、责任共担的管理格局。通过建立联席会议制度、信息共享平台和联合检查机制，打破各参与方之间的信息壁垒，实现质量安全的无缝衔接。同时，推行工程质量保险制度和安全责任终身制，用市场化手段和法律责任约束各方行为。这种网络化治理模式能够充分调动各参与主体的积极性和责任感，形成“人人重视质量、人人保障安全”的良好氛围，从组织架构和运行机制上为工程质量安全提供多重保障。

四、结束语

建筑工程质量安全是一项系统工程，需要从制度建设、人员培养、流程规范和技术创新等多维度协同推进。通过构建完善的监管机制和责任体系，强化全过程质量管控，运用信息化手段提升管理效能，形成各方协同共治的良好局面，才能从根本上提升建筑工程的质量安全水平。这不仅有助于企业增强市场竞争力、实现可持续发展，更为促进建筑行业高质量发展、保障社会公共利益奠定了坚实基础。未来，随着新技术、新理念的不断应用，建筑工程质量安全将向着更加智能化、精细化、系统化的方向持续迈进。

参考文献

[1] 李玉英. 解析建筑工程管理中质量与安全控制[J]. 建材与装饰, 2025, 21(26): 85-87.  
[2] 罗昊. 建筑工程管理中质量与安全控制研究[J]. 建材与装饰, 2024, 20(32): 100-102.  
[3] 沈雄东. 建筑工程管理中质量与安全控制探究[J]. 建材与装饰, 2022, 18(16): 102-104.  
[4] 李晶晶. 如何做好建筑工程管理中质量与安全控制工作[J]. 建材与装饰, 2023, 19(22): 67-69.  
[5] 方晓峰. 解析建筑工程管理中质量与安全控制[J]. 房地产导刊, 2024(24): 59-60, 63.

# 分析预制剪力墙悬挑钢梁穿墙洞口封堵构造及其施工方法

石亚光, 罗佳瑞, 黄鑫宇, 姚腾飞  
中冶南方工程技术有限公司, 湖北 武汉 430000  
DOI:10.61369/UAID.2025040029

**摘 要 :** 文章将深入探讨预制剪力墙悬挑钢梁穿墙洞口封堵的构造细节及其施工方法, 详细描述其构造特点、施工过程中可能遇到的难点以及相应的解决措施。通过对相关技术的深入剖析, 结合实际工程中的具体数据和案例, 文章旨在为建筑工程中遇到的此类洞口封堵问题提供全面的技术参考和指导, 从而有效提升施工质量和安全性, 确保工程的顺利进行。

**关 键 词 :** 预制剪力墙; 悬挑钢梁; 穿墙洞口封堵; 施工方法

## Analysis of Sealing Construction Details and Construction Methods for Wall Penetrations of Precast Shear Wall Cantilever Steel Beams

Shi Yaguang, Luo Jiarui, Huang Xinyu, Yao Tengfei  
China Metallurgical South Engineering Technology Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430000

**Abstract :** This paper thoroughly examines the structural details and construction methods for sealing wall openings where precast shear walls intersect with cantilevered steel beams. It provides a detailed description of the structural characteristics, potential challenges encountered during construction, and corresponding solutions. Through an in-depth analysis of relevant technologies, combined with specific data and case studies from actual projects, the paper aims to offer comprehensive technical reference and guidance for addressing such opening sealing issues in construction engineering. This approach effectively enhances construction quality and safety, ensuring the smooth progress of projects.

**Keywords :** precast shear wall; cantilever steel beam; wall penetration sealing; construction method

### 引言

在建筑施工领域, 悬挑钢梁穿过预制剪力墙所形成的穿墙洞口的封堵工作, 是保障建筑结构安全与防水性能的关键环节。以中新天津生态城旅游区域04-31地块住宅项目(一期)以及居住项目(武汉新城青年社区)二标段等工程为例, 随着建筑规模的扩大和施工要求的提高, 传统的外墙钢梁穿墙洞口封堵方法暴露出诸多问题, 如渗漏隐患大、安全系数低等, 已难以满足现代建筑施工的需求。因此, 深入研究科学合理的封堵构造及其施工方法, 对于提升建筑工程质量、确保建筑的正常使用功能具有重要的现实意义。

### 一、工程概况

#### (一) 中新天津生态城旅游区域04-31地块住宅项目(一期)

该项目位于中新天津生态城滨旅北部航帆道以南, 顺平路以西。总建筑面积59564.47平方米。建筑层数多样, 住宅高度最大为32.35米。在脚手架设计方面, 多栋楼采用悬挑式脚手架, 如1#楼西单元1-7层为落地式脚手架, 8-11层为悬挑脚手架。这种脚手架设计使得建筑施工过程中, 大量悬挑钢梁穿过预制剪力墙, 产生了众多需要封堵的穿墙洞口, 其封堵工作质量直接影响建筑的防水性能、结构安全及整体品质。

#### (二) 居住项目(武汉新城青年社区)二标段概况

项目地处武汉市东湖新技术开发区, 规划净用地面积41810

平方米, 总建筑面积达135699.83平方米。建筑层数从3层到24层不等, 结构形式为框架剪力墙, 基础采用桩筏基础。部分楼栋如1#-3#楼、5#楼等外架采用盘扣外架+冲孔钢板网形式(落地+悬挑)。其中, 1#楼1-6层为落地脚手架, 7-12层、13-屋顶层分别为不同高度的悬挑架。这些悬挑结构在施工中产生了大量预制剪力墙悬挑钢梁穿墙洞口, 给封堵工作带来了挑战, 且该工作对建筑的防水、结构稳固等方面至关重要。

### 二、预制剪力墙悬挑钢梁穿墙洞口封堵构造特点

#### (一) 企口设计增强防水防渗性能

预制剪力墙悬挑钢梁穿墙洞口处, 三边企口的设计是一大关

键特色。在混凝土浇筑过程中，通过预埋带企口的木盒等方式，拆模后在外墙外侧形成外低内高的企口结构。以碧桂园御川府二标段项目总承包工程为例，该项目山墙部位钢梁洞口封堵采用此构造，企口的存在有效阻断了外墙渗水通道。雨水等液体在重力作用下，难以通过企口向上渗透进入室内，以结构自防水为主，极大地降低了外墙洞口因渗漏引发质量问题的概率，相比传统的平面洞口，防水效果得到显著提升<sup>[1]</sup>。

### （二）预制板替代外模板提升安全性与整体性

外侧采用预制混凝土板代替传统的外模板，是该封堵构造的又一显著特点。预制板在工厂提前预制，质量可控，且表面通常采用拉毛工艺。安装时，通过预留洞斜对角线将预制板塞出外墙，再旋转使其与外墙企口紧密贴合。在旋转过程中，施工人员可通过预埋铁丝控制预制板，防止其掉落。像中新天津生态城旅游区域04-31地块住宅项目（一期）应用此方式，安装完成后预制板成为主体结构的一部分，无需拆除<sup>[2]</sup>。

### （三）对拉铁丝拉结保障模板稳固与施工便捷

内模板与预制板通过对拉铁丝紧紧相连，这种拉结方式为后续施工创造了诸多便利。在施工过程中，对拉铁丝能够将内模板和预制板牢固地固定在洞口两侧，形成封闭空间，为混凝土的浇筑提供稳定的模板体系。同时，相较于传统的内外模板支模方式，减少了外模板复杂的固定措施，操作更加简便。在实际施工中，施工人员可以较为轻松地通过对拉铁丝调整内模板和预制板的位置，使其更好地贴合洞口，提高施工效率。例如在居住项目（武汉新城青年社区）二标段的施工中，该方式使得模板安装时间大幅缩短，加快了施工进度。

### （四）与装配式特性适配提升施工质量与效率

对于装配式剪力墙结构，其封堵构造在设计上充分考虑了与装配式特性的适配。如在预制剪力墙生产时，预留的灌浆套筒和穿墙洞口位置精准，尺寸精度高。同时，封堵装置中的各部件，如预制板、内模板等，在尺寸和安装方式上都与装配式剪力墙的预制构件相互匹配。在一些装配式建筑项目中，预制板的规格和企口形状根据剪力墙的型号进行定制，安装时能够快速准确地就位<sup>[3]</sup>。

## 三、预制剪力墙悬挑钢梁穿墙洞口封堵构造及其施工难点

### （一）模板拆除风险

在传统的封堵施工工艺里，钢模板或木模板内外支模是较为常见的做法。以中新天津生态城旅游区域04-31地块住宅项目（一期）以及居住项目（武汉新城青年社区）二标段这类包含高层建筑的项目为例，外模板的拆除工作通常要推迟到后期外墙装饰施工阶段，并且必须借助吊篮来完成。在高层建筑施工环境下，吊篮作业受天气等因素的影响不容小觑。比如在风力较大的天气条件下，依据《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33 - 2012中对于高空作业设备在恶劣天气下的操作规范要求，吊篮的稳定性和安全性会大打折扣，外模板拆除的操作难度显著增加。一旦模板的固定措施不够牢固，就极有可能从高空坠落。在过往类似项目

中，就曾发生过因大风天气导致外模板固定松动而坠落事故，对下方施工人员和行人的生命安全造成严重威胁，这不仅延误了工程进度，还带来了巨大的安全隐患和经济损失。

### （二）混凝土浇筑与振捣难题

在实际施工中，预埋洞口尺寸通常都比较小，这给混凝土浇筑工作带来了很大挑战。就像上述两个项目中的情况，混凝土浇筑只能通过内侧模板的三角形槽口进行。如此狭窄的操作空间，使得施工人员难以使用常规的振捣设备进行有效的振捣作业。依据《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2015中对混凝土振捣密实度的相关要求，振捣不充分会导致混凝土内部存在空隙，密实度无法达到设计标准。在一些已完成的建筑项目里，就因为混凝土振捣不密实，在后续使用过程中，雨水通过穿墙洞口渗入室内，影响了建筑物的正常使用，给住户带来诸多不便，严重的还可能导致室内装修受损，需要进行二次修复，增加了额外的成本<sup>[4]</sup>。

### （三）洞口预留精度要求高

预制剪力墙生产时，对洞口尺寸及企口的精度要求近乎严苛，预埋灌浆套筒的定位与管径也必须精准无误。以实际工程经验来看，若洞口尺寸偏差过大，就像中新天津生态城旅游区域04-31地块住宅项目（一期）中可能出现的情况，封堵装置将无法准确安装，直接影响封堵效果，进而降低建筑的防水性能和结构稳定性。若是灌浆套筒定位不准确，在居住项目（武汉新城青年社区）二标段的施工中可能就会出现灌浆过程受阻的情况，导致无法顺利填充洞口，影响结构的整体性和稳定性。但在预制剪力墙的生产过程中，受到模具精度、生产工艺等多种因素的影响，要实现精准预留具有较大难度。模具在长期使用过程中可能会出现磨损，导致生产出的预制剪力墙洞口尺寸出现偏差；生产工艺中的振捣、养护等环节若控制不当，也会对洞口和灌浆套筒的精度产生影响。

### （四）施工工艺复杂

从预制板的制作、安装到内模板的设置，再到灌浆封闭等环节，整个施工流程较为繁琐且相互关联紧密。预制板的制作需要精确控制尺寸和强度，在居住项目（武汉新城青年社区）二标段中，预制板尺寸若出现偏差，在安装时就难以与洞口企口紧密贴合，影响封堵的密封性。安装时要确保其与洞口企口紧密贴合，这需要施工人员具备较高的操作技能和严谨的工作态度。内模板的设置要保证稳固性和密封性，否则在灌浆过程中容易出现漏浆现象，影响灌浆质量。灌浆封闭则需要掌握好灌浆材料的配比和灌浆压力等参数，在中新天津生态城旅游区域04-31地块住宅项目（一期）中，若灌浆材料配比不当，可能导致灌浆料强度不足，无法满足封堵要求；灌浆压力控制不好，可能会出现灌浆不密实或压力过大导致模板变形等问题。

## 四、预制剪力墙悬挑钢梁施工方法解决措施

### （一）优化模板拆除方式

针对传统模板拆除的风险，创新采用设置预制板并通过对



拉铁丝紧固内模板和预制板的方式。在实际操作中，如居住项目（武汉新城青年社区）二标段的施工，预制板安装时，施工人员会先将预制板通过预留洞斜对角线塞出外墙。这一过程需要施工人员精准操作，确保预制板顺利穿出。安装完成后仅需拆除内模板，大大减少了高空作业的风险。以中新天津生态城旅游区域04-31地块住宅项目（一期）为例，在采用该方法后，外模板拆除时高空坠物事故的发生率显著降低。传统外模板拆除借助吊篮在高空作业，受天气影响大，且模板体积大、重量重，拆除过程危险系数高。而新方法避免了外模板的高空拆除作业，减少了因天气因素导致的安全隐患，提高了施工的安全性，保障了施工人员和周边行人的生命安全<sup>[5]</sup>。

### （二）改进混凝土浇筑与振捣工艺

为解决混凝土浇筑和振捣难题，在预制剪力墙中留设灌浆套管，采用灌浆法对封闭洞口进行注浆封堵。这一方法有效避免了传统振捣方式的局限性。在传统施工中，因预埋洞口尺寸小，通过内侧模板三角形槽口进行混凝土浇筑时，振捣困难，导致混凝土密实度难以保证。而灌浆法通过压力灌浆，能够使灌浆材料充分填充洞口，提高混凝土的密实度。在选择灌浆材料时，可根据工程实际情况，如不同地区的气候条件、建筑结构的要求等，选用具有良好流动性和粘结性的材料。以实际项目为例，会严格按照配合比进行配制，确保灌浆材料的质量稳定。在灌浆过程中，使用专业的灌浆设备，精确控制灌浆压力和灌浆量。在一些对防水要求较高的建筑部位，会适当提高灌浆压力，保证灌浆材料能够充分填充缝隙；而在一些结构较为复杂的区域，则会精准控制灌浆量，避免出现灌浆过多或过少的情况。经实际检测，采用灌浆法封堵的洞口，渗漏问题得到了有效控制，大大提升了建筑的防水性能，减少了因渗漏导致的后期维修成本。

### （三）严格控制洞口预留精度

在预制剪力墙生产前，对穿墙洞口进行深化设计至关重要。结合工程实际需求和施工规范，精确确定洞口尺寸、企口形状和

灌浆套管的位置及管径。在生产过程中，利用高精度的模具和先进的定位技术，确保各项参数符合要求。例如，在居住项目（武汉新城青年社区）二标段的预制剪力墙生产中，采用先进的数控模具加工技术，能够将洞口尺寸的误差控制在极小范围内。同时，运用激光定位系统对灌浆套管进行精准定位，保证其位置准确无误。加强生产过程中的质量检测也不可或缺。采用先进的测量工具，如高精度的激光测距仪、电子卡尺等，对洞口尺寸和灌浆套管定位进行实时监测。一旦发现偏差，及时进行调整。在生产线上设置多个检测点，对每一块预制剪力墙进行严格检测，确保预制构件的质量。

### （四）规范施工工艺与人员管理

制定详细、科学的施工工艺流程和操作规范，是保障施工质量的关键。明确各个施工环节的技术要求、操作要点和质量标准，让施工人员清楚知道每一步的工作要求。例如，在预制板制作环节，规定预制板的尺寸公差范围、钢筋的布置要求以及混凝土的浇筑振捣标准；在安装环节，明确预制板与洞口企口的贴合精度、内模板的安装固定方法等。对施工人员进行专业培训，使其熟悉施工工艺和操作规范，掌握关键技术要点。通过定期的技术培训和考核，确保施工人员具备扎实的专业知识和熟练的操作技能。在施工过程中，加强施工管理，严格按照规范进行施工。建立健全质量检查制度，对施工质量进行全程监督。

## 五、结束语

预制剪力墙悬挑钢梁穿墙洞口封堵构造及其施工方法的合理应用，有效解决了传统封堵方式存在的诸多问题。通过优化构造设计和施工工艺，提高了封堵的质量和安全性，减少了渗漏隐患，为建筑工程的质量和后续使用提供了有力保障。在实际工程中，应不断总结经验，进一步完善相关技术，以适应建筑行业不断发展的需求。

## 参考文献

- [1] 杨东升. 建筑施工中的框架剪力墙施工技术探讨[J]. 河南建材, 2024(2): 41-43.
- [2] 李建峰, 赵岩, 樊晓书, 等. 复杂异形曲面钢筋混凝土剪力墙施工技术研究[J]. 建材与装饰, 2025, 21(3): 37-39.
- [3] 王子朋. 建筑工程剪力墙施工技术探讨[J]. 建材与装饰, 2022, 18(24): 6-8.
- [4] 王伟. 装配式建筑剪力墙施工关键技术研究[J]. 科技创新与应用, 2024, 14(18): 189-192.
- [5] 杨广云. 钢筋混凝土剪力墙施工与质量控制探析[J]. 河南建材, 2024(7): 121-124.

# 解析绿色建筑工程管理关键措施

周振程

中山市三和混凝土有限公司, 广东 中山 528400

DOI:10.61369/UAID.2025040030

**摘 要 :** 绿色建筑工程管理是推动建筑行业可持续发展的核心动力, 它通过将环保理念融入项目规划、设计、施工及运维全过程, 落实“四节一环保”原则, 显著降低资源消耗与生态干扰。同时, 该管理模式能够提升项目的长期经济效益与社会价值, 并通过系统化的质量控制与风险规避机制, 保障建筑品质与合规性。然而, 当前绿色建筑工程管理仍面临理念普及不足、制度体系不健全以及成本协调困难等问题。为此, 需从完善法律法规、强化政府引导、构建科学评估机制、规范工程管理体系、推广绿色技术及环保建材等多方面综合施策, 以推动建筑行业向绿色、低碳方向转型。

**关 键 词 :** 绿色建筑; 工程管理; 关键措施

## Analyze the Key Measures for Green Building Engineering Management

Zhou Zhencheng

Zhongshan Sanhe Concrete Co., Ltd., Zhongshan, Guangdong 528400

**Abstract :** Green building project management serves as the core driver for sustainable development in the construction industry. By integrating environmental protection concepts throughout project planning, design, construction, and operation phases, it implements the “Four Savings and One Environmental Protection” principle, significantly reducing resource consumption and ecological disturbance. Simultaneously, this management model enhances long-term economic benefits and social value while ensuring construction quality and compliance through systematic quality control and risk mitigation mechanisms. However, current green building project management still faces challenges such as insufficient conceptual awareness, incomplete institutional frameworks, and difficulties in cost coordination. To address these issues, comprehensive measures are required across multiple fronts: refining laws and regulations, strengthening government guidance, establishing scientific evaluation mechanisms, standardizing project management systems, and promoting green technologies and eco-friendly building materials. These efforts will drive the construction industry's transition toward green and low-carbon development.

**Keywords :** green building; project management; key measures

## 引言

随着全球可持续发展战略的深入实施, 绿色建筑已成为建筑行业转型的重要方向。绿色建筑工程管理作为实现这一目标的关键路径, 不仅涉及节能、环保技术的应用, 更强调在建筑全生命周期中贯彻资源节约与环境友好的理念。然而, 在实践过程中, 绿色建筑仍面临意识、制度与技术层面的多重挑战。如何通过系统化的管理手段, 协调经济、社会与环境效益, 成为当前行业发展的核心议题。本文从绿色建筑工程管理的重要性、存在问题及应对措施三方面展开分析, 以期为推动绿色建筑的高质量发展提供参考。

## 一、绿色建筑工程管理的重要性

### (一) 引领可持续发展的关键动力

在推动建筑产业与社会永续发展的进程中, 绿色建筑工程管理正发挥着关键驱动作用。相较于以往高能耗、高污染的传统建造方式, 该管理模式将环保理念全面融入项目的整体规划、方案设计、现场施工及后期运维等各个阶段。其核心在于落实以“节

能、节地、节水、节材与环境保护”为内容的“四节一环保”原则, 借助精细化的管控措施, 推动环保建材的选用、能源结构的优化、废弃物的减量以及场地生态的有效维护。这一过程大幅减少了建筑工程对自然资源的需求, 显著缓解了对生态系统的干扰与破坏。同时, 该模式积极呼应国家提出的碳达峰碳中和战略, 将具体项目打造为兼顾经济成长、社会进步与生态保护的综合平台, 从而为城镇实现绿色低碳转型提供重要支撑。

### （二）提升项目综合效益的关键抓手

绿色建筑工程管理是提升项目长期经济效益与环境效益的关键抓手。尽管绿色建筑在初期投入上可能略有增加，但专业的工程管理能够通过优化设计方案、采用高效技术和实施精细化管理，有效控制建设和运营成本。在运营阶段，节能、节水的设计和管理所带来的能源与资源费用节省是持续且可观的，能够在全生命周期内显著降低持有成本，带来丰厚的投资回报。同时，绿色、健康的工作与居住环境能提升使用者满意度与生产力，减少医疗健康支出，并塑造企业负责任的品牌形象，这些无形的社会价值最终都将转化为实实在在的市场竞争力与资产价值。

### （三）规避风险与保障品质的坚实壁垒

绿色建筑工程管理是规避各类风险、保障最终建筑品质的坚实壁垒。绿色建筑涉及更多的新技术、新材料和更复杂的系统集成，其技术标准、规范与验收要求更为严格。专业的工程管理能够建立起一套完整的质量保证体系，确保从材料采购、施工工艺到设备调试的每一个环节都符合绿色标准，有效避免了因技术不当或监管不力导致的性能缺陷与“绿色洗白”风险。此外，随着环保法规日趋严格，公众环保意识不断增强，合规性风险和市场声誉风险日益凸显。系统的绿色工程管理能确保项目始终在法律框架内运行，满足甚至超越绿色建筑评价标准，从而规避罚款与法律纠纷，赢得市场信任，确保项目的长期稳健运营。

## 二、绿色建筑工程管理中存在的问题

### （一）绿色管理理念尚未深入人心

当前，绿色建筑工程管理在实际推进过程中面临意识不足的突出问题，其成因主要可归纳为以下三个方面。首先，我国建筑业规模持续扩大，吸引了大量施工与技术人员参与绿色建筑项目，但由于缺乏系统化的岗前培训和环保理念灌输，许多从业人员对绿色建筑的内涵与标准缺乏清晰理解，专业认知的缺失直接制约了管理意识的提升<sup>[1]</sup>。其次，多数建筑企业更关注短期经济回报，而绿色建筑所倡导的全生命周期可持续发展理念难以在短期内转化为直接收益，导致企业缺乏推进相关管理实践的内在动力。最后，在项目执行过程中，施工方对绿色环保理念的宣传推广不足，未能有效营造重视生态保护的现场氛围，致使具体管理工作偏离环保目标，甚至引发对周边自然环境的破坏。

### （二）制度保障体系尚不健全

当前我国在绿色建筑管理领域的政策法规仍不够完善，相关制度保障存在明显短板，这已成为制约绿色建筑工程管理有效推进的重要因素。尽管现有政策对施工中的节能技术应用提出了一定要求，但在项目设计规划、施工方法选择及工程管理等关键环节，仍缺乏系统而具体的法律依据和操作指引。由于制度约束力不足，许多施工企业实践中并未贯彻绿色建筑原则，导致周边环境受到明显影响，往往无需承担相应后果。此外，在项目竣工阶段的验收环节，也尚未建立起严格且全面的绿色评估与监督机制，致使大量未能达到环保标准的建筑依然能够投入使用。这种制度层面的缺失，不仅影响了绿色理念在建筑行业的落实效

果，也对整个领域的可持续发展进程形成了阻碍。

### （三）绿色管理与项目成本难以协调

绿色建筑工程管理作为一种面向行业未来发展的新型建设模式，其在实施过程中涉及的管理环节与技术要素更为复杂多元。相较于传统建筑工程，绿色建筑在施工设备、材料选用及工艺技术等方面往往需要更多资金支持，导致整体建造成本显著上升。这种高投入特性与施工企业控制成本的经营目标形成直接冲突。在实际操作中，为维持利润水平或降低支出压力，企业常倾向于压缩在绿色管理方面的资金配置，从而使相关环保措施和技术应用难以有效推行。成本与绿色目标之间的这种矛盾，已成为制约该管理模式广泛应用的关键现实瓶颈。

## 三、绿色建筑工程中采取的措施

### （一）完善绿色建筑法律法规体系

当前，我国绿色建筑领域的法规体系仍存在系统性不足、执行标准不统一等问题，亟须通过顶层设计推动制度层面的全面完善。相关部门应当加快构建覆盖设计、施工、运营全过程的法规框架，为绿色建筑的规模化推广提供坚实的制度基础。在具体实施层面，建议主管部门针对项目成本控制、绿色建材选用、能耗监测及环境风险处置等关键环节，制定具有强制性与可操作性的技术规范<sup>[2]</sup>。通过建立细化的法律责任认定机制，既能确保绿色施工标准有效落地，又可兼顾工程效率与质量管控需求。同时，需强化建筑行业信用体系建设，对违规行为实施联合惩戒，形成“一处失信、处处受限”的监管格局。此外，还应建立项目后评估制度，对绿色建筑实际运行效果进行跟踪监测，为法规体系的持续优化提供实践依据，最终构建起既能约束当前行为又可引导长期发展的法治环境。

### （二）强化政府引导与监管职能

为全面提升绿色建筑工程的实施质量与管理效能，政府部门需要从政策引导与过程监管两个维度协同发力。在战略层面，应联合行业龙头企业共同制定符合区域特点的绿色建筑发展规划，明确不同阶段的发展目标与技术路线。通过建立政企协同创新机制，促进先进经验与典型案例的快速推广。在服务保障方面，要构建覆盖项目全周期的数字化监管平台，实现政策咨询、技术指导、问题反馈的一站式服务。该平台应具备数据采集、分析与预警功能，为管理部门提供决策支持。在监管方式上，建议推行“双随机、一公开”检查与重点督导相结合的模式，对示范项目给予政策激励，对违规行为加大处罚力度<sup>[3]</sup>。通过这种差异化管理，既维护了市场公平，又激发了企业实施绿色建造的内生动力，最终形成政府有效引导、企业主动参与、社会共同监督的良性发展格局。

### （三）构建科学完善的绿色评估机制

建筑行业要实现可持续发展目标，必须建立与现代建筑理念相适应的科学评估体系。这一体系应当涵盖资源消耗、环境影响、使用功能等多个维度，通过量化指标引导行业转型发展。在体系设计上，需要将全生命周期评价理念融入评估标准，从建材



生产、建筑施工到运营维护、拆除回收各环节设置相应的评价指标。评估内容应体现差异化原则，根据不同建筑类型、气候区域和发展阶段制定有针对性的评价标准。在实施层面，建议建立第三方评估机构认证制度，确保评估结果的客观公正。同时，要推动评估结果与相关政策挂钩，将绿色建筑等级与财税优惠、容积率奖励等措施有机结合。更重要的是，应建立评估数据的动态更新机制，定期优化评估指标和权重设置，使评估体系始终保持先进性和适用性，真正成为推动建筑产业现代化转型的有效工具。

（四）确立绿色工程管理的规范化体系

构建系统化、标准化的绿色工程管理体系是确保项目建设质量与环境效益的关键举措。这一体系应当基于全过程管理理念，从项目策划、设计、施工到运营各阶段明确绿色管理要求。在标准制定过程中，需要充分考虑不同项目的规模特点、技术条件与环境影响，形成既有统一规范又具有灵活性的管理标准。实施层面应当建立分级分类的管理指南，为各类项目提供清晰的技术路径和操作规范。建议建立绿色管理经验的知识库系统，收集整理优秀案例和典型问题，通过大数据分析提炼最佳实践<sup>[4]</sup>。同时，要注重管理标准与技术创新相结合，建立标准定期更新机制，及时吸纳新材料、新工艺的应用经验。在保障措施方面，需要建立覆盖全员的教育培训体系，提升从业人员执行标准的能力。此外，还应建立项目管理后评估制度，通过实际运行数据验证管理标准的有效性，形成持续改进的良性循环。

（五）推广先进适用的绿色建造技术体系

在生态文明建设背景下，构建绿色建造技术体系已成为推动建筑行业转型升级的必然选择。这一体系应当以资源节约、环境友好为导向，涵盖节能、节材、节水及环境保护等多个技术领域。在技术研发方面，需要加大政府对基础研究和应用研究的投入力度，同时鼓励企业建立研发中心，形成产学研用协同创新机制。重点发展适合本土气候条件的被动式节能技术、装配式建造技术及建筑垃圾资源化利用技术。在技术推广过程中，应当建立完善的技术认证和效果评估机制，确保各项技术的可靠性和适用性。建议编制不同建筑类型的绿色技术应用指南，为项目决策提

供专业参考。在实施保障方面，需要建立技术培训体系和示范工程推广机制，通过实地观摩和操作培训提升技术应用水平。同时，要注重传统工艺绿色化改造与现代技术创新相结合，形成多层次、全覆盖的绿色建造技术体系，为建筑行业低碳转型提供坚实支撑<sup>[5]</sup>。

（六）推广绿色环保建材的应用

绿色环保建材的广泛应用是实现建筑行业可持续发展的重要物质基础。当前，需要从材料研发、生产、使用到回收全过程推进建材产业的绿色转型。在材料分类上，除了传统的结构性材料和功能性材料外，还应特别关注具有生态环境效益的新型复合材料。对于木材等可再生材料，应当建立从森林认证到产品溯源的全程监管体系，确保其来源的合法性和可持续性。在石材资源利用方面，需要推广矿山科学开采和废料综合利用技术，提高资源利用率。新型环保材料如竹材人造板、生态水泥等，因其具有低碳环保、性能优异等特点，应当通过标准规范和政策引导加快推广应用。建议建立绿色建材产品认证和信息披露制度，为建设单位选材提供权威参考。同时，要加大科研投入，开发具有自洁、净化空气等特殊功能的智能环保材料。通过这些系统性措施，构建起覆盖材料全生命周期的绿色发展体系，为建筑品质提升和环境效益改善奠定坚实基础。

四、结束语

绿色建筑工程管理是实现建筑行业可持续发展的必然选择，其重要性体现在推动低碳转型、提升综合效益及规避运营风险等多方面。然而，当前管理实践中仍存在理念滞后、制度缺失与成本压力等现实问题。为此，需通过完善法规体系、加强政府监管、建立科学评估机制、规范管理流程、创新技术应用及推广环保建材等系统性措施，全面优化绿色建筑的实施路径。只有多方协同、综合施策，才能有效破解发展瓶颈，推动绿色建筑从理念走向实践，最终实现建筑与自然、社会的和谐共生。

参考文献

[1] 王弘毅. 绿色建筑工程管理关键措施 [J]. 建筑·建材·装饰, 2020(3):58,64. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3024.2020.03.037.  
[2] 江宏. 绿色建筑工程管理关键措施 [J]. 魅力中国, 2020(36):305.  
[3] 张露青. 探讨绿色建筑工程管理的关键问题 [J]. 建材发展导向, 2024, 22(19): 104-106. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1675.2024.19.035.  
[4] 焦奋强. 推进绿色建筑工程管理的关键问题研究 [J]. 建筑·建材·装饰, 2023(9):25-27, 15. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3024.2023.09.009.  
[5] 杨光涛. 探讨基于绿色施工理念的建筑工程管理创新 [J]. 砖瓦世界, 2024(14):214-216. DOI: 10.3969/j.issn.1002-9885.2024.14.072.

# 国土空间规划支持农村产业发展的对策研究

徐彬贺

郯城县自然资源开发服务中心, 山东 临沂 276100

DOI:10.61369/UAID.2025040032

**摘 要 :** 乡村振兴战略的全面实施, 代表我国农村经济发展步入全新的历史阶段, 实现“产业兴旺”是首要任务, 也是核心任务。国土空间是承担农村产业发展的载体, 是农村产业运营必不可缺的生产资料, 吸引优质、高效的发展要素集聚农村地区需要国土空间规划支持, 探索适应农村产业发展的规划新路径。文章聚焦于国土空间规划对农村产业发展的多方面影响, 明确规划要求并提出相关对策, 旨在为农村产业空间治理与多产业发展提供实践参考。

**关 键 词 :** 国土空间规划; 农村产业发展; 空间治理

## Research on Countermeasures for Supporting Rural Industrial Development in Territorial Spatial Planning

Xu Binhe

Tancheng County Natural Resources Development Service Center, Linyi, Shandong 276100

**Abstract :** The full implementation of the rural revitalization strategy marks a brand-new historical stage in the development of China's rural economy. Achieving "prosperous industries" is the primary and core task. Territorial space serves as the carrier for the development of rural industries and is an indispensable production resource for the operation of rural industries. To attract high-quality and efficient development factors to gather in rural areas, territorial space planning support is needed to explore new planning paths that are suitable for the development of rural industries. This article focuses on the multi-faceted impacts of territorial space planning on rural industrial development, clarifies planning requirements and proposes relevant countermeasures, aiming to provide practical references for the governance of rural industrial space and the development of multiple industries.

**Keywords :** national territorial spatial planning; rural industrial development; spatial governance

### 引言

国土空间规划是对一定区域内各类生产要素以及资源的综合统筹安排, 是区域土地空间规划的定测设计与结构布局。农村地区作为国土空间规划的重点内容, 合理规划结构并配置土地空间资源, 可以为农村产业的横向拓展与纵向升级提供充分的土地空间支持。发挥国土空间规划在基础设施建设、土地空间资源宏观调控与生态环境保护方面的重要作用, 为农村产业发展注入新活力、新动力, 营造适合区域农村产业发展的外部环境, 对于落实乡村振兴战略要求, 加速农村经济发展建设有着一定的支持作用。

### 一、国土空间规划对农村产业发展的影响

#### (一) 土地利用结构调整对农村产业的影响

国土空间规划是国家空间发展的指南、可持续发展的空间蓝图, 是各类开发保护建设活动的基本依据。通过调整土地利用结构以及农村土地资源配置的方式, 为农村产业的发展指明方向。一方面, 国土空间规划调整土地利用结构, 指导农村土地的合理使用与土地资源的合理配置, 推动农业产业生产模式的创新转型, 这为农业产业集约化发展增添了新动力。如, 对区域内离散的农村土地资源进行集成化处理, 按照标准经营规模建设大范围、高标准的现代化农田, 产业资源集聚效果显著提升。另一方

面, 国土空间规划可基于国家战略要求调整农村建设用地布局, 从整体规划层面引导农村二、三产业的协同发展, 形成规模化、系统化的产业集群, 这对农村产业结构的升级转型有着重要的积极影响。

#### (二) 空间布局优化部署对农村产业的影响

空间布局优化作为国土空间规划的关键环节, 其重点在于立足区域核心产业重新规划空间结构, 按照资源配置和产业发展的实际情况优化整体布局。比如, 在土地资源集中处理的基础上建设农业产业园区, 吸引合作社、龙头企业参与当地的产业建设, 新型农业经营主体在农村产业的介入, 可形成具有明确战略指向和目标指向的产业集群, 发挥产业聚集优势, 进而增加农村核心

产业的竞争力<sup>[1]</sup>。

### （三）基础设施完善规划对农村产业的影响

新一轮国土空间规划对农村基础设施建设和公共服务设施配置提出了新要求，完善的基础设施为农村产业发展提供了充足条件和坚实支撑，也是农村产业升级转型、改革发展的重要保障。国土空间规划与乡村振兴战略的实施，显著完善了农村地区交通、水利、电力、通信等重要基础设施建设，大幅改善了农村人民群众的生活条件，也为农业产业的升级转型奠定了坚实基础，降低产业运营成本，提高农产品运输效率巩固产业竞争力。

## 二、国土空间规划支持对农村产业发展的规划要求

### （一）把握农村资源与环境的优势，摸清区域的底数条件

农村产业发展具有显著的地域性特征，即不同区域的农业产业形式与核心产业内容有着明显差异。因此，在产业的总体规划层面需要精准定位区域农业产业资源优势，掌握规划区域的基础条件，为后续产业规划发展提供基本支持。乡村振兴战略的推进背景下，国土空间规划开始从土地资源规划向空间资源规划方向转变，与城市地区相比，农村地区空间资源类型更多样、影响要素更复杂、空间资源关系更紧密，推动农业产业资源的高效利用。区域本地条件的收集应结合国土调查结果，横向对比、纵向核实全域农业国土资源的利用率与使用率，尤其是山、水、林、田、湖重点资源必须全面掌握，为后续产业布局、产业资源规划提供充分条件。

### （二）做好产业的刚性与弹性设计，实现区域的长远发展

国土空间规划支持农村产业发展应遵守“刚柔并济”基本原则，助力产业的优化布局与一体化推进。农业产业发展直接关系农村区域经济发展，是乡村振兴关注的重点部分。国土空间规划支持需要发挥其调控指导的作用，注重全域空间的刚性管控，增强规划的权威性和全面性。如，针对历史文化遗产、永久基本农田等重点空间资源，需要在规划方案中以刚性指标的方式为农业产业发展保驾护航。明确刚性指标的同时也要增设弹性空间，根据农村区域产业发展现状、现有资源条件以及产业特色，构建出具有区域特色的产业结构，助推农村产业发展的个性化转型，打破产业同质化发展态势，为农村经济转型、乡村振兴战略实施注入新的动力。

### （三）加强全域国土空间规划管控，整合区域多样化要素

农村产业发展对区域空间资源的需求度较高，立足农村全域空间规划情况，统筹各项空间要素，致力于实现资源可持续发展与产业高质量发展的集成统一。国土空间规划支持农村产业发展首先需要立足国家战略要求，各级、各类规划坚持全域统筹原则，充分掌握区域内所有要素，将其纳入国土空间规划管控体系中。农村产业规划是空间规划的重要组成，全盘统筹农村生产生活各类空间，突破传统产业空间领域，落实上位规划核心要求，持续优化调整产业空间整体布局，在保持农村优质国土空间资源持有量的基础上持续扩大产业规模。与此同时，制定高质量的用途管制规则，明确全域国土空间规划管控的准入规则、负面清

单，严控资源开发强度，落实互动监督与高效管理要求。

## 三、国土空间规划支持农村产业发展的有效对策

### （一）优化空间布局，助力产业集群发展

农村产业的升级转型重点在于实现产业振兴核心任务，国土空间规划支持需要通过优化空间布局的方式重新调整土地空间资源的整体结构，依据农村区域核心产业特点和农村重点产业资源，重构产业空间，致力于解决传统空间碎片化治理的困境，提升区域土地资源配置效能。首先，明确区域所处的具体空间功能，构建“多规合一”产业集群区。“多规合一”作为国土空间规划改革的基本原则，也是农村产业调整与资源开发所需遵守的核心准则。合理划分农村产业空间单元，明确农村产业发展重点，协同产业发展规划，实现区域空间资源的集约化配置。统筹整合区域农村土地、农村产业技术、劳动力等重要资源配置情况，建设多类资源协同运作的产业集群区，培育具有创新要素的新业态，保障公共服务精准覆盖。其次，规划“现代农业示范区”和“文旅融合带”。现代农业示范区是当前农村产业发展的一种空间规划方法，将区域内基础设施健全、产业发展成熟的区域划定为现代农业示范区，推动农业机械化、现代化发展，为农村三产融合提供空间载体，形成区域带动效应打造条件成熟的农业产业发展区<sup>[2]</sup>。文旅融合带顺应当前文旅融合和生态文明建设发展需要，划定区域生态资源、文化底蕴深厚的区域，以文旅融合为依托打造产业集群，实现文旅项目开展与生态环保的协调与平衡。

### （二）创新保障机制，夯实产业土地基础

首先，优先配置建设用地指标，为农村产业发展提供基本资源保障。立足政策内容明确区域要素供给实际情况，依托国土空间规划率先配置建设用地指标，同时明确独立核算的产业用地配额。产业用地配额这一指标作为农村产业发展重要的指标，需要设计动态调整机制，结合区域产业发展特色以及项目储备资源规模，实现资源的精准倾斜。以文旅融合、农产品深加工、冷链物流等新业态作为指标设计的重要因素，制定行之有效的弹性机制，以区域建设用地总量控制为基准点，打通不同区域农村产业土地空间要素的流通渠道，激活农村存量土地资源，最大化发挥农村资源使用成效。其次，推广集体经营性建设用地入市。取得农村产业市场准入资质，加速构建“应入尽入”机制，为农村产业创新发展、升级转型注入动力。在法律允许的范围内鼓励农村集体经济活用区域闲置资源，如农村作坊、闲置厂房、仓库、土地等，开发具有新型业态特征的区域产业载体，夯实产业土地基础。

### （三）动态管控调整，深度落实规划要求

新时代背景下农村产业发展呈现出多样化、融合化的发展趋势，传统固定式规划管理结构难以满足乡村振兴提出的产业振兴要求。推动国土空间规划的动态发展，构建灵活的弹性管控体系，配套动态反馈机制，推动规划能落地、加速规划可转化、保障规划可应变。首先，制定负面清单、给足正向激励，完善奖惩制度。借鉴城市国土空间规划的成功案例，设计弹性管理机制，



按照以往空间规划更新和生态管控的经验，构筑负面批判与正向激励双轨制度。制定不可为的负面清单，明确农业产业发展底线，抵制破坏性产业、一次性产业的发展，巩固农业产业基础功能；构筑有所为的正向激励机制，明确农业产业发展重点，对符合规划导向、产业创新集成的项目予以优先的资源支持。为优质产业项目、重点产业项目开通审批“绿色通道”，精简冗余流程，树立优质项目导向增强激励机制的正向引导效果。其次，助力试点土地发展权跨区域交易。离散的国土空间资源成为制约产业集群发展的一个主要问题，也是当前国土空间规划工作的重难点。面对土地空间与开发权益的深层矛盾，突破传统土地管理制度的刚性限制，拓展产业发展弹性空间，建立具有跨区域功能的土地发展权流转体系成为规划实施的重要内容。在生态功能实现层面，以可持续发展理念为基本原则，制定具有生态边界协同融合的交易指标，在部分经济高密度区域通过市场化交易的方式获取开发配额，平衡资源置换与生态补偿两大目标。试点实施与建设的运营必须嵌入国土空间规划“三区三线”管控体系中，完善全过程监督框架，在保障国土空间资源高质量配置的基础上存续自然资源，合理布局农村产业结构，助力产业高质量发展。

**（四）数字技术赋能，打造数字规划体系**

数字化转型的全面推进为国土空间规划提供了新的技术支撑，超越传统静态编制、刚性实施的固有范式，使用人工智能、大数据、云计算等先进技术手段获取国土空间资源，完善智能决策机制，为农村产业发展提供数字动态感知平台。各种数字技术的融入，为国土空间规划资源配置、空间信息收集提供了技术支撑。一方面，构建农村产业“数字孪生”平台，助力产业全方位升级转型。数字孪生兼具数据分析、数据建模等功能，打造数字孪生体系已成为国土空间规划与治理的核心工具。农村产业的顶

层规划与运营部署集中于数字孪生平台，支撑产业选址决策以及资源的优化配置。整合地形数据、产业区域布局以及土地空间的分布与使用情况，耦合区域土地规划政策与产业核心发展需求，构建数字孪生模型模拟产业发展演化，预测资源压力阈值评估区域农村产业运行效能。另一方面，使用遥感与地理信息系统（GIS）技术监测用地效率。GIS与遥感技术的搭配使用能有效收集区域内土地资源的使用情况，立足国土空间规划打造动态监测系统，提升规划的数字效能。GIS系统的应用可执行用地效率测算、低效区域定位以及土地空间探测等重要任务，为后续的规划设计、规划部署提供全方位的数据支持<sup>[9]</sup>。此外，遥感技术与GIS的配合可构建遥感模型，评价农村用地效率、辨识生态脆弱区、明确规划实施重点，得以有效提升农村产业发展在土地空间治理、使用方面的预见性，为构建绿色高效的农村产业土地空间布局提供充分保障。

**四、结束语**

综上所述，国土空间规划旨在建立“多规合一”的规划体系，将主体功能区规划、土地利用规划、城乡规划等空间规划融合为统一的规划，强化对各专项规划的指导约束作用。顺应国土空间规划决策部署，为农村产业发展与升级转型提供规划引导与保障，立足乡村振兴战略因地制宜规划国土资源，坚持问题导向和农村产业现代化发展要求，巩固国土空间规划基础。此过程中，应优化空间布局，助力产业集群发展、创新保障机制，夯实产业土地基础、动态管控调整，深度落实规划要求、数字技术赋能，打造数字规划体系，为促进农村产业高质量发展、美丽乡村建设提供规划保障与规划支撑。

**参考文献**

[1] 孙明芳, 王嘉. 农村一二三产业融合发展用地的国土空间规划保障——以无锡市国土空间规划为例 [J]. 小城镇建设, 2024, 42(07): 112-118+124.  
[2] 张健, 熊军, 刘蓉, 等. 国土空间规划赋能土地要素保障乡村振兴的路径分析——以西南山区典型村落为例 [J]. 中国市场, 2024, (11): 25-28+50.  
[3] 关于印发《保障和规范农村一二三产业融合发展用地实施细则》的通知 [J]. 辽宁省人民政府公报, 2022, (04): 26-30.

# 铝挤压工业中工模具的选材与应用探析

邹村先, 余洋, 梁浩坚, 廖结容

广东兴发铝业有限公司, 广东 佛山 528137

DOI:10.61369/UAID.2025040033

**摘 要 :** 随着新能源汽车、航空航天领域对高端铝型材需求激增, 铝挤压工业数字化转型加速, 数字孪生 (PC+ 移动端工艺动画)、工模具全生命周期管理、工艺管控系统 (含配方库 / 等温算法)、AI 质检等技术广泛落地。但多系统交互中, 安全隐患凸显: 感知层工业相机易被劫持, 网络层工业协议漏洞致工艺参数篡改, 平台层工艺配方库与模具台账面临泄露, 应用层数字孪生模型存在盗用风险。基于此, 本文聚焦铝挤压工业互联网安全, 研究分层安全架构、工业数据全生命周期安全、工模具与数字孪生安全等核心技术, 适配数字孪生可视化、工艺参数下发等场景, 构建行业适配型安全体系, 降低设备非法接入、模具数据泄露风险, 保障全链路安全, 支撑铝挤压行业数字化转型。

**关 键 词 :** 铝挤压; 工模具; 材料选型; 性能优化; 失效防控; 热作模具钢

## Analysis of Material Selection and Application of Industrial Molds in Aluminum Extrusion Industry

Zou Cunxian, Yu Yang, Liang Haojian, Liao Jierong

Guangdong Xingfa Aluminum Co., LTD., Foshan, Guangdong 528137

**Abstract :** With surging demand for high-end aluminum profiles in new energy vehicles and aerospace sectors, the aluminum extrusion industry is accelerating its digital transformation. Technologies such as digital twin systems (PC + mobile process animation), full lifecycle management of molds and tools, process control systems (including formula libraries and isothermal algorithms), and AI-powered quality inspection have been widely implemented. However, security vulnerabilities have emerged in multi-system interactions: industrial cameras at the perception layer are susceptible to hijacking, network protocol vulnerabilities enable parameter tampering, platform-level formula libraries and mold records face leakage risks, and application-layer digital twin models are vulnerable to unauthorized access. This paper focuses on industrial internet security in aluminum extrusion, exploring core technologies including layered security architecture, end-to-end data lifecycle protection, and tool/mold security. By adapting to scenarios like digital twin visualization and process parameter distribution, it establishes an industry-specific security framework to mitigate risks of unauthorized device access and mold data leakage, ensuring end-to-end security and supporting the digital transformation of the aluminum extrusion industry.

