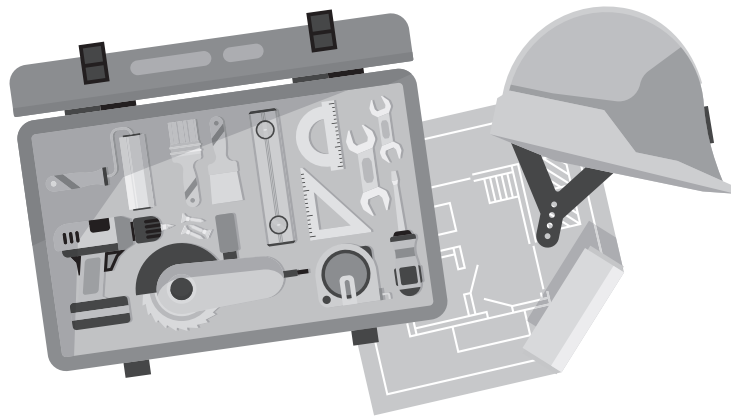


工程技术 与质量管理

Engineering Technology and Quality Management



ART AND DESIGN PRESS INC.

(626 810 4480)

Level 1

119 S Atlantic Blvd, Suite 300D

Monterey Park, CA 91754

Copyright © 2024 by ART AND DESIGN PRESS INC.

Complimentary Copy



ART AND DESIGN PRESS INC
(United States)

Editors-in-Chief

Yulei Chao

Heze Dehe Construction Engineering Group Co. LTD.

Haizhong Gao

Zhejiang Zhongnan Construction Group Co. LTD.

Associate Editor

Pengyue Yu

Shandong Construction Engineering (Group) Co., LTD.

Editorial board member

Sanath Alahakoon

Shandong School of Engineering and Technology Centre for Railway Engineering

Salahuddin Azad

School of Engineering and Technology Institute for Future Farming Systems,
Centre for Regional Economies and Supply Chains

Yungang Wang

Ordos Sports Development Center

Qigui Chi

Expert Committee of China Construction Supervision Association

Danhui Chi

Fujian Provincial Institute of Engineering Supervision and Project Management
Association

Yahui Chi

Fujian Provincial Civil Engineering and Construction Industry Association

Chunxiu Liu

Fujian Provincial Association of Engineering Construction Quality and Safety



工程技术与质量管理

Engineering Technology and Quality Management

第2卷 第5期 2024年5月刊

主管 ART AND DESIGN PRESS INC.

主办 ART AND DESIGN PRESS INC.

编辑 《工程技术与质量管理》编辑部

ISSN(O): 2992-9806

ISSN(P): 2995-3170

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。

工程技术 | ENGINEERING TECHNOLOGY

- | | | |
|-----|---|---|
| 005 | 建筑施工中创新技术应用 | 赵芳 |
| | Application of Innovative Technology in Building Construction | Zhao Fang |
| 008 | 大包模拟称重的应用 | 马君军 |
| | Application of Analog Weighing for Large Packages | Ma Junjun |
| 011 | 土地工程技术在农村土地生态整治中的具体运用 | 吴秋芸, 杨春萍 |
| | The Concrete Application Of Land Engineering Technology
In Rural Land Ecological Improvement | Wu Qiuyun, Yang Chunping |
| 014 | 论机械技术在矿山救护工作中的应用 | 王维威 |
| | Dscussion on the Application of Mechanical Technology
in Mine Rescue Work | Wang Weiwei |
| 018 | 基于 FLac3D 某地下巷道支护研究 | 李恒, 袁聪林, 谭晓, 韩龙江, 白瑞 |
| | Research On The Support Of An Underground Roadway
Based On Flac3D | Li Heng, Yuan Conglin, Tan Xiao, Han Longjiang, Bai Rui |
| 021 | BIM 技术在装配式建筑施工质量管理中的应用探索 | 周诗哲 |
| | Exploration Of The Application Of Bim Technology In The Construction
Quality Management Of Prefabricated Buildings | Zhou Shizhe |
| 024 | 基于 BIM 对狭窄管廊内机电管线安装施工分析 | 杜玉伟 |
| | Analysis of mechanical and electrical pipelines
in narrow pipe gallery based on BIM | Du Yuwei |
| 027 | 煤矿掘进自动化与智能化发展趋势 | 徐超 |
| | Coal mining automation and intelligent development trend | Xu Chao |
| 030 | 地下采矿工程施工的不安全因素分析 | 徐仙亮 |
| | Analysis of Unsafe Factors in Underground Mining
Engineering Construction | Xu Xianliang |

工程设计 | ENGINEERING DESIGN

- | | | |
|-----|---|--------------|
| 033 | 基于 BIM 技术的港口装卸设备智能化设计与管理 | 李文龙 |
| | Intelligent Design And Management Of Port Loading And Unloading
Equipment Based On BIM Technology | Li Wenlong |
| 036 | 施工图设计文件审查质量控制策略 | 刘瀚淼 |
| | Quality Control Strategies for Reviewing Construction
Drawing Design Documents | Liu Hanmiao |
| 039 | 轨道交通服务中的人性化设计原则与实践 | 刘小增 |
| | Humanization Design Principles and Practices in Rail Transit Services | Liu Xiaozeng |
| 042 | 水工结构抗震设计的关键技术研究 | 冯秀娟 |
| | Research on Key Technologies for Seismic Design
of Hydraulic Structures | Feng Xiujuan |
| 045 | 浅析某吸附材料生产线技改项目职业病
危害防护设施防尘毒设计方案 | 欧阳捷 |
| | The design scheme of a dust and poison prevention for occupational disease
prevention facility of an adsorption material production line | Ouyang Jie |
| 049 | 暖通空调系统节能设计策略分析 | 李宏鑫 |
| | Analysis of energy-saving design strategy of HVAC system | Li Hongxin |

水电工程 | HYDROPOWER ENGINEERING

052	煤质化验技术在火电厂的应用及常见问题分析 Application of Coal Quality Assay Technology in Thermal Power Plants and Analysis of Common Problems	何奕萱 He Yixuan
055	论热电厂中热能与动力工程的改进方向 On the Improvement Direction of Thermal Energy and Power Engineering in Thermal Power Plants	宗亚洲 Zong Yazhou
058	火电厂热控自动化控制设备的调试与安装 Commissioning And Installation Of Thermal Control Automation Control Equipment In Thermal Power Plant	程高翔 Cheng Gaoxiang
061	浅谈水利工程 EPC 总承包项目业主技术管理 Introduction to Technical Management of Owner in EPC General Contracting Project of Water Conservancy Engineering	刘永, 黄军 Liu Yong, Huang Jun
064	提高电气工程施工的预算准确性分析 Analysis of Improving Budget Accuracy in Electrical Engineering Construction	陈宁宁 Chen Ningning
067	火电厂集控运行的节能降耗措施分析 Analysis Of Energy-Saving And Consumption-Reducing Measures For Centralized Control Operation Of Thermal Power Plants	张正勇 Zhang Zhengyong
070	水利水电施工技术中遇到的问题与对策分析 Analysis Of The Problems And Countermeasures Encountered In The Construction Technology Of Water Conservancy And Hydropower Construction	许琦 Xu Qi

路桥工程 | ROAD AND BRIDGE ENGINEERING

073	溶洞形态特征对隧道围岩变形及地表沉降影响 The Influence Of Karst Cave Morphology On Tunnel Surrounding Rock Deformation And Surface Settlement	郭平 Guo Ping
076	煤层群穿层预抽钻孔分源计量效果技术研究及应用 Research And Application Of Split-Source Metering Effect Technology For Coal Seam Group Through-Seam Pre-Pumping Borehole	余斌 Yu Bin
079	公路路基路面施工质量的影响因素及控制措施 Influencing Factors and Control Measures of Highway Subgrade Pavement Construction Quality	吴海燕 Wu Haiyan
082	浅谈综合管廊施工技术在市政道路拓宽工程中的应用 The Application of Comprehensive Pipe Corridor Construction Technology in Municipal Road Widening Project	张亿才 Zhang Yicai

理论与实践 | THEORY AND PRACTICE

085	市政工程项目合同管理与纠纷解决策略 Contract Management and Dispute Resolution Strategies for Municipal Engineering Projects	唐铁心 Tang Tiexin
088	浅析理化实验室内部质量控制方法 Analysis of Internal Quality Control Methods in Physical and Chemical Laboratory	李丹 Li Dan
091	武汉江夏纸坊老城区合流制溢流污染控制研究 Study On Confluence System Overflow Pollution Control In The Old City Of Jiangxia Zhifang, Wuhan	周森, 周睿 Zhou Sen, Zhou Rui
094	建筑工程项目管理中的信息化技术应用与挑战 Application and Challenges of Informatization Technology in Construction Project Management	赵蕊馨 Zhao Ruixin
097	地铁施工对城市交通及环境的影响研究 Study On The Influence Of Subway Construction On Urban Traffic And Environment	朱旭红 Zhu Xuhong
100	金属铬中的杂质元素分析 Analysis of Impurity Elements in Chromium Metal	刘浩 Liu Hao
103	二次网水力平衡智慧控制系统组建及探讨 Establishment And Discussion Of Intelligent Control System For Hydraulic Balance Of Secondary Network	刘万庆, 赵新山, 刘卿, 王少华, 王永恩 Liu Wanqing, Zhao Xinshan,, Liu Qing, Wang Shaohua, Wang Yongen
106	园林绿化技术创新与可持续发展实践 Technological Innovation and Sustainable Development Practice of Landscaping and Greening	杨超, 王伟东 Yang Chao, Wang Weidong
109	建筑工程管理中的风险识别与应对策略研究 Research on Risk Identification and Response Strategies in Construction Project Management	鲍淑贤 Bao Shuxian
112	浅谈隐患排查治理方法研究与应用 Research and application of hidden trouble investigation and treatment methods	梁锡林 Liang Xilin
115	浅谈飞机研制过程中的项目策划 A Brief Introduction to Project Planning in the Process of Aircraft Development	周炎 Zhou Yan
118	基于供应链的物资管理效率提升分析 Efficiency improvement analysis of material management based on supply chain	孙欣 Sun Xin
121	矿山建筑施工安全不利因素及预防措施 Unfavorable factors and preventive measures of mine construction safety	张璐 Zhang Lu
124	地质测绘数据处理与解析方法 Geological mapping data processing and analysis method	萨日 Sa Ri

建筑施工中创新技术应用

赵芳

淮北市烈山区谷饶镇村镇规划建设管理办公室，安徽 淮北 235000

摘要： 本文全面分析了建筑施工中创新技术的应用现状，并重点探讨了BIM、3D打印、无人机、绿色施工等技术的应用优势。还展望了未来建筑施工创新技术的发展趋势，并提出了推动创新技术发展的政策建议。整体而言，建筑施工创新技术的应用将大幅提升建筑业的效率、质量和环保水平，是实现建筑业转型升级的关键。文章呼吁相关政府部门、企业和行业组织重视这些创新技术的研究和应用，共同推动建筑业的可持续发展。

关键词： BIM技术；3D打印技术；无人机技术；装配式建筑；绿色施工技术

Application of Innovative Technology in Building Construction

Zhao Fang

Huaibei Lieshan Gurao Village Planning and Construction Management Office, Anhui, Huaibei 235000

Abstract： This paper comprehensively analyzes the current situation of the application of innovative technology in building construction, and focuses on the advantages of the application of BIM, 3D printing, drones, green construction and other technologies. It also looks forward to the future development trend of innovative technology in building construction, and puts forward policy recommendations to promote the development of innovative technology. Overall, the application of innovative technologies in building construction will significantly improve the efficiency, quality and environmental protection of the construction industry, and is the key to realizing the transformation and upgrading of the construction industry. The article calls on relevant government departments, enterprises and industry organizations to pay attention to the research and application of these innovative technologies and jointly promote the sustainable development of the construction industry.

Key words： BIM technology; 3D printing technology; drone technology; assembly building; green construction technology

引言

建筑施工行业作为国家经济发展的重要支柱，其发展水平直接影响着国家经济的发展。随着科技的不断进步，建筑施工行业正面临着前所未有的机遇和挑战。传统的建筑施工方法已经无法满足现代建筑的需求，而创新技术的应用则为建筑施工行业带来了新的发展机遇。本文旨在探讨建筑施工中创新技术的应用，以期为建筑施工行业的可持续发展提供参考。

一、建筑施工中的创新技术概述

（一）建筑施工技术的发展历程

建筑施工技术的发展经历了从手工工具到高科技自动化的演变。古代建筑施工主要依靠人力和简单工具，随后出现了复杂机械如滑轮和起重机，提升了效率和质量。中世纪至文艺复兴时期，建筑技术进步显著，机械和工具改进，建筑设计和施工方法变得更加复杂。工业革命带来了新材料如钢铁和混凝土，以及预制构件和机械化施工，加速了建筑过程。现代建筑施工以信息技术和自动化为核心，创新技术如BIM、3D打印、无人机和装配式建筑的应用，使施工更加智能、精确和环保，推动了建筑业的可

持续发展。

（二）建筑施工创新技术的应用现状

建筑信息模型（BIM）技术已成为设计和施工协调的重要工具，提高了项目管理的效率。

3D打印技术在建筑中的应用正在逐步扩大，从打印建筑模型到实际建筑结构的制造。无人机技术在施工现场用于安全监控、测量和进度更新，提高了现场管理和决策的效率。

此外，装配式建筑技术推动了建筑部件的工厂化生产，缩短了施工周期，并减少了现场施工的环境影响。绿色建筑技术也得到了广泛应用，如使用节能材料和可再生能源系统，以减少建筑物的碳足迹。这些创新技术的应用不仅提升了施工速度和质量，

也推动了建筑行业的可持续发展。

二、BIM技术在建筑施工中的应用

（一）BIM技术概述

建筑信息模型（BIM）技术是一种数字化的设计和管理工具。BIM技术通过创建3D虚拟模型，整合建筑、结构和机电等专业数据，实现设计、施工和管理的协同。它能模拟建筑性能，优化设计和施工过程，提高文档准确性，减少错误和返工，节约成本。^[1]BIM模型还支持设施管理和运营维护，为建筑生命周期提供支持。

（二）BIM技术在设计优化与可视化中的应用

建筑信息模型（BIM）技术在设计优化与可视化中的应用，通过创建高度直观的3D模型，为利益相关者提供更深入的设计理解。这些模型不仅展示了建筑的外观，还模拟了结构和系统的功能，使得设计团队可以在施工前发现并解决潜在的冲突和问题。BIM技术允许设计师和工程师在模型上进行协作，提高了沟通效率，减少了因信息传递不畅导致的错误。通过这种技术的应用，设计过程变得更加高效和精确，从而节省了成本，减少了施工时间，提高了建筑质量。

（三）BIM技术在协同合作中的应用

建筑信息模型（BIM）技术在协同合作中的应用，实现了不同专业和团队在同一平台上的实时协作。BIM平台为建筑师、工程师、承包商和业主提供了一个共享的3D模型，使他们能够访问和修改设计信息，确保所有团队成员都对项目的当前状态有共同的理解。这种集成的协作方式改进了沟通，减少了误解和重复工作，并促进了更高效的决策制定。通过BIM技术，项目团队可以更好地协调工作，优化流程，提高整体的项目管理效率，从而在预算和时间约束内成功完成复杂的建筑项目。

（四）BIM技术在施工模拟中的应用

建筑信息模型（BIM）技术在施工模拟中的应用，使得项目团队能够在虚拟环境中模拟建筑施工过程，从而预测和解决潜在的施工问题。^[2]通过BIM模型，可以模拟不同的施工方案，评估其可行性和效率，优化施工策略，减少风险。这种模拟帮助项目团队更好地理解施工顺序，协调各个施工阶段，确保施工过程顺利进行。^[3]此外，BIM技术还可以与项目进度计划相结合，实现4D施工模拟，帮助项目团队更好地管理施工进度，确保项目按时完成。通过这种技术的应用，施工过程变得更加高效和可控，从而节省了成本，提高了建筑质量。

三、3D打印技术在建筑施工中的应用

（一）3D打印技术概述

3D打印技术，即增材制造，利用数字模型文件，通过逐层堆叠材料制造三维物体。它无需特殊工具或模具，能直接从数字模型制造复杂形状和结构。3D打印广泛应用于产品设计、制造业、医疗和建筑等领域，采用多种打印技术，如FDM、SLA、SLM

等。3D打印技术优势在于快速制造个性化、复杂产品，减少材料浪费，降低生产成本，提高生产效率。

（二）3D打印技术在复杂设计实现中的应用

3D打印技术在复杂设计实现中的应用，使得建筑行业能够轻松制造出传统工艺难以或无法实现的复杂几何形状。这种技术为建筑设计提供了更多的创意空间，使得建筑师能够实现更加创新和独特的建筑形态。通过3D打印技术，复杂的建筑构件可以一次性打印成型，大大简化了制造过程，提高了生产效率。这种技术的应用推动了建筑行业的设计创新，为建筑行业的可持续发展提供了新的动力。

（三）3D打印技术在定制化生产中的应用

3D打印技术在定制化生产中的应用，使得建筑行业能够根据具体的设计要求，快速生产出定制化的建筑构件。这种技术为建筑设计提供了更高的灵活性和多样性，能够满足个性化需求。^[4]通过3D打印技术，建筑构件可以按照特定的尺寸和形状进行生产，实现真正的个性化设计和制造。这种技术的应用推动了建筑行业向个性化和定制化方向发展。

（四）3D打印技术在材料多样性中的应用

3D打印技术在材料多样性中的应用，使得建筑行业可以使用多种材料进行打印，包括传统建筑材料如混凝土、砂浆，以及新型材料如金属、塑料等。这种技术为建筑设计提供了更多的选择，使得建筑师能够根据不同的设计需求选择合适的材料。通过3D打印技术，建筑行业可以实现材料的灵活搭配和应用，推动建筑行业向更高技术水平的方向发展。

四、无人机技术在建筑施工中的应用

（一）无人机技术概述

无人机技术是一种利用无线电遥控设备和自备程序控制装置操纵的无人飞行器技术。无人机可以搭载多种传感器和摄像头，实现远程监控、拍摄、测量等功能。无人机技术广泛应用于军事、农业、航拍、交通、建筑等领域。在建筑行业中，无人机可以用于现场勘察、施工进度监控、安全巡检、地形测绘等。无人机技术的优势在于能够快速、安全地收集现场信息，提高工作效率，减少人力成本和风险。此外，无人机还可以实现空中视角的拍摄，为建筑项目提供独特的视觉展示。

（二）无人机在安全监控中的应用

无人机在建筑施工安全监控中的应用，为施工现场提供了一种全新的监管方式。无人机可以轻松飞越施工现场，实时传输高清视频和图像，帮助管理者全面掌握现场情况，及时发现安全隐患。这种技术减少了工人进入危险区域的需求，降低了事故发生的风险。同时，无人机还可以用于事故现场的勘察，为事故处理提供重要信息。通过无人机的应用，施工现场的安全性得到了提高，为建筑行业的可持续发展提供了新的动力。

（三）无人机在进度监测中的应用

无人机在建筑施工进度监测中的应用，为项目管理者提供了一种高效、便捷的监控手段。无人机可以定期飞越施工现场，拍

摄高清图像和视频，项目管理者通过这些资料可以远程监控施工进度，确保项目按计划进行

通过无人机的应用，项目管理者可以更好地掌握施工现场的情况，提高管理效率，确保项目按时完成。无人机可以快速收集施工现场的数据，包括施工进度、材料使用情况、人员配置等，为项目管理者提供准确的信息支持。此外，无人机在建筑施工进度监测中的应用还可以提高施工安全性。通过无人机的实时监控，可以及时发现施工现场的危险和隐患，采取相应的措施进行整改，保障工人的安全。这种技术的应用还可以减少现场施工的干扰，避免因人员过多进入现场而导致的安全事故。

（四）无人机在地形测绘中的应用

无人机在建筑施工地形测绘中的应用，为项目团队提供了一种快速、准确的地理信息收集方式。无人机搭载的测绘设备可以飞越各种复杂地形，快速收集高精度的地形数据，用于施工前的规划和设计，以及施工过程中的土方计算。这种技术不仅提高了测绘效率，还降低了成本，减少了人力物力的投入。通过无人机的应用，项目团队可以更好地了解地形情况，为施工提供准确的数据支持，确保施工顺利进行。这种技术的应用推动了建筑行业向智能化、信息化方向发展。

五、绿色施工技术在建筑施工中的应用

（一）绿色施工技术概述

绿色施工技术是一种在建筑施工过程中注重生态环保、资源节约和能源高效利用的技术。这种技术通过使用环保材料、优化建筑设计、提高能源效率、减少废物排放等手段，实现建筑施工的可持续发展。绿色施工技术包括使用可再生能源、实施水资源管理、推广建筑垃圾回收利用、采用节能设备和材料等措施。这些技术的应用有助于减少建筑施工对环境的影响，提高建筑物的能效，促进建筑行业的绿色发展。

（二）绿色施工技术在节能降耗中的应用

绿色施工技术在节能降耗中的应用，通过采用节能技术和设备，如太阳能板、节能灯具和高效隔热材料，显著降低了建筑的能源消耗。这种技术还强调对资源的循环利用和减少浪费，如通过回收和再利用建筑废料来减少对新资源的需求。此外，绿色施工技术还推动了建筑行业的技术创新和管理创新，促进了建筑行业向更高技术水平的方向发展。所以，要根据建筑施工的实际情

况和绿色节能环保的理念进行持续的创新，才能更好地促进绿色节能施工技术的推广。^[5]

（三）绿色施工技术在资源节约中的应用

绿色施工技术在资源节约中的应用，通过对建筑废料进行回收和再利用，减少了对新资源的需求。这种技术还强调对资源的循环利用，如使用可再生的建筑材料和生产过程中产生的废料。

此外，绿色施工技术还推动了建筑行业的技术创新和管理创新，促进了建筑行业向更高技术水平的方向发展。通过这种技术的应用，建筑行业可以在保护环境的同时，实现可持续发展，为建筑行业的未来发展提供了新的动力。

六、未来发展趋势与展望

（一）建筑施工创新技术的发展趋势

绿色和可持续技术将得到更广泛的应用，如装配式建筑、节能材料和可再生能源系统。再次，大数据和人工智能将在项目管理和决策中发挥更大的作用，实现更智能的施工管理和优化。建筑施工将更加注重人文和环保，推动建筑行业向更加绿色、智能和人性化的方向发展。

（二）建筑施工创新技术的政策建议

政府在推动建筑施工技术创新方面扮演着关键角色，可通过提供财政激励、制定标准和规范、加强教育和培训等措施来支持技术发展。同时，增加研发投入、促进公私合作、加强国际保护和知识产权保护，以及制定严格的环境法规，都有助于推动绿色施工技术的应用。通过项目示范和信息共享，可以提升新技术在行业内的认知度和接受度。这些建议共同构成了一个全面的框架，旨在促进建筑施工技术的创新、应用和普及。

结束语

随着科技的不断进步和发展，可以预见，建筑施工中的创新技术将会越来越广泛地应用到实际工程中。建筑施工创新技术的应用将大幅提升建筑业的效率、质量和环保水平，是实现建筑业转型升级的关键。期待看到更多创新技术的出现和应用，为建筑施工带来更多的可能性和发展空间。需要强调的是，创新技术在建筑施工中的应用需要不断探索和实践，需要从实际出发，根据不同的工程需求和条件进行灵活的应用和创新。

参考文献

- [1] 王国成, 赵小勤, 孙昊. 建筑工程项目中的创新施工技术标准应用研究 [J]. 品牌与标准化, 2023, (05):172-174.
- [2] 罗开灵. 建筑工程施工技术应用与创新 [J]. 居舍, 2022, (14):81-84+98.
- [3] 岳志合, 李宏立. 对高层房屋建筑施工技术的分析与思考 [J]. 大众标准化. 2022,(10).
- [4] 周昊. 建筑工程施工管理及创新技术的应用探究 [J]. 中国建筑金属结构, 2022, (01):94-95.
- [5] 陈泽羽. 绿色节能背景下建筑施工技术创新与应用 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023, (27):100-102.DOI:10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202327034.

大包模拟称重的应用

马君军

江阴兴澄特种钢铁有限公司，江苏 江阴 214400

摘 要： 目前炼钢厂大包回转台称重主要采用称重传感器来进行称重采集，由于连铸回转台连续浇注时温度过高，导致称重传感器内的电子元器件受损，影响称重准确性。用模拟计算大包净重的方式，主要是通过一级、二级网络采集当前浇注钢水的钢种、钢水拉速、行车称重、中包重量、大包开浇信号等信号，计算得出钢水流出量，从而获得准确的钢水余钢量，避免大包钢水下渣以及钢水的浪费。

关 键 词： 大包钢水；净重；称重传感器；PLC

Application of Analog Weighing for Large Packages

Ma Junjun

Jiangyin Xingcheng Special Steel Co., Ltd, Jiangsu, Jiangyin 214400

Abstract： At present, the weighing of the ladle rotary table in the steelmaking plant mainly adopts load cell to carry out the weighing collection, due to the high temperature in continuous casting rotary table when pouring continuously, which leads to the damage of the electronic components in the load cell and affects the weighing accuracy. The way to calculate the net weight of ladle by simulation is mainly to collect the signals of steel type, steel drawing speed, traveling crane weighing, middle ladle weight and ladle opening signal of current pouring steel through the primary and secondary networks, and calculate the steel outflow, so as to get the accurate amount of steel remaining, and to avoid the waste of slag as well as steel in ladle steel water.

Key words： ladle steel; net weight; load cell; PLC

一、前言

目前炼钢厂连铸机生产过程中，大多采用的是传统大包称重传感器的方式对大包内钢水净重进行采集。用大包称重传感器测量也是最为有效直接的大包钢水重量检测装置，对操作工判断钢水剩余量，决定钢包关闭时间，控制生产节奏有着不可或缺的作用。但由于大包称重传感器的安装位置位于中包车正上方，由于热辐射及热传导作用，导致传感器温度过高，内部电子元件温度过高，影响元件精度及使用寿命，造成称重传感器显示不准的情况，影响操作工判断大包实际余钢量，造成下渣或余钢量偏多的情况，导致铸坯质量的降低。由此可见，保证大包称重系统的精确性及稳定性，是保证铸坯质量的重要条件。

需要设计一种能够取代传统称重传感器检测系统的称重方式，来保证大包钢水称重的准确性及稳定性。通过模拟的方法对大包流出钢水的重量进行计算，得出大包余钢净重，确保大包钢水称重采集的准确性，降低由于称重传感器测量引起的误差，提高钢水净重采集的准确性。

二、大包模拟称重方法的系统配置

（一）硬件部分

模拟称重硬件主站为西门子 S7-400 型 PLC，在 PLC 柜内安

装好电源模块、CPU 模块、数字量输入模块、数字量输出模块、模拟量输入模块、行车称重系统及信号采集装置等，通过 PLC 采集拉浇数据，对大包流出钢水量进行计算，从而得出大包余钢净重。

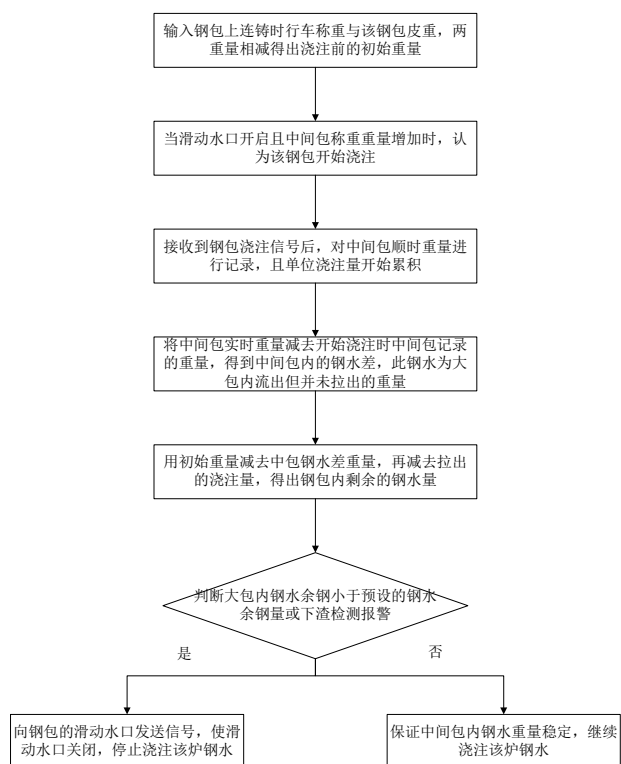
（二）软件部分

软件采用模块化编程，主要包括数据采集器、数据处理器、MES 数据库、操作员界面等模块。采集钢种信息、钢水断面、宽度、钢水密度、钢水拉速等值以及行车称重、中包车称重等数据，进行计算处理，再将数据存储到 MES 数据库中进行数据存储和共享处理。

三、大包模拟称重方法的实现

（一）大包模拟称重的原理

正常浇注时，在中间包重量稳定后，通过计算机一、二级通讯得到当前浇注钢种信息、当前拉浇拉速、断面、宽度、钢水密度，通过计算得出单位时间内大包钢水流出量。由行车称重提供该钢包皮重，以及大包开浇前钢包及钢水总重，通过计算得出该大包开始浇注前钢水净重。再由钢水净重减去大包钢水流出重量，从而得出大包内钢水余钢量。大包模拟称重功能流程如图 1 所示。



> 图1 大包模拟称重流程图

（二）大包模拟称重方法的构成

1. 行车称重采集系统

行车称重采集系统采用圣希康无线遥测系统，将传感器信号经过变送器输入到无线发射端内，再通过无线接收端接收信号，将模拟量信号输入 PLC 模拟量输入模板中，以此来对行车称重信号进行采集。当行车吊运空包时，将空包提升至回转台坐包位的高度，此时记录下的行车称重信号即为钢包皮重，此高度下得到的钢包皮重能消除钢丝绳等重量对钢包皮重产生的影响。当钢包上连铸时，在行车提升至回转台坐包位时，重量稳定后记录该重量为钢包总重。

2. 一、二级计算机通讯系统

通过计算机一、二级通讯系统可得到浇注位钢包内的钢水钢种信息、断面、宽度等信息，由计算机二级系统将此信息传输到一级系统的大包模拟称重 PLC 内，在大包模拟称重 PLC 内，通过钢种信息可以选择预设的钢水密度。

3. 大包模拟称重算法模块

1) 采集滑动水口传感器开口度信号。2) 采集中间包称重信号。3) 采集行车称重信号。4) 采集各流拉速、钢水密度、断面、宽度。5) 由以上采集的信号，从而计算出单位时间内从中间包拉出去的钢水量，再通过 OB35 中断组织块中的累加得出开浇后拉出去的钢水总重。6) 单位时间内拉出的钢水量公式为：单位重量 = 断面 × 宽度 × 总拉速 × 钢水密度 ÷ 600。其中单位重量的单位为 t，断面单位为 m，宽度单位为 m，总拉速单位为 m/min，钢水密度单位为 t/m³。总拉速为各流拉速之和。由于 OB35 中断组织块的循环周期为 100ms，所以在公式最后需除以 600，将拉速从 m/min 转换为 m/ms。

通过滑动水口开启信号与中间包称重重量增加信号，判断为

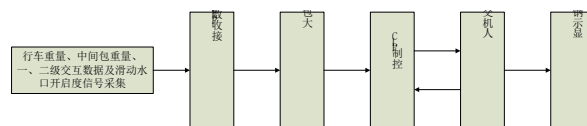
该炉钢开始浇注，此时单位重量开始进行累加，得出一个累加重量。在得到开始浇注信号时，对中间包重量进行采集记录，并在浇注过程中对中间包重量进行实时采集，将实时中间包重量减去开始浇注时的中间包重量，就能得到一个中间包重量差，此重量为该钢包中流出但仍未流入结晶器铜管的重量，不属于拉浇累加重量，但又属于该钢包内的钢水重量。最后得出留在钢包内钢水净重的公式为：钢包净重 = 钢包总重 - 钢包皮重 - 拉浇累加重量 - 中间包重量差 + 判断钢包开始浇注时损失重量。

当滑动水口关闭，钢包净重小于预设大包余钢关闭值且浇注位大包臂抬起时，认为该炉钢浇注结束，此时将累加重量进行清零。当另一个臂到达浇注位时，则将提前输入的钢包总重及钢包皮重赋予到即将开始浇注的该炉钢的算法当中。

4. 称重控制模块

1) 通过实时计算得出的钢水净重，对钢包内实际钢水重量进行预判。判断钢包内实际钢水重量是否已达预设的临界值。2) 当计算出的钢水净重达到预设的临界值且下渣检测并未报警时，关闭大包滑动水口，抬起浇注位大包臂，停止浇注该炉钢水，避免大包下渣，进入下一炉大包模拟称重的计算。

钢水净重控制原理如图 2 所示。



> 图2 钢水净重控制原理图

（三）模拟称重跟踪对比

在关闭滑动水口后，记录当前钢包余钢净重，在转到接包位回渣时，与行车称重进行对比。此时记录回渣行车称重，将此重量减去该钢包皮重即为该钢包内钢水余钢净重，若此重量与大包模拟称重余钢量一致，即视为模拟称重具有准确性的特点。

若行车余钢重量与大包模拟称重余钢量存在偏差，若此偏差量在同钢种的炉次中一直存在，且偏差量较为稳定，该偏差量的产生主要原因可认为是，由于相似成分但钢水温度不同的钢种，不同温度下钢水密度有所差异，所以相似成分但钢水温度不同的钢种在不同温度下拉浇时就产生了钢水拉浇重量的偏差值。这种情况下则需依照偏差量调整该钢种的钢水密度，来保证大包模拟称重余钢与行车余钢重量保持一致，来保证大包模拟称重的准确性。并将钢水温度与钢水密度传送到计算机二级系统中，进行记录与统计，在记录大量数据后进行分析验证，即时更新数据库，在大数据的支持下，能够更准确的找到各种钢水成分下所对应的该钢水的密度，提高大包模拟称重的准确性。