**Keywords :** aluminum extrusion; die and mold; material selection; performance optimization; failure prevention; hot working die steel

### 引言

在新能源汽车轻量化、航空航天结构件精密化需求驱动下, 铝挤压工业数字化转型加速, 数字孪生 (PC 端全场景可视化 + 移动端工艺动画)、工模具全生命周期管理 (PLM/MES/EAM)、工艺管控系统 (含工艺配方库 / 等温算法)、AI 质检 (2D/3D 相机检测) 等技术落地, 大幅提升生产效率。但安全风险同步凸显: 感知层工业相机接入缺乏认证易被劫持, 网络层 Modbus/TCP 协议漏洞可能篡改模具上机温度 (430~500℃) 等参数, 平台层工艺配方库与模具台账面临泄露, 应用层数字孪生模型盗用、工模具修模权限管控不严。基于此, 本文聚焦铝挤压工业互联网安全, 研究分层安全架构、数据安全防护等关键方向, 构建贴合行业特性的安全体系, 保障工模具、工艺、数据全链路安全, 助力行业高端化转型。

## 一、铝挤压工模具的工况特性与性能需求

### （一）铝挤压过程中的工模具受力与环境分析

铝挤压过程中，工模具需承受多维度复杂作用：挤压阶段，主缸施加的高压（1800T 挤压机可达300MPa）使模芯承受径向挤压力，同时铝棒与模腔内壁的相对滑动产生持续摩擦（摩擦系数约0.2-0.4），导致工作带局部温度升至550℃以上；脱模阶段，型材与模孔的黏附力易引发模芯微量变形；而周期性的“加热-冷却”循环（模具预热430-500℃、停机后自然冷却），又会使工模具产生热应力。此外，铝棒中的杂质（如Fe元素）会加剧模腔磨损，高温环境下模具钢还可能出现氧化脱碳，进一步削弱材料性能。这些工况叠加，导致工模具易出现磨损、裂纹、变形等失效问题，需针对性分析受力与环境对材料的作用机制，为选材提供依据<sup>[1]</sup>。

### （二）工模具核心性能指标的量化要求

基于铝挤压工况特性，工模具需满足明确的量化性能指标：高温强度方面，500℃下屈服强度需 $\geq 300\text{MPa}$ 、抗拉强度 $\geq 800\text{MPa}$ ，以抵抗高压导致的塑性变形，尤其复杂空心型材模的模芯部位，需更高强度支撑；耐磨性上，工作带表面硬度应达50-54HRC，摩擦系数控制在0.3以下，确保型材顺利脱模且模腔尺寸稳定；韧性指标需满足冲击韧性 $\geq 20\text{J}/\text{cm}^2$ ，避免因热应力集中引发裂纹，对于薄壁模芯，冲击韧性要求需提升至 $25\text{J}/\text{cm}^2$ 以上；导热性方面，导热系数 $\geq 25\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，可加快热量传导，减少局部过热。同时，材料需具备良好的热稳定性，550℃下保温100h后，硬度下降率不超过10%，保障长期使用性能。

### （三）性能需求与工模具寿命的关联机制

工模具性能指标与使用寿命呈显著正相关：高温强度不足时，模芯易出现不可逆变形，导致型材尺寸超差，此类失效会使模具提前50%-60%报废；耐磨性差会导致工作带磨损速率加快，当磨损量超过0.1mm时，型材表面粗糙度上升至 $\text{Ra}1.6\mu\text{m}$ 以上，需停机修模，频次可达正常工况的3倍，大幅缩短有效使用寿命；韧性不足则易引发热疲劳裂纹，裂纹扩展至0.5mm以上时，模具基本丧失使用价值，寿命仅为设计值的40%。反之，若材料各项性能达标，配合合理维护，工模具挤压次数可从常规的800-1000次提升至1500次以上，且修模间隔延长至原来的2倍，显著降低更换成本与停机损失，可见精准匹配性能需求是延长工模具寿命的核心前提。

## 二、铝挤压工模具的常用材料类型与特性对比

### （一）热作模具钢的特性与适用性

热作模具钢是当前铝挤压工模具的主流材料，其中H13钢应用最广泛，其含5%Cr、1.5%Mo、1%V的化学成分，经1020-1050℃淬火+560-580℃三次回火后，可形成均匀的马氏体组织，500℃下屈服强度达350MPa以上，冲击韧性 $25\text{J}/\text{cm}^2$ ，能适配多数中大型铝挤压模（如1800T-4000T挤压机用模），尤其适合实心及中等复杂度空心型材生产，单次寿命可达1200-

1500次挤压<sup>[2]</sup>。H11钢不含钒，高温强度略低于H13，但韧性更优（冲击韧性 $30\text{J}/\text{cm}^2$ ），适合薄壁模芯模具，可减少开裂风险。W6Mo5Cr4V2高速钢则因含18%钨钼合金，耐磨性突出（表面硬度58-60HRC），但韧性较低，仅用于小批量、高精度型材（如航空航天用特种型材）模具，需平衡耐磨性与抗裂性。

### （二）新型合金材料与复合材料的应用潜力

新型材料为高端铝挤压工模具提供新选择，粉末冶金高速钢（如ASP-60）通过粉末冶金工艺消除成分偏析，500℃高温强度达400MPa，耐磨性是H13钢的2倍，适合复杂截面型材（如多腔室新能源汽车型材）模具，可将寿命延长至2000次以上，但成本是H13钢的3-4倍，需结合生产效益选型。陶瓷基复合材料（ $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiC}$ ）耐高温（长期使用温度 $\leq 800^\circ\text{C}$ ）、抗氧化性强，摩擦系数仅0.15，可解决传统钢材高温氧化问题，不过脆性大（冲击韧性 $\leq 10\text{J}/\text{cm}^2$ ），目前仅用于模具工作带镶嵌件。 $\text{AlCrN}$ 涂层材料通过PVD工艺沉积在模具表面，厚度5-8 $\mu\text{m}$ ，硬度2500HV，能使模具耐磨性提升50%，适配各类模具表面强化，尤其适合易磨损的工作带区域，且成本仅增加10%-15%，性价比突出。

### （三）辅助部件材料的选型原则

铝挤压工模具辅助部件需根据功能需求差异化选型，模垫作为承受挤压反力的部件，需具备高刚性与抗压强度，45#钢经调质处理（硬度220-250HB）后，抗压强度达800MPa，适配中小型挤压模（ $\leq 2200\text{T}$ ）；40Cr合金结构钢含1%Cr，调质后硬度280-320HB，抗压强度900MPa，用于大型挤压模（ $\geq 3400\text{T}$ ）模垫，可减少变形。模套需固定模具并传递压力，ZG35CrMo铸钢因铸造性能好，可制成复杂形状，且抗拉强度750MPa，适合制作大型模套；对于高精度模套，选用42CrMo钢经锻造+调质处理，尺寸公差可控制在 $\pm 0.05\text{mm}$ ，保障模具安装精度。此外，导向部件（如导柱）选用GCr15轴承钢，表面淬火后硬度58-60HRC，耐磨性优异，可减少导向摩擦损耗。

## 三、关键业务场景安全应用

### （一）数字孪生系统安全应用

针对铝挤压数字孪生“PC端全场景可视化+移动端工艺动画”场景特性，构建多层次防护体系。PC端整厂/产线3D视图（含43种设备模型）嵌入含用户ID与时间戳的动态水印，防止截图泄露产线布局、模具结构等敏感信息；虚实映射接口对接PLC、传感器时，通过API网关设置单IP每分钟 $\leq 10$ 次请求限制，过滤非法操作，保障挤压机微粗、模具开合等动作映射的数据真实性。移动端仅允许绑定的Android 13+/iOS 17+设备通过动态令牌登录，限制工艺动画缓存功能，避免43种设备工艺动画文件被非法提取，确保数字孪生虚拟资产仅授权用户访问，适配“PC+移动端”交互场景需求<sup>[3]</sup>。

### （二）工艺管控与配方库安全应用

围绕工艺管控系统与配方库核心业务，落地场景化安全措施。工艺配方库中6063-T5合金等参数采用分级防护：操作人员仅



查看挤压速度3–10mm/s等范围值，工程师可查5–7mm/s精确值；参数下发至PLC时，基于时间戳与设备ID生成动态防伪码，校验通过才执行，防篡改导致型材偏差。生产批数据关联模具/铝棒信息，全链路日志审计记录查询与修改操作，日志保留≥1年，可追溯异常源头。同时，对接DaaS平台时采用Kafka加密传输，防止工艺数据在同步过程中泄露，保障工艺管控全流程安全，适配精益化生产需求。

### （三）AI质检与设备联动安全应用

针对AI质检与工艺设备联动场景，设计端到端安全方案。2000万像素2D相机与100–200mm参考距离3D相机的质检图像，通过OPC UA Security协议加密传输；AI检测模型启动前校验哈希值，防篡改导致缺陷误判。质检设备与工艺管控系统联动时，双向验证身份（相机验系统证书、系统验相机指纹），避免非法设备接入。质检结果（缺陷类型/长度）添加数字签名，防止恶意篡改影响生产决策。同时，建立AI质检日志审计机制，记录检测结果上传、异常反馈等操作，确保联动过程可追溯，保障AI质检与设备协同安全可靠，适配铝挤压质量管控场景<sup>[4]</sup>。

## 四、铝挤压工模具选材的核心原则与方法

### （一）基于型材特性的选材适配原则

铝挤压工模具选材需紧密匹配型材结构与质量要求，避免“一刀切”选择。对于实心型材（如建筑用方管），挤压时模腔受力均匀，优先选用性价比高的H13钢，其经1020–1050℃淬火+560–580℃三次回火后，500℃屈服强度达350MPa，可满足常规生产；若型材需镜面氧化处理，搭配AlCrN涂层（硬度2500HV），减少表面划痕。复杂空心型材（如新能源汽车电池包型材）模芯易应力集中，选用韧性更优的H11钢（冲击韧性30J/cm<sup>2</sup>）或ASP-60粉末冶金钢，后者高温强度400MPa，寿命是H13钢1.8倍。高强度航空型材（7075合金）挤压温度超550℃，需用W6Mo5Cr4V2高速钢，配合氮化处理增强抗疲劳性，确保模具性能稳定。

### （二）结合生产工艺的选材优化方法

生产工艺参数直接影响模具受力与温度，选材需动态调整。

挤压机吨位方面，1800T以下设备压力低，常规H13钢即可；3400T以上设备压力超400MPa，模套选用42CrMo钢（抗拉强度900MPa），搭配H13钢模芯，形成“强套强芯”组合。挤压速度≤8mm/s适合普通H13钢；≥12mm/s时摩擦生热加剧，选用含Cu元素的H13改良钢（导热系数30W/(m·K)），减少局部过热。模具预热温度需适配材料：H13钢控制在430–480℃，W6Mo5Cr4V2高速钢因热膨胀系数低，预热至500–520℃，避免冷热冲击<sup>[5]</sup>。同时用Deform软件模拟应力分布，提前预判选材合理性，降低试模风险。

### （三）全生命周期成本导向的选材评估

工模具选材需突破“仅看采购成本”局限，从全生命周期（LCC）综合测算。以H13钢与ASP-60对比，ASP-60采购价是H13钢3倍，但寿命延长80%，修模次数减少60%，年产量10万支的高精度生产线用其，全周期成本降15%–20%。辅助部件选材也需算“综合账”：模垫选40Cr钢虽比45#钢贵10%，但变形率降80%，减少模具更换成本。评估时建立成本模型，涵盖采购、热处理、修模、停机损失等环节，小批量试产选低成本材料，大批量稳定生产优先高寿命材料，平衡成本与效益，避免因短期节省导致长期损失。

## 五、结语

本文针对铝挤压工业互联网安全特性，构建“分层安全架构+核心技术+场景应用+保障机制”闭环方案：分层架构覆盖感知层至应用层全链路，核心技术（工业数据安全、工模具与控制安全、数字孪生安全）精准破解模具数据泄露、工艺指令篡改等痛点，场景应用适配数字孪生、工艺参数下发等核心业务。方案落地后，设备非法接入拦截率达99.9%、工艺数据泄露率≤0.1%、工模具数据保密率99.8%，可延长模具寿命20%、提升生产效率15%，为高端铝型材生产提供安全支撑。未来可探索AI自适应防护与低碳工艺融合，研发模具虚拟试产安全模块，深化工业大模型与安全体系结合，推动安全体系向“主动防御、行业适配”演进，持续赋能铝挤压行业高质量发展。

## 参考文献

- [1] 龙辰. 铝挤压工业中工模具的选材与应用[J]. 有色金属加工, 2009, 38(3): 30–32+62.
- [2] 刘东海, 陈秋华, 王洪斌. H13钢铝挤压模具裂纹成因分析[J]. 热处理技术与装备, 2025, 46(3): 39–44.
- [3] 唐妍. 工业铝材热挤压成型中摩擦状态的CAE分析[J]. 机械设计与制造工程, 2015, 44(2): 31–34.
- [4] 胡正前, 张文华, 陈思维, 刘镜民. 我国建筑铝型材加工业的发展及挤压模具质量浅议[J]. 中国建材装备, 1997(6): 42–44.
- [5] 刘静安, 何梅琼, 左其福, 左郁锋, 高奇志, 刘煌萍. 推广国产优质模具钢促进铝挤压工业与技术发展——SRM-1高强韧高温耐磨特种合金钢的特性及性价比分析[J]. 铝加工, 2016, 39(4): 57–62.

# 市政工程施工过程中的检测要点与优化策略

谭富林

广东 广州 512020

DOI:10.61369/UAID.2025040035

**摘 要：** 市政工程施工检测关乎工程质量与城市基础设施发展。当前检测体系存在检测频次不合理、数据碎片化等问题。可通过基于 PDCA 循环设计标准化流程、构建数字化平台、研发智能化装备、利用区块链存证等策略优化。实证研究表明这些策略有效，还应明确新型技术验收标准、制定适配方案推广，未来需推进检测技术升级与监测体系建设。

**关 键 词：** 市政工程；施工检测；优化策略

## Key Points and Optimization Strategies for Testing During Municipal Engineering Construction Process

Tan Fulin

Guangzhou, Guangdong 512020

**Abstract：** Municipal engineering construction inspection is related to the quality of engineering and the development of urban infrastructure. The current detection system has problems such as unreasonable detection frequency and fragmented data. It can be optimized through strategies such as designing standardized processes based on the PDCA cycle, building digital platforms, developing intelligent equipment, and utilizing blockchain certification. Empirical research has shown that these strategies are effective, and it is necessary to clarify the acceptance criteria for new technologies, develop adaptation plans for promotion, and promote the upgrading of detection technology and the construction of monitoring systems in the future.

**Keywords：** municipal engineering; construction inspection; optimization strategy

### 引言

《国务院办公厅关于促进建筑业持续健康发展的意见》（2017年2月21日颁布）强调提升工程质量安全水平，这与市政工程施工检测紧密相关。市政工程施工检测涵盖材料质量检测、工艺过程监测等多方面，然而现存检测频次不合理、数据碎片化等问题。基于此，需通过 PDCA 循环设计标准化检测流程，构建数字化平台、研发智能化装备及数据存证链等优化策略，并经实践验证其有效性。未来还应修订检测规范、跨区域推广经验，持续升级检测技术体系，全方位保障市政工程质量与城市基础设施可持续发展。

### 一、市政工程施工检测的核心要点

#### （一）工程材料质量检测

在市政工程施工检测中，工程材料质量检测至关重要。对于水泥、钢材、沥青等主材，其强度检测方法各有不同。如水泥，需依据相关标准通过胶砂强度试验来测定其强度，以判断是否符合工程需求。钢材则通常采用拉伸试验、弯曲试验等确定其强度性能。沥青的强度检测会涉及针入度、延度、软化点等指标的测定。混凝土配合比验证流程要严格依照设计要求和规范进行试配，通过调整材料比例确保其工作性、强度及耐久性等满足工程实际。在材料进场时，抽样标准必须严格遵循相关规范，保证样本具有代表性。同时，建立完善的不合格品追溯机制，一旦发现不合格材料，能够迅速追溯到来源、批次等信息，及时采取处

理措施，防止不合格材料用于工程中，保障市政工程的质量安全<sup>[1]</sup>。

#### （二）施工工艺过程监测

在市政工程施工工艺过程监测中，对于路基压实度检测，需依据工程规模、土质特性等选择合适检测设备，如灌砂法适用于各类土，环刀法适用于细粒土。质量控制标准要符合设计及规范要求，通过压实度检测仪实时采集压实度参数。管道闭水试验方面，应选用能精准测量渗水量的设备，闭水试验合格标准需满足一定时间内渗水量不超过规定值，借助自动化监测装置实时采集渗水量数据。路面平整度检测时，依据路面类型和施工精度要求选择平整度仪等设备，以平整度标准差等指标作为质量控制标准，利用先进检测技术实时采集平整度相关参数，确保各关键工序质量符合标准要求<sup>[2]</sup>。

## 二、现有检测技术的应用现状分析

### （一）主流检测技术应用

在市政工程施工过程中，地质雷达探伤、超声波检测、红外热成像技术有着广泛应用。地质雷达探伤用于城市管网检测时，通过发射高频电磁波，根据反射波的时间、强度等信息，分析管道的位置、走向、破损情况等，其数据分析模型基于电磁波传播理论，能精确定位异常区域<sup>[3]</sup>。超声波检测常用于道路工程，通过超声波在介质中的传播特性，检测道路内部结构的缺陷，如空洞、裂缝等，利用波形、波速等数据构建分析模型，评估道路质量。红外热成像技术应用于城市管网可检测管道的泄漏、堵塞等问题，依据物体表面温度分布不同成像，借助热辐射理论进行数据分析，为管网维护提供依据。

### （二）检测体系现存问题

市政工程施工检测体系现存诸多问题。检测频次设置不合理，部分关键环节检测次数过少，难以精准捕捉质量隐患，而一些次要部位检测过于频繁，造成资源浪费<sup>[4]</sup>。数据采集呈现碎片化特征，不同检测项目数据各自独立，缺乏系统性整合，无法为整体工程质量评估提供全面支撑。多源信息融合不足，工程中的地理信息、施工进度信息等未能与检测数据有效融合，限制了对工程状况的综合判断。此外，人工检测模式广泛存在，其效率较低，数据获取与反馈不及时，时效性缺陷明显，难以及时发现并解决施工过程中的突发质量问题，影响工程进度与质量。

## 三、施工检测优化策略体系构建

### （一）检测管理体系优化

#### 1. 标准化检测流程设计

基于PDCA循环的标准化检测流程设计，是优化市政工程施工检测管理体系的关键。首先，在方案审批阶段，需依据工程实际情况及相关标准规范，精心编制检测方案，交由专业人员严格审批，确保方案科学合理、切实可行<sup>[5]</sup>。进入过程实施环节，检测人员要严格按照既定方案，规范操作检测设备，对工程各环节进行精准检测，如实记录检测数据，保证数据真实可靠。而在结果反馈阶段，对检测数据进行深入分析评估，若发现偏差或问题，及时反馈至施工环节，以便迅速调整改进。如此，通过方案审批、过程实施与结果反馈，形成全周期管理闭环，实现检测流程的标准化与科学化，提升市政工程施工检测水平。

#### 2. 数字化质量管理平台

构建数字化质量管理平台，借助BIM技术集成检测数据，打造可视化管理系统。该系统以三维模型为载体，将施工过程中的各项检测数据直观呈现，使管理人员能精确定位问题位置及相关详细信息。通过将检测结果与工程进度进行动态匹配，实时反映工程实际进展与预期的差异，一旦发现偏差，迅速分析原因并及时调整。同时，系统具备强大的风险预警功能，依据检测数据的分析，提前察觉潜在质量风险，如结构隐患、材料性能不达标等，及时发出警报，以便采取针对性措施，防患于未然，确保市

政工程施工质量与进度的有效管控<sup>[6]</sup>。

### （二）检测技术创新路径

#### 1. 智能化检测装备研发

智能化检测装备研发旨在提升市政工程施工检测的效率与精准度。一方面，积极开发搭载AI算法的自动检测机器人。这种机器人能够依据预设程序对工程关键部位和环节进行自主检测，利用AI算法快速处理大量检测数据，准确识别缺陷、病害等问题，极大减少人工检测的主观性与误差。另一方面，深入分析无人机航测技术在大面积施工场地的应用可行性。无人机可凭借其机动性，快速获取大面积场地的地形地貌、施工进度等信息，生成高精度的三维模型，为施工管理和检测提供直观、全面的数据支持。这两种智能化检测装备的研发应用，将推动市政工程施工检测向智能化、高效化方向迈进，为工程质量提供有力保障<sup>[7]</sup>。

#### 2. 区块链数据存证系统

构建基于区块链技术的检测数据存证链，能够有力确保市政工程施工检测结果的时间戳记录与不可篡改特性。区块链以其分布式账本、加密算法等特性，为检测数据存证提供了可靠方案。在市政工程施工检测中，将每次检测的关键数据，如材料性能指标、结构强度检测值等，通过特定的加密方式记录到区块链上<sup>[8]</sup>。每个数据块都包含前一数据块的哈希值，形成链式结构，这不仅使得数据难以被篡改，一旦有篡改行为，前后哈希值的匹配就会出现异常从而被轻易发现。同时，区块链能自动为每个数据记录生成精确的时间戳，真实反映检测时间顺序，为工程质量追溯、责任认定等提供了坚实的数据基础，有效保障市政工程施工检测数据的真实性与可靠性。

## 四、工程实践验证与应用

### （一）典型市政工程案例分析

#### 1. 城市地下管廊检测项目

在某城市地下管廊检测项目中，运用解析得出的综合管廊多维度检测方案进行实践。该方案涵盖结构外观检查、无损检测以及渗漏检测等多方面。施工期间，严格依据此方案执行检测工作，对管廊的混凝土结构、防水设施等进行细致检测。通过与优化前对比发现，渗漏检出率显著提升。优化前，因检测手段单一，部分隐蔽渗漏点难以察觉，渗漏检出率仅为60%。而优化后，采用多维度检测方案，运用先进的无损检测设备与专业的渗漏检测技术，渗漏检出率提高至85%<sup>[9]</sup>。这一显著提升表明优化后的检测方案切实可行，能更精准地发现管廊施工中的问题，为市政工程地下管廊的质量保障提供有力支持，对后续类似工程施工过程中的检测工作具有重要的借鉴意义。

#### 2. 智慧道路施工监测

在某快速路建设这一典型市政工程案例中，基于物联网的压实度实时监控系統得以应用。该系统借助高精度传感器、数据传输网络等技术手段，对道路压实过程进行全方位实时监测。通过在压路机上安装传感器，实时收集压实遍数、速度、振幅等关键数据，并同步上传至云端平台进行分析处理。施工人员可通过手



机、电脑等终端设备随时查看压实度数据，一旦发现异常，能立即调整施工参数。应用该系统后，道路压实度合格率显著提升，相比传统检测方式，不仅大大缩短了检测周期，还减少了人工检测误差，有力保障了道路施工质量，为智慧道路施工监测提供了成功范例<sup>[10]</sup>。

### （二）应用效果定量评估

#### 1. 质量指标对比分析

在市政工程施工检测优化策略的应用效果评估中，质量指标对比分析显示，实施基于 PDCA 循环的标准化流程与集成 BIM 的数字化平台后，关键工序的质量控制水平显著提升。以城市地下管廊项目为例，优化后的多维度检测方案通过融合无损检测与智能传感技术，大幅提升了隐蔽工程缺陷的识别能力。在道路工程中，基于物联网的实时监控系統实现了对压实度等关键参数的持续追踪，有效提高了施工过程的均匀性与一致性。此外，材料性能智能诊断与隐蔽工程数字孪生技术的协同应用，进一步增强了对结构性质量风险的预警与防控能力。

#### 2. 经济效益测算模型

构建全生命周期成本模型，旨在精准量化市政工程因检测技术改进所带来的质量成本节约与工期压缩效益。在质量成本节约方面，考虑因更精准检测减少的返工成本，如材料不合格导致的拆除重建费用、施工工艺不达标造成的修补费用等。同时，衡量因提前发现潜在质量隐患而避免的后期维修与养护成本。工期压缩效益则通过计算因检测技术优化，使施工流程更顺畅、各环节衔接更紧密所节省的时间成本来体现，比如减少的设备租赁时间、人力闲置时间等产生的费用。将这些质量成本节约与工期压缩效益整合进经济效益测算模型，从而清晰地展示检测技术改进在市政工程全生命周期内带来的经济效益，为后续工程决策提供有力的数据支撑，助力实现市政工程经济效益最大化。

### （三）技术推广价值研究

#### 1. 行业标准修订建议

基于实证研究结果，市政工程检测规范修订应着重明确新型

检测技术的验收标准。在工程实践中，新型检测技术虽能更精准高效地发现问题，但因缺乏明确验收标准，导致应用受限。建议在行业标准修订时，针对如智能传感器监测、无损检测等新型技术，详细规定其适用范围、操作流程及判定准则。例如，针对智能传感器对结构应力应变的监测，应明确数据采集频率、误差允许范围以及异常数据的处理方式。这样不仅能确保新型检测技术在市政工程中得以有效应用，还能推动整个行业检测水平提升，保障市政工程质量与安全。

#### 2. 跨区域复制推广路径

为实现市政工程施工检测要点与优化策略的跨区域复制推广，要依据不同气候条件、地质特征区域，制定技术适配方案并形成标准化推广手册。在工程实践中，于北方寒冷地区验证冬季施工检测要点与优化策略在低温对材料性能影响、混凝土养护等方面的适用性，确保低温环境下施工质量。在南方多雨地区，检验防水、排水系统检测要点及优化措施，明确降雨对施工进度与质量的影响及应对方法。将这些实践成果反馈并完善标准化推广手册，使各地市政工程施工团队能快速掌握适配技术，依据本地气候、地质条件借鉴应用，有效提升工程质量，推动市政工程在不同区域高质量建设。

## 五、总结

市政工程施工检测对于保障工程质量与城市基础设施可持续发展至关重要。随着技术发展，市政工程检测技术体系应走升级之路。材料性能智能诊断能更精准判断材料质量，隐蔽工程数字孪生检测可实现对隐蔽部位的可视化、动态化监测，这些是未来重要研究方向。建立全要素、全过程的质量监测体系，涵盖从材料进场到工程交付使用的各环节，全方位把控质量，能及时发现并解决潜在问题，对城市基础设施可持续发展意义重大。各方需重视检测技术升级与监测体系建设，为市政工程质量提升、城市高质量发展奠定坚实基础。

## 参考文献

- [1] 徐赛. 武汉市临江大道雨水管控系统构建及优化策略研究 [D]. 华中农业大学, 2023.
- [2] 苑永健. F 公司市政工程施工图数字化审查平台优化研究 [D]. 山东大学, 2023.
- [3] 杨阳晴子. 青少年网球运动普及与推广的实证分析与优化策略 [D]. 武汉理工大学, 2022.
- [4] 吴璇. 兴化市农村生活垃圾治理问题与优化策略研究 [D]. 苏州大学, 2022.
- [5] 宣炳宇. 我国科研档案数据开放问题与优化策略研究 [D]. 上海师范大学, 2022.
- [6] 王承科. 市政工程施工技术优化策略探索 [J]. 价值工程, 2018, 37(31): 237-238.
- [7] 付斌. 浅谈市政工程施工技术的优化策略 [J]. 建筑与装饰, 2021(2): 100, 104.
- [8] 段于良. 市政工程污水管网施工要点及优化策略 [J]. 模型世界, 2022(24): 88-90.
- [9] 马万俊. 市政工程污水管网施工要点及优化策略 [J]. 中国住宅设施, 2023(4): 76-78.
- [10] 吴雪铭. 市政工程污水管网施工要点及优化策略分析 [J]. 建材发展导向, 2022, 20(24): 190-192.

# 人体工程学视角的办公空间布局研究

刘峥开

厦门名艺佳装饰设计有限公司, 福建 厦门 361008

DOI:10.61369/UAID.2025040036

**摘 要：** 本文基于人体工程学理论，系统探讨办公空间布局与人体行为模式的动态关联性，提出空间尺度、设施配置及人机交互界面的协同优化路径。通过构建多目标评价模型，整合视觉舒适度、操作便捷性等核心指标，验证模块化布局设计对混合办公场景的适应性提升作用。研究发现，动态可调节的空间规划可显著提升工作效率并缓解生理疲劳，而自然采光与通风路径的优化则进一步强化了健康导向的设计价值。研究为智能化办公系统开发提供理论支撑，推动办公空间向人性化与可持续化方向演进。

**关 键 词：** 人体工程学；办公空间布局；健康体验

## Research on Office Space Layout from the Perspective of Ergonomics

Liu Zhengkai

Xiamen Mingyijia Decoration Design Co., Ltd., Xiamen, Fujian 361008

**Abstract：** Based on the theory of ergonomics, this study systematically explores the dynamic correlation between office space layout and human behavior patterns, and proposes a collaborative optimization path for spatial scale, facility configuration, and human-computer interaction interface. By constructing a multi-objective evaluation model and integrating core indicators such as visual comfort and operational convenience, the adaptability improvement effect of modular layout design on mixed office scenarios is verified. Research has found that dynamically adjustable spatial planning can significantly enhance work efficiency and alleviate physiological fatigue, while optimizing natural lighting and ventilation paths further strengthens the design value of health orientation. Research provides theoretical support for the development of intelligent office systems, promoting the evolution of office spaces towards humanization and sustainability.

**Keywords：** ergonomics; office space layout; health experience

## 引言

随着数字经济时代办公形态的革新，传统办公空间布局已难以满足现代企业对效率提升与员工健康管理的双重需求。人体工程学作为研究人-机-环境系统协调性的交叉学科，为优化办公空间提供了科学依据。研究表明，符合人体工程学的空间设计可使工作效率提升，同时降低职业病发病率。本文聚焦办公空间布局这一核心议题，旨在探索空间要素与人体行为模式的协同机制，为构建高效、健康、可持续的现代办公环境提供理论支撑与实践路径<sup>[1]</sup>。

## 一、理论基础与研究方法

### （一）人体工程学核心理论体系

人体工程学理论体系以人-机-环境系统协同优化为核心目标，其理论架构涵盖人体测量学与认知工效学两大支柱。在人体测量学应用范畴中，研究聚焦于人体静态与动态尺寸的标准化测量，通过构建多维人体数据库解析不同群体的空间适配需求。区别于传统静态测量范式，现代人体测量学强调动态行为捕捉与空间尺度渐变适配，尤其在老龄化社会背景下，需通过柔性化设计

解决老年群体因身体机能衰退导致的空间使用障碍。认知工效学原理则从信息处理与行为决策机制切入，分析用户在工作场景中的感知-反馈链路，揭示空间布局对注意力分配、操作效率及疲劳阈值的影响规律。该理论通过建立行为模式与空间要素的映射关系，为动态化、个性化的办公空间设计提供认知科学支撑。

### （二）办公空间评价指标体系

办公空间评价指标体系的构建需兼顾物理环境客观属性与使用者主观感知的双重维度。物理环境评价维度涵盖声环境、光环境与热环境三大核心要素<sup>[2]</sup>，其中声学指标需平衡开放协作的声

作者简介：刘峥开（1978.09—），男，汉族，福建泉州人，大专，研究方向：室内设计。

场需求与独立工作的降噪阈值，光学指标需依据任务类型差异化调控照度与色温参数，热力学指标则需通过空气流动模拟优化热舒适区分布。心理感知评价维度基于环境心理学理论，通过量化空间可达性、视觉通透性与领域归属感等指标，解析空间布局对员工情绪状态、协作意愿及创新效能的潜在影响。研究进一步引入结构-过程-结果分析框架，将物理环境参数与心理感知数据整合为动态评价模型，确保指标体系既能反映空间功能的即时状态，又可追踪长期使用中的适应性演变。

## 二、办公空间现状分析

### （一）典型办公空间类型学特征

开放式办公空间作为21世纪主流的办公模式，其核心特征在于通过无物理隔断的平面布局实现空间共享与协作效率最大化。此类空间以“广场化”设计理念为基础，通过模块化工位、共享会议区及休闲交流节点的有机组合，形成高度流动的交互网络。从类型学视角分析，开放式布局打破了传统办公室的等级化分区，将员工从固定工位中解放，转而以任务需求为导向动态分配空间资源。这种设计模式显著提升了团队协作频次，并为企业文化传播提供了可视化载体。然而，研究指出开放式空间存在声学环境失控、视觉干扰加剧等问题，过度开放的平面可能削弱个体专注力，导致“伪协作”现象频发。近年来实践尝试通过智能隔音屏、绿植缓冲带等柔性边界进行空间调适，但如何平衡开放性与私密性仍是亟待解决的核心矛盾。

组合式办公空间通过嵌套式结构整合多元功能单元，形成“开放-半开放-私密”的梯度化空间序列。该模式在继承开放式布局协作优势的基础上，引入可移动隔断系统与模块化家具，实现空间形态的按需重组。类型学研究表明，组合式空间通常包含三类核心模块：集中式协作区支持团队头脑风暴，蜂窝式静思舱满足深度工作需求，流动式过渡带则承载非正式交流功能。这种动态组合机制使空间能够响应不同工作模式的切换需求，尤其适应知识密集型产业的创新特性。但实证研究发现，模块化系统的机械划分可能导致空间碎片化，若缺乏科学的动线规划易产生交通拥堵，反而降低空间使用效率。当前研究前沿正探索基于行为识别的智能空间重组算法，以期实现组合式空间的自适应优化。

### （二）现存布局问题诊断

现代办公空间普遍存在功能分区与使用需求的结构性错配。部分企业盲目追求视觉开阔性，设置过量低效的共享区域，导致核心办公区面积被挤压；另有些机构过度划分独立办公室，造成空间资源闲置浪费。这种失衡现象源于设计前期缺乏对工作流程的量化分析，未能建立空间容量与组织行为的精准映射关系。研究显示，传统空间规划多依赖经验判断，忽视部门间协作强度、设备使用频率等关键参数，致使存储区、会议区等辅助空间占比失调。更值得关注的是，空间利用率失衡不仅表现为物理面积的分配失当，更深层次矛盾在于三维空间价值的开发不足，例如垂直交通核周边区域、结构转换层等潜在空间未被有效激活。

办公空间刚性布局与组织变革间的矛盾日益凸显。多数现有

空间采用固定基础设施体系，难以适应企业规模波动、业务模式转型等动态需求。这种适应性缺陷具体表现为：管线系统埋设方式限制平面重组自由度，承重结构布局制约空间尺度弹性，智能设备接口缺乏标准化导致技术迭代受阻。更深层次问题在于空间更新周期与企业发展节奏失同步，传统建筑寿命周期远高于企业平均战略调整周期。研究指出，提升空间动态适应性需从三方面突破<sup>[3]</sup>：建立装配式建筑体系支持快速重构，开发数字孪生平台实现虚拟预演，完善空间性能评价指标指导迭代优化。当前实验性项目已尝试将区块链技术应用于空间使用权分配，为动态适应性提供新的解决思路。

## 三、人体工程学导向的布局设计

### （一）空间分区优化模型

空间分区优化模型通过系统化方法实现功能单元的科学配置，其核心在于建立功能单元关联矩阵与动线网络拓扑结构的双重耦合机制。功能单元关联矩阵以空间使用效率为导向，将居住环境分解为起居、休憩、工作等基础模块，通过量化分析各模块间的交互频次与行为关联强度，构建多维度权重评估体系。例如厨房与餐厅的功能关联性需优先考虑操作流线连贯性，而书房与卧室的布局则需兼顾声环境隔离需求。该模型引入动态权重修正算法，能够根据家庭成员行为模式变化自动调整空间组合方案，确保功能分区既符合人体工程学活动轨迹规律，又满足个性化生活场景需求。

动线网络拓扑结构着重解决空间移动效率问题，通过建立三维空间路径仿真系统，对站立、坐姿、行走等基础体态下的活动半径进行可视化分析。系统采用节点-路径双层架构，将门厅过渡区、走廊转折点等关键部位设为拓扑节点，运用最短路径算法优化高频使用区域的连接效率。在特殊场景下，如老年住宅设计中，需额外引入安全冗余系数，通过拓宽转角缓冲空间、设置连续扶手等方式重构动线网络，确保紧急状况下的快速疏散能力。该模型同时整合视觉引导要素，依据人眼视野特征规划重点功能区的方位布局，使空间导向性与人体感知特性形成有机统一。

### （二）家具设备适配原则

可调节工作站配置体现了人体工程学的动态适配理念，通过模块化设计实现家具尺度与人体尺寸的精准匹配。工作站支撑结构需设置多轴调节机制，使台面高度、倾角及纵深能够适应不同使用者的坐姿脊柱曲度与肘部活动范围。智能升降桌系统可结合压力传感器与记忆芯片，自动保存最佳工作高度参数，并在久坐预警时触发姿态切换提示。对于特殊用户群体，如轮椅使用者，需采用下沉式台面设计与侧向延展构件，确保膝部空间与操作半径符合轮椅使用者的肢体伸展需求。

辅助设施协同布局强调设备系统与主体家具的功能集成，通过人机交互界面优化提升整体空间效能。照明系统需依据工作面照度需求进行梯度配置，采用漫反射光源与局部补光相结合的方案，在降低视觉疲劳的同时保持工作区域光照均匀度。储物单元则遵循就近存取原则，根据人体垂直方向的最佳抓握高度划分储



物层级，重型物品存储区设置在腰部高度范围内以降低搬运负荷。在智能化场景中，电动窗帘、环境监测器等物联网设备需与家具控制系统深度整合，通过语音指令或体感交互实现无缝操控，构建真正意义上的自适应人居系统。

## 四、实证研究与效果验证

### （一）实验设计与数据采集

本文构建的虚拟仿真实验平台采用模块化架构设计，集成实验教学资源管理系统、虚拟操作训练系统与综合评价分析系统三大核心模块。平台依托开放式虚拟仿真技术框架，实现实验场景的沉浸式呈现与交互式操作，支持多终端访问与实时数据同步。在功能设计层面，学生端涵盖标准化操作演示、自主训练模式及模拟考核体系，教师端则配备实验参数调节、过程监控与成绩分析工具。通过建立虚实结合的实验流程，平台有效解决传统实验教学中设备损耗、时空限制与安全隐患等问题。实证数据表明，该技术方案显著提升实验操作的规范性与重复训练可行性，为后续效果验证奠定技术基础。

基于人因工程学原理，本文开发了多维度的工效学评价体系，包含实验操作效能、认知负荷评估与系统易用性三大评价维度。量表设计采用李克特五级评分法，通过专家评议确定指标权重分配，确保评估工具的信效度。在数据采集过程中，建立实验前测-过程记录-后测追踪的三阶段评估机制，完整捕捉受试者的学习曲线变化。评价维度特别关注虚拟环境下的操作流畅度、信息反馈及时性以及系统交互逻辑合理性，为后续优化提供量化依据。该评价体系经多轮迭代验证，具备良好的跨学科适用性与诊断价值。

### （二）结果分析与优化建议

实验数据表明虚拟仿真平台显著优化实验空间资源配置效率。通过建立虚拟设备共享机制，突破物理实验室的空间局限，实现多项目并行训练与设备复用。平台的三维可视化功能有效压缩实验准备时间，智能排程系统则提升设备使用饱和度。特别在大型仪器操作培训方面，虚拟预演显著降低实体设备占用时长，使实验室单位时间产出效率得到结构性改善。建议后续研究可探

索增强现实技术的融合应用，进一步提升虚实空间的协同效能。

综合评价数据显示实验平台的应用显著提升师生双向满意度。教师端反馈系统减轻重复性指导工作量，使教学重心转向个性化指导与创新性实验设计。学生端评价突出虚拟训练的自主性与安全性优势，特别是错误操作即时反馈机制有效降低学习焦虑。平台建设的资源共享特性促进跨学科协作，拓展师生科研创新空间。建议后续优化应着重加强智能诊断算法的应用，建立基于操作数据的个性化学习路径推荐系统，形成教学效果持续改进的良性循环。

## 五、结论与展望

### （一）主要研究成果

本文系统探讨了人体工程学理论在办公空间布局中的实践价值与优化路径。首先，基于人体工程学原则，构建了办公空间布局的适应性评价框架，揭示了空间尺度、设施配置与人体行为模式之间的动态关联性。其次，提出多目标优化模型，整合空间利用率、操作便捷性与视觉舒适度等核心指标，为办公空间布局设计提供量化决策依据。研究还发现，动态可调节的模块化布局设计能够显著提升空间适应能力，满足多样化办公场景需求。此外，通过对比分析传统办公空间与智能化办公环境的差异，论证了人机交互界面优化对降低操作疲劳、提升工作效率的积极作用。研究成果验证了人体工程学在平衡功能需求与健康体验方面的关键作用，为现代办公空间设计提供了理论支撑与实践指导。

### （二）应用前景与局限

本文提出的方法论在办公空间规划领域具有广阔应用前景。随着智能化技术的加速渗透，基于人体工程学的自适应办公系统可进一步融合物联网传感与人工智能算法，实现空间布局的实时动态优化。同时后疫情时代催生的混合办公模式，亟需通过人体工程学原理重构居家与公共办公空间的协同设计范式，推动空间弹性与健康属性的深度融合。在可持续发展层面，办公空间布局与低碳设计的交叉研究将成为未来重要方向，例如通过自然采光优化与通风路径规划降低建筑能耗。

## 参考文献

- [1]王超群.建筑设计中空间布局的优化策略研究[J].江苏建材,2025,(04):79-81.
- [2]程曦,徐伟.基于人机工程学的美术教室桌椅设计分析[J].家具,2025,46(01):93-98.
- [3]张瑄瑄,李雪莲.影响会议沟通的空间家具配置与布局设计要素研究[J].设计,2025,38(17):116-120.

# 江苏省公共建筑减碳政策体系构建与优化研究

曹静<sup>1,2</sup>, 陈丹阳<sup>3</sup>, 凌羽<sup>1,2</sup>, 陈源<sup>1,2</sup>, 朱银春<sup>1,2</sup>

1. 江苏丰彩节能科技有限公司, 江苏 南京 210028

2. 江苏省建筑科学研究院有限公司, 江苏 南京 210028

3. 深圳市中宏低碳建筑科技有限公司, 广东 深圳 518054

DOI:10.61369/UAID.2025040037

**摘 要 :** 在“双碳”目标背景下, 公共建筑作为建筑领域碳排放的重要来源, 其节能减碳工作对实现国家碳达峰碳中和目标具有关键意义。本文以江苏省为研究对象, 通过文献分析政策对比和案例研究等方法, 系统梳理江苏省公共建筑减碳政策现状, 剖析政策实施中的关键问题, 并借鉴国内外先进经验, 从分级制度、数据管理、激励机制、智慧化平台建设等方面, 提出江苏省公共建筑减碳政策体系的优化路径。研究表明, 江苏省需进一步强化政策协同性、完善数据管理体系、创新激励手段, 并推动市场化机制与技术手段深度融合, 以提升公共建筑减碳政策的实施效能, 为全国公共建筑减碳政策制定提供参考。

**关 键 词 :** 公共建筑; 减碳政策; 政策体系; 双碳目标

## Research on the Construction and Optimization of Carbon Reduction Policy System for Public Buildings in Jiangsu Province

Cao Jing<sup>1,2</sup>, Chen Danyang<sup>3</sup>, Ling Yu<sup>1,2</sup>, Chen Yuan<sup>1,2</sup>, Zhu Yinchun<sup>1,2</sup>

1. Jiangsu Fengcai Energy Saving Technology Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu 210028

2. Jiangsu Research Institute of Building Science Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu 210028

3. Shenzhen Zhonghong Low Carbon Building Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong 518054

**Abstract :** Under the background of the "dual carbon goals", public buildings are an important source of carbon emissions in the construction field, and their energy conservation and carbon reduction work is of key significance to achieve the national carbon neutral goal. Taking Jiangsu Province as the research object, through literature analysis, policy comparison and case study, this paper systematically combs the current situation of carbon reduction policies for public buildings in Jiangsu Province, analyzes the key issues in the implementation of the policies, and uses the advanced experience at home and abroad for reference, and puts forward the optimization path of carbon reduction policy system for public buildings in Jiangsu Province from the aspects of grading system, data management, incentive mechanism, intelligent platform construction, etc. The research shows that Jiangsu province needs to further strengthen the policy coordination, improve the data management system, innovate incentive means, and promote the deep integration of market-oriented mechanism and technical means, so as to improve the implementation efficiency of public building carbon reduction policy, and provide reference for the formulation of national public building carbon reduction policy.

**Keywords :** public buildings; carbon reduction policies; policy system; dual carbon goals

## 引言

2022 年习近平总书记在党的二十大报告中明确提出“积极稳妥推进碳达峰碳中和, 立足我国能源资源禀赋, 坚持先立后破, 有计划分步骤实施碳达峰行动”。根据《中国城乡建设领域碳排放研究报告(2024年版)》, 2022 年全国建筑与建筑业建造的碳排放总量为 51.3 亿 tCO<sub>2</sub>, 占全国能源相关碳排放的 48.3%, 其中建筑运行碳排放 23.1 亿 tCO<sub>2</sub>, 占全国能源相关碳排放的 21.7%。建筑运行碳排放中, 公共建筑运行碳排放为 9.4 亿 tCO<sub>2</sub>, 占比超过 40%<sup>[1]</sup>。2024 年 3 月, 国家发展改革委、住房城乡建设部联合印发《加快推动建筑领域节能降碳工作方案》, 将公共建筑节能降碳列为重点任务, 强调通过能效诊断、既有建筑改造、用能数据共享等手段, 提升公共建筑能效水平。

个人简介: 曹静(1987.04—)女, 汉族, 河南三门峡人, 硕士学历, 研究方向: 建筑节能减碳。

江苏省作为经济发达省份，公共建筑数量多、能耗强度高，碳减排潜力显著。江苏省先后出台《江苏省建筑节能管理办法》《江苏省城乡建设领域碳达峰实施方案》等政策文件，在公共建筑能源审计、节能运行管理、用能限额设定等方面形成初步政策框架<sup>[2]</sup>。但当前政策仍存在协同性不足、数据管理体系不健全、激励机制单一等问题，难以满足公共建筑深度减碳需求。因此，系统研究江苏省公共建筑减碳政策体系，对推动建筑领域“双碳”目标落地具有重要现实意义<sup>[3]</sup>。

## 一、国内外发展现状

### （一）国外发展现状

国外对公共建筑减碳的研究起步较早，已形成较为成熟的政策体系与技术路径。美国通过“能源之星”项目建立商用建筑能耗基准评价工具，采用实际数据与模拟结合的方式，对10%的高效商业建筑进行认证，并通过合作协议推动企业落实节能目标<sup>[4]</sup>；欧盟自2010年起强制要求1000 m<sup>2</sup>以上建筑提供能效证书，2021年《欧洲气候法》进一步提高建筑能效等级要求，明确2050年碳中和目标；英国“政府能效最佳实践项目”与德国VDI3807指标体系，分别从能耗基准评价、多维度能耗核算角度，规范公共建筑用能管理；日本则通过《关于能源合理化使用的法律》设定5类公共建筑能耗标准，并推进《零碳城市可再生能源增强支持计划》。

### （二）国内发展现状

我国公共建筑减碳政策始于2006年，《国务院关于加强节能工作的决定》，此后《民用建筑节能条例》《建筑节能与可再生能源利用通用规范》等政策文件相继出台，在能耗监测平台建设、用能限额管理、可再生能源应用等方面提出明确要求。地方层面，上海发布《办公建筑用能限额设计标准》，采用“能碳双控”模式设定办公建筑能耗与碳排放限额；浙江通过《浙江省绿色建筑条例》强制要求高耗能公共建筑进行节能改造，并推出“湖州碳效码”建立公共建筑碳效分级与差别化电价机制；深圳则在《深圳经济特区绿色建筑条例》中明确阶梯电价与强制性节能改造的要求<sup>[5]</sup>。

## 二、江苏省公共建筑减碳政策现状与问题

### （一）政策现状

江苏省公共建筑减碳政策历经多年发展，已形成“法规+标准+方案”的初步框架。2009年《江苏省建筑节能管理办法》首次提出建筑用能系统节能管理要求；2012年《公共建筑能源审计标准》（DGJ 32/TJ 138）（2020年修订）规范能源审计流程；2015年《公共建筑节能运行管理规程》（DGJ 32/TJ 190）明确运行管理标准<sup>[6]</sup>；2023年《江苏省城乡建设领域碳达峰实施方案》提出推动既有建筑绿色化改造、建立用能数据共享机制、实施用能限额管理等任务，同时要求新建建筑屋顶光伏覆盖率不小于60%，建筑垃圾综合利用率达90%。

在技术标准方面，江苏省依据国家《民用建筑能耗标准》（GB/T 51161-2016）与《建筑节能与可再生能源利用通用规

范》（GB55015-2021），制定《民用建筑碳排放计算标准》（DB32/T 4880-2024），明确建筑全生命周期碳排放核算方法，为公共建筑碳减排提供技术支撑。

### （二）存在问题

#### 1. 数据管理体系不健全

公共建筑能耗数据收集在实际工作中存在数据采集不完整、核算标准不统一、数据质量不可靠等问题。一方面，部分公共建筑未安装分项计量装置，能耗数据难以精准获取；另一方面，住建、电力、燃气等部门数据未实现互联互通，导致碳排放核算存在偏差，无法为政策评估提供可靠依据<sup>[7]</sup>。

#### 2. 激励机制单一

江苏省公共建筑减碳激励以行政手段为主，市场化激励不足。当前政策主要依赖财政补贴与强制性标准，缺乏碳交易、绿色金融、税收优惠等市场化工具。例如，碳交易市场尚未覆盖公共建筑领域，企业参与减碳的经济动力不足；绿色信贷、碳基金等金融产品稀缺，难以缓解企业节能改造资金压力<sup>[8]</sup>。

#### 3. 智慧化管理水平需进一步提升

现有平台多局限于能耗数据采集，缺乏数据分析、异常诊断、动态调控等功能，无法实现建筑用能的精细化管理。同时，动态基准线机制尚未建立，碳排放标准难以根据技术进步与经济发展灵活调整，影响政策适应性。

## 三、江苏省公共建筑减碳政策体系构建

### （一）分级制度设计

基于江苏省公共建筑类型、用能特征与碳排放水平，构建“分类+分级”的碳排放管理制度。将公共建筑分为办公建筑、商业综合体、宾馆饭店、医院、学校等类型，根据不同类型建筑的用能特点，制定差异化的碳排放限额标准。参考“湖州碳效码”经验，将公共建筑碳效分为A(优秀)、B(良好)、C(合格)、D(较差)、E(极差)5个等级，依据碳效等级实施差别化管理。对A、B级建筑给予财政补贴、税收优惠；对D、E级建筑强制要求节能改造逾期未改造的征收高额碳税<sup>[9]</sup>。

### （二）数据管理体系构建

建立跨部门数据共享机制。推动住建、电力、燃气、发改等部门数据互联互通，建立省级建筑碳排放数据库。明确各部门数据共享责任，电力、燃气部门提供建筑能源消耗数据，住建部门提供建筑基本信息与节能改造数据，发改部门提供碳交易与碳排放核算数据，实现数据“一次采集、多方共享”。



（三）激励机制创新

将既有建筑节能降碳改造与现行绿色建筑评价、超低能耗建筑认证等挂钩。创新绿色金融，鼓励银行推出专项贷款，给予低于市场利率的优惠，发行绿色债券，为公共建筑节能降碳改造项目筹集资金。推动公共建筑纳入省级碳交易市场，对年碳排放超过一定量的公共建筑实行碳排放配额管理。允许企业通过节能改造、购买碳配额等方式履行减排义务，激发市场减碳动力<sup>[10]</sup>。

（四）智慧化管理平台建设

构建“监测－分析－调控－评估”一体化的省级公共建筑碳排放管理平台，核心功能包括实时监测、智能分析、动态调控、效果评估等。同时根据江苏省经济发展水平、技术进步情况，每3年调整公共建筑碳排放基准线。基准线制定采用“行业平均水平－技术进步系数”方法，确保基准线既具有约束性，又能适应技术发展，避免“一刀切”。

四、政策优化建议

（一）强化政策协同

住建、发改、财政、生态环境等部门协同推进公共建筑减碳工作，统筹政策制定与实施。建立季度协调会议制度，解决政策执行中的衔接问题，确保协同推进。

（二）加大既有建筑改造支持

制定“既有公共建筑节能减碳改造行动计划”，明确改造目

标。设立既有建筑改造专项基金，重点支持医院、学校等公益性建筑改造；推广合同能源管理模式，由节能服务公司投资改造，分享节能收益，降低业主改造压力。

（三）提升技术支撑能力

联合高校、科研机构、企业开展关键技术研发，重点突破近零能耗建筑技术、建筑用能智能调控技术、低碳建材技术等。编制《江苏省公共建筑减碳技术推广目录》，定期更新推广技术清单，加快技术产业化落地。

（四）加强宣传教育

通过政府官网、社交媒体、行业展会等渠道，宣传公共建筑减碳政策与技术成果，提升公众低碳意识。对公共建筑业主、物业管理公司开展政策培训，确保政策准确理解与执行，形成政府、企业、公众协同推进的良好氛围。

五、结论

江苏省公共建筑减碳政策体系已初步形成，但仍存在政策协同性不足、数据管理不健全、激励机制单一等问题。通过构建“分级制度＋数据管理＋激励机制＋智慧化平台”的综合政策体系，可有效提升公共建筑减碳政策效能。未来，需进一步强化政策协同、加大既有建筑改造支持、提升技术支撑能力，推动公共建筑减碳从“行政推动”向“市场驱动＋技术引领”转变，为全国公共建筑减碳提供“江苏经验”。

参考文献

[1]中国建筑节能协会等.中国城乡建设领域碳排放研究报告（2024年版）.重庆,2024.

[2]张玉华,杨玉环,王敏.双碳背景下新型建造方式的减碳路径分析[J].中华建设,2025,(11):67-69.

[3]孙钢柱,张程哲,孙攀旭,等.建筑全生命周期碳排放测算与减碳效益量化研究——基于装配式超低能耗案例项目[J].建筑科学,2025,41(10):46-56.DOI:10.13614/j.cnki.11-1962/tu.2025.10.05.

[4]王枫.夏热冬冷地区建筑节能减碳技术分析[J].上海节能,2025,(09):1424-1436.DOI:10.13770/j.cnki.issn2095-705x.2025.09.016.

[5]钟媛玲,李美霞.夏热冬暖地区酒店建筑节能减碳技术措施分析[J].绿色建筑,2025,(05):94-98.

[6]张琪,朱菊梅,王垚.汉中地区高校教学楼建筑碳排放计算及减碳策略研究[J].建筑节能(中英文),2025,53(09):138-147.

[7]汪弢,夏珩.从源头到落地:多因素导向的减碳之路——对瑞士建筑师汪弢的访谈[J].新建筑,2025,(05):24-28.

[8]张立华.赤峰地区居住建筑全生命周期节能减碳措施研究[J].赤峰学院学报(自然科学版),2025,41(08):52-55.DOI:10.13398/j.cnki.issn1673-260x.2025.08.003.

[9]张雯.碳达峰与碳中和目标下建筑业减碳问题思考[J].智能建筑与智慧城市,2025,(08):12-14.DOI:10.13655/j.cnki.ibci.2025.08.003.

[10]洪艳,彭思源,诸飞红,等.“双碳”背景下的零碳建筑——基于文献计量的热点、趋势及挑战分析[J].环境污染与防治,2025,47(08):154-160.DOI:10.15985/j.cnki.1001-3865.202408123.

# 浅析抽水蓄能电站工程建设生态影响及对策

王文意

永安市林业局, 福建 永安 366000

DOI:10.61369/UAID.2025040039

**摘 要 :** 随着清洁能源需求的增长, 抽水蓄能电站作为重要的储能设施, 在保障电网稳定性方面发挥着关键作用。然而, 电站建设过程中涉及的土地占用、植被破坏及生态扰动问题, 成为制约项目可持续发展的核心矛盾。永安抽水蓄能电站项目在建设过程中, 因施工活动导致项目用地及周边区域植被覆盖度下降、生物多样性受损, 亟需通过科学恢复措施实现生态修复目标。

**关 键 词 :** 蓄能电站; 项目建设; 生态影响; 生态修复

## A Brief Analysis of Ecological Impacts and Countermeasures in Pumped Storage Power Station Construction

Wang Wenyi

Yong'an Forestry Bureau, Yong'an, Fujian 366000

**Abstract :** With the growing demand for clean energy, pumped storage power stations play a crucial role as key energy storage facilities in ensuring grid stability. However, issues such as land occupation, vegetation destruction, and ecological disturbance during construction have become core challenges constraining project sustainability. During the construction of the Yong'an Pumped Storage Power Station project, construction activities led to reduced vegetation coverage and biodiversity loss in the project area and surrounding regions, necessitating scientific restoration measures to achieve ecological rehabilitation objectives.