（四）大包模拟称重故障及处理

1. 行车称重采集器故障

故障 1：电源指示灯不亮，系统不工作。

原因：电源未接通或极性接反。

解决方法：正确连接电源后重新开机。

故障 2：无法对通数据。

原因：

1) 接收频率与发射频率不一致；

- 2) 无线没有连接或不可靠;
- 3) 无线距离太近。

解决方法: 设置本机接收频率与发射数据模块的发射频率一致、正确连接好天线, 在近距离数据对通时天线之间的距离应大于5米。

2. 一、二级计算机通讯系统故障

当一、二级通讯系统出现故障, 无法对钢种信息、钢水密度、宽度、断面等信息进行采集流转时, 需要在 MES 系统中, 根据该钢种的成分信息, 以及钢水温度等因素, 找到该浇次钢种的所需信息, 在人机交互界面上进行手动输入。以此来为大包模拟称重 PLC 提供模拟所需信息。

3. 大包模拟称重 PLC 故障

1) 电源故障处理

当 PLC 出现电源故障时, 首先需要检查电源指示灯是否亮起。若不亮, 应检查电源线是否完好、接线是否牢固。若电源指示灯亮起但 CPU 无法启动, 可能是电源电压不稳或电源模块损坏。此时, 应使用万用表检测电源输出电压。若电源输出电压异常, 则确认为电源模块损坏, 需及时更换。若模块输出电压正常, 但 CPU 无法启动, 则需考虑是否背板已损坏, 需及时更换。

2) 通信故障排查

通信故障表现为 PLC 无法与计算机二级或行车称重采集器正常通信或通信速度异常。此时, 应首先检查通信线路是否完好、接头是否紧固。然后, 检查通信参数设置是否正确, 包括波特率、数据位、停止位等。若通信协议不匹配, 需调整至一致。最后, 检查通信接口模块是否损坏, 如有必要, 进行更换。

3) I/O 模块故障修复

I/O 模块故障可能表现为输入 / 输出信号异常。对于数字量输入模块, 应检查接线是否松动或短路。对于模拟量输入模块, 应先检查传感器信号电源是否正常。若传感器电源正常, 再检查传感器输出 4-20mA 信号是否正常。若传感器无输出信号, 则需要对传感器进行更换。若传感器输出信号正常, 再检查模拟量输入信号是否正常, 若模拟量输入无 4-20mA 信号, 则可判断为电缆

异常或接地异常, 可增加信号隔离器来确保输入信号的稳定。若输入信号正常但 PLC 内无信号输入, 则可判断为模拟量输入模板损坏, 需进行更换, 更换时要注意对模拟量输入信号形式进行确认调整。对于模拟量输出模块, 应检查负载是否过载或短路, 以及输出电路是否完好。若模块本身损坏, 需及时更换。

4) 日常维护与保养

为确保 PLC 稳定运行, 应定期进行日常维护与保养。包括清洁 PLC 外壳和内部电路板, 检查接线是否松动或老化, 更换损坏的部件等。同时, 保持 PLC 安装环境整洁、干燥, 避免灰尘和潮湿对 PLC 造成影响。此外, 定期对 PLC 进行功能测试和性能评估, 确保其性能符合要求。

(五) 人机交互界面

该系统的操作与显示在 WinCC 软件上完成, WinCC 是功能完备的人机交互界面, 可以实现以下功能:

1) 手、自动转换功能。在自动状态下, 大包模拟称重处于自动运行的状态, 无需人工操作。但若一、二级计算机通讯系统出现问题, 无法完成对信息的自动采集, 或信息采集错误。这时, 操作人员可以转自手动状态将所需信息进行输入, 待信息全部输入完成时, 再转自自动状态, 则自动恢复大包模拟称重。

2) WinCC 画面上将会显示当前钢包内钢水净重, 滑动水口开启度等信号。

3) 可通过 WinCC 软件内的历史趋势, 查询历史记录, 来方便人员对生产工艺进行检查。

四、结语

通过采用大包模拟称重的方法, 确保了大包钢水净重采集的准确性, 排除了由于大包回转台称重传感器受温度影响造成称重误差, 避免了钢水下渣, 提高了铸坯合格率, 经济效益显著提升。降低了由大包称重传感器产生的设备维护费用, 具有广阔的推广应用前景。

参考文献

- [1] 王化胜, 王立胜, 乔桂国. 钢包回转台钢水称重系统测量方式研究 [J]. 重型机械, 2003(5).
- [2] 邹渊, 王忠强, 白先送, 等. 冶金连铸大包钢水称重高精度电子秤的研究与应用 [J]. 工业计量, 2016(5).
- [3] 郭秀辉, 蔡森. 连铸机提高大包钢水称重准确性方法实践 [J]. 山东冶金. 2019, 41(01)
- [4] 郭秀辉, 蔡森. 大包钢水净重采集模拟方法的应用 [J]. 山东冶金. 2019, 41(02).
- [5] 蔡森, 刘辉. 大包远程校称法在莱钢异形坯连铸机中的应用 [J]. 莱钢科技, 2019, 2(41-43).
- [6] 赖志成. 高炉矿槽称重传感器的安装调试关键技术 [J]. 安装, 2024, 1(37-39).
- [7] 梁有明. 称重传感器与回转制动器在固定式起重机上的应用研究 [J]. 中国设备工程, 2023.6(82-84).
- [8] 余彬彬, 陶桂金, 王富安, 杨俊杰, 精密测量模拟前端 (AFE) 在精密称量中的应用 [J], 衡器, 2019.8(6-9)
- [9] 龙鑫, 邓琦. PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的运用 [J], 中国科技期刊数据库 工业 A, 2024, 2(085-088).
- [10] 李长海, 徐安军, 刘旋. 转炉炼钢几个关键技术的研究进展 [J], 炼钢, 2024, 1(1-8).

土地工程技术在农村土地生态整治中的具体运用

吴秋芸, 杨春萍

创辉达设计股份有限公司, 湖南 长沙 410000

摘要： 随着社会经济的持续发展，我国的基础设施不断完善，生活环境得到改善，农民收入也有所提高。为了满足农民对高品质生活的需求，保障他们的生存环境，需要加强对农村土地利用的规划和设计。本文旨在探讨土地工程技术在农地生态修复中的应用与策略，提出了农地生态修复的整体策略、土地工程技术的具体方法与操作流程，以及可行性分析与风险评估，为农地生态修复工作提供了科学指导和实践参考。

关键词： 农地生态整治；土地工程技术；策略与方法；可行性分析

The Concrete Application Of Land Engineering Technology In Rural Land Ecological Improvement

Wu Qiuyun, Yang Chunping

Chuanghuida Design Co., LTD. Changsha, Hunan 410000

Abstract： With the continuous development of social economy, our country's infrastructure is constantly improving, the living environment has been improved, farmers' income has also improved. In order to meet farmers' demand for high quality life and guarantee their living environment, it is necessary to strengthen the planning and design of rural land use. This paper aims to explore the application and strategy of land engineering technology in agricultural land ecological restoration, put forward the overall strategy of agricultural land ecological restoration, the specific method and operation process of land engineering technology, as well as the feasibility analysis and risk assessment, and provide scientific guidance and practical reference for agricultural land ecological restoration work.

Key words： farmland ecological improvement; land engineering technology; strategies and methods; feasibility analysis

引言：

随着城市化进程的加速和经济的快速发展，土地利用面临着日益严峻的挑战。生态环境质量直接关系到农业生产和农民生活水平，保护和修复农地生态环境已成为当务之急。土地工程技术作为土地资源利用的重要手段之一，在农地生态修复中具有巨大潜力。本文旨在探讨土地工程技术在农地生态修复中的具体运用与策略，以期为土地生态修复工作提供科学指导和实践参考。

一、土地工程技术概述

（一）土地工程技术的定义与范畴

土地工程技术是指通过对土地资源进行科学评价、综合利用、有效管理和合理规划设计的一系列技术手段和方法，以实现土地资源的可持续开发利用和综合效益的最大化。其范畴涵盖了土地资源调查评价、土地规划设计、土地开发利用、土地环境治理保护等多个方面，是土地资源管理和土地利用规划的重要技术支撑。具体而言，土地工程技术包括土地资源调查评价技术、土地利用规划设计技术、土地开发利用技术、土地环境治理保护技术等多个专业领域^[1]。土地开发利用技术主要用于对土地资源进行合理开发和综合利用，提高土地的生产力和经济效益；土地环

境治理保护技术主要用于对土地环境进行综合治理和保护，保障土地资源的可持续利用和生态安全。

（二）土地工程技术在城市土地利用中的应用情况

在城市土地利用中，土地工程技术发挥着重要的作用，为城市土地资源的合理利用和城市建设的可持续发展提供了重要支撑和保障。具体而言，土地工程技术在城市土地资源调查评价方面发挥着重要作用。通过对城市土地资源进行系统、全面的调查和评价，分析土地资源的分布特征和质量状况，为城市土地利用规划和城市建设提供科学依据。

其次，土地工程技术在城市土地利用规划设计方面发挥着重要作用^[2]。通过科学规划和设计城市土地利用结构和布局，实现城市土地资源的合理配置和优化利用，促进城市建设的有序发展

* 作者简介：姓名：吴秋芸，出生年月：1993.07.15，性别：女，民族：苗族，籍贯（省、县级）：湖南省龙山县，学历或者职称：本科，国土空间规划中级，土地工程初级，从事的研究方向或工作领域：城乡规划、国土规划、用地预审与规划选址。

和可持续发展。最后，土地工程技术在城市土地环境治理保护方面发挥着重要作用。通过综合治理和保护城市土地环境，保障城市土地资源的可持续利用和生态安全，实现城市生态环境的改善和保护。

（三）土地工程技术在农村土地利用中的潜在价值

在农村土地利用中，土地工程技术也具有重要的潜在价值和应用前景。具体而言，土地工程技术在农村土地利用中的潜在价值主要表现在以下几个方面：

首先，土地工程技术可以为农村土地资源的合理利用和农村经济社会的可持续发展提供重要支撑和保障^[3]。通过科学评价和综合管理农村土地资源，实现土地资源的优化配置和合理利用，促进农村经济社会的持续健康发展。其次，土地工程技术可以为农村土地环境治理保护提供重要技术手段和方法。通过综合治理和保护农村土地环境，保障农村土地资源的可持续利用和生态安全，实现农村生态环境的改善和保护。最后，土地工程技术可以为农村土地可持续利用和生态安全保障提供重要技术支撑和保障。通过科学评价和综合管理农村土地资源，实现土地资源的永续利用和生态安全，促进农村经济社会的可持续发展和生态文明建设。

二、土地工程技术在农地生态修复中的优势与挑战

土地工程技术在农地生态修复中具有一定的优势，但也面临着一些挑战和困难。其优势主要体现在技术手段先进、操作简便、效果显著等方面。具体而言，土地工程技术在农地生态修复中的优势包括：

土地工程技术具有技术手段先进的优势。通过土地工程技术的应用，可以采用一系列的生态工程手段和方法，实现土地生态环境的改善和保护，促进土地生态系统的恢复和保护。土地工程技术具有操作简便的优势。通过土地工程技术的应用，可以采用一系列的生态工程措施，实现土地生态修复和生态保护的目标，操作简便、易于实施。土地工程技术具有效果显著的优势，土地工程技术的应用，可以改善土地的生态环境质量，提高土地的生态功能和生态服务能力，实现土地生态系统的恢复和保护，取得了显著的效果和成效^[4]。

然而，土地工程技术在农地生态修复中也面临着一些挑战和困难。其主要挑战包括技术水平不足、资源投入不足、政策法规不完善等方面。具体而言，土地工程技术在农地生态修复中所面临的挑战包括：

土地工程技术在农地生态修复中的技术水平不足，目前我国土地工程技术在农地生态修复方面的研究和应用还比较薄弱，技术手段和方法相对滞后，需要加强技术研发和技术创新，提高技术水平和应用效果^[5]。

土地工程技术在农地生态修复中的资源投入不足，农地生态修复工作需要大量的人力、物力和财力投入，但目前土地生态修复工作的资源投入还比较不足，需要加大投入力度，提高资源利用效率。

土地工程技术在农地生态修复中的政策法规不完善，我国土地生态修复工作的政策法规还不够健全，缺乏相关的政策支持和保障，需要加强政策制定和政策实施，建立健全土地生态修复的政策法规体系。

三、土地工程技术在农地生态修复中的具体应用

（一）农地水资源管理与保护

农地水资源管理与保护是农地生态修复的重要内容之一，由于农业生产对水资源需求较大，不合理的水资源利用和管理容易导致土地生态环境的恶化和水资源的枯竭^[6]。因此，采用土地工程技术对农地水资源进行科学管理和有效保护具有重要意义。在农地水资源管理与保护方面，土地工程技术的具体应用包括：建立农田水利工程系统，包括水库、灌溉渠道等，实现农田灌溉的科学供水和合理利用；采用节水灌溉技术，包括滴灌、微喷灌等，减少农田灌溉的水分损失和土壤侵蚀，提高水资源利用效率；开展水土保持工程，包括梯田、防渗堤坝等，减少水土流失，保护农田水资源和土壤资源。

（二）农地土壤保护与改良

农地土壤保护与改良是农地生态修复的重要内容之一，土壤是农业生产的基础，土地的生态环境质量直接关系到土壤的肥沃程度和农业生产的稳定性。因此，采用土地工程技术对农地土壤进行科学保护和有效改良具有重要意义。在农地土壤保护与改良方面，土地工程技术的具体应用包括：开展土地保护林工程，种植防风固沙林带、水土保持林带等，保护土壤资源和水资源；推广有机农业技术，采用有机肥料、生物菌剂等，改善土壤结构和土壤肥力，减少土壤污染和土壤侵蚀；实施土地整治工程，包括平整整地、固化地面等，提高土地的利用效率和生产力^[7]。

（三）农地植被恢复与保护

农地植被恢复与保护是农地生态修复的重要内容之一，植被是土地生态系统的重要组成部分，植被的恢复和保护对于维护土地生态平衡和保护生物多样性具有重要意义。因此，采用土地工程技术对农地植被进行科学恢复和有效保护具有重要意义^[8]。在农地植被恢复与保护方面，土地工程技术的具体应用包括：实施植被恢复工程，包括植树造林、草原恢复等，恢复和重建土地生态系统的植被组成；开展荒漠化治理工程，包括固沙造林、退耕还林等，防止土地沙漠化和荒漠化，保护土地生态环境和水资源；推广生态种植技术，包括生态水稻种植、生态蔬菜种植等，实现农地生态系统的多样化和多功能化。

四、策略与方法

（一）农地生态修复的整体策略

农地生态修复的整体策略是指在实施农地生态修复工作时所遵循的总体原则和方针，为农地生态环境的恢复和保护提供科学指导和战略指引。农地生态修复的整体策略主要包括：

坚持生态优先、保护优先的原则。在农地生态修复工作中，

应始终坚持生态优先、保护优先的原则，保护和恢复农地的生态环境，实现农地生态系统的稳定健康发展^[9]。

坚持科学规划、综合治理的原则。在农地生态修复工作中，应充分考虑农地生态系统的整体性和复杂性，科学规划和综合治理农地生态环境，实现土地资源的可持续利用和生态安全。

坚持政府引导、市场化运作的原则。在农地生态修复工作中，政府应发挥引导和监督作用，促进市场主体积极参与，实现政府、市场和社会的良性互动，推动农地生态修复工作的顺利开展。

坚持全民参与、可持续发展的原则。在农地生态修复工作中，应充分调动各方面的积极性和主动性，实现全民参与，推动农地生态修复工作的持续发展和不断改进。

（二）土地工程技术在农地生态修复中的具体方法与操作流程

土地工程技术在农地生态修复中的具体方法与操作流程包括：

农地水资源管理与保护：通过建立农田水利工程系统，实现农田灌溉的科学供水和合理利用；采用节水灌溉技术，减少农田灌溉的水分损失和土壤侵蚀；开展水土保持工程，减少水土流失，保护农田水资源和土壤资源。

农地土壤保护与改良：通过开展土地保护林工程，种植防风固沙林带、水土保持林带等，保护土壤资源和水资源；推广有机农业技术，采用有机肥料、生物菌剂等，改善土壤结构和土壤肥力，减少土壤污染和土壤侵蚀；实施土地整治工程，提高土地的利用效率和生产力。

农地植被恢复与保护：通过实施植被恢复工程，包括植树造林、草原恢复等，恢复和重建土地生态系统的植被组成；开展荒

漠化治理工程，防止土地沙漠化和荒漠化，保护土地生态环境和水资源；推广生态种植技术，实现农地生态系统的多样化和多功能化^[10]。

（三）可行性分析与风险评估

在实施农地生态修复工作时，需要进行可行性分析与风险评估，全面评估农地生态修复工作的可行性和风险性，为决策和实施提供科学依据和风险预警。可行性分析与风险评估主要包括以下几个方面：

技术可行性分析：评估所采用的土地工程技术在农地生态修复中的可行性和适用性，确定技术方案和操作流程。

经济可行性分析：评估农地生态修复工作的经济成本和效益，确定投资规模和资金来源。

社会可行性分析：评估农地生态修复工作对社会的影响和意义，确定社会支持和参与的程度和方式。

生态环境风险评估：评估农地生态修复工作对生态环境的影响和风险，确定风险防范和应急措施。

结论：

综上所述，农地生态修复是保护和改善农地生态环境，实现农村可持续发展的重要途径和手段。土地工程技术在农地生态修复中发挥着重要作用，具有重要的应用价值和实践意义。因此，农地生态修复工作需要制定科学合理的策略和方法，进行可行性分析与风险评估，为农地生态修复工作提供科学指导和实践参考，加强土地工程技术的研究和应用，促进土地生态修复工作的持续发展和不断改进，对于实现农地生态环境的恢复和保护，推动农村可持续发展具有重要意义。

参考文献：

- [1]周万源. 土地工程技术在农村土地生态整治中的具体运用探究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)自然科学, 2023.
- [2]尉建强. 简析土地工程技术在城镇土地生态整治中的运用[J]. 地产, 2023(17):0209-0211.
- [3]刘清华. 土地工程技术在农村土地生态整治中的应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(22):98-100.
- [4]蔡青. 土地工程技术在城镇土地生态整治中的应用[J]. 电子乐园, 2019(2):1.
- [5]胡伟, 廖小锋, 禹龙, 等. 农村土地整治的生态环境风险及其管控对策[J]. 农业与技术, 2023, 43(13):98-102.
- [6]关生辉. 农村土地综合整治中存在的问题及对策研究[J]. 工程管理与技术探讨, 2023.DOI:10.37155/2717-5189-0503-39.
- [7]杨家胜, 邹聪. 土地工程技术在农村土地生态整治中的具体运用[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023(1):4.
- [8]王怡晗. 土地工程技术在农村土地生态整治中的具体运用[J]. 河北农机, 2022(14):135-137.
- [9]付翔. 土地工程技术在城镇土地生态整治中的应用分析[J]. 地产, 2022(2):3.
- [10]徐厚玲. 工程测量在土地整治工程技术中的探索[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022.

论机械技术在矿山救护工作中的应用

王维威

陕煤集团神南产业发展有限公司，陕西 榆林 719300

摘要： 本文通过分析矿山救护行业面临的挑战和需求，说明了机械技术在矿山救护中的影响，同时列举了机械技术在矿山救护工作中的具体应用。文章还对机械技术在矿山救护中的未来进行了展望，并提出了解决挑战的策略和建议，以促进机械技术在矿山救护领域的持续发展和应用。

关键词： 矿山事故；矿山救护；机械技术

Discussion on the Application of Mechanical Technology in Mine Rescue Work

Wang Weiwei

Shaanxi Coal Group Shennan Industry Development Co., Ltd, Shaanxi, Yulin 719300

Abstract： This article illustrates the influence of mechanical technology in mine rescue by analyzing the challenges and needs faced by the mine rescue industry, and at the same time lists the specific applications of mechanical technology in mine rescue work. The paper also looks forward to the future of mechanical technology in mine rescue, and puts forward some strategies and suggestions to solve the challenges, so as to promote the continuous development and application of mechanical technology in mine rescue field.

Key words： mining accidents; mine rescue; mechanical technology

前言：

煤炭作为主要的能源资源，长期以来在经济发展中扮演着举足轻重的角色。矿山救护作为煤矿安全生产领域的重要保障，它不仅是矿工生命安全的最后一道防线，也是煤矿企业稳定运营和社会公共安全的重要保障。矿山事故的发生往往具有突发性和严重性，高效的矿山救护行动对于减少人员伤亡、财产损失和环境破坏至关重要。在这一背景下，机械技术在矿山救护中的作用愈发凸显。从日常的训练器械到参加事故救援的专业设备，机械技术的应用大大提高了救援效率和安全性。因此，机械技术对于矿山救护工作的重要性不言而喻。

一、矿山救护工作的挑战与需求分析

（一）矿山事故类型多样性造成救援难度大

矿山事故类型多样，包括瓦斯爆炸、矿难、坍塌、水灾、火灾和有毒气体泄漏等。每种事故都有其独特的危险性和救援需求。瓦斯爆炸需要迅速的通风和气体检测；矿难和坍塌事故需要高效的挖掘和救援设备；水灾需要排水和潜水作业；火灾需要专业的灭火和烟雾控制措施；有毒有害气体则需要专业的检测和防护设备。这些事故的特点和需求突显了机械技术在矿山救护中的重要性，以此提高救援效率，同时降低救援人员的风险。

（二）矿山救护环境的复杂性造成救援难度大

矿山救护救援环境通常极为恶劣，这不仅体现在灾害类型的多样性上，还表现在救援环境的复杂性上。根据灾害类型的不同，救援环境可能表现为狭小空间、有毒气体、不稳定地层结构等。这些因素对救援人员的体力和心理素质提出了极高的要求。在这种情况下，救援行动需要迅速而准确地进行，因为每一分钟都可能关系到被困矿工的生命安全。机械技术不仅可以提高救援

效率和安全性，而且能使救援人员能够更好地应对复杂多变的救援环境，为救援人员提供有力的支持。

（三）矿山救护工作的常态化和标准化

矿山救护需要24h战备值班，在没有事故发生时，需要常态化开展救援能力提升训练，合理设计的训练器材和装备是常态化开展培训和训练的基础。《矿山救护队标准化考核规范》中明确将体能训练器械作为考核内容，按照规定配备必要机械装备是推动队伍标准化建设及其重要的工作，以确保在发生事故时，可以科学高效救援。

二、机械技术对矿山救护的影响

（一）机械技术在矿山救护中的应用可以显著提高救援效率和成功率

传统的救护手段在应对大规模或复杂的矿山事故时存在明显的局限性，而机械技术如的运用，能够在危险环境中快速作业，有效地搜索和救援受害者。这些技术的应用不仅可以缩短救援时

间，还可以提高救援行动的成功率。

（二）机械技术在矿山救护中的应用可以显著降低救援人员风险。

在传统的矿山救护中，救援人员常常需要直接进入危险区域进行救援，如瓦斯爆炸后的矿井搜救或水灾中的潜水作业。而机械技术的引入使得救援人员可以在安全区域远程操控救援设备，如救援机器人，进行危险区域的搜救工作。这种方式不仅可以提高救援效率，还能减少救援人员直接暴露在危险环境中的风险。

（三）机械技术的应用可以促进矿山救护技术的创新和发展。

随着技术的不断进步，新型救援理念不断创新，高精尖装备不断涌现，为矿山救护工作带来革命性的变革。例如，救援机器人的设计和功能日益先进，能够执行更加复杂和精细的任务。同时，高科技救援装备的发展，如更精确的监测设备、更强大的通讯系统，提高救援行动的效率和安全性。

三、机械技术在矿山救护工作中的具体运用

（一）在标准化建设中的运用。

在矿山救护的标准化建设中，机械技术的应用与《矿山救护队标准化考核规范》中的具体要求密切相关。其中，5.2条明确指出了矿山救护大队基本装备的配备标准、类型和数量，在标准化评级中占10分；6.3条对矿山救护中队、小队和指战员个人的基本装备配备标准进行了明确规定在标准化评级中占17分。这些规定确保了每个救援单位和个人都要配备齐全规定装备，以便在救援行动中能够迅速有效地响应。在装备技术维护方面，规范中还明确了装备的维护标准和扣分办法，确保装备的正常运行，从而提高救援效率和安全性。

表1 矿山救护大队（独立中队）基本装备配备标准

类别	装备名称	要求	单位	大队数量	独立中队数量	扣分
车辆	指挥车	附有通信报警装置	辆	2	1	1
	气体化验车	包括化验仪器仪表	辆	1	1	1
	装备车	4 ~ 5t卡车	辆	2	1	1
通信器材	移动电话	指挥员1部 / 人	部			0.1
	视频指挥系统		套	1		0.3
	程控电话	值班室配备、带录音	部	2	1	0.1
	对讲机	便携式	部	6	4	0.1
灭火装置	惰气（惰泡）灭火装备	或二氧化碳发生器	套	1		0.5
	高倍数泡沫灭火机	BGP400	套	1		0.2
	快速密闭		套	5	5	0.1
	高扬程水泵		台	2	1	0.1
	高压脉冲灭火装置		套	1		0.1

类别	装备名称	要求	单位	大队数量	独立中队数量	扣分
检测仪器	气体分析化验设备		套	1	1	1
	热成像仪	矿用本质安全或防爆型	台	1	1	0.1
	便携式爆炸三角形测定仪		台	1	1	0.1
	演习巷道设施与系统	具备灾区环境与条件	套	1	1	1
	多功能体育训练器械		套	1		0.2
	多媒体电教设备		套	1	1	0.2
	破拆工具		套	1	1	0.2
信息处理设备	传真机		台	1	1	0.1
	复印机		台	1	1	0.1
	台式计算机	指挥员1台 / 人	台			0.1
	笔记本电脑	配无线网卡	台	2	1	0.1
	数码摄像机	防爆	台	1	1	0.1
	数码照相机	防爆	台	1	1	0.1
材料	防爆射灯	防爆	台	2	1	0.1
	氢氧化钙	直属中队除外	t	0.5		0.1
	泡沫药剂	直属中队除外	t	0.5		0.1
	煤油	直属中队除外	t	1		0.1
注1：化验车和气体分析化验室两者配备任意其中一项即可。 注2：破拆工具包括剪刀工具、切割工具、扩张工具、起重设备。救护大队应设置有专用电子邮箱。 注3：在用设备应保持完好、及时更新。						

表2 矿山救护中队基本装备配备标准

类别	装备名称	要求	单位	数量	扣分
运输通信	矿山救护车	每小队1辆	辆		1
	移动电话	中队指挥员1部 / 人	部		0.1
	灾区电话		套	2	0.2
	程控电话		部	1	0.1
	引路线		m	1000	0.1
个人防护	4h呼吸器		台	6	0.3
	2h呼吸器		台	6	0.2
	便携式自动苏生机		台	2	0.1
	自救器		台	30	0.1
	隔热服		套	12	0.1
灭火装备	高倍数泡沫灭火机		套	1	0.1
	干粉灭火器	8kg	个	20	0.1
	风障	≥ 4m × 4m	块	2	0.1
	水枪	开花、直流各2个	支	4	0.1
	水龙带	直径63.5mm或50.8mm	m	400	0.1
	高压脉冲灭火装置	12L2支和35L1支	套	1	0.2

类别	装备名称	要求	单位	数量	扣分
检测仪器	呼吸器校验仪		台	2	0.1
	数字式氧气便携仪		台	2	0.1
	红外线测温仪		台	2	0.1
	红外线测距仪		台	1	0.1
	多种气体检测仪	CH ₄ 、CO、O ₂ 等3种以上气体	台	1	0.2
	光学瓦斯检定器	10%、100%各2台	台	4	0.1
	一氧化碳检定器		台	2	0.1
	风表	机械中、低速各1台；电子2台	台	4	0.1
	秒表		块	4	0.1
	干湿温度计		支	2	0.1
	温度计	0 ~ 100℃	支	10	0.1
装备工具	液压起重器	或起重气垫	套	1	0.1
	液压剪刀		把	1	0.1
	防爆工具	锤、斧、镐、锹、钎等	套	2	0.1
	氧气充填泵		台	2	0.2
	氧气瓶	40L	个	8	0.1
		4h呼吸器1个/人	个		0.1
		2h呼吸器备用	个	10	0.1
	救生索	长30m，抗拉强度3000kg	条	1	0.1
	担架	含2副负压多功能担架	副	4	0.2
	保温毯	棉织	条	3	0.1
	快速接管工具		套	2	0.1
	手表	副小队长以上指挥员1块/人	块		0.1
	绝缘手套		副	3	0.1
	绘图工具		套	1	0.1
	电工工具		套	1	0.1
	工业冰箱		台	1	0.1
	瓦工工具		套	1	0.1
	灾区指路器	或冷光管	支	10	0.1
	演习巷道		套	1	0.5
	体能训练器械		套	1	0.3
	氢氧化钙		t	0.5	0.1
	泡沫药剂		t	1	0.1
注：在用设备应保持完好、及时更新。					

表3 矿山救护小队基本装备配备标准

类别	装备名称	要求	单位	数量	扣分
通讯器材	灾区电话		套	1	0.2
	引路线	可用电话线代替	m	1000	0.2

类别	装备名称	要求	单位	数量	扣分
个人防护	矿灯	备用	盏	2	0.1
	氧气呼吸器	2h、4h氧气呼吸器各备用一台	台	2	0.2
	自动苏生器		台	1	0.2
	紧急呼救器	声音≥ 8 0d B	个	3	0.1
灭火装备	灭火器		台	2	0.1
	风障		块	1	0.1
	帆布水桶		个	2	0.1
检测仪器	呼吸器校验仪		台	2	0.2
	光学瓦斯检定器	10%、100%各1台	台	2	0.2
	一氧化碳检定器	检定管不少于30支	台	1	0.1
	氧气检定器		台	1	0.1
	多功能气体检测仪	检测 CH ₄ 、CO、O ₂ 等	台	1	0.2
	矿用电子风表		套	1	0.1
	红外线测温仪		台	1	0.1
装备工具	灾区指路器	冷光管或灾区强光灯	支	10	0.1
	担架		副	1	0.1
	氧气瓶	4h、2h氧气瓶备用	个	4	0.1
	采气样工具	包括球胆4个	套	2	0.1
	保温毯		条	1	0.1
	液压起重器	或起重气垫	套	1	0.2
	刀锯		把	2	0.1
	铜钉斧		把	2	0.1
	两用锹		把	1	0.1
	小镐		把	1	0.1
	矿工斧		把	2	0.1
	起钉器		把	2	0.1
	瓦工工具		套	1	0.1
	电工工具		套	1	0.1
	皮尺	10m	个	1	0.1
	卷尺	2m	个	1	0.1
	钉子包	内装钉子各1kg	个	2	0.1
	信号喇叭	1套至少2个	套	1	0.1
	绝缘手套		副	2	0.1
	救生索	长30m，抗拉强度3000kg	条	1	0.1
	探险棍		个	1	0.1
	充气夹板		副	1	0.1
	急救箱		个	1	0.2
	记录本		本	2	0.1
	圆珠笔		支	2	0.1
	备件袋		个	1	0.1
其他	个人基本配备装备	不包括企业消防服装	套/人	1	1

注1：急救箱内装止血带、夹板、酒精、碘酒、绷带、胶布、药棉、消炎药、手术刀、镊子、剪刀、以及止痛药、中暑药和止泻药等。
注2：备件袋内装：保明片、放雾液、各种垫圈每件10个，以及其他氧气呼吸器易损件等。
注3：在用设备应保持完好、及时更新。

表四 矿山救护队指战员个人基本装备

类别	装备名称	要求	单位	数量	扣分
个人防护	氧气呼吸器	4h	台	1	0.5
	自救器	压缩氧	台	1	0.2
	战斗服	带反光标志	套	1	0.1
	胶靴		双	1	0.1
	毛巾		条	1	0.1
	安全帽		顶	1	0.1
	矿灯	便携、双光源	盏	1	0.1
装备工具	手套	布手套、线手套各1副	副	2	0.1
	灯带		条	2	0.1
	背包	装战斗服	个	1	0.1
	联络绳	长2m	根	1	0.1
	氧气呼吸器工具		套	1	0.1
	粉笔		支	2	0.05
	温度计	0 ~ 100℃	支	1	0.05
注：在用设备应保持完好、及时更新。					

（二）在日常训练中的运用。

矿山救护队的体能训练机械和救援装备是提高队员救援能力和体能水平的关键工具。常见的训练机械包括独木桥、检力器、速降话题、爬绳架、矮巷、高空训练设施、联合训练器械等，这些设备不仅有助于提高队员的体能训练效果，还能让他们熟悉各种救援技术。常见的救援装备包括矿用移动式液态二氧化碳防火装置、救灾通讯系统、雷达生命探测仪、矿井救灾通讯装置、红外线热成像仪、荷马特液压破拆工具及支护套装、烟热模拟仿真与评价演练系统、便携式气相色谱仪、二氧化碳吸收及综合检测仪等。这些装备和训练机械的设计和应用，可以很好的提高矿山救护队员的体能、技能和应急反应能力，确保他们在实际救援行动中能够迅速有效地应对各种紧急情况。通过这些训练和装备的使用，队员不仅能够科学地进行体能训练，还能够熟悉各种救援技术，提高他们在实际救援行动中的操作熟练度和成功率。

（三）在抢险救援中的运用。

机械技术在抢险救援中展现了其巨大的潜力和重要性。在矿山事故发生后，被困矿工的生命安全受到严重威胁，快速而有效的救援行动至关重要。2010年，智利的圣何塞铜矿发生了一起严重的坍塌事故，导致33名矿工被困在地下700米深处。为了与被困矿工建立联系，救援团队使用了先进的钻探设备，成功地钻探了一个直径约66厘米的救援通道，通过使用先进的钻探设备，救援团队成功地打通了救援通道，为被困矿工提供了生命线。机械技术在矿山救护中的应用，不仅满足了紧急救援的需求，还提高

了救援行动的成功率，为矿山救护工作的高效和安全提供了强有力的支持。

（四）在救援技术竞赛中的运用。

在矿山救援技术竞赛中，机械技术的应用不仅提高了救援人员的技能，也促进了新技术的交流和应用。在第十届全国矿山救援技术竞赛规则中，模拟救灾项目涉及的机械装备包括高泡灭火系统、局部通风机、苏生器、排水系统、破拆装备等。综合体能项目涉及的机械装备包括爬绳、独木桥、低巷、拉检力器等。这些机械装备是高质量举办一届救援竞赛的基础，为提高救援人员技能，促进救援技术交流起到了关键作用。

四、机械技术在矿山救护中的未来发展趋势和可能面临的挑战。

（一）未来发展趋势。

随着科技的不断进步，预计未来机械技术将更加智能化、高效化。例如，救援机器人可能具备更高级的自主决策能力，能够更独立地进行复杂救援任务。同时，高科技救援装备的发展，如更精确的监测设备、更强大的通讯系统，将进一步提高救援行动的效率 and 安全性。此外，地下定位与导航系统的创新，如更精确的三维定位技术，将使救援行动更加准确和高效。

（二）面临挑战和问题。

技术成本是一个重要考虑因素，先进机械设备的采购和维护成本可能较高，这可能限制了其在某些地区的应用。操作复杂性也是一个挑战，救援人员需要接受专业培训才能有效地操作和维护这些设备。此外，技术适应性问题也是一个考虑因素，如设备在不同矿山环境中的适用性和兼容性。

（三）应对策略和建议。

- 1.持续的技术研发和创新是关键，以降低成本和提高技术的适用性。
- 2.加强救援人员的培训和教育，确保他们能够熟练使用这些技术。
- 3.通过跨学科合作和国际交流可以促进技术的共享和创新。

五、结论

机械技术在矿山救护工作中的应用对于提高救援效率、降低救援人员风险、促进技术创新和提升日常训练质量具有重要意义。随着技术的不断进步，机械技术将在未来矿山救护工作中发挥更加重要的作用，为矿山救护工作的高效和安全提供强有力的支持。

参考文献：

[1]武日锋. 我国矿山救护队技术和装备现状与对策. [J]. 内蒙古煤炭经济. 2022, 10:129-131.
[2]马强. 关于加强矿山救护大队救援装备建设的探讨. [J]. 煤炭工程. 2013, 3:27-28.
[3]乔美中. 矿山救护装备与抢险救灾安全关系分析. [J]. 同煤科技. 2019, 5:37-38,41.