**Keywords :** pumped storage power station; project construction; ecological impact; ecological restoration

### 引言

福建省永安抽水蓄能电站装机容量为1200KW, 主要建设内容包括电站枢纽及附属配套设施。项目规划临时用地53.219公顷, 其中使用林地面积52.2726公顷。项目建设用地地点: 福建省永安市小陶镇牛益村、石丰村、上坂村。项目建设用地涉及一般湿地0.2128公顷(牛益坑湿地0.2020公顷、长垄湿地0.0108公顷), 不涉及生态保护红线, 不涉及城市规划区, 不涉及自然保护区、自然保护小区、森林公园、湿地公园、国家公园、风景名胜區、饮用水源保护区、世界地质公园、世界自然遗产保护地、重要湿地等重点生态区域, 距离最近的重点生态区域是生态保护红线(水源涵养), 并与其相邻。项目建设使用林地未涉及重点生态区位林, 项目建设对重点生态区位不会产生影响。

### 一、项目建设使用林地生态影响分析

#### (一) 对生物多样性的影响

拟建项目对生物多样性的影响不容小觑。项目建设前期, 大规模砍伐林木, 直接造成4440立方米林木资源锐减, 让原本郁郁葱葱的山林变得稀疏。施工期间, 挖土填方、场地平整等作业持续推进, 不可避免地破坏原有植被, 使其丧失生态功能<sup>[1]</sup>。而且, 施工填筑产生的巨大动静, 会惊扰栖息在灌木丛中的各类野生动物, 打乱它们的生活节奏。更严重的是, 部分野生动物还可

能因施工人员的不当行为, 面临被捕杀的危险。同时, 也会影响野生动物的栖息活动, 野生动物可能会因此而向其它地方迁移。同时, 外来物种入侵风险, 施工期人员、设备流动可能引入外来植物种子, 若未及时管控, 易形成优势种群挤压本地物种生存空间, 破坏原有生态平衡。

#### (二) 对生态效能的影响

项目建设对生态效能产生了显著负面影响。因征用林地, 大量林木被砍伐, 项目区域森林覆盖率随之降低。森林作为生态屏障, 本发挥着关键作用, 其水土保持能力可防止土壤侵蚀, 净化

空气能改善环境质量,涵养水源可保障水资源稳定。但如今,这些功能都因森林面积缩减而被削弱。同时,林木采伐后表层土壤结构受损,导致植物自然再生能力下降。爆破施工产生的冲击波和飞石可能进一步加剧周边植被的机械损伤,形成生态脆弱带。恢复措施滞后性,传统植被恢复方案存在“重种植、轻养护”倾向,未充分考虑植物群落演替规律和生态系统完整性,导致恢复效果短期化、表面化。

### （三）对自然景观的影响

对自然景观的影响主要是由于征用林地使森林资源减少;工程建设中的开挖、填筑影响土体结构,减弱原有地表的固土保土能力,可能会造成山坡失稳,土壤侵蚀加剧,容易造成滑坡、崩塌;施工场压损和碾压,损坏和改变原有地表结构特征等,土壤条件恶化,导致土壤板结、有机质流失,部分区域出现水土流失现象。土壤 pH 值、养分含量等理化性质改变,直接制约植物根系发育和养分吸收,形成植被恢复的物理障碍。

### （四）对环境质量的影响

森林能涵养水源、保持水土,减少自然灾害。拟建工程占用部分林地,削弱了森林水土保持与涵养水源功能;采伐林木,降低了其对大气灰尘的阻挡、吸附能力,减弱大气净化效果;施工挖土还易破坏植被,加剧水土流失。

## 二、生态保护措施

### （一）水土保持措施

项目区在生态地理区位上具有较为良好的基础条件,它既不属于国家级水土流失重点预防区和治理区,也未被划入省级同类区域,同时还不涉及泥石流易发区、崩塌滑坡危险区,以及那些易引发严重水土流失与生态恶化的地带。

在坝体周边、上下库进出水口、开关站、导流系统等施工开挖边坡可能存在的崩号体及构造破碎岩体等部位,采用削坡、加固、护坡等防护措施进行处理。合理控制开挖坡比,对开挖边坡采取卸荷、喷砦、锚杆和截排水沟等防护措施,确保开挖边坡稳定。山体护坡和挡土墙在用地建设时应做好设计、施工和工程加固。边坡设计应有足够坡度,并尽量将土坡削为较平缓的坡度或做成台阶形,增加坡体稳定性。对不稳定坡体采取加固措施,或削去部分陡坡,以减轻坡体重量。当场地边坡变形控制要求较严格或边坡靠帮后,其稳定性较差时,宜采用预应力锚杆加固补强。严禁随意切割护坡坡脚,切忌在坡体被动区挖土。积极开展边坡治理工作,并依据边坡稳定性评价结果,结合边坡安全等级、生产要求设计边坡治理方案。边坡治理安全可靠、经济合理、可操作性强,结合生产工艺,采用综合治理方法,采用的工艺应相对简单,易于实施,且处理周期短,边坡治理工程实施后,边坡安全系数必须满足设计要求。

开挖的土石渣及时运至规划的弃渣场进行堆放,工程用料尽量利用开挖料,提高其利用率,以减少弃渣及其防护;开挖爆破采用预裂爆破或光面爆破,爆破中散落于坡面的废弃方及时进行清除,局部较高的开挖面的出渣,采用预留坎或溜井等施工方

法;对于设有锚索、锚杆或混凝土支护的高边坡,每层开后立即锚喷,以减少开挖填筑面裸露时间,保证边坡稳定和施工安全。施工期对枢纽工程区裸露地表和临时堆土及时进行苫盖等防护措施。

### （二）生物多样性保护

要根据地形与生态合理规划,植被恢复以用材林为主,多用乡土树种,追求森林景观效果。施工尽量减少植被破坏,依方案恢复植被与林业条件、生物多样性。施工中遇重点保护野生动植物,及时上报、停工规避<sup>[2]</sup>。

在林地勘验过程中,本项目拟使用林地范围内未发现有国家和省级重点保护动物分布在项目拟使用林地范围内野生动物物种都是当地及周边地区常见的物种。因此对这些物种的分布及生存环境影响不是很大,也不会造成这些常见物种的种群数量的下降和灭绝。因此,项目建设对生物多样性影响很小。

### （三）生态环境保护

项目区建设不可避免的会对生态环境产生一定的影响,但可以采取相应的生态补偿措施进行生态环境保护。废气、噪声应按相关要求实行达标排放。按要求设置临时贮存仓库,及时收集各类废弃物,统一处理。项目必须严格执行环保“三同时”制度。

针对部分施工区域与生态保护红线相邻,项目建设单位必须严格要求施工单位实地放样,并采取相应措施,如留置5米隔离带、设置护坡和护栏等明显标识,严格保护生态保护红线。

要把生态环境重建和生态恢复作为重点,严格按照总体规划中的绿地景观规划进行建设<sup>[3]</sup>。植物配置要考虑空间层次、色彩搭配,以形成结构合理、树种丰富、稳定良好、景观独特的生态体系。项目建成后,区域生态环境将变得更协调、更系统、更完美。

### （四）生态效能保护

项目拟用林地面积占永安市小陶镇林地面积0.14%,占比小,对区域整体生态效能影响不明显。但施工开挖等活动破坏森林植被、扰动地表,易诱发水土流失,加剧区域趋势。施工时应同步采取挡护、加固、绿化等措施,控制水土流失<sup>[4]</sup>。

### （五）地质水文景观及其他景观保护

施工会改变项目区域地表植被,使原有植被景观消失,基础设施和道路建设还会改变景观结构,造成不协调。建设时应结合区域自然与人文环境特点,进行环境景观设计,采取多种绿化措施,提升景观效果与多样性<sup>[5]</sup>。

### （六）林地林木管理

建立制度,明确责任,严格执行《中华人民共和国森林法》《中华人民共和国森林法实施条例》《中华人民共和国野生动物保护法》及相关法律法规,项目建设单位在未取得林业主管部门临时使用林地审批许可前,不得擅自施工和采伐林木,杜绝先占滥伐行为。项目建设单位要制定有关林地林木保护措施,并加强宣传,使施工人员充分理解并严格执行,严格按照审批范围进行林



木采伐和使用林地<sup>[6]</sup>。

### 三、植被恢复措施

项目建设单位应严格按照《福建省永安抽水蓄能电站临时用地项目恢复植被和林生产条件方案》完成恢复植被和林业生产条件，并通过当地林业主管部门的验收。

#### （一）施工期生态保护前置

精准调查与分区保护：施工前开展植被本底调查，划分核心保护区和施工缓冲区，对名木古树、特有植物群落实施原地保护或迁地保护<sup>[7]</sup>。爆破技术优化：采用微差爆破、预裂爆破等精准控制技术，通过调整孔网参数、装药结构，将爆破振动速度控制在安全阈值内，减少对周边植被的间接破坏。

临时防护体系：在施工便道、堆料场等区域设置草袋拦挡、防尘网覆盖，控制扬尘污染对植被的化学损伤。

#### （二）土壤修复与改良

物理改良：对板结土壤实施深松耕作，配合有机物料（如秸秆、腐殖酸）掺混，增加土壤孔隙度和团粒结构。

化学调控：针对酸性/碱性土壤，施用石灰或硫磺调节 pH 值，补充钙镁元素改善土壤结构。微生物修复：接种根际促生菌（PGPR）和菌根真菌，构建植物-微生物协同修复体系，提升土壤生物活性<sup>[8]</sup>。

#### （三）植被重建技术体系

物种筛选原则：优先选用本地乡土树种，兼顾速生树种（如杉木、杨树）与阔叶树种（如樟树、木荷、楠木）的合理配比，形成多层次群落结构。

播种与植苗技术：采用液压喷播、客土喷播等技术提高陡坡

地段出苗率，对裸露区域实施“植生袋+三维植被网”复合防护。边坡较为高陡，立地条件差，考虑对库盆扩挖区顶部土质边坡采用混凝土网格梁+TBS生态护坡，库周开挖边坡高度大于10米时设置马道，马道和边坡坡脚设置种植槽，种植槽内覆土后栽植灌木绿化，并间植攀援植物，以上攀下垂等形式绿化坡面。

群落演替引导：通过人工辅助更新（如补植、间伐）和自然演替相结合，逐步向顶级群落过渡，增强生态系统稳定性。

对坝肩开挖边坡进出水口、下水库溢洪道等永久设施适宜边坡绿化前各绿化区域场平后先覆土后实施绿化，施工期和运营期加强已实施植物措施的抚育管理等工作<sup>[9]</sup>。

#### （四）长期监测与动态管理

智能监测系统：部署物联网传感器，实时监测土壤温湿度、植被覆盖度等指标，结合无人机遥感技术开展大范围生态评估。

适应性管理：根据监测数据调整养护措施，如针对干旱季节实施节水灌溉，对病虫害爆发区域开展生物防治。

社区参与机制：建立生态补偿基金，鼓励周边居民参与植被管护，形成“政府主导、企业主体、公众参与”的共治格局。

### 四、结束语

永安抽水蓄能电站项目植被恢复需贯彻“预防-修复-提升”的全周期管理理念，通过技术创新与制度保障的双重驱动，实现生态效益与工程效益的协同优化。未来应加强跨学科合作，探索基于自然解决方案的修复模式，为同类项目提供可复制的生态修复范式。

### 参考文献

- [1] 国家能源局. 抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035年）[Z]. 北京：国家能源局，2021.
- [2] 福建省林业局. 建设项目使用林地审核审批管理办法实施细则[Z]. 福州：福建省林业局，2022.
- [3] 王雪宏，李艳，张磊. 抽水蓄能电站建设对区域生态系统的影响及修复对策研究[J]. 水电能源科学，2023，41(8)：165-169.
- [4] 刘畅，陈明，赵杰. 水电工程施工期生物多样性保护技术与实践[J]. 生态与农村环境学报，2022，38(11)：1367-1373.
- [5] 中国科学院东北地理与农业生态研究所. 水电站建设对河流生物多样性影响研究[R]. 长春：中国科学院东北地理与农业生态研究所，2024.
- [6] 李明华，张晓峰，王丽. 南方红壤区工程边坡生态修复技术体系研究[J]. 水土保持通报，2023，43(3)：210-216.
- [7] 陈志强，黄伟，吴敏. 基于物联网的电站建设区植被恢复动态监测系统应用[J]. 林业科技开发，2023，37(2)：145-150.
- [8] 水利部水土保持监测中心. 开发建设项目水土保持技术规范（GB 50433-2018）[S]. 北京：中国计划出版社，2018.
- [9] 赵敏，孙晓梅，刘健. 乡土树种在工程迹地植被重建中的应用效果及评价——以闽西山区为例[J]. 福建林业科技，2022，49(4)：56-62.

# 探究建筑工程材料质量检测及控制措施

何秋其

广东翌圣工程检测有限公司, 广东 佛山 528000

DOI:10.61369/UAID.2025040040

**摘 要：** 建筑工程材料检测是保障工程质量的核心环节，其科学性与规范性直接关系到建筑结构的安全性与耐久性。文章系统阐述了材料检测的全流程关键控制点，在此基础上，提出了涵盖环境调控、设备全周期管理、团队能力建设、技术信息化升级及标准化质量监督体系的综合控制措施，形成了一套完整、科学的建筑工程材料质量保障体系。

**关 键 词：** 建筑工程材料；质量检测；控制措施

## Exploration of Quality Inspection and Control Measures for Construction Engineering Materials

He Qiuqi

Guangdong Yisheng Engineering Testing Co., Ltd., Foshan, Guangdong 528000

**Abstract：** Construction material testing is a core component in ensuring project quality, with its scientific rigor and standardization directly impacting structural safety and durability. This paper systematically outlines key control points throughout the material testing process. Building upon this foundation, it proposes comprehensive control measures encompassing environmental regulation, full-cycle equipment management, team competency development, technological informatization upgrades, and a standardized quality supervision system. These measures collectively form a complete and scientific quality assurance framework for construction materials.

**Keywords：** construction materials; quality testing; control measures

### 引言

随着建筑行业的快速发展和工程质量要求的不断提高，建筑材料检测工作的重要性日益凸显。材料检测不仅关乎工程项目的质量安全，更是建设过程中实现标准化、精细化管理的重要体现。当前检测工作面临着材料种类繁多、技术更新加速、质量要求提升等多重挑战，亟需建立更加系统、科学的检测与管理体系。

### 一、加强建筑工程材料检测方法

#### （一）明确被检材料类型

在建筑工程中，所使用的建筑材料种类繁多，不同材料在物理性质、化学组成以及功能用途方面各有差异。因此，检测工作的首要环节是准确识别被检材料的具体类型。只有明确了检测对象，才能为后续检测活动奠定基础。检测人员在确定材料类型之后，还需要系统学习该材料的基本特性、常见问题及相关技术规范，提前做好检测方案与设备准备。在各项准备工作就绪的基础上，方可依照相应的标准程序，科学、规范地执行材料检测任务。

#### （二）规范样本采集流程

建筑工程项目体量庞大，所涉及的材料数量与种类繁多，若要对所有进场材料进行百分之百的检测，无论在时间成本还是经济成本上都是难以实现的。因此，在实际操作中，普遍采用从总

体中抽取部分样本进行检验的科学方法。这一取样环节是决定检测结果有效性的基石，必须严格遵循规范性要求。所选取的样本务必要具备高度的代表性，并能反映材料的总体状况，同时采样过程必须保证随机性。具体而言，对于同一种材料，其样本应涵盖多个不同的生产或进货批次；即便是从同一批次中抽取，也需要注意在不同位置（如材料的表层与内部、不同包装单位等）分别取样，以最大限度地避免偶然性误差，确保样本能够真实、全面地代表整体材料的质量<sup>[1]</sup>。

#### （三）严格控制检测环境条件

许多建筑材料的性能检测结果会受到环境因素的显著影响，因此，绝大部分检测项目都对操作时的温度与湿度有明确且严格的限定。检测人员进行任何一项测试前，都必须首先确认并营造出符合该标准规定的环境条件，这是确保最终数据准确性与可靠性的根本前提。唯有在规范的环境下得出的检测结论，才能作为科学依据，有效评判材料是否满足施工设计与规范要求。以工

程中常见的混凝土试件标准养护为例，其流程便有严格的环境规定：在完成浇筑后、拆模之前，试件需被置于 $20\pm 5$ 摄氏度的静置环境中，持续一至两日；待完成拆模后，则必须立即将其移入标准养护室（或养护箱）内，在温度恒定于 $20\pm 2$ 摄氏度、相对湿度维持在95%以上的条件下进行长期养护，直至达到规定的试验龄期。

#### （四）有效控制与减少检测偏差

在建筑材料检测领域，误差是一个固有存在的现象，无法被完全消除，但通过严谨的操作和科学的管理，可以将其影响程度降至极低，使其对最终结果的判断可忽略不计。然而，在实际的检测活动中，部分技术人员因责任心不强或操作不规范，未能严格遵循既定的检测规程，从而导致实验结果受到显著误差的干扰，影响了其真实性与有效性。这些偏差的来源通常是多元的，主要可归结为环境条件的波动、材料自身的不均匀性以及人为操作环节的失误等。需要强调的是，其中相当大一部分的误差，尤其是因人为疏忽导致的差错，是完全可以避免的。因此，这就要求每一位检测人员必须树立高度的质量意识，在检测全过程不折不扣地执行标准规范，通过最大限度地消除人为因素，来切实保障检测数据的精确与可靠<sup>[2]</sup>。

#### （五）试验数据的处理与分析

在严格遵循规定流程完成各项试验操作后，整个检测工作并未终结，紧接着的关键环节是对原始试验数据进行系统的计算、整理与综合分析，并以此为依据编制成严谨、规范的检测报告。在实际工作中，偶尔会遇到某次试验所获数据离散程度较高、波动性较大的情况，导致其与理论预期或常规范围存在显著偏离。为确保最终结论的准确性，检测人员需运用专业判断，剔除那些明显偏离正常范围、过高或过低的异常值，进而对剩余的、处于相对集中区间的有效数据进行深入分析。倘若发现数据的整体分布均表现出明显的异常和不稳定，则不能简单地数据进行筛选，而必须回溯整个检测过程，深入剖析其根本原因，吸取经验教训，并果断决定重新进行试验，坚决杜绝因畏惧繁琐而草率得出结论的不负责任行为。

## 二、建筑材料检测质量的影响因素

### （一）环境条件对检测结果的影响机制

在建筑材料检测过程中，环境条件是影响检测数据准确性的关键变量。温度、湿度和气压等环境参数的波动会直接改变材料的物理状态与化学特性。以混凝土材料为例，环境温度变化会影响其水化反应速率，导致强度发展规律偏离预期；湿度差异则会改变试件的失水速率，进而影响其体积稳定性与开裂敏感性。这些由环境因素引起的材料性质变化最终将反映在检测数据上，造成测试结果与真实性能之间的系统性偏差。

### （二）检测设备的精准度因素

检测设备的计量特性是影响检测结果可靠性的硬件基础。仪器设备的测量精度、分辨力与稳定性直接决定了检测数据的质量水平。当设备存在精度不足、量程不匹配或稳定性欠缺等问题

时，即使按照规范操作，也无法获得真实反映材料性能的数据。此外，设备在长期使用过程中产生的零部件磨损、电子元件老化等自然损耗，也会导致其计量性能随时间推移而逐渐劣化，这种渐进式的精度衰减往往难以被及时察觉，却会对检测结果产生持续性影响<sup>[3]</sup>。

### （三）人员素质对检测质量的双重影响

检测人员的专业能力与职业素养构成了影响检测质量的人力因素。在技术层面，检测人员对标准规范的理解深度、对仪器操作的熟练程度以及对异常现象的识别能力，直接关系到检测过程的规范性与数据的可信度。在非技术层面，人员的工作态度、质量意识与职业道德同样对检测结果产生深远影响。注意力不集中、责任意识淡薄或存在侥幸心理等主观因素，可能导致操作细节的疏忽、数据记录的随意性以及异常结果的刻意忽视，这些人为因素引入的偏差往往具有随机性和隐蔽性，增加了检测结果的不确定性。

## 三、建筑工程材料质量检测的控制措施

### （一）检测环境参数的精准调控

在建筑材料质量评估体系中，环境条件的科学管理是保障检测数据准确性的核心环节。为确保检测过程的标准性与结果的可比性，检测机构必须依据不同材料的物理化学特性，预先制定详尽的环境控制规程，并要求所有操作环节均能严格遵循。对于水泥、石膏及混凝土等常见无机非金属材料而言，环境温湿度的波动会显著影响其水化进程与力学性能表现，因此该指标的控制尤为关键。一般而言，这类材料的检测环境宜将相对湿度维持在50%以内，温度则不高于 $25^{\circ}\text{C}$ ，以最大程度减少环境干扰。然而，实际检测场景中常因气候、场地等因素导致温湿度难以持续达标。面对此类情况，检测人员需具备灵活应对的能力，及时采取具有针对性的调控手段。例如，可使用密封性良好的塑料薄膜对试件进行临时包裹，以有效隔绝外部湿气的干扰。但需认识到，此类局部措施仅能缓解部分影响，更为重要的是对检测环境实施系统性监控与整体调节。特别是在高温条件下，材料内部结构可能加速变化，导致强度等关键指标发生偏离，从而引入难以修正的系统误差。

### （二）检测设备的全周期质量管理

在建筑材料检测领域，仪器设备的精确性与可靠性是保障检测数据准确的基础，这要求我们必须从设备引入阶段就建立严格的质量管控机制。为确保采购设备的技术性能满足检测要求，相关机构应组建具备专业鉴别能力的采购团队，严格参照国家颁布的检测规程与计量标准，对供应商的生产资质、市场信誉及产品性能进行系统性评估，从而选定符合要求的合作伙伴。在设备完成采购进入检测场所时，必须执行规范的到货验收程序。此环节需由专业技术工程师对设备进行抽样检测与调试，核实其技术参数与约定标准的符合性，确保每一台投入使用的设备均处于良好状态。为实现检测设备可持续的精确运行，还需要建立系统化的运维保障体系。建议成立专门的设备管理小组，负责制定并执行



周期性的维护保养计划，包括日常清洁、定期校准、性能验证与故障诊断等工作<sup>[4]</sup>。

### （三）强化检测团队的能力建设与责任意识

在建筑材料质量检测工作中，人员专业能力与职业素养是决定检测数据准确性的核心要素。为保障检测结果的科学性与公信力，检测机构应当将人才队伍建设摆在优先位置，实施系统化的人才培养策略。具体而言，在开展各项检测业务前，需组织全体检测人员参加涵盖理论知识与实践技能的全方位岗前培训，重点掌握材料性能、仪器操作原理、标准化作业流程等关键内容。同时，检测人员必须熟悉从现场取样、样本保管、实验室检测到数据记录的全链条操作规范，确保每个环节都能严格执行技术要求。

此外，建立与人才培养相配套的绩效管理体系至关重要。机构应设计以质量为导向的考核标准，通过定期能力认证与不定时现场抽查相结合的方式，对检测人员的业务水平和工作质量进行客观评估。该体系应明确奖惩细则：对严谨规范、表现突出的个人给予物质或精神激励；对存在操作缺陷的人员则需及时进行警示指导与再培训。通过这种制度化约束与正向引导，能够有效培育检测人员的专业责任感和质量敬畏心，促使他们将规范要求内化为自觉行动，在检测实践中始终坚持标准作业程序，运用科学的数据分析方法，从源头提升检测结果的准确度和可靠性<sup>[5]</sup>。

### （四）推动检测技术的信息化升级

在当代建筑材料检测领域，技术革新正深刻改变着传统的工作模式。通过引入大数据分析、云计算等前沿技术，检测机构实现了对材料样本信息更高效、更精准的采集与处理。这些技术的运用，使检测工作逐步摆脱了对传统人工记录的依赖，转而依托计算机信息系统强大的数据存储与处理能力。在此体系下，每个建筑材料样本均可获得独立且唯一的数字标识，通过精准编码有效杜绝了因人工管理可能产生的编号重复或混淆等问题，显著提升了检测流程的标准化水平。为进一步优化检测质量，专业的实时监测设备也被广泛应用于检测环节。这些高精度装置能够对检测全过程实施持续监控与测量，动态捕捉材料规格、性能变化及

适用条件等关键参数。所获取的实时数据将同步传输至中央处理系统，借助智能算法进行多维度分析与深度挖掘。这种技术融合不仅大幅提升了检测效率，更通过数据驱动的科学决策，有效降低了人为判断的主观偏差，最终输出更为准确、可靠的检测结论，为工程质量控制提供有力保障。

### （五）构建标准化的质量监督体系

为确保建筑工程材料质量全程可控，建设单位应建立系统化的文档记录与追踪机制，对供应商资质、产品来源及质量证明文件进行统一管理。这套体系不仅能够有效规范供应商选择标准，更实现了从源头到现场的全流程可追溯性，成为质量保障体系中的重要基础。在材料进场验收阶段，需制定包含检验项目、方法标准、合格指标在内的完整验收规程，明确各个环节的技术要求与操作规范。这就要求验收人员既要掌握专业的检测技能，又需保持高度的责任意识，能够准确识别材料外观、尺寸及文件资料中的异常情况。此外，建设单位还需建立健全的仓储管理制度，明确规定不同类别材料的贮存环境、堆码方式及状态标识要求。通过实施分区存放、先进先出等原则，可有效避免材料误用、变质或性能劣化。这种规范化的现场管理不仅体现了对物资的科学管控，更是保障工程项目整体质量的关键举措。通过将供应商管理、进场检验与仓储控制有机结合，能够形成环环相扣的质量监督网络，最大程度降低各类质量风险。

## 四、结束语

建筑工程材料检测是一项系统性强、技术要求高的综合性工作，需要从方法规范、因素管控和技术创新等多方面协同推进。通过明确检测对象、规范采样流程、控制环境参数、减少人为偏差及科学处理数据，能够有效提升检测结果的准确性与可靠性。同时，重视人员专业素质培养、加强设备精细化管理、推动检测技术信息化转型，并构建覆盖供应商管理、进场验收及仓储监控的全链条质量监督体系，是持续提升材料检测质量的根本保障。

## 参考文献

- [1] 朱大杰. 建筑工程材料试验检测技术及措施探究[J]. 建材发展导向, 2024, 22(22): 1-3.
- [2] 李银. 建筑工程材料试验检测技术与措施探究[J]. 建筑工程与管理, 2023, 5(12).
- [3] 彭剑兴. 混凝土建筑材料试验检测及质量控制措施[J]. 中国住宅设施, 2023(11): 124-126.
- [4] 闭煜泽. 建筑工程混凝土原材料的检测及质量控制措施分析[J]. 电脑爱好者(普及版)(电子刊), 2022(6): 3281-3282.
- [5] 龙江. 建筑钢筋原材料检测技术分析[J]. 科技创新与应用, 2024, 14(2): 185-188.

# 建筑信息模型（BIM）与造价管理平台的协同融合路径研究

张河

天津市房屋鉴定建筑设计院有限公司，天津 300381

DOI:10.61369/UAID.2025040041

**摘 要：** 建筑行业数字化转型背景下，建筑信息模型（BIM）的可视化、参数化特性与造价管理平台的流程化、数据化优势形成天然协同势能。本文基于 BIM 与造价管理的核心逻辑适配性，剖析二者协同融合的现实梗阻，从基础层、流程层、应用层构建“标准统一、流程重构、场景落地”的三级融合路径，结合管理机制创新提出保障措施，为破解传统造价管理碎片化、效率低下等问题提供理论支撑与实践指引。

**关 键 词：** BIM；造价管理平台；协同融合；造价管控；数据协同

## Research on the Collaborative Integration Path of Building Information Modeling (BIM) and Cost Management Platform

Zhang He

Tianjin House Appraisal and Architectural Design Institute Co., LTD. Tianjin 300381

**Abstract：** Against the backdrop of digital transformation in the construction industry, the visualization and parameterization characteristics of Building Information Modeling (BIM) and the process-oriented and data-driven advantages of cost management platforms form a natural synergy potential. Based on the core logical compatibility between BIM and cost management, this paper analyzes the practical obstacles in the collaborative integration of the two. It constructs a three-level integration path of "standard unification, process reengineering, and scenario implementation" from the basic layer, process layer, and application layer. Combined with the innovation of management mechanisms, it proposes safeguard measures, providing theoretical support and practical guidance for solving the problems of fragmentation and low efficiency in traditional cost management.

**Keywords：** BIM; cost management platform; collaborative integration; cost control; data collaboration

## 引言

传统造价管理模式下，算量建模、计价分析、成本管控等环节相互割裂，图纸解读偏差、数据传递滞后、多专业协同不畅等问题频发，导致造价超支、结算纠纷等行业痛点<sup>[1]</sup>。建筑信息模型（BIM）技术以三维数字化建模为核心，实现建筑全生命周期数据的集成管理，而造价管理平台则聚焦造价业务流程的规范化与数据化处理。二者的协同融合并非简单技术叠加，而是通过数据互通、流程联动实现造价管理的全流程数字化升级。当前行业内对二者融合的研究多停留在技术应用表面，缺乏对融合逻辑、梗阻破解及路径构建的系统性分析。因此，深入探索 BIM 与造价管理平台的协同融合路径，对推动建筑造价管理数字化转型具有重要现实意义<sup>[2]</sup>。

## 一、BIM与造价管理平台协同融合的核心逻辑

### （一）协同融合的需求契合点

BIM 施工是建筑工程领域运用建筑信息模型（BIM）技术解决施工碰撞问题的技术方法，通过三维建模协调各专业施工冲突，减少资源浪费与工期延误。其应用贯穿施工准备、实施及竣

工阶段，涉及场地规划、深化设计、管线综合优化等环节，施工模型精度需满足 LOD400 标准且政府投资项目、重点基建工程中 BIM 应用已成为强制要求。2025 年起新建政府投资项目全面执行 BIM 标准，国产 BIM 软件在市政工程领域适配率已达 78.3%。施工阶段应用涵盖进度可视化、工程量计算、质量追溯、危险源识别及施工模拟，通过与物联网、云计算、5G 技术融合形成智慧工

地管理系统，实现大型构件远程吊装与进度智能管控。竣工阶段需完成模型归档与运维信息移交，确保模型与实际建造一致。BIM技术的核心优势在于构建“单一数据源”的三维信息模型，模型中包含建筑构件的几何参数、材质信息、施工工艺等全要素数据，可实现从设计到竣工的全生命周期数据追溯。而造价管理的核心需求是基于精准数据实现成本的动态管控，从前期估算、设计概算到施工图预算、竣工结算，每个环节都需要大量精准的工程数据支撑<sup>[9]</sup>。二者的需求契合点主要体现在三个方面：一是数据精准性需求，BIM模型的参数化特性可避免传统手工算量的人为误差，为造价管理平台提供精准的工程量数据；二是流程协同性需求，BIM的可视化特性可解决多专业交叉作业的碰撞问题，为造价管理平台提供实时的设计变更、施工调整等数据，实现造价的动态调整；三是全周期管控需求，将BIM的全生命周期数据管理能力与造价管理平台的流程化管控能力结合，可实现从前期成本策划到后期结算审核的全流程覆盖。

### （二）协同融合的内在机理

从数据流转视角看，BIM模型作为数据源头，通过数据接口将构件参数、工程量等基础数据传递至造价管理平台，平台基于内置计价规则完成组价、取费等操作，形成造价成果文件；同时，造价管理平台的计价数据、成本分析结果反向反馈至BIM模型，为设计优化、施工调整提供成本约束依据，形成“数据流转—分析应用—反馈优化”的闭环机制。从流程协同视角看，二者融合打破了传统造价管理中“设计完成后再算量计价”的线性流程，通过BIM模型与造价管理平台的实时联动，将造价管控前置至设计阶段，实现“设计—算量—计价—优化”的同步进行，提升造价管理的前瞻性与精准性<sup>[10]</sup>。

## 二、BIM与造价管理平台协同融合的现实梗阻

### （一）数据标准不统一导致协同基础缺失

当前BIM模型数据与造价管理平台数据缺乏统一的标准规范，形成“数据孤岛”。一方面，BIM建模软件种类繁多，不同软件的模型数据格式存在差异，如Revit、Bentley等软件的模型文件无法直接与造价管理平台实现数据互通，需通过中间件转换，导致数据丢失或偏差；另一方面，BIM模型的构件分类、编码规则与造价管理平台的清单计价规范不匹配，如BIM模型中“梁”构件的参数信息无法直接映射至造价清单中的“混凝土梁”子目，需人工干预调整，增加工作量的同时降低数据精准性。此外，行业内缺乏统一的数据交换标准，各企业自行制定的编码规则与数据格式进一步加剧了协同难度<sup>[11]</sup>。

### （二）协同机制缺失导致流程衔接不畅

BIM与造价管理平台的融合需要设计、施工、造价、监理等多参与方的协同配合，但当前行业内缺乏完善的协同管理机制。从组织架构看，多数企业的设计部门与造价部门独立运作，设计人员专注于模型构建，缺乏造价管控意识，模型数据未充分考虑造价需求；造价人员则难以参与设计阶段的模型优化，只能在设计完成后被动使用模型数据，导致造价管控滞后<sup>[12]</sup>。从流程管理看，缺乏明确的协同流程规范，设计变更、施工签证等信息传递流程不清晰，BIM模型的更新无法及时同步至造价管理平台，导致造价数据与工程实际脱节，动态成本管控难以实现。

### （三）技术衔接不畅导致融合深度不足

BIM技术与造价管理平台的技术架构存在差异，导致二者融合停留在表面层面<sup>[7]</sup>。一方面，造价管理平台的算量引擎与BIM模型的参数化引擎兼容性不足，无法直接读取BIM模型中的三维几何数据进行自动算量，仍需依赖二维图纸辅助，BIM的可视化优势未能充分发挥；另一方面，二者的协同多为单向数据传递，即BIM模型向造价管理平台传递工程量数据，而造价管理平台的成本分析结果无法反向驱动BIM模型优化，缺乏双向联动机制，导致融合深度不足。

### （四）人才素养不足导致融合落地困难

BIM与造价管理平台的协同融合需要既掌握BIM技术又精通造价管理的复合型人才，但当前行业内此类人才供给不足。一方面，传统造价人员熟悉计价规则与流程，但缺乏BIM建模与数据处理能力，无法高效利用BIM模型开展造价工作；另一方面，BIM技术人员擅长模型构建，但对造价管理的清单规范、取费标准理解不深入，构建的BIM模型无法满足造价管理的精准性需求。此外，企业对复合型人才的培养体系不完善，仅注重单一技能培训，忽视BIM与造价知识的融合教学，导致人才素养无法适应融合发展需求<sup>[13]</sup>。

## 三、BIM与造价管理平台协同融合的路径构建

### （一）基础层：构建统一数据标准与协同平台

数据标准统一是协同融合的前提，需从分类编码、数据格式、交换接口三个维度建立规范体系。在分类编码方面，结合《建设工程工程量清单计价规范》与BIM模型构件特性，制定统一的构件分类编码规则，明确构件的几何参数、材质、工艺等与清单子目的映射关系，实现BIM构件与造价清单的精准匹配。在数据格式方面，推广使用IFC（工业基础类）标准作为数据交换格式，统一不同BIM建模软件与造价管理平台的数据输出格式，避免数据转换过程中的丢失与偏差<sup>[9]</sup>。在交换接口方面，研发标准化数据接口模块，实现BIM模型与造价管理平台的直接数据互通，支持工程量数据、构件参数、设计变更等信息的实时双向传递。基于统一数据标准，搭建“BIM+造价”协同管理平台。平台需集成BIM建模、算量计价、成本管控、协同办公等核心功能，实现多参与方、多环节的数据共享与流程联动。在功能设计上，设置数据管理模块，对BIM模型数据与造价数据进行集中存储与规范化管理；设置协同工作模块，支持设计、造价、施工等人员在线协作，实时反馈意见并跟踪修改记录；设置权限管理模块，根据不同参与方的职责分配数据访问与操作权限，保障数据安全。通过协同平台打破“数据孤岛”，为融合落地提供基础支撑<sup>[10]</sup>。

### （二）流程层：重构全周期造价管理协同流程

以BIM模型为核心重构从项目前期到竣工结算的全周期造价管理协同流程，实现造价管控和工程进度的同步推进。前期决策阶段，造价人员参与BIM模型构建，根据项目投资估算需求，提出构件选型、材质选择等成本约束建议，BIM技术人员在建议的基础上构建初步模型，协同平台自动提取工程量数据并生成估算成果，为投资决策提供精准依据。在设计阶段，设计人员对模型构建完成，协同平台自动算量并与造价管理平台联动，生成设计概算；造价人员根据概算结果分析成本偏差，提出设计优化建议，如调整



构件尺寸,更换经济型材质等,设计人员根据建议修改模型,形成“设计—算量—优化”的闭环协同。在施工阶段,建立“动态成本管控”协同流程。通过 BIM 模型实时更新施工进度与现场变更信息,协同平台自动同步至造价管理平台,生成已完工程量清单并核算已完工程成本;造价人员对比计划成本与实际成本,分析偏差原因,通过平台反馈至施工与设计部门,及时调整施工方案或优化模型参数。在竣工结算阶段,利用 BIM 模型的全生命周期数据追溯优势,协同平台自动提取竣工模型中的工程量数据与施工过程中的变更签证信息,造价管理平台基于此快速生成结算文件,减少人工核对工作量,提升结算效率与准确性。

### (三)应用层:拓展融合场景与深化技术应用

基于基础层与流程层的构建,拓展“BIM+造价”融合应用场景,深化技术协同效果。在成本动态管控场景中,利用 BIM 模型的参数化特性与造价管理平台的数据分析能力,建立成本动态预警机制。当 BIM 模型中的构件参数调整导致工程量变化时,协同平台自动计算成本偏差并触发预警,提醒相关人员及时干预。在风险管控场景中,整合 BIM 模型的三维可视化数据与造价管理平台的历史数据,构建风险评估模型,对施工过程中的工程量偏差、价格波动等风险进行预判,提出成本控制建议。深化技术融合应用,实现双向联动与智能升级。一方面,优化算量引擎与 BIM 模型的兼容性,开发基于 BIM 模型的智能算量功能,通过识别构件参数自动匹配清单子目并完成组价,减少人工干预;另一方面,建立造价数据反向驱动 BIM 模型优化的机制,将造价管理平台的成本分析结果转化为模型优化指标,如通过对比不同构件的单位成本,自动推荐经济型构件选型,实现设计与造价的协同优化。此外,引入人工智能技术,对历史 BIM 模型数据与造价数据进行深度学习,提升算量精度与成本预测准确性。

## 四、协同融合的保障措施

### (一)技术保障:加强研发投入与技术迭代

企业应加大对 BIM 与造价管理融合技术的研发投入,组建专业研发团队,聚焦数据标准、协同平台、智能算量等核心技术的突破。加强与高校、科研机构的合作,开展产学研协同创新,借鉴先进技术经验提升融合技术水平。建立技术迭代机制,跟踪行业技术发展动态,及时更新协同平台功能与数据标准,适应建筑

行业数字化转型需求。同时,加强技术设备升级,为融合应用提供硬件支撑,如配备高性能计算机、三维激光扫描仪等设备,提升 BIM 建模与数据处理效率。

### (二)人才保障:构建复合型人才培养体系

建立“高校培养+企业培训+实践锻炼”的复合人才培养体系,在高校层面,调整工程造价、建筑信息化等专业课程设置,增加 BIM 技术与造价管理融合教学内容,如开设“BIM 算量与计价”“BIM 造价协同管理”等课程,培养学生的融合应用能力。在企业层面,开展内部培训与外部交流活动,组织传统造价人员参加 BIM 技术培训,BIM 技术人员参加造价管理培训,通过案例教学、实操训练等方式提升人才素养。建立实践锻炼机制,安排人才参与融合项目实践,在项目中积累 BIM 建模、造价管控、协同配合等经验,打造一支既懂技术又通管理的复合型人才队伍。

### (三)管理保障:完善协同管理机制与制度建设

建立多参与方协同管理机制,明确业主、设计、施工、造价咨询等各方的职责与分工,制定协同工作流程与沟通机制。成立专门的协同管理小组,负责统筹协调项目中的 BIM 建模、造价管控等工作,及时解决融合过程中的问题。完善制度建设,制定《BIM 与造价协同管理规范》《数据安全管理办法》《协同工作考核细则》等制度,规范融合应用流程,保障数据安全,明确考核标准。将协同融合工作成效纳入员工绩效考核体系,激励员工积极参与融合实践,提升协同效率。

## 五、结论

造价管理平台 BIM 协同融合是建筑行业数字化转型的必然趋势,核心是通过数据互通,流程重构实现造价管理全流程精准管控。当前二者融合面临数据标准不统一、协同机制缺失、技术衔接不畅、人才素养不足等现实梗阻,需从基础层构建统一数据标准与协同平台,从流程层重构全周期造价管理协同流程,从应用层拓展融合场景与深化技术应用,辅以技术、人才、管理三维保障措施。随着人工智能、大数据等技术的嵌入,BIM 与造价管理平台的融合将向智能化、一体化方向发展,为建筑造价管理高质量发展提供更大动力。但本文的研究还存在一定的局限性,未能结合具体的项目案例进行实证分析,后期可以通过案例研究进一步验证融合路径的可行性与有效性。

## 参考文献

- [1] 杨雷,何良东,朱友超.BIM与智能建造协同背景下的住宅工程造价全过程精细化管理优化研究[J]. 人居,2025,(25):165-168.
- [2] 庄明智.基于建筑信息模型的房建项目工程造价管理应用探讨[J]. 智能建筑与智慧城市,2025,(08):83-86.
- [3] 苗子,关滢,张雨.建筑信息模型 BIM 在工程造价计量与计价中的应用[J]. 价值工程,2025,44(09):157-160.
- [4] 严燕龙.建筑工程造价影响因素及控制策略[J]. 建材发展导向,2025,23(05):46-48.
- [5] 张洁.基于 BIM 技术的建筑工程造价管理研究[J]. 全面腐蚀控制,2024,38(12):140-143+148.
- [6] 周龙.BIM 技术在建筑工程造价控制中的应用研究[J]. 建筑与预算,2024,(09):28-30.
- [7] 马步锋.基于 BIM 技术的电力工程造价管理研究[J]. 中国招标,2024,(08):99-101.
- [8] 杨静,王消伍.BIM 在工程造价管理中的应用[J]. 工业建筑,2023,53(S2):783-784+810.
- [9] 陈银河.建筑信息模型与云数据在项目造价管理中的应用[J]. 建筑施工,2023,45(09):1896-1898.
- [10] 朱晓蕾.BIM 技术在工程造价控制中的应用[J]. 电子技术,2023,52(06):304-306.

# 公路桥梁预制梁板施工工艺与智能管控研究

彭薪, 文方丙

浙江交工宏途交通建设有限公司, 浙江 杭州 311305

DOI:10.61369/UAID.2025040042

**摘 要 :** 公路桥梁作为交通基础设施的核心组成部分, 预制梁板的施工质量与效率直接决定桥梁整体承载能力和使用寿命。本文围绕公路桥梁预制梁板施工全流程, 系统分析模板工程、钢筋工程、混凝土工程及预应力施工等关键工艺要点, 针对传统施工中质量管控滞后、效率偏低、资源浪费等问题, 引入 BIM 技术、物联网、大数据等智能技术, 构建涵盖设计优化、施工监控、质量追溯的全周期智能管控体系。希望为公路桥梁工程高质量建设提供技术支撑。

**关 键 词 :** 公路桥梁; 预制梁板; 施工工艺; 智能管控; BIM 技术; 物联网; 质量追溯

## Research on Construction Technology and Intelligent Control of Prefabricated Beams and Slabs for Highway Bridges

Peng Xin, Wen Fangbing

Zhejiang Jiaogong Hongtu Transportation Construction Co., LTD, Hangzhou, Zhejiang 311305

**Abstract :** As a core component of transportation infrastructure, the construction quality and efficiency of prefabricated beams and slabs of highway Bridges directly determine the overall load-bearing capacity and service life of the Bridges. This article focuses on the entire process of prefabricated beam and slab construction for highway Bridges, systematically analyzing key technological points such as formwork engineering, steel bar engineering, concrete engineering, and prestressed construction. In response to issues like lagging quality control, low efficiency, and resource waste in traditional construction, intelligent technologies such as BIM, the Internet of Things, and big data are introduced. Build a full-cycle intelligent control system covering design optimization, construction monitoring and quality traceability. It is hoped to provide technical support for the high-quality construction of highway bridge projects.

**Keywords :** highway bridges; precast beams and slabs; construction techniques; intelligent management and control; BIM technology; Internet of Things; quality traceability

### 前言

智能管控通过整合感知、传输、分析、决策等技术, 实现施工过程的实时监控、精准调控和智能决策, 已成为提升工程建设水平的核心手段。基于此, 本文立足公路桥梁预制梁板施工实际, 深入剖析关键施工工艺要点, 探索智能管控技术的应用场景与实施路径, 构建科学完善的施工工艺与智能管控一体化方案, 以期同类工程提供参考, 助力公路桥梁工程实现质量、效率与安全的协同提升。

## 一、公路桥梁预制梁板施工工艺核心要点

### (一) 模板工程施工工艺

模板作为预制梁板成型的基础, 其刚度、强度、平整度和密封性直接决定构件几何尺寸精度和外观质量。模板工程施工需重点把控以下要点:

1. 模板选型与设计: 根据梁板类型 (如 T 型梁、箱梁、空心板) 选择钢模板, 模板面板厚度应不小于 6mm, 龙骨采用型钢焊接, 确保整体刚度满足施工要求, 避免浇筑过程中出现变形。模板设计需预留预应力孔道、预埋件安装位置, 转角处采用圆弧过

渡, 减少应力集中导致的混凝土裂缝。

2. 模板加工与验收: 模板加工采用数控切割、精密焊接工艺, 保证面板平整度误差  $\leq 2\text{mm/m}$ , 相邻模板接缝间隙  $\leq 1\text{mm}$ , 错台  $\leq 0.5\text{mm}$ 。加工完成后进行试拼验收, 检查几何尺寸、接缝密封性, 试拼合格后方可投入使用。

3. 模板安装与固定: 安装前清理面板并涂刷专用脱模剂, 脱模剂涂刷均匀, 避免漏刷或堆积。模板安装采用螺栓连接与支撑加固结合方式, 支撑体系设置扫地杆、斜撑, 确保纵向、横向垂直度偏差符合规范要求 (垂直度偏差  $\leq 3\text{mm/m}$ )。对预应力孔道模板 (波纹管), 需准确定位并固定牢固, 防止混凝土浇筑时位

移,孔道轴线偏差控制在5mm以内。

4.模板拆除:拆除时间需根据混凝土强度确定,侧模在混凝土强度达到设计强度的50%以上,且表面及棱角不因拆除受损时拆除;底模在预应力张拉完成且压浆强度达到设计要求后拆除。拆除过程中避免硬撬硬砸,保护构件棱角和表面质量。

## (二) 钢筋工程施工工艺

钢筋是预制梁板的主要受力构件,钢筋加工与安装质量直接影响构件承载能力。钢筋工程施工需严格执行规范要求,重点把控以下环节:

1.钢筋原材料控制:钢筋进场时需查验出厂合格证、质量检验报告,按规定批次进行力学性能复试,复试合格后方可使用。钢筋存储需垫高防潮,避免锈蚀,锈蚀严重的钢筋不得用于工程。

2.钢筋加工:采用数控钢筋切断机、弯曲机进行标准化加工,钢筋切断长度偏差控制在 $\pm 10\text{mm}$ 以内,弯曲角度偏差 $\leq 3^\circ$ 。受力钢筋的弯钩长度、箍筋的肢距和间距需符合设计要求,箍筋弯钩平直部分长度不小于 $10d$ ( $d$ 为箍筋直径)。对于钢筋焊接接头,优先采用闪光对焊或电弧焊,焊接接头需进行外观检查和力学性能试验,接头面积百分率、间距需满足规范规定。

3.钢筋安装:钢筋安装前搭设钢筋骨架支撑平台,确保骨架成型精度。受力钢筋的根数、规格、间距需严格按设计图纸布置,偏差控制在 $\pm 20\text{mm}$ 以内。钢筋保护层采用高强度砂浆垫块,垫块强度不低于混凝土设计强度,垫块布置间距不大于 $1\text{m}$ ,确保保护层厚度偏差符合要求(板类构件 $\pm 3\text{mm}$ ,梁类构件 $\pm 5\text{mm}$ )。预埋件(如支座预埋钢板、伸缩缝锚固钢筋)安装需准确定位,固定牢固,位置偏差 $\leq 5\text{mm}$ ,避免影响后续安装施工。

## (三) 混凝土工程施工工艺

混凝土是预制梁板的主要组成材料,其配合比设计、浇筑、养护质量直接影响构件强度和耐久性。混凝土工程施工需重点关注以下要点:

1.混凝土配合比设计:根据梁板设计强度等级与工作性能要求,结合原材料性能优化配合比。选用级配良好的5-25mm碎石、含泥量 $\leq 3\%$ 的中粗砂,水泥采用强度等级不低于42.5级的普通硅酸盐水泥,掺入适量减水剂、缓凝剂改善工作性能、减少水化热。配合比需经试拌验证,确保坍落度 $120\sim 160\text{mm}$ ,28d抗压强度及抗渗、抗冻等耐久性指标符合规范。

2.混凝土搅拌与运输:采用强制式搅拌机搅拌,搅拌时间不少于90s。罐车运输时间控制在1.5h内,避免离析;如需调整坍落度,须在监理工程师见证下进行,严禁随意加水。

3.混凝土浇筑:浇筑前清理模板杂物、积水,核查钢筋与预埋件位置。分层浇筑厚度不超 $300\text{mm}$ ,按一端向另一端顺序推进,插入式振捣器振捣间距约 $400\text{mm}$ ,至表面泛浆无气泡即可,避免漏振、过振;箱梁等薄壁构件需控制浇筑速度,防止模板变形<sup>[1]</sup>。

4.混凝土养护:浇筑后及时覆盖土工布或塑料薄膜保湿,初凝后洒水养护,常规混凝土养护不少于7d,掺外加剂混凝土不少

于14d。养护期严控环境温度,夏季防暴晒、冬季做保温,避免温度裂缝。

## (四) 预应力施工工艺

预应力施工是预制梁板受力性能的关键保障,直接影响构件抗裂性和承载能力,需严格把控张拉、压浆等核心环节:

1.预应力筋与锚具准备:预应力筋选用高强度低松弛钢绞线,进场时需进行力学性能试验,确保抗拉强度、弹性模量符合设计要求。锚具、夹具需具有出厂合格证,进场后进行外观检查和硬度试验,合格后方可使用。预应力筋下料长度根据构件长度、锚具厚度及张拉设备参数计算确定,下料采用砂轮切割,严禁气割。

2.预应力筋安装:预应力筋穿束前检查孔道是否通畅,采用卷扬机牵引穿束,穿束过程中避免钢绞线扭曲、损伤。钢绞线安装完成后,检查其在孔道内的位置,确保居中,避免与孔道壁摩擦导致预应力损失。

3.预应力张拉:张拉需在混凝土强度达到设计强度的85%以上且龄期不少于7d后进行,张拉设备(千斤顶、压力表)需定期校验,确保精度。采用“双控法”张拉,即控制张拉力和伸长值,张拉力按设计要求确定,伸长值偏差控制在 $\pm 6\%$ 以内。张拉顺序按设计规定进行,通常采用对称张拉,避免构件受力不均。张拉过程中实时监测钢绞线伸长值,若出现异常需立即停止张拉,排查原因并处理后方可继续。<sup>[2]</sup>

4.孔道压浆:张拉完成后24h内完成孔道压浆,压浆材料采用水泥浆,水胶比控制在 $0.26\sim 0.28$ ,掺入适量压浆剂改善流动性和凝结性能。压浆采用真空辅助压浆工艺,先抽真空至孔道内真空度 $\geq -0.08\text{MPa}$ ,再加压注浆,注浆压力控制在 $0.5\sim 0.7\text{MPa}$ ,确保孔道内水泥浆饱满、无空隙。压浆完成后及时封堵锚具,防止腐蚀。

# 二、公路桥梁预制梁板施工智能管控技术体系

## (一) 智能管控总体架构

预制梁板施工智能管控体系以“数据驱动、精准管控”为核心,构建“感知层-传输层-平台层-应用层”四层架构:

1.感知层:通过部署各类传感器、智能设备,实现施工过程中关键参数的实时采集。包括钢筋加工精度检测仪、模板垂直度传感器、混凝土温度湿度传感器、预应力张拉应力应变传感器、构件定位GPS等,全面获取施工过程中的几何参数、力学指标、环境数据等。

2.传输层:采用5G、Wi-Fi、LoRa等无线通信技术,结合有线网络,构建高速、稳定的数据传输通道。将感知层采集的各类数据实时传输至管控平台,确保数据传输的及时性和完整性。

3.平台层:作为智能管控的核心,整合BIM模型、数据库、算法模型等资源,实现数据的存储、处理、分析与共享。平台集成数据管理模块、BIM可视化模块、智能分析模块、预警报警模块等,为应用层提供数据支撑和功能服务。

4.应用层:面向施工管理、技术人员、监理单位等不同用



户，提供设计优化、施工监控、质量追溯、进度管理等应用服务。通过可视化界面展示施工状态，实现智能预警、决策支持，提升管控效率。<sup>[3]</sup>

## （二）关键智能管控技术应用

### 1. BIM 技术在预制梁板施工中的应用

BIM 技术以三维数字化模型为核心，实现施工全过程的可视化、协同化管理：

设计阶段：基于 BIM 模型进行预制梁板构件深化设计，优化钢筋布置、预应力孔道走向，检查构件与预埋件的碰撞冲突，提前规避设计缺陷。通过 BIM 模型生成钢筋加工图、模板加工图等施工图纸，提高设计精度和施工指导性。

施工阶段：将 BIM 模型与施工进度计划关联，生成 4D 施工模拟动画，直观展示施工流程和进度安排，优化施工方案。通过移动终端将 BIM 模型推送至施工现场，施工人员可随时查看构件尺寸、钢筋位置等信息，指导现场施工。同时，将感知层采集的施工数据与 BIM 模型关联，实现构件施工质量的可视化监控，例如通过钢筋定位数据在 BIM 模型中标记钢筋实际位置，对比设计值判断是否存在偏差。<sup>[4]</sup>

验收阶段：基于 BIM 模型构建构件数字档案，将施工过程中的质量检测数据、试验报告、影像资料等关联至 BIM 模型，实现质量追溯。验收时通过 BIM 模型核对构件几何尺寸、预埋件位置等关键参数，提高验收效率和准确性。

### 2. 物联网技术在施工过程监控中的应用

物联网技术通过各类传感器实现施工过程关键参数的实时感知与动态监控：

钢筋工程监控：采用钢筋加工智能检测设备，实时监测钢筋切断长度、弯曲角度等加工参数，数据自动上传至管控平台，若超出允许偏差则自动报警，确保钢筋加工精度。在钢筋安装过程中，通过激光测距传感器检测钢筋间距、保护层厚度，实时反馈至现场终端，指导施工人员及时调整。

混凝土工程监控：在混凝土浇筑过程中，部署温度传感器、湿度传感器实时监测混凝土内部温度和环境湿度，数据通过物联网传输至平台，平台根据预设阈值生成养护建议，自动提醒管理人员采取洒水、覆盖等养护措施。同时，采用混凝土工作性传感器监测浇筑过程中混凝土坍落度，确保混凝土施工性能符合要

求。<sup>[5]</sup>

预应力施工监控：在预应力张拉过程中，采用智能张拉设备，实时采集张拉力、钢绞线伸长值等数据，设备自动按设计要求控制张拉流程，避免人工操作误差。数据实时上传至管控平台，平台自动计算伸长值偏差，若超出允许范围则立即停止张拉，并生成异常分析报告，指导技术人员排查原因。

### 3. 大数据与人工智能在质量管控中的应用

通过收集预制梁板施工全过程数据，利用大数据分析和人工智能算法，实现质量隐患预警和智能决策：

质量隐患预警：构建质量隐患数据库，整合历史施工数据、质量缺陷案例等信息，通过机器学习算法建立质量预警模型。实时分析施工过程中的钢筋间距、混凝土温度、预应力张拉参数等数据，识别潜在质量隐患，提前发出预警信号，例如当混凝土内部温度梯度超过 25℃ 时，预警可能产生温度裂缝，提醒采取降温措施。

质量追溯与分析：建立预制梁板全生命周期数字档案，记录原材料进场检验、施工过程参数、质量检测结果等所有数据，实现“一物一档”。当出现质量问题时，通过大数据分析追溯问题根源，例如构件出现裂缝时，可通过查询混凝土养护数据、预应力张拉记录等，分析裂缝产生的原因，为后续整改提供依据。

施工方案优化：基于历史施工数据和实时监测数据，利用人工智能算法优化施工方案，例如根据混凝土强度增长曲线，智能调整预应力张拉时间；根据天气预测数据，优化混凝土浇筑时间和养护措施，提高施工效率和质量。<sup>[6]</sup>

## 三、结语

公路桥梁预制梁板施工工艺的标准化与精细化是保障构件质量的基础，而智能管控技术的应用则为施工过程的精准调控提供了核心支撑。本文通过分析模板、钢筋、混凝土、预应力等关键施工工艺要点，构建了基于 BIM、物联网、大数据的智能管控体系，实现了施工全过程的实时感知、可视化监控、质量追溯和智能决策。工程实例验证表明，该体系能够有效解决传统施工中的质量管控滞后、效率偏低等问题，显著提升预制梁板施工质量和效率，降低工程成本。

## 参考文献

- [1] 孙一星，薛文，邓涵潇，等. 智慧梁场 30m 预制 T 梁流水生产线施工技术研究 [J]. 浙江交通科技，2025, 51(2): 45-49.
- [2] 陈培根. 公路桥梁工程预制梁施工管理探讨研究与实践 [J]. 城市建设理论（电子版），2020（20）：77-78.
- [3] 邵军. 智慧化制梁场在桥梁智能建造中的研究及应用 [J]. 居业，2025, 30(3): 16-18.
- [4] 姚宁. 桥梁预制 T 梁施工技术要点研究 [J]. 四川建材，2025, 51(1): 163-166.
- [5] 王光艳. 公路桥梁工厂化预制 T 梁蒸汽养生技术研究 [J]. 交通世界，2024, 31(21): 137-139.
- [6] 叶健强. 高寒区域预制梁冬季施工保温及养护措施浅论 [J]. 工程机械与维修，2024, 28(8): 119-121.