基于 FLac3D 某地下巷道支护研究

李恒, 袁聪林, 谭晓, 韩龙江, 白瑞

文山麻栗坡紫金钨业集团有限公司, 云南 文山 663000

摘 要 : 随着地下矿山的逐渐发展由于矿床赋存形态的多样性、复杂性和特殊性, 矿区地质条件复杂, 因此巷道开挖过程中极易发生破坏, 本文以南温河矿区地下巷道为例进行支护研究主要得出以下结论。

针对目前巷道情况对顶板锚杆支护角进行优化研究发生当支护角度为 80° 能很好的控制位移和塑性区发育, 其次对两帮进行喷浆支护支护在综合支护作用下巷道变形显著减小, 塑性区仅局部出现因此很好的支护了巷道为后续巷道支护提供了方法。

关 键 词 : 巷道开挖; 支护; Flac3D; 塑性区

Research On The Support Of An Underground Roadway Based On Flac3D

Li Heng, Yuan Conglin, Tan Xiao, Han Longjiang, Bai Rui

Wenshan Malipo Zijin Tungsten Industry Group Co., LTD. Yunnan ,Wenshan 663000

Abstract : With the gradual development of underground mines due to the diversity, complexity and specificity of the deposits endowed with the form of complex geological conditions in the mining area, so the tunnel excavation process is very easy to damage, this paper is an example of the South Warm River mine underground tunnel support research mainly concluded the following conclusions.

For the current situation of the roadway on the roof anchor support angle optimization research occurs when the support angle of 80° can be very good control of displacement and plastic zone development, followed by the two gangs of slurry support support in the integrated support role of the roadway deformation is significantly reduced, the plastic zone is only localized, so very good support for the roadway for the subsequent roadway support to provide a method.

Key words : roadway excavation; support; Flac3D; plastic zone

一、引言

在地下矿开采过程中巷道作为地下矿的重要组成部分^[1], 在生产过程中具有重要意义, 然而巷道在开挖过程中不可避免的由于节理裂隙或断层的影响或者本身岩体性质较差发生顶板塌陷等破坏严重影响了矿山生产和工人生命安全^[2], 因此对于巷道稳定性支护研究极为重要^[3]。

目前国内外学者对于巷道稳定性做了很多研究如田立志^[4]等基于 flac3D 以大隆矿某巷道为例分析了巷道在动压影响、构造压力、软弱夹层等作用下巷道的稳定性情况并对巷道进行支护优化有效的控制了顶板下沉和两帮破坏。郭原伟^[5]等基于某煤矿巷道运用 flac3D 采用锚杆对巷道进行支护很好的控制了两帮及顶板的变形。王伟^[6]等针对煤矿深部软岩巷道为研究开挖前和开挖后稳定性情况运用 FLac3D 采用喷浆锚杆的支护工艺对巷道进行支护, 研究得出采用该支护方式塑性区范围显著减小, 最大应力值下降能很好的支护巷道。穆磊^[7]等为确保巷道支护的合理性保证生产运用 Flac3D 对预应力大小、锚杆长度和间排距进行优化, 研究得出锚杆为 2m 排距为 0.8m 能很好的支护边坡。

因此本文以南温河某钨矿为例, 对巷道进行支护^[8]研究以保证矿山的正常生产

二、区域地层及工程地质概况

矿区大地构造单元属华南褶皱系, 滇东南褶皱带, 越北隆起之北缘, 老君山穹窿构造的东侧。成矿区位于环太平洋成矿域, 老君山花岗岩钨锡多金属成矿带。

(一) 地层

区域内地层发育不全, 从老到新依次出露有: 下元古界猛洞岩群南秧田组 (Pt_1n) 及酒西岩组 (Pt_1s)、上元古界新寨岩组 (Pt_3x)、中寒武统田蓬组 (ϵ_2t)、龙哈组 (ϵ_2l)、上寒武统唐家坝组 (ϵ_3t)、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系及第四系, 而沿老君山岩体四周成环带状展布的主要地层为元古界及寒武系地层 (详见表 2.1)。

由老至新简述如下:

(1) 下元古界南秧田岩组 (Pt_1n):

为猛洞岩群的组成部分, 与南捞片麻岩 (Ngn) 呈断层接触。岩石组合为二云片岩、二云石英片岩、石英片岩夹少量斜长角闪岩、斜长片麻岩及斜长变粒岩, 局部夹砂卡岩, 是本矿区白钨矿的主要含矿层位, 岩石构成以片岩为主体, 岩石中“顺层”滑动构造明显, 主要出露在老君山岩体东、东南部的外接触带, 出露面积约 $37km^2$, 厚 158 ~ 267m。

* 作者简介: 李恒, 男, 1991 年 6 月生, 云南宣威人, 本科, 中级工程师, 汉族, 主要从事金属矿开采技术与管理等方面工作

(2) 下元古界酒西岩组 (Pt₁s) :

为猛洞岩群的组成部分, 与南秧田岩组为次生面理接触。岩石组合以黑云变粒岩、条带状变粒岩与石英岩为主, 次为浅粒岩、斜长角闪岩以及少量钙硅酸盐岩, 是区内白钨矿的主要含矿层位之一, 分布在猛洞乡酒西北西一带, 出露面积约1km²。

通过对采集数据处理并结合现场情况、周边地质勘察情况, 根据同向轴、振幅、频率综合确定探测区域内的地质情况。

(二) 巷道及采空区工程地质概况

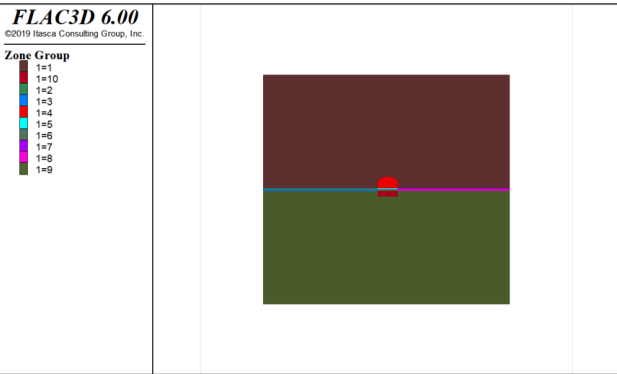
顶底板为浅灰色砂卡岩, 中~微风化, 呈薄~中厚层状, 壁面成潮湿~点滴状渗水, 节理裂隙主要发育有两组, 285° < 9° 及 335° < 57°, 受节理裂隙影响岩体切割成块状~次块状结构, 整体完整性及稳定性较好。顶板以上2m左右发育有强~中风化层状片岩, 巷道顶板部分揭露强风化片岩, 开挖巷道顶板在强风化片岩中, 易产生层状脱落现象。矿体产状呈近水平状, 目前采用的采矿方法是房柱法, 柱子之间间距8~10m, 一般为8m, 矿柱尺寸4×4m, 若爆破面积过大, 可增加C25混凝土浇筑的2.3×2.3m临时矿柱进行支撑, 部分采空区采用废石无结顶充填, 距离顶板约1.0~2.0m, 主要为控制采空区顶板垮落所造成的冲击地压问题, 距离近地表距离约20m, 靠近地表10m以内的矿体易引起地表塌陷。

三、数值计算稳定性分析

(一) 模型建立

本次计算模型根据大鱼塘矿区地形地质图及中段平面图及剖面图建立,

如图1所示由于巷道深埋于低于所建立的模型如图所示, 模型x轴长50m轴高50m轴长50m, 上覆岩层采用应力的形式施加在模型顶面, 计算过程中固定四周及底部边界计算采用摩尔库伦本构。岩体力学参数如表1所示。



> 图1 数值计算模型

表1 岩土体物理力学参数

岩体	弹性模量	泊松比	粘聚力	内摩擦角	容重
砂卡岩	5.5e9	0.25	0.45e6	32	2820
夹层	1.5e9	0.28	0.15	26	2200

如图2为矿山现有支护方式^[9], 所示顶板锚杆支护, 采用Ø22mm螺纹钢锚杆支护, 支护角度70°~80°之间, 前进式支护因此对其进行优化计算其合适角度, 因此为研究不同支护角度下顶板作用情况采用90°、80°、70°、60°、50°五种方式进行

优化计算。

(二) 应力分析

巷道开挖会产生应力变化的原因是由于岩石的力学性质和应力状态的变化导致的。具体来说, 巷道开挖会对周围的岩石产生影响, 使得岩石的应力状态发生变化, 从而导致应力变化。

在巷道开挖前, 岩石处于自然应力状态, 这种应力状态是长期地质历史过程中形成的, 具有一定的平衡。但是, 当巷道开挖时, 岩石受到破坏, 原有的应力平衡被打破, 周围的岩石会受到应力的影响, 从而产生应力变化。此外, 巷道开挖还会破坏岩石的连续性, 使得岩石的力学性质发生变化, 从而导致应力变化。例如, 岩石的强度和弹性模量会因巷道开挖而降低, 这也会导致应力变化。

如图所示为开挖后最大最小主应力云图,

当支护角度为90度时顶板最大主应力为1.2Kpa, 最小主应力为26Kpa。

当支护角度为80度时顶板最大主应力为1.24Kpa, 最小主应力为25.2Kpa。

当支护角度为70度时顶板最大主应力为1.23Kpa, 最小主应力为25.0Kpa。

当支护角度为60度时顶板最大主应力为1.239Kpa, 最小主应力为24.9Kpa。

当支护角度为50度时顶板最大主应力为1.23Kpa, 最小主应力为25.2Kpa。

(三) 位移分析

巷道开挖由于岩石的力学性质和应力状态的变化导致的。具体来说, 当巷道开挖时, 岩石受到破坏, 原有的应力平衡被打破, 周围的岩石会受到应力的影响, 从而产生位移变化。

在巷道开挖前, 岩石处于自然应力状态, 这种应力状态是长期地质历史过程中形成的, 具有一定的平衡。但是, 当巷道开挖时, 岩石受到破坏, 原有的应力平衡被打破, 周围的岩石会受到应力的影响, 从而产生位移变化。巷道开挖还会破坏岩石的连续性, 使得岩石的力学性质发生变化, 从而导致位移变化。开挖过程中岩石的强度和弹性模量会因巷道开挖而降低。

当支护角度为90度时z方向下沉位移为7.781mm, 底板隆起为8.863mm, 左帮位移为2.258cm, 右帮位移为2.31cm。

当支护角度为80度时z方向下沉位移为7.784mm底板隆起为8.864mm, 左帮位移为2.259cm, 右帮位移为2.312cm。

当支护角度为70度时z方向下沉位移为7.789mm底板隆起为8.864mm, 左帮位移为2.258cm, 右帮位移为2.314cm。

当支护角度为60度时z方向下沉位移为7.787mm底板隆起为8.865mm, 左帮位移为2.258cm, 右帮位移为2.313cm。

当支护角度为50度时z方向下沉位移为7.801mm底板隆起为8.864mm, 左帮位移为2.258cm, 右帮位移为2.312cm。

(四) 塑性区分析

如图3所示在Flac^{3D}计算中, 由于工程扰动影响会导致模型内部应力不断转换, 使得岩体发生破坏, 在计算过程中如果岩体达到屈服条件就会发生破坏, 在Flac^{3D}计算中, 规定单元正在进入

屈服阶段用 shear-n、tension-n 表示，当之前的进入屈服阶段，现在退出屈服阶段用 shear-p、tension-p 表示。

如图所示塑性区主要出现在两帮区域顶板并未出现塑性区，因此认为顶板处于稳定状态。但两帮区域塑性区贯通可能发生破坏

（五）综合支护

通过上述分析可知在优化支护角度作用下当支护角度为 90 度能很好的控制位移但是两帮塑性区贯通容易发生破坏因此两帮选择喷浆支护进行支护^[10]。如图 4 所示。

1.综合支护作用下应力分析

如图所示在综合支护作用下巷道最大主应力为 7.9Kpa，巷道最小主应力为 31.3Kpa，通过分析可知巷道处于压应力状态，通过应力分析可知巷道处于稳定状态。

2.综合支护作用下位移分析

在综合支护作用下巷道开挖临空面产生顶板下沉位移为 0.66mm，底板隆起位移为 0.87mm。巷道左帮位移为 0.02mm，右

帮位移为 0.23mm，巷道变形较小整体处于稳定状态。

3.综合支护作用下塑性区分析

通过塑性区结果可知，仅巷道右帮区域出现局部拉伸破坏，塑性区未贯通巷道处于稳定状态。

结论

本文通过南温河矿区某地下巷道为例通过建立数值计算模型进行优化主要得出以下结论。

通过对巷道顶板锚杆支护角度优化可知，在支护角度为 80°能够很好的控制顶板位移和塑性区发育。

通过分析可知巷道两帮塑性区贯通易发生破坏因此采用喷浆进行支护如结果所示，在喷浆支护作用下顶板下沉位移为 0.66mm，底板隆起位移为 0.87mm。巷道左帮位移为 0.02mm，右帮位移为 0.23mm，并且塑性区只是局部出现巷道变形较小因此认为整体处于稳定状态

参考文献

[1] 褚翔辉. 基于矿压分析对巷道支护的研究 [J]. 机械管理开发, 2023, 38(12):269-270+273.DOI:10.16525/j.cnki.cn14-1134/th.2023.12.102.

[2] 刘根亮. 地应力紊乱区巷道围岩关键注浆参数模拟及定向注浆加固技术研究 [J]. 煤, 2024, 33(04):54-58.

[3] 张磊. 掘进巷道锚杆支护技术优化研究 [J]. 能源与节能. 2023,(5).

[4] 田立志, 王国清, 任砚东, 等. 基于 FLAC 3D 数值模拟的巷道支护优化设计研究 [J]. 中国设备工程, 2024, (S1):174-176.

[5] 郭原伟, 史芳, 刘占新. 基于 FLAC~(3D)的煤矿巷道锚杆支护技术研究 [J]. 能源与环保, 2021, 43(12):298-304.DOI:10.19389/j.cnki.1003-0506.2021.12.052.

[6] 王伟, 李小龙, 宋彦琦, 等. 基于 FLAC~(3D)的巷道分步开挖支护稳定性模拟研究 [J]. 矿产勘查, 2020, 11(09):2045-2052.

[7] 穆磊, 赵龙刚. 基于 FLAC~(3D)数值模拟的巷道围岩稳定性及支护参数设计研究 [J]. 能源与环保, 2018, 40(12):170-173.DOI:10.19389/j.cnki.1003-0506.2018.12.040.

[8] 陈诗佳. 工作面平巷支护参数设计及数值模拟研究 [J]. 机械管理开发, 2024, 39(02):289-290+293.DOI:10.16525/j.cnki.cn14-1134/th.2024.02.112.

[9] 张家祿, 谢建林, 付玉平, 等. 基于 FLAC3D 多煤层开采下大巷底鼓控制技术研究 [J]. 煤炭与化工, 2023, 46(12):22-26.DOI:10.19286/j.cnki.cci.2023.12.006.

[10] 吴小斌. 软岩巷道支护参数设计数值模拟分析 [J]. 山东煤炭科技, 2023, 41(11):10-14+19.

BIM技术在装配式建筑施工质量管理中的应用探索

周诗哲

湖南省郴州建设集团有限公司，湖南 郴州 423000

摘 要：近年来，我国建筑业发展速度非常快。在当前建筑市场中，装配式建筑得到了广泛应用。但是，由于装配式建筑在设计施工过程中存在一定的不可控因素，导致施工质量无法达到预期标准。为了不断提升工程质量和效率，从业人员需持续关注 BIM 技术的最新发展趋势，并结合实际情况进行适应性调整。本文首先分析了我国 BIM 在建筑也的使用现状，然后阐述了其使用中的阻碍，并针对于此提出一些解决策略，期望能为我国建筑施工质量管理提供一些帮助。

关 键 词： BIM 技术；装配式；施工质量管理；应用

Exploration Of The Application Of Bim Technology In The Construction Quality Management Of Prefabricated Buildings

Zhou Shizhe

Hunan Chenzhou Construction Group Co., LTD. Hunan, Chenzhou 423000

Abstract： In recent years, the development speed of China's construction industry is very fast. In the current construction market, prefabricated buildings have been widely used. However, due to the certain uncontrollable factors in the design and construction process of prefabricated buildings, the construction quality can not meet the expected standards. In order to continuously improve the quality and efficiency of the project, employees need to pay attention to the latest development trend of BIM technology and make adaptive adjustments according to the actual situation. This paper first analyzes the current situation of BIM in buildings in China, then expounds the obstacles in its use, and some solutions are put forward, hoping to provide some help for China's construction quality management in China.

Key words： BIM technology; assembly type; construction quality management; application

一、引言

随着经济社会的发展，我国的建筑市场也随之迅速发展。目前，在我国建筑市场中，最受欢迎和应用广泛的建筑就是装配式建筑。但是由于其在设计、施工等环节存在一定的问题，导致工程质量无法达到预期要求。

二、我国装配式建筑施工质量管理现状

（一）起步较晚

与国外相比，我国装配式施工的发展还处于起步阶段，无论是在技术上还是在管理上，都有很大的差距。近几年，随着我国建设事业的快速发展，建设事业也步入了新的发展时期。同时，国家出台了一系列促进装配式建筑发展的政策和政策，为其营造良好的外部环境。然而，在国内，参与装配式建筑工程建设的公司很少，他们的技术水平也不高，而且各部门之间缺乏有效的沟通和交流，这就导致了装配式建筑施工的质量管理难度很大。为此，必须加强对其质量控制的研究，以提升工程建设的质量水平，推动我国建设事业的可持续发展。

（二）核心理念存在差距

由于我国在发展装配式建筑的过程当中，并没有广泛地进行

研究与关注，而是盲目地模仿和学习国外先进国家的相关技术和经验，导致在管理方面的理念还不够成熟，技术使用不符合国情，导致质量管理还存在着较大的差距。在现阶段我国当中，装配式建筑施工的质量管理工作缺乏科学性，使得企业在施工过程中也会出现一些问题，从而影响整体的施工质量。另外，对于装配式建筑来说，在实际施工的过程当中，不仅涉及到了建筑结构的质量，还包含了对构件本身以及材料等质量的控制。因此，要想真正提高装配式建筑的施工质量，就必须改变传统的管理理念，并将 BIM 技术运用于装配式建筑施工过程之中，从而实现对工程建设各个阶段的全面管控，避免施工中出现质量问题。

（三）发展迅速

近年来，尽管我国装配式建筑在建造业得到了快速发展。但是，目前我国的装配式建筑还处于起步阶段，在市场需求、政策支持等方面都与发达国家存在着较大的差距，这些差距造成了对装配式建筑的认识不足，技术不够成熟，人才匮乏等问题，限制了装配式建筑行业的发展。为了促进装配式建筑产业健康稳定发展，政府加大了扶持力度，出台了一系列相关政策措施，其中包括加快推进装配式建筑标准化设计与产业化建造；积极引导建筑企业进行转型升级，大力推广钢结构装配整体式混凝土剪力墙体系和钢框架结构体系应用，实现建筑工业化全过程的节能环保等等。这些政策的实施，有力推动了装配式建筑的发展进程，为提

* 作者简介：周诗哲，男，1990.11，汉族，湖南省郴州市安仁县人，大专，中级工程师，研究方向：绿色建筑

高装配式建筑施工质量提供了保障。

（四）有良好发展前景

在如今的建筑行业当中，装配式建筑是一个全新的发展方向。但就目前而言，也存在着一定的缺点和不足。因此，如何改善这些缺点与不足，将其优势发挥出来，使装配式建筑得到更好的推广应用，是建筑业需要思考的问题。基于此背景下，我们就必须要对装配式建筑施工质量管理进行研究分析，只有这样才能保证建筑工程质量得到进一步提升。而 BIM 技术则是一种新型技术，其自身具备强大的数据信息管理功能，可以全方位、多角度展示出工程施工进度及施工全过程，为建筑施工提供了便利。此外，随着我国科技水平的不断提升，BIM 技术也得到了广泛的应用，且取得了良好的经济效益。所以，在装配式建筑施工质量管理中引入 BIM 技术，能够有效解决传统质量管理模式所存在的问题，使施工质量得到明显提高，减少资源浪费现象出现的概率，节约大量成本投入，从而使我国建筑行业得到快速稳定发展。

三、BIM 技术在装配式建筑施工质量管理中应用的重要性

（一）提升质量管理精确性

在装配式建筑的实践中，建筑材料和构件的选择与设计方案制定过程充满了诸多不确定性，这些不确定因素通常在项目执行的不同阶段产生影响。由于信息分布广泛且相互独立，从最初的建筑概念设计到最终的施工完成，都可能受到这些不确定性的挑战。而 BIM 技术的运用，可以对施工现场进行统一管理，提高施工质量管理的精度。使得建设单位与业主，开发商三方可以共享同一个模型，方便各方对存在的问题进行及时的分析，并给出相应的解决办法，从而提升问题的求解效率，为项目建设提供科学的参考。所以，将 BIM 技术合理地运用到装配式建筑建设中，可以有效地提高工程质量管理的精度^[1]。

（二）减少了安全问题发生可能

BIM 技术的应用，为项目建设提供了一个可视化的平台，从而降低了项目的安全风险。通过在 3D 仿真软件中引入 BIM 模型，实现多角度、多方位的可视化，极大地提高了信息的传输效率。而且，利用 BIM 可以实时更新的技术，让项目有关人员能够对整个工程的进度进行掌握，并了解其中可能存在的风险因素，以便能够在第一时间采取有效的措施，确保施工现场的安全性。此外，还可以根据工程的具体情况，来构建一个虚拟模拟系统，对其进行比较分析，然后进行修正和优化，从而达到施工过程的优化，进一步提升作业安全的目的。

（三）增强企业经济效益

建筑业企业只有在持续创新的基础上，才能获得长期的发展，采用 BIM 技术可以有效地降低工程造价。在当今的建筑行业中，如果我们仍然完全依靠那些已经沿用多年的建造工艺，无疑会造成极大的资源浪费。这样不仅不利于企业经济效益的提升，而且也对社会和经济的可持续性发展构成了障碍。然而，随着技术的进步，特别是 BIM 技术的引入和其与三维设计、项目管理、

施工管理等多个方面的紧密结合，带来了前所未有的改变。这种改变不仅仅体现在效率的提升上，更重要的是，它能为企业创造出更加丰厚的经济效益。通过将 BIM 技术融入到装配式建筑的工程建设中，可以预见，这种先进的信息技术将成为推动建筑业转型升级的关键力量。利用 BIM 进行三维设计，可以实现更为精准的空间布局 and 材料使用规划，从而大大减少不必要的成本开支。在项目管理层面，BIM 技术的应用能够提高工作流程的透明度和可追溯性，这对于优化资源配置、控制成本以及提高工程质量都具有不可估量的价值。此外，在装配式建筑中，BIM 技术还能有效地促进供应链管理，确保从设计到施工再到后期维护的整个生命周期内，每一环节都能得到高效和精确的管理。

（四）节约人力资源

BIM 是一种新型的信息技术，它能有效地降低工程建设中的人员成本。采用 BIM 技术对装配式施工进行质量管理，可以有效地解决由于图纸传递不准确、信息更新不及时而导致的返工问题，还可以防止多次测量结果的误差。另外，利用 BIM 技术所构建的三维实体模型，可以清楚地反映各组成部分的空间位置和相互关系，为施工人员理解施工过程和需要注意的问题提供一定的参考。这样，管理者就不需要花费太多的精力在重复的工作上，从而节省了人力。

四、在建筑施工质量管理中应用 BIM 技术时遇到的阻碍

（一）缺乏施工前的检测准备

在传统的建设项目中，BIM 技术也有粗略的运用，但基本都是在项目实施的后半期。在以往的建筑作业当中，BIM 技术在工程建设初期并没有应用于工程建设的相关信息采集工作。在建设前期，我们必须对项目的基础资料有一个大致的了解，比如，项目的地点，周边环境，季节等。然而，通常采用手工获取的方法，会产生一些误差。而在施工过程中，由于施工过程中存在着很多隐患，施工人员往往难以察觉，若要等到发现后才采取措施，其工作量将会成倍的增长。所以，只有在施工前做好充分的准备工作，才能够有效地提高建筑施工质量管理的效率。

（二）BIM 技术设备落后

目前，国内的 BIM 装备应用水平还比较低。并且，由于缺乏专门的 BIM 软件，进一步导致了建筑企业难以将 BIM 技术运用到实际工程中去，难以使 BIM 技术的优势得以充分发挥。此外，存在一些建设单位对这种技术还不是很熟悉，缺乏一个统一的标准，所以在使用的时候，就会产生很多问题，很难符合现实的需求。例如，建设项目的施工环境比较复杂，施工程序比较繁琐，而且施工时间比较长，这也给施工造成了一定的困难。要想进一步提升工程建设的质量，就需要在实践中运用 BIM 技术，这就需要相关人员具有很高的专业素质，同时对于设备也有很高的要求^[2]。

（三）企业对于 BIM 技术使用不认可

当前，国内建筑业大部分企业还没有接受 BIM 技术。BIM 技术应用于建筑行业固然有其优越性，但也存在着前期投资成本

高、人员培训困难、管理体制不健全等问题，导致其不愿采用 BIM 技术。另外，还有一些企业对 BIM 的了解不多，觉得 BIM 技术对建设项目的管理作用不大，所以很少在实践中运用。这也是因为企业对 BIM 技术的认识还不够深入，难以在实际工程中推广。但是，从当前我国建筑施工质量管理发展现状可以看出，随着时代的不断发展，传统的质量管理模式已经无法满足新时期人们的需求。为此，必须要转变传统观念，通过引进和应用 BIM 技术来实现建筑施工质量的有效提升。同时，相关部门还要加强对 BIM 技术的宣传力度，让更多的企业认识到 BIM 技术的重要性，进而推动该项技术在我国建筑施工领域内的应用。

（四）缺乏高素质人才

BIM 技术应用对建设工程质量管理人员的需求越来越大，建设企业急需从现有员工中遴选具有 BIM 知识与操作能力的人才。受传统思想与工作压力等因素的制约，很多员工的学习积极性不高，制约了 BIM 技术在施工质量管理领域的推广。除此之外，当前的现实情况是，大部分从事建筑施工管理工作的人员对于 BIM 技术的深入理解与运用并不透彻。他们往往将学习 BIM 技术看作是一项任务，或是为了迎合上级的要求而被动接受培训。这种态度导致了 BIM 技术在实际操作中难以充分发挥其应有的价值和效果。尽管理论上 BIM 技术能够大幅提高建筑工程的效率和质量，但在实际应用中却显得力不从心，未能达到预期的成果。

五、BIM 在建筑施工质量管理中的具体应用策略

（一）提升企业对 BIM 技术的重视

就当前的 BIM 技术而言，建筑行业中应用 BIM 技术的企业并不多。究其原因，是因为很多施工单位认为 BIM 技术没有实际意义，只是一种新型的设计工具，不仅使用难度较高、学习成本也很大，因此不愿意投入过多资金和精力去研究和发展 BIM 技术。另外，由于该技术对于设计者以及施工者的专业素养要求较高，如果设计者和施工者无法掌握这类技术的核心要点，将会给整个项目带来较大损失。基于此，为有效提升建筑施工企业对 BIM 技术的重视程度，应当通过积极开展培训活动等方式来培养相关人才。只有不断优化和完善人才培养机制，才能为企业提供源源不断地高素质复合型人才。此外，还要加强对 BIM 技术研发人员的激励力度，促进企业内部形成良好的竞争氛围，让员工之间能够相互学习和借鉴，共同进步。在这种背景下，不仅可以进一步推动我国建筑行业的发展，还能够实现资源共享，最大限度减少重复劳动。

（二）完善 BIM 技术的硬件设施

建设项目的成功开展依赖于相应的硬件设施。要使 BIM 技术在工程建设中得到更好的运用，必须要有完善的硬件设施，才能为 BIM 模型的建立创造必要条件，保证 BIM 模型的工作效率和质量。例如，在建筑工地上安装了电脑终端，可以对 BIM 模型进行实时监控和管理此外，在施工的每一步中，必须安装先进的三维扫描仪以及各种精密的测量设备。这些高科技设备将会大大提升工作人员在现场进行数据收集的效率和准确性。通过这些设备，可以对建筑物的各个细节进行详细的测量和扫描，从而获取更为

精确、全面的建筑物三维模型，为后续的设计与施工提供强有力的数据支持。这种技术的应用不仅提高了工作的质量，也确保了工程项目能够以最科学、最精确的方式顺利推进。

（三）引进高素质人才

在应用 BIM 技术的过程中，想要保证其工作效率和质量，就必须引进相应的人才。由于这项技术是国外的产物，所以需要建筑企业对管理人员进行培训，使其能够熟练地掌握该技术，并将其应用到实际施工管理中。目前我国大部分建筑企业都没有开展这方面的培训工作，从而导致了相关人才的缺乏，也影响着该技术的应用效果。因此，为了提高建筑施工质量管理水平，企业应重视高素质人才的培养工作。首先，企业可以成立 BIM 专业部门，负责开展该项工作；其次，企业可以与高校合作，选择优秀的毕业生作为储备人才，为其提供相应的培训机会；最后，企业还可以与其他建筑企业展开交流，借鉴他人经验，促进自身发展。

（四）建立基于 BIM 技术的紧急保护措施

在项目施工过程中，可能会遇到不可预测的情况。为了保证建筑工程施工质量，必须制定相应的紧急保护措施，以便可以及时进行处理。由于 BIM 软件具有强大的信息储存功能，因此可以利用其存储大量数据，包括各个节点之间的关系、材料和设备等，这些都是实施紧急保护的依据。此外，还应根据具体情况对软件进行修改和完善，以实现快速维护，从而提高建筑施工的安全性。

六、结语

在当今时代，BIM 技术已被公认为装配式建筑蓬勃发展的关键支撑。它的优势在于提供了一种创新的技术手段，能够优化建筑设计、施工过程及项目管理。这种技术不仅简化了工作流程，还能通过精确的数据分析来提升工程效率和建筑质量。通过这种方法，他们可以确保 BIM 技术与装配式建筑的未来发展同步前进，共同推动建筑业向着更加绿色、智能和高效的方向迈进。

参考文献

- [1]王成华，孙伟，郝长洪：建筑工程管理中 BIM 技术的应用探讨[J]。散装水泥：2022,(2)。
- [2]黎梓峰。预应力技术在道路桥梁工程施工中的质量管理研究[J]。运输经理世界，2023,(36):126-128。
- [3]姚健，陈志华，马荣，等。基于 BIM 技术的装配式建筑实践教学探索——以应用型本科工程管理专业为例[J]。高教学刊，2023,9(28):114-118,123。
- [4]曾锦尧。装配式建筑施工技术在建筑工程施工管理中的应用探究[J]。模型世界，2023(25):129-131。
- [5]韩宇。浅析装配式建筑施工质量管理[J]。建筑与预算，2023(7):13-15。
- [6]孟立基。浅析装配式建筑施工质量管理措施[J]。砖瓦，2023(7):94-96。
- [7]李晨。装配式建筑施工质量管理方法与验收策略探析[J]。建设机械技术与管理，2024,37(1):93-94,103。
- [8]杨霞。BIM 技术在装配式建筑施工质量管理中的应用[J]。建材发展导向(上)，2022,20(2):135-137。
- [9]王一鸣，丁灵超。BIM 技术在装配式建筑施工质量管理中的应用[J]。现代工程技术，2022,1(2):90-92。
- [10]李政，管华。BIM 技术在装配式建筑施工质量管理中的应用研究[J]。中国建筑装饰装修，2022(9):156-158。

基于 BIM 对狭窄管廊内机电管线安装施工分析

杜玉伟

中国新兴集团有限责任公司, 北京 100080

摘 要： 建筑信息模型 BIM 是近年来，在建筑工程应用最广泛的新兴数字化技术。BIM 实现了建筑工程由二维图纸向三维模型的转变，对于大型的、复杂的建设项目机电设备安装工程的设计和施工有重要意义。随着公共建筑功能越来越复杂机电安装工程也变得越复杂。狭小空间内安装的设备管线也越多，施工中经常出现管线碰撞，而导致返工，造成工期延误与经济损失。BIM 技术给建筑施工方提供了一个新的方向，本文针对作者在施项目中 BIM 的应用展开分析。

关 键 词： BIM 技术；机电工程；施工管理

Analysis of mechanical and electrical pipelines in narrow pipe gallery based on BIM

Du Yuwei

China Xinxing Group Co., Ltd. Beijing 100080

Abstract： Building Information Modeling (BIM) has emerged as the most widely utilized digital technology in construction engineering in recent years. BIM facilitates the transition of construction engineering from two-dimensional drawings to three-dimensional models, and is highly significant for the design and construction of large and complex mechanical and electrical equipment installation projects. With the increasing complexity of public buildings, electrical and mechanical installation projects have become more intricate. The greater number of equipment pipelines installed in confined spaces often leads to pipeline collisions during construction, resulting in rework, delays in construction schedules, and economic losses. BIM technology offers a new direction for the construction industry.

Key words： BIM Technology; mechanical and electrical engineering; construction management

一、引言

随着建筑工程的复杂化，传统的二维设计方法已经难以满足现代建筑的需求。建筑信息模型（BIM）技术的应用，特别是在狭窄空间和密集管廊的机电安装施工中，提供了极大的便利和效率。本文通过具体案例——齐家园外交公寓改扩建项目，详细探讨了 BIM 技术在机电管线安装中的应用。分析了利用 BIM 技术优化管线布局、预防施工碰撞、提高施工质量与效率的具体策略和成效。该研究不仅展示了 BIM 技术在解决传统施工难题中的实际应用，也为类似复杂环境下的建筑施工提供了重要的参考和借鉴^[1]。

二、工程概况及重难点

齐家园外交公寓改扩建项目位于北京市朝阳区建国门外大街9号，工程建筑面积104855 m²，其中地下建筑面积39594 m²，地上65261 m²。地下4层，地上19层，本工程公共走道和狭窄走廊占建筑面范围大，机电工程管线主要沿地下走廊区域分布，地下1、2、3、4层Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ段走廊宽度为3.3m，核心筒之间Ⅲ段管廊宽度3.4m。地下室各层机电管道均为沿管廊内密集排布^[2]。

该工程所有电气及能源机房均位于9号楼地下部分，机电管

线排布层最多达到6层，密集管廊区域机电管线占机电整体管线安装量70%，各种系统错综复杂，施工难度大。检查中发现已施工的地下密集区域机电管线存在较多质量问难，存在不停拆改现象，设备数量众多，设备类机房运输安装难度大。在机电安装工程中，管廊机电管线和设备机房的安装是工程的重点，而机电工程与其它专业的配合施工确保质量与进度则是本工程的重点和难点^{[3][4]}。

三、BIM在狭窄管廊内施工安装中的应用

（一）采用 BIM 技术对传统 CAD 图纸中机电管线位置进行优化设计，解决狭小空间、密集管廊等内空间浪费问题。

（二）应用 BIM 制作机电管线安装交底动画，确定各节点施工顺序。

（三）基于 BIM 技术的机电管线综合排布由于可视化程度高、多专业间可协同工作、管线设备信息完善、操作施工直观等优点，可以指导复杂机电工程的管线安装工程。

（四）利用 revit 软件将各专业 CAD 汇集在同一个模型中，根据管线综合排布原则，在密集部位平均分配管道布局，减少空间浪费，达到提高净高的目的。

（五）应用 BIM 制作狭窄空间内各机电管线安装的漫游视

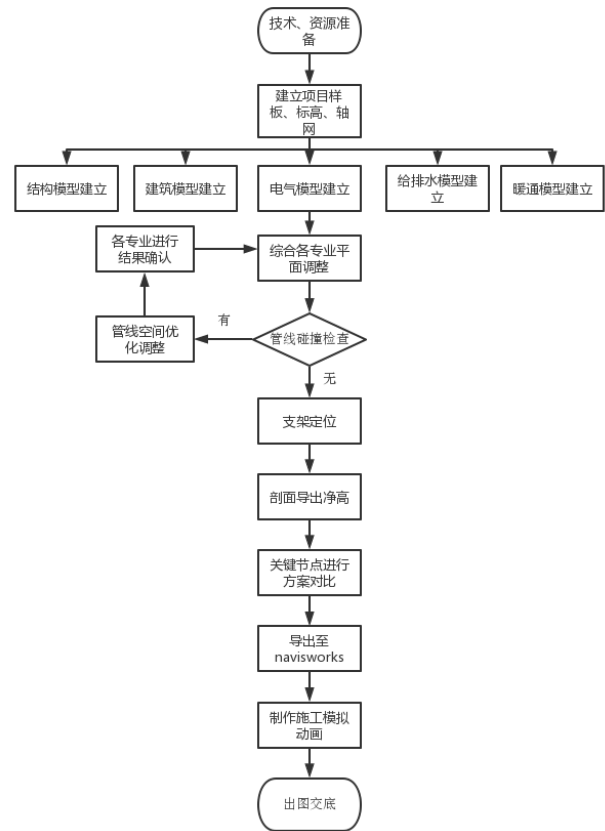
* 作者简介：杜玉伟（1989年6月—），男，汉，河南省洛阳市，中国新兴集团有限责任公司，工程师，本科，研究方向：建筑及机电工程施工，信息化，BIM应用。

频，确定各管线在每个复杂节点的安装顺序，降低返工可能性，提高施工效率^[5]。

四、实施过程及操作要点

(一) 工艺流程

如图4-1所示：



> 图4-1 施工过程工艺流程图

(二) 操作要点

1. 技术、资源准备

- (1) 收集、整理工程中各个专业的图纸及变更资料。
- (2) 配备高性能计算机及正版 REVIT、NAVISWORK 等软件。
- (3) 任务分工，按准备工作、模型搭建、碰撞检查、管综优化、优化出图分阶段分工，并制定好工作计划^[6]。
- (4) 制定机电管线综合排布原则。

2. 建立项目样板、标高、轴网

- (1) 建立基准项目样板文件，主要是机电管线系统设定（包含系统名称、缩写、颜色等信息和过滤器的设置），并根据设计文件完成机电系统的配管。项目样本文件也可以采用红瓦大师自带的文件加以修改^[7]。
- (2) 建立标高、轴网。首先设置项目基点，建立标高和轴网，或者利用 revit 中复制 / 监视命令从其他模型中复制，复制时注意标高是否为建筑标高，注意所有专业模型基点设置一样。

3. 结构、建筑及电气、给排水、暖通各专业模型建立

- (1) 首先设置工作集、设置各专业的权限，以结构专业为中

心文件进行建模。

- (2) 建筑模型的各材质应与结构模型的各材质外观分开，以便直观的在三维视图中看出哪些构件是承重部分，哪些构件是非承重部分。

- (3) 利用中心文件进行电气、给排水、暖通专业单专业建模，导入的 CAD 底图时需要备注其图纸的日期，以避免到工程后期，大量的图纸堆积，不能准确的找到对应的底图。

- (4) 在机电模型建立中，可以利用过滤器功能将不同专业，不同系统的管道以颜色区分开来，在综合布线时就能方便查看。

- (5) 在建立模型时，按照各系统顺序从下向上建模，这样提升建模效率。对于喷淋系统，可以利用红瓦系统快速进行模型翻转。在进行建模过程过程中，尽量避免进行管道翻弯，以便于后期管道优化调整。

4. 综合各专业进行平面调整

- (1) 各专业分专业单独设计，在平面规划上可能存在相互重叠。因此，在模型搭建完后应先进行管线平面优化调整^[8]。
- (2) 以机电模型为主体，将结构与建筑模型链接进机电模型中，采用平面优化，可有效筛除多数简单的管线碰撞点，从而减轻碰撞修正的负担。此过程可先通过 Revit 工具中的过滤器，对同标高的管线进行初步调整，继而扩展至整个专业的管线布局优化。

5. 碰撞检查

- (1) 碰撞检查主要分两步 1：硬碰撞；2：软碰撞
- (2) 将模型导入 navisworks 软件进行碰撞检查，通过 navisworks 与 revit 同步功能进行逐个碰撞点的处理^[9]。
- (3) 使用 Navisworks 进行机电与结构碰撞检查时，一是注意机电模型和土建模型的原点和单位要一致。

6. 管线空间优化调整

- (1) 管线空间优化调整的基本流程如下：①分析管线与结构梁的相互碰撞②审核预设标高的合理性③重新设定合适的标高④对同一标高的管线进行碰撞调节。

- (2) 管道的调整需要机电管线综合排布原则进行考虑，尽量避免上下翻弯的次数。

7. 各专业对结果确认

- (1) 在空间初步深化阶段，最好结果由现场安装工长进行检查确认，结合结构施工图确定出各专业管线的标高，以保障管线优化后的可施工性。
- (2) BIM 团队确定初步方案后，应由机电总包召集各专业分包进行讨论深化方案的合理性，经各方签字核实后确认。
- (3) 深化后的结果与设计进行深化设计确认。

8. 支架定位

- (1) 管道优化完成后可以进行管道支架的布置，支架的布置要求保证管道横平竖直，及其功能性不受影响。
- (2) 对于狭小空间、密集管廊的区域，我们应采用组合支架的方式进行搭建，避免每个系统的独立支架占用较多的空间，影响其他管道的安装和整个区域的净高。

9. 剖面导出净高

在 revit 模型中将建立好的三维模型进行剖面分析，并标注该

位置的标高和各类系统。

10. 关键节点和密集区域进行安装方案对比

对于特别关键的部分及部分管线密集区域，可以通过 REVIT 进行多种方案的布置，然后导出三视图，充分考虑施工安装方便及后期检修空间，对各专业安装进行施工交底，施工时考虑先后顺序及留出空间。

11. 导出 NAVISWORK

(1) 模型优化后，将不属于建筑部分的模型通过软件 NAVISWORK 进行格式转换进行轻量化处理，下发到现场的施工人员手中。

(2) 通过现场人员手机或 IPAD 端安装闪电看模，在任何区域可以直接查看建筑及机电模型，在模型中点击模型还可以查看模型属性。

12. 制作施工模拟动画

(1) 利用 NAVISWORKS 软件进行三维漫游，重点展示管廊区域及密集区域的管线排布，进行浏览动画的制作，加入进度及造价统计表，实现项目的 5D 施工模拟。

13. 出图交底

可以建立企业机电安装工程 BIM 出图规范，优化出图中应注意以下技巧：

(1) 视图管理：视图组织一定要清晰且易于区分，最好在每个出图视图后加上特定后缀以便区分。同时，确保视图标记准确无误，防止在协作中被误删除。

(2) 过滤器应用：设置过滤器以区分不同的专业图纸，有助于各专业的图纸输出。特别是在 Revit 中，电气专业因缺少系统设置，可通过过滤器对电缆桥架进行颜色配置，而其他管线如管道和风管系统，则根据其系统特性进行颜色设置。

(3) 整合 REVIT 与 NAVISWORK 软件的所有成果后，形成一套完整的交底图纸，从平面图，剖面图，三维图，交底动画等方面，管理人员可以快速直观的管道到每个作业区域，多方位管理项目，更好的提高狭窄管廊内机电管线的安装合格率。

五、实施效果

通过策划并编制应用狭窄空间、密集管廊内的机电管线施工作业指导书，为狭窄空间、密集管廊内的机电管线安装提供技术支持，依据 BIM 管线综合排布原则，结合各专业碰撞检查结果，出具 BIM 管综图纸，能够通过三维模型展示各专业管线标高、专业管线翻弯避让图与标高位置空间关系，提前解决各管线交叉问题，减少后期拆改，保障后续施工顺利进行，有效提高机电管线安装一次合格率，同时也为孔洞预留提供数据支撑^[10]。

六、经济、效益分析

本采用 BIM 技术为狭窄空间、密集管廊内的机电管线安装提供技术支持，达到优化净高，优化管道走向的目的。提高了公司在业内的影响力，取得了良好的社会效益。根据本次技术活动成果，编制了《狭窄空间、密集管廊内的机电管线作业指导书》，在企业范围内进行推广应用，并申请了企业级施工工法。

以齐家园外交公寓改扩建项目机电安装工程为例，通过该种施工方法的执行，使得机电管线安装此项关键线路工期提前了 40 天，显著提高了狭窄空间、密集管廊内机电管线安装的一次安装合格率，最终节约材料、人工、管理综合费用约 120 万元。

七、BIM 技术在机电施工中的应用的总结

综上所述，在狭窄管廊内机电管线施工中应用 BIM 技术，不仅可以提高管理的精细化水平、严格把控施工进度，还能提高项目的施工质量。BIM 技术作为当前在工程建设行业应用最为广泛的信息化技术之一，应多与其他数字技术相结合，共同助力工程施工项目的管理，尤其是最为复杂的狭窄空间、密集管廊内机电安装，积极应用新科技、新技术、新方法，减少拆改、返工，减少资源浪费，减少安全问题。

参考文献：

- [1] 石雯宇. BIM 技术在公共建筑机电安装工程中的应用研究 [D]. 沈阳工业大学, 2021.
- [2] 彭程. BIM 技术在机电施工管理过程中的应用分析 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2021(11): 42-43.
- [3] 马梦琪. 公共建筑机电安装工程 BIM 技术应用研究 [D]. 河北工程大学, 2022. DOI: 10.27104/d.cnki.ghbjy.2021.000423.
- [4] 黄正凯, 钟剑, 张振杰, 等. 基于 BIM 平台测量机器人在机电管线施工中的应用 [J]. 施工技术, 2016, 45(06): 24-26.
- [5] 谢建国, 赵贵林. 基于 BIM 技术的管线密集区域管道综合排布研究 [J]. 工程机械与维修, 2023(04): 226-228.
- [6] 刘丽. 基于 BIM 技术的密集空间内机电管线安装施工技术分析 [J]. 居舍, 2019(01): 51+82.
- [7] 苏伟杰, 韦伟. 应用 BIM 技术对密集空间内机电管线安装的施工技术研究 [J]. 建筑施工, 2018, 40(03): 421-423.
- [8] 郭林飞. 管线综合布置技术在建筑机电安装工程中的运用 [J]. 中国住宅设施, 2023(10): 91-93.
- [9] 陈宗信. 商业项目室内综合管线净高分析 [J]. 智能建筑电气技术, 2023, 17(05): 79-83.
- [10] 祝迪, 苗斌, 来进兵, 等. 机电 BIM 综合排布技术在商业综合体中的应用 [J]. 安装, 2023(03): 31-33.

煤矿掘进自动化与智能化发展趋势

徐超

方圆建筑安装有限责任公司，黑龙江 双鸭山 155100

摘要： 随着科技的飞速发展，煤矿掘进领域正迎来自动化与智能化的新浪潮。这一变革不仅极大地提升了煤矿开采的效率和安全性，同时也为实现煤矿行业的可持续发展提供了有力支持。通过引入先进的技术手段，提高掘进过程中的安全性和效率，同时降低对人力资源的依赖，是当前煤矿行业面临的重要任务。深入研究和探讨煤矿掘进自动化与智能化的发展趋势，对于推动行业的现代化具有重要意义。本文将详细探讨煤矿掘进自动化与智能化的发展趋势，以期对相关领域的研究和实践提供参考。

关键词： 煤矿掘进；自动化；智能化发展；趋势

Coal mining automation and intelligent development trend

Xu Chao

Fangyuan Construction and Installation Co., LTD. Shuangyashan, Heilongjiang 155100

Abstract： With the rapid development of science and technology, the field of coal mining is ushering in a new wave of automation and intelligence. This change not only greatly improves the efficiency and safety of coal mining, but also provides strong support for the sustainable development of the coal industry. It is an important task for the coal mining industry to improve the safety and efficiency in the mining process and reduce the dependence on human resources by introducing advanced technical means. It is of great significance to further study and discuss the development trend of automation and intelligence in coal mining for promoting the modernization of the industry. This paper will discuss the development trend of automation and intelligence in coal mining in detail, in order to provide reference for the research and practice in related fields.

Key words： coal mining; automation; intelligent development; tendency

煤矿行业作为全球能源供应的重要组成部分，一直面临着如何在保证工人安全和提高生产效率的同时，实现资源的可持续开采。传统的煤矿掘进方式依赖大量的人力，且在复杂多变的地下环境中存在诸多安全隐患。自动化与智能化技术在煤矿掘进中的应用是一个不断发展的领域，需要政府、企业和社会各方共同努力，加大技术研发和推广应用的力度。也需要关注新技术应用可能带来的社会 and 职业转型问题，制定相应的应对策略。

一、煤矿掘进自动化的发展现状

煤矿掘进自动化的发展已经取得了显著成果，自动化设备的应用、数据采集与分析以及远程监控和操作等技术的应用为煤矿掘进的安全和效率提供了有力保障^[1]。这些技术不仅可以提高煤矿掘进的安全性和效率，还有助于降低对人力资源的依赖，推动行业的可持续发展。随着技术的不断进步和创新，煤矿掘进自动化将迎来更加广阔的发展前景。

（一）自动化设备的应用

（1）自动掘进机：在煤矿掘进作业中，自动掘进机以其强大的功能发挥着至关重要的作用。这些机器能够自动完成切割、装载和运输等一系列复杂作业，极大地减少了人力参与，提升了工作效率^[2]。自动掘进机的优势在于其高效性、安全性以及成本效益。相较于传统的人力掘进，自动掘进机能够显著提高掘进速

度，同时降低因人为因素导致的事故风险。此外，通过减少人力参与也降低了企业的人力成本。随着技术的不断进步，自动掘进机的发展趋势将更加智能化。未来的自动掘进机将能够自适应不同的地质条件和掘进需求，通过智能算法优化作业流程，进一步提高掘进效率。

（2）智能传感器：在煤矿掘进过程中，智能传感器的应用也日益广泛。这些传感器种类繁多，包括地质雷达、位移传感器、温度传感器等，它们能够实时监测掘进过程中的各种参数^[3]。例如，地质雷达能够探测地下的岩石层结构和地质变化，为掘进作业提供重要的参考信息；位移传感器则能够实时监测掘进机在掘进过程中的位置变化，确保掘进作业的精度；温度传感器则可以监测掘进区域的温度变化，为掘进作业提供安全保障。通过对这些参数的实时监测和分析，智能传感器能够提前预警可能存在的风险，如岩石松动、瓦斯积聚等，从而保障掘进过程的安全和效

* [作者简介]姓名：徐超，出生年月：1992年9月7日，性别：男，民族：汉，籍贯：辽宁省昌图县，学历：本科，职称：初级工程师，从事的研究方向或工作领域：煤矿掘进。

率。同时，机器人具有较高工作准确性和效率，能够快速完成巡检和维修任务，提高了煤矿掘进作业的整体效率。此外，随着技术的不断发展，机器人还将具备更多的功能和特性，如自主导航、智能识别等，进一步提高其在煤矿掘进中的应用范围和效果。

（二）数据采集与分析

在煤矿掘进作业中，数据采集系统发挥着至关重要的作用。通过安装各种传感器和数据采集设备，能够实时收集掘进过程中的各种数据，如掘进速度、设备状态、地质情况等。这些数据对于评估掘进效率、安全风险和设备健康状况具有重要意义^[4]。通过对数据的分析可以及时发现掘进过程中存在的问题，为改进作业流程和提高效率提供科学依据。同时，利用大数据分析和机器学习等先进的数据分析技术，可以对收集到的数据进行深度挖掘和处理，发现隐藏在数据背后的规律和趋势，为掘进作业的决策和优化提供有力支持。

（三）远程监控和操作

在煤矿掘进作业中，远程监控和操作技术的应用也日益广泛。通过建立稳定可靠的网络连接，可以实现对掘进设备的远程监控和操作^[5]。通过远程监控可以实时了解掘进设备的运行状态和掘进进度，及时发现和处理设备故障或异常情况。同时，远程操作也可以实现对掘进设备的远程控制，如调整掘进速度、改变掘进方向等，提高了作业的灵活性和适应性。此外，远程监控和操作技术还可以降低现场人员的安全风险和工作强度，提高作业效率和质量。在未来的煤矿掘进作业中，远程监控和操作技术将发挥更加重要的作用，为煤矿行业的安全生产和高效发展提供有力保障。图1 远程可视化监控系统。



> 图1 远程可视化监控系统

二、煤矿掘进智能化的关键技术

煤矿掘进智能化的关键技术包括智能化控制系统、人工智能技术和5G与物联网技术的应用。这些技术的综合应用可以显著提高掘进作业的自动化水平、安全性和效率，为煤矿行业的发展提供有力支持^[6]。通过引入先进的技术手段，不仅能够提高生产效率和安全性，还能降低对环境的影响，为实现资源的可持续开发提供支持。

（一）智能化控制系统

在煤矿掘进作业中，智能化控制系统占据了举足轻重的核心地位。它通过集成先进的控制算法和智能化系统，实现了对掘进设备和作业过程的精确控制，极大地提升了掘进作业的效率 and 安全性^[7]。智能化控制系统能够实时分析这些数据，并根据分析结果自动优化掘进参数和运行策略，确保掘进作业的高效进行。智能化控制系统的优化策略不仅提高了掘进效率，还降低了能耗和

材料损耗。通过智能调整设备的运行状态，系统能够在保证作业进度的同时，减少不必要的能源消耗和材料浪费。此外，智能化控制系统还提升了掘进设备的自动化水平。掘进设备可以在无人干预的情况下，按照预设的程序和策略进行自动作业。这极大地降低了人工操作的风险，提高了作业的安全性和稳定性。

（二）人工智能技术的应用

在人工智能技术的应用方面，机器学习算法发挥了重要作用。通过机器学习算法对掘进过程进行学习和预测，使系统能够自适应地调整掘进策略。无论地质条件如何变化，或者设备状态如何调整，都能确保掘进作业的顺利进行^[8]。人工智能技术在故障诊断与预警方面也有广泛应用。通过对设备运行数据的实时分析，系统能够及时发现潜在故障并提前发出预警，以便技术人员及时进行处理。这大大减少了设备故障对掘进作业的影响，提高了作业的连续性和稳定性。在决策支持方面，人工智能技术为掘进作业的决策者提供了科学依据。通过对历史数据和实时数据的综合分析，系统能够预测掘进过程中的风险和挑战，为决策者提供有针对性的建议和方案。

（三）5G和物联网技术的应用

随着5G和物联网技术的不断发展，其在煤矿掘进作业中的应用也越来越广泛。5G技术的高带宽、低时延特性使得掘进设备之间的数据传输更加迅速和稳定。物联网技术则将掘进设备连接到互联网，实现了设备之间的互联互通。在掘进作业现场，可以利用5G和物联网技术进行远程监控和管理。通过手机终端可以实时查看设备状态、掘进进度等掘进作业的情况。如果发现任何问题，可以随时联系现场的技术人员进行处理。通过5G和物联网技术的应用，掘进作业的协同性和效率得到了进一步提升。掘进设备可以实时共享数据、协同工作，实现了掘进作业的智能化和高效化。远程监控和管理也为企业的安全生产提供了有力保障。

三、自动化与智能化对煤矿掘进带来的影响

自动化与智能化技术的应用对煤矿掘进带来了诸多积极影响，不仅提高了安全性和效率，还降低了对人力资源的依赖和对矿工技能的要求的变化。自动化与智能化技术的发展也减少了对人力资源的依赖。随着智能化设备的普及和应用，煤矿行业对人力资源的需求逐步减少，降低了劳动力成本和培训成本。这些变化将有助于推动煤矿行业的可持续发展和转型升级。这些变革不仅推动了煤矿行业的进步，也为矿工们带来了更好的工作环境和发展机会。

首先，自动化与智能化技术的应用显著提高了煤矿掘进过程的安全性。传统的煤矿掘进作业往往伴随着较高的风险，但如今，通过引入智能化掘进系统，可以实现对掘进过程的精确控制。例如，在一次煤矿掘进作业中，工人们通过操作智能掘进机，可以根据实时地质数据进行智能调整，避免了因人为操作失误而引发的安全事故。其次，自动化与智能化技术还大大提高了煤矿掘进的效率。传统的掘进方式往往依赖于人工操作，效率低下且成本高昂。通过智能化掘进系统，可以实现对作业流程的优

化和作业参数的实时调整。通过智能化系统可以实时监测掘进速度，并根据数据反馈调整掘进参数，使得掘进效率得到了大幅提升。

四、煤矿掘进自动化与智能化的发展趋势

在当前全球能源结构转型和科技进步的大背景下，煤矿掘进自动化与智能化成为了煤炭行业转型升级的关键环节。煤矿掘进自动化与智能化的发展趋势将受到技术创新、市场需求和国家政策的多重驱动。技术创新、市场需求和国家政策支持共同推动了煤矿掘进自动化与智能化的发展。随着技术的不断进步和应用，煤矿掘进将实现更高效、更安全、更环保的生产方式，为煤矿行业的可持续发展做出更大贡献。

（一）技术创新引领发展

在煤矿掘进领域，随着科技的不断进步，自动化设备与技术升级成为了推动行业发展的重要力量。如今，高智能化的掘进机、精确控制的导航系统等先进设备已逐渐应用于煤矿掘进作业中，为行业带来了前所未有的变革。这些设备不仅具备高度的自动化水平，还能根据地质条件和工作环境进行智能调整，大大提高了掘进效率。随着控制系统的不断优化，未来的掘进作业将更加高效和智能。通过引入先进的控制算法和人工智能技术，系统能够实时分析掘进过程中的数据，自动优化掘进参数和运行策略，确保掘进过程的高效、安全和稳定。在智能算法的应用方面，随着人工智能技术的不断发展，机器学习、深度学习等技术也在煤矿掘进中得到了广泛应用。通过机器学习算法，可以对掘进过程中的各种因素进行精确预测，从而提前调整掘进策略，确保作业顺利进行。

（二）市场需求驱动发展

除了技术创新外，市场需求也是推动煤矿掘进自动化与智能化发展的重要因素。随着社会对环境保护和能源安全的要求越来越高，煤矿掘进自动化与智能化在安全和环保方面的优势逐渐凸

显。煤矿企业开始意识到，采用先进技术不仅能够提高生产效率，还能降低能耗和材料损耗，实现可持续发展。在市场竞争方面，随着煤矿掘进自动化与智能化技术的不断成熟和普及，市场竞争也日益激烈。煤矿企业需要不断提高自身的技术水平和市场竞争力，才能在中立于不败之地。市场需求、技术进步、政策支持和经济全球化等因素共同推动了煤矿掘进自动化与智能化的发展。在未来，随着这些因素的不断演变和相互作用，煤矿掘进自动化与智能化将呈现出更加蓬勃的发展态势。

（三）国家政策支持推动发展

国家政策支持也为煤矿掘进自动化与智能化的发展提供了有力保障。国家出台了一系列支持政策，包括资金扶持、税收优惠等，鼓励企业加大技术创新投入，推动行业发展。同时，国家还加强了相关标准的制定和推广工作，促进了技术的规范化和标准化。在示范工程建设方面，国家积极推动煤矿掘进自动化与智能化的示范项目。这些项目通过实际案例展示了技术的优势和效果，为其他煤矿企业提供了宝贵的经验和借鉴。国家政策支持、人才培养和国际合作等因素将为煤矿掘进自动化与智能化的发展提供强大的推动力。随着这些因素的不断强化和作用机制的完善，煤矿掘进自动化与智能化将迎来更广阔前景。

结论

煤矿掘进自动化与智能化是煤矿行业发展的重要方向，涵盖了从无人化掘进设备到自适应掘进系统，再到远程控制技术和人工智能等多个方面。通过技术创新和市场需求驱动，煤矿掘进自动化与智能化将不断向前发展。随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展，煤矿掘进自动化与智能化将实现更高水平的发展，为煤矿行业的可持续发展做出更大贡献。同时，也要认识到这一转变过程中可能出现的问题，并积极寻找解决方案，确保行业的平稳过渡和可持续发展。

参考文献

[1] 卢琛. 煤矿掘进设备发展及改进研究 [J]. 能源与节能, 2024, (03): 168-171.
[2] 白日. 煤矿高效掘进技术现状与发展趋势 [J]. 能源与节能, 2024, (02): 157-160.
[3] 张世奇. 煤矿掘进技术发展现状及趋势 [J]. 能源与节能, 2024, (01): 170-173.
[4] 李哲. 机电自动化在掘进作业面中的应用 [J]. 能源与节能, 2023, (12): 212-214.
[5] 郭永红. 煤矿综掘智能化开采技术研究 [J]. 矿业装备, 2023, (04): 127-129.
[6] 张英. 煤矿开采技术现状及发展趋势 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41 (12): 191-192.
[7] 陆跃先. 智能化掘进机在煤矿掘进中的应用 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2021, (11): 140-141.
[8] 杨毅. 关于煤矿智能掘进技术的应用探讨 [J]. 冶金管理, 2021, (07): 10-11.
[9] 胡登高, 范迅. 薄煤层开采发展趋势及自动化开采实践 [J]. 矿业装备, 2015(11):4.D01:CNKI:SUN:KYZB.O.2015-11-034.
[10] 阮九福. 煤矿信息化自动化新技术与发展 [J]. 商品与质量, 2017, 000(036):108.D01:10.3969/j.issn.1006-656X.2017.36.100.

地下采矿工程施工的不安全因素分析

徐仙亮

江西龙鼎企业管理集团南方矿山建设有限公司, 江西 上饶 334200

摘 要： 地下采矿工程是矿业生产的重要组成部分，其施工过程具有高风险性和复杂性，而且由于地下采矿工程施工环境封闭，地质条件复杂，施工过程中容易出现坍塌、瓦斯爆炸、透水、火灾等多种安全事故，这些不安全因素不仅会威胁施工人员的生命安全，还会对工程进度和质量产生严重影响，因此深入分析地下采矿工程施工中的不安全因素，找出其产生的原因，并提出有效的防范措施，对于保障施工安全、提高工程质量具有重要意义，所以本文就地下采矿工程施工的不安全因素进行分析，希望能够对广大读者有所帮助。

关 键 词： 地下采矿；工程施工；不安全因素

Analysis of Unsafe Factors in Underground Mining Engineering Construction

Xu Xianliang

Jiangxi Longding Enterprise Management Group Southern Mining Construction Co., Ltd., Shangrao, Jiangxi 334200

Abstract： Underground mining engineering is an important component of mining production, and its construction process is highly dangerous and complex. Due to the closed construction environment and complex geological conditions, various safety accidents such as collapse, gas explosion, permeability, and fire are prone to occur during the construction process. These unsafe factors not only threaten the safety of construction personnel, but also have a serious impact on the progress and quality of the project. Therefore, an in-depth analysis of the unsafe factors in underground mining engineering construction, identifying their causes, and proposing effective preventive measures is of great significance for ensuring construction safety and improving project quality. Therefore, this article analyzes the unsafe factors in underground mining engineering construction, hoping to be helpful to readers.