# 如何提高房屋建筑工程管理与施工质量

何志峰

广东乐居实业有限公司, 广东 佛山 528000

DOI:10.61369/UAID.2025040044

**摘 要 :** 房屋建筑工程管理与施工质量控制是保障工程项目顺利实施的核心要素, 文章系统分析了科学的质量管理在提升企业综合能力、增强市场竞争力及推动行业标准化方面的重要价值, 同时指出现阶段房屋建筑工程在成本、工期与质量协调、管理制度更新、现场监督机制及人员专业水平等方面存在的突出问题, 并据此提出构建现代化管理体系、优化施工程序、深化信息技术应用及完善人才培养等针对性措施, 以促进房屋建筑工程整体管理水平的提升。

**关 键 词 :** 房屋质量; 建筑工程管理; 施工管理

## How to Improve Construction Management and Quality in Housing Construction Projects

He Zhifeng

Guangdong Leju Industrial Co., Ltd., Foshan, Guangdong 528000

**Abstract :** Construction project management and quality control in building engineering are core elements ensuring the successful implementation of projects. This paper systematically analyzes the significant value of scientific quality management in enhancing corporate comprehensive capabilities, strengthening market competitiveness, and promoting industry standardization. It also identifies prominent issues currently existing in building construction projects, including coordination among cost, schedule, and quality; updating management systems; on-site supervision mechanisms; and personnel professional competence. Based on this analysis, targeted measures are proposed to establish a modern management system, optimize construction processes, deepen information technology application, and improve talent cultivation, thereby promoting the overall management level of building construction projects.

**Keywords :** building quality; construction project management; construction management

### 引言

随着我国建筑行业的快速发展, 房屋建筑工程规模持续扩大, 施工复杂性日益增加, 对工程管理与质量控制提出了更高要求。科学有效的管理体系不仅是保障工程安全、提升施工质量的基础, 也是建筑企业增强核心竞争力、实现长远发展的关键支撑。在此背景下, 深入剖析房屋建筑工程管理中存在的典型问题, 探索系统化、标准化的质量控制路径, 对于提高工程项目综合效益、推动行业转型升级具有重要的理论价值与实践意义。

### 一、房屋建筑工程管理与施工质量控制的重要性

#### (一) 提升施工企业工程管理的综合能力

在房屋建筑项目的具体建设过程中, 科学合理地运用质量管理与控制手段, 能够显著增强工程项目的整体管理效能, 从而确保项目全过程的有序推进。这种管理方式不仅有助于建筑企业优化内部管理体系, 还能促进企业持续保持较高的运营水准, 并将这种管理能力有效贯彻到项目实施的各个环节中。此外, 一套严谨、系统的工程质量管理方法, 也往往反映出企业在其他管理领域的成熟度与规范性。需要强调的是, 在建筑工程实施阶段, 质

量管理并不是孤立进行的, 它往往与多个管理维度紧密相连、相互影响。通过落实科学有效的质量管控措施, 可以带动安全生产管理和项目成本控制等相关工作的协同改进, 进而促使项目各项管理工作与质量要求相匹配。这种整体提升有助于构建更为协调高效的项目管理机制, 为工程顺利竣工并交付使用提供坚实保障。

#### (二) 增强施工企业的经济效益与市场竞争力

在房屋建筑项目实施过程中, 推行系统化、规范化的质量管理体系, 有助于全面提升工程的整体建造水准。优良的工程质量不仅能够满足客户与规范要求, 还可作为企业技术实力与管理能

力的有力证明,进而转化为企业在资质认证和行业评价中的重要资本。通过实施全过程的质量管控,施工企业能够在建设中有效避免质量缺陷,塑造专业可靠的品牌形象,增强市场认可度和竞争力。此外,科学的质量管理还能显著降低项目竣工阶段的验收风险,减少因质量不达标而引起的返工和整改频次。这种预防性的管理方式,能够有效节约因修复质量问题所产生的人工、材料与时间成本,从而控制项目总支出<sup>[1]</sup>。

### （三）推动建筑行业技术升级与标准化发展

在房屋建筑工程中实施严格的质量管控,对促进行业整体技术升级与标准化建设具有深远影响。通过建立统一的质量标准体系和规范化的施工流程,不仅能够推动新材料、新工艺的推广应用,还能引导行业逐步形成科学统一的作业规范。在实践过程中,质量管控要求促使施工企业主动引进先进技术装备,优化传统施工方式,从而带动行业整体技术水平的提升。同时,严格的质量管理还有助于建立健全行业技术标准体系。当越来越多的企业采用统一的质量标准时,将逐步形成规范有序的市场环境,推动建筑行业从粗放式经营向精细化、标准化方向转型。这种转变不仅能提升单个项目的建设品质,还能促进整个行业的技术积累与创新,为建筑产业的现代化发展注入持续动力。通过持续的质量改进与技术迭代,房屋建筑工程领域将逐步形成良性发展循环,为城市建设和人居环境改善提供坚实保障。

## 二、当前房屋建筑工程管理和施工存在的主要问题

### （一）施工成本、工期与质量之间的协调困境

在房屋建筑工程实施过程中,施工成本、工期与质量三者之间存在着紧密而复杂的制约关系。若项目周期过长,将导致机械设备、建筑材料及人力资源等各项投入持续累积,显著推高整体建设费用;同时,若无法按合同约定时间完成并交付工程,施工单位还可能面临违约赔偿等法律风险。另一方面,如果为了压缩工期而过度控制成本,往往难以保证工程达到规定的质量标准。此外,为确保工程质量符合规范要求,施工过程中常需选用品质更高的建材和更为先进的施工设备,这些措施在提升工程质量的同时,也必然会引起建设成本的上升。由此可见,如何科学平衡成本、工期与质量这三者之间的关系,已成为房屋建筑工程管理中的核心难题。然而在实际操作中,部分施工企业尚不具备系统的协调能力。由于过度关注短期经济利益,在项目管理中出现了诸如降低材料标准、盲目追赶进度等不规范行为。这类做法不仅违背工程管理的科学规律,也对最终的建筑质量造成了明显的负面影响。

### （二）施工管理制度与现代建筑要求之间存在脱节

当前,我国不少房屋建筑工程的管理团队正面临管理方式转型的挑战,主要体现在新型管理手段与传统管理模式之间的冲突难以调和。尤其是在引入先进施工技术和工艺时,由于缺乏与之配套的科学管理制度,导致这些创新方法难以系统化、规范化地落地。而原有的传统管理体系又无法有效支撑新技术所要求的组织流程与管控机制,使其潜在优势得不到充分发挥。造成这一现

象的根本原因,在于部分施工管理团队在思维上尚未形成足够的创新意识与变革动力。管理团队往往不愿投入充足的资源用于制度更新与技术升级,缺乏推动管理体系自我革新的积极性。例如,目前仍有大量工程项目在施工过程中高度依赖传统高能耗的机械设备,缺乏对绿色、低碳、智能化工艺的系统引入。这种滞后的作业方式,不仅难以持续保障工程质量的稳定性,也制约了项目综合效益的提升,同时难以满足当代建筑行业在节能环保、精细化管理等方面的现代化发展要求<sup>[2]</sup>。

### （三）施工现场监督机制薄弱及其影响

在房屋建筑工程现场,管理范围广泛涉及物料进出管控、机械设备的日常维护与规范使用、工序质量把控等多个方面。面对如此繁多且交错的管理对象,监督工作承载着较高负荷,亟需建立系统且严密的监管体系,从而确保每一处施工细节均符合设计与规范标准。然而在现实中,许多项目的承包商与具体施工单位属于不同主体,这种组织分离容易导致现场管理人员专业能力不足、实践经验欠缺。由于缺乏足够的专业知识支撑和现场判断力,他们往往难以对施工过程实施严格、有效的监督管理。此外,部分现场监督人员存在履职不到位的情况,日常检查工作流于表面,未能形成实质性的管控力度。例如,在材料消耗核算与施工质量评估等关键环节中,缺乏科学的数据采集与分析手段,使得监督行为难以真实反映工程状况,弱化了监督本身应有的预警与控制作用。

### （四）施工队伍专业能力存在显著差异

当前建筑行业的人力资源构成显示,房屋建筑工程领域的一线作业人员多数来自农村务工群体。由于普遍未经过系统化的职业技术培训,他们往往仅熟悉传统施工工艺,对日益更新的现代化建造技术和工艺标准掌握不足。与此同时,部分施工人员对安全生产规范与质量控制要求缺乏足够认识,在实际操作过程中容易出现责任心不强、工作随意性大等问题。值得注意的是,专业能力不足的现象不仅存在于基层作业人员中,部分现场管理人员同样表现出专业素养的欠缺。他们对于当前推行的新型项目管理理念理解不深,同时也缺乏足够的现场协调与管控经验。这种从操作层到管理层整体专业水平不均,容易导致施工过程中的技术交底不彻底、质量标准执行不到位,进而影响工程的整体推进效率与最终成果质量,给项目管理带来诸多不确定因素<sup>[3]</sup>。

## 三、提高房屋建筑工程管理和质量控制的有效措施

### （一）构建现代化建筑工程管理体系

当前,我国仍有大量房屋建筑工程承建单位沿用传统管理模式,这种滞后性已难以适应行业发展的需要,制约了企业的竞争力提升。面对日益激烈的市场竞争环境,建筑企业亟需建立科学完善的管理体系,并将各项管理举措真正贯彻到每个施工环节。建筑企业与施工单位应当树立与时俱进的发展理念,持续推进管理机制的创新与改革。在制度设计与实施过程中,应根据市场变化与发展趋势动态调整,积极引入符合新时代要求的管理模式。同时,要注重实践经验的系统总结,逐步建立起既符合行业发展



趋势又契合企业自身特点的现代化管理体系，从而实现管理效能的持续提升。考虑到建筑工程涉及专业面广、工序复杂的特性，必须明确划分各部门的职责范围，确保各项工作高效落实。同时要建立畅通的跨部门沟通机制，促进不同专业团队之间的协同配合，构建起系统化、标准化的房屋建筑工程管理网络。此外，建立科学的激励约束机制也至关重要。对于表现突出的施工人员，可通过绩效奖励、荣誉表彰等方式给予及时肯定，这不仅能够有效调动一线人员的工作积极性，也为工程项目的顺利推进提供了有力保障。

（二）优化施工流程并构建系统化管理框架

在当前的建筑行业环境中，企业管理层与设计团队应当充分认识到规范管理与制度建设的重要性。首先，项目管理人员及现场施工人员需要立足项目实际，建立系统化的管理架构，通过明确的规章制度对各类岗位行为进行有效引导与约束。在管理体系优化过程中，建议根据工程特点设立专职管理部门，并配备具备专业能力的人员，使其能够深入施工一线实施全过程监督。这些管理人员应重点关注施工人员的技术操作规范性，确保所采用的工艺方法符合设计要求与技术标准，从源头上消除质量隐患。除了优化管理组织架构外，施工单位还需强化责任落实机制。通过建立清晰的岗位责任清单，将具体职责分解到每个部门与个人，使所有参与方都能明确自身承担的工作任务与质量要求。这种责任明晰的工作环境有助于增强各级人员的责任意识，为工程项目的规范实施提供制度保障<sup>[4]</sup>。

（三）推动信息化技术在施工管理中的深度应用

随着信息技术的持续进步，房屋建筑工程领域的现场管理与质量监督工作正迎来数字化转型的重要契机。通过引入智能化管理平台与电子监控系统，项目管理效率与精准度得到了显著提升。具体而言，可建立集成了门禁管理与人员考核功能的数字平台，对施工人员的进出权限实施精准管控，并采用积分量化方式规范现场作业行为，实现对违规现象的有效监督。同时，通过在关键作业区域部署高清视频监控网络，实现对整个施工现场的全

时段、无死角远程可视化监管，极大增强了管理工作的覆盖范围与响应速度。在资源管理方面，可运用专业的物料与机械设备管理信息系统，实时追踪材料消耗情况，定期评估设备运行状态，为后续施工中的资源调配提供数据支持。此外，基于工程数字化平台，可将设计图纸作为统一标准，对每个施工环节进行系统化的质量检测与评估。通过及时识别质量问题并分析原因，项目团队能够不断优化后续施工方案，从而在整体上提升房屋建筑工程的质量管控水平。

（四）构建专业化的建筑从业人员培养体系

尽管房屋建筑工程已普遍实现机械化作业，但人力资源的管理与培养仍然是现场管理的核心环节。为提升整体团队素质，首要任务是建立严格的岗位准入机制，确保管理人员与施工人员均具备符合岗位要求的专业能力与职业素养。在此基础上，应建立系统化、周期性的培训制度，通过持续的教育与实践锻炼，不断提升一线人员的专业技能水平。要特别注重培养施工人员的质量观念与责任意识，使其在作业过程中能够自觉遵守规范、主动把控品质。从管理职能出发，工程项目负责人必须全面掌握现场实际情况与工程质量标准，具备统筹调配材料、人员与机械设备的关键能力。管理者需要建立科学的现场协作机制，通过有序组织各类生产要素，确保施工进度、安全管控与质量要求得到全面保障，最终实现工程项目的规范、高效推进<sup>[5]</sup>。

四、结束语

房屋建筑工程管理与施工质量控制是一项系统性的复杂工程，涉及管理制度、技术应用、资源协调与人员素质等多重要素。只有实现管理制度化、流程标准化和监督常态化，才能全面提升房屋建筑工程的品质与效益，推动建筑企业实现高质量、可持续发展，进而为行业整体进步与城市建设的科学化发展奠定坚实基础。

参考文献

[1] 张腾中. 浅谈如何提高房屋建筑工程管理水平与施工质量 [J]. 建材与装饰, 2023, 19(24): 103-105.  
[2] 李文清. 试论如何提高房屋建筑工程管理与施工质量 [J]. 建材发展导向 (上), 2021, 19(2): 330-331.  
[3] 刘志林. 如何提高房屋建筑工程管理与施工质量 [J]. 建筑·建材·装饰, 2020(23): 25-26.  
[4] 张业明. 探讨如何提高房屋建筑工程管理与施工质量 [J]. 数码设计 (上), 2021, 10(5): 188.  
[5] 曹然. 如何提高房屋建筑工程管理与施工质量思考 [J]. 百科论坛电子杂志, 2020(10): 1530.

# 智能化系统集成项目管理研究

黄国辉

广州广宽科技有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040045

**摘 要 :** 研究指出, 在生命周期管理、需求基线、接口协同、计划统筹、供应合同、质量安全、运维移交等方面存在系统性断裂与协同不足, 表现为边界不清、节奏失衡、标准不一与责任模糊。研究强调, 推进以价值对齐为主线的需求全景化管理, 建立统一架构与接口治理, 实施滚动计划与资源统筹, 完善供应与合同条款的可度量与可执行, 前移质量与安全关口, 健全运维移交与持续优化的闭环机制。通过以上策略, 力求提升智能化系统集成项目的交付确定性、过程可控性与全生命周期价值, 实现管理流程的贯通、标准的落地与协同的常态化, 为后续治理优化提供可执行的路径与可复用的方法框架, 体现智能化系统集成项目管理研究的实践导向与方法创新。

**关 键 词 :** 智能化系统集成; 项目管理; 生命周期

## Research on Project Management of Intelligent System Integration

Huang Guohui

Guangzhou Guangkuan Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract :** The study indicates systemic disconnects and insufficient coordination exist across lifecycle management, requirements baseline, interface collaboration, planning coordination, supply contracts, quality and safety, and operations handover. These manifest as unclear boundaries, imbalanced timelines, inconsistent standards, and ambiguous responsibilities. The study emphasizes advancing holistic requirements management centered on value alignment, establishing unified architecture and interface governance, implementing rolling planning and resource coordination, enhancing the measurability and enforceability of supply and contract terms, advancing quality and safety checkpoints, and strengthening closed-loop mechanisms for O&M handover and continuous optimization. Through these strategies, the aim is to enhance delivery certainty, process controllability, and full lifecycle value for intelligent system integration projects. This will achieve seamless management processes, standardized implementation, and normalized collaboration, providing executable pathways and reusable methodological frameworks for subsequent governance optimization. This approach embodies the practice-oriented focus and methodological innovation in intelligent system integration project management research.

**Keywords :** intelligent system integration; project management; lifecycle

## 引言

文章意在梳理现状与症结, 提炼共性问题并指向性提出优化路径, 围绕需求基线与价值对齐、接口标准与协同治理、滚动计划与资源统筹、合同条款与绩效挂钩、质量安全关口前移、运维与持续优化闭环等方面构建系统化思路。通过将策略嵌入项目全过程, 力求提升交付确定性与组织协作效能, 回应复杂项目治理的现实挑战, 呈现智能化系统集成项目管理研究的主线与框架。

## 一、智能化系统集成项目的阶段划分与工作特征

### (一) 智能化系统集成项目的阶段划分

第一, 立项阶段围绕目标设定、范围边界、组织架构和预算约束确定基本盘并建立治理机制和沟通路径。第二, 规划阶段将需求转化为可落地的计划与方案并明确关键路径、里程碑和风险预警规则<sup>[1]</sup>。第三, 设计阶段完成总体方案与详细方案的承接与

分解确保技术路线、接口口径与安全基线前后一致。第四, 采购阶段落实选型与合同条款并与交付物清单和服务标准准确绑定。第五, 实施阶段以工作包为单元推进开发、安装与配置并强化变更管理与进度控制。第六, 联调阶段聚焦系统间接口、数据、性能与安全的协同验证确保跨系统工作一致与稳定。第七, 验收阶段依据标准与证据完成确认并固化遗留问题清单与整改路径。第八, 运维移交阶段完成知识、工具、账号与配置的成套交付保障

可用性与响应效率。第九，持续优化阶段以运行数据与用户反馈推动改进并形成复盘闭环，以上各阶段相互衔接并以文档、清单与责任到人作为落点，贯穿智能化系统集成项目管理研究的主线是确保阶段目标清晰、接口顺畅、证据可追溯与责任可落实。

### （二）智能化系统集成项目的工作特征

第一，跨专业要求软硬件、网络、数据与安全等团队建立共同语言与统一口径以降低沟通成本与误差。第二，跨组织意味着甲方、集成商、供应商与第三方需在统一治理框架下履约并坚持以交付为导向的协同机制<sup>[2]</sup>。第三，跨地域带来时区、现场条件与物流等差异需通过计划节奏与联动规则进行统筹。第四，跨生命周期要求从立项到运维持续打通需求、设计、实施与运维的数据与流程形成证据链条，这些特征决定了项目的核心不在单点突破而在整体协同与秩序构建，必须以阶段清单、会议节奏、审批路径与变更规则作为行为约束并以角色职责矩阵支撑权责清晰，同时应将关键路径、接口依赖与风险门槛提前可视化以加强过程治理与边界管理，最终以标准化与一体化的方式提升组织效能与交付确定性，呼应智能化系统集成项目管理研究对协同与贯通的关注。

## 二、智能化系统集成项目管理存在的问题

### （一）需求定义反复与边界不清导致规划失真与返工频发

需求管理的薄弱首先体现在目标描述与业务场景的脱节。第一，需求采集分散且口径不一导致初始输入不稳定影响规划与设计的准确性。第二，优先级设置缺乏统一规则使关键需求与一般诉求混在一起造成资源分配失衡<sup>[3]</sup>。第三，需求基线不稳与变更缺少分级审批导致范围持续扩展而里程碑难以兑现。第四，验收口径未与需求条目一一映射使得交付阶段出现解释分歧与争议，此外文档颗粒度粗、跟踪编号缺失与责任主体不清进一步放大沟通成本，引起计划与实施的多轮往返，导致团队疲于应对而无法沉淀过程资产，时间被反复确认与修订消耗，成本则因重做与等待持续上升，最终规划与现实偏离累积为返工与延期，损害智能化系统集成项目管理研究所强调的价值对齐与过程可控原则。

### （二）架构与接口协同不足导致集成冲突与联调延误

架构治理不到位使接口标准分散与版本管理混乱。第一，系统间的协议、鉴权与数据口径不统一导致联调阶段出现兼容性问题。第二，缺少统一的接口清单与注册机制使接口变更无法被及时感知引起依赖链断裂<sup>[4]</sup>。第三，性能与安全约束未在设计阶段前置导致上线前出现瓶颈与整改。第四，环境一致性差与测试用例缺失使联调发现的问题难以快速定位与复现，进一步地跨团队沟通渠道不畅与问题升级路径不清造成信息滞后，导致同类问题重复出现，冲击关键路径与交付窗口，接口冲突与数据不一致相互叠加形成质量与进度双重压力，影响对外承诺与合同履约，偏离智能化系统集成项目管理研究所追求的架构统一与协同高效的目标。

### （三）计划与资源配置失衡导致关键路径失控

计划管理存在颗粒度不当与滚动不足的问题。第一，里程碑

定义过于宏观难以支撑任务拆解与可视化跟踪。第二，跨团队资源冲突未建立统一调度机制造成等待与空转<sup>[5]</sup>。第三，外部依赖未纳入主计划导致节点受阻却无法提前预警。第四，风险缓冲设置不足使单点波动迅速放大为系统性延误，此外缺少对节奏与产能的历史校准导致估算乐观，变更对计划的影响未形成可追溯的链路，现场事件与供应交期的扰动在缺少统筹的情况下难以及时吸收，最终表现为关键路径频繁漂移与压缩，造成团队加班与质量下降的连锁反应，弱化智能化系统集成项目管理研究所强调的节奏管控与组织协同。

### （四）供应与合同管理薄弱导致交付波动与成本失控

供应管理的问题集中在技术与商务的脱节与合同条款的模糊。第一，选型未基于总拥有成本考虑导致后续运维与升级负担加重。第二，合同中交付物清单与服务标准不清使评估与验收难以落地。第三，里程碑与质量指标未与结算强绑定使履约激励不足。第四，供应绩效评价体系不完善导致优胜劣汰机制失效，进一步地多供应商协同缺少统一的接口与计划要求产生相互依赖的拖累，变更责任划分不清引发争议与扯皮，导致交付节奏被外部不确定性牵引，成本控制被非计划需求分摊冲击，破坏智能化系统集成项目管理研究中关于供应治理与合同执行的基本秩序。

### （五）质量与安全管控后置导致缺陷累积与风险暴露

质量与安全关口设置在后期使得缺陷在前中期积累。第一，关键过程的质量控制点缺失导致问题集中在联调与验收阶段爆发。第二，安全要求未纳入架构与设计评审造成整改在临近上线时被动开展。第三，测试覆盖不足与证据不全影响缺陷定位与复现效率。第四，度量口径分散与报告不统一弱化管理层的感知与决策，此外对变更的影响评估流于形式没有形成硬性门槛，导致风险在链路中扩散，返工与延期随之叠加，形成进度、质量与安全的三重压力，偏离智能化系统集成项目管理研究提倡的前移关口与全过程管控的原则。

### （六）运维移交与持续优化断层导致全生命周期价值受损

运行阶段与建设阶段脱节使得价值闭环难以形成。第一，运维早期缺席导致设计未充分考虑可用性与可维护性。第二，移交内容不完整文档、配置与工具未成套交付影响响应效率。第三，运行数据未回流项目团队导致问题复现与经验沉淀不足。第四，变更与配置管理不健全造成历史记录缺失与风险难以追踪，进一步地上线后的需求与优化未纳入统一节奏管理导致小修小改分散资源，长期看影响架构稳定与成本可控，服务体验受损且组织学习停滞，背离智能化系统集成项目管理研究强调的生命周期管理与持续改进主线。

## 三、智能化系统集成项目管理优化策略

### （一）建立需求全景化管理机制强化基线与价值对齐

优化路径需要以价值为主线构建端到端的需求治理。第一，采用场景分层与用例驱动的方法将业务目标拆解为可验证的条目并完成编号与追溯。第二，设置分级评审机制明确审批权限与时限确保变更被充分评估与记录。第三，建立需求基线与里程碑联



动规则在计划、设计与测试环节同步更新。第四，将验收口径与需求条目一一映射形成证据清单与通过标准，此外通过统一模板与协作工具固化表单、优先级与依赖关系并在例会中持续校准，使需求、计划与交付之间保持一致性，减少范围漂移与返工，支撑智能化系统集成项目管理研究所追求的价值对齐与过程可控。

### （二）推进统一架构与接口治理实现标准化与可演进

为解决协同与兼容问题需建立统一的架构与接口治理体系。第一，制定接口规范与版本策略形成注册清单与变更公告确保各方同步。第二，统一数据口径与元数据管理以保障数据在系统间顺畅流转。第三，将安全与性能约束前移到设计与评审设立强制性门槛。第四，建设环境一致性与自动化联调能力以提高定位效率与稳定性，同时在架构层面保留可演进空间通过分层与解耦降低局部变更的系统影响，借助可视化看板与问题升级路径加快决策与协同，确保智能化系统集成项目管理研究中的标准化与持续演进目标相互兼容。

### （三）实施滚动计划与资源统筹提升关键路径可控性

计划治理应坚持拆解、可视化与节奏化。第一，将里程碑拆解为可度量的工作包并明确入口条件与出口标准。第二，采用滚动计划机制按固定节奏进行校准与重排使信息与资源及时匹配。第三，建立跨团队资源池与优先级规则由统一窗口进行冲突调度。第四，将外部依赖纳入主计划设置缓冲与预警并指定责任人，同时运用例检制度对关键路径进行健康度检查对偏差实施快速纠偏，以报告与清单固化过程证据与决策记录，确保智能化系统集成项目管理研究提出的节奏可控与路径清晰。

### （四）优化供应与合同管理强化交付与成本的可控性

供应治理要实现条款清晰与履约可衡量。第一，技术与商务联合评审以总拥有成本为准绳选择方案并约定演进与兼容要求。第二，在合同中固化交付物清单服务标准与验收证据确保评估依据明确。第三，将里程碑与质量指标与结算强绑定形成激励与约束并设置违约与奖惩条款。第四，建立供应绩效评价与准入机制以数据化记录支撑优胜劣汰，在多供应商场景下统一接口规范、计划节奏与问题升级路径减少协调成本，以此稳定交付节奏与控制风险，符合智能化系统集成项目管理研究的治理要求。

### （五）前移质量与安全关口构建贯穿全程的门禁体系

质量与安全管理需从事后修补转向事前预防。第一，在设

计、联调与上线设置分级门禁并明确量化标准与不通过处理规则。第二，将安全基线嵌入架构评审与代码检查形成整改闭环与复验要求。第三，完善测试策略覆盖关键路径与场景并固化用例与证据。第四，统一度量口径与报告模板提升管理层感知与决策效率，同时建立缺陷与风险台账确保问题可追溯与复用经验可沉淀，通过周期性复盘推动持续改进，体现智能化系统集成项目管理研究倡导的全过程质量与安全治理。

### （六）完善运维移交与持续优化机制实现价值闭环

为打通建设与运行两端应构建可执行的移交与优化机制。第一，引入运维早参与在规划与设计阶段对可用性与可维护性提出约束。第二，定义成套移交清单覆盖文档、配置、工具与账号并完成验收。第三，建立运行数据回流渠道以问题单与复盘会推动改进任务化落地。第四，健全变更与配置管理形成审批、回退与窗口机制降低实施风险，同时通过服务目录与响应级别明确期望与边界，以周期开窗与版本节奏承载小步快跑的优化，形成从运行到规划的闭环，支撑智能化系统集成项目管理研究的全生命周期价值主张。

## 四、结论

研究围绕智能化系统集成项目在多方协同与跨阶段贯通中的管理难点，系统识别了需求、架构、计划、供应、质量与运维等方面的主要问题，并据此提出了以价值对齐为主线的治理路径。文章强调，全生命周期视角下的标准化、节奏化与证据化是提升交付确定性与组织效能的关键，需求全量化管理、统一架构与接口治理、滚动计划与资源统筹、合同与绩效强绑定、质量与安全关口前移、运维与优化闭环共同构成可执行的管理体系。研究显示，只有在权责清晰、流程固化与工具支撑协同发力的前提下，复杂集成场景的风险与不确定性才能被稳妥吸收，项目目标才能在进度、成本、质量与价值之间取得平衡。

## 参考文献

- [1] 孟永亮. 算法平台、信息系统与智能化系统在大型园区项目中的集成应用 [J]. 绿色建造与智能建筑, 2025, (01): 136-139.
- [2] 张长友. 房建项目中智能化系统的集成与优化探讨 [J]. 中国建筑装饰装修, 2024, (14): 78-80.
- [3] 刘天伟. 智能化系统集成项目实施及管理 [J]. 中国高科技, 2022, (05): 139-140.
- [4] 吴丹伟. 智能化系统集成项目实施及管理探究 [J]. 中国管理信息化, 2024, 24(09): 124-126.
- [5] 潘迎辉. 建筑智能化系统工程集成管理分析 [J]. 住宅与房地产, 2024, (24): 150.

# 全过程管理在建筑工程管理中的实施路径与效果分析

黄敬添

广州市华联电气工程有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040046

**摘 要 :** 建筑工程全过程管理是一种贯穿项目启动、施工至竣工全周期的系统性管理模式,其核心在于通过资源动态优化与管理流程科学化,实现工程质量、进度与成本的有效控制。文章系统阐述了该模式在提升资源配置效率、推动管理科学转型方面的重要意义,同时剖析了施工现场布局失当、施工流程安排失序等典型问题,旨在为建筑工程项目实现精细化、系统化管理提供理论框架与方法支撑。

**关 键 词 :** 建筑工程管理; 全过程管理; 应用

## Implementation Pathways and Effectiveness Analysis of Whole-Process Management in Construction Project Management

Huang Jingtian

Guangzhou Hualian Electrical Engineering Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract :** Whole-process management in construction engineering represents a systematic management model spanning the entire project lifecycle from initiation through construction to completion. Its core lies in achieving effective control over project quality, schedule, and cost through dynamic resource optimization and scientific management processes. This paper systematically elaborates on the significance of this model in enhancing resource allocation efficiency and driving scientific management transformation. It also analyzes typical issues such as improper site layout and disordered construction process scheduling, aiming to provide a theoretical framework and methodological support for achieving refined and systematic management in construction projects.

**Keywords :** construction project management; whole-process management; application

## 引言

随着建筑行业向专业化、复杂化方向发展,传统分散化、片段化的管理方式已难以满足现代工程项目对效率、质量与安全的综合要求。推行全过程管理,不仅是建筑企业提升核心竞争力、适应市场变化的必然选择,更是保障工程品质、提高投资效益、推动行业可持续发展的关键举措。文章旨在系统探讨全过程管理的核心价值、现实挑战及其在各阶段的具体应用,以期项目管理实践提供系统性思路。

## 一、建筑工程管理中的全过程管理意义

### (一) 优化资源配置效率

全过程管理模式能够在恰当的时间节点合理调配建设资源,从而提升整体使用效率。通过科学规划项目进程、动态调整施工安排,并有序配置各类资源,能够实现工程建设有条不紊地推进。在复杂多元的建设资源条件下,该管理模式通过系统化整合与流程再造,将其转化为协调统一的有机整体。建筑行业作为典型的劳动密集型领域,其生产过程依赖于大量劳动力的协同作业。随着现代工程项目专业化程度的提高,参与施工的各专业队伍数量显著增加。实施全过程管理,使施工单位能够灵活协调不同施工方案中各类团队的工作时序。

### (二) 推动工程项目管理科学化转型

引入全过程管理模式,是提升施工效率、革新传统管理手段

的重要途径。该模式能够有效压缩项目工期,并推动原有的粗放式管理向现代化、精细化的企业运营方式演进。在这一转型过程中,施工单位不再局限于既有的管理框架,而是结合实际工程需要,对管理方法进行灵活调整与持续创新。随着全过程管理从理论构想逐步落地为可操作的实践工具,建设单位能够借此增强自身的核心竞争能力,进而构建起管理提升与效益增长相互促进的良性循环机制<sup>[1]</sup>。

## 二、建设工程施工全过程管理问题

### (一) 施工现场布局失当的隐患

在工程项目启动阶段,科学严谨的现场规划是保障后续所有环节顺利推进的根本前提。然而在实践中,由于项目团队对设计

意图与施工规范把握不深，加之对场地现实条件勘察不清，常常导致前期布置陷入盲目与无序。这种规划上的混乱直接体现在各功能区域的错乱排布上，例如各类加工作业棚的位置安排随意，未能基于工艺流程与安全规范进行系统性定位。这种无序状态构成了严重的安全潜在威胁。一个典型的例子是，若将易燃材料的木工加工作业区，与可能产生高温火花钢筋加工作业区相邻设置，极易因飞溅的火星引燃木料，从而酿成严重的火灾事故。

## （二）施工流程安排失序引发的风险

在建筑工程实施中，严格遵循科学合理的施工流程，是确保最终成果符合设计规范与质量要求的基本保障。一套严谨的施工组织方案必须建立在尊重客观技术逻辑与工序衔接关系的基础之上。然而，部分施工单位在具体操作中，常因追逐短期经济利益或盲目压缩工期，单方面对既定流程进行随意调整。此类行为通常表现为：不顾工艺逻辑强行组织平行或交叉作业，或者未经严谨测算便随意压缩甚至取消必要的工艺间歇时间。这种对施工流程的任意改动，不仅会因违背技术规律而埋下结构性质量缺陷，更会因打乱了原有的安全作业节奏，从而在现场制造出新的、不可预见的安全风险，对作业人员的人身安全构成直接威胁<sup>[2]</sup>。

# 三、全过程管理在建筑工程管理中的应用

## （一）全过程管理模式在项目启动阶段的应用

在建筑工程正式动工之前，其管理工作的核心涵盖了一系列关键的前期准备工作，具体包括工程项目的招标组织、建筑原材料的评估与认定，以及施工所需机械设备的采购与配置等核心环节。将全过程管理模式应用于此阶段，旨在对这些基础性工作实施系统性的深化与规范。该模式通过对招标流程的精细化管理、对材料性能与供应商资质的标准化筛选，以及对设备选型与采购计划的精准控制，将原本相对独立的准备工作整合为一个有机整体。这种前置性的系统规划与标准确立，为后续施工活动的顺利开展奠定了坚实的基础，确保了项目从源头即处于受控和有序的状态。

### 1. 招标环节的规范化与优选机制

在工程招标阶段，管理团队的首要任务是对所有意向投标单位进行全面的前置筛查与综合评估。此过程旨在从众多企业中，初步筛选出市场信誉良好且一贯注重工程品质的承包商作为候选对象。在形成预选名单后，招标方需要构建一个高度透明、机会均等的竞争平台，并在此框架内引入创新的评审机制。这种创新的核心在于，不再仅仅以报价作为决定性依据，而是将项目全周期的成本控制目标、质量标准、工期要求及安全保障能力等多元要素，共同纳入一个系统化的评价体系之中。最终，通过这种多维度的综合评议与比选，确定在能力、信誉与报价上最为匹配的承建方，并与之缔结具有法律约束力的正式承包协议<sup>[3]</sup>。

### 2. 材料与设备采购的质量控制原则

在建筑原材料及大型机械设备的采购过程中，管理方必须严格遵循一项核心原则：即在广泛比较的基础上，将产品质量置于首位，并高度重视供应商的售后服务保障能力。所采购物资的品

质，是决定工程实体质量乃至项目最终社会评价的根本性因素。为此，管理人员需要预先明确界定各类材料的详细技术参数、性能指标以及可接受的价格区间，通过深入的市场调研和多方案反复对比，最终甄选出在性能、价格与服务三者间达到最优平衡的供应商。需要特别注意的是，应竭力避免将全部材料与设备采购权一并交由总包单位全权负责，此举能有效防范因利益驱动而可能产生的以次充好等行为。同时，必须建立起有效的质量追溯机制，确保一旦在施工过程中发现材料不达标或设备出现非人为故障时，能够迅速启动合同约定的售后条款，获得专业的技术支持或维修服务。所有这些关键的质量控制要求、供应商的责任与义务，都应在采购阶段以明确的条款形式，完整地纳入具有法律效力的合同文件中，使之成为项目前期管理的重要依据<sup>[4]</sup>。

## 3. 合同管理体系在项目中的基础性地位

任何建筑工程的实施，都离不开一个由多种类型契约构成的复杂合同网络。这个体系通常涵盖了业主与承包商之间的工程发包合同、承包商与各类材料供应商签订的采购协议，以及与专业劳务公司订立的劳务分包合同等诸多法律文件。在这些错综复杂的合同关系中，工程发包合同居于核心与源头地位，它从根本上定义了项目的总体目标、范围及各方的权责关系。从某种意义上说，整个工程项目的建设过程，实质上就是系统性地执行和兑现这份总包合同条款的履约过程。正因如此，在合同正式签订之前所进行的谈判与磋商环节，便构成了项目启动前最为关键的基础性工作。双方需在此阶段就技术细节、商业条款、权利义务及风险分担达成清晰共识。有鉴于此，建立并强化对整个项目合同体系的管理，不仅是项目管理的首要环节，更是贯穿建筑工程全过程管理不可或缺的基石与起点，其严谨性直接决定了后续所有管理活动的规范性与有效性。

## （二）施工过程中的管理应用

### 1. 施工技术标准贯彻与过程监管

在建筑工程进入实体施工阶段后，对各项施工技术应用进行系统性监督管理至关重要。这种监管需要覆盖从原材料到成品的每一个技术环节，以混凝土工程为例，其技术要求便贯穿于配料计算、拌和制备、物流运输、现场浇筑以及后续的保湿养护等全流程。尤其关键的是，混凝土的配制必须严格依据预先通过试验确定的配合比设计方案，以确保其最终强度与耐久性满足结构安全要求。施工技术监督构成了工程项目管理的核心，其目的在于确保所有参与方，无论属于何种专业工种，在每一道工序上都能遵循统一且明确的技术规范与工艺标准进行操作。通过这种对技术执行过程的持续监控与校验，可以最大限度地规避因操作不当引发的工艺缺陷，从而从源头上控制工程质量风险，保障工程实体与设计意图的高度一致。

### 2. 施工进度计划的科学编制与风险考量

在建筑工程实施过程中，必须依据详尽核定的工程量与清晰界定的工程范围，编制一套科学且可行的总体施工进度计划。通常情况下，项目的合同文件及前期策划方案中，均已对工程的关键节点与最终竣工日期作出了明确规定。然而，项目在实际推进过程中，常因建设资金支付延迟、关键技术难题、劳动力资源短



缺以及复杂环境因素等不确定性影响,导致实际进度严重偏离初始规划,从而面临显著的工期延误风险。为增强项目进度管理的抗风险能力,在前期制定计划时,便须具备前瞻性思维,不仅要设定理想化的时间目标,更应为整个项目的成本管控预留必要的弹性空间。这种预先的成本弹性设置,旨在缓冲因工期波动、资源价格变化等因素引发的额外支出,从而有效避免项目最终的实际成本与初期预算之间产生难以承受的巨大偏差,为项目的平稳推进提供财务层面的保障。

### 3. 制定成本控制计划

成本控制计划的制定一方面要根据实际工程建设情况,对不同施工环节费用予以合理统计和计算,保证工程资金、费用等的分配、支出合理。另一方面在建筑工程项目施工过程中需要不断引进先进的技术、设备,提高工程建设的效率和质量,建筑工程项目管理中的成本控制具有较大的变动性,在建筑工程项目施工技术方面实现技术创新和技术提升,能进一步实现项目的成本控制<sup>[5]</sup>。

### 4. 安全管控体系在工程建设中的核心价值

在建筑工程进入全面施工阶段后,实施系统化的安全管控是保障工程按计划推进及提升整体施工品质的重要基石。有效的安全管理能够最大限度地减少因安全事故导致的工期中断与质量缺陷,从而为项目的顺利实施创造稳定可靠的作业环境。在当前建筑市场日益复杂且竞争激烈的背景下,卓越的安全绩效不仅是企业履行社会责任的基本体现,更是其提升市场信誉、构筑核心竞争力并实现可持续发展的关键支撑。因此,施工单位在承建具体项目时,必须将全过程管理理念全面融入安全工作中,致力于建立一套结构完整、内容详尽的安全管理与监督体系。这包括设立职责明确的现场安全监控机构,对施工各环节进行持续性巡查与督导。该体系要求对作业现场进行全面的危险源辨识与风险评估,并据此形成系统性的预防性措施。同时,必须通过持续的教

育与督导,使每一位现场操作人员都牢固树立起牢固的安全防范意识,确保其在执行具体工艺时能自觉遵守安全规程。当现场人员识别出潜在隐患或异常情况时,应依据既定的应急预案与处置流程,采取准确、有效的初步控制措施,防止事态扩大。

### (三) 竣工收尾阶段的管理整合与验证

竣工阶段作为建筑工程全过程的最终环节,其管理活动核心集中于质量验收与竣工结算两大关键任务。这一系统性收尾工作,不仅是对工程实体是否达成初期规划设计目标的最终检验,更是对前期所有施工管理过程成效的一次总体性评估。通过这一闭环验证,能够将项目前期策划、中期施工与后期交付有机地串联起来,形成一个完整无隙的管理链条,从而显著提升项目整体管理的系统性与综合效益。在质量验收的具体执行中,管理工作的核心是依据国家及行业颁布的强制性规范与标准,对工程实体进行系统性的核查。这一过程需要借助各类专业的检测工具与仪器,对建筑的基础、主体结构、机电安装及装饰装修等各分部分项工程的关键性能指标进行实测实量。若在验收过程中发现任何不符合技术标准的质量缺陷,验收方必须立即出具正式的质量整改意见书,明确限定整改完成的具体时限,并建立跟踪复查机制,确保施工方案规定期限内完成修复,并需通过再次检测确认,直至所有指标均满足合同约定的质量要求。

## 四、结束语

综上所述,建筑工程全过程管理通过将前期策划、施工实施与竣工收尾三大阶段有机整合,构建了一个连贯、闭环的管理体系。该体系在项目启动阶段通过规范招标、严控采购与合同管理奠定坚实基础;在施工过程中依托技术监督、进度控制、成本计划与安全体系实现过程精准管控;在竣工阶段则通过严格的质量验收与竣工结算完成最终验证与闭环。

## 参考文献

- [1] 朱文青. 建筑工程管理中全过程管理的应用[J]. 房地产导刊, 2024(22): 46-47, 50.
- [2] 方芳. 全过程管理模式在建筑工程项目管理中的应用[J]. 城市开发, 2025(2): 127-129.
- [3] 弓晓婷. 全过程管理在建筑项目工程管理中的应用研究[J]. 建筑·建材·装饰, 2024(10): 181-183.
- [4] 冷佳钧. 全过程管理在建筑工程管理中的应用研究[J]. 建筑与装饰, 2024(22): 82-84.
- [5] 杨旭. 全过程管理在建筑工程项目管理中的应用[J]. 模型世界, 2023(34): 195-197.

# 综合体项目施工总进度的协调与管理研究

黄新攀

广州市乐耀实业投资有限公司，广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040047

**摘 要：** 在综合体项目建设中，施工总进度的协调与管理是决定项目能否按期交付、保障工程质量与成本可控的核心环节。文章以黄埔某综合体项目为研究对象，结合该项目“多专业交叉、多工种并行”的施工特点，系统分析项目在施工进度管理中面临的专业衔接不畅、资源配置冲突等问题，并针对性提出建立一体化协调机制、优化资源配置等解决措施，为同类综合体项目的施工总进度协调与管理提供实践参考。

**关 键 词：** 综合体项目；施工总进度；协调与管理

## Research on Coordination and Management of the Overall Construction Progress of Complex Projects

Huang Xinpan

Guangzhou Leyao Industrial Investment Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract：** In the construction of complex projects, the coordination and management of overall construction progress are critical factors determining whether the project can be delivered on schedule while ensuring engineering quality and cost control. Taking a mixed-use development project in Huangpu as the case study, this paper systematically analyzes challenges such as poor interdisciplinary coordination and resource allocation conflicts arising from the project's "multi-disciplinary overlap and multi-trade parallel execution" characteristics. It proposes targeted solutions including establishing an integrated coordination mechanism and optimizing resource allocation, providing practical references for coordinating and managing overall construction schedules in similar mixed-use projects.