Key words： underground mining; engineering construction; unsafe factors

引言：

随着经济的快速发展和对矿产资源需求的不断增加，地下采矿工程作为矿产资源开发的主要手段，其重要性日益凸显，但由于地下采矿工程施工环境的复杂性和特殊性，施工过程中的安全问题日益突出，成为制约地下采矿工程发展的重要因素，因此对地下采矿工程施工中的不安全因素进行深入分析，探讨其防控措施，对于提高地下采矿工程的安全管理水平具有重要意义。

一、地质条件的不安全因素

（一）地质结构复杂

地质结构复杂多变，包括断层、裂隙、溶洞等多种地质特征，这些特征使得施工过程中容易发生坍塌和滑坡等事故，而且断层和裂隙等地质结构的存在，会削弱岩体的整体稳定性，增加了施工区域发生坍塌的风险；而溶洞的存在则会影响地层的稳定性，使支护结构难以有效起到支撑作用，从而导致施工区域的安全风险增加。而且地层的稳定性直接关系到巷道和采场的支护效果，如果地层不稳定，支护结构就难以发挥其应有的作用，施工区域就会存在较高的坍塌风险，因此解决这一问题的关键在于加强地质勘察，详细了解施工区域的地质条件，并通过地质勘察，识别断层、裂隙、溶洞等地质特征，评估地层的稳定性，为制定

科学的支护方案提供基础数据^[1]。

（二）瓦斯和有毒气体

瓦斯主要指甲烷等易燃易爆气体，在采矿过程中，瓦斯积聚到一定浓度时，遇火源会发生爆炸，造成人员伤亡和设备损毁，其中瓦斯爆炸是地下矿井中最常见的重大安全事故之一，其破坏力巨大，不仅会导致矿井内设备的毁坏，还会引起大规模的瓦斯燃烧，造成更严重的二次灾害，而瓦斯爆炸的主要原因是瓦斯浓度过高、通风不良、火源控制不当等，由此可见瓦斯的监测和排放是确保施工安全重中之重，有毒气体如一氧化碳、二氧化硫等，在地下采矿过程中也较为常见^[2]。这些气体的浓度过高时，会导致施工人员中毒，甚至危及生命，例如一氧化碳是一种无色无味的有毒气体，在高浓度下会导致窒息，而二氧化硫则会刺激呼吸系统，引起严重的呼吸困难，因此地下采矿工程中必须对瓦斯和有毒气体进行严格

* 作者简介：姓名：徐仙亮，性别：男，出生年月：1986年11月21，籍贯（省和市）：江西省德兴市，民族：汉族，学历：大专，现有职称：无，专业方向：采矿工程。

监测和管理，确保瓦斯和有毒气体的安全管理。

（三）地下水和透水风险

地下水可能通过裂隙、断层等地质构造进入采矿区域，导致施工区域积水，影响施工进度和安全，其中透水事故的发生不仅会造成施工现场的积水，影响正常的施工操作，还可能引发更严重的后果，如设备损毁、人员伤亡，甚至引起大面积的淹没和地面塌陷等次生灾害，其中地下水带来的风险主要包括水位上升、突发透水和长期渗漏等几种形式，因为水位上升可能会增加地层的压力，导致地层的稳定性下降；突发透水则可能在短时间内涌入大量地下水，造成施工现场的迅速淹没，危及施工人员的生命安全；长期渗漏则会逐渐侵蚀地层和支护结构，影响工程的长期稳定性^[9]。

二、施工环境的不安全因素

（一）施工空间狭窄

地下采矿工程施工空间狭窄，作业人员和设备的活动受限，增加了施工的难度和风险，因为在狭窄的空间内，施工人员的操作范围受限，容易发生碰撞和挤压事故，尤其是在多人协同作业时，更容易发生意外；此外设备的运行和维护也更加困难，设备摆放不当或操作不当，都可能导致设备故障或损坏，例如大型采掘设备在狭窄的巷道中运行时，转弯和操作空间不足，容易发生机械故障或损坏管线^[4]，为了减轻这一问题的影响，首先应合理规划施工空间，根据实际情况优化设备布置，确保设备摆放有序，留出足够的通道和操作空间；其次应加强对施工现场的管理，合理安排施工人员的作业位置和活动范围，避免人员和设备的相互干扰；此外定期检查和维护设备，确保其处于良好状态，减少故障发生的几率，从而保障施工的顺利进行和施工人员的安全。

（二）通风条件差

通风不良会导致施工区域空气质量下降，从而使得瓦斯和有毒气体无法及时排出，增加中毒和爆炸风险，例如瓦斯浓度过高，遇到明火可能引发爆炸，造成严重的人员伤亡和设备损坏，此外通风不良还会导致施工人员的作业环境闷热、缺氧，影响其工作效率和安全，长时间在缺氧环境中作业，容易导致身体不适、疲劳甚至昏厥，所以为改善通风条件，应建立完善的通风系统，设计合理的通风路径，确保新鲜空气能够覆盖到每一个作业区域；并做到定期检查和维护通风设备，保证其正常运行和高效排风，避免因设备故障导致通风不良；接着设置瓦斯监测仪器，实时监测瓦斯浓度，一旦超标，立即启动应急通风措施，确保施工区域的空气流通和安全，从而保障施工人员的健康和施工安全。

（三）照明不良

照明不足使得施工区域的能见度低，增加了工作中的不确定性和危险性，例如在光线不足的情况下，施工人员容易看不清操作界面和工具，导致接线错误、设备安装不当等问题，甚至引发安全事故；此外照明不良还会影响设备的正常运行和维护，设备故障难以及时发现和处理，增加了维修难度和成本，所以为确保照明质量，应安装充足的照明设备，并根据不同作业区域的需求，合理布置灯具，确保照明均匀和充足，特别是在重要的作业

点和通道口，应设置高亮度照明设备，提升能见度，这样通过加强照明管理，便可以提供良好的作业环境，可以有效减少操作失误和设备故障，提高施工效率和安全性^[6]。

三、设备使用中的不安全因素

（一）设备故障和老化

采矿设备在长期运行过程中，不可避免地会经历部件磨损和老化，这些问题如果不及时解决，将严重影响设备的性能和安全性，例如采矿设备的传动系统、液压系统、电气系统等关键部件，在长期运行中可能出现磨损、老化、松动等问题，导致设备运行效率下降，甚至发生故障，如果设备故障发生在瓦斯浓度较高的环境中，可能引发瓦斯爆炸，造成严重的人员伤亡和财产损失。除此以外设备故障还可能导致机械伤害，如设备突然失控、坠落、倾覆等，给施工人员带来生命危险，因此加强设备的日常维护和检查，及时发现和处理设备故障，是保障施工安全的重要措施^[9]。

（二）设备操作不当

地下采矿设备种类繁多，操作复杂，需要专业的技能和丰富的经验，如果操作人员不熟悉设备性能和操作规程，容易发生误操作，导致设备故障和安全事故，例如操作人员在不按照规定操作大型采掘设备时，可能导致设备失控，损坏周围设施，甚至引发瓦斯泄漏和爆炸等严重事故，除此以外操作人员的不规范操作还可能导致设备的过载运行，增加设备的磨损和故障风险，所以要想确保设备的安全运行，那么就必须加强对操作人员的培训，一次你施工单位应定期组织操作人员进行培训和考核，确保其掌握设备的正确操作方法和安全规程，并且培训内容包括设备的基本原理、操作步骤、常见故障及处理方法、安全注意事项等，确保操作人员能够熟练掌握和运用。

（三）设备维护不足

设备在运行过程中需要定期维护和保养，以确保其处于良好状态并能够安全运行，如果忽视设备的维护工作，设备性能将逐渐下降，故障风险随之增加，而且缺乏维护的设备可能出现润滑不足、部件磨损、电气接触不良等问题，这些问题如果得不到及时解决，将大大提高设备的故障率，甚至导致严重的安全事故，因此为保证设备的安全运行，施工单位应建立完善的设备维护制度，制定详细的维护计划，定期对设备进行检查和保养，而维护工作则应包括设备的清洁、润滑、紧固、校正和更换磨损部件等，确保设备始终处于最佳工作状态。对于发现的问题，应及时进行记录和处理，避免小问题演变成大故障，这样通过系统的维护管理，便可以有效延长设备的使用寿命，减少故障发生，提高施工的安全性和稳定性^[7]。

四、防范措施

（一）加强地质勘察和监测

施工前，应进行详细的地质勘察，以全面了解地质结构和水

文情况,如通过地质勘察,确定地下的断层、裂隙、溶洞等地质特征,评估地层的稳定性,并识别可能存在的瓦斯和地下水风险,这些信息对于制定科学的施工方案至关重要,可以有效预防因地质条件复杂而导致的安全事故;而在施工过程中,则应加强地质监测,实时监控地层的变化情况,及时发现潜在的地质风险,其中监测手段包括地质雷达探测、钻孔取样、应力测量等,这样通过这些手段,便可以及时发现地层的不稳定因素,如地层移动、裂隙扩展等。而且施工单位也可以根据监测结果去及时调整施工方案和支护措施,确保施工区域的安全性。

(二) 改善施工环境

施工单位应建立完善的通风系统,去确保施工区域的空气流通和新鲜空气供应,因为地下采矿工程中,瓦斯和有毒气体的积聚是重大安全隐患,而良好的通风系统可以有效排除这些有害气体,降低中毒和爆炸风险,而且通风系统还可以调节施工区域的温度和湿度,提供舒适的作业环境,提高施工人员的工作效率;其次施工单位应安装充足的照明设备,确保施工区域的能见度,毕竟地下采矿环境通常较为昏暗,照明不足容易导致施工人员操作失误和设备故障,而合理布局照明设备,采用高亮度、耐用的灯具,则能够确保每一个作业点都有充足的光线,减少事故发生的可能性^[8];再者合理规划施工空间,优化设备布置,提供足够的活动空间,也能够降低施工风险,毕竟如果设备和人员的活动受限限制在狭窄的空间内,那么就会容易发生碰撞和挤压事故。

(三) 提高设备管理水平

施工单位要建立完善的设备维护制度,明确设备检查和保养的周期和标准,确保每台设备都能得到及时的维护和保养,并且要做到定期检查设备的各项性能指标,及时更换磨损的部件,确保设备始终处于良好状态,特别是对关键设备和高风险设备,应增加检查频率,进行更加严格的维护和检修,防止设备故障引发安全事故;其次施工单位还要加强对操作人员的培训,确保其掌握设备的正确操作方法和安全规程,因为操作人员的技能和操作规范性直接影响设备的运行安全,所以施工单位应定期组织培训,提升操作人员的技能水平,并通过考核和实践操作,确保其

熟练掌握设备操作规程;此外施工单位还要加强设备管理的监督和考核,建立设备使用和维护的档案,记录设备的运行情况和维护历史,并通过数据分析去发现潜在的问题和风险,从而及时采取预防措施,这样通过系统的设备管理,可以有效提高设备的运行效率和安全性,减少设备故障和事故发生的可能性,保障施工的顺利进行^[9]。

(四) 强化安全教育和培训

施工人员的安全意识和操作技能直接影响施工的安全性,而定期进行安全教育和培训,可以有效提高其安全防范意识和应急处理能力,因此施工单位应制定全面的安全培训计划,其中这个计划要涵盖安全操作规程、设备使用规范、应急处理技能等内容,确保施工人员能够掌握必要的安全知识和技能,并且培训内容应结合实际施工情况,通过理论学习和实际操作相结合的方式,使施工人员能够在实践中掌握安全操作要点;其次施工单位可以定期组织安全演练,模拟可能发生的各种突发事故,如瓦斯爆炸、透水事故、设备故障等,增强施工人员的应急反应能力和协同作战能力,并通过演练,去发现应急预案中的不足之处,及时进行修订和完善;再者施工单位应加强安全教育的宣传力度,通过张贴安全标语、发放安全手册、举办安全知识竞赛等方式,营造浓厚的安全文化氛围,使安全意识深入人心,这样通过系统的安全教育和培训,便可以有效提高施工人员的安全素养,减少人为失误和事故的发生^[10]。

结语:

总而言之,本文通过对地下采矿工程施工中常见的不安全因素进行分析,揭示了地质条件、施工环境、设备使用和人员管理等方面存在的问题,并提出了相应的防范措施,其中研究表明通过加强地质勘察和监测、改善施工环境、提高设备管理水平、强化安全教育和培训、完善应急预案等措施,可以有效降低地下采矿工程施工中的安全风险,保障施工人员的安全和工程的顺利进行。

参考文献

- [1] 郑志勇. 采矿工程施工中的不安全技术因素及对策分析[J]. 中国高新技术企业, 2013(22): 84-85.
- [2] 王庚, 刘作为, 韦庆发. 采矿工程施工中的不安全技术因素及对策分析[J]. 才智, 2012(11): 47.
- [3] 李维民, 李春生. 采矿工程施工中的不安全技术因素及对策分析[J]. 民营科技, 2015(03): 175.
- [4] 李武军. 浅谈采矿工程施工中的不安全技术因素及对策[J]. 黑龙江科技信息, 2015(20): 61.
- [5] 银德生. 采矿工程施工中不安全技术因素及对策[J]. 中外企业家, 2019(12): 127.
- [6] 宋大明. 浅谈采矿工程中不安全技术因素分析与对策研究[J]. 化学工程与装备, 2019(04): 310 ~ 311.
- [7] 崔艳芳. 采矿工程中不安全技术因素及对策分析[J]. 现代商贸工业, 2019, 40(03): 184.
- [8] 乔宏波. 采矿工程施工中不安全技术因素及对策探讨[J]. 世界有色金属, 2018(17): 37 ~ 38.
- [9] 袁仁茂, 马凤山, 邓清海, 等. 急倾斜厚大金属矿山地下开挖岩移发生机理[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2008.D01:JournalArticle/5aeba2d7c095d709440bca69.
- [10] 文永胜, 方颜空, 吕力行. 地下金属矿山灾害分析与防治[J]. 矿业工程, 2010(2):3.D01:10.3969/j.issn.1671-8550.2010.02.021.

基于 BIM 技术的港口装卸设备智能化设计与管理

李文龙

中交一航局安装工程有限公司，天津 300457

摘 要： 随着我国口岸的迅速发展，码头装卸设备在数量、种类、功能等方面都得到了极大的提高。港口装卸设备是港口生产的关键部件，其高效、安全的运行对于提升港口运营效率、节约能源有着十分重要的意义。而将 BIM 技术引入到传统的装卸设备中，能够使港口装卸设备的管理更加智能化，从而提升港口的作业效率，减少能源消耗，降低成本。本文将 BIM 技术、智能制造技术、大数据技术相结合，构建一种以 BIM 技术为基础的智能设计和管理系统，使之达到“数字化、信息化、智能化”的目的。

关 键 词： BIM 技术；港口；装卸设备；智能化

Intelligent Design And Management Of Port Loading And Unloading Equipment Based On BIM Technology

Li Wenlong

INSTALLATION ENGINEERING CO.,LTD OF CCCC FIRST HARBOR ENGINEERING CO.,LTD, Tianjin 300457

Abstract： With the rapid development of China's ports, the quantity, type and function of wharf loading and unloading equipment have been greatly improved. Port loading and unloading equipment is the key component of port production, and its efficient and safe operation is of great significance for improving the port operation efficiency and saving energy. The introduction of BIM technology into the traditional loading and unloading equipment can make the management of the port loading and unloading equipment more intelligent, so as to improve the operation efficiency of the port, reduce the energy consumption and reduce the cost. This paper combines BIM technology, intelligent manufacturing technology and big data technology to build an intelligent design and management system based on BIM technology, so that it can achieve the purpose of "digitalization, information and intelligence".

Key words： BIM technology; port; loading and unloading equipment; intelligent

一、引言

在全球经济一体化进程不断加快的背景下，港口作为供应链中的关键环节，对一国经济的发展具有举足轻重的意义。而码头装卸设备是码头的核心部件，其设计的好坏和管理的好坏，将会对整个码头的运作效率产生很大的影响。

二、结合 BIM 技术发展港口装卸设备智能化必要性

（一）提高装卸效率

传统的港口设备设计多采用平面图的方法，无法将设计方案与设备的关联表达出来，从而影响设备的性能及使用效率。实际港口装卸设备因其本身的特性，在进行设计时，应充分考虑其所处位置的局限性。例如，集装箱码头多为堆型布局，且对场地环境及排水条件有较好的需求，致使其平面布局与场地边界存在着互相制约的关系。堆场设计中，往往要同时兼顾场地和堆场的平面位置，这给场地有限的堆场带来了很大的困难。另外，在对集装箱码头进行设计时，还应充分考虑堆场空间和箱形箱尺寸的相互影响。例如，某一大型煤炭码头，因其堆场位置有限，在实际生产中很难按设计要求完成装卸工作。所以进行港口机械装备性能分析时，需要针对不

同的工作状态，对其进行有效的动态分析，以装备布局参数为输入变量，将其与输出变量相对应，利用模型模拟方法，对各项性能指标进行求解。在此基础上，利用 MATLAB 软件编制程序，在有限元法的基础上，对设备布置进行了优化，以达到节约投资，提高生产能力，减少能源消耗的目的^[1]。

（二）提升安全性

传统的港口装卸设备设计多依据图纸进行，缺少对其进行三维仿真，因此，在实际操作中，由于操作错误、设备损毁等原因，造成了大量的事故^[2]。而采用 BIM 技术构建的智能码头装卸装备管理系统，能够对其进行 3D 仿真，并与其进行仿真，从而达到安全监控的目的。比如在设备设计阶段，可以采用 BIM 技术对其进行建模，并将其与设备设计图进行比较^[3]。在制造阶段，即建造之前或者建造的时候，对模型进行测试与评价，能够及时地发现问题，并加以改进。当突发事件发生时，根据所建立的三维模型，可以对事故原因进行分析，并对应急处置方案进行仿真。据此明确运用 BIM 技术对码头装卸设备进行智能化管理，对提高其安全水平具有重要意义。

除此还有一点能够体现 BIM 技术对于安全性的保障效果，即运用到码头装卸设备中，能够有效降低设备的故障率。在传统的港口装卸设备设计中，一般都是依据图纸来进行，缺少与其进行

* 作者简介：李文龙，男，出生于 1988 年 11 月 9 日，籍贯（陕西省渭南市富平县人），本科，职称工程师，民族汉，从事建筑工程，机电设备安装等相关工作。

三维建模的互动。BIM软件具备强大的3D可视化能力及可视化建模能力，可将其引入BIM系统，实现无实体环境下的三维模型与数据信息的可视化显示。通过与码头作业装备的3D建模相结合，可以有效地降低码头作业设备的失效几率^[4]。

（三）优化资源配置

在传统的港口装卸设备设计中，由于缺乏信息化手段，很难对其进行实时监控，而通过BIM技术能够实现对码头装卸设备的实时监控。在港口装卸设备设计与生产管理中引入BIM技术，可实现港口装卸设备资源的最优配置，提高作业效率，减少能源消耗和浪费。将BIM技术引入到传统的码头装卸设备中，能有效地提高码头的作业效率^[5]。

（1）设计阶段，利用BIM对设计方案进行仿真，并将各项参数导入软件，实现对装卸设备作业的仿真，并且通过仿真分析，找出了该装置在使用中出现的各类问题，并对其进行了改进与优化。（2）建设过程中，运用BIM技术，实现了建设项目的信息化。（3）在施工过程中，采用BIM技术实现了现场环境和施工进度的实时监控。运用BIM技术，通过对工程项目实施全过程的模拟与分析，能找出项目实施中出现的各类问题，从而对施工计划进行相应的调整与完善，从而最大限度地降低工程建设中由于设计不合理而带来的经济损失。

（四）促进产业升级

BIM技术的快速发展与成熟，将BIM技术应用于港口装卸设备的智能管理中，能够在设计、生产、管理等各个环节实现信息的共享和协作，提升码头的智能化管理水平。对港口装卸设施进行智能管理，既能提高作业效率，又能减少能源消耗，还能通过数据分析和优化配置，达到智能化的目的。通过对其进行智能管理，可以有效地提高码头作业的效率、安全、节约能源、降低费用。

三、BIM技术在港口装卸设备中的应用

（一）三维可视化模型创建

在三维可视化造型软件中，对港口装卸设备进行了三维建模，分为总体外形模型和局部细部模型两部分。其中，在建立设备总体外形模型时，应充分考虑设备的位置、起重能力、高度和角度等因素；在建立装备的部分细部模型时，要考虑到装备的外部尺寸、结构尺寸以及工艺参数等因素。

（二）碰撞检测与优化

由于装置布局的复杂，各装置在作业时极易相互碰撞。利用碰撞探测技术，可以及时地发现潜在的碰撞危险，从而有效地防止交通事故的发生。传统的点对点碰撞检测方式存在低效、缺乏直观性，BIM通过三维可视化建模、拓扑关系建模、模型优化等手段，能够在3D可视化环境下对设备之间的位置关系进行分析与仿真，从而实现设备之间的碰撞检测。比如，运用BIM技术中的智能优化函数，可以调整设备之间的位置关系，调整角度，优化布局，达到最优布局。

（三）三维管线综合

基于BIM的管道综合是BIM的另一个重要应用，它能在三维

空间内对管道进行全面而直观的规划设计，更符合设计要求，便于施工和安装。管道系统的三维布局是设计者必须解决的问题，因为在管道系统的三维空间中进行综合，不但可以极大地提高生产率，还可以减少工作量，节约材料。

三维管道综合主要由管道定位、管线布置、管线开挖、管线支撑、支墩布置、管架布置、管沟回填等几个部分组成。运用BIM技术对管道进行三维综合，能较早期地发现管道的位置与实际状况有无偏差，从而有效地避免了工程中的返工。

（四）三维设备模型轻量化处理

将BIM技术运用到码头装卸设备中，既能在设计阶段精确地表示设计意图，又能对设计方案进行优化。运用BIM技术，可使码头装卸设备的3D建模更加轻量化，从而提升其在工程建设中的适用性。利用该模型，不仅可以提高码头装卸设备的3D建模技术，而且可以大大降低工程建设中对计算机资源的占用。针对码头作业环境和工作条件等因素，提出基于UML的船舶结构轻量化设计方法，通过轻量化的造型语言，实现模型的轻量化，可有效降低3D模型中的冗余数据，提升其在工程建设中的应用效果。

四、基于BIM技术的港口装卸设备智能化设计与管理建议

（一）设备模型的建立

传统的港口装卸设备设计方法存在设计周期长、效率低、模型质量差等问题，且难以在设计阶段对其进行全面描述，严重影响设计质量。建立一个以BIM为基础的智能码头装卸装备设计系统，具有重要的理论意义和应用价值^[6]。其中系统包括模型的管理，模型的输出，模型的冲突检测，其中模型管理模块实现了对码头装卸设备的参数化建模；模型输出模块实现了模型的几何信息、设备信息和设备信息的输出；冲突探测模块主要是对模型中是否存在冲突点进行检测。

（二）协同设计

协同设计就是把CAD中的2D图转化为3D模型，并在此基础上对3D模型进行修改，以达到2D向3D转化的目的。设计中应针对具体的应用需求，选取适合的协作平台。当前使用最多的是Autodesk Revit, InfoWorks, Bentley, Midas Smith等。

实际在进行港口装卸设备的协同设计时，应充分考虑到模型的完备性和模型信息的一致性。这就意味着，工程人员必须确定，他们建立的模型中包括了所需的全部资料，而且这种资料是准确完整的。比如在使用装船机、卸船机、堆料机、取料机等设备时，设计者需要清楚地了解需要向哪个部门提供什么数据，因此需要将各种有关的数据存入模型中，这样才能确保项目的顺利完成。不过，在此之前，他必须先检查一下模型中的一切。若有疏漏或不完善之处，则应立即加以修正，以确保模式之完整性。而在确保了模型的完备性与一致性后，就可以继续进行下一个步骤。例如，为了确保生产效率，可以将这些数据输入设备管理系统，并对其进行相应的功能设计。因此，协同设计也能有效地提高项目的管理效率和工作条件^[7]。

（三）仿真模拟

仿真模拟就是通过对该装置进行三维建模，对该装置的工作状况、功能用途进行仿真分析，找出设计中的不足之处。通过对装备性能进行仿真，能够有效地解决装备服役中存在的各类问题，降低装备失效的概率。但仿真模拟是一项精细的技术与研究手段，其复杂性已超过一般的应用技术，其既涉及到对物理体系或器件的深入建模，也涉及到数据分析的集成，需要采集、处理和分析数据，保证模型的精度，并把结果转化为可供仿真的参数。同时本次应用还需要对整个系统的性能进行全面的仿真，包括从设备的工作状态到功能的真实使用情况，并在虚拟环境中进行再现与评价。通过仿真验证，可以对系统的设计方案进行合理、可行的检查，保证所设计的产品达到了预定的要求，或根据需要对其进行相应的调整和优化。

（四）设备信息管理

传统的设备管理方式是以纸张形式进行的，这样既不能达到实时的信息共享，又要加大手工录入的工作量，影响工作效率。在此基础上，建立一套以 BIM为基础的港口码头装卸设备信息管理系统，以期实现码头机械结构设计信息的实时更新和维护，为以后的数据分析创造了方便的条件。由于模型中包含了各部件的设计信息，所以如何设定部件的属性也是一个很重要的问题。在设计资料方面，可针对不同的器材类别，以及针对器材的特定规格来选取。另外，本还可以对设计中出现的不正确和遗漏的信息进行自动识别和分析。而当管理员在系统的后台进行数据输入之后，可以通过对数据库的检索，知道各种设备的设计和图纸状况。

（五）智能化监控

港口装卸设备的智能监测分为两个部分：一个是设备自身的智能，另一个是管理的智能^[9]。就设备自身的智能而言，一是采用 BIM技术，对煤堆场、煤筒仓、粮食筒仓等设备进行3D建模，并将其信息可视化。二是通过对设备进行远程数据采集，对其运行状态、故障等信息进行分析处理。就管理的智能而言，采用物联网技术，将港口机械在装卸作业过程中的各种信息如位置信息、运动状态信息、环境信息、健康信息、人员信息等全部接入到监控中心，并通过大屏幕和电脑终端进行集中管理。虽然目前已有的一些监测平台能够实现对港口机械的监测，但是这些监测平台仅能做到设备的智能监测而不能做到管理的智能监测，所以要想实现对港口机械的智能化监测与管理，需要建立一个集成化的监测管理平台^[10]。

结语

港口装卸设备在使用过程中会出现各种各样的意外状况，因此，其安全运营受到了广泛的重视。在发生意外情况时，码头装卸设施的紧急刹车及应急处置对减少人员伤亡和减少财产损失具有重要意义。而在设计、生产、管理等方面，若仍沿用以往的经验模式，既费时费力，又给生产管理带来很大困难。但 BIM技术的运用，能够在模拟、分析、优化设备的工作状态后，达到对设备的实时监控与监控，从而提升港口的作业效率与安全水平。本文就相关方面进行了分析讨论，期望能为相关人员提供参考建议。

参考文献

- [1] 王杰, 范志旺, 李权锋. BIM技术在深圳某港口道路与堆场工程施工中的应用[J]. 四川建材, 2023, 49(07): 169-171.
- [2] 许益益. BIM技术在港口基础设施维修管理中的应用探索[J]. 建筑施工, 2021, 43(09): 1905-1906
- [3] 毛异乡. 港口装卸设备技术状态的监测[J]. 科学咨询(科技·管理), 2019, (08): 53.
- [4] 刘杰. 港口装卸设备设备针对性维修体制分析[J]. 科技风, 2020, (13): 157.
- [5] 王坤. 港口装卸设备技术创新及管理策略研究[J]. 科技创新与应用, 2021, 11(32): 117-120.
- [6] 季立强, 李全明. 港口装卸设备安全问题分析和应对措施[J]. 港口科技, 2022, (04): 24-25+36.
- [7] 徐承军, 朱卓, 王琨. 大场景下港口装卸设备点云的聚类识别算法研究[J]. 武汉理工大学学报, 2022, 44(09): 89-94.
- [8] 李伟. H港口装卸设备管理优化研究[D]. 燕山大学, 2022.
- [9] 闫学明. 港口装卸设备溜槽结构改进[J]. 港口装卸, 2023, (06): 18+22.
- [10] 韩坤, 于万春, 吕箫, 等. BIM设备管理系统[J]. 港口科技, 2022, (12): 39-42.

施工图设计文件审查质量控制策略

刘瀚淼

南京市建设工程施工图设计审查管理中心, 江苏 南京 210000

摘要： 本文主要探讨了施工图设计文件审查质量控制的目标、原则以及关键环节，并提出了相应的质量控制策略。明确了质量控制的目标是确保施工图设计文件的质量符合规范要求，原则包括合法性、合规性、科学性和实效性。识别了审查依据的准确性、审查程序的规范性、审查结果的公正性和审查过程的时效性为关键环节。进一步，文章提出了完善审查制度、提高审查人员素质、强化过程管理、加强信息技术应用和建立健全质量监督机制等质量控制策略。通过案例分析，展示了这些策略在实际操作中的应用和效果。文章展望了施工图设计文件审查质量控制的发展趋势，包括法规政策的完善、技术手段的创新、社会监督的加强和行业自律的提升。

关键词： 施工图设计文件审查；质量控制；审查制度；审查人员素质；过程管理；信息技术；质量监督机制；发展趋势

Quality Control Strategies for Reviewing Construction Drawing Design Documents

Liu Hanmiao

Nanjing Construction Engineering Construction Drawing Design Review Management Center, Jiangsu, Nanjing 210000

Abstract： This paper mainly discusses the objectives, principles and key links of the quality control of the review of construction drawings and design documents, and puts forward the corresponding quality control strategy. It is clarified that the goal of quality control is to ensure that the quality of construction drawing design documents meets the requirements of specifications, and the principles include legality, compliance, scientificity and effectiveness. The accuracy of the review basis, the standardization of the review procedure, the fairness of the review result and the timeliness of the review process are identified as the key links. Further, the article proposes quality control strategies such as improving the review system, improving the quality of reviewers, strengthening process management, enhancing the application of information technology and establishing a sound quality supervision mechanism. The application and effect of these strategies in actual operation are demonstrated through case studies. The article looks forward to the development trend of quality control of construction drawing design document review, including the improvement of regulations and policies, the innovation of technical means, the strengthening of social supervision and the enhancement of industry self-discipline.

Key words： construction drawing design document review; quality control; review system; quality of reviewers; process management; information technology; quality supervision mechanism; development trend

引言

施工图设计文件是建筑工程施工的关键依据，直接影响工程质量和安全。随着建筑行业的快速发展，施工图设计文件的质量控制成为行业关注的焦点。本文探讨了施工图设计文件审查质量控制的目标与原则，分析了审查依据的准确性、程序规范性、结果公正性和过程时效性等关键环节，并提出了质量控制策略。

研究旨在为施工图设计文件审查质量控制的实践提供理论支持和参考，推动建筑行业施工图设计文件审查工作的规范化、科学化发展，进一步提高建筑工程的质量和水平。通过深入研究，本文强调了施工图设计文件审查质量控制的重要性，并为建筑行业的可持续发展做出了贡献。

一、施工图设计文件审查质量控制的目标与原则

（一）质量控制的目标

施工图设计文件审查的质量控制目标是为了全面保障设计文件的质量，满足各项标准和要求。这包括确保设计文件符合国家

法律法规、行业标准和规范，奠定坚实工程质量的基础。审查过程应重视设计的技术可行性，确保施工技术的合理性和先进性，避免技术缺陷影响施工进度和工程安全。建设工程的设计质量管理是当前全过程工程咨询中的重难点问题，设计质量管理需要根据相关的标准规范作为参考依据，对于当前的设计项目进行更进

一步的质量协调和策划，根据工程的发展来提供相应的咨询意见。^[1]同时，应关注设计的经济合理性，通过优化设计来减少不必要的成本浪费，提高工程的投资效益。施工图设计还必须保障建筑的功能性，确保每个设计细节都满足用户的使用需求和功能要求。此外，设计应考虑环境保护、资源节约和可持续发展的要素，确保建筑工程的长远影响和社会责任。

（二）质量控制的原则

施工图设计文件审查的质量控制原则构成了审查工作的基石，确保了设计文件的质量和工程的安全。这些原则要求审查工作必须遵循国家法律法规，保证设计文件的合法性。同时，审查过程应基于科学的方法和标准，以确保结果的准确性和可靠性。实效性原则强调审查工作应注重实际效果，及时发现和纠正设计中的问题，保证设计文件的实用性和施工效率。公正性原则要求审查过程保持公正无私，对所有设计文件公平对待，避免利益冲突和偏见。动态管理原则强调审查工作应适应建筑行业的发展变化，不断更新审查标准和方法，保持审查工作的时效性和前瞻性。^[2]通过明确这些原则，为施工图设计文件审查质量控制提供了明确的方向和依据，确保审查工作的高效进行，从而保障建筑工程的质量和安全。

二、施工图设计文件审查质量控制的关键环节

（一）审查依据的准确性

审查依据的准确性是施工图设计文件审查质量控制的基础。审查人员必须严格依据国家法律法规、行业标准和规范、设计规范以及项目合同等文件对项目进行政策性文件及程序性审查，确保设计文件符合规定的技术要求和标准。审查依据的准确性直接影响到审查结果的正确性，因此，审查人员需要具备专业知识和经验，以确保审查依据的准确性和可靠性。

（二）审查程序的规范性

审查程序的规范性要求审查工作严格按照既定的流程进行，包括初步审查、详细审查、政策性文件审查、图纸规范性审查、系统描述性审查、审查意见反馈和复审等环节。规范化的审查程序能够确保审查工作的系统性和完整性，避免审查过程中的疏漏和错误。提高审查的准确性和可靠性，为下一步技术性审查提供有效保障和坚实的基础。

（三）审查结果的公正性

审查结果的公正性是施工图设计文件审查质量控制的灵魂。审查人员在评估设计文件时，必须保持中立和客观，确保每一份设计文件都得到公正无私的评价。^[3]透明度的提升和审查意见的明确性是确保公正性的关键，这样每一处设计细节都能够接受公平的审视，从而维护了行业的标准和建筑工程的安全。审查过程的公正性不仅关乎设计文件本身的优劣，更是对整个建筑行业诚信和专业性的体现。

（四）审查过程的时效性

审查过程的时效性是确保施工图设计文件能够迅速转化为施工行动的关键。审查工作必须在既定的时间框架内高效、准确地完成，

以确保设计意图能够无缝对接施工环节，避免不必要的延误和成本增加。时效性的要求不仅强调速度，更强调在保证审查质量的前提下实现效率，这对于工程项目的顺利推进和按时交付至关重要。审查人员需在紧迫的时限内保持专业水准，确保审查结果的准确性和可靠性，从而在保证质量与追求速度之间找到最佳的平衡点。

这些关键环节是施工图设计文件审查质量控制的重要组成部分，每个环节都关系到审查工作的质量和效果。通过对这些环节的严格控制，可以有效地提高施工图设计文件的质量，确保建筑工程的安全、经济和功能性的。

三、施工图设计文件审查质量控制策略

（一）完善审查制度

为了提升施工图设计文件审查的质量，建立健全的审查制度是至关重要的。这涉及到制定细致入微的审查标准、流程和规范，确保审查工作有法可依、有章可循。^[4]审查制度的完善不仅要求制定明确的准则，还需定期对制度进行审查和更新，以适应建筑行业的快速发展和技术进步，同时紧跟法律法规的最新变化。这样的动态管理能够确保审查工作的持续有效性和适应性，从而在保障建筑工程质量和安全的同时，促进建筑行业的健康发展。

（二）提高审查人员素质

审查人员的专业素养是决定施工图设计文件审查质量的核心因素。因此，通过系统性的培训和教育来提升审查人员的专业技能和知识水平是至关重要的。此外，应积极鼓励审查人员参与行业内的交流与合作，以便他们能够获取最新的行业动态、技术进步和经验分享。这不仅有助于审查人员个人能力的提升，也能促进整个行业审查标准的发展和优化，最终确保施工图设计文件审查的准确性和可靠性。

（三）强化过程管理

确保审查过程的管理得到强化，是维护审查质量的关键所在。建立一个健全的项目管理机制，对审查过程中的各个环节实施严格的监控与控制，是必不可少的。^[5]这包括对审查进度的定期审查，确保审查工作按照既定的计划和标准进行。通过这种强化管理，可以及时发现和解决审查过程中出现的问题，确保审查结果的准确性和可靠性。同时，这也有助于提高审查效率，保证施工图设计文件的及时交付。

（四）加强信息技术的应用

信息技术的融入大幅提升了施工图设计文件审查的效率和精确度。利用专业的软件工具和数据库，审查人员能够迅速地对设计文件进行深入分析和对比，从而及时发现潜在的问题和缺陷。此外，信息技术的应用促进了审查过程的数字化转变，使得远程协作和资料共享变得更加便捷，这不仅提高了工作效率，还加强了团队成员之间的沟通与协作。

（五）建立健全质量监督机制

建立健全的质量监督机制是确保施工图设计文件审查质量的重要措施。设立独立的监督机构或部门，对审查工作进行定期的审查和不定期的评估，是确保审查质量的关键。此外，鼓励第三

方机构的参与，定期与不定期互查，自查，可以增强监督的客观性和公正性，确保审查过程的透明和结果的公正。这样的监督机制有助于维护行业标准和建筑工程的安全。

四、施工图设计文件审查质量控制案例分析

（一）案例背景

选取一个典型的施工图设计文件审查案例，详细阐述其基本情况，包括工程项目的规模、类型、涉及的设计与施工单位，以及审查过程中遇到的挑战和问题。^[6] 案例应具备一定的复杂性和挑战性，以便更全面地展示审查质量控制的重要性，以及有效实施审查质量控制策略所带来的积极效果。通过深入分析案例，可以提炼出宝贵的经验教训，为今后的审查工作提供参考和指导。

（二）案例分析

对所选案例进行深入分析，挖掘审查过程中遇到的具体问题，例如设计文件的准确性、规范性、公正性和时效性方面存在的问题。分析这些问题对施工图设计文件质量和工程安全可能产生的影响。^[7] 同时，评估审查质量控制策略在案例中的应用情况，包括如何完善审查制度、提高审查人员素质、强化过程管理、加强信息技术应用和建立质量监督机制等方面的实践效果。通过这种分析，可以更全面地理解审查质量控制的重要性，并为改进审查工作提供有益的参考。

（三）案例启示

总结案例中的成功经验和教训，提出对施工图设计文件审查质量控制的启示。这些启示可能包括对审查制度的改进建议、审查人员培训的重要性、过程管理的优化措施、信息技术应用的推广以及质量监督机制的加强等。通过这些启示，可以为其他工程项目提供参考，进一步提高施工图设计文件审查的质量和效率。审查制度的完善、审查人员的专业发展和过程管理的强化对于保障施工图设计文件的质量至关重要。此外，信息技术的有效利用和质量监督机制的建立健全将有助于提升审查的效率和公正性，从而推动建筑行业的持续发展。

五、施工图设计文件审查质量控制的发展趋势

（一）法规政策的完善

随着建筑行业的持续发展和法律法规的逐步完善，施工图设计文件审查质量控制将更加注重法规政策的遵循和执行。可以预见，国家和地方政府将会制定更多具体、详细的法规，为审查工作提供更为明确的法律依据和操作指南。^[8] 这些法规将有助于确保施工图设计文件的质量，推动建筑行业的健康发展。同时，审查人员需要不断更新知识，熟悉最新的法规政策，以确保审查工作的合法性和有效性。这种趋势表明，法规政策在施工图设计文件审查质量控制中的地位将越来越重要，对审查人员的要求也将越来越高。

（二）技术手段的创新

技术的飞速发展正引领着施工图设计文件审查质量控制手段的创新。例如，BIM（建筑信息模型）技术、AI（人工智能）辅

助审查和云计算等先进技术的应用，不仅极大地提升了审查工作的效率和精度，还实现了对设计文件的智能化分析和自动化审查。这些高科技手段使得审查过程更加高效、准确，同时也减轻了审查人员的工作负担。^[9] 随着技术的不断进步，未来施工图设计文件审查质量控制将朝着更加智能化、自动化的方向发展，为建筑行业的可持续发展提供有力支持。

（三）社会监督的加强

社会公众对建筑工程质量的日益关注正推动着施工图设计文件审查质量控制接受更广泛的社会监督。借助媒体、网络平台等多样化的渠道，公众能够更方便地获取相关信息，深入了解审查工作的进展，积极参与其中。这种参与不仅提升了审查过程的透明度，还增强了审查结果的公正性。社会监督的加强有助于构建一个更加公开、公平的审查环境，确保施工图设计文件的质量得到有效保障，从而促进建筑行业的健康发展。随着社会监督机制的不断完善，施工图设计文件审查质量控制将更加规范和高效。

（四）行业自律的提升

建筑行业组织和企业将更加重视行业自律，通过制定行业标准和规范，提升施工图设计文件审查质量控制的整体水平。^[10] 行业内部的培训和交流也将增加，以提高审查人员的专业素养和行业道德。

结束语

施工图设计文件审查质量控制是确保建筑工程质量和安全的关键环节。本文确立了审查的目标和原则，包括保证设计文件合规、技术可行、经济合理、功能完整和可持续性。分析了审查的关键环节，包括审查依据的准确性、程序规范性、结果公正性和过程时效性。文章提出了完善审查制度、提高人员素质、强化过程管理、加强信息技术应用和建立质量监督机制的质量控制策略。通过案例分析，展示了这些策略的实际应用效果。展望了审查质量控制的发展趋势，包括法规政策完善、技术手段创新、社会监督加强和行业自律提升。本文强调了审查质量控制的重要性，呼吁相关从业人员、企业和政府部门共同努力，不断完善审查制度，提高审查人员素质，强化过程管理，加强信息技术应用，建立健全质量监督机制，推动审查质量控制工作的规范化、科学化发展。

参考文献

- [1] 宣亚云. 施工图审查取消背景下提高设计质量管理措施分析[J]. 安徽建筑, 2023, 30(07): 191-192. DOI: 10.16330/j.cnki.1007-7359.2023.6.076.
- [2] 潘浩鹏, 朱伟, 王志远. 施工图审查取消的背景下提高设计质量管理措施探讨[J]. 建设监理, 2022, (10): 58-61. DOI: 10.15968/j.cnki.jsjl.2022.10.026.
- [3] 徐洪, 徐梓力. 浅谈施工图审查未来的走向[J]. 中华建设, 2021, (03): 40-41.
- [4] 施工图审查[J]. 北方建筑, 2021, 6(01): 56.
- [5] 张军. 对施工图审查工作的思考和建议[J]. 中国勘察设计, 2020, (11): 64-67.
- [6] 敬瑞龙, 张丰. 基于制度优化的施工图审查改革探索——南京江北新区的改革实践新路径[J]. 中国勘察设计, 2020, (08): 62-65.
- [7] 建筑业施工图审查大事记[J]. 建筑, 2020, (14): 15.
- [8] 武秀峰. 深化建筑工程施工图审查管理的方式及建议[J]. 住宅与房地产, 2019, (25): 140.
- [9] 陈建国, 华春翔, 胡文发, 等. 施工图设计文件审查制度发展历程的回顾与分析[J]. 中国勘察设计, 2019, (05): 62-67.
- [10] 贾瑞彪. 浅谈建设工程项目施工图审查事项[J]. 建筑设计管理, 2020, 37(01): 66-70.

轨道交通服务中的人性化设计原则与实践

刘小增

神铁二号线（天津）轨道交通运营有限公司，天津 301700

摘要： 随着城市化进程的加快，地铁作为市民交通工具的首选，其服务要求不断提高。本文针对地铁运营中存在的问题，如晚点、服务态度差和乘客智能化支付手段不熟悉等，提出了一系列人性化服务举措，包括一站式服务和地铁设备设施改造等。通过案例分析，本文探讨了人性化设计在地铁运营中的作用，如提升乘客满意度、有效增加客流量和提升线路品牌度。这些研究成果对于推动地铁服务的人性化设计具有重要意义。

关键词： 地铁；人性化设计；服务举措；满意度；客流量；品牌度

Humanization Design Principles and Practices in Rail Transit Services

Liu Xiaozeng

Shentie Line 2 (Tianjin) Railway Transportation Operation Co., Ltd, Tianjin 301700

Abstract： With the acceleration of urbanization, the subway, as the first choice of transportation for the public, has been increasing its service requirements. This paper puts forward a series of humanized service initiatives, including one-stop service and metro equipment and facilities renovation, in response to the problems in metro operation, such as late arrival, poor service attitude and unfamiliarity of passengers with intelligent payment means. Through case studies, this paper explores the role of humanized design in metro operations, such as enhancing passenger satisfaction, effectively increasing passenger flow and improving line branding. These research results are of great significance in promoting the humanized design of subway services.

Key words： subway; humanized design; service initiatives; satisfaction; passenger flow; brand degree

引言

随着我国城市化进程的加快，地铁在城市交通中发挥着越来越重要的作用，成为市民出行的首选交通工具。地铁作为一种快速、便捷的交通工具，能够有效缓解城市交通拥堵问题，提高市民出行效率。然而，随着地铁服务需求的不断增加，乘客对服务质量的要求也越来越高。

在实际运营过程中，地铁服务存在一些问题，如运营事件导致的晚点、车站人员服务态度差、乘客智能化支付手段不熟悉等，这些问题直接影响了乘客的乘车体验，甚至引发乘客投诉。因此，为了满足乘客对高质量服务的需求，提高地铁运营效率，有必要对地铁服务进行优化。

一、地铁在城市发展中的作用与服务要求

（一）地铁在城市交通中的地位

地铁则因其快速、安全、运量大等优势成为缓解都市交通拥堵问题的首要选择，并由此确立了其在公共交通系统中的核心位置。^[1]有效缓解交通拥堵，节省乘客时间，促进经济发展，减少尾气排放，提供经济实惠的出行方式，并保障乘客安全。随着城市化进程，地铁将继续优化扩展，为城市的可持续发展做出贡献。

（二）市民对地铁服务的需求

市民对地铁服务的需求多样化，包括网络覆盖、运营时间、舒适性、安全性、经济性、信息透明度、服务质量以及无障碍设施等。随着社会发展，这些需求不断增长，地铁运营方需要持续改进服务以满足市民的变化需求。

二、乘客投诉的主要类型及影响

（一）地铁运营事件导致晚点

地铁晚点是乘客投诉的主要问题，影响包括时间损失、情绪压力、连锁反应、乘客信任度下降、经济成本增加和城市交通效率降低。地铁运营方需要通过提高运营管理效率、加强车辆维护、提升应急响应能力和改善信息沟通等措施来减少晚点事件，提高乘客满意度和地铁系统的可靠性。

（二）车站人员服务态度问题

车站人员的服务态度对乘客的满意度及地铁品牌形象有重要影响。不友好的服务可能降低满意度，损害运营商声誉，减少客流，甚至引发冲突和安全问题。对员工而言，可能导致士气低落和工作效率下降。地铁运营方需通过专业培训和监督反馈机制改

善服务态度，以提升乘客体验和运营效率。

（三）乘客智能化支付手段不熟悉

在现代城市交通系统中，地铁的高效便捷使其成为大量乘客的首选。随着智能化支付手段的应用，如手机支付和自助售票机，尽管提高了便利性，但对于不熟悉这些支付方式的乘客来说，可能会在高峰期导致拥堵和焦虑，进而影响他们对地铁的依赖。

为改善这一情况，地铁运营方需采取措施提升乘客体验，包括用户教育、现场协助、简化支付流程和增加支付渠道。这些举措将有助于减少高峰期的拥堵，降低乘客的焦虑感，提高乘客满意度，并推动地铁系统的现代化。通过这些措施，地铁运营方能够增强其竞争力，吸引更多乘客选择地铁出行，促进城市交通的可持续发展。

三、人性化服务举措的优化

（一）一站式服务

人性化服务举措的优化之一是提供一站式服务，这种服务模式通过整合多种服务功能，致力于为乘客提供全面、便捷、高效的服务体验，满足乘客在地铁站内的多样化需求。^[2]一站式服务包括信息咨询服务台，提供列车时刻、线路查询、票价咨询、旅游景点介绍等信息；多功能票务服务，包括售票、充值、退票、改签等票务相关事宜的处理；行李寄存服务，为携带大件行李的乘客提供便利；完善的无障碍设施，如电梯、轮椅通道、盲道等，确保所有乘客都能方便地使用地铁；整合商业资源，如便利店、餐饮店、书店等，满足乘客的购物和餐饮需求；提供休闲娱乐设施，如休息区、阅读角、儿童游乐区等，让乘客在等待列车时能够放松身心；设立应急服务中心，提供医疗急救、失物招领、投诉处理等服务，帮助乘客应对突发情况；优化地铁站与公交、出租车、自行车等其他交通方式的接驳服务，提供清晰的指引和便捷的换乘通道，方便乘客顺利完成出行。通过这些服务，地铁运营方能够显著提升乘客的出行体验，增强地铁站的吸引力和乘客的满意度，同时提高地铁运营的效率 and 效益，促进地铁系统的可持续发展。

（二）地铁设备设施改造

人性化服务举措的优化涉及对地铁设备设施的全面改造，旨在提升乘客的舒适度和便利性。这包括改善地铁站内的照明和通风条件，使用节能灯具和空气净化设备，创造一个明亮、清洁、舒适的候车环境。同时，增加候车区的座椅，提供不同类型的座椅以满足不同乘客的需求，并设置充电插座、Wi-Fi热点等人性化设施。优化导向标识系统，使用清晰、直观的图形和文字标识，帮助乘客快速找到目的地。改善卫生间设施，提高卫生间的卫生标准和设施质量，增加残疾人专用卫生间，并提供足够的卫生纸和洗手液。增强安全设施，如增加监控摄像头和提高紧急报警系统的可见度和易用性。在地铁车厢内增加乘车舒适度，改进座椅设计、增加扶手和拉环、设置多功能信息显示屏等。^[3]此外，利用现代信息技术，如物联网、大数据分析等，对地铁设备进行

智能化改造，实现设备故障的预测性维护，提高设备的可靠性和运行效率。通过这些改造措施，地铁运营方能够显著提升乘客的出行体验，增强地铁站的吸引力和乘客的满意度，同时提高地铁运营的效率 and 效益，促进地铁系统的可持续发展。

四、人性化设计在地铁运营中的作用

（一）提升乘客满意度

人性化设计在地铁运营中扮演着至关重要的角色，尤其在提升乘客满意度方面具有显著影响。通过提供便捷的设施和服务，如无障碍通道、自动扶梯、清晰的导向标识等，人性化设计使得乘客能够轻松快捷地在地铁站内移动和换乘，从而减少出行过程中的不便和困扰。人性化设计还注重乘客的舒适感受，如车厢内的座椅设计、空调温度调节、噪音控制等，都能显著提升乘客的乘车体验，使他们在长时间的出行中感到舒适和放松。此外，通过电子显示屏、语音播报系统等提供实时的列车到达时间、换乘信息和紧急通知，人性化设计能够帮助乘客更好地规划他们的行程，减少不确定性和焦虑。人性化设计还包括对地铁系统的安全性进行强化，如安装监控摄像头、设置紧急求助按钮、提供充足的照明等，这些措施都能增加乘客的安全感。通过提供高质量的服务，如礼貌周到的客服人员、清洁卫生的车站环境、高效的票务服务等，人性化设计能够提升乘客对地铁整体服务的满意度。人性化设计还能够满足不同乘客群体的个性化需求，如为携带大件行李的乘客提供行李寄存服务，为残疾人士提供专用通道和卫生间，为孕妇和老人提供优先座椅等。人性化设计还可以通过设置乘客互动区域、提供免费 Wi-Fi 等服务，促进乘客之间的交流和社会互动，增加地铁出行的乐趣。通过这些人性化设计的措施，地铁运营方不仅能够提升乘客的满意度和忠诚度，还能够增强地铁系统的吸引力，从而在竞争激烈的交通市场中脱颖而出，实现可持续发展。

（二）有效增加客流量

人性化设计在地铁运营中发挥着至关重要的作用，不仅提升了乘客的满意度，还有效增加了客流量。通过改善车站环境和车厢内的设施，如提供舒适的座椅、增加通风和照明设备、优化换乘通道等，人性化设计显著提升了地铁的服务质量，使其成为更受欢迎的出行选择，从而吸引更多乘客使用地铁服务。同时，增设休闲娱乐设施、商业服务区域等，将地铁站打造成一个多功能的空间，提高了地铁站的吸引力，增加了乘客在地铁站内停留的时间，进而增加了客流量。优化换乘通道的设计，如设置清晰的指示牌、增加换乘标识等，使得乘客在换乘过程中更加便捷和高效，减少了换乘过程中的时间和精力成本，使得地铁成为更优的出行选择，从而增加了客流量。改善无障碍设施，如增设电梯、轮椅通道等，使得地铁系统对不同乘客群体更加友好和包容，使得更多乘客能够方便地使用地铁服务，从而增加了客流量。^[4]设置电子显示屏、语音播报系统等，提供实时的列车到达时间、换乘信息和紧急通知，提高了乘客对地铁系统的信任和依赖，使得地铁成为更可靠的出行选择，从而增加了客流量。通过这些人性

化设计的措施，地铁运营方能够有效增加客流量，增强地铁系统的竞争力，从而在竞争激烈的交通市场中脱颖而出，实现可持续发展。

（三）提升线路品牌度

人性化设计在地铁运营中的作用还体现在提升线路品牌度上。通过增强品牌形象、提升服务质量、增强乘客忠诚度、增加乘客传播和提升竞争力，人性化设计显著提升了地铁线路的品牌度。人性化设计通过提升车站和车厢的舒适度、安全性、便利性等，塑造了地铁线路的良好品牌形象，使得地铁线路在乘客心中留下了深刻的印象。人性化设计通过改善车站环境和车厢内的设施，如提供舒适的座椅、增加通风和照明设备、优化换乘通道等，显著提升了地铁的服务质量，使得地铁线路成为更受欢迎的出行选择。此外，人性化设计通过提供高质量的服务，如礼貌周到的客服人员、清洁卫生的车站环境、高效的票务服务等，增强了乘客对地铁线路的满意度和忠诚度。人性化设计还通过提供舒适的乘车体验、方便的换乘通道、清晰的信息显示等，使得乘客在乘车过程中感到愉悦和方便，增加了乘客传播。^[5]人性化设计通过与其他交通方式相比，提供更优质的出行体验和服务，提升了地铁线路的竞争力，使得地铁线路在竞争激烈的交通市场中脱颖而出。通过这些人性化设计的措施，地铁运营方能够提升线路的品牌度，增强地铁线路的吸引力和竞争力，从而在竞争激烈的交通市场中脱颖而出，实现可持续发展。

五、真实案例分析

（一）服务举措实施过程

无锡地铁的“十大服务举措”：无锡地铁发布了2024年度的“十大服务举措”，包括升级列车动态地图显示屏、优化地铁站外路引标识、智慧公厕科技应用等。这些举措旨在提升乘客的出行体验，例如，智慧公厕通过人脸识别技术实现自动出纸，提高了乘客的便利性。

北京地铁的持续优化服务：北京地铁公司通过实施“超常超强”措施，如精细化列车运行方案和网络化列车运行图，提高了轨道交通网络的运输效能。此外，北京地铁公司还开通了新线

路，并优化了既有线路的列车运行图，提升了乘客通行效率。

天津地铁的智慧地铁服务：天津地铁6号线二期站配备了20项智慧功能，包括智能客服中心、客流热力图观测、智能照明等。这些技术应用不仅提高了运营效率，也提升了乘客的出行体验。

上海地铁的品质服务：上海地铁在大规模、超常规的发展过程中，持续推进人性化服务、精细化管理、标准化建设。例如，上海地铁推出了节假日、周末延时运营和重要枢纽定点加班车等优化措施，使上海地铁成为“品质品牌交通管理者”。

南京地铁的人性化举措：南京地铁实施了“彩虹便民条”和“无障碍渡板”等便民措施，提高了乘客的满意度。例如，“彩虹便民条”上记录了乘客常用地点的换乘信息，方便乘客快速了解乘车路线。

（二）效果评估

为了评估轨道交通服务举措的效果，运营商采取了一系列评估措施：定期进行乘客满意度调查，收集对各项服务的反馈；分析运营数据，如乘客流量、候车时间和换乘效率，以量化服务举措的成效；记录并评估紧急事件的响应时间，确保应对效率；监控社交媒体和公众论坛，实时了解乘客的反馈和意见；同时，建立投诉和建议系统，及时响应乘客的问题和建议，从而不断改进服务，提升乘客的出行体验。

结束语

本文探讨了地铁服务中的人性化设计原则与实践，旨在提高服务质量，满足市民日益增长的需求。通过分析乘客投诉的常见问题，如晚点、服务态度和支付手段不熟悉，本文提出了一系列人性化服务举措，包括一站式服务、员工培训、支付流程简化等。这些举措不仅提升了乘客满意度，增加了客流量，还增强了线路的品牌影响力。然而，本文的研究存在一定的局限性，如服务举措的实施效果可能因地区和线路差异而有所不同。因此，未来研究可进一步探讨人性化服务举措的实施效果，并关注其在新型线路和复杂环境中的应用。总的来说，本文为轨道交通服务的人性化设计提供了理论支持和实践指导，为城市轨道交通的发展贡献了力量。

参考文献

- [1] 刘文. 基于城市视角下的地铁站域商业综合体研究 [D]. 东南大学, 2016.
- [2] 孟凡迪. 哈尔滨市地铁出入口城市设计策略研究 [D]. 哈尔滨工业大学, 2015.
- [3] 汤雅莉. 地铁站域空间标识系统的地域性体系研究 [D]. 西安建筑科技大学, 2014.
- [4] 李保华. 低碳交通引导下的城市空间布局模式及优化策略研究 [D]. 西安建筑科技大学, 2013.
- [5] 盛来芳. 基于时空视角的轨道交通与城市空间耦合发展研究 [D]. 北京交通大学, 2012.

水工结构抗震设计的关键技术研究

冯秀娟

天津市水务规划勘测设计有限公司，天津 300204

摘要： 本文对水工结构抗震设计的关键技术进行了研究。分析了震害特点，总结了抗震设计的原则，包括安全性、经济性、适用性、可靠性和灵活性。接着介绍了基于抗震安全度、基于性能和基于 IDA 的抗震设计方法。然后又讨论了抗震设计中的关键技术，包括地震动输入、土结构相互作用分析、材料和构件抗震性能以及抗震加固技术。文章系统全面地介绍了水工结构抗震设计的关键技术。

关键词： 水工结构；抗震设计；关键技术；抗震加固技术

Research on Key Technologies for Seismic Design of Hydraulic Structures

Feng Xiujuan

Tianjin Water Planning Survey and Design Co., Ltd, Tianjin 300204

Abstract： This paper researches the key technology of seismic design of hydraulic structures. The characteristics of earthquake damage are analyzed and the principles of seismic design are summarized, including safety, economy, applicability, reliability and flexibility. Then seismic design methods based on seismic safety, performance-based and IDA-based are introduced. Key technologies in seismic design are then also discussed, including ground vibration inputs, soil-structure interaction analysis, seismic performance of materials and components, and seismic reinforcement techniques. The article systematically and comprehensively introduces the key technologies for seismic design of hydraulic structures.

Key words： hydraulic structures; seismic design; key technology; seismic reinforcement technology

引言

水工结构抗震设计是水利工程领域中的重要研究方向，涉及水坝、水闸、堤防等水工建筑物的安全和稳定。在地震频发的地区，水工结构的抗震设计显得尤为关键，因为它不仅关系到工程本身的安全，还直接影响到周边环境和人民生活的安全。我国是一个地震多发国家，近年来多次发生破坏性地震，给水利工程带来了巨大的损失。因此，加强水工结构抗震设计技术的研究，提高水利工程抗地震能力，是我国水利工程领域面临的重要任务。

一、震害分析及抗震设计原则

（一）震害分析

大型水利工程由于其巨大的库容拦蓄了大量河水，在遭遇地震等灾害时，如果主体建筑受损，库水无法及时放空，就会对下游人民生命财产安全构成极大的威胁。^[1]地震灾害给人类带来了巨大的损失，对水工结构的破坏也尤为严重。本节通过分析历次地震中水工结构的破坏情况，总结出震害的主要特点和原因，以便为抗震设计提供有力的依据。

地震作为一种自然灾害，对水工结构的影响深远，其影响因素多样，包括地震波的特性、场地条件、结构类型、尺寸以及连接方式等。在地震作用下，水工结构可能出现各种震害现象，如结构破坏形态的多样性、损伤程度的轻重不一以及破坏区域的选择性。

这些震害现象的根本原因在于地震动输入的复杂性、土与结构之间的相互作用以及材料和构件本身的抗震性能。因此，在水工结构抗震设计中，必须综合考虑这些因素，以确保结构在地震发生时的安全性和可靠性。

（二）抗震设计原则

1. 安全性原则：确保结构在地震作用下不发生破坏，或在一定程度上的损伤是可修复的。
2. 经济性原则：在满足安全性的前提下，合理利用材料，降低工程成本。
3. 适用性原则：确保结构在地震作用后仍能满足使用功能和美观要求。
4. 可靠性原则：考虑地震动的随机性和不确定性，使结构具有足够的抗灾能力。
5. 灵活性原则：考虑结构在地震作用下的变形能力，以吸收

和消耗地震能量。

二、水工结构抗震设计的基本理论与规范标准

（一）地震作用机理

地震作用机理是研究地震波如何传播、作用于结构物以及这些作用对结构物造成的影响的复杂领域。地震波包括纵波（P波）、横波（S波）和面波（L波），它们在不同地层和结构中的传播特性不同，且随着传播距离增加，地震波能量逐渐衰减。地震动的特性分析关注振幅、周期、持时等参数，这些参数对结构物的影响至关重要，为抗震设计提供了重要依据。在抗震设计中，确定地震荷载是一个关键步骤，需要基于地震动特性、结构动力特性和场地条件等因素。地震反应谱是评估结构物在地震作用下响应的重要工具，通过分析地震动特性，可以绘制出地震反应谱，从而了解结构物在不同频率下的振动放大效应。为了深入理解地震作用机理，研究人员采用了多种研究方法，包括理论分析、数值模拟和实验研究，这些方法可以相互验证，为抗震设计提供更为可靠的依据。此外，地震风险分析与评估也是地震作用机理研究的重要方面，通过对地震可能造成的损失进行预测和评估，可以为抗震设计提供更为全面的风险控制策略。

（二）水工结构抗震设计规范与标准

水工结构抗震设计规范与标准是确保水工建筑物在地震作用下保持安全可靠的指导文件，它们是在长期的地震工程实践和研究中形成的，反映了人类对地震作用机理和水工结构响应特性的深入理解。我国抗震设计规范的发展从早期的经验性规定演变为现代的基于科学研究和实验验证，这一过程体现了我国对地震工程认识的深化和技术进步。为了借鉴国际先进经验和做法，我国工程师和研究人员经常对国际抗震设计标准进行对比分析，了解不同国家和地区在面对地震威胁时采取的策略和技术，为我国水工结构的抗震设计提供参考。规范的主要内容包括设计原则、设计方法、设防标准和抗震措施等，适用于水工结构的设计、施工、运维和检修各个阶段。然而，规范的实施面临着地震不确定性和设计技术复杂性等挑战，要求工程师和研究人员不断深入研究地震工程，积累工程实践经验，为规范的更新和完善提供坚实的基础，从而不断提高水工结构的抗震能力，确保其在地震作用下保持安全可靠。

三、水工结构抗震设计方法

（一）基于抗震安全度的设计方法

基于抗震安全度的设计方法是一种传统的抗震设计方法，其核心思想是在地震^[2]作用下，结构应具有足够的强度、刚度和延性，以承受地震引起的荷载和变形。为了实现这一目标，设计过程中需要确定地震动输入，这涉及根据地震波的特性、场地条件和结构类型，选取合适的地震动输入。接下来，计算结构在地震作用下的响应，包括内力、位移和变形等。然后，根据抗震安全度指标，如极限状态方程、安全系数等，判断结构在地震作用下

的安全性。这一系列步骤构成了基于抗震安全度的设计方法，旨在确保水工结构在地震发生时能够保持稳定和可靠，保护人民生命财产安全。

（二）基于性能的设计方法

基于性能的水工结构抗震设计方法将结构性能目标与地震响应相结合，通过设定性能指标如极限状态和变形限制，确保结构在地震中的安全可靠。设计过程包括明确性能指标、计算地震响应、评估性能表现以及调整设计参数以优化结构性能。^[3]这种方法使设计更加精细灵活，旨在提升水工结构在地震中的韧性，保障其长期稳定运行。

（三）基于IDA的方法

基于IDA的抗震设计方法强调性能目标，通过逐步增强地震动输入来考察水工结构在动态变化下的响应，以评估其抗震性能。设计过程从选取适宜的地震动输入开始，然后在不同强度地震动输入下进行逐步动态分析，监测结构的内力、位移和变形等指标。接着，根据预设的性能指标对结构性能进行评估，通过评估数据来确定和优化结构的抗震设计参数，如抗剪强度和连接强度等。这一方法为水工结构提供了系统的抗震性能评估和设计手段，有助于提升结构的地震适应性和安全性。^[4]

四、抗震设计中的关键技术

（一）地震动输入

地震动输入是抗震设计中的关键技术之一。在地震动输入过程中，需要考虑地震波的特性、场地条件和结构类型等因素。正确选择和处理地震动输入对结构响应的影响至关重要。^[5]

1. 地震动选取：在选取地震动记录时，需要考虑结构所在地区的地震烈度、震级和震中距离等因素，以确定合适的地震动记录。^[6]通常情况下，应选择与结构所在地区地震特性相似的地震动记录，以确保结构设计的安全性和可靠性。

2. 地震动调整：在地震工程中，根据场地条件和结构类型的不同，对选取的地震动记录进行调整是至关重要的。^[7]这可能涉及对地震动的时程、幅值、持续时间以及频谱特性进行修正，以确保所得到的地震作用能够真实反映实际可能遭遇的地震情况。这样的调整过程有助于确保结构设计能够准确地预测和应对潜在的地震风险，从而提高结构的安全性和抗震能力。

3. 地震动输入方式：在结构分析和设计中，需根据结构的特点和分析需求，确定地震动的输入方式。这可能包括单向输入、双向输入或多向输入。例如，对于简单的线性结构，单向输入可能就足够了；而对于复杂非线性结构，可能需要考虑双向或多向输入，以更真实地模拟结构在地震作用下的响应。

（二）土结构相互作用分析

土结构相互作用分析是考虑地震动输入后，分析土体与结构之间的相互作用对结构响应的影响。^[8]

1. 土体模型选取：在地震工程和岩土工程中，根据土体的物理性质和力学特性，选取合适的土体模型至关重要，以准确模拟土体在地震作用下的响应和变形行为。

2.土结构相互作用效应分析：在地震作用下，土体与结构之间的相互作用对结构的响应有着显著影响。^[9]需要通过分析这种相互作用，以评估土体对结构响应的影响，从而确保结构设计能够充分考虑并应对这种影响，提高结构的安全性和可靠性。

3.土结构整体分析：在地震工程中，将土体和结构作为一个整体进行分析，以反映土结构相互作用对结构响应的实际情况，对于确保结构的安全性和可靠性至关重要。

（三）材料和构件的抗震性能

在抗震设计中，了解和评估材料和构件的抗震性能至关重要。

1.材料性能测试：为了确保结构设计的安全和可靠，需要通过实验测试来获取结构材料的弹性模量、强度、延性等性能参数。这些参数对于评估结构在荷载作用下的反应和耐久性至关重要。

2.构件抗震性能评估：为了评估构件在地震作用下的抗震性能，必须考虑材料性能，如弹性模量、强度和延性，以及结构构件的特点，如尺寸、连接方式和工作条件。通过这些综合分析，可以预测构件在地震发生时的行为，以及其抵抗地震破坏的能力。

3.抗震设计准则：根据对构件在地震作用下的抗震性能的评估结果，需要制定合理的抗震设计准则，如强度准则、延性准则等。^[10]这些准则将确保结构设计能够有效地提高结构在地震发生时的安全性和可靠性，通过规定必要的材料和构件性能要求，以及抗震措施和构造细节，以减少地震灾害风险。

（四）抗震加固技术

抗震加固技术是对现有水工结构进行抗震性能提升的一种技术手段。

1.加固方案设计：为了提高结构的抗震能力，应根据其特点和抗震性能评估结果，制定合理的加固方案，这可能包括结构元

件的增强、连接的改善或整体结构的调整，以确保在地震发生时能有效承受震动影响。

2.加固材料选择：在选择加固材料时，应优先考虑那些具有良好的抗震性能和耐久性的材料，如钢筋、碳纤维等。这些材料能够有效地提高结构的承载能力和延性，同时具备良好的抗腐蚀和抗疲劳特性，以确保结构的长期稳定性和安全性。

3.加固施工技术：在施工过程中，选用适宜的加固技术至关重要，这涉及合理选材、应用恰当的施工方法与顺序，并严格遵守安全与质量规范。同时，必须对施工全过程进行严格监控和质量控制，确保加固工程的安全可靠。

结束语

水工结构抗震设计在保护人民生命财产安全方面至关重要，随着社会经济的快速发展，水工建筑物在防洪、灌溉、供水、发电等方面扮演着越来越重要的角色。然而，地震作为一种不可预测的自然灾害，对水工结构的安全构成了严重威胁。因此，研究水工结构抗震设计的关键技术，提高水工结构在地震中的抗震能力，对于保护人民生命财产安全具有重要意义。

本文深入探讨了水工结构抗震设计的关键技术，包括地震动输入、土结构相互作用、材料和构件抗震性能以及抗震加固技术。这些技术对于确保水工结构在地震中的安全稳定具有重要意义。水工结构抗震设计是一个综合性问题，需要从多个角度综合考虑，包括地震动输入、土结构相互作用、材料和构件抗震性能以及抗震加固技术等。只有综合考虑这些因素，才能取得良好的抗震效果。

通过本文的论述，期望为水工结构抗震设计提供有益的参考，促进我国水工结构抗震设计水平的提升，并希望引起更多研究者对水工结构抗震设计的关注，推动该领域的研究和发展。

参考文献

- [1] 韩延贵. 水工框架结构抗震韧性评价及改进设计研究 [D]. 青海大学, 2021.DOI:10.27740/d.cnki.gqhdx.2021.000361.
- [2] 李振亮. 解析水工结构抗震分析及设计 [J]. 珠江水运, 2020,(09):4647.DOI:10.14125/j.cnki.zjsy.2020.09.022.
- [3] 冯少艳. 水工建筑物抗震设计策略探讨 [J]. 建材与装饰, 2019,(23):301302.
- [4] 叶祥记. 强震区珊瑚砂地质港口水工结构抗震设计关键技术及应用. 天津市, 中交第一航务工程勘察设计院有限公司, 20210817.
- [5] 詹振彪. 《水工建筑物抗震设计规范》地下结构抗震计算讨论 [J]. 西北水电, 2023,(01):4246.
- [6] 张德康. 大型倒虹吸水工结构地震反应分析研究 [D]. 华北水利水电大学, 2021.DOI:10.27144/d.cnki.ghbsc.2021.000331.
- [7] 刘晓嫚, 闫毅志. 水工结构抗震分析及设计 [J]. 中国水运 (下半月), 2019,19(07):230231.
- [8] 李王坤. 水工结构抗震设计探讨 [J]. 山西水利, 2017,(06):4748.
- [9] 第五届全国水工抗震防灾学术交流会在宜举行 [J]. 三峡大学学报 (自然科学版), 2016,38(01):10.
- [10] 王磊. 水工建筑地下结构抗震特点及分析方法概述 [J]. 河南水利与南水北调, 2013,(04):5960.