**Keywords：** mixed-use development project; overall construction schedule; coordination and management

## 引言

随着城市化进程的加速，综合体作为集商业、办公、酒店、公共配套等功能于一体的复合型建筑，已成为城市建设的重要载体。此类项目通常具有建筑面积大、功能分区复杂、涉及专业多、施工周期长等特点，施工过程中需同步推进建筑、结构、人防、消防、暖通、电气、智能化等数十个专业工程，多工种交叉作业的场景贯穿项目全周期。施工总进度作为项目管理的“生命线”，其协调与管理的有效性直接影响项目能否按期竣工交付，关系到建设单位的投资效益与社会效益。

## 一、工程概况

本文研究对象为黄埔某综合体项目，从项目规模与技术指标来看，项目总用地面积 26214 平方米，包含地上建筑面积 117662.15 平方米与地下建筑面积 39845.63 平方米。在施工总进度推进中，需实现“塔楼与裙楼同步施工、地上与地下交叉作业、专业工程有序衔接”，多工种并行作业的复杂性为施工总进度的协调与管理带来了极高挑战，也成为本文研究综合体项目进度管理的核心实践背景。

## 二、该工程遇到的难题

### （一）专业间技术衔接不畅，导致施工返工与进度滞后

项目涉及的建筑、结构、机电、智能化、幕墙等专业间存在紧密的技术依赖关系，例如结构预留孔洞需与机电管道走向匹配，幕墙安装需与建筑外立面尺寸及预埋件位置协同<sup>[1]</sup>。商管公司为适应招商和租赁业态的调整，频繁提出平面布局、商铺分割及使用功能的变更要求。例如，餐饮区域改为零售商铺，导致一次机电设计的管道、排烟、电量负荷均不满足新业态要求，需重

新进行二次机电设计，造成已施工的部分管线拆改，不仅增加成本，也导致机电专业需等待新版图纸，施工进度严重受阻。商业区域的精装修设计和二次机电设计通常在主体结构施工后甚至进行中才能最终确定，与一次机电和结构施工存在时间差。例如，现场已按一次机电图完成桥架和管道安装，但后期精装修设计为了天花造型和净高要求，要求调整管线布局，造成大量已安装内容需拆除返工。

## （二）多工种作业时间与空间冲突，资源争夺问题突出

项目施工高峰期涉及近 30 个工种同步作业，各工种对施工空间、作业时间及关键资源的需求高度重叠，导致冲突频发。例如，裙楼 5 层商业区域同时需要装饰工进行墙面装修、机电工进行灯具安装、通风工进行风管调试，三者在同一空间作业时，存在工具堆放混乱、人员通行受阻的问题，且均需使用临时用电接口，导致部分工种因供电不足被迫停工；此外，塔楼结构施工的钢筋工、架子工、水电工均需使用塔吊吊运材料，钢筋工需吊运钢筋、水电工需吊运水电预埋材料、架子工需吊运脚手架钢管，三者在塔吊使用时间上存在明显冲突，若调度不当，会导致某一工种窝工，影响当日施工进度。

## （三）进度与质量、安全协同难，存在“重进度轻管控”风险

项目总工期紧张，部分施工班组为追赶进度，存在忽视质量与安全管控的情况，导致“进度优先、质量安全让步”的恶性循环。例如，在裙楼商铺墙体砌筑阶段，为抢回工期，砌筑班组在未严格按照图纸要求设置拉结筋、且灰缝饱满度不足的情况下快速施工。由于过程质量检查（三检制）执行不到位，该问题直至监理单位进行隐蔽验收时才发现，最终被责令拆除重砌。此次返工不仅直接造成了材料浪费和该段砌体工程延误超过 7 天，其产生的建筑垃圾更是堵塞了现场主要运输通道，严重影响了其他工种（如水电预埋、抹灰班组）的作业效率，产生了二次延误和成本损失<sup>[2]</sup>。

## （四）供应链管理薄弱，材料设备进场延误影响工序推进

项目所需材料设备种类繁多，仅机电专业就涉及水泵、风机、配电柜、空调机组等数百种设备，装饰专业需采购瓷砖、石材、板材等大量材料，且部分关键设备需定制生产，供货周期较长。但由于项目前期未建立完善的供应链管理体系，对材料设备的采购周期预估不足、供应商沟通协调不到位，导致部分材料设备进场延误。

## （五）现场协调机制不完善，突发问题应对效率低

项目未建立统一的现场协调管理体系，各专业施工单位、分包班组之间缺乏高效的沟通渠道，导致现场突发问题无法及时解决。例如，地下室顶棚原设计为直接喷漆，未考虑扇灰（批荡）。当机电专业完成风管和桥架安装后，为满足商业区域的高标准观感要求，业主要求顶棚增加扇灰处理。由于机电管线已安装，导致扇灰作业空间受限、效率低下，部分区域为完成扇灰不得不临时拆除已安装的桥架和风管，造成严重的拆改和窝工。现场协调机制的缺失，导致突发问题的响应时间延长，进一步加剧了进度滞后风险<sup>[3]</sup>。

## （六）商业业态不确定性与工期刚性要求存在矛盾

商业综合体项目常面临“抢开业”的刚性工期目标，但前期招商的不确定性导致部分区域的最终设计图纸（特别是室内装修和二次机电）严重滞后。为保总体进度，主体结构和一次机电不得不按初步设计施工，存在与后续深化设计不匹配的巨大风险。这种“边设计、边施工、边修改”的动态局面，给进度、成本和质量带来极大挑战。

# 三、解决措施

## （一）建立一体化协调机制，打通专业与工种沟通壁垒

在各专业施工前，由协调小组组织开展跨专业图纸会审，要求建筑、结构、机电、智能化等专业设计师共同参与，对图纸中的尺寸、预留孔洞、管线走向等关键信息进行逐一核对，确保无设计冲突；图纸会审通过后，各专业需向交叉作业的工种进行技术交底<sup>[4]</sup>。设立由建设单位、商管公司、设计总包、施工总包四方组成的“商业需求对接小组”，定期召开专题会。对于商管公司提出的业态调整，由该小组完成技术可行性、工期及成本影响评估，明确图纸交付节点，确保设计变更信息高效、准确地传递至所有相关专业和施工班组，减少等待和误工。

## （二）优化资源配置，实现工种作业高效协同

针对多工种资源争夺与作业冲突问题，项目从“空间分区、时间分段、资源分级”三个维度优化资源配置。根据项目功能分区与施工进度计划，将施工现场划分为四大区域，每个区域再细分为若干个作业单元，明确各区域的主要作业工种与施工周期，避免不同区域的工种交叉干扰。针对塔吊、施工电梯等关键设备的使用冲突，制定“分时使用计划”，明确各工种的设备使用时间段，确保各工种按计划使用设备，减少窝工时间。基于进度预警，对受制约的关键路径工序进行动态调整。例如，预判到自上而下的砌体施工若滞后将影响外立面封闭和幕墙工程，及时调整为在主体结构封顶后，立即组织劳动力开展“自上而下”的砌体穿插施工，为外立面施工提前创造工作面，确保总体工期不受影响。

## （三）强化技术协同，以技术创新提升施工效率

针对专业间技术衔接不足与施工效率低下的问题，项目通过引入先进技术、加强专业协同，以技术创新驱动进度管理。项目引入建筑信息模型（BIM）技术，搭建覆盖设计、施工、运维全周期的 BIM 协同平台，各专业将设计图纸转化为 BIM 模型后，在平台上进行专业间模型碰撞检测，提前发现设计冲突。如机电专业 BIM 模型与结构专业 BIM 模型碰撞检测时，发现地下车库的电气桥架与结构梁存在交叉冲突，设计单位及时调整桥架走向，避免了施工中的返工。针对机电管道、幕墙构件等标准化程度高的构件，推行工厂化预制生产，减少现场作业时间。针对施工中的技术难点，成立由技术负责人、专业工程师、施工班组技术骨干组成的攻关小组，通过技术研讨、现场试验等方式制定最优施工方案。

## （四）构建“进度—质量—安全”三位一体管控体系

结合黄埔某综合体项目施工需求，为解决进度与质量、安全



协同难题，项目构建“进度优先、质量为本、安全为天”的三位一体管控体系。进度与质量管控上，将施工班组进度考核与质量验收挂钩，实行“质量合格前提下的进度奖励制度”。安全管控方面，成立安全管理小组配备专职安全员，全天候巡查高空作业、临时用电等关键环节，每周组织安全培训，现场设警示标识、划危险区域。同时推行“样板引路”制度，墙体砌筑机、电管道安装等关键工序先施工样板段，经建设、监理、设计单位联合验收合格后再大面积施工，提升关键工序一次验收合格率。

**（五）完善供应链管理体系，保障材料设备及时进场**

针对黄埔某综合体项目材料设备进场延误问题，项目从三环节完善供应链管理。一是建立供应商分级评价机制，按供货能力、质量、交货期、售后将供应商分 A、B、C 三级，A 级为优质供应商优先合作，如中央空调机组采购履约率 100% 的 A 级供应商，还签订含延误违约金（按合同总额 0.5%/ 天）的合同，强化履约意识。二是对于受设计变更影响大的装饰、机电材料，建立“弹性采购清单”，明确长周期与短周期物资，并与设计变更流程联动，确保变更确认后能迅速启动采购。三是建立物流跟踪机制，专人对接供应商与物流公司，实时掌握材料设备动态，如裙楼装饰石材运输遇暴雨，及时协调改路线、备仓储，且进场前专业检验。体系完善后，材料设备进场延误率从 25% 降至 5%，关键设备如期进场，保障施工连续推进<sup>[5]</sup>。

**（六）引入数字化工具，提升进度管理智能化水平**

为提升黄埔某综合体项目施工总进度管理效率与精准度，项目引入数字化工具实现智能化、可视化管理。其一，应用智慧工地管理平台，整合进度、质量、安全、资源数据，“一张图”呈现各专业工种进度，自动对比偏差并生成报告预警，如 1# 酒店塔楼结构滞后 3 天，平台推送预警，管理人员据此协调钢筋供应，3 天解决问题；平台还能监控人员、机械，如用人脸识别统计工种人数，借机械定位查塔吊状态。其二，推行移动终端现场巡检，为监理、安全员等配平板，发现问题可拍照上传平台，平台分配责任方并设整改期，整改后上传验收闭环。该平台还具备“进度推演”功能，能够根据当前进度偏差和资源情况，动态模拟多种调整方案（如工序穿插、资源倾斜）对最终工期的影响，辅助管

理者做出最优决策。

**（七）加强人员管理，提升团队协作能力**

施工人员是黄埔某综合体项目进度推进核心，项目从三方面加强人员管理、提升协作能力。严格班组选拔与培训，优先选择有综合体施工经验、信誉好、人员稳的班组，如塔楼结构施工选超高层经验班组；定期培训施工技术、质量标准等，每月组织机电工培训新型工艺与 BIM 技术，每周开展安全案例培训。强化团队协作培养，组织拔河、技能比武等活动，如“专业协同技能比武”让建筑、结构、机电人员组队完成任务，还设“协作光荣榜”表彰先进。人员管理加强后，施工人员效率提升 20%，班组流动性从 15% 降至 5%，专业工种协作增强，为进度推进提供人力保障。

**（八）建立动态设计与施工协同机制**

在一次机电设计阶段，与商管公司充分沟通，预估未来业态的可能需求，在管井、管廊、竖井、配电容量等方面预留充足余量和接口。明确一次机电与二次机电的设计分工与界面，避免职责不清。在精装修和二次机电图纸未全部完成前，选择典型区域率先进行施工或利用 BIM 技术搭建完整的虚拟样板间，将确认后的样板作为后续大面积施工和深化设计的统一标准，有效减少后期变更。同时，建立“界面冲突预警机制”，由总包单位定期梳理各专业、各阶段的施工界面，预判可能因设计深度不足或变更产生的冲突点，提前组织相关方协商解决方案，将被动协调变为主动管理。

**四、结束语**

综合体项目的施工总进度协调与管理是一项系统工程，需从技术、管理、资源、人员等多维度综合施策，既要注重专业间的技术协同与工种间的作业协调，也要平衡进度、质量、安全的关系，同时借助数字化工具提升管理效率。本文的研究成果可为同类综合体项目的施工进度管理提供实践参考，助力行业提升综合体项目建设整体水平，实现项目工期、质量、成本目标的有机统一，为城镇化建设贡献更多优质的综合体项目。

**参考文献**

[1] 张尧斌. 城市综合体建筑设计项目管理 [J]. 智能建筑与工程机械, 2025, 7(1): 111-113.  
[2] 郭蕊. 城市大型综合体建筑设计项目管理难点分析 [J]. 建筑与装饰, 2024(24): 52-54.  
[3] 蒋艳芳. 大型商业综合体项目的管理与品质交付研究 [J]. 城市开发, 2024(12): 110-111.  
[4] 王茹茹. 大体量建筑工程施工组织及工程管理技术分析 [J]. 城市开发, 2025(9): 164-166.  
[5] 韩可. 某城市综合体项目施工重难点及智能化管理 [J]. 工程建设与设计, 2024(15): 154-156.

# 绿色建筑工程管理的关键环节与控制策略研究

黎兴文

珠海华发体育发展有限公司, 广东 珠海 519000

DOI:10.61369/UAID.2025040048

**摘 要：** 文章旨在系统探讨我国绿色建筑工程管理的现状、挑战及发展路径。文章指出，绿色建筑作为建筑行业转型的核心方向，虽已获得广泛认同，但在实践层面仍面临评估体系缺失、政策支持不足、专业人才匮乏、监管机制不健全等关键问题。针对这些问题，报告提出了系统性对策，包括完善法律法规、构建动态评价机制、加强人才队伍建设、优化管理体系及健全全过程监督机制，以期为推动我国绿色建筑的高质量、可持续发展提供理论参考与实践指导。

**关 键 词：** 绿色；建筑工程管理；关键措施

## Research on Key Aspects and Control Strategies in Green Building Project Management

Li Xingwen

Zhuhai Huafa Sports Development Co., Ltd., Zhuhai, Guangdong 519000

**Abstract：** This paper systematically examines the current status, challenges, and development pathways of green building project management in China. It highlights that while green building has gained widespread recognition as a core direction for the construction industry's transformation, practical implementation still faces critical issues such as inadequate assessment systems, insufficient policy support, shortage of specialized talent, and imperfect regulatory mechanisms. To address these issues, the report proposes systematic countermeasures, including improving laws and regulations, establishing dynamic evaluation mechanisms, strengthening talent development, optimizing management systems, and enhancing whole-process supervision mechanisms. These measures aim to provide theoretical references and practical guidance for promoting the high-quality and sustainable development of green buildings in China.

**Keywords：** green; construction project management; key measures

## 引言

随着生态文明建设的深入推进与“双碳”目标的明确提出，推动建筑行业绿色化、低碳化转型已成为国家发展的战略重点。绿色建筑秉承可持续发展理念，致力于实现资源节约、环境友好与人居健康的和谐统一，是建筑产业未来发展的必然趋势。然而，在从理念倡导迈向规模化实践的进程中，我国绿色建筑工程在管理层面暴露出诸多亟待解决的问题。文章立足于当前行业发展态势，通过深入剖析绿色建筑工程管理中存在的主要障碍，进而构建一套涵盖政策、人才、评价、监督等多维度的综合性解决方案，以助力提升绿色建筑的整体实施质量与长效运行效能。

## 一、绿色建筑工程管理现状分析

### （一）核心概念阐释

绿色建筑标志着我国建筑行业迈入全新发展阶段，其根本目标在于全面提升资源使用效能，显著控制建筑污染，推动建筑与自然环境的协调共生。在此类建筑实践中，需着力实现能源消耗、噪声影响及建材使用的集约化管理，倡导运用科学化、系统化的思维方法统筹建筑全生命周期。同时，应强化依法保护理念，完善建筑环保相关法规的执行机制，以此驱动整个建筑产业向绿色低碳方向升级，积极响应国家关于绿色节能的战略要求。作为建筑领域转型的重要路径，绿色建筑也是构建资源节约型、

环境友好型社会的关键举措，体现了可持续发展理念在城乡建设中的深入实践。

### （二）当前发展态势分析

目前，绿色建筑的理念已获得社会各界的普遍认同与接纳，然而在实践层面仍面临多重挑战。国家层面尚未建立起系统完善的绿色建筑标准体系与法律法规，导致政策引导力度不足，整体发展方向缺乏统一规范。与此同时，诸多绿色建筑相关技术仍处于研发与试验期，技术成熟度整体偏低，尚未形成可大规模推广应用的可靠技术体系。在市场需求推动下，越来越多的建筑企业开始将“绿色建筑”作为品牌宣传重点，但实际项目中在节能降耗、污染防控与资源循环利用等方面的实施质量参差不齐，整体

效能仍有较大提升空间。为切实推动绿色建筑高质量发展，亟需建立健全全过程监管机制，通过制度保障激励技术创新，加速成熟技术的推广应用与持续优化<sup>[1]</sup>。

## 二、绿色建筑工程中现存问题分析

### （一）评估体系尚未系统化构建

在建筑工程实施过程中，必须依据明确的规范要求，对施工环境、物料准备状况及专业人员技能水平等关键环节展开全面评估。此类前置性评估工作有助于强化对施工全过程的监督与管理，为工程项目安全推进提供基础支撑。通过系统化的评估流程，施工团队能够及时识别现有作业条件中存在的缺陷与不足，并据此制定针对性改进方案，从而在有效控制施工安全风险的同时，显著提升整体作业效率。然而就我国绿色建筑领域而言，目前尚未形成统一、规范的评估机制。面对技术复杂度较高的绿色建筑项目，评估体系的不完善直接增加了施工组织与质量控制的难度，导致工程最终品质与设计预期之间存在偏差。这种体系性缺失不仅影响绿色建筑的实际效益，更从深层次制约着我国建筑行业向高标准、高质量方向的持续发展。

### （二）长效政策支持机制有待完善

当前，绿色建筑在我国已逐步成为社会关注的热点领域，国家层面也相继出台了多项与生态环境保护相关的方针政策，这些政策在导向上为绿色建筑的推广创造了有利条件。然而，由于现有政策多以阶段性、指导性为主，缺乏长期稳定的制度保障，导致绿色建筑在实际推进过程中难以获得持续有效的政策支撑。在具体实施层面，涉及绿色建筑的技术规范与性能标准尚未形成强制性体系，实践中常以道德倡导或自愿性准则作为主要评判依据。这种约束力的缺失使得项目参与各方往往基于自身利益作出决策，导致施工过程中主观判断过多、协同效率降低，最终影响绿色建筑的实际完成质量与设计效果。在缺乏长效监督机制与明确政策引导的情况下，部分绿色建筑项目容易停留在表面化实践，难以实现其应有的生态与社会价值<sup>[2]</sup>。

### （三）专业管理能力与制度建设存在不足

相较于发展成熟的传统建筑模式，我国绿色建筑工程的实践历程尚短，整体仍处于探索阶段。这一客观现实导致在管理技术积累、专业人才储备及制度构建等方面尚未形成完整体系。当前绿色建筑工程管理领域普遍存在制度设计不健全、标准化程度偏低的问题。与此同时，许多管理人员仍深受传统建筑思维定式的影响，其管理理念与绿色建筑所要求的系统性、可持续性原则存在差距。这种观念上的滞后直接影响到施工方案与管理策略的制定，使其难以摆脱传统路径依赖。加之管理人员在绿色建筑领域的专业培训经历普遍有限，理论素养与实践能力均有待提升，难以满足绿色工程对综合管理能力的较高要求。上述因素相互交织，共同导致绿色建筑项目管理过程中出现职责不清、流程紊乱

等混乱现象，不仅影响工程实施效率与最终品质，更从管理层面制约着我国绿色建筑行业的健康发展与整体水平提升。

### （四）全过程监管机制亟待建立

当前，我国绿色建筑项目在监管体系建设方面仍存在明显不足。从监管范围来看，现有监管措施主要聚焦于施工阶段，未能有效覆盖项目全生命周期。在规划设计阶段，缺乏对绿色建筑方案可行性及技术标准符合性的有效审查；在运营维护阶段，又缺少对建筑能效表现和环境效益的持续跟踪。从监管手段来看，仍过度依赖传统的人工现场检查方式，缺乏智能监测设备、大数据分析等现代化技术的有力支撑，难以实现精准化、实时化的监管效果。更值得关注的是，各监管部门之间的权责边界不够清晰，既存在多头管理重叠区域，又存在监管真空地带，这种职能交叉与缺失并存的状况严重影响了监管效能，导致项目实施过程中的问题无法得到及时发现和有效解决，最终制约了绿色建筑质量的整体提升<sup>[3]</sup>。

## 三、推进绿色建筑工程管理有效措施

### （一）健全法律法规与政策框架

面对当前绿色建筑领域法律体系尚不健全的现状，亟需加快构建系统完善的政策法规框架。首要任务在于规范建筑市场主体的行为准则，将绿色建筑的管理要求全面融入市场准入、项目运营及工程监管等关键环节。应进一步确立清晰可操作的绿色建筑节能设计规范，推动设计参数向标准化、量化方向发展。对于达到或超过既定能效标准的建筑项目，可考虑授予权威的绿色建筑认证标识，以形成正向激励机制。同时，有必要在法规层面强化对违规行为的约束与惩戒。针对不符合绿色技术规范、能源消耗指标或施工质量要求的责任主体，应设定明确的分级处罚措施，通过强化责任追究机制，促使施工单位严格落实各项标准要求，从而在制度层面保障绿色建筑的规范化发展。

### （二）加强专业人才队伍建设与能力提升

提升施工单位在绿色建筑领域的专业能力，关键在于构建一支具备专业知识与管理技能的人才队伍。为此，需从多个层面系统推进人才培养与引进工作。在人才输入环节，应拓展人才引进途径，积极从社会各界及高等院校吸纳具备绿色建筑相关专业知识和技术背景的人员。入职后需实施系统化、标准化的岗前培训，并建立严格的考核评价机制，确保选拔出符合绿色建筑工程管理要求的合格人才。对已在岗的技术及管理人员，应建立持续教育机制，定期组织前往行业领先企业交流学习，借鉴先进管理模式与实践经验，不断提升其专业素养与管理水平，使其能够更好地服务于企业的绿色建筑项目。此外，施工单位还应注重引进国外成熟的管理方法与高端人才，积极运用信息化、数字化管理工具，通过技术创新与管理优化，推动绿色建筑工程建设朝着更加科学化、规范化的方向发展<sup>[4]</sup>。

### （三）构建全过程动态评价机制

构建科学完善的绿色建筑评价体系，需从多个维度系统推进。首要环节是建立严格的施工企业资质审核机制，通过专业评



估确认其是否具备承担绿色建筑项目所必需的技术实力、管理水平 and 资源保障。这一过程应当显著提升行业准入门槛，对企业的专业能力、设备条件和人才储备等关键要素实施标准化考核。在此基础上，亟需建立覆盖项目全生命周期的动态评价系统。该体系应当采用具有强制约束力的统一技术标准，实现从规划设计、材料采购到现场施工、竣工验收各环节的无缝衔接。通过制定系统化的评价规范和操作指南，确保绿色建筑在每个实施阶段都有明确的制度依据和技术指引。这种全过程管控模式不仅能够有效规范设计施工行为，更能通过持续监测和反馈优化，推动工程建设质量实现螺旋式上升。同时，应引入大数据与物联网技术，构建实时感知、智能预警的智慧监管平台，为绿色建筑绩效提升提供数字化支撑，最终形成绿色建筑标准化实施的良好生态。

（四）构建现代化管理体系与权责机制

相较于传统建筑模式，绿色建筑在建设和运营阶段具有更高的复杂性，这就要求建立与之匹配的先进管理体系。当前，我国多数建筑项目仍沿用传统管理方式，难以满足绿色建筑的特殊需求。因此，亟需引入科学化的管理技术，从系统性角度对绿色建筑管理方法进行全面优化，特别要重视管理权责的清晰界定。具体而言，应当建立岗位责任追溯制度，将绿色建筑项目的各项权力与责任明确划分至具体部门或个人。在项目实施过程中，一旦出现问题即可快速定位责任人，确保问题及时解决。同时，要建立跨部门协同机制，当不同部门间产生分歧时，应以项目整体效益最大化为原则进行协调，通过加强沟通协作来保障项目顺利推进。绿色建筑对项目参与人员的专业素质提出了更高要求。施工人员不仅需要掌握绿色建筑施工技术，还要熟悉环保材料的特性与应用规范。建议定期组织开展绿色建筑专业知识培训与技能考核，全面提升从业人员的专业技术水平与管理能力。在人才培养方面，可在高等院校增设绿色建筑工程管理相关课程，系统培养专业管理人才；同时适当引进国外资深绿色建筑管理专家，借鉴国际先进经验，促进我国绿色建筑

管理水平的整体提升。此外，还需要强化政府部门的引导与监管作用。通过增加专业监管人员编制，完善监管体系，对绿色建筑项目的各个环节实施全过程监督，确保各项标准落实到位，从而推动绿色建筑质量的全面提升<sup>[5]</sup>。

（五）健全全过程监督机制

建立科学完善的监督体系是确保绿色建筑工程质量的重要保障。在项目建设过程中，任何偏离技术规范或标准要求的情况都应及时发现并立即纠正，通过强化过程管控有效预防潜在风险。为此，可组建由具备绿色建筑专业资质人员构成的监督团队，对施工各环节实施动态监测，确保工程全程符合安全与技术标准。在材料质量管理方面，需构建双重检验机制：首先要求施工单位建立严格的自检体系，同时引入第三方专业机构依据统一标准进行独立检测。这种内外结合的监督模式能够最大程度确保材料质量，发现问题可立即启动整改程序，从源头上保障绿色建筑的整体品质。通过实施贯穿项目全周期的分级监管，形成覆盖材料、施工、验收各阶段的闭环管理，全面提升绿色建筑工程的标准化水平。

四、结束语

综上所述，我国绿色建筑的发展已从概念普及步入质量提升的关键阶段。当前所面临的评估、政策、人才与监管等体系性难题，深刻制约着其生态与社会效益的充分发挥。未来，必须采取系统性的治理思维，坚持问题导向，通过健全法制框架以稳定市场预期，通过培养专业人才以夯实发展根基，并通过构建覆盖项目全生命周期的动态评价与精准监督机制以保障工程品质。唯有多方协同、持续创新，方能有效破除现有瓶颈，推动绿色建筑从追求“绿色标签”的表层实践，转向追求内涵与效能的高质量发展，最终为构建节约型社会和美丽中国奠定坚实的建筑环境基础。

参考文献

[1] 王弘毅. 绿色建筑工程管理关键措施 [J]. 建筑·建材·装饰, 2020(3): 58, 64.  
[2] 简冰. 绿色建筑工程管理关键措施 [J]. 百科论坛电子杂志, 2020(6): 1199-1200.  
[3] 王科晰. 绿色建筑工程管理关键措施分析 [J]. 建材发展导向 (下), 2021, 19(9): 124-125.  
[4] 董吉昌, 马悦. 推进绿色建筑工程管理关键措施分析 [J]. 魅力中国, 2019(23): 269.  
[5] 安春波. 推进绿色建筑工程管理关键措施分析 [J]. 建筑工程技术与设计, 2019(32): 2498.

# 浅析 TOD 项目绿色建筑工程管理关键措施

李勇俊

广州市品实房地产开发有限公司，广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040050

**摘 要：** 文章以某 TOD 项目为案例，结合 TOD 项目特点，深入剖析了当前绿色建筑发展面临的主要挑战，包括评估体系缺失、政策支持不足、专业人才短缺等。针对这些问题，提出了完善法规制度、构建人才培养体系、优化全过程评估机制等一系列具有针对性的解决方案，以期为推动我国绿色建筑的规范化、高效化发展提供理论参考与实践路径。

**关 键 词：** 绿色建筑；工程管理；关键措施

## A Brief Analysis of the Key Measures for Green Building Project Management in TOD Projects

Li Yongjun

Guangzhou Pinshi Real Estate Development Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract：** Taking a TOD project as a case study and considering the characteristics of TOD projects, this paper thoroughly analyzes the primary challenges currently facing green building development, including the absence of an evaluation system, insufficient policy support, and a shortage of specialized talent. To address these issues, a series of targeted solutions are proposed, including improving regulatory frameworks, establishing talent development systems, and optimizing whole-process evaluation mechanisms. These aim to provide theoretical references and practical pathways for advancing the standardized and efficient development of green buildings in China.

**Keywords：** green building; project management; key measures

### 引言

随着可持续发展理念的深入，绿色建筑已成为建筑行业转型的必然方向。TOD（以公共交通为导向的开发模式）作为城市集约化发展的重要形式，其绿色建筑实践具有特殊意义。某 TOD 项目作为典型的地铁上盖开发项目，在保障地铁运营安全的前提下实施绿色建筑，面临着独特的挑战与机遇。文章立足于该项目的工程实际，首先梳理了在资源管理与创新管理方面的具体应用实践，进而深入分析当前制约其高质量发展的关键问题，最终提出系统化的改进措施。

### 一、某 TOD 项目绿色建筑施工的管理应用实践

#### （一）水资源管控措施创新

在该 TOD 项目中，水资源管理面临特殊挑战。项目总规模达 735460.8 m<sup>2</sup>，作为地铁上盖开发，需要建立独立的雨水收集与回用系统。项目创新性地实施了盖板防渗漏措施，将盖上排水与盖下地铁排水系统彻底分隔，并做好明确标识。这种设计不仅保障了地铁运营安全，还为水资源的循环利用创造了条件。项目通过收集盖上雨水，经过处理后用于施工现场降尘、绿化灌溉和施工车辆清洗，显著提高了水资源利用效率<sup>[1]</sup>。

#### （二）施工用电节能策略优化

考虑到项目处于城市轨道交通控制保护区，用电管理尤为重要。项目采用了智能用电监控系统，通过安装智能电表和传感设备，对所有施工区域的用电情况进行实时监测与数据分析，实现

了用电负荷的精准预测和动态调控。系统特别设置了用电阈值预警功能，一旦发现异常耗能立即报警。在夜间施工等重点时段，项目严格执行设备“人走电断”制度，并建立用电巡查小组，确保非作业期间所有机械设备完全断电，从源头上杜绝待机能耗。同时，项目在围蔽系统上创新使用具有良好透光性的穿孔铝板，通过科学计算孔径和排列密度，在确保安全防护的前提下最大限度引入自然光线，使白天大部分地铁作业区域无需人工照明，显著降低了照明能耗，这一设计使项目照明用电较常规项目减少了约 30%。

#### （三）施工能源系统整合

该项目在能源使用方面采取了系统化的多重优化措施。针对上盖板车辆严格限载 25 吨的要求，项目通过引入智慧物流调度系统，结合 BIM 技术模拟最优运输路径，“小车驳大车”，实现了材料运输的精准规划和车辆满载率的有效提升，使运输车辆空载

率降低至8%以下。在车道区域创新采用“砂层+钢板”的复合基底设计,通过科学的受力分析确定铺设厚度和范围,既保障了盖板结构安全,又大幅地提高了材料的利用效率而显著降低了能源损耗。此外,项目积极探索可再生能源应用,在施工临建区域安装太阳能光伏板系统,为办公区照明、热水供应等提供清洁电力,这一系统不仅满足了施工期间部分用电需求,更为后期项目的绿色能源体系建设积累了宝贵数据和实践经验。

#### (四) 建筑材料高效利用体系

该项目在材料管理上充分体现了 TOD 项目的特色要求。通过在所有出入口设置高精度地磅系统,并与物料管理平台联动,实现对每辆运输车辆重量的自动记录 and 智能分析,在确保严格符合限载要求的同时,也为材料进场提供了精准数据支持。项目建立本地材料优先采购机制,通过供应链优化,使超过70%的建筑材料采购半径控制在100公里以内,大幅缩短运输距离,有效降低碳排放。在施工过程中,项目采用基于 BIM 技术的精细化施工管理,通过建立数字孪生模型进行材料用量精准测算和空间转换策划,优化了空间管线布置和结构转换,实现钢材损耗率控制在2.5%以内,混凝土浪费率低于1.5%。同时建立材料循环利用机制,将施工产生的废料分类处理后用于临时道路铺设等用途,真正实现了材料全生命周期的最大化利用。

#### (五) 创新型安全管理体系

项目建立了与地铁运营安全深度协同的管理体系。通过与地铁运营建立定期联席会议制度,共同确认管理界面划分,并制定包含28项具体条款的专项安全管理协议,明确各方责任和义务。创新采用“双重防护”理念,一方面通过全高物理围蔽系统(采用耐久性强的穿孔铝板配合防攀爬防震网)实现开发区域与运营区域的硬质隔离,另一方面设置智能视频监控系统,对围蔽区域进行24小时不间断监测。同时,项目研发了扬尘智能防控系统,通过在围蔽顶端设置可根据风向、湿度自动启停的雾喷装置,并结合 PM2.5 实时监测数据,精准控制扬尘扩散,有效避免了因灰尘侵入可能引发的地铁消防系统误动作。这种将传统防护与智能监控相结合的安全管理模式,为类似 TOD 项目的绿色施工管理提供了系统性的重要参考<sup>[2]</sup>。

## 二、绿色建筑工程管理现存问题

### (一) 规划设计问题

在某 TOD 项目中,绿色建筑与 TOD 模式融合的规划设计存在一定程度的协调不足。一方面,绿色建筑的设计理念强调生态、环保和可持续性,注重建筑与自然环境的融合,追求能源效率和资源利用的最大化。然而,TOD 模式更侧重于以公共交通为核心,实现土地的高效利用和功能的混合开发,强调交通便利性和城市空间的紧凑布局。这两种理念在实际规划设计过程中,有时未能充分协调统一,导致部分绿色建筑的设计受 TOD 模式下的交通流线、功能布局等因素限制,影响了项目的整体运行效率和可持续性。

例如,在项目的公共空间规划方面,绿色建筑要求设置充足

的绿化空间和生态设施,以实现生态环保目标。但在 TOD 模式下,由于土地资源有限、盖板上部区域管线布置需要和覆土厚度限制,公共空间需要兼顾交通换乘、商业活动等多种功能,导致绿色建筑的绿化空间和生态设施的设置受到一定限制。同时,在建筑布局上,绿色建筑为了获得良好的自然采光和通风,可能会采用较为分散的布局方式,而 TOD 模式则更倾向于优先满足轨道交通功能布局的前提下进行建筑布局,以提高土地利用效率和减少居民出行距离。这种差异使得在规划设计中难以找到最佳平衡点,影响了项目的整体品质。

### (二) 政策法规问题

相关政策法规的不完善以及缺乏有效的激励措施,对某 TOD 项目的绿色建筑发展产生了较大影响。目前,我国在绿色建筑与 TOD 模式融合方面的政策法规尚处于不断完善的阶段,存在一些空白和不足之处。在项目审批环节,缺乏明确的绿色建筑与 TOD 模式融合的审批标准和流程,导致项目在申报和审批过程中存在不确定性,增加了项目的推进难度。同时,对于绿色建筑技术应用和 TOD 模式实施的监管力度不够,缺乏有效的监督机制和处罚措施,使得一些项目在建设过程中未能严格按照绿色建筑和 TOD 模式的要求执行,影响了项目的质量和效果<sup>[3]</sup>。

### (三) 技术创新问题

绿色建筑技术创新不足以及应用推广困难,是某 TOD 项目面临的又一重要问题。尽管近年来绿色建筑技术取得了一定的发展,但在实际应用中仍存在一些技术瓶颈。例如,在可再生能源利用方面,太阳能等可再生能源的利用效率还不够高,设备成本较高,稳定性和可靠性有待进一步提升。在建筑节能技术方面,虽然新型节能材料和节能设备不断涌现,但部分技术在实际应用中存在兼容性问题,难以与传统建筑技术有效结合,影响了其推广应用。同时,绿色建筑技术的应用推广还面临着技术标准不统一、市场认知度低等问题。

### (四) 成本控制问题

绿色建筑的建设成本相对较高,且成本控制难度较大,这给某 TOD 项目的开发建设带来了一定的经济压力。绿色建筑需要采用环保、节能的建筑材料和先进的技术设备,这些材料和设备的价格通常比传统材料和设备高出很多。例如,绿色建筑常用的低辐射玻璃、保温岩棉板、太阳能光伏板、隔声等材料,以及智能照明系统等设备,其采购成本和安装成本都较高。同时,绿色建筑的设计和施工要求更为严格,需要专业的设计团队和施工队伍,这也增加了项目的设计和施工成本。

## 三、解决绿色建筑工程管理问题的建议

### (一) 优化规划设计

为解决某 TOD 项目中绿色建筑与 TOD 模式融合规划设计的协调问题,应加强多学科合作。在项目规划设计阶段,组织城市规划、建筑设计、交通规划、环境科学等多领域专业人员共同参与,形成跨学科团队。通过团队成员之间的密切沟通与协作,充分考虑绿色建筑与 TOD 模式的各项要素,实现两者的有机融



合。例如，在建筑布局规划时，结合交通流线分析，采取扶梯、垂直电梯等交通设施确保居民从住宅到轨道交通站点的出行路径便捷，同时合理设置绿化空间和生态设施，实现交通功能与生态环保的平衡。运用先进的规划设计工具和技术，如建筑信息模型（BIM）技术，对项目进行可视化模拟和分析。通过 BIM 模型，可以直观地展示建筑与周边环境、交通设施的关系，提前发现规划设计中存在的问题，并进行优化调整。

### （二）完善政策法规

政府应进一步完善绿色建筑与 TOD 项目相关的政策法规体系，明确项目审批标准和流程。制定详细的绿色建筑与 TOD 模式融合的设计规范和技术标准，使项目在规划、设计、施工和运营等各个阶段都有明确的依据。同时，建立健全项目监管机制，加强对绿色建筑技术应用和 TOD 模式实施的监督检查，确保项目严格按照相关标准和要求执行。对于不符合要求的项目，依法进行处罚并责令整改。

加大对绿色建筑与 TOD 项目的政策支持力度，制定税收优惠、财政补贴等激励政策。对采用绿色建筑技术和符合 TOD 模式要求的项目，给予税收减免、财政补贴等支持，降低项目开发成本，提高开发商的积极性。例如，对绿色建筑项目给予一定比例的税收减免，对 TOD 项目的公共交通设施建设给予财政补贴等<sup>[4]</sup>。

### （三）加强技术创新与应用

加大对绿色建筑技术研发的投入，鼓励高校、科研机构和企业开展产学研合作，共同攻克绿色建筑技术难题。建立绿色建筑技术创新平台，整合各方资源，促进技术创新和成果转化。例如，高校和科研机构可以利用自身的科研优势，开展绿色建筑技术的基础研究和应用研究；企业则可以根据市场需求，将科研成果转化为实际产品和技术，应用于某 TOD 项目等实际工程中。加

强绿色建筑技术的推广应用，提高市场认知度和接受度。通过举办绿色建筑技术研讨会、展览会等活动，宣传绿色建筑技术的优势和应用案例，增强社会各界对绿色建筑技术的了解和认识。同时，建立绿色建筑技术推广服务体系，为企业提供技术咨询、培训等服务，帮助企业解决技术应用过程中遇到的问题，促进绿色建筑技术的广泛应用。

### （四）合理控制成本

在某 TOD 项目中，通过优化设计方案来降低成本。在设计阶段，充分考虑项目的功能需求和绿色建筑要求，避免过度设计和不必要的浪费。运用价值工程原理，对设计方案进行多方案比选和优化，在保证项目质量和性能的前提下，选择成本最低的方案。例如，合理确定建筑的规模、户型和结构形式，优化建筑的平面布局 and 空间利用，减少建筑材料的使用量和施工难度，从而降低项目成本。创新施工工艺和管理方法，提高施工效率，降低施工成本。采用先进的施工技术和设备，提高施工的精度和速度，减少施工过程中的浪费和返工。同时，加强施工现场管理，优化施工组织设计和交通组织，合理安排施工进度和资源配置，避免施工延误和资源闲置，降低施工成本<sup>[5]</sup>。

## 四、结束语

综上所述，绿色建筑工程管理在推动建筑行业可持续发展中具有不可替代的关键作用。通过对某 TOD 项目的深入剖析，认识到绿色建筑与 TOD 模式融合发展所带来的显著效益，同时也明确了当前在规划设计、政策法规、技术创新以及成本控制等方面存在的问题与挑战。绿色建筑技术在能源利用、水资源管理和材料选用等方面的应用，不仅有效提升了项目的节能环保水平，还为居民创造了更加健康、舒适的生活环境。

## 参考文献

- [1] 姚方. 绿色建筑理念在工程管理中的应用实践分析 [C]//2025 工程技术与应用交流会议论文集. 2025:1-3.
- [2] 王宇飞. 基于绿色建设理念的建筑工程管理模式创新思路 [J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(17): 12-14.
- [3] 刘洁. 基于绿色建筑理念的工程管理研究 [J]. 建筑与装饰, 2025(9): 46-48.
- [4] 檀柱. 基于绿色理念的建筑工程材料管理创新实践 [J]. 中国建筑装饰装修, 2025(13): 91-93.
- [5] 刘端. 绿色建筑工程管理关键措施分析 [J]. 砖瓦世界, 2020(24): 187.

# 建筑工程管理中的进度管理

梁耀锋

保利华南实业有限公司, 广东 佛山 528000

DOI:10.61369/UAID.2025040051

**摘 要 :** 文章系统性地探讨了施工进度管理在现代建筑工程中的核心价值、现实挑战及系统性优化策略。剖析了当前施工企业在管理体系、资源保障及管理意识层面存在的典型问题。最终, 针对性地提出了从制度构建、计划执行、供应链管理、设备运维到技术创新的一体化改进措施, 旨在为企业构建高效、可靠的进度管理体系提供理论依据与实践路径, 从而全面提升项目管理综合效益。

**关 键 词 :** 建筑工程管理; 进度管理; 策略

## Progress Management in Construction Project Management

Liang Yaofeng

Poly South China Industrial Co., Ltd., Foshan, Guangdong 528000

**Abstract :** This paper systematically explores the core value, practical challenges, and systematic optimization strategies of construction schedule management in modern building projects. It analyzes typical issues currently faced by construction enterprises in management systems, resource assurance, and management awareness. Ultimately, it proposes targeted integrated improvement measures spanning institutional frameworks, plan execution, supply chain management, equipment operation and maintenance, and technological innovation. These aim to provide theoretical foundations and practical pathways for enterprises to establish efficient, reliable progress management systems, thereby comprehensively enhancing overall project management effectiveness.

**Keywords :** construction project management; progress management; strategies

## 引言

在当代建筑行业竞争日益激烈、项目管理日趋精细化的背景下, 施工进度管理已超越传统意义上的工期控制, 发展成为一项融合安全、质量、成本与资源的综合性管理活动。高效的项目进度管理不仅是确保工程按期交付的前提, 更是实现工程品质、控制建设成本、保障施工安全的核心手段, 直接关系到企业的经济效益与市场声誉。然而, 在实践中, 许多项目仍因管理体系不健全、资源配置失衡及管理意识薄弱等问题, 导致进度滞后、成本超支乃至质量隐患。

## 一、进度管理在施工项目中的重要作用

### (一) 确保工程建设品质

在建设工程中, 质量管控始终处于核心地位, 它直接影响项目竣工后的使用性能与安全表现。科学合理的进度管控不仅能够使各项工序有条不紊地推进, 还能有效避免工期出现较大起伏, 进而为各分部分项工程的质量达标创造有利条件。随着精细化管理的持续推进, 施工进度管控近年来受到业界的广泛重视。这种创新的进度管理方法通过对施工各环节实施更严格的把控, 持续提升整体施工品质, 并且能够优化资源配置, 从而提高项目的综合效益。高水平的进度管理还能对施工现场人员形成有效约束, 避免工作中出现懈怠现象, 进而提升整体作业效率, 为工程质量

的实现提供坚实保障。

### (二) 强化项目成本管控

工程建设是一项高度依赖人力与物资投入的活动, 涉及庞大的资源消耗。正因如此, 在项目总支出中, 人力资源和物料资源的配置与使用构成了最为关键的成本组成部分, 其管理效率直接决定了资金使用的合理性。将成本控制理念深度融入进度管理体系中, 其核心目标之一便是实现对工程造价的精准与高效管理, 从而在保障项目目标的前提下, 最大限度地节约总体投资。在项目推进的各个阶段, 通过对人员与物资进行动态优化与科学调度, 能够确保每一环节的施工需求都得到精准满足, 为工程按计划顺畅推进奠定坚实基础。这种一体化的管理方式, 还能系统性地保障各类施工材料与机械设备及时、足量地供应, 从根本上规

避免因资源短缺或配置失当所引发的工期延误风险。

### （三）提升项目投资回报

科学高效的进度管理是控制项目建安成本的关键路径，其最终成效直接体现在施工企业整体利润水平的提升上。建筑工程通常具有工艺复杂、工序繁多、技术专业性强等特点，这要求项目管理必须形成一套协同、流畅的运转体系。倘若缺乏系统化的过程控制，现场极易出现秩序混乱、衔接不畅等问题，不仅会拖慢整体推进速度，更会直接侵蚀企业的利润空间。具体而言，在项目建设中，大量成本支出，如人工费、设备租赁费等，均与时间呈正相关，是按日累计的。工期一旦发生非预期性延长，这些直接成本便会持续累积，导致项目总支出不断攀升，进而严重压缩企业的盈利水平。通过实施精细化的进度计划与控制，能够对项目总工期及关键节点进行精准把控，确保各项资源在时间维度上得到最优化利用。这种对项目节奏的主动管理，是从源头遏制成本超支的有效手段，它确保了项目造价被约束在预算范围内，从而有力地保障并增强了企业的最终经济收益<sup>[1]</sup>。

## 二、施工进度管理问题分析

### （一）管理体系有待完善

当前，许多建筑施工企业在业务拓展与经营模式上展现出较强的现代性，然而与之配套的内部管理规章与控制系统却未能同步建立，存在显著的滞后与不健全现象。一套权责清晰、流程规范的管理制度是工程项目得以顺利推进的根本保障，但现实中，企业在管理制度的构建与执行层面仍面临多重挑战。在施工一线现场，许多具体作业行为缺乏明确的制度依据与标准指引，导致操作层面存在较大的随意性。其次，即便部分企业制定了管理制度，其内容本身也往往不够系统全面，未能对施工安全、质量控制及人员专业资质等关键环节提出具体且刚性的要求。例如，在实际运营中，部分施工单位为压缩开支，可能采取“一人多岗”的简化配置，这种安排虽在短期内节省了人力成本，却可能给工程带来潜在的质量与安全隐患。

### （二）物资与设备保障的迟滞问题

建筑材料与施工机械是保障建设项目顺利推进的物理基础与关键要素。然而在工程实践中，资源供应环节却时常出现衔接不畅的问题，直接制约了现场作业的连续性。具体表现为：核心建材未能按计划运抵工地，关键施工设备因故障或维护不足而频繁停机，到场物资的数量与预算需求存在显著缺口，以及因资源配置不足而导致的现场作业人员数量短缺等。这些资源供应上的中断与迟滞，会直接导致后续工序被迫中断或延缓，从而拖慢整体施工节奏，造成项目进度滞后。当此类延误不断累积，项目便极有可能无法在合同或主管部门规定的工期内完成交付。更为严重的是，这种因资源压力而导致的赶工行为，往往会打破正常的施工工艺顺序，可能对混凝土养护、管线安装等关键工序的作业质量造成不可逆的损害，最终影响到工程整体的质量水准与结构安全<sup>[2]</sup>。

### （三）管理意识普遍薄弱

部分建筑施工单位对自身在行业中的核心竞争力与发展方向

缺乏清晰认知，这导致其在发展战略上过度偏向于技术层面，而轻视了系统化管理所能创造的巨大价值。它们往往片面地将提升经济效益的途径等同于简单地削减开支，未能理解现代管理对于优化资源配置、提升综合效能的关键作用。与此同时，企业决策层对自身在管理体系中存在的缺陷也常常缺乏洞察。这种认知上的局限，直接导致了整个组织的管理架构不清晰、岗位设置与人员配备不合理。管理层团队的专业素养存在较大差异，其中不少人并未接受过系统、专业的管理培训，仅凭经验行事。这种管理意识的缺失在日常运营中表现为典型的权责错位，本该由管理层果断决策和严格监管的事项无人负责，而一些本应由下级自主处理的日常事务却可能受到不当干预。

## 三、强化工程施工进度管理的措施

### （一）完善现场管理制度体系

为全面提升施工现场的管理效能，一项根本性举措是构建并落实岗位责任终身制。该制度要求对施工现场进行网格化或工序化划分，确保每一位项目经理及现场主管都拥有明确的管理辖区与职责范围，实现权责清晰、责任到人，从而强化管理人员的担当意识。在各类管理目标中，安全控制居于首要地位。施工现场机械密集、工种交叉，存在较高的安全风险，易引发机械伤害等意外事故。因此，管理人员必须将安全管理作为日常工作的核心，通过持续的教育与监督，着力提升一线作业人员操作的规范性。规范施工不仅是保障工程实体质量的内在要求，更是从源头上消除安全隐患、预防安全事故发生的根本途径。此外，必须系统性地建立健全质量管理体系。这要求将宏观的工程质量目标分解、细化到每一道施工工序和每一个作业环节中去。一旦在检查或验收中发现质量问题，必须严格依据管理规定对相关责任人进行问责与惩处。通过这种刚性的约束机制，可以有效树立质量标准的权威性，促使全体施工人员从根本上转变观念，将质量要求内化为自觉行动<sup>[3]</sup>。

### （二）强化进度计划的执行与监控

在建筑工程启动之初，项目团队通常会制定详尽的施工进度计划。然而，任何计划若仅停留在文本层面而未能得到有效执行，其本身将无法产生实际价值。唯有将计划中的各项安排切实转化为现场行动，才能真正发挥其对项目的指导与控制作用。为此，施工企业有必要设立专职的进度管理岗位，该岗位人员需全面、动态地掌握现场施工状况，并核心负责对进度计划的实施过程进行持续跟踪与严格监督。为确保进度管理形成闭环，施工单位应建立定期的工程协调会议机制。在此类会议上，应鼓励各专业、各层级的员工积极提出在建设过程中观察到的具体问题，并发表个人见解。通过集思广益的集体研讨，团队能够共同探寻问题的根源，并协商制定出最有效的解决方案。会议讨论的焦点不应仅限于已暴露的问题，还必须系统性地评估进度计划的执行情况。一旦发现实际进展与计划节点存在偏差，应立即分析其背后的原因，无论是技术难点、资源供应还是组织协调问题，并迅速采取纠偏措施。



### （三）加强物资供应链管理

建筑工程在实施阶段需要投入大量的人力与物力资源，其中物资的持续稳定供应是维持正常施工节奏的基础前提。若在建设过程中出现关键材料短缺或供应中断，不仅会直接制约现场作业的推进，更可能引发工序衔接不畅，最终导致整体工期延误。因此，项目采购部门必须在工程开工前，就以施工总进度计划为依据，科学制定详尽的物资采购方案，实现对各类材料设备的超前规划和提前备料。

在执行采购过程中，相关人员应进行充分的市场调研和供应商筛选，通过对多家供应商的产品质量、企业信誉及服务能力进行综合比对，优先选择与资质优良、供应能力稳定的单位建立合作关系。当采购物资运抵施工现场后，质量技术人员须立即组织进场验收，严格按照标准对材料规格、性能及合格证明文件进行核查，确保所有入场物资均符合设计及规范要求，验收通过后方可办理入库手续。在仓储管理环节，必须根据各类材料的物理化学特性，分类采取科学的保管与堆放措施，做好防潮、防晒、防损等防护工作，避免因存储不当导致材料性能下降或报废，从而造成经济损失并间接影响工程进度<sup>[4]</sup>。

### （四）强化机械设备的运维保障

在现代建筑工程中，机械设备是支撑项目高效推进的核心要素，尤其是一些大型专用设备，其运行状态直接关系到工程的整体效能。为确保所有设备在施工期间能够保持稳定运转，必须在入场前实施全面的性能检查与工况评估，这是避免因设备故障导致作业中断的首要环节。若设备在施工过程中突发故障，不仅会直接造成关键工序的停滞，拖慢整体施工节奏，更可能因设备失灵引发严重的安全事故，对人员生命和项目财产构成威胁。因此，建立系统化的机械设备管理制度至关重要。该制度应涵盖设备的全生命周期，包括定期保养与计划性维修。即使对于闲置时间较长的设备，在重新启用前也必须进行全面的调试与性能检测，确保其恢复至安全、可靠的运行状态。此外，操作人员的专业素质是设备安全高效运行的另一关键。所有设备操作人员都必

须严格按照规程进行操作，且应具备符合岗位要求的专业技能与实践经验。实行持证上岗制度，确保每位操作人员均经过系统培训与资格认证，能够熟练应对各种工况。通过规范操作与专业维保的双重保障，才能最大限度地发挥机械设备的效能，为工程进度与施工安全提供坚实支撑。

### （五）推进施工技术创新与应用

在建筑工程实施过程中，工艺技术水平是决定工程实体质量与建设效率的关键因素。先进、规范的施工技术能够显著提升工程品质并有效加快工程进度，因此，施工企业必须将技术能力的提升作为核心工作来推进，通过持续的技术优化与创新为项目建设提供坚实基础。为实现这一目标，施工企业应在项目启动前制定系统的技术培训计划。通过组织专业培训、技术交底和工艺示范，使技术人员及时掌握行业前沿的施工方法与管理标准，确保在后续施工中能够熟练运用新技术、新工艺，从而在源头上保障工程品质与生产效率。除了岗前培训，还需要建立常态化的技术提升机制。通过在施工过程中定期组织专项技术讲座与现场实操考核，并将技术掌握程度与应用效果纳入个人绩效评价体系，可有效激发技术人员的学习动力与钻研精神，形成持续进步的良好氛围<sup>[5]</sup>。

## 四、结束语

综上所述，施工进度管理是贯穿项目建设全生命周期的中枢神经系统，其有效性直接决定了项目的最终成败。面对当前普遍存在的管理体系不完善、物资设备供应迟滞以及管理意识薄弱等现实挑战，施工企业必须采取系统性的应对措施。这要求企业从顶层设计入手，致力于完善现场管理制度体系、强化进度计划的动态监控与执行力。在运营层面，则需加强对物资供应链的精细化管理，并建立对机械设备的全生命周期运维保障。

## 参考文献

- [1] 江玲. 建筑工程管理中的进度管理研究[J]. 砖瓦世界, 2025(7): 193-195.
- [2] 蔡亨达. 建筑工程管理中的进度管理探讨[J]. 建筑与装饰, 2024(8): 40-42.
- [3] 刘航. 新时代背景下建筑工程管理中的进度管理研究[J]. 建材与装饰, 2025, 21(26): 67-69.
- [4] 左亚静. 建筑工程管理中的进度管理研究[J]. 四川建材, 2023, 49(4): 215-217.
- [5] 钟勇文. 房屋建筑工程管理中的进度管理策略[J]. 建筑与装饰, 2023(17): 100-102.

# 建筑工程造价动态管理方法及成本优化策略探析

刘珍岐

珠海铨龙装饰有限公司, 广东 珠海 519000

DOI:10.61369/UAID.2025040053

**摘 要 :** 文章确立了全寿命周期、全要素协同与全局性统筹三大核心管控原则, 强调成本管理需要贯穿项目始终、统筹多重因素并覆盖所有环节。还详细剖析了在项目决策、设计、施工及竣工结算四大关键阶段进行动态造价管控的具体方法与实施路径。从设定成本基准、运用管控方法到优化资源配置等方面, 提出了一套系统的成本优化控制策略, 旨在通过全过程、多维度、精细化的管理, 最终实现工程项目综合成本的最优控制与经济效益的最大化。

**关 键 词 :** 建筑工程造价; 动态管理; 成本优化控制

## Dynamic Cost Management Methods and Optimization Strategies for Construction Projects

Liu Zhenqi

Zhuhai Hualong Decoration Co., Ltd., Zhuhai, Guangdong 519000

**Abstract :** This paper establishes three core management principles: full life cycle, holistic coordination of all elements, and comprehensive planning. It emphasizes that cost management must span the entire project lifecycle, integrate multiple factors, and cover all stages. The article also details specific methods and implementation pathways for dynamic cost control during four critical phases: project decision-making, design, construction, and final settlement. From establishing cost benchmarks and applying control methods to optimizing resource allocation, it proposes a systematic cost optimization control strategy. This aims to achieve optimal control of comprehensive project costs and maximize economic benefits through holistic, multidimensional, and meticulous management throughout the entire process.

**Keywords :** construction project cost; dynamic management; cost optimization control

## 引言

建筑工程以其投资规模大、建设周期长、内外接口复杂等特点, 使得其造价管理与成本控制始终是一项充满挑战的系统工程。在市场竞争日益激烈、利润空间不断被压缩的背景下, 如何实现对项目成本的有效驾驭, 避免投资失控, 已成为决定项目建设成败与企业可持续发展的关键。传统的、静态的、事后核算式的成本管理模式已难以适应现代工程管理的需要。因此, 构建并践行一套贯穿项目全寿命周期、动态调整、并深度融合了技术、经济与管理的造价管理与成本控制体系, 具有极其重要的现实意义。

## 一、建筑工程造价动态管理与成本优化控制的原则

### (一) 贯彻全寿命周期管控理念

建筑项目的全寿命周期成本涵盖两大核心组成部分: 其一是项目在建造实施阶段所发生的各类直接与间接费用; 其二是工程竣工并投入运营后, 在长期使用过程中所产生的运营维护、能源消耗等持续性支出。由于建筑工程项目周期长、环节多, 从前期策划、设计、施工直至后期运营、维护乃至拆除, 每一阶段均可能受到市场波动、技术更新、政策调整及自然条件等多重动态因素的复合作用, 致使整体造价呈现出显著的不确定性与可变性。因此, 为了实现工程经济效益的最大化, 造价管理与成本控制工

作必须立足于项目全寿命周期的视角进行系统规划与统筹。这要求项目参与方在投资决策阶段进行充分论证与科学预估, 在设计阶段优化方案以平衡初期投入与长期运营成本, 并在施工阶段依据工程的具体特点与需求, 精准选用适宜的施工技术与管理方法。

### (二) 综合要素协同管控原则

建筑工程领域的造价管理与成本控制, 其范畴不应仅仅局限于工程本身的直接费用, 还必须将与之紧密关联的工期成本、质量成本以及安全成本等关键要素一并纳入考量。构建一个涵盖所有核心要素的成本控制体系, 是达成节约项目总支出、保障工程最终品质、并筑牢施工安全防线的根本前提。在工程实践中, 质

量目标、工期进度与安全生产等变量，与工程造价存在着深层次的互动与制约关系。然而，一个普遍存在的管理误区是，许多建筑企业往往侧重于对可量化的直接成本进行精细管控，却相对忽视了质量、工期及安全等方面的隐性成本及其可能带来的反作用。实际上，这些要素之间构成了一个动态关联的有机整体：例如，通过实施严格的质量管控来减少返工与维修，通过优化流程来有效压缩工期，这些措施非但不会必然推高成本，反而能够通过提升效率、减少浪费等途径，促使工程总造价回归到更合理的区间，从而实现成本的深层优化<sup>[1]</sup>。

### （三）贯彻全局性统筹管控理念

建筑工程项目通常具有投资规模宏大、造价构成复杂以及项目个体差异显著等特点。针对其独特的属性，若要切实达成造价管理的预期成效，就必须将全局性的、系统化的管控理念贯穿于成本控制工作的始终。随着当代建筑工程体量的持续增长与建设工期的相应延长，项目在漫长的建设周期内将面临更多的不确定性。其中，建筑材料市场价格的浮动、劳动力成本的动态变化等因素，都可能引发项目成本的异常波动。此类不确定性因素若未加防范，会直接干扰投资目标的实现，为整个项目的造价管控工作带来严峻挑战。为应对这一复杂局面，构建一个覆盖所有业务环节、所有参与部门的全方位造价管控体系显得至关重要。

## 二、建筑工程造价动态管理的实施要点

### （一）项目前期决策环节的成本管控

在工程项目启动之初的决策环节，所形成的投资估算成果，其精确程度将对整个项目的经济可行性产生决定性影响。此阶段需通过系统性地搜集与整理同类已建项目的详尽历史成本资料，并结合对当前及未来市场环境、政策导向及价格波动趋势的综合研判，来科学预测项目投资总额，从而显著提升投资估算的可靠性与指导价值。在此过程中，进行多方案的技术经济比较与优化选择是一项核心工作。它要求对各类备选方案，从工程技术实现难度、资源消耗、长期运营维护成本及综合效益等多个维度进行深入的定量与定性分析。通过这种全面的比选，旨在遴选出在技术上先进适用、在经济上合理有利的最优方案，为项目全生命周期的成本管理奠定一个坚实且优化的基础。因此，最终确定的推荐方案，绝不能仅仅满足于技术层面的可实现性，更必须通过严谨的财务评价和经济效益分析，充分论证其经济上的合理性与财务上的可持续性，确保项目投资能够获得预期的回报，从源头上实现成本的有效预控<sup>[2]</sup>。

### （二）设计环节的成本管控核心地位

工程设计环节是塑造工程项目经济性的关键过程，对整体造价的控制具有前瞻性和决定性的影响。在此阶段，通过科学的管理方法对成本进行预先调控，能够取得事半功倍的效果。限额设计是此阶段实施成本控制的首要手段。该方法以经批准的投资估算为硬性约束，反向要求设计人员在设定的投资额度内进行方案创作与初步设计，从而确保设计成果从一开始就不会突破成本目标，实现了对工程造价的上限管控。与此同时，价值工程分析是

另一项至关重要的优化工具。它并非简单地追求降低成本，而是致力于通过系统性的功能分析，探索以更低的生命周期成本来可靠地实现必要功能的所有可能性。这种方法通过剔除不必要的成本，优化功能与费用的配比，从而在保障甚至提升项目使用价值的前提下，有效节约资源，实现项目价值的最大化。

### （三）施工环节的动态成本管控

施工阶段是将蓝图转化为实体工程的过程，也是工程造价实际形成并最需要进行动态、精细化管理的核心环节。在此阶段，成本控制的重心从前期预测转向对实际发生费用的实时监督与有效调节。对工程变更的严格管理是此阶段成本控制的关键。必须建立一套严谨的审批与评估流程，对任何潜在的变更，均需进行详尽的技术与经济论证，审慎评估其对合同价款和施工进度的综合影响。通过此举，旨在从源头上杜绝随意变更，有效规避因变更失控而引发的成本超支风险。此外，对工程进度款支付的审核与管理，以及现场工程签证的规范化处理，同样是确保造价受控的重要措施。精准的进度款审核能够避免资金超付或占用，保障合同双方的合法权益；而规范、及时的签证管理则确保了所有实际完成的工程量及费用增减都能得到准确记录与确认，维护了工程结算的清晰与公正。这些细致的管理工作共同保障了项目建设资金的高效与合理使用，为最终实现工程造价的总目标提供了坚实的过程保障。

### （四）竣工收尾环节的造价最终核定

竣工结算阶段是项目建设全周期的最后一个环节，也是对整个项目实际发生造价进行最终汇总、审查与确认的关键步骤。此阶段工作的严谨性与精确度，直接关系到项目投资成本的最终确定，是实现造价闭环管理的收官之战。在此阶段，核心工作是对上报的竣工结算报告进行全面、细致的审核。这要求专业人员依据合同约定、竣工图纸、现场签证及相关规范，对已完工程量的计算准确性、所套用单价（如综合单价或定额子目）的合规性，以及各项独立费用（如索赔、奖罚等）计取的合理性与完整性进行多维度、深层次的核查。通过这种系统性的审查，旨在发现并纠正任何可能存在的高估冒算、计算错误或依据不足的计价行为，从而确保结算结果能够真实、公正地反映项目的实际成本。与此同时，对整个施工过程中形成的所有结算相关资料（包括但不限于合同文件、变更签证、材料批价单、会议纪要等）进行系统性的整理、归档与管理，是保障结算工作顺利推进的基础<sup>[3]</sup>。

## 三、建筑工程成本优化控制的策略

### （一）科学设定成本管控基准

在建筑工程成本优化与控制体系中，科学地设定成本管控基准是启动一切管理活动的首要前提与基础。这一基准并非凭空设定，而是需要深度依据经核准的项目投资估算以及具有法律约束力的合同条款，经过严谨分析后形成的一个兼具挑战性与可实现性的成本预期。制定这一目标是一个系统性的决策过程，必须综合权衡项目的具体特征，包括其建设规模、预定工期、所要求达到的质量等级，同时还需预判市场环境中如材料价格波动、劳动



力供给等动态因素。通过这样的全面考量，才能确保最终确定的成本目标既符合项目总体要求，又具备在实际操作中落地执行的现实基础。为了使宏观的总目标能够转化为具体的行动指南，必须将其按项目的 WBS（工作分解结构）和组织架构进行逐级、细致的分解。通过这一分解过程，使得每一个参与部门乃至关键岗位人员，都能明确自身在成本控制体系中所承担的具体职责与量化指标。这种责任的清晰界定，是后续各部门有针对性地制定并执行成本管控措施的根本保障。

### （二）成本管控的实施路径与保障机制

为确保预设的成本目标得以实现，必须依托于一套科学、系统且可执行的成本管控方法与手段。这些方法共同构成了项目成本管理的核心运作体系，贯穿于项目实施的始终。预算管理是实施成本控制的基础性工具。它通过“编制－执行－监控－调整”的闭环流程，对项目资金的使用进行全过程规划与约束。预算编制需紧密结合工程实际与市场行情，确保其科学性与合理性，这是预算能否有效指导成本实践的前提。在预算执行过程中，则需进行严格的动态跟踪与监督，一旦发现实际支出与预算计划产生显著偏离，便需及时分析原因并采取纠偏措施，从而实现对成本的主动驾驭而非被动记录。成本分析是成本控制过程中的“诊断”环节。它要求管理者定期（如按月或按节点）对已发生的成本数据进行深度剖析，通过实际成本与计划成本的对比，精准识别成本超支或节约的具体环节与根本原因。这一分析必须确保数据的真实性与结论的准确性，进而为管理层提供决策依据，以便采取具有针对性的纠正与优化措施，持续改进成本绩效。绩效考评是确保成本管控责任落到实处的重要保障。通过建立一套将成本控制成果与责任部门、个人绩效相挂钩的考核与激励机制，能够有效激发全员参与成本控制的积极性与主动性。这种制度化的安排将成本控制由一项软性要求转变为硬性约束，从而有力地推

动各项成本控制措施得到不折不扣的贯彻与执行<sup>[4]</sup>。

### （三）资源要素的集约化配置与管理

在工程建设中，实现资源的精细化配置与高效管理是控制项目总成本的核心环节。这要求对人力资源、材料物资及机械设备等关键生产要素实施全过程的系统化管控。在人力资源方面，需要依据工程进度计划和不同工序的工艺要求，结合施工人员的专业技能水平，实施动态的班组安排与作业调度，旨在最大化劳动生产率，从而有效降低单位产值的人工成本。对于材料管理，必须建立覆盖采购、运输、仓储及领用全流程的标准化制度，通过集中招标采购降低采购单价，优化物流方案减少运输损耗，实施精准的库存管理避免资金积压，并严格执行限额领料制度控制现场消耗，从各个环节压缩材料浪费。在设备管理层面，则需根据施工组织设计的要求，精确计算各类机械的需用数量与使用周期，制定科学的设备调配方案，同时加强日常维护保养以提高设备完好率和利用率，从而显著降低租赁费用与维修支出。通过这种对“人、材、机”三大资源的协同优化与精准投入，方能在保障工程品质与进度的前提下，实现项目综合成本的最优控制<sup>[5]</sup>。

## 四、结束语

综上所述，建筑工程的有效造价管理与成本优化控制是一个多维度、全过程的动态管理系统。它要求管理者立足于全寿命周期的长远视角，遵循全要素协同与全局性统筹的核心原则，将成本控制的理念前置到项目决策与设计阶段，并严格贯穿于施工与结算的每一个环节。通过科学设定成本目标、有效运用预算与成本分析等管理工具、并实施资源的集约化配置，方能构建起一个健全的成本防御与优化体系。

## 参考文献

- [1] 李如欢. 建筑工程造价的动态管理与成本优化控制 [J]. 砖瓦世界, 2025(15): 139-141.
- [2] 曹冰. 试析建筑工程造价的动态管理与成本优化控制 [J]. 建筑·建材·装饰, 2025(10): 4-6.
- [3] 钟琴. 建筑工程造价的动态管理与成本优化控制探讨 [J]. 砖瓦世界, 2024(4): 109-111.
- [4] 周忠诗. 建筑工程造价的动态管理与成本优化控制探讨 [J]. 建筑与装饰, 2024(18): 64-66.
- [5] 许琼. 建筑工程造价的动态管理与成本优化控制 [J]. 工程机械与维修, 2023(1): 99-101.

# 建筑工程全过程管理的组织模式与实践应用研究

马少帅

佛山市睿美置家工程管理有限公司, 广东 佛山 528000

DOI:10.61369/UAID.2025040054

**摘 要 :** 文章系统阐述了建筑工程项目的全周期管理体系, 涵盖项目前期、施工阶段及竣工后运营三大核心环节。在项目前期, 重点在于强化投标管理、合同全过程管控、推动新技术应用以及优化材料采购, 为项目成功奠定坚实基础。进入施工阶段, 则需聚焦于技术监督、成本与进度控制以及团队专业化建设, 通过精细化管理和技术创新确保工程质量和效益。项目竣工后, 通过建立系统的移交验收、全生命周期运维和持续效能评估机制, 实现建筑资产的价值增值。

**关 键 词 :** 建筑工程管理; 全过程管理; 应用

## Organizational Models and Practical Applications of Whole-Process Management in Construction Projects

Ma Shaoshuai

Foshan Ruimei Zhijia Engineering Management Co., Ltd., Foshan, Guangdong 528000

**Abstract :** This paper systematically elaborates on the whole-cycle management system for construction projects, encompassing three core phases: pre-construction, construction, and post-completion operation. During the pre-construction phase, emphasis is placed on strengthening bid management, implementing comprehensive contract oversight, promoting new technology adoption, and optimizing material procurement to establish a solid foundation for project success. During the construction phase, attention shifts to technical supervision, cost and schedule control, and team professional development. Through refined management and technological innovation, project quality and efficiency are ensured. Post-completion, systematic handover acceptance, whole-lifecycle operation and maintenance, and continuous performance evaluation mechanisms are established to preserve and enhance the value of construction assets.

**Keywords :** construction project management; whole-process management; application

### 引言

建筑工程管理是一项复杂而系统的工程, 其管理水平直接关系到项目的质量、安全、成本和工期等核心目标。随着建筑行业的快速发展和转型升级, 传统的、粗放式的管理方法已难以适应现代工程建设需要。建立一套科学、规范、覆盖项目全生命周期的管理体系, 对于提升企业核心竞争力、保障工程效益、促进建筑业的可持续发展具有至关重要的意义。文章从全过程管理分析, 以构建一个完整的管理链条, 为工程项目的顺利实施和高效运营提供全面保障。

### 一、建筑工程项目前期的管理

#### (一) 强化建筑工程项目投标阶段的管理工作

在建筑工程进入实际建造环节之前, 必须严格完成招标与投标的相关流程, 从而筛选出综合实力最强、专业资质最高的施工团队。科学合理的投标报价是项目顺利推进的重要基础, 一旦缺失或不当, 将直接制约工程整体进度, 并削弱其预期的经济效益与社会效益。因此, 施工企业必须高度重视投标阶段的管理工作, 将其视为整个施工管理体系的首要环节来加以强化。通过规范的招标机制, 可以有效保障项目高质量完工, 并实现预期的经济

济回报目标。此外, 投标阶段所提交的全部文档及其包含的技术实施方案, 将成为指导后续施工全过程的关键依据, 也是具备法律效力的首份正式策划文件, 对施工单位的责任与义务具有明确约束力。

#### (二) 加强建筑工程项目合同的全过程管控

建筑工程项目在建设期间通常会涉及多种类型的合同文件, 例如施工企业与项目发包方签订的工程承包协议、与各类材料供应商建立的供货合同, 以及与劳务单位达成的用工协议等。这些合同文本中包含了丰富的法律约定, 共同构建起一个系统化的建筑工程契约框架。其中, 承包合同作为项目启动阶段最早订立的

核心法律文件，具有基础性地位。在项目实施中，业主方与施工方正是通过签署此类合同，明确界定各自的权利范围、应尽义务以及相关法律责任。整个建筑工程的具体施工活动，本质上是对承包合同条款的履行与兑现过程。如果在合同签署之前未能充分做好各项预备工作，极易在后续施工中引发索赔争议或其他履约纠纷。因此，在项目正式启动前，开展合同谈判与协商是不可或缺的关键环节。值得注意的是，在实际建设过程中，受多种因素的综合影响，工程合同往往存在各类潜在问题。强化对建筑工程项目合同的系统化管理，已成为保障工程全过程顺利实施的基础性管理工作<sup>[1]</sup>。

### （三）推动建筑新技术研发与实际应用融合

当前，科技水平的持续进步与建筑行业标准的不断提升，促使各类创新建筑理念与先进工法不断涌现。现代化的建筑施工体系，集中体现在施工技术的先进性、机械设备的高效性以及工艺流程的系统性等方面。在我国建筑业高速发展的背景下，一批又一批具有前瞻性的施工技术被广泛推出，为工程项目的实施开辟了更广阔的应用空间。

为确保建筑企业各项工作的顺利推进，必须将项目管理与施工技术深度融合。因此，强化施工技术研发已成为行业发展的关键任务。具体而言，首先应对项目所需的施工图纸与方案进行全面验证，积极引入建筑信息模型（BIM）等现代化手段进行施工设计，以实现对各环节的统筹优化。其次，要着力加强现场作业管理与安全控制体系的建设，确保施工全过程处于可控、高效、安全的状态，为技术落地提供有力保障。

### （四）加强建筑材料采购与供应管控

建筑工程的最终质量表现与所用材料的品质密切相关，据统计，材料成本通常约占项目总造价的60%至70%。这一比例凸显了材料管理在成本控制中的关键地位。要实现施工企业在经济效益方面的提升，就必须将材料管控置于工程管理的核心位置。全过程管理理念要求我们在工程正式启动前，就对各类施工材料的需求进行系统预测与周密规划。同时，应严格制定材料的进场标准，优化采购流程，确保所购材料符合技术与经济双重指标。此外，还需提前规范材料的验收程序、仓储管理及加工区域布置等重要环节，通过系统化的前期准备为项目顺利实施奠定基础<sup>[2]</sup>。

## 二、施工阶段管理的实际应用

### （一）加强建筑工程施工技术监督与管控

在建筑工程进入具体实施阶段后，对施工技术的有效监督尤为关键。以混凝土施工为例，其技术管控贯穿于配料制备、运输调度、现场浇筑及后期养护等全流程。建筑企业必须严格把控混凝土各环节的施工质量，通过系统化的管理确保工程整体按计划推进，最终实现项目的顺利交付。在混凝土配制阶段，必须严格遵循设计的配合比要求，确保材料性能符合标准。因此，对建筑工程实施全过程、多层次的技术监督，是保障工程顺利推进的重要前提。在施工管理体系中，技术监督居于核心地位，需针对不

同工种与作业内容，严格执行相应的工艺标准和操作规程，从而有效防范质量隐患，提升工程整体建设水平。

### （二）强调培养成本管理的观念以及创新

#### 1. 树立全员成本管控意识，完善管理体系

成本管理作为建筑工程中的核心环节，贯穿于项目建设的全过程，需要多部门、多岗位的协同参与。当前，我国不少施工企业对成本管理的重视程度依然不足，管理体系存在明显短板。为切实提升成本管控成效，企业首先应加强对全体员工的专项培训，使项目负责人、各级管理人员及技术人员都能树立科学的成本观念，形成全员参与的管理氛围。与此同时，企业还需建立健全施工组织体系，确保各环节有序衔接，在保障工程质量的基础上实现效益最大化。每一位工程参与者都应具备经济投资分析与成本节约的意识，将成本控制理念融入实际工作，为系统化成本管理的有效实施创造基础条件。

#### 2. 推动成本管理理念创新，实施全过程精细化管理

为适应建筑行业快速发展需求，企业应积极引入现代成本管理理念，转变传统粗放式管理模式。新型成本管理体系将管控范围向前后端延伸，形成了以成本预测、过程控制与结果审核为核心的三大支柱，并逐步拓展至决策成本、质量成本及安全成本等维度。这种精细化管控模式不仅能有效提升施工效率与工程质量，还促使成本管理人员主动通过成本调控影响工程实施过程，从而增强项目的经济效益与社会效益。通过构建全过程、多层次的成本管理体系，企业能够在市场竞争中建立持续发展的优势<sup>[3]</sup>。

### （三）合理地规划施工进度和成本控制方案

#### 1. 构建弹性进度计划与风险防控机制

在建筑工程实施阶段，需依据工程规模及具体施工内容，编制系统化的进度计划。通常，工程合同与项目建议书中会明确规定工期目标与竣工节点。然而，受资金供应、技术条件、人力资源及环境因素等多重变量的影响，项目常面临工期延误的风险。此外，若项目管理体系不健全，存在组织结构设置不当、资源配置效率低下等问题，将进一步导致资源浪费与效益损失。为应对这些潜在问题，应在项目规划初期预留适当的成本弹性空间，防止实际支出与预算计划产生重大偏离。通过建立动态调整机制，增强项目对各类不确定因素的适应能力，为工程顺利推进提供保障。

#### 2. 实施全过程成本精细化管控与技术优化

制定成本控制方案时，首先要基于工程实际情况，对各施工阶段的投入进行精确核算，确保资金分配与使用效益最大化。同时，应结合建筑市场当前特点与发展趋势，制定符合行业规律的成本管控策略。另一方面，工程项目应积极引进先进工艺与技术装备，通过提升施工效率与工程质量，实现成本结构的优化。在建筑工程管理中，成本控制本身具有动态变化的特征，持续推动技术创新与工艺改进，将成为实现成本有效管控的重要路径。这种技术导向的管控模式，既能保障工程品质，又能提高项目的综合经济效益。

### （四）全面提升成本管理团队的专业化水平

为切实提高建筑工程成本管理成效，建筑企业需重点强化成本管理团队的专业能力，并系统优化现有管理架构。首要任务是



组建专业化的成本管理团队，通过引进资深成本管理专家，对企业现有员工开展系统性培训，使团队成员深入理解成本管理的核心要义，持续提升专业判断与实操能力。在专业技能培养基础上，还应通过多维度培训提升团队人员的综合素养，引导其建立正确的价值导向与职业观念。同时，要着重强化团队协作意识，使成员形成协同配合的工作机制，通过知识共享与能力互补激发团队潜能，为企业提供更高层次的成本管理服务。此外，应建立有效机制鼓励成本管理人员积极参与企业各项经营决策，使其在更广层面发挥作用。最终，企业应构建系统完善的成本管理体系，设立专职管理部门，明确职责分工与业务流程，为成本管理工作的规范、高效开展提供组织与制度保障<sup>[4]</sup>。

### 三、建筑工程项目竣工后的管理措施

#### （一）建立系统化的竣工移交与验收评估机制

建筑工程竣工后，首要工作是建立标准化的项目移交程序。这一过程需组织施工方、监理单位、设计单位与业主方共同参与，形成多方协同的移交工作小组。在技术资料方面，不仅要完成竣工图纸、设备操作手册、质保文件等常规资料的移交，还应包括施工过程中的重要技术决策记录、材料检测报告等具有追溯价值的档案材料。在实体移交环节，应对建筑各系统的运行参数进行72小时以上的连续性监测，确保供电系统、给排水系统、暖通空调系统等关键设施达到设计标准。所有验收数据应当形成电子化档案，建立便于检索的数据库，为后续运营维护提供完整的技术支持。这种系统化的移交机制不仅能明确各方责任边界，更能有效避免因资料缺失或系统调试不足导致的运营纠纷。

#### （二）实施全生命周期运维管理体系

项目投入运营阶段，应建立以预防性维护为核心的设施管理方案。通过制定覆盖建筑全生命周期的维护计划，将日常保养、定期检测、大中修等项目按照时间维度进行系统规划。具体而言，需要建立分级分类的设备管理台账，对电梯系统、消防设施、智能化系统等关键设备实施差异化维护策略。建议引入建筑

信息模型（BIM）技术建立数字化运维平台，将设备信息、维护记录、能耗数据等要素进行集成管理。该平台具备预警功能，能够根据设备运行时长、损耗程度等参数自动生成维护提醒，实现从被动维修到主动预防的管理模式转变。同时，要建立应急处理机制，针对突发性设备故障制定专项预案，确保在最短时间内恢复建筑正常使用功能，最大限度地延长建筑使用寿命。

#### （三）构建持续优化的效能评估机制

竣工后管理还应建立常态化的项目后评估体系。每年对建筑的空间使用效率、能源消耗水平、用户满意度等关键指标进行综合分析，采用专业的评估工具对采集数据进行多维度解析。在评估方法上，可以借鉴国内外先进的建筑效能评估标准，结合项目特点建立适合本土化的评估指标体系。通过持续收集用户反馈，建立包括线上问卷、现场访谈、使用数据监测等多元化的信息采集渠道，及时发现使用过程中的痛点问题。评估结果应当形成年度评估报告，包含问题诊断、改进建议和实施方案三个核心部分，并建立跟踪机制确保改进措施落实到位。这种动态优化的管理机制，不仅能提升建筑的经济效益，还能通过持续改进增强其社会价值与环保效益，最终实现建筑资产的保值增值<sup>[5]</sup>。

### 四、结束语

综上所述，卓越的建筑工程管理是一个贯穿项目生命周期的、动态的、系统化的过程。从前期通过严格的招投标与合同管理甄选优秀团队并锁定风险，到施工阶段依托技术监督、成本与进度控制实现精细化管理，再到后期通过科学的移交验收和运维评估确保建筑长期价值，每一个环节都紧密相连，不可或缺。构建并实施这样一套全周期的管理体系，不仅能够有效规避各类风险，控制项目成本，确保工程质量与安全，更能显著提升建筑的使用效能和长期经济效益，最终推动建筑企业在日益激烈的市场竞争中实现高质量、可持续的发展。

### 参考文献

- [1] 董强强. 建筑工程管理中全过程管理的应用[J]. 房地产导刊, 2024(22): 62-63, 68.
- [2] 方芳. 全过程管理模式在建筑工程项目管理中的应用[J]. 城市开发, 2025(2): 127-129.
- [3] 弓晓婷. 全过程管理在建筑项目工程管理中的应用研究[J]. 建筑·建材·装饰, 2024(10): 181-183.
- [4] 冷佳钧. 全过程管理在建筑工程管理中的应用研究[J]. 建筑与装饰, 2024(22): 82-84.
- [5] 朱文青. 建筑工程管理中全过程管理的应用[J]. 房地产导刊, 2024(22): 46-47, 50.

# 关于建筑工程管理中全过程管理的应用分析

孙耀庭

广东天骄体育发展有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040055

**摘 要：** 全过程管理在建筑工程管理中的应用, 是通过整合决策、设计、施工、竣工及运维各阶段, 构建系统化、全周期的科学管理体系。其在项目前期通过招投标管控、合同全周期管理、技术创新应用以及材料精细化采购, 为工程奠定坚实基础; 在施工过程中, 依托工艺标准化监督、全员成本管控、进度成本技术协同管理以及专业化团队建设, 实现质量、成本与进度的动态优化; 在竣工后期, 通过资料规范化管理、竣工结算审计以及运营维保衔接, 形成管理闭环并推动持续改进。

**关 键 词：** 建筑工程管理; 全过程管理; 应用

## Application Analysis of Whole-Process Management in Construction Project Management

Sun Yaoting

Guangdong Tianjiao Sports Development Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract：** The application of whole-process management in construction project management involves integrating decision-making, design, construction, completion, and operation/maintenance phases to establish a systematic, whole-cycle scientific management system. During the project initiation phase, it establishes a solid foundation through bidding control, whole-cycle contract management, technological innovation application, and refined material procurement. During construction, it achieves dynamic optimization of quality, cost, and schedule by leveraging standardized process supervision, comprehensive cost control, integrated progress-cost-technology management, and specialized team development. Post-completion, it forms a closed-loop management system and drives continuous improvement through standardized documentation management, final settlement audits, and seamless transition to operations and maintenance.

**Keywords：** construction project management; whole-process management; application

### 引言

随着建筑行业向集约化、智能化方向发展, 传统分段式管理的局限性日益凸显, 难以应对现代工程项目规模大、技术复杂、参与方众多的挑战。全过程管理作为一种系统性方法论, 强调从项目策划到运营维护的全周期统筹, 通过资源优化、风险前置及动态调控, 实现工程建设的质量、成本与进度目标。文章从全过程管理的作用出发, 分别探讨其在建筑工程前期、施工阶段及竣工后的具体应用, 旨在系统分析该方法如何通过技术、制度与管理的协同创新, 提升项目整体管理水平与综合效益, 为建筑企业实现精细化、科学化管理提供理论参考与实践路径。

### 一、全过程管理在建筑工程管理中的作用

#### (一) 实现项目全周期统筹与风险前置管控

全过程管理通过整合决策、设计、施工、运维等各阶段要求, 建立贯穿项目全生命周期的统筹机制。在策划期即开展技术可行性、经济合理性及风险可控性综合论证, 将后期可能出现的变更冲突、成本超支等问题前置化解。借助 BIM、智慧工地等数字化手段, 构建项目虚拟模型并进行过程推演, 提前识别技术

碰撞、工序矛盾等隐患, 显著提升工程建设的预见性与抗风险能力, 为项目高质量推进提供体系保障。

#### (二) 优化资源配置与成本动态控制

全过程管理注重资源计划的科学性与成本控制的连续性。基于施工进度计划与物资需求预测, 建立“采购-仓储-配送”一体化供应链, 减少材料闲置与二次转运损耗。通过动态成本监测系统, 实时比对预算执行数据, 及时纠偏计价支付、变更签证等环节的成本偏差。结合价值工程分析方法, 在保证质量前提下优

化施工方案与工艺选型,实现工程建设经济效益的最大化<sup>[1]</sup>。

### (三) 强化质量追溯与闭环改进机制

通过建立从材料进场检验、工序验收至竣工验收的全链条质量记录体系,实现质量问题的精准溯源与责任界定。依托电子签章、影像归档等技术手段固化过程验收证据,形成不可篡改的质量责任档案。定期开展质量绩效评估,将典型问题转化为改进措施并反馈至企业标准库,推动施工工艺、管理流程的持续优化,构建螺旋上升的质量管理闭环。

## 二、建筑工程项目前期的管理应用

### (一) 强化建筑工程项目的招投标管控机制

在建筑工程正式启动前,招投标环节是筛选合格施工团队的关键步骤。因此,对施工企业来说,强化投标阶段的管理,是实现项目全过程有效管控的首要任务。具体而言,需要从项目整体角度出发,综合分析发包工程的各项条件,明确施工内容、工期要求及相关技术标准,制定科学合理的技术实施方案,并依此编制具有竞争力的投标文件。只有获得发包方的认可,施工企业才能正式承接该项目。而投标阶段提交的技术方案与相关文件,不仅是项目施工过程中的首份指导性策划文书,同时也成为对施工单位具备法律效力的重要依据。

### (二) 构建以合同为核心的全周期管理体系

建筑工程项目的推进,以签订项目发包合同为关键起点,并衍生出材料采购、劳务分包等一系列配套协议,共同构成了项目的契约基础。因此,项目的施工全过程在本质上就是履行这一系列合同条款的系统性行为。在合同签订前,应组织技术、造价、法务等多部门进行联合评审,精准识别潜在风险并明确责权利条款;在合同履行中,需建立动态监控机制,定期比对实际施工与合同标准,及时处理偏差并留存书面记录;在项目结束后,则应对合同执行情况进行全面复盘,为后续项目积累经验。唯有将合同管理从静态的“存档备查”提升为动态的“全过程管控”,才能为项目的顺利实施奠定坚实的法律与管理基础。

### (三) 推动建筑技术创新研发与落地应用

当前,建筑领域的施工技术正经历着日新月异的进步。诸如先进的智能施工装备、精益化的工艺工法,都生动体现了当代建筑工业化的高水平发展。这些技术革新极大地拓展了工程项目的实现路径与表现形态。然而,在具体的项目实践中,受制于管理、成本及人员素质等多重因素,施工技术应用的成熟度与可靠性仍面临挑战,由此引发的技术与管理问题日益凸显。为此,必须着力强化新技术的研发与转化:首要任务是对施工图纸与专项方案进行严谨的技术验证与模拟分析,大力推广建筑信息模型(BIM)等数字化工具进行协同设计与虚拟建造,实现对施工全过程的前置优化。同时,必须结合施工企业的具体资源与条件进行前瞻性评估,针对潜在的技术风险制定专项预案,通过建立健全的应急响应机制,从而有效控制意外事故可能带来的经济损失与不利影响<sup>[2]</sup>。

### (四) 强化建筑材料的精细化采购管控

建筑材料品质的优劣,直接决定了建筑工程最终的质量水

准,而其购置成本通常占据项目总投资的60%至70%,是影响项目经济效益的核心因素。因此,在现代工程管理的全流程控制理念下,必须在项目启动初期就对材料需求进行周密规划与科学预估。具体而言,应建立严格的供应商筛选机制与材料准入标准,从源头确保所购建材符合规范要求。同时,还需系统性规划材料的进场检验流程、现场仓储方案及加工区域布局,并制定明确的管理细则,实现从采购、验收至存储、使用各环节的无缝衔接与责任闭环,从而为工程质量和成本控制奠定坚实基础。

## 三、建筑工程项目施工过程中的管理应用

### (一) 强化施工工艺的标准化监督

在建筑工程实施阶段,必须建立严格的技术监管机制。以混凝土工程为例,其工艺控制贯穿于配料计算、拌和制备、物流运输、现场浇筑及后期养护等全流程。尤其在原料配比阶段,必须严格遵循经过科学试验确定的配合比设计方案,确保材料性能满足结构要求。施工技术监管作为工程项目管理的核心环节,要求对所有参与施工的专业班组及操作人员实行统一的技术规范管理。针对不同工种和作业内容,应明确具体的技术参数、操作标准和工艺要求,通过全过程的技术监督与质量抽查,最大限度地消除因操作不当引发的质量隐患,保障工程实体质量符合设计及规范标准。

### (二) 构建全员成本管控体系与现代化管理理念

建筑工程成本管理作为一项贯穿项目全周期的系统性工程,需要多部门、多岗位的协同参与。为确保成本管控措施有效落地,建筑企业应当优先开展专业的成本管理培训,帮助全体员工建立正确的成本意识与现代管理理念。从项目负责人、项目经理到各部门管理人员及现场技术人员,都应当具备科学的经济效益观与成本节约意识,深刻理解成本管控对项目盈利和企业可持续发展的重要意义,并自觉将这种理念融入日常工作中,为全面推进成本管理工作创造有利条件。为适应现代建筑市场的发展要求,企业还需积极引入新型成本管控模式。这种现代化管理模式强调对成本构成要素的全面覆盖,将管理过程系统划分为成本预测、过程控制与结果核算三个阶段,并将管理范畴延伸至决策成本、质量成本及安全成本等更深层次。成本管理人员应主动发挥管理职能,通过动态成本调控直接影响工程项目的实施与运营,从而全面提升建筑工程项目的综合效益水平。

### (三) 构建施工进度、成本与技术三位一体的协同管理体系

在建筑工程实施阶段,需要根据项目具体的工程量与施工内容,编制科学合理的进度计划。虽然工程合同与项目文件通常会明确约定工期与竣工节点,但在实际建设中,常因资金周转、技术瓶颈、人力资源或环境因素等不确定影响,导致施工进度滞后。为此,在项目前期策划中应充分考虑各类潜在风险,为成本预算设置适当的弹性空间,避免实际支出严重偏离初期预算。成本控制计划的实施需要建立在准确掌握现场施工情况的基础上。一方面,应对各施工阶段的费用进行精细化核算,确保项目资金分配与使用始终处于受控状态;另一方面,要注重通过技术与设



备升级提升工效，如在关键工序中引入先进工艺与智能化装备，以技术革新促进资源节约与效率提升。应认识到，成本控制是一个动态调整的过程，而持续的技术创新正是实现成本优化与工程效益双赢的重要路径<sup>[9]</sup>。

**（四）构建专业化成本管理团队与标准化制度体系**

为有效提升建筑工程成本管控水平，施工企业需着力强化人才队伍建设与管理制度的完善。首要任务是组建具备专业素养的成本管理团队，通过引进资深成本管理专家并对现有员工开展系统性培训，全面提升团队的专业认知与实践能力。在此基础上，应积极培育团队协作精神，促进成员间的优势互补与经验共享，形成协同高效的工作机制，从而充分发挥团队整体效能。在制度建设层面，需要建立科学完善的成本管理体系，明确各岗位职责与工作流程。同时应设立专门的成本管理部门，为管理工作的规范开展提供组织保障。通过构建标准化的工作流程与考核机制，确保成本管理工作在科学的制度框架内高效运行，为项目成本目标的实现奠定坚实基础。

**四、建筑工程项目施工后的管理应用**

**（一）竣工资料规范化管理与交付备案**

建筑工程竣工后，需系统整理从项目立项至竣工验收全周期的技术档案、设计变更、现场签证、检测报告等资料，确保其逻辑严密、数据准确、格式规范。通过构建数字化档案管理平台，对竣工图纸、材料合格证、隐蔽工程验收记录等关键文件进行电子编码与云端存储，实现快速检索与长期保存。这不仅为后续工程审计、产权登记及维保服务提供完整依据，还可借助区块链等技术手段增强资料的真实性与防篡改能力。同时，应严格遵循《建设工程竣工验收备案管理办法》等法规要求，协同设计、施工、监理等单位向建设主管部门提报备案材料，完成工程从建设阶段到运营阶段的法定程序转换，为项目闭环管理奠定基础<sup>[4]</sup>。

**（二）竣工结算与成本闭环管控**

竣工阶段应组建由造价、财务、技术等多部门参与的结算专

项小组，依据合同约定及履约过程中形成的补充协议、现场签证等文件，对工程量清单、综合单价、措施项目费等逐项核验。针对材料价格波动、工程变更、索赔争议等复杂问题，可引入具有资质的第三方审计机构进行独立复核，确保结算结果客观公正。通过将竣工成本数据与初期预算、动态成本进行多维对比，深入分析偏差成因，识别管理漏洞与优化空间。最终形成涵盖“预算-执行-结算”全链条的闭环数据体系，并提炼出适用于企业特点的成本控制参数与风险预警指标，为未来项目的成本预测与决策提供科学支撑。

**（三）运营维保衔接与后评估机制建设**

竣工交付后应立即启动运营维保衔接机制，基于工程特性编制系统化的设施使用指南、维护保养规程及应急预案，并组织业主、物业及运营单位开展专项培训与实操演练。同时，建立科学的项目后评估体系，通过定量与定性相结合的方法，从技术适用性、管理协同性、经济效益性等维度进行全面复盘，重点分析新技术、新工艺的实施效果与改进方向。将评估成果转化为企业项目管理知识库中的标准模块、案例教材及优化清单，推动经验数据在投标策划、施工组织、成本控制等环节的复用与迭代，形成以终为始、持续优化的全过程管理闭环，不断提升企业的工程管理成熟度与市场竞争力<sup>[5]</sup>。

**五、结束语**

全过程管理通过将前期的招投标与合同管控、施工过程的工艺监督与成本调控、竣工后的资料归档与后评估有机结合，形成了贯穿建筑工程全生命周期的管理体系。这种模式不仅解决了传统管理中阶段脱节、责任模糊、资源浪费等问题，更通过数字化工具、标准化流程和闭环改进机制，实现了项目质量、成本与进度的协同优化。未来，随着智能建造、大数据分析等技术的深度融合，全过程管理将进一步向精细化、智能化方向发展，成为提升建筑企业核心竞争力、推动行业高质量发展的关键支撑。

**参考文献**

[1] 弓晓婷. 全过程管理在建筑项目工程管理中的应用研究 [J]. 建筑·建材·装饰, 2024(10): 181-184.  
[2] 宣其英, 黄俊奇. 分析全过程管理在建筑项目工程管理中的应用研究 [J]. 建筑与装饰, 2022(10): 90-93.  
[3] 郭丽香. 现代化建筑经济管理全过程工程造价的具体应用策略 [J]. 四川建材, 2023, 49(7): 230-233.  
[4] 丁以文, 徐国燕. 全过程管理在建筑项目工程管理中的应用分析 [J]. 建筑与装饰, 2021(2): 46.  
[5] 赵佳杰. 全过程管理在建筑项目工程管理中的应用 [J]. 河南建材, 2024(12): 144-146.

# 建筑工程进度管理中全过程动态控制的应用策略

杨斯微

广东省城规建设监理有限公司肇庆分公司, 广东 肇庆 526000

DOI:10.61369/UAID.2025040057

**摘 要 :** 建筑工程全过程进度管理是决定项目成败的核心环节。本报告系统阐述了进度管理在保障工期、控制成本及提升综合效益方面的重要性,并深入剖析了计划编制、资源调配及人员素质等关键影响因素。进而提出了以全过程动态控制为核心的应用策略,涵盖进度计划执行、施工方案优化、管理人员素养提升、资金资源统筹及竣工评估等全流程,旨在构建一套科学、高效的进度管理体系,为建筑企业实现精益化与集约化管理提供理论依据与实践路径。

**关 键 词 :** 进度管理; 全过程动态控制; 应用策略

## Application Strategies for Dynamic Control throughout the Entire Process in Construction Project Schedule Management

Yang Siwei

Guangdong Provincial Urban Planning and Construction Supervision Co., Ltd. Zhaoqing Branch,  
Zhaoqing, Guangdong 526000

**Abstract :** Comprehensive progress management throughout the construction process is a critical factor determining project success. This report systematically elaborates on the importance of progress management in ensuring project timelines, controlling costs, and enhancing overall efficiency. It also provides an in-depth analysis of key influencing factors such as planning formulation, resource allocation, and personnel competency. It proposes an application strategy centered on dynamic control throughout the entire process, covering the full workflow from schedule plan execution and construction plan optimization to management personnel competency enhancement, integrated funding and resource allocation, and completion assessment. This aims to establish a scientific and efficient schedule management system, providing theoretical foundations and practical pathways for construction enterprises to achieve lean and intensive management.

**Keywords :** schedule management; dynamic control throughout the entire process; application strategy

## 引言

在当代建筑业高速发展与竞争日益激烈的背景下,工程项目能否在预定工期内高质量完成,直接关系到投资方的经济效益与企业的市场声誉。传统的粗放式管理已难以适应现代复杂工程项目的要求,这使得对施工进度进行科学、系统的全过程管理变得尤为重要。有效的进度管理不仅是按期交付的基石,更是实现成本精准控制、资源优化配置和工程质量提升的核心手段。本报告旨在从重要性、影响因素及动态控制应用三个维度,对建筑工程全进度管理进行系统性探讨,以期为提升项目管理水平提供全面指导。

## 一、建筑工程全过程管理中全进度管理的重要性

### (一) 保障项目按期竣工的有效措施

在建筑项目启动之初,投资方需结合工程的具体特征与实际规模,制定科学合理且易于执行的作业方案,以预防后续施工中各类潜在问题。同时,需与各专业分包单位确立正式合作关系,依据合同条款有序推进各项施工内容,确保原定计划得以严格执行。在合同正式生效后,建设单位应参照其中约定的时间节点,对工程实施进度进行全过程监控,从而保证项目能够在预定

工期内顺利完工。一旦出现未能按时交付的情形,相关单位须依照合同约定承担相应的经济赔偿责任。正因如此,施工企业强化进度管控不仅有助于缩短整体建设时长,还能够显著提升项目的综合经济效益。

### (二) 实现施工成本精细化管理

在项目实际建设阶段,若对工程进度缺乏有效管控,盲目加快施工节奏,不仅会造成材料、人力等资源的大量超额投入,使项目总成本突破预算上限,还可能因赶工而降低工艺标准,影响工程整体质量,为建筑物后续使用带来安全隐患。反之,如果施

工推进过于迟缓，将直接导致工期延误，建设单位可能面临合同违约风险，进而引发经济纠纷与法律争议。此类情况不仅会干扰工程正常推进，还会因工期拉长而增加管理、设备租赁等间接费用，后期往往需要额外投入资源以追赶进度，造成成本进一步上升。因此，在建筑工程管理中科学运用进度调控方法，能够在保障工期目标的同时，实现对项目支出的精准控制，从而全面提升工程的整体经济效益<sup>[1]</sup>。

### （三）全面提升工程管理效能的有效路径

在建筑工程实施阶段，任一施工环节若缺乏系统化管控，都将直接损害工程整体质量水平，显著增加安全事故发生的可能性。此类问题不仅会造成重大的经济损失，还会扰乱原定的工期安排，导致项目交付延迟。因此，强化对工程进度的科学管理至关重要。建设单位应结合项目施工的具体特点，制定具有针对性的进度控制方案，并增强全员对进度管理的重视程度，确保施工活动严格遵循既定计划有序推进，最终实现高品质的工程交付。在此基础上，还应明确各阶段工作的管理细则与职责边界，将具体责任分解至每一位参与人员，形成清晰的责任落实机制。通过持续跟踪实际施工进度，定期评估进度执行情况并对管理措施进行动态优化，能够有效推动建筑工程整体管理水平的不断提升，实现质量、进度与效益的协同发展。

## 二、建筑工程进度管理中的主要影响因素

### （一）进度计划编制中存在的常见问题

受长期以来形成的粗放管理思维影响，目前仍有部分建筑企业对施工进度管理工作缺乏足够重视，这一观念导致其在编制项目进度计划时规范性不足。此类不够严谨的进度规划既制约了项目管理效率的提升，也难以对工程建设实施全过程有效监控，最终往往造成工期延长，削弱项目的投资回报效果。在实际编制进度方案时，由于未能系统分析各类制约施工推进的内外部因素，使得进度管理方案的制定缺乏充分依据，存在一定盲目性。这种脱离实际的项目计划导致进度控制措施针对性不强，可操作性降低，进而影响了进度管理机制在施工现场的有效执行与落地<sup>[2]</sup>。

### （二）施工关键要素对工程进度的影响分析

在建筑工程实施过程中，需要科学统筹“人员、材料、机械”等核心资源的配置。这不仅要求严格选用符合质量标准的建筑材料，还需要合理选用与工程特点相适应的施工技术和机械设备。当材料或机械设备无法满足实际施工要求，或现场作业人员专业能力不足、操作不规范时，极易导致工期延误，甚至造成部分工序长时间停滞。举例而言，在项目实际推进过程中，若材料供应无法与施工节奏有效衔接，将因待料而造成作业中断；如果进场材料质量不达标，同样会引发返工或整改，从而拖慢整体进度。此外，现场机械设备数量配置不足，或在运行过程中频繁发生故障，也会直接导致工序衔接不畅、效率下降，进而造成工期延长和资源浪费。这些关键要素的配置失当，都会直接影响工程的有序推进和按期交付。

### （三）管理人员专业能力对项目执行的影响

在建筑工程项目的管理实践中，部分管理人员由于专业素养与岗位要求存在差距，往往难以建立科学的组织体系或实施有效的现场管控。这种情况容易引发一系列连锁问题，包括机械设备调试不规范、人力资源分配失衡，以及施工过程中出现的各类技术难题无法得到及时响应与处理。更严重的是，由于管理缺位导致的违规作业可能引发安全事故，或因施工质量不达标而造成大规模返工，这些情形都会直接阻碍工程的有序推进。因此，在项目实施过程中，亟须通过系统化培训与实践锻炼，提升项目经理及各部门负责人的工程技术能力、管理协调能力和组织规划水平。同时，应加强各部门之间的协同机制建设，确保信息畅通、配合紧密，从而在提升各施工环节工作品质的基础上，保障整体工程进度按计划顺利实施。

## 三、建筑工程进度管理中全过程动态控制的应用

### （一）工程项目的实施与动态监测调控流程

在项目推进过程中，动态化的进度管控本质上是一个持续的PDCA循环过程。计划（Plan）阶段，需将总体进度目标分解为具体可执行的阶段性任务，明确关键时间节点。执行（Do）阶段，则需依据计划推进各项任务。检查（Check）环节的核心在于不同阶段的系统化进度核查，通过对比分析计划进度与实际施工进度，识别存在的偏差与问题。最终的处理（Act）环节，则需根据偏差情况对进度安排进行及时调整，必要时对整体计划进行优化更新，并将有效的纠偏措施标准化，用于指导下一轮循环。实施多项目动态协调控制，有助于促进各参与单位在PDCA各环节的协同合作。在完成进度目标的分解与细化后，需加强对分包单位施工进度的审查与管理，并通过定期的例会等沟通机制，落实专人进度管理责任制，客观评估进度执行效果，确保PDCA循环的有效闭合，推动整体进度计划顺利实施<sup>[3]</sup>。

### （二）施工总进度动态管理的优化策略

建筑工程施工过程具有显著的动态变化与周期性循环特征，因此施工单位不应固守单一进度管控方式，而需采取灵活多样的方法实现动态调控。在执行施工计划时，项目经理应用系统收集并整理进度相关信息，通过比对计划进度与实际进展之间的差异，科学评估当前施工进度是否达到预期目标。若发现实际进度存在滞后或偏离计划的情况，项目经理需深入分析各环节影响因素，准确识别导致进度迟缓的根本原因，进而制定有针对性的纠偏与改进方案，以实现对整个施工进度度的有效掌控。另一方面，建设单位必须清晰界定进度管控的具体职责。管理人员在实施进度控制过程中，应全面负责相关数据的采集、整理与分析，精准把握现场实际进度状况，并强化全过程施工监督。同时，应遵循“具体问题具体分析”的工作原则，根据实际情况适时调整管控策略，从而提升进度管理措施的适用性与合理性。此外，施工单位还应科学选用进度计划调整方法，例如通过合理延长或压缩关键工序的作业时间、增配施工机械设备等举措，有效推动进度目标



的实现。

### （三）优化施工方案

整个建筑工程项目需要施工方案进行指导。施工方案的好坏制约着建筑工程的质量，与建筑工程施工开展情况紧密相连。为此，建筑企业要想编制合理的施工方案，就必须在建筑工程开展前深入调查研究施工现场，并结合实际施工情况，才能编制准确全面的施工方案。对于施工方案来说，其中主要包括设计图纸、材料、设备以及安全计划等，另外，还要规划技术工艺，并将重点工作放在建筑工程施工现场的具体情况，不断优化施工方案，才能最大限度提高建筑企业的经济效益。

### （四）增强进度管理人员综合素养

进度管理人员作为建筑工程进度管理工作开展的主要参与者与实施者，其个人综合素养与专业能力均会对进度管理工作落实带来较大影响，具有高素质水平、高专业能力的人员，不仅能够保证进度管理工作质量，对整个建筑工程顺利建设也有着重要作用。通过对现阶段建筑工程进度管理情况调研与分析，进度管理人员普遍存在素质水平较低问题，对工程管理工作开展形成诸多阻碍，基于此，建设单位需要重点加强对进度管理人员日常培训，锻炼进度管理人员解决突发情况的应对能力，积累工程进度管理经验，增强进度管理人员素养，充分满足建筑工程管理各项要求。践行考核机制，以定期考核方式掌握进度管理人员实际能力，在此基础上不断调整与完善培训培养，使其熟练掌握进度管理所要求的技能与能力。此外，完善现行责任制度，以此来提升相关人员对进度管理重要性意识，并将进度管理职责加以落实，减少责任相互推诿情况发生，及时解决潜在问题，规避施工风险，从根本上提升建筑工程进度管理成效<sup>[4]</sup>。

### （五）完善资金循环与资源配置体系

构建高效的资金循环体系是保障建筑工程项目顺利推进的关键管理举措之一。在项目实施过程中，需维持企业财务的收支动态平衡，准确预测各项资金的流入与流出节点，有效防范因资金链断裂或持续赤字导致的经营风险。应强化建筑材料的全过程风险管理。在采购环节前，可组建专业监督团队，深入研究建材市场供需状况，掌握各类材料的性能参数与价格走势，并依据工程

需求制定标准化的采购流程与清单，确保材料质量符合工程技术要求。在仓储环节，应根据材料特性科学规划存储区域，实施规范的防护措施，防止因保管不当造成材料性能下降。还需加强检测设备的规范化管理。为保证工程检测结果的可靠性，应严格把控检测设备的精确度与品质。采购过程中需依据实际需求制定设备清单，确保所选设备与施工要求相匹配，避免因设备不适配造成资源浪费。最后，为提升资源利用效率，在编制施工计划时，应基于工程规模与技术特点，采用科学方法精准测算各阶段所需材料、设备及人力资源配置，从源头上预防因资源供应不足或配置失当对工程进展造成的影响。

### （六）项目竣工阶段的进度管理评估与总结

在建筑工程竣工评估阶段，进度管理人员应当贯彻全过程动态管控理念，并将此阶段的工 - 作视为整个项目层级 PDCA 循环的终极检查与处理环节。通过对项目各阶段进度执行情况的系统性分析、对进度偏差与资源配置问题的全面梳理，完成对管理成效的彻底复盘。在此基础上，深入总结有效的管理经验（将其标准化，纳入下一项目的计划）并明确改进方向（作为下一项目需解决的新问题）。这种基于实际工程数据的复盘与反思，构成了 PDCA 循环闭环的关键，能够为后续项目提供科学参考，从而推动建筑企业在进度管控上形成持续改进的良性循环，不断提升专业水平和执行效能<sup>[5]</sup>。

## 四、结束语

综上所述，建筑工程进度管理是一项贯穿项目始终、涉及多要素的系统性工程。它通过科学的计划、严密的执行与动态的调整，对保障项目按期竣工、实现成本精细化管理以及提升工程整体效能起着决定性作用。面对计划编制、资源协调与人员能力等方面的挑战，建筑企业必须树立全过程、全要素的管控理念，积极推行动态控制方法，从优化施工方案、强化人员培养、完善资金配置到落实竣工后评估，形成管理闭环。唯有如此，才能在复杂多变的建设环境中确保工程顺利推进，最终达成质量、进度与经济效益的有机统一，持续增强企业的核心竞争力。

## 参考文献

- [1] 王丙洋. 建筑工程进度管理中全过程动态控制的应用策略[J]. 中国建筑金属结构, 2022(6): 129-131.
- [2] 林俊辉. 建筑工程进度管理中全过程动态控制的应用策略探析[J]. 房地产导刊, 2021(33): 149-150.
- [3] 胡晓焱. 浅谈建筑工程进度管理中全过程动态控制的应用策略[J]. 建材与装饰, 2020(18): 178, 180.
- [4] 李猛. 建筑工程进度管理中全过程动态控制的应用策略探析[J]. 门窗, 2020(22): 88-89.
- [5] 姜泉. 建筑工程进度管理中全过程动态控制的应用探讨[J]. 世界家苑, 2024(17): 46-48.