浅析某吸附材料生产线技改项目职业病危害防护设施防尘毒设计方案

欧阳婕

上海新天地检测技术有限公司 上海市 200444

摘要：针对某吸附材料生产线技改项目生产过程中可能产生的职业病危害因素（粉尘与化学有害因素），为其机械通风（全室机械通风、局部机械通风）、防护设施（滤筒干式除尘系统、静电干式重力沉降除尘系统、除尘喷淋塔系统及其他防尘毒措施）、应急救援设施（冲淋洗眼装置、事故排风装置及有毒气体报警装置）等提供职业病危害防护设施防尘毒设计方案。

关键词：职业病危害防护设施；防尘毒设计

The design scheme of a dust and poison prevention for occupational disease prevention facility of an adsorption material production line

Ouyang Jie

Shanghai New World Testing Technology Co., Ltd. Shanghai 200444

Abstract： For the potential occupational hazards (dust and chemical hazards) that may arise during the production process of a technical renovation project for an adsorption material production line, this paper provides a dust and poison prevention design plan for occupational disease prevention facilities, including mechanical ventilation (whole-room mechanical ventilation and local mechanical ventilation), protective equipment (filter cartridge dry dust removal system, electrostatic dry gravity dust removal system, dust removal spray tower system, and other dust and poison prevention measures), and emergency rescue facilities (eye wash and shower facilities, emergency exhaust ventilation devices, and toxic gas alarm devices).

Key words： occupational disease prevention facility; dust and poison prevention design

引言：

近年来，为扩大生产规模，优化生产工艺，自动化生产线技改项目日渐增多。本文以某吸附材料生产线技改项目为例，对技改中可能涉及的职业病危害因素中的粉尘及化学有害因素提供防护设施设计方案，为同类型技改项目提供参考。

一、建设项目概述

本项目新建一条新型吸附材料自动化生产线，增加产能，淘汰现连续自动化颗粒状分子筛生产线（L2线）中高耗能老式成球机和烘干设备，升级换用新型高效生产设备并对该产线工艺进行系统优化；新增2套滤筒干式除尘器和2套重力沉降除尘器。

二、设计内容

本次职业病防护设施的设计范围详见表1。

表1项目设计内容

单元名称	场所 / 区域	主要功能
生产车间	原料混合区 L1线	将所用配方原料在混粉机中充分混合均匀后，经粉碎机打粉至325目以下，液态原料则按重量比例配制。

单元名称	场所 / 区域	主要功能
	粒成型区 L1/L2线	将混合好的粉料直接输送至成球机内，通过成球机的不断滚动，滚动过程中加入液态胶水，完成球形颗粒的一步成型。
	老化 / 烘干区 L1/L2线	半成品颗粒经筛分后传送至老化设备内进行老化处理以提高颗粒的湿强度，后续经带式干燥机烘干。
	焙烧区 L1线	输送至高温回转窑内进行快速焙烧活化。
	成品包装区 L1线	成品装桶打包。

三、工程分析

（一）工艺及主要设备及原辅材料

主要工艺：本项目对传统球形分子筛生产工艺和现有球形分

* [作者简介]姓名：欧阳婕；性别：女，出生年月：1986年2月；民族：汉；籍贯：上海；学历：本科；职称：工程师；研究方向：职业卫生

子筛自动化生产线工艺进行了相关的技术改造和改进，将分段工艺整合为一条自动化生产流水线。

主要设备：用于混料的卧式混合机、用于打粉的粉碎机、用于抛光的硬化筒、用于成球的成球机、用于过筛的振动筛、用于造粒的摇摆式颗粒机、用于烘干的干燥机、用于除尘的除尘器等。

主要原辅材料：快脱粉（活性氧化铝）（球状颗粒）、碳酸氢钠（粉状）等。

四、职业病危害因素的调查与分析

（一）职业病危害因素的识别

根据生产工艺和原辅材料理化特性的分析，操作工可能接触粉尘与化学因素（氧化铝粉尘、碳酸氢钠、碳酸钠、一氧化碳、二氧化碳）等职业病危害因素。本项目生产过程中可能产生的主要职业病危害因素具体见表2。

表2 生产过程中可能主要职业病危害因素一览表

单元名称	场所/区域	岗位名称	作业点	职业病危害因素 (粉尘与化学因素)	接触方式
生产车间	原料混合段 L1线	称量	物料称量 工作位	氧化铝粉尘、 碳酸氢钠	机械结合 手工作业
		投料	卧式混合机投 料工作位	氧化铝粉尘、 碳酸氢钠	机械结合 手工作业
		巡检	粉碎机出料口	碳酸氢钠、 氧化铝粉尘	机械作业
	老化干燥段 L1/ L2线	巡检	振动筛巡检、 清料位	碳酸氢钠、 氧化铝粉尘	机械作业
	焙烧段 L1线	巡检	振动筛巡检、 清料位	碳酸钠、氧化铝粉 尘、一氧化碳、 二氧化碳	机械作业
	成品包装段 L1线	包装	包装工作位	碳酸钠、氧化铝粉尘	机械作业
	成型段 L1/ L2线	成型	成球机巡检位	碳酸氢钠、 氧化铝粉尘	机械结合 手工作业
		打碎	颗粒机工作位	/	手工作业

五、职业病防护设施和有关防控措施及其控制性能

（一）机械通风设计

本项目生产线侧墙设计排风量为23000m³/h的8台轴流排风机进行机械排风。生产线场所面积为2400 m²，层高按照6m计算，体积为14400 m³。生产车间内空气通过门窗和局部排风系统排出车间，新鲜空气通过进气窗进入生产车间，气流组织为

侧排风。车间风机分别在室内外设有开关。生产线8台风机全部启动的情况下换气次数为12.8次/h。全室机械排风设施参数见表3。

表3 全室机械排风设施参数一览表

服务区域	机械排风设施	数量	设计排风量 (m ³ /h)	设计总排风量 (m ³ /h)	换气次数 (次/h)	气流组织
生产车间	轴流风机	8台	23000	18400	12.8	侧排风

（二）职业病防护设施设计及其控制性能

1. 防尘毒设施

（1）滤筒干式除尘系统

本项目在L1/L2线产生粉尘的工作位、巡检位及非密闭性管道处，设控制风速大于1.2m/s负压除尘吸风装置，通过风管管道与滤筒干式除尘器连接。设排风量为23000m³/h的2套串联滤筒干式除尘器除尘后于15m高空排放。除尘效率达到95%以上。除尘器内粉尘掉入灰斗，收集的粉尘通过卸料阀排出到装有水的灰桶内，物料晾晒半干后送回大型成球机回收利用。

设计负压除尘吸风装置的岗位有：物料称量工作位、卧式混合机投料工作位、筛分抛光段巡检位、成球机巡检位、老化干燥段振动筛巡检位、焙烧段振动筛巡检位、包装工作位。

（2）静电干式重力沉降除尘系统

本项目在L1线老化干燥段带式干燥设备、L2线带式干燥机的出料口巡检位，L1/L2线焙烧段回转干燥炉天然气燃烧处产生的粉尘经密闭收集，设计排风量为24000m³/h的2套串联静电干式重力沉降除尘器处理后于15m高空排放。除尘效率达到95%以上。除尘器内脱落的粉尘掉入灰斗内通过卸灰阀排入装有水的桶内，物料晾晒半干后送回大型成球机回收利用。

本项目天然气燃烧采用全密闭燃烧方式，该过程为间接加热，燃烧热空气不直接接触物料，燃烧后经密闭管道直接连接静电干式重力沉降除尘器排放。

（3）除尘喷淋塔系统

本项目L1/L2线回转干燥炉运行、出料产生的粉尘密闭收集后，利用现有的排风量为28000m³/h的现有的除尘喷淋塔喷淋处理后于15m高空排放。喷淋塔收集的物料沉积在池底，物料晾晒半干后送回大型成球机回收利用。

2. 其他防尘毒措施

本项目为了防止二次扬尘对人体的危害，将称量、投料口设计在独立的玻璃房内，玻璃房内设负压除尘吸风装置，连接滤筒干式除尘器；有每次称量、投料后及时清扫散落的粉尘，及时投到投料口。玻璃房内进行称量和投料，隔绝了粉尘逸散到其他区域的情况，杜绝了二次扬尘的影响。

L1/L2线的干燥段、L1线的焙烧段的振动筛是密封的，出料口均设计负压除尘吸风装置，不合格物料均为颗粒状，粉尘逸散的可能性小，将不合格物料装在不锈钢桶中，人工搬运至投料口过程中，不锈钢桶盖密封，杜绝二次扬尘的影响。

根据上述内容，本项目局部排风参数设计见表4。

表4 本项目局部排风参数设计一览表

系统名称	风量 (m³/h)	风机 数量	净化方式及效率	职业病危害因素 (粉尘与化学因素)	作业点	罩口形式及参数	备注
滤筒干式 除尘系统	23000	2套	滤筒干式除尘器， 除尘效率达到95% 以上	氧化铝粉尘、碳酸氢 钠、碳酸钠	物料称量	侧吸罩1个/线、风量1200 m³/h，控制风速1.2m/s	新增
					卧式混合机 投料	上吸罩1个/线、风量1200 m³/h，控制风速1.2m/s	
					筛分抛光段	上吸罩1个/线、风量2150 m³/h，控制风速1.2m/s	
					成球机	上吸罩3个/线、风量2150 m³/h；上吸罩1个/线、 风量3300 m³/h。控制风速1.2m/s	
					老化干燥段振 动筛	上吸罩1个/线、风量3300 m³/h，控制风速1.2m/s	
					焙烧段 振动筛	上吸罩1个/线、风量1200 m³/h，控制风速1.2m/s	
					包装	上吸罩1个/线、风量1200 m³/h，控制风速1.2m/s	
静电干式 重力沉降 除尘系统	24000	2套	静电干式重力沉降 除尘器，除尘效率 达到95%以上	碳酸氢钠、氧化铝粉 尘、碳酸钠、一氧化 碳、二氧化碳	干燥设备 出料口	上吸罩1个/线、风量3300 m³/h，控制风速1.2m/s	新增
					焙烧段回转 干燥炉天然气 燃烧	上吸罩1个/线、风量3300 m³/h，控制风速1.2m/s	
除尘喷淋 塔系统	28000	1套	除尘喷淋塔、除尘 效率达到95%以上	碳酸钠、氧化铝粉尘	焙烧段回转干 燥炉	上吸罩1个/线、风量3300 m³/h，控制风速1.2m/s	利旧

（三）应急救援设施

1. 冲淋洗眼装置

生产过程中有粉尘产生，在生产线投料区域附近15米范围内设计2个冲淋洗眼器，洗眼器服务半径满足15m，人员10s内可到达。

2. 事故排风装置

本项目生产车间侧墙设计了8台轴流排风机（每台排风量：23000m³/h）进行机械应急排风，生产车间内空气通过门窗和局部排风系统排出车间。事故通风进风采用8台冷风机（每台送风量：30000 m³/h）和自然进风。生产车间内设计有毒气体报警器及控制系统，并与事故通风相连锁；车间风机分别在室内外便于操作的地点设开关。

本项目的轴流排风机（总排风量：18400m³/h）承担事故排

风。当8台轴流排风机全部开启时，事故通风换气次数>12次/h。

3. 有毒气体报警装置

本项目原料活性氧化铝为非易燃易爆物；回转干燥炉使用天然气进行燃烧，为易燃易爆物；L1/L2线焙烧段回转干燥炉天然气燃烧处产生的废气经密闭收集，于15m高空排放。本项目设计一氧化碳检测报警仪位于L1/L2线焙烧段回转干燥炉附近。当区域内有害气体浓度超标时，系统会发出报警，以便操作人员及时排除事故隐患，保护人身及设备安全。

根据GBZ1-2010的要求，报警器预报值为MAC或PC-STEL的1/2，警报值为MAC或PC-STEL值，高报值应综合考虑有毒气体毒性、作业人员情况、事故后果、工艺设备等各种因素后设定^[1]。

本项目应急救援设施设计见表5。

表5 本项目应急救援设施设计一览表

单元 名称	危险因素	应急救援设施		设计换气次数 (次/h)	设计位置
		名称	数量(套)		
生产 车间	回转干燥炉使用天然气进行燃烧，为易燃易爆物。	事故排风装置	8	≥12	侧墙上部窗口
		一氧化碳检测报警仪	2	/	回转干燥炉出料口
	眼接触碳酸钠粉粒，轻者出现眼结膜炎，重者可引起眼组织灼伤和坏死。皮肤接触可引起皮炎，潮湿皮肤接触，灼伤程度加重。	冲淋洗眼器	2	/	投料区域附近15米范围内

六、预期效果

（一）职业病防护设施设计预期效果

本项目职业病防护措施设计汇总见表6。

表6 职业病防护措施设计汇总表

单元名称	场所 / 区域	岗位	作业点	接触危害因素	防护尘毒设施	应急救援设施	预期效果
生产车间	原料混合段 L1 线	称量	物料称量工作位	氧化铝粉尘、碳酸氢钠	防尘毒：设计负压除尘吸风装置，经滤筒干式除尘器除尘后于 15m 高空排放。将称量、投料口设计在独立的玻璃房内。	在投料区附近 15 米范围内设计冲淋洗眼器；在有可能泄漏的干燥炉区设计一氧化碳检测报警仪；设计事故排风装置。	使本设计范围内的化学有害因素浓度符合《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》(GBZ 2.1-2019 ^[2])及第 1 号修改单 ^[3] 的限值要求。
		投料	卧式混合机投料工作位	氧化铝粉尘、碳酸氢钠			
		巡检	粉碎机出料口	碳酸氢钠、氧化铝粉尘			
	老化干燥段 L1/ L2 线	巡检	振动筛巡检、清料位	碳酸氢钠、氧化铝粉尘	防尘毒：设计负压除尘吸风装置，经静电干式重力沉降除尘器除尘后于 15m 高空排放。振动筛密封，出料口均设计负压除尘吸风装置。		
	焙烧段 L1 线	巡检	振动筛巡检、清料位	碳酸钠、氧化铝粉尘、一氧化碳、二氧化碳	防尘毒：设计负压除尘吸风装置，经静电干式重力沉降除尘器、除尘喷淋塔喷淋除尘后于 15m 高空排放。振动筛密封，出料口均设计负压除尘吸风装置。		
	成品包装段 L1 线	包装	包装工作位	碳酸钠、氧化铝粉尘	防尘毒：设计负压除尘吸风装置，经滤筒干式除尘器除尘后于 15m 高空排放。		
	成型段 L1/ L2 线	成型	成球机巡检位	碳酸氢钠、氧化铝粉尘	防尘毒：设计负压除尘吸风装置，经滤筒干式除尘器除尘后于 15m 高空排放。		
		打碎	颗粒机工作位	/			

七、结论与建议

本项目原料活性氧化铝为非易燃易爆物；回转干燥炉使用天然气进行燃烧，为易燃易爆物；L1/L2线焙烧段回转干燥炉天然气燃烧处产生的废气经密闭收集，防护设施主要依赖于设备运行时

全密闭，故建设单位需关注设备的日常维护和检维修工作，确保设备正常运行，防护设施正常开启。

本次设计的冲淋洗眼器、事故排风装置、有毒气体报警仪等应急救援设施数量充足，在项目正式验收后，建设单位需关注其日常维护和保养，确保应对突发事件。

参考文献：

[1]GBZ 1-2010《工业企业设计卫生标准》[S].
[2]GBZ 2.1-2009《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》[S].
[3]国家卫生健康委员会关于发布《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）第 1 号修改单[S].
[4]黄廷，王芬，王伟. 某环保企业危险废物处置项目职业病防护设施设计[J]. 化工管理，2021(36):33-34.
[5]王红波. 郑州某超硬材料建设项目职业病危害控制效果评价[D]. 河南：郑州大学，2013.
[6]付晓宽，冯玉娟，尚波. 某耐火材料企业职业病危害分析[C]. //中国职业安全健康协会职业卫生专业委员会 2019 年学术会议论文集. 2019:1-4.
[7]欧立君. MG 公司新型墙体材料生产线项目可行性研究[D]. 吉林：吉林大学，2011.
[8]宝武碳业兰州 10 万吨负极材料项目首条生产线全面投产[J]. 炭素，2023(2):29.
[9]江成. 复合材料船舶生产线技改项目风险控制与管理研究[D]. 天津：天津工业大学，2015.
[10]张旭. 某化工厂炭材料生产线升级改造项目实施分析[J]. 当代化工研究，2020(5):148-150.

暖通空调系统节能设计策略分析

李宏鑫

深圳市盛波光电科技有限公司, 广东 深圳 518118

摘要：当前，绿色节能理念备受建筑行业的关注，实践证明在暖通空调系统中进行节能设计有利于保护生态环境、节约能耗、节省运行成本等。在具体设计时设计人员必须遵循节能减排、先进性以及舒适性等原则，才能保证设计工作的顺利性。据此，下文详细探讨暖通空调系统节能设计的原则、意义，从提高围护结构保温性、合理选择冷热源、应用节能以及数字化技术等方便入手，提出具体的节能设计策略。希望能够推进暖通空调行业可持续发展。

关键词：暖通空调系统；节能设计；绿色环保

Analysis of energy-saving design strategy of HVAC system

Li Hongxin

Shenzhen Shengbo Optoelectronics Technology Co., LTD., Shenzhen, Guangdong 518118

Abstract：At present, the concept of green energy saving has been concerned by the building industry. Practice has proved that energy-saving design in HVAC system is conducive to protecting the ecological environment, saving energy consumption and saving operating costs. In the specific design, the designer must follow the principles of energy saving and emission reduction, advanced nature and comfort to ensure the smooth design work. Based on this, the principles and significance of energy-saving design of HVAC system are discussed in detail in the following sections, and specific energy-saving design strategies are proposed from the aspects of improving the insulation property of enclosure structure, reasonable selection of cold and heat sources, application of energy-saving and digital technology. We hope to promote the sustainable development of the HVAC industry.

Key words：HVAC system; energy saving design; green and environmental protection

前言：

近年来大众的生活品质有所提升，对建筑物的要求不仅停留在舒适与安全方面，还关注建筑物是否节能环保。尤其是工业厂房，作为工业企业生产的重要场所，其暖通空调系统的节能设计效果将影响到工业企业的生产效益，决定工业企业的资源消耗量等。因此对其进行节能设计是非常有意义的。

一、暖通空调系统概述及节能设计原则

（一）暖通空调系统概述

暖通空调系统是一种新形式的分户中央空调，有：通风功能、聚暖功能、调节室内空气环境等功能等。工业厂房中的暖通空调系统能有效控制厂房湿度及温度，不仅能够提高室内人员的舒适感，还能够保障工业厂房的整体环境和经济效益。暖通空调系统作为现代建筑中的重要设备，其应用领域在不断扩大，在众多工业厂房中都能看到暖通空调的应用。基于其功能的特殊性及其组织结构的复杂性，其对满足人们日常生活、工作需求发挥着重要的作用。另外，当今暖通空调系统的设计日趋多样化，如何通过暖通空调系统的节能设计使其发挥节能减排的作用，满足人们及工业产品对环境的要求，是相关研究者关注的重点。

（二）暖通空调系统节能设计原则

第一，节能减排原则。为了实现可持续发展，在暖通空调节能设计时必须遵循节能减排的原则，综合利用现代化技术与材料、设施等提高系统运行效率，减少系统运行能耗。例如：设计人员积极应用太阳能、地热能等，利用各地区的优势资源逐步取代传统能源。这样既能缓解传统能源危机，又能达到节能减排的目的。

第二，先进性原则。随着科技的不断进步，市场上出现了很多高科技产物，如果在暖通空调系统节能设计时应用这些产物，赋予系统先进性的特征，将能够推进我国建筑行业向前发展。例如：引入智能化技术打造智能暖通空调节能系统，优化工业厂房的环境，提高工业厂房的舒适度，在这过程中我国也可以积极借鉴发达国家的成功案例，探索暖通空调节能系统与科技产物的结

* 作者简介：李宏鑫，1985年1月，男，汉族，河南省平顶山市；工程师，学士学位；主要从事公司工程项目管理、动力设施的运行维护、无尘室的管理及空调系统的运行维护等。

合模式。^[1]

第三，舒适性原则。无论是工业厂房还是居民住房，人们每天都会花费大量的时间呆在室内，室内的温度、湿度以及空气质量将会直接影响到人们的健康安全。在进行暖通空调系统节能设计时，设计人员不能只追求经济效益、节能效果就使用一些对人体有害、不利于生态环保的材料。而是应该本着为人们创建宜居空间的思想，以提高建筑物舒适度为目标，大力优化暖通空调节能系统。确保暖通空调系统在节能的同时能够为人们带来舒适的享受。只有这样暖通空调节能系统才会有广阔的发展前景。^[2]

二、暖通空调系统节能设计的意义

（一）绿色节能

暖通空调系统节能开发设计时需要有机联合供热、制冷以及通风系统，减少热损耗较多的中间环节，积极应用新技术以及节能材料等，减少暖通空调的能源损耗。其中，在制冷环节应用低压供水冷凝技术，利用地下水循环降低温度，将产生的冷风通过风机输送到室内，这样可以调节室内温度，提高居住的舒适度。在供暖环节通过科学调整各项参数、应用围护结构保温技术等方式减少建筑物的温度流失，降低系统的运行负荷进而达成节能环保的目标。

（二）减少环境污染

传统供暖模式下供暖企业是主力军，其通过大功率锅炉燃烧煤炭的方式进行集中供暖。这个过程燃烧的煤炭会排放大量的二氧化碳与颗粒物，造成环境污染和产生大量能耗。有时在通风排风过程中会产生大量的热损失，再加上一些建筑物的保温性能差，散热速度快，无论是集中供暖还是独立供暖，要想维持室温就需要增加供暖温度。这个过程供暖企业要加大煤炭投入量、空调要提高运行负荷消耗大量电能。但如果可以针对暖通空调系统开展节能设计，就能有效解决此类问题，减少污染物排放量。因为在这过程中不需要通过燃烧煤炭获取热量，不会产生大量的电能消耗，这有利于提升供暖效率，减少环境污染。^[3]

（三）节约运行成本

暖通空调系统节能设计时可以利用高效的节能环保系统与循环供热系统提升供暖效率、减少污染物排放、节约运行成本。该组合系统虽然前期的安装成本较高，但从长远角度来看安装太阳能电池板、引入新技术与新材料后，能够节省大笔资金。且设备正确安装后使用寿命较长，不需要花费额外资金安装其他设备。

三、暖通空调系统节能设计策略分析

（一）应用围护结构保温技术

良好的围护结构能够提高建筑物的保温性，减少内部供暖需求，降低暖通空调系统的负荷，进而产生良好的节能效果。在调查全国公共建筑能耗时能够发现暖通空调能耗占建筑能耗的60%左右，围护结构消耗的能耗能够达到50%。因此要将围护结构保温技术应用在暖通空调系统节能设计中。当前，无机保温砂浆外

墙保温、岩棉板外墙保温等技术比较常见。例如：传统建筑外墙围护结构一般为水泥砂浆+粉煤灰陶粒混凝土+水泥砂浆。如果在主体结构外部增加一层膨胀聚苯板、岩棉板或是无机保温砂浆就能有效提高围护结构的保温性。尤其是岩棉板抗压性及靠拉伸性能强，不易出现吸水膨胀与收缩问题，既能够有效保护墙体，又能够保温隔热。

虽然暖通空调系统的运行原理及系统组成存在差异，但围护结构保温技术并不受这些差异的影响，能够让暖通空调节能系统在高效运行的同时节省能耗。^[4]

（二）合理选择冷热源

在进行暖通空调节能设计时设计人员要综合考虑当地的环保政策与建筑能源结构等情况，合理选择冷热源与机组设备。

第一，如果当地拥有多种能源，那么在供暖制冷过程中可以应用复合能源模式。

第二，如果当地建有热力发电厂，可以应用供热和余热供热技术减少系统能耗。

第二，如果当地的水资源与地热资源十分丰富，可以应用水源热泵法完成制冷供热。如果当地的集中热源规模较小，建筑物的供暖负荷小可以优先利用再生能源发电。

（三）积极应用可再生能源

在暖通空调系统节能设计过程中设计人员要积极利用地热能、太阳能和自然通风，为建筑物供暖制冷，这样能够降低氟利昂的使用量，实现节能环保，当然也可以优先使用无氟制冷剂。

第一，太阳能。在冬季可以将外墙的颜色调整为深色，强化太阳光的吸收利用，利用太阳能提高室内墙体温度，降低暖通空调系统的运行负荷：设计人员可以将太阳能系统应用其中，该系统包括太阳能集热器、极热循环器等能够有效转换太阳能。该系统在运行时能够利用系统风机设备驱动空气进行储热器和集热器间的循环，这个过程冷空气会转化为热空气，产生供热的效果。

第二，地热能。地热能源分布十分广泛是可再生能源，在收集时需要使用专门的装置。在具体应用时需要将地源热泵系统与暖通空调系统连接，地源热泵包含了埋管、地下水以及地表等不同的能源采集方式。能够有效收集周围的地热能，源源不断的为暖通空调系统提供能源，降低系统整体的能耗。^[5]

第三，风能。由于风能的利用要求较高，风的速度、强度都会影响到风能的大小，只能够在沿海、山区和草原城市利用风能进行暖通空调系统节能设计。在具体应用时设计人员可以通过增加百叶窗数量、扩大门窗开口面积等方式降低建筑物的整体阻力，也可以在内部增加竖向空腔通风井，这样室内室外的温度差与压力差就可以吸引新鲜空气进入室内，新鲜空气可以推动污浊空气向外排放。这些方式都能够提高建筑物的自然通风效率。

（四）节能技术

第一，变频节能技术。当暖通空调系统在运行时出现负荷需求变化时，变频节能技术会结合外部温度变化快速调整冷水、水泵机组和风机组，优化系统的运行功率减少能耗。变频节能技术能够节约暖通空调系统总能耗的30%左右。例如：冷冻水泵。冷冻水泵会产生冷冻水，并在制冷设备中进行冷冻水循环输送能

量。变频节能技术能够根据水泵所需的能量变频调节输送能量，避免冷冻水泵一直处于最大运行效率。这样冷冻水泵就能够在低功率运行的过程中有效调节室温，减少电能消耗。

第二，余热循环技术。这是一种常见的节能技术，常被应用在暖通空调系统的节能设计中。该技术能够与循环系统协作高效传递热量，合理分配余热。在热循环的过程中如果动力与热传输系统没有处在同一回路，就可以规避热传递过程中对液体的放射，进而减少污染。如果能够重复利用循环回路的余热，就可以节约热能资源。^[6]

将该技术应用在循环冷却水系统中可以高效利用多余的热量，满足系统的功能需求。从冷却水利用层面分析，可以分为直接利用与间接利用的方式。例如：间接利用，利用冷凝器中的一部分制冷剂进行冷却水系统冷却，另一部分可以进行热回收器和自来水换热。这两部分制冷剂的余热利用量是相同的。无论采取哪一种方式要想获得大量的热量就需要牺牲一部分制冷剂。

（五）合理布置空调管道

暖通空调系统的管道比较多，应当保证其在节能运行的情况下优化空调管道的布局，提高暖通空调系统运行过程中水资源、风系统以及冷热水供应的合理性。合理的管道布局能够减少暖通空调系统的流体循环受阻问题，避免因周边环境及管道质量性能影响到系统运行的节能效果。考虑到暖通空调系统涉及到了大量交叉管道，布置难度大。这就需要考虑到各项节能技术的具体应用情况以及能耗管控要求具体设计。在规划管道走向时要遵循“短直平”的原则，尽量避免管道出现弯曲与拐角，这样可以降低管道的阻力，在连接管道与空调时要提高其密封性，避免因后期震动导致冷凝水从连接处流出。设计人员还需要考虑到建筑类型采取同程式、异程式设计方法，尽量做到节材节能。

（六）应用数字化技术

第一，BIM技术。近些年BIM技术开始被大范围应用在建筑行业。暖通空调系统是建筑工程的重要组成部分，如果可以在设计、生产以及安装环节合理应用BIM技术，就能够起到理想的节

能作用。利用BIM技术搜集暖通空调系统设计、生产以及安装环节产生的数据，之后在相应的软件程序中安装计算机内核，以便于高效分析暖通空调系统能耗数据。结合数据分析结果能够了解暖通空调系统安装后产生的能耗，进而为节能设计和节能技术的应用提供参考。例如：借助BIM技术进行三维仿真模拟，清楚展现设备安装标高、管线走向路径以及综合排布。这有利于发现设计方案存在的不足，方便设计人员处理好管道空间定位，协调消防、电器、给排水布局，避免管路水循环系统不畅影响暖通空调的制冷效果，进而节约能耗。

第二，智能化与自动化技术。为了确保暖通空调系统始终处于最佳运行状态，减少运行能耗，设计人员需将自动化控制、智能化技术应用在设计环节。这需要设计人员结合建筑物的采暖与制冷需求合理确定室内设计参数。例如：暖通空调系统在夏季制冷时如果设定温度提高1度，空调负载会减少10%左右。如果能够确定室内最佳设计参数，就能够降低暖通空调系统的能耗。设计人员只需要将自动传感器安装在室内，就能够确定各阶段的制冷需求，从而合理调控温度；设计人员可收集暖通空调系统运行时的温度、水量、功率等，基于这些数据利用智能控制系统有效调整风机、阀门等。例如：智能控制系统会根据数据分析结果调整定流量冷水机组，确定电动阀门的最佳开度、流经末端设备的最佳冷水流量等，这样就能够满足用户的制冷需求。

结语：

加强暖通空调系统的节能设计有利于节约能源、保护环境、降低运行成本等，有利于满足大众的消费需求，赢得口碑，顺应国家的可持续发展趋势，获得国家认可。因此，必须要做好暖通空调系统的节能设计，将绿色节能理念贯穿设计的整个环节，遵循绿色节能、舒适性等原则，合理选择冷热源、应用节能技术、优化管道布局等，不断减少暖通空调系统的能耗，推动暖通空调系统朝着绿色节能的方向转型。

参考文献：

- [1] 王佳龙. 关于建筑暖通空调系统节能设计策略的分析思考[J]. 中国住宅设施, 2023,(04):88-90.
- [2] 刘国成. 关于民用建筑暖通空调系统节能设计策略的分析与思考[J]. 低碳世界, 2022,12(01):107-109.
- [3] 吕吉平. 关于暖通空调系统节能设计及应用的研究[J]. 大众标准化, 2021,(17):11-13.
- [4] 陈雄伟. 建筑暖通空调节能优化设计策略探讨[J]. 江西建材, 2021,(03):56-57.
- [5] 邱焯. 暖通空调系统节能设计问题研究[J]. 住宅与房地产, 2021,(06):84-85.
- [6] 葛丰. 智能建筑暖通空调系统优化策略探讨[J]. 居舍, 2021,(06):161-162.

煤质化验技术在火电厂的应用及常见问题分析

何奕萱

贵州黔西中水发电有限公司，贵州 毕节 551500

摘要：在新时代社会经济高速发展背景下，煤质化验技术的运用非常频繁，特别是在火电厂中，具有很高的准确性与可靠性应用优势。所以，在具体操作环节中，煤质化验技术的运用水平，直接关系到煤质化验的准确性与有效性。在把煤质化验技术运用到火电厂中，经常会遇到各种各样的问题，像煤质化验操作误差等。基于此，要对煤质化验技术进行升级与改造，积极渗透现代化与先进化的化验工艺，有效解决各种潜在问题，为我国火电厂安全与稳定运行打下良好基础。本文重点阐述了煤质化验技术、常见问题与应用要点，以此为有关人员带来一定启示。

关键词：煤质化验技术；火电厂；常见问题；应用要点

Application of Coal Quality Assay Technology in Thermal Power Plants and Analysis of Common Problems

He Yixuan

Guizhou Qianxi Zhongshui Power Generation Co., Ltd, Guizhou, Bijie 551500

Abstract： In the new era of high-speed social and economic development background, the use of coal quality testing technology is very frequent, especially in thermal power plants, with high accuracy and reliability of the application of advantages. Therefore, in the specific operation link, the utilization level of coal quality testing technology is directly related to the accuracy and effectiveness of coal quality testing. In the application of coal quality inspection technology to thermal power plants, often encounter a variety of problems, such as coal quality inspection operation errors. Based on this, the coal quality inspection technology should be upgraded and transformed, actively penetrate the modern and advanced inspection process, effectively solve various potential problems, and lay a good foundation for the safe and stable operation of China's thermal power plants. This paper focuses on the coal quality inspection technology, common problems and application points, in order to bring some enlightenment for the personnel concerned.