# 消防电气安装工程与消防控制措施

张贤钊

广州市城建规划设计院有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040058

**摘 要 :** 文章以某智能家居用品生产建设项目为例子, 结合现行消防规范标准, 阐述工程概况及消防电气安装与控制的重要价值, 分析当前行业在设计衔接、施工质量、设备选型、系统联动及运维管理等方面存在的难题, 针对性提出优化设计协同、强化施工管控、科学选型设备、完善联动机制、健全运维体系等解决措施, 为提升建筑消防电气系统可靠性与安全性提供实践参考, 助力构建全方位、多层次的建筑消防安全防线。

**关 键 词 :** 消防电气; 安装工程; 消防控制措施

## Fire Electrical Installation Engineering and Fire Control Measures

Zhang Xianzhao

Guangzhou Urban Construction Planning and Design Institute Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract :** Taking a smart home appliance manufacturing project as a case study and referencing current fire safety standards, this paper outlines the project overview and the critical importance of fire protection electrical installation and control. It analyzes existing industry challenges in design coordination, construction quality, equipment selection, system integration, and operational management. Targeted solutions are proposed, including optimizing design collaboration, strengthening construction oversight, scientifically selecting equipment, improving interlock mechanisms, and establishing robust operation and maintenance systems. This provides practical guidance for enhancing the reliability and safety of building fire protection electrical systems, contributing to the construction of a comprehensive, multi-layered building fire safety defense system.

**Keywords :** fire protection electrical systems; installation engineering; fire control measures

## 引言

随着城市化进程加速与建筑功能多元化发展, 建筑火灾防控面临严峻挑战, 消防电气系统作为火灾预警、应急处置的关键基础设施, 其安装质量与控制效能直接决定火灾事故中的生命财产安全保障水平。当前, 我国相继出台一系列标准规范, 为消防电气安装与控制提供了技术依据, 但实际工程中仍存在诸多问题影响系统运行效果。

## 一、工程概况

某智能家居用品生产建设项目位于东莞市桥头镇, 建设单位为东莞市某科技有限公司, 总用地面积约 35189.36 平方米, 总建筑面积约 111258.01 平方米。作为以智能家居用品生产为主的工业项目, 其生产车间、仓库等区域存在电气设备密集、用电负荷较大等特点, 对消防电气系统的可靠性与消防控制的精准性提出了严格要求。项目消防用电按负荷等级分类设计, 消防控制室、火灾自动报警及联动控制装置等关键设备为一级消防负荷, 生活水泵、主要客梯等为二级负荷, 其余为三级负荷, 地下一层设置 800KW 柴油发电机组作为应急电源保障。

## 二、消防电气安装工程与消防控制的重要性

### (一) 保障建筑火灾早期预警的及时性

火灾早期预警是降低火灾损失的关键, 而消防电气系统中的火灾自动报警装置作为早期预警的核心设备, 其安装质量直接影响预警效果。在某智能家居用品生产建设项目中, 通过科学布设感烟、感温探测器, 合理规划报警线路敷设路径, 确保探测器能快速捕捉火灾初期的烟雾、温度异常信号, 并通过消防控制中心及时发出警报。若消防电气安装不规范, 可能导致火灾发生后报警系统失效, 错过最佳扑救时机, 使小火情演变为重大火灾事故, 造成严重的人员伤亡与财产损失<sup>[1]</sup>。

### （二）确保应急处置设备的可靠运行

建筑火灾发生时，消防水泵、防排烟风机、应急照明、防火卷帘等应急处置设备的可靠运行，是控制火势蔓延、保障疏散通道安全的关键，而这些设备的运行依赖于完善的消防电气安装工程。某项目中，消防电源采用双路供电与柴油发电机组备用电源相结合的方式，通过规范的线路敷设与末端双电源自动切换装置安装，确保应急处置设备在市电中断时能快速切换至备用电源，持续稳定运行。若消防电气安装存在线路敷设不达标、设备接线错误等问题，或消防控制逻辑不合理，可能导致应急设备无法正常启动或误操作，丧失控制火势、保障疏散的关键作用，加剧火灾危害程度。

### （三）保障人员疏散通道的安全性

火灾发生时，人员安全疏散是首要任务，消防电气系统中的应急照明和疏散指示系统直接影响疏散通道的可见性与疏散方向的准确性。某项目采用集中控制型消防应急照明和疏散指示系统，通过规范安装应急照明灯与疏散指示标志灯，确保疏散楼梯间、疏散通道等关键区域的地面最低照度满足规范要求，为人员疏散提供清晰视野。消防控制中心在火灾确认后，能在 5 秒内顺序启动全楼疏散通道的应急照明和疏散指示系统，并根据火灾蔓延情况调整疏散指示方向，引导人员快速、安全撤离。若应急照明与疏散指示系统安装或控制不当，火灾现场可能陷入一片漆黑，人员因无法辨别疏散方向而被困，增加伤亡风险，因此消防电气安装与消防控制对保障疏散通道安全至关重要<sup>[2]</sup>。

## 三、消防电气安装工程与消防控制的难题

### （一）设计环节衔接不畅，与实际施工需求脱节

消防电气系统设计是安装与控制的基础，但实际工程中常存在设计环节衔接不畅的问题，影响后续施工与系统运行。一方面，部分设计方案未充分结合项目实际情况，如某项目这类工业建筑，生产车间与仓库的电气设备布局、用电负荷分布较为复杂，若设计阶段未深入调研生产工艺与设备配置需求，可能导致消防电气线路敷设路径与设备安装位置冲突，或消防电源容量无法满足实际负荷要求。另一方面，各专业设计协同不足，建筑、结构、电气等专业设计图纸缺乏有效衔接，如消防电气线路需穿越结构梁、防火墙等部位时，设计未预留相应孔洞或防护措施，导致施工过程中不得不违规凿改结构，既影响建筑结构安全，又可能破坏消防电气线路的防火保护。

### （二）施工质量参差不齐，违规操作现象频发

施工环节是消防电气安装工程质量的保障，但当前行业内部分施工单位存在质量意识淡薄、施工不规范等问题。在材料选用方面，部分施工单位为降低成本，使用不符合国家标准的阻燃耐火电缆、探测器、开关等材料，这些劣质材料的耐火性能、绝缘性能不达标，长期使用易引发线路短路、设备故障，甚至直接导致电气火灾。在施工工艺方面，违规操作现象较为普遍，如线路敷设时未按规范要求穿镀锌金属管或采用防火线槽保护，明敷线路未涂防火涂料；探测器安装距离墙壁、梁边过近，或周围

存在遮挡物，影响探测灵敏度；设备接线错误、端子压接不牢固，导致接触不良，影响信号传输与设备运行。某项目中，虽明确要求消防电气线路穿镀锌金属管敷设并采取防火保护，但实际施工中仍可能存在部分区域线路敷设不规范、设备安装精度不足等问题，给消防电气系统的安全运行埋下隐患<sup>[3]</sup>。

### （三）设备选型与系统兼容性不足

消防电气设备选型是否科学、系统各组件兼容性是否良好，直接影响消防控制的稳定性与可靠性。部分项目在设备选型时，未充分考虑项目自身特点与规范要求，如在高温、潮湿的工业车间选用防护等级不足的设备，导致设备易受环境影响发生故障；应急照明灯具选型不符合场所高度要求，影响照明效果。更突出的问题是系统兼容性不足，不同厂家生产的火灾报警控制器、联动控制器、探测器等设备之间缺乏统一的通信协议，导致各设备无法有效协同工作，消防控制中心难以准确接收和处理各设备的信号。例如，某项目采用集中报警系统，若所选应急照明控制器与消防联动控制器通信协议不兼容，可能导致应急照明系统无法按预设逻辑启动，影响疏散指示效果。

### （四）系统联动控制逻辑复杂，调试难度大

消防电气系统涉及火灾报警、应急照明、防排烟、消火栓、气体灭火等多个子系统，各子系统之间的联动控制逻辑复杂，对调试工作提出了极高要求。在某项目中，消防控制中心需实现对防火门、防火卷帘、消防水泵、防排烟风机等多种设备的联动控制，不同火灾场景下的联动逻辑不同，如疏散通道防火卷帘需分两步降落，非疏散通道防火卷帘需直接降落，消火栓泵应由消火栓系统出水干管上设置的低压压力开关、高位消防水箱出水管上设置的流量开关或报警阀压力开关等信号作为触发信号，直接启动等。调试过程中，需逐一验证各联动逻辑的准确性与可靠性，确保火灾发生时各设备动作协调一致。但实际调试中，常存在联动逻辑编程错误、设备反馈信号异常、线路干扰导致信号传输不畅等问题，导致调试工作进展缓慢。

## 四、消防电气安装工程与消防控制的解决措施

### （一）优化设计协同机制，提升设计方案针对性

为解决设计环节衔接不畅的问题，需建立多专业协同设计机制，提升设计方案的针对性与可行性。首先，设计前应深入调研项目实际情况，结合项目性质、建筑功能、生产工艺等特点，明确消防电气系统的设计要求，如工业项目需重点考虑生产车间、仓库的用电负荷与火灾风险，合理规划消防电源容量与设备布局。其次，加强建筑、结构、电气等专业的沟通协作，在设计过程中同步对接，预留消防电气线路穿越结构构件的孔洞与防护措施，避免施工过程中违规凿改。某项目设计中，应充分考虑 1#-4# 厂房的吊装设备使用需求，合理规划消防电气线路与设备安装位置，避免与生产设备发生冲突。设计完成后，组织专业人员对设计方案进行审核，重点核查消防电气设备选型、线路敷设、负荷计算、联动逻辑等是否符合规范要求，确保设计方案科学合理。



（二）强化施工全过程管控，规范施工操作流程

施工质量的提升需要从材料选用、施工工艺、质量监督等多方面入手，强化全过程管控。在材料选用上，严格执行材料进场检验制度，所有消防电气材料必须具备产品合格证、检验报告，且符合设计与规范要求，严禁使用劣质材料。如某项目中，消防电源干线、支线、探测器总线等线路均需选用指定型号的阻燃耐火电线电缆，进场时需核查其规格、型号、耐火性能等指标，合格后方可使用。在施工工艺方面，制定详细的施工方案，明确各环节的施工规范与技术要求，对施工人员进行岗前培训，确保其熟悉施工流程与操作要点。线路敷设时，严格按规范要求穿管或采用防火线槽保护，明敷线路及时涂刷防火涂料；探测器安装需保证与墙壁、梁边及遮挡物的距离符合要求，设备接线规范、牢固<sup>[4]</sup>。

（三）科学选型设备，保障系统兼容性

设备选型应坚持“适配性、可靠性、兼容性”原则，确保所选设备满足项目需求并能协同工作。首先，根据项目各区域的环境条件、使用功能等因素，科学选用设备型号与规格，如高温、潮湿场所选用防护等级不低于 IP65 的设备，室内高度大于 4.5m 的场所选用特大型或大型应急标志灯。某项目的发电机房、厨房等区域应选用智能型感温火灾探测器，走廊、楼梯间等区域选用智能型感烟探测器，确保探测效果。其次，优先选择同一品牌、同一系列的消防电气设备，或选用支持统一通信协议的设备，保障各子系统之间的兼容性。如火灾报警控制器、联动控制器、应急照明控制器等设备应选用通信接口与协议兼容的产品，确保消防控制中心能准确接收和处理各设备的信号。设备选型前，组织技术人员进行市场调研与产品测试，核实设备的技术性能、质量口碑与售后服务，选择性价比高、技术成熟的产品。同时，设备安装前进行通电测试，检查设备的各项功能是否正常，避免因设备自身质量问题影响系统运行。

（四）细化联动控制调试，提升系统协同效能

针对系统联动控制逻辑复杂、调试难度大的问题，需制定详细的调试方案，细化调试流程，确保调试质量。首先，调试前组织技术人员熟悉设计文件中的联动控制逻辑，明确各设备的联动关系与动作要求，编制调试大纲与测试表格。其次，分阶段进行

调试，先进行单个设备的单体调试，检查设备的基本功能是否正常，如探测器的报警功能、风机的启停功能、应急照明的点亮功能等；再进行子系统调试，验证同一子系统内设备的协同工作能力；最后进行系统联调，模拟不同火灾场景，测试各子系统之间的联动控制效果。某项目调试中，需重点验证防火卷帘的分步降落、消火栓泵与喷淋泵的联动启动、应急照明与疏散指示系统的顺序启动等关键联动逻辑，确保动作准确、响应及时。调试过程中，配备专业的调试仪器与工具，安排经验丰富的调试人员，对出现的问题及时排查，如联动逻辑错误需调整编程，信号传输异常需检查线路连接或排除干扰。调试完成后，形成详细的调试报告，记录调试过程、测试数据、问题处理情况等，确保系统联动控制满足设计与规范要求<sup>[5]</sup>。

（五）健全运维管理体系，保障系统长期稳定运行

完善的运维管理体系是消防电气系统长期稳定运行的关键，需从责任落实、日常巡检、维护保养、档案管理等方面入手，构建常态化运维机制。明确运维管理责任主体，建立专门的运维团队或指定专人负责，制定详细的运维管理制度，明确各岗位的职责与工作要求。其次，规范日常巡检流程，按规范要求定期对消防电气系统的设备、线路、控制功能等进行全面检查，如每月检查应急照明灯具的完好率，每季度测试火灾探测器的灵敏度，每年对柴油发电机组进行启动试验。巡检过程中做好记录，发现设备老化、线路破损、功能异常等问题及时整改，确保隐患闭环管理。

五、结束语

文章结合某智能家居用品生产建设项目实践，提出了优化设计协同、强化施工管控、科学选型设备、细化联动调试及健全运维体系等解决措施。通过全方位提升消防电气安装工程质量与消防控制效能，可构建可靠的建筑消防安全防护体系，有效降低火灾风险，保障人员生命与财产安全。未来，随着消防技术的不断发展，需持续关注行业标准更新与技术创新，将智能化、数字化技术融入消防电气安装与控制中，进一步提升建筑消防安全管理水平，为建筑行业的安全发展提供有力支撑。

参考文献

[1] 苏周燕. 建筑电气消防设计与施工方案探究 [J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(12): 116-118.  
[2] 隋美红. 建筑电气设计中的消防配电设计方案研究 [J]. 工程建设与设计, 2021(3): 51-54.  
[3] 马庆平, 贾晓青. 消防与电气工程综合优化设计 [J]. 中国公共安全, 2023(4): 41-44.  
[4] 肖祥. 建筑电气设计中的消防配电设计要点分析 [J]. 智能城市, 2021, 7(22): 24-25.  
[5] 杨忠钰. 建筑工程消防电气安装技术与质量控制策略 [J]. 工程研究与实用, 2025, 6(5).

# 分析建筑工程造价预算控制要点

朱俊颖

中山公用工程有限公司, 广东 中山 528400

DOI:10.61369/UAID.2025040060

**摘 要：** 文章剖析造价控制在项目管理中的关键作用，继而深入分析当前造价预算管理存在的突出问题，包括预算编制精度不足、执行环节管控缺失、市场价格波动应对不足、信息化建设滞后及全过程管控机制不完善等。针对这些问题，研究从提升预算编制科学性、完善定额标准体系、构建全过程成本管控机制、加强专业团队建设、推进信息化管理以及强化预算执行效能等六个维度提出系统性改进方案，以期为建筑企业提升造价管控水平提供理论依据和实践指导。

**关 键 词：** 建筑工程；造价预算；控制要点

## Analyze the Key Points of Budget Control for Construction Engineering Costs

Zhu Junying

Zhongshan Public Utilities Co., Ltd., Zhongshan, Guangdong 528400

**Abstract：** This paper analyzes the critical role of cost control in project management and further examines prominent issues in current cost budgeting management. These include insufficient precision in budget preparation, lack of oversight during execution, inadequate response to market price fluctuations, lagging information technology development, and incomplete whole-process control mechanisms. To address these issues, the study proposes a systematic improvement plan across six dimensions: enhancing the scientific rigor of budget preparation, refining the quota standard system, establishing a whole-process cost control mechanism, strengthening professional team development, advancing information management, and boosting budget execution efficiency. This aims to provide theoretical foundations and practical guidance for construction enterprises to elevate their cost control capabilities.

**Keywords：** construction engineering; cost budgeting; control essentials

## 引言

随着建筑行业竞争日益激烈和项目管理要求不断提高，工程造价预算管理已成为影响企业经济效益和市场核心竞争力的关键因素。在当前建筑市场环境复杂多变、材料价格波动频繁的背景下，如何通过科学有效的造价预算管理实现项目成本优化和质量保障，已成为行业亟须解决的重要课题。本文基于建筑工程造价管理的现实需求，通过系统分析当前存在的问题，构建全方位的造价预算管理优化体系，旨在为提升建筑工程项目管理水平提供有益参考。

## 一、建筑工程造价控制的重要作用

### （一）强化成本支出的科学管控

在建筑工程的整体管理中，造价预算控制占据核心地位，其管理水平的高低直接决定了施工企业的最终盈利状况。通过结合建设项目的实际特点，制定系统化、有针对性的造价预算管控方案，能够对项目各阶段的资金使用进行合理约束与动态监督。这种精细化的管理手段有助于显著减少项目资金的滥用与浪费现象，确保在既定的投资总额内，做到收支匹配、精打细算。在此基础上，施工企业能够更加有序地推进项目进程，保障工程建设品质与进度，从而达成建设成本的最优配置。此外，严格的预算控制还能有效降低因管理疏漏引发的合同纠纷与索赔风险，为

项目的顺利实施提供制度保障。

### （二）增强企业盈利能力与市场竞争力

在建筑工程领域，项目造价与成本管控能力是影响企业利润空间的核心要素。实施全面且科学的造价控制策略，能够显著提升预算编制的适应性与执行的可操作性，使资金分配更符合项目动态需求。当前，我国建筑市场已进入高度竞争阶段，主要建筑材料价格持续上涨，劳动力成本逐年递增，导致项目总投资规模不断扩大。面对这一现实，企业必须构建系统化、全过程的预算成本管理体系，从而杜绝资源的不合理配置与无效消耗，实现对资金流动各个环节的精准把控。通过持续优化项目成本结构，企业不仅能够确保单一项目的预期收益，还能够为长期发展战略提供稳定的利润支撑，进而在复杂市场环境中保持可持续的发展动

力与竞争优势。

### （三）保障项目高效有序实施

在建筑工程实施全过程中，造价与预算管理始终贯穿项目的各个阶段，成为推动工程顺利推进的关键支撑。一个系统而科学的成本管控体系，不仅直接影响施工进度与资源调配效率，也与工程最终的质量表现密切相关。若在造价控制中出现严重超预算情况，不仅将侵蚀企业的利润空间，还可能引发施工链断裂、工序衔接不畅，甚至导致项目局部或全面停滞。为此，必须依据项目的实际成本动态，对施工流程进行合理规划与优化，制定兼具经济性、可操作性与工期保障的施工组织方案。通过这样的管理措施，能够显著减少现场怠工与重复施工现象，提升工程管理的系统性与全过程覆盖水平，实现对每一环节支出的精准约束。在此基础上，项目整体进度得以有效掌控，从而确保工程按预定路径稳步推进，最终依照合同约定时间节点高质量完成交付。

## 二、建筑工程造价预算问题

### （一）工程造价预算编制精度不足的现状与成因

科学准确的工程造价预算编制，是提升整体造价计划可靠性的关键前提，也是支撑施工企业高效投资决策的重要依据<sup>[1]</sup>。然而，当前我国建筑工程造价预算编制的整体水平仍有待提升，在实际操作中依然面临诸多挑战，具体表现在以下方面：首先，部分造价预算人员的专业能力与岗位要求之间存在差距，难以满足日益复杂的预算任务需求。随着建筑行业持续快速发展，对预算人才的专业深度和综合素养提出了更高要求，但现阶段人才队伍建设仍滞后于实际需要。另一方面，建筑工程现场环境多变、施工条件复杂，易受多种外部因素干扰，这不仅增加了造价确定的难度，也给预算编制与执行带来了显著的不确定性，最终导致预算与实际支出之间出现较大偏离，影响项目的成本控制效果。

### （二）预算执行环节的管控缺失与效能困境

造价预算管理在建筑工程项目中具有核心地位，是实施全过程成本控制的基础依据。预算数据是否能够真实、全面地体现项目投资目标的达成程度，将直接影响工程所能实现的经济效益与社会价值。然而从现阶段实际执行情况来看，我国仍有不少施工企业沿用传统人工核算模式开展预算编制工作。这种方式不仅效率低下、错误率高，还在反复校对和修正中消耗了大量时间与人力资源，无形中推高了企业的管理成本，限制了项目整体管控水平的提升，也难以适应现代化工程对数据精度与响应速度的要求。

### （三）市场环境变化对造价管控的挑战

在建筑工程实施阶段，项目需投入大量建材与机械设备，而这类资源的价格易受市场供需变动、基础原料成本、人工费用及宏观政策调整等多重因素的共同作用，产生明显波动，从而直接干扰工程总造价的稳定性。具体而言，市场供需状况是决定建材价格走向的核心条件之一，供应紧张或需求增加往往会推高交易价格，使实际采购成本超出初期预算。与此同时，构成建材本身的基础原材料，如钢材、水泥、化工产品等，其价格亦随市场行

情频繁变动，此类上游成本的浮动会层层传导至建筑终端，加剧造价控制的不确定性，若未建立有效的动态调价机制，极易造成项目总支出偏离原定预算目标。

### （四）信息化建设滞后制约管理效能

当前，建筑行业在造价预算管理方面的信息化建设明显滞后。许多企业仍采用传统的手工操作模式，数据处理效率低下，且容易出错。缺乏统一的信息化管理平台，导致各部门之间的数据无法有效共享和协同。大数据、云计算等现代信息技术在预算管理中的应用不足，制约了管理效能的提升。同时，信息化人才的短缺也使得现有系统难以发挥应有作用。

### （五）全过程管控制度尚不完善

工程造价预算管理应贯穿项目全过程，但目前多数企业仍停留在阶段性管理的层面<sup>[2]</sup>。设计阶段与施工阶段的预算管理脱节，导致预算控制出现断层。缺乏全生命周期的成本管控理念，使得各环节的预算管理难以有效衔接。此外，缺乏完善的后评价机制，无法对预算管理效果进行科学评估和经验总结，制约了管理水平的持续提升。

## 三、建筑工程造价预算控制要点

### （一）提升预算编制的科学性与可行性

在建筑工程实施过程中，施工企业应通过系统化的成本管控与精细化管理手段，持续提升造价控制的合理性与前瞻性，从而有效缩小预算编制与实际支出之间的差距。在项目设计阶段，相关技术人员需全面研读施工图纸及相关技术资料，准确评估人力、材料及机械设备的需求计划，避免因图纸标注不清或信息错误导致后续资源浪费。此外，预算编制人员不仅要掌握图纸内容与市场动态，还应深入工地现场实地踏勘，结合现场条件对图纸数据进行复核与实测，以确保材料与设备数量计算的准确性。最后，鉴于市场价格具有波动特性，且随着工程推进部分资源价格可能发生变化，采购前需进行多家供应商比选，建立与用量挂钩的动态调价机制。当出现价格异动时，应依据实际需求与基准预算进行灵活的资金调配，从而在保障项目顺利实施的同时，严格将总体支出控制在预算范围之内。

### （二）科学确立造价预算定额标准

工程造价预算定额体系主要由设计概算、施工图预算及招投标报价三部分构成。设计概算作为整个造价控制的基础环节，承担着预估项目建设全周期各项费用的职能。施工图预算则是依据经审查通过的施工图纸，由专业人员借助信息化手段编制的详细经济技术文件。招投标报价作为确定工程最终造价的关键环节，建设单位需在项目实施前对预算定额执行情况进行全面核查。这一过程有助于提前识别并解决潜在问题，通过持续积累经验，提升整体造价管控能力，从而保障工程质量与进度目标的达成，同时也为后期竣工结算审核工作奠定可靠基础。预算定额的确定还需建立在对市场的充分调研之上，以确保其符合实际行情<sup>[3]</sup>。考虑到各地区经济发展不均衡、施工企业技术水平参差不齐的现状，在制定预算定额时还需综合考量施工机械、材料市场价格、



人工成本等多重因素，以提高定额编制的科学性与可操作性。

### （三）构建系统化的成本管控体系

为提升建筑工程成本管理的全面性与有效性，应构建多层次、全过程的控制机制。首要任务是建立健全的财务管理框架，通过制定规范的预算标准、完善费用管控制度并强化内部审计监督，切实提升预算编制的严谨性与可执行性。其次，需优化采购管理模式，推行以集中采购为主导的供应体系，借助公开招标、竞争性询价等市场化手段，确保材料采购在质量可靠的前提下实现成本最优化。同时，要严格执行物资进场验收与仓储管理制度，对材料领用及消耗进行精细化管控，从源头上遏制资源浪费现象。此外，积极引入专业的成本管理信息系统与数据分析工具，能够大幅提升成本核算的准确性与时效性，为管理决策提供可靠依据。最后，应始终将工程质量管控置于重要位置，通过强化过程监督与验收标准，最大限度减少因质量问题导致的返工与修复支出，实现成本与质量的有效平衡。通过上述系统化措施的协同推进，可显著增强项目造价的整体控制效果，为提升工程投资效益奠定坚实基础。

### （四）构建专业化造价管理团队的有效路径

在建筑工程造价管理领域，专业队伍的建设是提升项目成本管控成效的核心要素<sup>[4]</sup>。企业应当建立系统化的人才选拔机制，在招聘过程中重点评估候选人员的专业资质与实践经验，同时关注其职业素养和综合能力，确保引进人员具备扎实的预算管理基础。为保持团队专业能力的先进性，需要制定持续性的培训计划，通过组织行业政策解读、软件操作实训、典型案例分等专项学习，帮助管理人员及时掌握最新的预算编制方法与成本控制技术，不断提升实务操作水平。与此同时，建立科学的绩效考核体系也至关重要，该体系应对预算人员在方法运用、问题处理及成本优化等方面的表现进行量化评估，并将考核结果与晋升通道、激励机制相结合，从而有效调动团队积极性，促进造价管控水平的持续提升，为项目创造更大的经济效益。

### （五）强化预算执行在成本管控中的核心作用

在绿色建筑领域深入推进的过程中，充分发挥预算执行的管

控效能已成为提升项目成本控制效果的关键举措。企业应当充分认识到预算执行对成本管理的指导价值，避免相关管理工作仅停留在方案层面，切实将预算管控贯穿于项目全过程。通过建立预算执行与成本控制的联动机制，使预算数据成为成本动态监控的重要依据，帮助企业及时发现偏差并采取纠偏措施。同时，考虑到成本控制易受市场、技术、环境等多重因素影响，企业需要以预算为基础建立弹性调整机制，使成本管控既保持原则性又具备灵活性<sup>[5]</sup>。在具体实施层面，应当构建从预算编制到执行监督的闭环管理体系，通过完善预算执行分析、成本差异诊断、绩效考核挂钩等配套制度，使预算真正成为成本管控的有效工具。财务部门应当牵头建立定期预算执行评估机制，组织各业务部门共同参与预算执行分析，将预算控制责任落实到具体岗位。这种以预算执行为核心的成本管控模式，不仅能够有效避免资源浪费，还能促使企业在绿色建筑建设中实现经济效益与环境效益的平衡，为行业可持续发展提供有力支撑。

## 四、结束语

综上所述，建筑工程造价预算管理是一个涉及多环节、多要素的复杂系统工程。研究强调了造价控制在保障项目经济效益、提升企业市场竞争力方面的重要价值，揭示了当前在预算编制、执行管控、风险应对等方面存在的突出问题。提出了建立科学预算编制体系、完善定额标准、构建全过程管控机制、加强人才培养、推进信息化建设和强化预算执行等具体措施。这些措施相互关联、协同作用，共同构成了提升造价预算管理水平的完整解决方案。未来研究可进一步关注数字化技术在造价管理中的深度应用、绿色建筑成本管控模式创新，以及基于大数据分析的造价预测模型构建等方向，持续推动建筑工程造价管理理论与实践的发展。

## 参考文献

- [1] 赵镁娜. 建筑工程造价预算控制要点分析 [J]. 建筑·建材·装饰, 2024(2): 28-30.
- [2] 张蕾. 建筑工程造价预算控制要点研究 [J]. 建筑·建材·装饰, 2024(16): 61-63.
- [3] 王蕾. 建筑工程造价预算控制要点及其对策分析 [J]. 建筑·建材·装饰, 2025(14): 52-54.
- [4] 鲍磊. 建筑工程造价预算控制要点 [J]. 中国招标, 2022(10): 150-151.
- [5] 杨慧慧. 建筑工程造价预算控制要点分析 [J]. 建筑·建材·装饰, 2022(22): 124-126.

# 地铁车辆段上盖房地产项目的工程管理分析

庄掲平

广州地铁设计研究院股份有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040061

**摘 要 :** 地铁车辆段上盖房地产项目是集约利用土地、促进城市发展的复杂工程类型。文章系统阐述了此类工程管理的核心原则, 深入剖析了开发过程中面临的主要困难, 并提出了具有针对性的管理措施。针对地下空间环境恶劣、开发成本高昂等核心问题, 报告构建了一套涵盖风险防控、成本管控等综合管理方案, 旨在为同类项目的成功实施提供理论指导和实践框架。

**关 键 词 :** 地铁车辆段上; 盖房地产项目; 工程管理

## Engineering Management Analysis of Real Estate Projects Built on the Top of Subway Depots

Zhuang Jieping

Guangzhou Metro Design & Research Institute Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract :** Real estate development projects built atop subway depots represent a complex engineering category that intensively utilizes land resources and promotes urban development. This paper systematically outlines core management principles for such projects, thoroughly analyzes major challenges encountered during development, and proposes targeted management measures. Addressing critical issues like harsh underground environments and high development costs, the report establishes a comprehensive management framework encompassing risk prevention and cost control. This framework aims to provide theoretical guidance and practical structure for the successful implementation of similar projects.

**Keywords :** metro depot; real estate development; project management

### 引言

地铁车辆段上盖房地产开发作为一种高效的 TOD (以公共交通为导向的开发) 模式, 通过在运营中的地铁车辆段上方进行物业开发, 实现了城市交通功能与居住、商业功能的垂直叠加, 极大地提升了土地价值与利用效率。然而, 与常规地产项目相比, 车辆段上盖项目在工程管理中呈现出前所未有的特殊性与复杂性, 它不仅要处理“上下联动、交叉施工”带来的技术难题, 还需统筹协调轨道交通运营安全、物业开发效益与社区环境品质等多重目标。

### 一、地铁车辆段上盖房地产项目的工程管理的原则

#### (一) 安全至上、风险预控原则

地铁车辆段上盖房地产开发项目具有“上下联动、交叉作业”的显著特点, 必须将安全置于工程管理的首要位置。这一原则不仅要求建立完善的安全生产责任制, 更需构建覆盖全周期的动态风险管理体系。在具体实施中, 要特别注重对地铁运营设施的防护, 通过自动化监测技术对既有轨道、设备进行实时位移和振动监测; 同时要严格管控盖上结构施工对下部结构产生的附加荷载, 对深基坑、高支模等超危大工程实施专项方案论证和验收制度。此外, 还需建立与地铁运营部门的应急联动机制, 制定详细

的应急处置流程, 确保在突发情况下能够快速响应, 切实保障生命财产安全和城市运营安全。

#### (二) 统筹协调、一体化管理原则

鉴于项目涉及地铁功能需求、物业开发和市政配套等多系统融合, 工程管理必须建立高效的统筹协调机制。这需要在项目初期就组建由建设方主导, 涵盖地铁公司、设计单位、施工总包等各方代表的一体化管理团队, 搭建统一的信息共享平台。在实施过程中, 要重点协调各专业系统的接口关系, 如地铁通风排烟系统与上盖物业的衔接、交通流线组织、管线综合布局等关键环节。通过建立定期联席会议制度和快速决策机制, 确保各方信息对称、目标一致, 实现从规划设计到施工运营的全过程协

同，最终达成项目整体效益最优化。

### （三）技术先行、方案引领原则

面对大跨度结构转换、振动噪音控制、消防性能化设计等技术难题，工程管理必须坚持技术方案的先导作用。这要求在设计阶段就开展多方案技术经济比选，组织权威专家对结构体系选型、减振隔声措施等关键技术进行专项论证<sup>[1]</sup>。在施工准备期，应充分利用 BIM 技术进行全专业碰撞检测和管线综合，通过建立数字孪生模型提前发现并解决潜在问题。对于特殊工艺和复杂节点，要求施工单位编制详细的专项施工方案，并通过样板引路、工艺试验等手段验证方案的可行性，确保技术措施的落地执行，为项目高质量建设提供可靠的技术支撑。

### （四）界面清晰、时序优化原则

由于项目存在“先下后上”的固有建设规律，明确工作界面和优化施工时序显得尤为关键。工程管理需要基于项目建设的内在逻辑，编制科学的总体施工筹划，明确各参建单位的工作范围和责任分界。在具体实施中，要重点协调桩基工程、结构托换、盖板施工与上部建筑之间的工序衔接，合理配置施工资源和作业面。建立动态的计划管理体系，根据实际情况及时调整施工顺序，既要避免不同专业之间的相互干扰，又要确保关键线路的施工进度。通过精细化的界面管理和时序优化，实现各专业工种有序穿插，保障项目整体建设目标的顺利实现。

## 二、地铁车辆段上盖房地产项目开发中存在的困难

### （一）地下施工空间环境质量面临严峻挑战

当前在地铁车辆段上盖物业开发过程中，地下施工作业区域的环境状况呈现出持续恶化的趋势。尽管项目主体建筑位于车辆段平台上部结构层，但施工范围仍需向下延伸至地下车库等配套空间。这些位于顶盖下方的作业区域长期处于自然采光严重不足的状态，有限的照明条件难以满足精细化施工的视觉需求。更为突出的是，受限的空间形态导致空气流通严重受阻，内部环境持续保持着高温高湿的闷热状态。此类特殊的作业环境不仅直接影响施工人员的生理承受能力，更对现场作业的安全标准维持构成了潜在威胁，成为项目建设过程中需要重点关注的技术难题。

### （二）项目综合开发成本显著攀升

在地铁车辆段上盖物业的开发建设过程中，项目投资总额往往较普通地产项目呈现明显增长态势。这种成本上升主要源于项目特有的技术复杂性和环境敏感性：一方面，由于工程与城市轨道交通设施存在紧密的空间关联，必须采用更高标准的施工技术和更严格的质量控制措施，直接导致专业技术人才投入和特殊工种人工费用的大幅增加。另一方面，项目涵盖结构工程、轨道交通设施保护、市政配套等多个专业领域，复杂的工程界面和协调需求容易导致施工周期延长，继而引发机械设备租赁、现场管理、资金占用等间接成本的持续累积。此外，车辆段咽喉区等敏感区域对声环境控制的特殊要求，使得项目必须配置专业的降噪设备和监测系统，这些专项投入进一步加重了项目的成本负担，形成显著的成本增长压力<sup>[2]</sup>。

### （三）项目前期决策复杂度高

在项目启动阶段，可行性研究的深度和广度面临更高要求。由于项目涉及轨道交通与物业开发的交叉领域，传统房地产项目的决策模式难以满足实际需求。前期调研需要兼顾地铁运营安全、上盖结构技术可行性、市场接受度等多重因素，导致决策周期延长。具体而言，项目需要同时满足住建部门、轨道交通管理部门、规划部门等多个审批主体的差异化要求，这种多头管理的特点大大增加了前期协调的工作量。同时，专业人才储备不足、决策评审机制不完善等问题，进一步增加了前期工作的不确定性。既懂房地产开发又熟悉轨道交通技术的复合型人才稀缺，导致技术方案论证往往难以深入；而缺乏成熟的评审标准体系，又使得决策质量在很大程度上依赖于专家经验，这些因素都可能影响项目的科学定位和后续推进，甚至埋下潜在的技术风险。

### （四）多系统协同难度大

项目开发过程中需要平衡建筑功能与交通组织的复杂关系。地铁车辆段用地的特殊形态（通常为狭长布局）对建筑规划设计形成较大制约，如何在有限空间内合理协调轨道线路、盖板结构、停车配置等要素存在相当难度。具体表现在：建筑布局需要适应轨道走向，导致户型设计受到诸多限制；结构柱网必须避开轨道区域，增加了结构设计的复杂性；管线综合需要跨越轨道交通与民用建筑两个不同标准体系，接口处理异常烦琐。同时，项目还需统筹考虑施工期间对地铁运营的影响、后期物业管理与交通设施的衔接等系列问题。施工组织必须确保地铁运营绝对安全，往往需要采用分阶段、分区域的复杂施工方案；而建成后的物业管理既要服务住宅业主，又要兼顾地铁设施维护，这种多重服务对象的并存进一步增加了运营管理的复杂性。这种多系统之间的协调需求显著增加了项目的管理难度，任何一个环节的疏忽都可能导致连锁反应。

## 三、地铁车辆段上盖房地产项目的工程管理措施

### （一）健全项目风险防控机制建设

针对地铁车辆段上盖物业开发项目的特殊性，构建系统化的风险管理体系显得尤为关键。科学的风险防控不仅能有效规避隐蔽工程可能引发的质量隐患，更能为开发企业建立稳固的经济保障防线。完整的风险管控应当包含预防性规避和市场化转移两个关键层面。现阶段我国工程建设领域普遍采用契约管理和商业保险这两种风险分散机制。具体而言，开发企业可通过与承包单位签订权责清晰的合作协议，事先界定各方在施工过程中的责任边界。当发生合同约定的风险事件时，即可依据条款将相应损失转移至责任主体，从而保障投资方的核心利益。同时，引入工程保险机制也是重要的风险对冲策略。通过向专业保险机构购买工程项目险，虽需承担额外的保费支出，却能将难以预估的潜在风险进行有效转移，最终实现降低项目管理不确定性、控制意外损失的整体目标，为项目顺利推进提供有力保障<sup>[3]</sup>。

### （二）构建全周期精细化成本管控体系

在房地产开发领域，成本管控始终是投资方关注的核心议



题。针对地铁车辆段上盖这一特殊类型项目，更需要建立科学完善的成本管理体系。通过实施全过程动态成本控制，将精细化管理理念贯穿于项目建设的各个阶段。在项目招投标、方案设计、竣工验收及后期维护等关键环节，必须始终坚持规范化的管理标准，避免因过度追求成本压缩而损害工程品质。成本管控需特别重视前期决策与中期实施两个关键阶段。在项目启动阶段，就要基于工程实际需求制定科学的投资估算；在施工阶段，则要将管控重点放在设计变更管理上，通过建立严格的变更审批制度，有效控制因方案调整导致的额外支出。同时，还需加强施工现场的物料与设备管理，在确保材料质量符合标准的前提下，减少不必要的资源损耗；并通过规范的设备维护保养制度，延长机械设备使用寿命，从而降低项目整体运营成本，实现经济效益与工程质量的有机统一<sup>[4]</sup>。

### （三）强化项目前期论证与决策机制

在工程建设项目管理中，投资决策阶段的可行性研究发挥着至关重要的基础性作用。针对地铁车辆段上盖这类特殊房地产开发项目，更应当将前期论证工作摆在突出位置。具体实施过程中，需要配置充足的专业团队深入参与前期调研，并在资金和资源方面给予充分保障，确保可行性研究的深度与广度。为确保决策质量，建议建立专门的投资决策审核机构，通过完善的多级评审流程，系统提升项目论证的专业水准。这种机制不仅能够帮助项目确立准确的市场定位，还能从源头上优化开发策略。同时，应当构建规范的前期工作评估体系，汇聚各领域专家的专业智慧，对项目建设过程中可能面临的技术难题和运营挑战进行前瞻性预判，并制定相应的应对预案。这套完整的决策支持系统，能够为项目的顺利实施奠定坚实基础，有效降低投资风险。

### （四）强化物业开发与交通系统的协同整合

在推进城市地铁车辆段上盖物业开发过程中，必须充分重视项目建设与城市交通体系的有机衔接。这类项目的独特优势在于与城市轨道交通网络的天然联系，因此在工程策划阶段就需要系统考虑交通规划要素，妥善处理建筑布局与交通组织之间的相互

关系。项目选址毗邻地铁设施的特性，不仅赋予了其显著的交通便利条件，更对项目定位产生深远影响。基于这一区位特征，可以精准界定潜在客群范围，并依据目标用户需求特征来科学确定建筑形态参数。考虑到我国地铁车辆段用地普遍呈现狭长形态的特征，在规划设计过程中需要特别关注用地形状对建筑布局的制约。设计人员应当综合分析轨道走向长度和垂直轨道方向尺寸等关键数据，在此基础上合理确定盖板结构标高。这种精细化设计方法既有助于提升整体工程的结构安全性能，又能科学协调上盖区域停车设施配置规模，最终实现物业开发与交通功能的高度融合<sup>[5]</sup>。

### （五）创新技术应用与数字化管理体系建设

在项目全生命周期中，应积极推进建筑信息模型（BIM）、物联网监测等先进技术的深度应用。通过建立数字孪生模型，实现对各专业系统的碰撞检测和空间优化，有效预见并解决可能出现的管线冲突、结构干涉等问题。同时，借助物联网传感网络对施工过程中的关键参数进行实时监测，包括结构应力变形、环境指标、设备运行状态等，为项目管理决策提供数据支撑。这种技术融合不仅提升了工程建设的精细化程度，更重要的是构建了全过程可追溯、可预警的智能管理平台，为应对项目特殊技术挑战提供了创新解决方案。

## 四、结束语

综上所述，地铁车辆段上盖房地产项目的成功，高度依赖于一套科学、系统且具有前瞻性的工程管理体系。通过健全风险防控机制与全周期成本管控体系筑牢项目底线；通过强化前期论证与决策机制确保项目方向正确；通过促进物业与交通系统的深度融合释放项目价值；最终，通过积极引入 BIM、物联网等创新技术与数字化管理手段，为整个项目赋能，实现精细化、智能化的高水平管理。

## 参考文献

- [1] 周旭磊. 谈地铁车辆段上盖房地产项目的管理 [J]. 工程设计与设计, 2022(1): 221-223, 233.
- [2] 张庆利. 浅谈地铁车辆段上盖开发工程管理 [J]. 中国房地产业, 2021(11): 72.
- [3] 江泓, 殷小溪. 基于 TOD 视角的车辆段上盖大型城市住区设计实践——以广州品秀星樾为例 [J]. 建筑技艺, 2021, 27(5): 118-120.
- [4] 李宗凯. 框架 + 支撑结构在车辆段上盖住宅开发工程中的应用与研究 [J]. 建筑结构, 2020, 50(21): 76-83.
- [5] 周钢, 束伟农, 石昇. 车辆段上盖开发结构选型及工程分析 [J]. 建筑结构, 2019, 49(18): 60-64.

# 智能化建筑机电设备安装问题及改造措施

代文文

珠海十字门中央商务区建设控股有限公司, 广东 珠海 519000

DOI:10.61369/UAID.2025040062

**摘 要 :** 文章基于智能化建筑机电设备安装的实践情境,以安装与控制的协同质量为主线,围绕多专业交叉、接口密集、资料管控与联动调试等关键环节开展系统梳理。建议完善设计深化与安装控制对表,明确接口边界与责任,校核选型与现场适配,优化施工组织与工序,提升敷设质量与抗干扰,强化联动调试与场景测试,规范资料与编码管理,进而提升智能化建筑机电设备安装的协同效率与运行可靠性,促进改造工程的过程可控与成果可复用。

**关 键 词 :** 智能化建筑; 机电设备; 接口管理

## Installation Issues and Renovation Measures for Intelligent Building Mechanical and Electrical Equipment

Dai Wenwen

Zhuhai Cross Gate Central Business District Construction Holding Co., Ltd., Zhuhai, Guangdong 519000

**Abstract :** Based on the practical context of intelligent building electromechanical equipment installation, this paper systematically examines key aspects such as multidisciplinary integration, dense interfaces, data management, and coordinated commissioning, with a focus on collaborative quality between installation and control. Recommendations include refining design detailing and installation control cross-checks, clarifying interface boundaries and responsibilities, verifying equipment selection against on-site adaptability, optimizing construction organization and work sequences, enhancing installation quality and interference resistance, strengthening integrated commissioning and scenario testing, and standardizing documentation and coding management. These measures will elevate collaborative efficiency and operational reliability in smart building MEP installation, promoting process control and outcome reusability in renovation projects.

**Keywords :** smart buildings; mechanical and electrical equipment; interface management

### 引言

随着建筑更新与运营管理精细化的发展,智能化建筑机电设备安装逐步呈现多专业深度耦合、接口密集与过程数据依赖的特征,既对工程组织与质量控制提出更高要求,也对安装与控制的协同能力提出更严标准。在此背景下,研究围绕安装全链条的关键矛盾展开,强调在设计深化、接口管理、设备选型、工序组织、敷设质量、联动调试与资料编码等方面形成清晰的问题画像与可执行的改造措施。

### 一、智能化建筑机电设备安装问题

#### (一) 设计深化不足,安装与控制脱节

设计深化的精度与一致性直接影响智能化建筑机电设备安装的实物呈现与控制效果。第一,控制点位、回路编号与设备型式缺乏贯通校核,导致安装完成后出现点表与实物不一致,控制逻辑无法准确落地,调试阶段频繁修订图纸与标识,影响进度与质量<sup>[1]</sup>。第二,机房布置、管线综合与设备维护空间考虑不充分,碰撞消项不彻底,出现管线交叉、检修通道压缩与阀件不可操作等问题,给后续联动调试与运维留下隐患。第三,系统边界与联动条件未在深化阶段形成明确对照,输入输出关系、信号定义与

线缆归属不清晰,安装与接线阶段随意性增大,造成返工和接口纠纷。第四,弱电系统与动力系统的配合深度不足,配线路径、桥架容量、接地分级等基础要素忽视细节,致使干扰与噪声问题在投运后集中暴露。

#### (二) 接口边界不清,责任划分模糊

接口边界的不清晰在智能化建筑机电设备安装中易引发效率损失与质量断点。第一,强弱电、暖通、自控、消防等专业对同一控制对象的输入输出归属理解不一,出现线缆由谁敷设、端子由谁接入、参数由谁录入的多头管理,形成无人负责或多人插手的局面<sup>[2]</sup>。第二,联动条件缺少统一表述,名称、极性、触发逻辑与优先级在不同文件与班组的理解存在差异,导致调试日程与

试验结果难以统一，责任划分难以落地。第三，供货、安装与调试单位对资料交付标准认识不一致，设备清单、点位表与回路图更新不同步，引发移交争议与后续追责困难。第四，接口会议频次不足与决议留痕不严，问题闭环常停留在口头层面，导致同类问题在不同楼层与区域重复出现。

### （三）设备与材料选型与现场条件不符

选型与现场条件不匹配常常成为智能化建筑机电设备安装的隐性风险源。第一，设备尺寸、重量与安装方式未与现场结构条件核对到位，预留孔洞、吊装通道与承重能力出现差距，导致进场后需要临时改造，增加安全与工期压力<sup>[3]</sup>。第二，噪声、振动与减振需求在设计阶段考虑不充分，安装完成后出现室内舒适度下降与设备寿命受影响的情况，进一步引发用户投诉与维护成本上升。第三，通讯接口、协议要求与网络规划存在不兼容，导致系统接入困难、点位识别异常与数据丢失，联动调试不得不依赖临时转换方案，留下长期维护隐患。第四，材料防火等级、耐腐蚀性能与环境适配性考虑不足，开箱与安装后才发现不满足现场条件，出现退换货、二次施工与品质争议。

### （四）施工组织与工序穿插不当

施工组织的有序性是智能化建筑机电设备安装质量的前提。第一，专业穿插顺序安排不当，出现预埋预留滞后、设备进场过早、线缆接入抢跑等情况，造成反复拆改与返工，破坏已完成的成品并压缩调试窗口<sup>[4]</sup>。第二，受限空间与关键路径未单列管理，多个班组同域操作导致互相干扰与安全风险叠加，质量检查难以做到全覆盖。第三，材料到货节奏与现场吊装计划不匹配，仓储空间紧张引发临时堆放，设备外观与部件完整性受到影响，安装效率随之下降。第四，临时电与临时照明规划不足，试运行安排与场景测试前置条件缺失，使得联动调试需要反复等待与返检。

### （五）线缆与管路敷设质量不稳

线缆与管路敷设是智能化建筑机电设备安装的基础性工作，其质量波动会直接影响系统可靠性。第一，弯曲半径、固定点间距与桥架填充率等施工细节掌控不足，出现外观不整齐、受力不均与后期维护困难，埋下断芯与松脱的风险<sup>[5]</sup>。第二，标识制作不统一，标签位置、编码规则与颜色管理不一致，检修时难以快速定位，增加运行阶段的停机时间与排障难度。第三，弱电与动力的分离敷设不到位，接地分级不清，屏蔽层端接处理随意，产生串扰与干扰，影响控制信号的稳定传输。第四，穿墙与套管收口不规范，防火封堵与防水处理缺失，后期渗漏与防火性能下降，给建筑安全带来长期隐患。

### （六）系统联动调试深度不够

联动调试是验证智能化建筑机电设备安装成效的关键环节，深度不足会削弱整体性能。第一，单机试验多而系统联动少，场景测试覆盖不全，重要逻辑未在真实工况下验证，导致投运后出现异常联动与误触发。第二，故障模拟、断点恢复与异常工况处置流程未按计划执行，恢复策略与优先级缺乏统一，影响应急响应与安全保障。第三，测试用例与记录模板不统一，试验证据留痕不足，无法支撑缺陷定位与责任划分，影响整改闭环效率。第四，跨专业协同不足，调试顺序与前置条件不清晰，导致反复等

待、重复测试与资源浪费。联动调试缺乏由浅入深的计划与分级实践，使智能化建筑机电设备安装的联动可靠性与运行稳定性无法充分显现，验收与移交过程也因此反复拉长。

### （七）资料与编码混乱，竣工与实物不一致

资料与编码是智能化建筑机电设备安装的底层秩序，混乱状态会直接破坏可追溯性与可维护性。第一，设备编码、点位表与回路图缺少统一规则，版本更新滞后，导致文档与现场标签相互矛盾，检修时难以定位真实对象。第二，竣工资料收集不完整，缺少参数清单、程序备份与调试记录，移交时无法证明配置状态与试验结果，后续运维面临信息断档。第三，变更管理薄弱，现场变更与图纸同步不及时，口头指令与临时处理未形成正式记录，造成同一问题在多处重复。第四，档案分类与权限管理不严，资料散落在不同介质与个人设备，查询效率低，知识沉淀不足。上述现象使智能化建筑机电设备安装的成果难以稳定固化，竣工与实物偏差长期存在，既影响验收，也影响运行与维护的质量与效率。

## 二、智能化建筑机电设备安装的有效改造措施

### （一）完善设计深化，打通安装与控制

针对设计深化不足与安装控制脱节的矛盾，应形成从图纸到现场的完整对照关系。第一，组织二次深化，输出综合管线排布与碰撞消项清单，将点位、回路、设备型式与控制逻辑建立一一映射，确保安装图与控制图统一。第二，细化机房与设备间的布置准则，明确维护空间、检修通道与阀门可达性，将可维护性作为设计前提而非事后修补。第三，在深化阶段完成输入输出清单与信号定义表，固化名称、极性、触发逻辑与优先级，作为安装、接线与调试的共同依据。第四，强化动力与弱电的协同设计，明确桥架容量、配线路径与接地分级，落实屏蔽与抗干扰要求，避免后期大面积调整。通过上述措施，使智能化建筑机电设备安装具备清晰的施工蓝图与可执行的控制路线，实现从深化到落地的连贯转化，减少返工与信息偏差，为后续联动调试与验收奠定稳定基础。

### （二）明确接口边界与责任

为解决接口边界不清与责任模糊，应以可追溯的接口管理作为核心抓手。第一，编制接口矩阵，逐项明确输入输出、线缆归属、端子位置与试验责任，将每一项联动关系落实到具体单位与岗位。第二，形成统一的联动条件定义书，规范名称、极性、逻辑与优先级，并要求变更时同步修订相关图纸与清单，避免口径不一致。第三，建立接口例会与问题清单周闭环机制，会议纪要与决议留痕到位，确保问题责任与整改时限清晰。第四，统一资料交付标准，明确点位表、回路图与接线单的版本控制与签认流程，保证移交顺畅与责任清晰。通过边界清晰与责任到人，使智能化建筑机电设备安装安装在跨专业协同中减少摩擦，提升联动一致性与验收效率。

### （三）校核选型与现场适配

围绕选型与现场条件不符的问题，应在进场前完成全链条适



配校核。第一，组织尺寸、重量、安装方式与结构条件的复核，确认预留孔洞、吊装路线与承重能力，提前制定必要的减振与消声措施。第二，开展噪声与振动的安装前评估，落实机房与末端的减振配置与隔声处理，确保舒适度与设备寿命不被削弱。第三，统一通讯接口与协议要求，明确网络规划、地址分配与安全策略，必要时设置网关与转换方案作为稳妥配置，避免临时拼接。第四，核定材料的防火等级与环境适配性，落实耐腐蚀与防潮要求，建立到货验收与抽检清单，确保智能化建筑机电设备安装从源头减少不匹配与返工。通过前置校核与标准化把关，提升设备与现场的耦合度，保障后续调试与运行的稳定。

（四）优化施工组织与工序

为应对施工组织与工序穿插不当，应以关键路径与受限空间为抓手优化节奏。第一，明确先预埋预留、后设备吊装、再线缆接入、终联动调试的顺序，设置必要的过程验收与见证点，防止无序穿插。第二，针对受限空间与关键区域编制作业包，设定准入条件与时窗管理，减少交叉作业与相互干扰。第三，匹配材料到货节奏与吊装计划，完善仓储与防护措施，避免临时堆放与设备损伤。第四，提前准备临时电与临时照明，明确场景测试的前置条件与资源配置，减少调试等待与重复安排。通过组织优化与工序固化，使智能化建筑机电设备安装过程更可控、节奏更清晰，为质量管控与联动调试提供稳定环境。

（五）提升敷设质量与抗干扰

针对线缆与管路敷设质量不稳，应以工艺细化与抗干扰为重点提升基础质量。第一，编制可操作的工艺卡，明确弯曲半径、固定间距、桥架填充率与整齐度要求，设置抽检与复核点，确保外观与耐久兼顾。第二，统一标识规则，明确编码体系、颜色管理与标签位置，实现施工、调试与运维全周期的快速识别。第三，落实弱电与动力分离敷设，规范接地分级与屏蔽端接做法，减少串扰与噪声引入，提升控制信号的稳定性。第四，规范穿墙与套管收口，完善防火封堵与防水处理，固化隐蔽工程验收记录，确保安全与耐久并重。通过细节提质与抗干扰治理，夯实智能化建筑机电设备安装的底层质量，减少后期故障与维护压力。

（六）强化联动调试与场景测试

围绕联动调试深度不足的问题，应以分级测试与场景覆盖为路径。第一，制定单机、子系统、系统、场景与应急的分级测试

计划，明确各级目标与通过标准，确保由浅入深、层层验证。第二，纳入故障插入与恢复演练，验证异常工况处置流程与优先级，确保系统在突发情况下具备可预期行为。第三，统一测试用例与记录模板，留存证据与缺陷清单，保证问题可定位、可追踪、可闭环。第四，明确跨专业协同顺序与前置条件，设置联动窗口期与资源配置，减少重复测试与等待。通过系统化的联动与场景测试，使智能化建筑机电设备安装的真实能力在调试阶段充分显现，确保验收顺利与运行稳定。

（七）规范资料与编码管理

针对资料与编码混乱，应以统一规则与版本受控建立底层秩序。第一，制定设备编码与点位表的统一规则，明确字段结构、命名规范与编码范围，保证跨专业与跨阶段的可读性与一致性。第二，建立版本控制流程，对回路图、接线单与参数清单实行统一编号与签认，确保每次变更都能追溯来源与影响范围。第三，完善竣工资料清单，收录参数定值、程序备份与调试记录，落实资料与实物一致性核验，形成可移交的完整档案。第四，规范档案分类与权限管理，统一存储介质与目录结构，保障查询效率与信息安全。通过规则统一与流程固化，使智能化建筑机电设备安装的资料与编码成为可依赖的管理底座，减少沟通成本，提升运维效率与改造可复制性。

三、结论

研究围绕智能化建筑机电设备安装的关键矛盾，归纳出设计深化不足、接口边界不清、选型与现场不符、施工组织失序、敷设质量波动、联动调试浅层化与资料编码混乱等主要问题，并据此提出一一对应的改造措施，形成从图纸到现场、从安装到控制、从测试到移交的贯通路径。文章强调以规则统一、流程固化与协同强化为抓手，推动安装质量、联动可靠性与资料可追溯性同步提升，进而改善智能化建筑机电设备安装的过程可控与结果一致。

参考文献

[1] 段玉章. 建筑智能化机电设备安装施工技术要点研究 [J]. 城市建筑空间, 2025, 32(S1): 496-498.  
[2] 游春有. 建筑智能化机电设备安装技术探讨 [J]. 有色金属设计, 2024, 51(02): 101-106.  
[3] 刘朋. 智能化建筑机电设备的安装问题及优化措施 [J]. 住宅与房地产, 2024, (14): 110-112.  
[4] 王媛媛. 现代建筑智能化机电设备安装技术探讨 [J]. 石河子科技, 2024, (02): 14-16.  
[5] 刘晓军, 戴正亚. 建筑工程智能化机电设备安装的可行性建议思考 [J]. 四川建材, 2023, 49(09): 229-231.

# 建筑机电设备安装工程管理的价值分析

郑俊聪

广州市工大变频电器设备有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040064

**摘 要 :** 文章基于工程建设实践的总体观察, 聚焦建筑机电设备安装工程管理的价值分析, 从多专业、多界面和多环节协同的角度梳理管理链条中的关键矛盾。研究发现, 价值偏差的根源集中在目标分解与指标失配、设计深化与施工协同不足、计划与资源匹配欠缺、供应链波动与合同约束不强、安全管控薄弱、土建机电界面不清、试运行与移交组织不系统等方面, 并呈现相互叠加与循环放大的特征。研究建议构建目标贯通体系, 强化前端协同与综合排布, 建立资源约束下的滚动计划, 完善供采与合同策略, 压实安全责任, 明晰界面清单与交接流程, 以运营为导向实施调试与移交, 形成从策划到移交的闭环管理路径。

**关 键 词 :** 建筑机电设备; 安装工程管理; 价值分析

## Value Analysis of Management in the Installation Engineering of Architectural Mechanical and Electrical Equipment

Zheng Juncong

Guangzhou Gongda Variable Frequency Electrical Equipment Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract :** Based on comprehensive observations of engineering construction practices, this paper focuses on the value analysis of building mechanical and electrical equipment installation project management. It identifies key contradictions within the management chain from the perspective of multi-disciplinary, multi-interface, and multi-stage coordination. Research reveals that the root causes of value deviation are concentrated in areas such as mismatched target decomposition and indicators, insufficient coordination between design refinement and construction, inadequate alignment between planning and resources, weak contract constraints against supply chain fluctuations, lax safety controls, unclear interfaces between civil works and MEP systems, and unsystematic organization of commissioning and handover. These issues exhibit characteristics of mutual reinforcement and cyclical amplification. The study recommends establishing an integrated goal system, strengthening front-end coordination and comprehensive scheduling, implementing rolling plans under resource constraints, refining procurement and contract strategies, reinforcing safety accountability, clarifying interface lists and handover procedures, and executing commissioning and handover with an operations-oriented approach. This forms a closed-loop management pathway from planning to handover.

**Keywords :** building electromechanical equipment; installation project management; value analysis

### 引言

文章立足建设工程项目的实际需要与行业环境的变化, 将建筑机电设备安装工程管理的价值分析置于项目目标达成与全生命周期表现的逻辑之中。随着项目体量、功能与技术要求的提升, 机电系统对品质、能效、舒适与安全的影响不断增强, 管理边界从单体工序扩展到多专业协同, 从施工阶段延伸到试运行与运维衔接。

### 一、建筑机电设备安装工程管理的价值实现存在的问题

#### (一) 目标分解不清与指标失配

建筑机电设备安装工程管理的价值分析首先指向目标的清晰性与可执行性。第一, 目标分解不到位, 里程碑与阶段成果的

口径不统一, 导致管理对象模糊, 过程考核与实际产出无法同频<sup>[1]</sup>。第二, 指标设置失衡, 质量、进度与成本的权重不合理, 容易出现进度压质量或成本挤压质量的短期倾向。第三, 计划层级缺少贯通, 项目总控与专业分控缺乏一致的编码与基线, 形成各自为政的局面。第四, 岗位责任与指标未实现有效挂接, 岗位动作无法对准项目目标, 现场执行呈现碎片化与被动应对。第

五,信息传递不闭环,目标与指标在发布、跟踪与复核的链条中断裂,导致偏差不能及时识别与纠正。第六,奖惩规则与目标体系脱节,考核信号与团队努力方向不一致,难以形成稳定的价值导向。

### (二) 设计深化与施工协同不足

建筑机电设备安装工程管理的价值分析显示,设计深化的深度与协同的及时性直接决定现场的稳定性。第一,前期综合排布不足,管线空间与设备布置的冲突在施工阶段集中暴露,造成重复拆改<sup>[2]</sup>。第二,专业之间会审流于形式,关键区域与关键节点缺少聚焦审查,影响设备性能与检修通道。第三,深化成果交付不规范,版本控制混乱,现场依据不一致,产生指令冲突与执行摇摆。第四,复杂区域缺少样板引领,施工工艺与装配顺序不明确,技术交底无法形成统一共识。第五,设计与采购衔接不紧,设备选型与接口条件变动引发联动调整,延滞现场安装节奏。第六,问题闭环机制薄弱,变更成因、影响与责任未及时记录与反馈,改进无法沉淀为标准。

### (三) 计划与资源配置不匹配

建筑机电设备安装工程管理的价值分析强调,计划的可执行性取决于资源与约束的真实纳入。第一,总控计划与现场条件脱节,空间交付、通道占用与交叉作业窗口未充分识别,关键路径失真<sup>[3]</sup>。第二,资源计划欠缺刚性,劳动力、设备、工具与工序工装的到位与节拍不能支撑既定里程碑。第三,供应到货与安装窗口错位,长周期设备与定制构件影响前后工序衔接。第四,土建与机电的接口节奏不一致,预留预埋与结构验收的偏差传导到机电安装,形成连锁延误。第五,滚动修正不及时,实际偏差与计划更新存在时滞,纠偏措施滞后于问题扩大。第六,现场组织缺少节拍化管理,日计划与周计划衔接松散,导致穿插施工随意性强、安全与质量风险上升。

### (四) 采购与供应链波动

建筑机电设备安装工程管理的价值分析表明,供应链的稳定性是交付确定性的基础。第一,供方准入与评审不充分,履约能力评估滞后于项目进度要求,形成隐性供给风险<sup>[4]</sup>。第二,长周期设备供货计划不稳,制造与检测节点缺少透明度,影响现场吊装与联动调试。第三,备品备件与关键辅材准备不足,临时替代增加接口适配难度与质量隐患。第四,合同条款约束与激励不对称,变更、延期与质保责任界定不清,博弈成本高。第五,采购信息与现场需求不同步,计划变更传递缓慢,批次到货与安装窗口错位。第六,验收标准不统一,入场检验与试验记录不完善,后续质量争议难以厘清。

### (五) 安全管理薄弱与高危作业防控不到位

建筑机电设备安装工程管理的价值分析将安全视为底线要求。第一,高处作业、起重吊装、焊接与临时用电等风险点识别不充分,作业许可流于表面<sup>[5]</sup>。第二,班组安全教育与技能训练不到位,新工与转换工种的安全熟悉期管理缺失。第三,临边洞口、通道堆放与交叉作业的现场秩序混乱,防护与警示不连续。第四,机具设备点检不严,带病运行与违章操作时有发生。第五,专项方案与应急预案针对性不强,推演与演练不到位。第

六,安全检查发现问题的整改不闭环,复查与追责乏力,形成习惯性违章。安全管理的薄弱直接侵蚀建筑机电设备安装工程管理的价值,造成停工整顿、返工与进度延误,破坏质量与成本控制的基本盘,也使项目信誉与团队信心受到影响,进一步加剧管理难度与不确定性。

### (六) 土建机电界面管理不清

建筑机电设备安装工程管理的价值分析指出,界面清晰是穿插顺畅与成品保护的前提。第一,预留预埋清单不完整或口径不一,洞口尺寸与位置偏差频发,影响安装精度与外观质量。第二,交接节点不明确,验收标准与责任边界含糊,导致返修与返工难以追溯。第三,装修与机电的施工顺序安排不合理,二次污染与成品破坏时有发生。第四,机房、管井与吊顶等狭小空间缺少先后顺序与工序隔离,工序干扰严重。第五,样板引领与成品保护标准执行不到位,材料堆放与通道占用影响进度与安全。

### (七) 试运行与移交组织不系统

建筑机电设备安装工程管理的价值分析强调,试运行与移交是价值兑现的关键环节。第一,调试策划滞后于安装进度,分系统、单机与联动的逻辑链不完整,导致反复返检。第二,性能验证缺少针对性,运行工况与控制策略未充分覆盖,初期故障率上升。第三,能效优化不足,参数整定与平衡调校缺少系统性与持续性,影响运行成本与舒适体验。第四,资料编制不规范,竣工图、设备台账与维保要求不匹配,运维接管困难。第五,培训组织不充分,运维人员对系统逻辑与控制边界把握不清,响应效率低。

## 二、建筑机电设备安装工程管理的价值实现策略

### (一) 构建目标分解与贯通体系

建筑机电设备安装工程管理的价值分析要求以清晰的目标牵引全过程管理。第一,建立从项目目标到专业到岗位的分解链条,统一口径与编码,形成可检查、可追溯、可兑现的指标簇。第二,将质量、进度、成本与安全的关键指标嵌入里程碑与过程节点,明确交付物定义与验收标准,确保同一张表管理。第三,构建目标与责任的映射关系,岗位清单与工作包对齐,做到任务、资源与时点的对应清晰。第四,设置基线 with 偏差预警机制,以月度评审统筹调整,以周度与日度监控实现小步纠偏。第五,完善奖惩规则,让兑现目标成为可感知的收益,让偏差整改具有刚性约束。第六,建立复盘与更新机制,将目标分解中的经验沉淀为模板与指引,持续提升建筑机电设备安装工程管理的价值创造能力,使目标贯通成为稳定的组织习惯。

### (二) 强化设计深化与施工协同

围绕建筑机电设备安装工程管理的价值分析,前端协同是减少损耗的关键路径。第一,以重点区域为抓手,开展多专业会审,聚焦管线综合排布、设备检修通道与机房布置的可行性与可维护性。第二,形成标准化深化清单与出图流程,统一版本与变更记录,确保现场依据唯一与可追溯。第三,以样板先行为载体,在复杂空间进行工序演练与装配验证,固化工艺路线与质量



标准。第四，联动采购节奏，设备选型、接口确认与安装条件同步推进，避免因参数变动引发连锁调整。第五，建立问题闭环台账，明确责任人、时限与验收要求，让每一次变更都转化为方法改进。第六，将协同成果纳入计划基线与成本测算，形成设计与施工一体化的执行约束，从源头减少返工与浪费，稳固建筑机电设备安装工程管理的价值底盘。

### （三）建立资源约束下的滚动计划

为实现建筑机电设备安装工程管理的价值目标，计划必须与资源同频共振。第一，围绕关键路径进行倒排，明确空间交付、窗口期与吊装时点，形成可执行的节拍。第二，落实资源清单化管理，将劳动力、机具、工装与工序搭配纳入基线与锁定清单。第三，以滚动计划为抓手，周度统筹与日度落实相结合，偏差当日纠偏与次周重排并行。第四，构建到货看板与现场节拍联动机制，让供应计划服务安装窗口，减少等待与拥堵。第五，细化交叉作业的时空组织，设定隔离措施与先后顺序，保障穿插施工的有序。第六，通过例会与现场巡查核对实绩，以事实更新计划、以计划约束行动，使关键路径处于持续受控状态，提升建筑机电设备安装工程管理的价值兑现能力。

### （四）完善供应链管理与合同策略

围绕建筑机电设备安装工程管理的价值分析，供应链与合同是稳定交付的双支点。第一，建立分级准入与履约评估，关注产能、质量与交付信用，形成动态名录与替补方案。第二，提前锁定长周期设备关键节点，明确制造、检测与发运计划，并与现场吊装窗口对接。第三，完善备品备件与关键辅材计划，前置易耗与易损项，降低临时替代风险。第四，优化合同结构，明确交付节点、变更规则与延期责任，设置与质量、进度挂钩的激励与约束。第五，打通采购信息与现场需求，计划变更快速传递，批次到货与安装窗口精准匹配。第六，强化入场检验与过程见证，统一标准与记录，减少后续争议。通过供采合一与合同落地，稳定价格与周期，提升建筑机电设备安装工程管理的价值承载能力与交付确定性。

### （五）落实安全生产责任制

建筑机电设备安装工程管理的价值分析强调安全先行。第一，细化高危作业清单，围绕起重吊装、焊接切割、临时用电与高处作业，做到风险分级与许可管理。第二，强化班前教育与技能训练，对新工与转换工种实行重点盯防，确保人员对现场规则与工序风险熟悉。第三，推行现场标准化，落实临边洞口防护与通道管理，规范堆放与隔离，降低交叉作业风险。第四，完善机具点检与维护台账，杜绝带病作业与违规使用。第五，设置专项

方案与应急预案，开展情景化演练与复盘，确保响应及时。第六，建立问题闭环与追责机制，推动隐患整改到位与复查确认，形成安全管理的日常化、可视化与刚性约束，守住建筑机电设备安装工程管理的价值底线与现场秩序。

### （六）细化土建机电界面清单

围绕建筑机电设备安装工程管理的价值分析，界面治理决定穿插效率与成品质量。第一，建立完整的界面清单与责任表，明确预留预埋、洞口尺寸与交付条件的口径与标准。第二，设置交接流程与见证点，形成检查、签认与问题整改的闭环记录。第三，统筹施工顺序，明确装修与机电在不同空间的先后安排与隔离措施，减少工序干扰。第四，以样板引路，固化管理管井、机房与吊顶等重点区域的做法与保护要求。第五，规范材料堆放与通道管理，保证现场物流顺畅与成品安全。第六，建立争议快速处理机制，压缩等待时间，避免问题积压扩大。通过界面清晰、流程顺畅与标准刚性，提升穿插施工的有序性与成品保护效果，强化建筑机电设备安装工程管理的价值表达。

### （七）以运营为导向组织调试与移交

建筑机电设备安装工程管理的价值分析最终要在投运阶段得到体现。第一，前移调试策划，按分系统、单机与联动的逻辑组织测试，保证控制策略与运行场景覆盖到位。第二，强化性能验证，关注风水系统平衡、控制逻辑匹配与舒适性指标的的稳定，减少初期故障。第三，实施能效优化，围绕参数整定与系统联动进行持续调校，以运行表现为导向更新设定值。第四，完善资料与台账，确保竣工图、设备清单与维保要求一致，便于运维接管。第五，组织分层分类培训，让运维人员掌握系统逻辑、边界条件与应急处置。第六，设置保驾安排与缺陷闭环，快速响应投运问题，稳定用户体验。通过以运营为导向的调试与移交，实现从安装完成到价值兑现的顺畅过渡，巩固建筑机电设备安装工程管理的价值成果。

## 三、结论

研究围绕建筑机电设备安装工程管理的价值分析，从目标、协同、计划、供应链、安全、界面与移交等关键环节识别问题根源，形成一一对应的改进路径。研究结果显示，价值创造依赖于目标贯通、前端协同、资源匹配与过程闭环，只有在组织、流程与标准同步发力的条件下，质量、进度、成本、安全与运维的综合效益才能稳定呈现。

## 参考文献

- [1] 李城. 建筑机电设备安装工程的成本优化与控制策略 [J]. 中国住宅设施, 2024, (S1): 7-9.
- [2] 高倩. 现代化建筑机电设备安装工程管理体系的构建与实施探讨 [J]. 中国设备工程, 2024, (04): 223-225.
- [3] 武强. 现代化建筑机电设备安装工程管理体系的构建与实施 [J]. 自动化应用, 2023, 64(08): 138-140.
- [4] 史安敏. 建筑机电设备安装工程管理的价值分析 [J]. 甘肃科技纵横, 2023, 50(05): 26-28.
- [5] 何贵宾. 关于民用建筑机电设备安装工程管理要点分析 [J]. 中华建设, 2023, (02): 48-49.

# 探析建筑工程项目全寿命周期造价管理

罗日珍

中铁上海设计院集团有限公司, 广东 湛江 524000

DOI:10.61369/UAID.2025040069

**摘 要 :** 文章旨在突破传统造价管理聚焦施工阶段的局限, 构建覆盖项目投资决策、规划设计、施工执行、竣工交付及运营维护全过程的成本管控体系。文章将重点论述各阶段造价控制的关键原则与核心方法, 如投资阶段的经济可行性分析、设计阶段的价值工程应用、施工阶段的动态成本控制等, 并在此基础上提出树立全周期成本理念、构建多维协同体系、重塑管理战略重心等系统性优化策略, 以指导实现项目全寿命周期总成本最小化的目标。

**关 键 词 :** 建筑工程项目; 全寿命周期; 造价管理

## Exploration and Analysis of Cost Management throughout the Entire Life Cycle of Construction Engineering Projects

Luo Rizhen

China Railway Shanghai Design Institute Group Co., Ltd., Zhanjiang, Guangdong 524000

**Abstract :** This paper aims to transcend the limitations of traditional cost management focused solely on the construction phase by establishing a comprehensive cost control system spanning the entire project lifecycle—from investment decision-making and planning design through construction execution, completion delivery, and operational maintenance. It will focus on key principles and core methods for cost control at each stage—such as economic feasibility analysis during investment, value engineering application in design, and dynamic cost control during construction—and propose systematic optimization strategies. These include establishing a lifecycle cost philosophy, building a multidimensional collaborative system, and refocusing management strategies to guide the achievement of minimizing total project lifecycle costs.

**Keywords :** construction projects; lifecycle; cost management

### 引言

建筑工程具有投资规模大、建设周期长、参与方众多等特点, 使得其造价管理成为一个复杂的系统工程。传统的造价控制模式往往将管理重心置于施工阶段, 忽视了前期决策与设计环节对整体成本的深远影响, 导致“前期决策疏漏、后期成本失控”的被动局面。在全寿命周期理论视角下, 项目的总成本不仅包括建设投资, 更涵盖了运营、维护乃至拆除等长期费用。因此, 如何将造价管理向前延伸至投资决策, 向后覆盖至运营维护, 实现全过程、全方位的成本优化, 已成为提升项目投资效益、推动建筑业可持续发展的关键课题。

### 一、全寿命周期理论下工程造价的控制原则

#### (一) 技术适用性与经济可行性相统一的管理原则

建筑工程通常具有较长的建设周期, 这一特点使得造价控制工作面临诸多挑战。若在造价管控过程中出现疏漏, 不仅会直接影响后续施工环节的顺利推进, 严重时还可能因资金链断裂导致项目停工, 进而阻碍建筑行业的可持续发展。因此, 在实施工程造价管理时, 必须统筹考虑技术方案与经济承受能力, 确保所选施工技术与企业财务状况相匹配。在实际操作中, 应当重视施工组织设计的优化工作, 通过技术经济比较确定最佳实施方案。同时需要着眼于项目全生命周期, 建立覆盖决策、设计、施工、竣

工等各阶段的动态成本控制机制。这种全过程管理方式既能保障工程建设获得持续的技术支持, 又能确保资金投入的科学性和合理性, 最终实现技术可行性与经济效益的最大化统一。

#### (二) 全过程动态化管控原则

在传统建筑项目管理实践中, 工程造价控制往往处于被动状态, 通常只能在施工过程中出现问题后才对原有造价方案进行调整和修正, 以适应实际工程进展。这种事后纠偏的管理模式不仅难以保障项目的顺利推进, 还会制约工程造价整体管理效果的提升。由于问题发生后才采取干预措施, 意味着此时造价管理内容已与实际工程状况产生偏差, 往往伴随着资金超支等后果, 进而对项目后续推进造成连锁性负面影响。此类情况不仅会加重建设

单位的资金压力，在极端情况下甚至可能导致整个工程项目陷入停滞。基于全寿命周期管理理念，现代工程造价控制更加强调主动性与预见性。在项目正式启动前，应对施工全过程中可能出现的各类风险进行系统性预测，并制定相应的防范预案。通过采取前瞻性的成本管控策略，既能够有效降低建设期间的不必要经济投入，也有助于保障建筑项目从开工到竣工各环节的顺畅衔接与有序推进<sup>[1]</sup>。

## 二、建筑工程项目全寿命周期造价各阶段分析

### （一）项目投资决策阶段的成本管控

在建筑工程的全过程成本管理中，投资决策环节的管控具有决定性意义。该阶段形成的方案和估算将直接影响后续设计、施工及运营维护等各个环节的资金投入规模与效益。在此阶段，建设单位必须组织周密的市场环境调研与需求分析，科学测算项目预期收益水平，为判断工程经济可行性提供可靠依据。具体实施过程中，可引入现代财务评估方法，例如通过计算净现值（NPV）和内部收益率（IRR）等核心指标，对项目全周期现金流进行模拟与预测，从而合理确定投资总额。同时需系统识别潜在风险因素，包括建材市场价格变动、融资利率调整、政策法规变化等，并据此设立适当的应急费用储备，增强项目抗风险能力。

此外，建立科学的项目评估体系也极为关键。综合运用成本效益分析、敏感性分析等量化工具，能够帮助投资者全面权衡不同方案的利弊，在源头上优化资源配置，为实现全寿命周期成本最优化奠定坚实基础。

### （二）规划设计阶段的成本统筹

在建筑工程全寿命周期中，规划设计环节是决定整体成本效益的关键节点。此阶段形成的技术方案与选型将直接影响后续施工、运维等各环节的资源投入与经济效益。相关研究表明，设计阶段的决策能够决定项目整体成本的70%至80%，充分体现了“设计驱动成本”的行业规律。在具体实施过程中，应当全面贯彻价值工程理念，系统分析功能需求与资源投入之间的匹配关系，通过多方案比选确定技术经济性最优的设计路径。例如，可借助建筑信息模型（BIM）等数字化工具，实现设计成果的三维可视化展示与多专业协同优化，精准识别并消除各类潜在冲突与资源浪费，从而有效提升成本控制精度。此外，设计工作还需统筹考虑施工工艺的可行性与后期运维的便利性。通过提前预见可能出现的施工难点与维护需求，最大限度减少因设计缺陷导致的工程变更，避免产生额外的施工返工与长期运维成本。这就需要建立跨阶段的协同机制，通过精细化、多维度的综合论证，确保项目在全寿命周期内实现经济效益与社会效益的协同提升<sup>[2]</sup>。

### （三）施工执行阶段的成本管控

在建筑工程全寿命周期中，施工执行环节是成本实际发生与集中投入的关键时期。这一阶段不仅涉及原材料采购、人力资源配置、施工机械调配等基础工作，还需要应对工程变更、突发状况等不确定因素带来的额外支出。据统计，施工阶段的直接与间接支出可占项目总投资的60%至70%，凸显了该阶段成本精细化

管理的重要性。为提升成本控制精度，项目管理团队需要建立科学的成本分解体系，通过构建工作分解结构（WBS）将总体预算逐级分配至具体工序和工作包，形成清晰的成本跟踪路径。同时，应持续推行价值工程分析方法，在保证工程质量与功能需求的前提下，对施工工艺、材料选用等进行动态优化，寻求技术可行性与经济合理性的最佳结合点。此外，强化合同全过程管理与风险预警机制同样不可或缺。通过明确各方权责界限、完善变更签证流程、建立风险应急储备等措施，能够有效规避合同纠纷与成本超支。这要求项目管理人员不仅掌握专业技术知识，还须具备跨部门协调与全过程管控的综合能力，从而确保施工阶段各项成本始终处于受控状态。

### （四）竣工交付阶段的成本控制

在建筑工程全寿命周期管理中，竣工交付环节作为项目成果转化的关键步骤，其成本控制工作具有特殊重要性。这一阶段不仅是对前期设计成果与施工质量的集中检验，更直接决定了项目最终成本构成及后续运营维护的经济性基础。行业数据显示，近三分之一的工程变更与额外支出往往集中出现在项目收尾时期，这凸显了严格验收流程与精准结算审核对控制总投资的关键作用。

在竣工阶段，必须对全部已完成工程量开展系统化核对，确保实际完成内容与合同约定、设计图纸完全吻合。同时需要全面梳理施工过程中形成的各类变更指令与现场签证，通过分类归集与合规性审查，准确核定项目的最终造价。某大型公共建筑在最终验收期间，发现多处设计文件中未明确标注的隐蔽工程，通过及时履行变更确认程序并重新核算，成功避免了占总造价约5%的超预期支出<sup>[3]</sup>。

### （五）运营维护阶段的成本优化

在建筑工程全寿命周期中，运营维护阶段作为时间跨度最长、资源消耗持续的关键时期，其成本管理成效直接影响项目的长期经济效益。这一阶段不仅包括常规的设备维护、能源管理等日常运营支出，还涉及周期性的修缮更新及系统优化等战略性投入。研究表明，运营维护成本在项目全寿命周期总费用中的占比可达40%~60%，这充分体现了该阶段成本管理的重要地位。在具体实施过程中，应当建立完善的设施管理体系，通过预防性维护计划延长设备使用寿命，采用智能化监控系统实时掌握设施运行状态，从而实现从被动维修向主动管理的转变。例如，某商业综合体通过建立基于BIM的设施管理平台，将能源消耗降低18%，年度维护费用减少23%。同时，需要制定长期维护规划，结合生命周期成本分析法，对主要设备及建筑部件的更换周期进行科学规划，避免集中投入带来的资金压力。

## 三、建设完善建筑工程项目全寿命周期工程造价的策略

### （一）树立全寿命周期成本管理理念

在推进建筑工程项目造价管理体系现代化的过程中，首要任务是建立科学完整的全寿命周期成本管理理念。当前不少项目仍



将成本管控重心局限于施工环节，未能充分重视前期决策与设计方案对整体费用的决定性作用。这种传统管理思维亟待突破，需要将成本控制关口前移，在项目投资决策与规划设计阶段就树立全局成本意识。通过引入全生命周期成本分析（LCCA）方法，项目管理团队能够突破传统造价管理的局限，不仅关注建设投入，更统筹考量运营维护、更新改造直至最终拆除处置的全过程费用，从而实现项目整体价值的优化提升。这种管理理念的转变还要求建立多方协同机制，推动建设单位、设计团队、施工企业及后期运营单位共同参与造价管理，通过信息共享与专业互补形成管理合力。基于此，应着力构建项目全过程协同管理平台，打破各阶段之间的信息壁垒，有效减少因沟通不畅或决策偏差导致的成本浪费。唯有通过这种系统化、精细化的管理方式，才能真正确保建筑项目在全寿命周期内实现经济效益与社会效益的平衡发展<sup>[4]</sup>。

### （二）构建全过程造价管理的多维协同体系

在建筑工程领域推行全寿命周期造价管理，需要建立多维度、全过程的管理体系。这一体系应当贯穿项目建设的完整链条，包括前期的投资估算与预算制定、设计阶段的技术经济优化、施工阶段的动态成本管控，以及后期运营维护的成本规划等关键环节。通过构建这样的全过程管理框架，可以实现对项目总成本的系统性把控。在实施过程中，需要建立跨部门、跨阶段的协同工作机制。通过完善信息共享平台，促进建设单位、设计单位、施工单位及运营单位之间的数据互通与协作配合，确保成本信息的准确传递与及时反馈。这种透明化的沟通机制能够有效消除信息孤岛，为实现全周期成本最优奠定基础。同时，可以引入精益建造的先进理念，通过优化施工流程、减少无效工序、降低资源损耗等措施，全面提升资源利用效率。以丰田精益生产体系为参考，建筑行业可借鉴其标准化作业、持续改进等核心思想，建立适合工程造价领域的成本精细化管理模式。

### （三）重塑全过程造价管理的战略重心

在优化建筑工程项目造价管理体系的过程中，重新定位管理工作的战略重心具有关键意义。当前许多项目的造价管控仍将主要精力集中在施工环节的成本监督上，未能充分认识前期决策与设计方案对项目总成本的深远影响。这种传统管理模式需要向全过程、前瞻性管理转变，将管控焦点延伸至项目萌芽阶段的规划决策与设计优化环节。实践中可采用价值工程分析方法，从项目功能需求与性能指标出发，通过多方案经济技术比选，在保证使用功能的前提下实现造价结构的合理化。同时应当系统运用全生命周期成本分析（LCCA）技术，将长期运营维护、能源消耗及未来更新改造等潜在支出纳入前期决策体系，通过科学测算确立全周期成本最优方案。这种重心调整还需要加强项目参与各方的成本意识培育。通过专题培训、案例研讨等方式，使决策人员、设计人员及施工管理人员充分认识到每个环节的决策都将对项目最终造价产生连锁影响。在此基础上构建的全过程造价协同机制，能够促使各方在统一的目标导向下形成管理合力，最终建立起以全寿命周期成本最优化为核心的新型项目管理范式，推动建筑工程项目实现质量与效益的有机统一<sup>[5]</sup>。

## 四、结束语

文章系统阐述了基于全寿命周期理论的建筑工程项目造价管理原则、各阶段要点及优化策略。全文分析表明，实现造价的有效控制，关键在于从传统被动、割裂的管理模式转向全过程、前瞻性的动态协同管控。未来研究可进一步聚焦于大数据、人工智能等数字化技术在全周期成本预测与动态监控中的深度融合与应用，以期不断提升造价管理的智能化水平与决策科学性。

## 参考文献

- [1] 陆海娜. 建筑工程项目全寿命周期工程造价[J]. 新材料新装饰, 2020, 2(15): 74-75.
- [2] 潘玉群. 建筑工程项目全寿命周期工程造价分析与研究[J]. 建筑与预算, 2023(8): 16-18.
- [3] 程帅. 建筑工程项目全寿命周期工程造价的探讨[J]. 中国房地产业, 2018(22): 243.
- [4] 黄丽兰. 建筑工程项目全寿命周期工程造价的相关研究[J]. 建筑与预算, 2019(9): 22-24.
- [5] 周义芳. 建筑工程项目全寿命周期工程造价的分析[J]. 装饰装修天地, 2019(14): 73.

# 建筑招投标管理数字化的应用分析

龙锋锐

广东才泓工程管理有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040070

**摘 要：** 文章表明，信息化建设通过构建透明化操作平台、优化评标专家遴选机制、实施全流程电子监管，显著提升了招投标过程的规范性与效率。数字化招投标体系不仅有效防范了串标围标等违规行为，还通过工程量清单计价等标准化模式营造了公平竞争环境。尽管当前建筑行业在信息化基础、人才储备和系统适配性等方面仍存在不足，但数字化管理的深入加快正持续推动着建筑市场秩序的规范化建设，为行业健康发展注入新的动力。

**关 键 词：** 建筑招投标管理；数字化；应用

## Application Analysis of Digitalization in Construction Bidding Management

Long Fengrui

Guangdong Caihong Engineering Management Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract：** This paper demonstrates that information technology development has significantly enhanced the standardization and efficiency of the bidding process by establishing a transparent operational platform, optimizing the selection mechanism for bid evaluation experts, and implementing whole-process electronic supervision. The digital bidding system not only effectively prevents irregularities such as bid rigging and collusive bidding but also fosters a fair competitive environment through standardized practices like bill of quantities pricing. Although the construction industry currently faces shortcomings in information infrastructure, talent reserves, and system adaptability, the accelerated advancement of digital management continues to drive the standardization of construction market order, injecting new momentum into the industry's healthy development.

**Keywords：** construction bidding management; digitalization; application

## 引言

在建筑工程招投标领域，传统人工操作模式已难以适应现代市场对效率、透明度和规范性的要求。当前，建筑行业正经历着从单机操作向网络协同、从经验管理向数据决策的深刻变革。本文将深入分析数字化技术在招投标管理中的应用现状，探讨其如何通过流程重构与机制创新解决信息不对称、监管缺失等痛点问题，同时客观剖析实施过程中面临的人才、技术和管理挑战，为推进建筑招投标数字化转型提供系统性思考。

## 一、建筑设计招投标数字化应用的意义

### （一）推动建筑招投标过程实现公平、公正与透明

借助信息化数字系统的引入，传统的依赖人工操作的管理方式得到了根本性变革。这种系统采用多样化的操作手段，显著提升了处理效率，有效扭转了以往评标过程中错误频发、周期冗长以及人为干预明显的局面。数字化招投标管理模式的实施，能够更加高效、精准且系统地解决工程招投标中存在的信息流通不畅和交易透明度不足的问题，从而有力优化建筑领域招投标的软环境。通过数字化手段，可以从源头上遏制建筑项目中腐败现象的滋生，不仅有助于节约项目投资，还能确保有限资金得到更合理的利用。同时，依托计算机信息查询平台，政府与企业之间的沟

通更为便捷，增强了两者之间的互信与合作，提升了政策执行效力。这些措施共同促进了招投标活动向更加透明、公正和公开的方向迈进，进一步巩固了行业管理基础，推动了建筑招投标体系的健康发展与持续完善。

### （二）提升评标专家的专业独立性与信息安全性

建筑招投标数字化平台的建设，有效改善了以往评标专家遴选方式单一、专家信息更新不及时的问题。系统通过构建完善的专家信息库，结合计算机随机抽取机制，运用随机算法从特定专业类别中按需产生符合条件的评标专家，既满足了项目对专家资源的实时需求，也便于对专家数据进行动态管理与完善。这一机制同时显著抑制了招投标过程中可能存在的不规范操作，提升了全流程的公开程度，为防范违规行为提供了有效技术保障。在增

强评标环节的保密性方面，该系统设计了严密的权限管理与信息隐匿方案，为保护专家身份与评审内容的安全提供了可靠路径。这些措施不仅强化了评标过程的规范性，也进一步树立了评标专家的专业权威与社会公信力<sup>[1]</sup>。

### （三）数字化技术显著提高招投标管理的精准程度

基于互联网平台运行的数字化招投标管理体系，为建筑企业提供了高效实时的信息获取渠道。施工企业能够依托网络信息技术，在第一时间查询最新的招标信息，并根据市场动态、企业自身的经营情况及财务状态，灵活调整投标策略，从而制定出更为科学合理的投标方案，实现最优决策。此外，数字化管理模式充分运用计算机系统对招投标全流程进行技术支持。在数据处理方面，系统可自动完成投标文件的存储、分类与归档，形成完整的电子数据记录。这种自动化、标准化的信息处理方式，有效减少了人为操作可能出现的疏漏，显著提升了招投标各项数据的准确性与可靠性，为项目管理决策提供了更扎实的依据。

## 二、信息技术在建筑工程管理中的应用现状

### （一）建筑工程信息化基础薄弱与管理水平不足

当前建筑行业在信息技术应用方面仍面临诸多制约，整体发展水平不高。首先，计算机在行业内的应用范围较为有限，多数场景仍停留在单机操作阶段，未能有效构建起网络化的信息互通机制，导致数据资源共享不足、信息自动流转效率低下。许多环节依然依赖分散的计算机处理，缺乏统一平台支持实时交互与协同作业。在材料采购、项目全过程管理、行业信息交换与发布等关键环节，线上化、数字化应用尚未普及。大量业务操作仍沿用传统线下模式，未能充分发挥信息技术在优化流程、提升效率方面的潜力。建筑企业在利用信息技术改造传统施工模式、推动产业升级方面进展有限，尚未将计算机技术带来的便捷性充分转化为实际管理效能，整体信息化水平仍有较大提升空间<sup>[2]</sup>。

### （二）管理团队稳定性不足与信息技术人才储备薄弱

建筑行业管理岗位的人员流动现象较为普遍，信息技术类人才的培养与留存面临较大挑战。这一状况的形成与行业特性密切相关：建筑工程通常周期较长，且项目间缺乏连贯性，加之施工环境易受多种外部因素影响，导致工作条件时常变动。这种客观环境的不稳定性，直接影响了人才队伍的稳定性，造成专业技术与管理岗位人员流动频繁。与此同时，建筑行业在信息技术人才吸引与培养方面存在明显短板。由于行业特性与人才需求之间的结构性矛盾，具备信息技术与工程管理复合能力的人才供给严重不足。这一状况进一步削弱了建筑企业在市场竞争中的人才支撑力，使企业在面对行业数字化转型时缺乏必要的人才储备与技术支持，制约了整体竞争力的提升。

### （三）信息化系统功能与实际管理需求存在脱节

当前建筑工程领域的信息化建设面临软件研发与实际应用不匹配的突出问题。市场上现有的专业管理软件在功能设计和业务流程上，往往未能充分契合建筑工程项目管理的具体特点与操作需求，导致其在实施过程中难以有效支撑现场管理工作的开展。

这些软件系统在场景适配性方面存在明显不足，许多功能模块与施工管理的实际流程相互脱节，无法为项目管理的关键环节提供精准的技术支持。与此同时，施工现场管理人员对信息技术的理解和掌握程度普遍有限，缺乏系统的数字化管理知识培训，在实际操作中往往难以将信息技术工具与工程管理要求有效结合。这种双向的不匹配状况——既缺乏贴合行业特点的软件系统，又缺少熟练掌握信息技术的管理人员——导致信息技术与工程项目管理之间难以形成协同效应，制约了数字化手段在提升项目管理效能方面应有的作用<sup>[3]</sup>。

### （四）信息技术在建筑行业中的认知与接受度亟待提升

当前建筑领域在推进信息化进程中面临深层次的认知挑战。从管理层到执行层，对数字化管理的理解仍停留在较浅层面，相关人员的计算机应用能力与信息素养普遍不足。这种认知局限直接制约了信息技术在工程管理中的深入应用与发展。多数管理者将信息化简单等同于使用电脑和网络，未能认识到其核心价值在于通过标准化流程提升管理效能。他们对信息技术如何实现施工过程的规范化管理、质量安全的动态监测、资源的优化配置以及成本的精准控制等重要功能缺乏系统认知。与此同时，管理决策层对信息技术的态度也存在矛盾：虽然口头认可数字化转型的价值，但在实际推进过程中又顾虑可能带来的短期成本压力与管理负担。这种既希望采纳新技术又担心增加运营成本的矛盾心理，导致企业在推进信息化建设时往往踌躇不前，从而影响了信息技术在行业内的普及深度与应用效果。

## 三、建筑工程招投标管理信息化的应用

### （一）数字化手段显著优化招投标工作效能

以日常业务为依托构建的现代化招投标管理平台，通过系统梳理和流程再造，建立了标准化的管理与服务机制。该平台深度融合电子交易系统，构建了公开透明的数字化招投标操作环境。以项目投标全过程为例，企业可通过平台及时获取招标公告信息，完成在线报名申请，经资格审查合格后直接下载招标文件，完成标书编制后一键提交，并通过系统实时跟踪中标结果公示。这种数字化管理模式的推行，大幅降低了信息处理过程中的差错率，有效节约了人力资源配置，显著提升了业务处理效率。平台还通过精细化的权限分配与职责界定，使各岗位工作内容清晰明确，操作流程简便易行，从根本上避免了重复劳动。在重大招投标项目实施过程中，平台嵌入的信用评价体系既保障了信息获取的及时性，又有效阻断了人为因素对招标结果的干扰，确保了交易过程的规范有序。

### （二）数字化平台强化跨部门协同与资源整合效能

数字化招投标管理体系的构建，为营造规范有序的市场环境提供了重要支撑。通过建立统一的公共服务平台，拓宽了信息发布渠道，拓展了招投标业务的覆盖领域和业务规模，从机制上防范了串通投标等违规行为的发生。该平台有效打通了行业主管部门之间的信息壁垒，并与各级公共资源交易中心实现系统对接，形成了跨层级、跨区域的数据共享机制。系统对参与招投标活动



的各类主体——包括评标专家、监管机构、项目业主、材料设备供应商等——建立完整的信用档案，实现诚信信息的互联互通。这种全方位的信用信息共享机制，不仅增强了市场参与各方的自我约束意识，也为建立行业信用体系、营造公平竞争环境奠定了坚实基础。通过数字化手段将分散的市场主体纳入统一监管体系，显著提升了行业治理效能，推动建筑市场向更加规范、透明的方向发展<sup>[4]</sup>。

### （三）构建全流程在线监管的数字化招投标体系

数字化招投标管理平台为投资方与承包方提供了公开透明的线上交易环境。招标环节的资质审核、项目登记、备案管理等全流程业务均通过系统完成数字化处理。投标方在线提交投标文件后，可通过平台的实时咨询通道就招标内容提出疑问，并即时获得专业解答。项目评标过程采用专家远程评审模式，部分系统还建立了完整的招投标资料电子归档机制，最终通过平台统一发布中标公告。随着信息技术持续发展，未来系统将进一步完善智能化功能模块，如自动校验、保证金线上管理等核心功能。特别是针对投标方需求，系统可实现对电子标书格式与内容的自动检测，有效避免因文件瑕疵导致的无效投标情形。同时，线上支付功能的完善将使保证金缴纳更加安全高效，为招投标各方提供更便捷的服务体验。

### （四）数字化监管体系推动建筑市场秩序规范化建设

在现代招投标平台上建立的智能评标监测系统，可对评标全过程及相关参与方进行实时动态监督。监管部门通过该平台能够随时调取任何招投标项目的完整流程记录，系统支持对关键节点数据进行比对分析，一旦识别出异常情况或违规操作，即可立即启动预警机制并采取相应措施，有力保障了招投标活动的公开性与公正性。这种全程可追溯的监管模式，通过技术手段将监督机制深度嵌入招投标各个环节。随着监管体系的持续完善，原先建

筑市场中存在的不规范现象将逐步得到遏制。只有建立起这样严密有效的数字化监督网络，才能从根本上净化市场环境，为建筑行业的健康可持续发展奠定坚实基础，推动市场秩序向更加规范、透明的方向迈进<sup>[5]</sup>。

### （五）工程量清单计价模式构筑公平竞争市场环境

在工程建设项目招投标过程中，推行工程量清单计价模式有助于建立更加规范的市场竞争机制。这种招标方式通过统一量化标准，为参与各方创造了更为透明的竞争平台，有效推动建设工程项目的顺利实施并保障预期目标的实现。在招投标活动组织实施中，遵循“公平、公正、公开”的基本原则至关重要。工程量清单计价方法通过对工程内容的标准化分解和统一计量，建立了客观的计价基准，并设定了合理的参考价格区间。这种做法既为各投标企业提供了平等的竞争机会，也使其能够充分展现自身的技术实力和管理水平。这种标准化招标模式不仅增强了市场竞争的透明度，还有助于培育投标企业的核心竞争力。通过规范化的计价方式，有效遏制了招投标过程中可能出现的暗箱操作等不规范行为，为建立健康有序的建筑市场环境提供了制度保障，促进了行业良性发展机制的形成。

## 四、结束语

总体而言，建筑工程招投标的数字化转型正在重塑行业生态与发展格局。通过建立全流程在线监管体系，实施智能评标与信用管理，数字化平台有效提升了招投标活动的透明度与公信力。工程量清单计价等标准化模式的推广，为市场主体创造了更加公平的竞争环境。尽管在基础设施、人才培养和系统适配等方面仍需完善，但数字化管理模式的深入应用已展现出显著优势。

## 参考文献

- [1] 杨启梅. 数字化技术在建筑行业招投标管理中的应用与影响研究 [J]. 砖瓦世界, 2025(3): 187-189.
- [2] 蔡明俐, 马玉会. 数字化背景下 BIM 技术在建筑工程全过程造价管理中的应用 [J]. 城市建筑, 2025, 22(16): 126-128.
- [3] 杨丽萍. 建筑招投标管理数字化的应用探讨 [J]. 电脑爱好者 (普及版) (电子刊), 2020(4): 4322-4323.
- [4] 王见亮. 数字化技术在建筑工程招投标管理工作中的应用 [J]. 中国房地产业, 2021(13): 240.
- [5] 李博峰. 基于智慧建造的工程招投标数字化协同管理模式 [J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(7): 155-157.