Key words： coal quality testing technology; thermal power plants; common problems; application points

前言：

现阶段，在国家总体经济日益提升背景下，对能源存在很大的需求量，因此能源消耗量也呈现上升的趋势。在很多能源中，煤炭属于十分重要的资源，其转化率和煤炭质量有紧密的联系。所以，在火电厂发电环节中，一旦煤炭质量下降，造成能源产出量不够，降低火电厂的发电质量与效率，甚至威胁到人们的生命与财产安全。由此可见，一定要注重对煤质的化验，运用科学有效的化验技术与手段，确定检验项目，对化验技术应用期间经常发生的问题进行深入思考与探究，制定出切实有效与合理的优化措施，从根本上确保煤炭资源的质量，为我国火电厂的可持续发展提供重要的技术支撑。

一、工程案例分析

在某火电厂中，不注重对煤炭资源的质量检验，导致煤炭资源运用效果不佳，对火电厂的发电效率产生很大的影响，经常出现安全事故，造成人员伤亡，有损火电厂的经济效益，降低火电厂的社会信誉。所以，通过火电厂的升级与创新，意识到煤质检验技术引用的价值，深入分析在使用期间常见问题，对其进行针对性与有效性的解决，消除这一影响因素，也就保证了煤质检验

技术的运用效果，为火电厂稳定和安全运转打下坚实基础。

二、煤质化验技术

（一）发热量检验技术

众所周知，发热量，是判断煤炭质量的主要参数，属于煤质化验环节中重要环节。在正式展开化验环节中，运用专业的检验设备，对煤炭燃烧期间发热量进行准确的获取。在此期间，要确

保检验实验室的独立性，以此明确发热量的具体检验方式方法，借助燃烧皿、点火丝与弹筒等实验设备，把已知质量煤炭样品进行充分燃烧，促使水分与热量计热量被吸收。同时，当系统处于热平衡状态时，测量出升高温度，并且对水与热量计筒体容量加以计算，进一步检测出周围环境温度，准确计算出媒体资源样品的发热量。在这一实验操作中，事先准备好燃烧器皿，运用0.9g-1.1g的分析试样，加上10cm点火丝，把点火丝在电极柱的小槽中加以固定，将其侵入到煤样中。之后，在把10ml水加入到弹筒中以后，对其进行密封，避免氧气进去，其压强也要控制在2.8-3.01MPa之间。在放到量热仪中以后，把盖子盖好，就可以进行后续的实验操作。实验结束以后，采用复位的方式，确保水分排除干净，就可以把量热仪打开，取出弹筒之后，清理周边。然而，针对尚未燃烧完的点火丝，其长度需要进行合理的选取。在结合实验室护具加以热量计算期间，可以得知发热量素质。一般情况下，实验室环境温度需要控制在15-30℃范围内。另外，在控制气流对这一实验结果带来的不利影响过程中，一定要确保实验室处于封闭状态，没有阳光照射。在提供足够的氧气以后，可以让煤炭资源进行完全燃烧。

（二）挥发分检测技术

在对煤质进行检测环节中，重点做好挥发分的检测工作。当煤炭样本和空气隔离开以后，受到温度的影响，运用加热办法，生成相应的液体与气体物质，两者之间的融合，就是煤样的挥发分。基于此，整个实验检测过程，需要运用到1g样品，加热时间为7min，温度要严格控制为900℃。之后，对煤炭气体与液体进行检验，以此为能源的使用情况提供重要的科学依据。但是，挥发分测量结果，会受到一些外界因素的干扰，像升温速度、操作规范性与温度等。如果对煤炭进行分类，就要充分考虑到挥发分产率，了解梅花程度。在对焦渣形状进行分析以后，就可以确定热值高低与使用特点，一般会在煤质研究与工业生产等环节中运用。

（三）水分检测技术

在对煤炭水分进行检测期间，考虑到煤炭中含有内在与外在水分，对其进行针对性与合理性的检验。对于内在水分而言，是固有水份，一般在煤炭资源的毛细血管中存在。然而，外在水分，是利水水分，在煤炭的表面或者细缝中可以看到。水分的多少，直接关系到煤炭的可燃效果。一旦水分比较多，导致煤炭的燃烧性能下降，随之发热量减少。当水分处于11%以上时，燃烧性能显著下降，对火电厂的正常运行带来一定阻碍。另外，如果水分比较高，也会提高运行成本。在煤炭性能不够情况下，进一步增加煤炭的使用量，造成使用费用的增加。在规避这一现象过程中，做好水分检测工作非常有必要。

（四）灰分检测技术

从煤炭资源内部组成来看，含有可燃物质，在充分燃烧以后，转变为残渣，也就是灰分物质。基于煤炭的特殊性，在815℃燃烧条件下，无法被完全分解，含有一些物质。对于灰分而言，自身没有热量产生的能力，通常会吸收热量。基于此，灰分含量，会对煤炭的发热性能带来很大的影响。一旦含量比较高，降

低发热量。此时，要有更加高效率的设备进行支撑，对设备的使用年限进行缩短，甚至发生无法继续使用的情况。针对这一问题，运用石棉板或者灰皿对灰分加以检测，对各项操作过程加以严格的控制与管理，提高检测结果的准确度，以此精准判断煤炭质量。

（五）含硫量检测技术

当煤炭燃烧时，或多或少都会产生二氧化硫与硫化氢等物质，对空气造成很大程度是污染与破坏，甚至会造成锅炉设备的损坏。在含硫量比较高情况下，对锅炉进行腐蚀，会产生结焦现象，降低设备的使用速度，存在严重的安全隐患。通过对煤质的检验，了解到含硫量情况，采取相应的措施进行有效解决。

三、煤质化验技术在火电厂的常见问题

（一）在煤样采取上

从煤质化验情况了解到，煤样采样环节中经常会发生一些问题，像采样点不均匀等，无法体现出样品的代表性特点，影响到煤炭的质量。同时，如果没有对煤样的质量与数量展开精准控制，不满足化验要求，相关技术规范落实不到位，也就影响到检验的准确性。

（二）在煤样制作上

样品采集以后，会对其进行干燥、破碎与混合操作。这时，很容易受到各种因素的干扰，对化验工作带来很大的困难。样品的破碎，需要运用合理科学的方式，并且保证颗粒度达标，让煤样水分含量合格，避免化验结果不准确。不过，在实际化验过程中，无法确保以上几点要求。另外，混合操作环节中，不注重对均匀性的控制，加上温度的不适宜，也会对煤样质量产生不良影响。

（三）在工业分析上

通过对工业的分析，根据煤质化验标准，针对性选择分析方式。如果分析方式选择不合理或者不科学，就会导致结果失真。从分析过程来看，相关分析人员的职业素养不高，加上实践操作水平比较低，无法对专业知识有全面的理解，经常发生失误的情况，也就降低了实验结果的真实性。在具体检测环节中，一旦发生异常情况，化验人员不具有良好的应急处理能力，对这一化验过程产生很大的负面影响。

四、煤质化验技术在火电厂的应用要点

（一）提高采样和制样过程的质量控制力度

在对煤炭资源质量进行化验阶段中，样品质量非常重要，是对化验结果影响的直接要素。因此，在化验过程中，一定要对煤炭样品数量与质量加以严格控制，充分满足火电厂化验要求同时，也符合实验室各项技术操作标准。

在具体实施过程中，运用合理的技术，以此强化采样与制样的质量效果。在八点取样方式运用之后，突显出这一样品检测的代表性特征。在8个采样点确定以后，把采样数量精准控制在3.9-

4.1kg之间,其深度也要确保在0.3-0.5m范围内,同时对煤质表面氧化反应情况加以了解,避免性质发生变化。针对取样铲,可以运用煤堆中煤样,对其进行密封处理。与此同时,在样品收集完以后,就可以运用干燥与破碎等措施,确保样品化验过程更加有效。通过对煤样制作环节中各项操作不合理情况的研究,运用颚式破碎机,对煤样的粒度加以有效控制。对于水分小煤质样品来讲,其粒度不高大于69mm,通常在13mm以下。除此之外,在对煤样进行烘干期间,运用空气干燥技术,把干燥箱的温度提升到40℃以后,加入到试样中,进行2h的干燥处理。在避免样品潮湿情况下,采用密封保存的办法。

（二）降低化验操作过程的误差率

在各种外界与内部因素影响下,会影响到煤样化验结果的准确性,和实际存在很大的误差,降低煤质化验技术的运用有效性与科学性。所以,在煤样干燥过程中,需要确保煤炭性质处于稳定状态,控制操作失误的情况发生,注重对有关技术人员专业能力与职业素养的提升。针对火电厂,对煤质化验实验室中各项技术操作流程与规范要求进行优化、完善,约束操作人员化验行为,增强技术人员岗位责任意识与安全意识。在构建一支高水平专业化队伍以后,确保人员具有知识的化验知识,可以熟练操作各项先进化的化验技术与设备。在具有丰富实践操作经验推进下,良好面对在煤质检验环节中遇到的突发事件。

（三）开发精细化的信息管理系统

在激烈的社会竞争环境中,火电厂要想从中脱颖而出,一定要意识到对煤炭资源质量提升的重要性与必要性,做好煤质化验工作,将其作为未来发展的主要方向与路径。在火电厂积极转型与创新发展阶段中,进一步提高煤质化验技术的运用水平,不断引进现代化与先进化的信息技术,构建精细化的煤质化验一体信息管理系统,促使煤样在运煤通道过程中及时获取相应的参数,同时结合预先设定的指令,顺利进入到机械采样区域中,实现良好的自动化与智能化采样操作效果,有助于采样环节更加规范,提升采样速度。

（四）做好实验室质量管理工作

煤质化验效果的好坏,和整个实验过程有很大的关系。因此,需要对试验室进行质量管理,以此达到煤质化验工作目的。在对实验室进行质量管理过程中,重点做好以下几点内容:

其一,在实验室中,重点对仪器与设备的管理,制定完善的设备检查与维修机制,指派专业人员对仪器设备进行定期与不定期的管理、养护,避免设备在实验过程中发生故障,影响到实验

结果准确性。

其二,在对煤质化验过程获得的信息参数进行分析以后,有关技术人员要做好审核工作,促使获得数据信息更加真实与精准。一旦数据发生异常情况,第一时间进行上报,有助于实验问题得到及时的解决与改进。

其三,煤质化验工作的进行,在对化验结果加以描述期间,运用专业术语,便于其他人员的查阅和使用。

其四,在煤质化验工作持续推进下,采用两次平行测定的方式,在允许误差范围内进行操作。通过对两次平行测量结果平均值的计算,作为实验化验结果,为后续的优化工作提供有价值参考。

（五）强化煤质化验技术人员专业能力

煤质化验技术人员,其自身工作能力,和最终煤质化验结果准确性,有直接性的联系。所以,针对煤炭资源的质量检测部门,一定要专业操作与管理人士的支撑,以此成为煤质化验结果准确性提高的重要前提条件。在火电厂长期发展道路上,注重对相关操作人员的专业知识与实践技能培训,定期不定期组织员工参加学习与实践操作培训活动,逐步扩大培训范围与渠道,注重对理论知识学习的同时,也可以利用现代化科学技术,让相关技术人员实时观看实操视频,避免技术人员的学习受到时间与空间的限制。与此同时,火电厂也要不但对各项规章制度进行完善,做好风险识别工作,避免一些有害物质的不合理排放,加强对设备故障的检测。目前,在信息时代浪潮下,网络技术逐步渗透人们的日常生活与生产中,为人们信息传输与获取带来很大的便利。所以,火电厂也要积极建立公司网站与微信公众号,并且经常发布相关学习资料,对员工的学习与培训效果展开测试、考核,为员工提供更多自我发展的机会与平台,在自我检查过程中,让人员的业务能力与综合素养得到显著提升,也就为煤质化验工作打下良好基础。在设立奖惩机制以后,鼓励更多员工积极创造与创新,为煤质化验工作储备更多人才。

五、结束语

总之,面对如今社会发展形势,火电厂的运行与发展,需要把煤质化验工作作为主要路径。在对煤质进行化验操作期间,根据各项控制指标执行,对相关工作人员操作行为加以严格规范,确保煤质化验技术运用更加合理、科学与有效。通过对化验期间存在的常见问题深入分析与探究,采取针对性与科学性的优化措施,为火电厂安全和稳定运作带来重要支撑。

参考文献:

- [1]王可峰. 煤质化验技术分析在火力发电产业的重要性[J]. 产业创新研究, 2023, (14): 120-122.
- [2]张仲兵,陈法刚. 煤质化验技术在火电厂的应用及常见问题探讨[J]. 价值工程, 2020, 39 (33): 203-205.
- [3]袁朗. 煤质在线检测技术在600MW机组上的应用[J]. 煤质技术, 2019, 34 (06): 55-58.
- [4]柴红. 煤质化验技术在火力发电厂的重要性分析[J]. 企业技术开发, 2019, 38 (05): 135-136.
- [5]夏世文. 关于煤质化验技术在火电厂的应用及常见问题分析[J]. 科技创新与应用, 2018, (16): 179-180.

论热电厂中热能与动力工程的改进方向

宗亚洲

内蒙古创源金属, 内蒙古 通辽 029200

摘 要 : 当前, 我国煤炭资源储量相对丰富, 而热电厂运行的主要能源为煤炭, 煤炭的燃烧能够将热能转化成电能, 以此为各行业运营提供电力支持。因煤炭的应用会产生较大污染, 致使热能与动力工程的运营不太符合我国“双碳”政策的发展要求。至此, 热电厂热能与动力工程的改进势在必行。此次论文先是对热电厂中热能与动力工程的发展现状进行了分析, 随后又对其改进策略展开了探讨, 最后是对其改进方向的研究, 以期为相关人员提供参考。

关 键 词 : 热电厂; 热能与动力工程; 改进方向; 节流调节; 重热现象

On the Improvement Direction of Thermal Energy and Power Engineering in Thermal Power Plants

Zong Yazhou

Inner Mongolia Chuangyuan Metal, Tongliao, Inner Mongolia 029200

Abstract : Currently, China has relatively abundant coal resources, and the main energy source for the operation of thermal power plants is coal. The combustion of coal can convert thermal energy into electrical energy, providing electricity support for the operation of various industries. Due to the significant pollution caused by the application of coal, the operation of thermal and power engineering is not in line with the development requirements of China's "dual carbon" policy. At this point, the improvement of thermal and power engineering in thermal power plants is imperative. This paper first analyzes the current development status of thermal energy and power engineering in thermal power plants, then explores its improvement strategies, and finally studies its improvement direction, in order to provide reference for relevant personnel.

Key words : thermal power plant; thermal and power engineering; improvement direction; throttling regulation; heatwave phenomenon

虽然我国的煤炭资源储量相对丰富, 但是随着煤炭开采以及使用量的逐渐增加, 煤炭资源数量逐渐减少, 加之我国民众环保意识的逐渐增强, 新时期, 热电厂热能与动力工程的运行迎来新的挑战, 工程技术人员需要注重工程的改进, 尽可能降低工程的碳排放量, 提高煤炭资源的利用率, 同时还需要有效控制工程污染, 提高工程转化机制, 加之信息技术的应用, 以便于确保热能与动力工程运行符合国家“双碳”政策相关要求, 减少工程运行对于环境造成的破坏。

一、热电厂中热能与动力工程的发展现状分析

(一) 节流调节

热电厂热能与动力工程运行期间, 节流调节至关重要, 其影响范围较大, 且实际应用范围较为广泛。如果发电设备运行出现变动, 热电厂电力系统运行期间的能源消耗会随之增加, 进而能源资源的使用量增多, 此在一定程度上可能会增加热电厂运行的经济成本, 降低热电厂运行的经济效益^[1]。常规情况下, 低容量设备的运行较为适合进行节流调节, 进而设备与节流阀的兼容性良好。在机组设备额定负载最大的情况下, 如果一级水平大于最大负载值, 又或者是单个设备的额定负载值大于一级水平, 则各级数量均会随之增加, 在此基础上, 节流调节需要适当减少机组数量, 以此降低供电压力临界值。如果机组设备的额定负载级数

超过三级, 此时较为适用节流调节; 如果单个发电设备运行期间尚未发生任何变动, 虽然机组不同, 但是机组内部的同构流量相同, 机组同构不存在差异性。为此, 即使是发电设备运行期间发生变动, 热电厂的发电系统仍然可以保持正常运行。

(二) 重热现象

重热现象主要是指热电厂在运行正常的情况下, 热能与动力工程运行前后环节之间存在一定的通道压差, 该压差可以通过能量的使用致使工程运行始终处于持平状态, 同时还可以在持平的基础上使得上一程序所产生的焓值大于下一道程序焓值。受诸多因素的影响, 热电厂热能与动力工程运行期间, 重热现象的出现较为常见, 其可能会导致工程运行产生一系列的安全问题, 例如影响热电厂电力的储存与释放, 致使热电厂运行期间电力的使用存在失稳现象; 又或者是导致热电厂的发电出现失稳问题, 严重

影响热电厂电力供应的稳定性以及持续性等，容易对热电厂热能与动力工程电力系统的运行造成威胁。与此同时，如果重热现象较为严重，其可能会导致热电厂出现重新加热现象，增加发电系统运行及供电压力等，同时还可能会导致电能波动或压力波动等，降低热电厂的电力供应质量。如果热电厂运行期间可以保证能量的合理利用，则可能会避免出现重热现象。

（三）湿气损失

湿气损失是热电厂热能与动力工程运行常见现象，其产生原因多种，主要原因是蒸汽在膨胀的过程中会逐步液化成部分小水滴，而尚未液化的蒸汽在液化后小水滴的影响下，蒸汽中的水分会逐渐流失，进而产生湿气损失现象。与此同时，如果水滴移动速度慢于蒸汽速度，高速移动状态下，蒸汽易受水滴的影响，进而增加湿气损失。除此之外，当蒸汽液化成水滴之后，水滴会对喷管中的主流运动产生不良影响，其在一定程度上会增加能量消耗，影响其他设备的正常运行。从专业的角度进行分析，当水滴与喷管背弧产生撞击时，喷管主流会出现扰乱现象，此时蒸汽做功效率明显降低，加之蒸汽流速大于水滴流速，所以相关设备的运行势必会增加能量消耗^[2]。另外，如果喷管管壁沾水，温度的降低会使水蒸气的气量逐渐减少，此时叶轮边缘容易出现腐蚀现象，进而会增加设备损耗，影响热能与动力工程运行效率。

（四）变工况现象

变工况主要是指热电厂运行期间，负荷的变化致使锅炉的运行质量发生改变，该现象的产生原因多种，具体介绍如下：其一，电能储存问题，热电厂电能储存技术的落后容易引发变工况现象；其二，电功率失稳，其产生原因与电气设备运行的稳定性有关，设备管理人员需要定期养护与维修各类电气设备，保证设备运行的正常性以及稳定性等；其三，设备问题，热电厂热能与动力工程的运行需要诸多设备的支持，如果设备出现运行故障，又或者是磨损较为严重等，都可能会引发变工况现象^[3]。为此，设备管理人员需要定期更换磨损或老化的设备零部件，保证设备安全运行。

二、热电厂中热能与动力工程的改进策略研究

（一）提升节流调节效率

热电厂热能与动力工程运行期间，节流调节作为重要的安装程序，其可以助力电力系统完成蒸汽循环任务。在相关设备运行前，如果设备的运行环境发生改变，则设备的层级温度可能会随之降低，即便是热能与动力工程的适应性较强，也可能无法阻止节流损耗，避免工程运行出现经济损失，久而久之，可能会降低热电厂运行的经济效益，阻碍热电厂的可持续发展。为此，提升节流调节效率十分重要，相关工作人员需要借助费莱格尔规律，精准计算各阶层焓降值以及压差值等，以此有效实现对汽轮机循环状态的控制，保证相关设备正常运行，同时还需要注重各设备运行效率的提升。如果在热能与动力工程运行期间，设备流量的状态为已知，此种状态下，节流调节效率的提升需要相关工作人员详细了解流动部分面积的变动情况^[4]。除此之外，因节流调节

更为适用于低容量机组，所以在热电厂整体系统运行过程中，节流调节专业且复杂，其效率的提升存在一定难度，工作人员需要从根源处入手，综合分析各项影响因素，精准计算相关参数，防止出现运行风险。

（二）科学应用重热现象

众所周知，热电厂热能与动力工程的运行需要多轮机的支持，工程日常运行阶段，多轮机的使用可能会出现热量过剩现象，此时工作人员需要利用相关技术将多余热量进行转化，以此实现科学利用重热现象的目标。与此同时，若想全面改善重热现象，工作人员需要对汽轮机的蒸汽参数以及内部压力等进行严格控制，保证汽轮机组流通部分的清洁性，以此确保电网的运行始终处于平稳状态。针对于多余热能的转化，热电厂可以选择安装使用吸收式热泵，该热泵能够利用上下级剩余热量通过转化产生新热量，以便于热能的循环再利用，提高热能利用率，防止出现资源浪费现象^[5]。除此之外，因发电机组不同，所以机组的重热系数也会不同，相关工作人员需要合理控制重热系数，精准计算相关联参数，同时还需要依据重热现象适当调整重热系数，确保发电机组始终处于高效运行状态，以此保证热电厂热能供应的稳定性。

（三）有效控制湿气损失

湿气损失现象的出现是导致热电厂能源资源损失的原因之一，为了提高能源资源利用率，相关工作人员需要严格控制湿气损耗，提高湿气损失控制能力。热能与动力工程运行期间，湿气损失控制及处理方法多种，例如增加发电机组侵蚀以及应用力度等、合理进行热循环利用以及规范应用喷雾或喷洒设备等，以此减少湿气损失，节约能源资源。与此同时，热电厂可以在机组设备之上安装热循环装置，以此将做工后所产生的蒸汽直接导入至装置当中。在热循环装置内部，湿气较重的水分会被二次气化，进而形成对应气流，以此实现热循环目标，提高热循环效率。除此之外，工作人员可以选用具有吸水功能的措施强化机组的抗冲刷性。以此提高湿气损失控制能力，减少湿气损耗，同时还可以防止出现轴承摩擦现象，降低发电机组运行损耗，提高热能与动力工程运行效率^[6]。

（四）合理调配工况变动

一方面，工作人员可以通过对汽轮及焓值的调整合理调配工况变动情况。当所有阀门都处于开启状态时，焓值会下降，此时工作人员可以通过调整阀门的开关状态调整焓值大小，例如仅关闭一道阀门调整焓值，随后逐一关闭阀门，直至将焓值调整至最大值为止，并以此推断工程实际工况变动情况。事实上，通过期望热值的获取可以实现热能动力转换目标。另一方面，正所谓合理调配与选择，其主要是指调频工作。在热电厂热能与动力工程运行期间，调频工作可以让工程的运行产生不同热力与动能。一般情况下，调频可分为两级，分别是一级调频与二级调频，前者存在一定难度，且调频速度较快，需要工作人员合理选择调频设备，实时掌握设备运行情况；后者又可以细分为两种，一种是自动调频，一种是手动调频，工作人员需要合理选择调频方式，必要的情况下可以综合使用两种调频方法^[7]。依据相关规定，一

次调频结束后工作人员需要立刻进行二次调频，以此保证调频效果。

三、热电厂中热能与动力工程的改进方向探析

（一）提高能源利用率

热电厂热能与动力工程的运行需要消耗大量能源资源，为节约生产成本，提高热电厂运行的经济效益，热能与动力工程的改进需要向低消耗方向发展，即提高能源利用率，减少能源损耗^[9]。首先，技术人员需要优化锅炉系统，提高锅炉的燃煤率，确保煤炭资源的充分燃烧，以此减少能源消耗，防止浪费煤炭资源。其次，提升汽轮机运行效率。热电厂运行的核心发电设备为汽轮机，汽轮机运行效率的提升可以降低能耗，减少环境污染。为此，技术人员需要注重汽轮机运行效率的提升，合理设计汽轮机结构，科学选择生产材料以及调整相关参数等，减少运行摩擦，防止出现热损失，确保汽轮机高效运行。最后，提高余热利用率。热能与动力工程的运行会产生大量余热，工作人员需要借助热循环装置进行合理利用，避免浪费。

（二）应用智能化技术

信息化时代，热电厂的发展需要注重信息化的转型与升级，重视信息技术与智能技术的引进与应用，尤其是在热能与动力工程方面，重在促进该工程的智能化发展。一方面，引用智能化设备。针对于热能与动力工程的改进，工作人员需要注重智能化设备的安装与应用，例如智能化控制器以及传感器等，以此实现智能化以及远程化监控目标，自动识别工程各设备运行故障，控制发电系统自动运行等，以此提高热能与动力工程运行的智能化水平，强化工程运行的稳定性以及安全性等^[9]。另一方面，加快信息化发展脚步。信息化时代，热电厂需要紧跟时代发展脚步，注

重热能与动力工程的信息化改进，合理利用信息技术构建生产过程模型以及数据库等，自动化收集、整理以及分析海量数据信息，优化各项系统程序以及电气设备等，以此提高工程运行的自动化水平以及智能化水平。

（三）降低环境污染性

热电厂的运行需要使用煤炭资源，为了积极响应国家节能减排号召，热能与动力工程的改进需要向节能降耗方向发展，重在降低工程运行的环境污染。一方面，热电厂需要积极引用清洁能源，以此减少煤炭资源的使用量，降低污染的排放量，减轻环境污染。常用的清洁能源主要包括太阳能、风能以及潮汐能等，逐渐增加清洁能源消耗比例，净化热能与动力工程排放物。另一方面，积极引用以及大力推广新能源技术，以此提高工程运行的环保性，改善热电厂的生产环境，同时还可以减少不可再生能源资源消耗，防止出现污染性排放物破坏生态环境。当前，热能与动力工程运行期间，常用的新能源技术主要包括脱硫技术以及脱硝技术等，其可以有效改善热电厂生产排放气体的浓度以及污染性等，有助于净化空气环境，改善空气质量^[10]。

结束语：

近几年，我国工业发展趋势良好，热电厂作为促进工业发展的重要产业，其热能与动力工程的改进十分重要。当前，热电厂运营期间，热能与动力工程的改进存在重热现象、节流调节、湿气损失以及变工况等现象，需要工程管理人员科学应用重热现象、提升节流调节效率、有效控制湿气损失以及合理调配工况变动等。除此之外，针对于热电厂热能与动力工程的改进，工程企业需要逐步向提高能源利用率、应用智能化技术以及降低环境污染性等方向发展。

参考文献：

- [1] 刘艳. 热能与动力工程在热电厂中的应用 [J]. 石河子科技, 2023, (02): 38-40.
- [2] 苏晓宝. 热能与动力工程的应用及其对环境的影响 [J]. 清洗世界, 2020, 36 (09): 58-59.
- [3] 齐盛. 论热电厂中热能与动力工程的改进方向 [J]. 价值工程, 2020, 39 (22): 108-109. DOI:10.14018/j.cnki.cn13-1085/n.2020.22.046.
- [4] 杨泽一. 节能减排在热能与动力工程中的应用研究 [J]. 冶金管理, 2020, (11): 204-205.
- [5] 吴祖桥. 如何提高热电厂热能与动力工程的效力 [J]. 当代化工研究, 2020, (09): 32-33.
- [6] 杨文柳. 论热电厂中热能与动力工程的改进方向 [J]. 科技风, 2020, (08): 11. DOI:10.19392/j.cnki.1671-7341.202008010.
- [7] 陈智敏. 热电厂中热能与动力工程的实际应用分析 [J]. 科学技术创新, 2020, (03): 171-172.
- [8] 张野. 基于提高热电厂热能与动力工程效力的措施 [J]. 中外企业家, 2020, (01): 235.
- [9] 时占军, 张晋波, 张静雅. 热电厂中的热能与动力工程的有效运用 [J]. 当代化工研究, 2019, (05): 136-137.
- [10] 姜青松. 热电厂中热能动力工程的运用研究 [J]. 化工管理, 2019, (02): 191-192.

火电厂热控自动化控制设备的调试与安装

程高翔

通辽霍林河坑口发电有限责任公司，内蒙古 通辽 029200

摘 要： 随着社会的快速发展，对用电的要求也越来越高，这就要求有足够稳定的电力供应。热控自动化控制设备的品质好坏，对电力供应的水平有很大的影响，因此，必须要强化设备的安装技术，以保证在展开设备安装和调试工作时，各工序等满足相关的工艺技术规范，以此来确保热控自动化控制设备的调试与安装质量，保证火电厂的稳定运转，提高火电厂的安全性和效率。基于这一现状，本文针对火电厂热控自动化控制设备的调试与安装进行了研究分析。

关 键 词： 热控；自动化控制设备；调试；安装

Commissioning And Installation Of Thermal Control Automation Control Equipment In Thermal Power Plant

Cheng Gaoxiang

Tongliao Huolin River Kengkou Power Generation Co., LTD. Tongliao, Inner Mongolia 029200

Abstract： With the rapid development of society, the requirements for electricity is getting higher and higher, which requires enough stable power supply. Thermal control automation control equipment quality, has a great influence on the level of power supply, therefore, must strengthen the equipment installation technology, to ensure that the equipment installation and debugging work, each process to meet the relevant process technical specification, to ensure the thermal control automation control equipment debugging and installation quality, ensure the stable operation of thermal power plant, improve the safety and efficiency of thermal power plant. Based on this situation, this paper studies and analyzes the debugging and installation of thermal control automation control equipment in thermal power plants.

Key words： thermal control; automatic control equipment; debugging; installation

一、引言：

热动自动化控制设备是火电厂生产过程中必不可少的环节，对该方面的研究，不仅能高效地改善机组的运转效能，而且能确保整个系统的平稳运行。但是，在设备的实际安装中存在着很多问题，因此，要想保证整个火电厂的安全、稳定的运转，进一步提升设备的安装和调试质量，就必须在展开安装与调试施工的过程中，根据火电厂的设计和所用设备的现实情况，对施工方案进行科学、合理的设计，并制订出行之有效的管理方案。

二、热控自动化控制设备的基本工作原理

热控自动控制装置在火力发电厂中占有举足轻重的地位。其工作原理与温度、压力、流量等参数有关。在温控上，此设备利用传感器感应测到系统内之温度变动，并由控制器来调整供暖、制冷或维持之温度。在压力调节上，利用传感器对系统内的压力进行监控，并按照设定值对控制阀进行调整，从而达到对压力的调控。在流量控制上，采用流量传感器对系统中的流量进行探测，采用调节阀调节介质的速度。其主要依靠PID控制算法，通过比较测得的数据和设定的数据，从而达到对温度、压力、流量

等参数的准确调控^[1]。

三、热控自动化控制设备调试与安装的重要性

（一）确保火电厂的安全、稳定运行

当前，国内火电厂在可靠性、安全性、输电功率等方面仍存在不足，致使其在运行中仍缺少较强的保障。针对火电厂在电力输送过程中，往往存在着不稳定的状况或者存在着一定的安全风险，因此，研制了热控自动控制设备。在实际的生产实践中，不难发现，若热控自动控制设备在正常工作状态下，火电厂可以获得较高的生产品质与效益。另外，利用该设备还可以增强电厂的日常生产安全，保证职工在工作过程中的人身安全，所以在火电厂中应用该设备是非常有意义的。

（二）控制锅炉蒸汽及相关辅助设备

在火电厂的生产过程中，热控自动控制装置可以对锅炉的蒸汽和其他的辅助装备展开有效的控制，因此，电机组也会按照它的控制功能而改变。此外，在火电厂中采用热控自动控制设备，可以使火电厂对其生产和运转中出现的突发状况进行及时的预警，并利用报警系统通知工作人员进行处置，从而使电厂的安全事故大为减少，同时也为电厂的合理平稳运转给予强有力的保证^[2]。

* 作者简介：姓名：程高翔（1983年4月），性别：男，民族：汉，籍贯（辽宁省省锦州市），学历本科，职称工程师，研究方向：热控技术和安全管理

四、火电厂热控自动化控制设备调试与安装面临的问题

（一）操作不规范

目前，许多火电厂的热控自动控制设备在调试、安装时，都会出现一些不规范的现象。在调试、安装过程中，有些工作人员未按照作业规程进行操作，造成了主机、CPU、模块等部分设备的损坏。在进行调试时，必须首先将有关支路的供电断开，并且要确保各组件都处在接通位置，不然将导致设备的故障，给生产带来很大的影响。

（二）构件结构不当

在火电厂的生产流程中，设备的调试工作与设备的安装、生产等环节是相互独立的，同时业主也是独立的群体，所以一旦在调试过程中发现有关构件结构不当的问题，就不能进行及时的解决。另外，有些调试人员因为责任心不够，只把调试工作看作是业主的职责范围，未及时派遣专业人员前往实地调试，造成了在运行中出现的许多问题和安全隐患得不到及时的检测与解决，使得设备不能如常运转^[3]。

（三）调试前未进行相关检验工作

在对设备进行调试之前，因为有些调试人员的专业素养不高，所以未在调试之前展开相应的检测，直接展开调试工作，例如，未对线缆连接科学性、冗余措施合理性进行检验，这会极大地提高设备的破损程度和安全隐患。此外，许多火电厂也没有完备高效的应急预案。

五、火电厂热控自动化控制设备的安装

（一）钢架

由于钢架在场地上的安装，局部构造极易发生变形，所以必须采用热校正和假焊等方法来加以调整。安装人员首先要在柱子中间划线，对卡头和柱顶之间的标高进行综合分析，然后准确地放置立柱，利用专业的设备来测定立柱的垂直情况，然后用点焊和垫铁来稳定立柱的底部，再用绳索将柱子的顶部结构暂时固定起来，之后将横梁组装起来，根据火电厂的生产需求，确定横梁的高度偏差。在钢架的安装过程中，要对其尺寸进行严格的检查，对不合格的钢架进行及时的处理，根据分散焊接的方式，对钢架进行焊接处理，在汽包的上方进行加工，制造临时支架，并将钢架可靠地固定在临时支架上。

（二）锅筒、集箱及水冷壁

在进行锅筒、集箱的安装时，必须本着安全性的准则，并根据锅筒、集箱的特点，设计切实可行的施工方案，并根据施工场地的实际情况，采取相应的防护性措施，确保锅筒、集箱能够顺利地进行安装。在实际工作中，应加强对安装工艺的理解，熟悉安装工序，避免违规行为，降低安全风险。在对锅筒、集箱的吊装过程中，要有专门的工作人员对其展开操作引导，增强工作人员对安全的认识和质量观念，减少不利的安全隐患，在安装时，要严格遵循设计中指定的部位加以固定，确保安装质量。在设备清查、编号完成后，进行地组工作。要进行通球试验，管排符

合相应的要求时，进行焊接与安装。在吊装水冷壁垂直向部分时，要依次吊装前墙、左右墙及后墙^[4]。

（三）空气预热器

空气预热器一般可分成两种类型，即管箱式及回转式两种。在安设管箱式之前，必须先检查管箱的外观、尺寸等，以保证其尺寸及外观满足相关的规范与需求，然后将其内部及外部的锈迹、灰尘等全部清理干净。检查管道与管板的焊接部位有无间隙。用渗油法检查管板的密封性。支承梁与管板之间的接触部位和边缘部位有毛刺等，应用工具进行打磨。在安装回转式时，要按照相关的工艺规范，将各部件按规定的次序和工序装配起来，在装配时要严格控制可能出现的偏差，保证轴向、径向密封和中央筒体之间的垂直角。

（四）省煤器及低温过热器

首先，通过单片球的测试，确定其达到一定的规格后，才能将集箱有效地固定并准确地安装。其次，在进行蛇管装配时，必须在作业人员的全程关注下，保证作业的熟练度。最后，根据设计图，装配其他型号的管排。在安装组排和管路连接时，要特别注意细节，按从里到外的次序展开安装作业。在安装管道夹和防护罩之前，必须经过严格的水压测试。组装省煤器时，工作人员必须明确具体安装部位，将低温省煤器安置在下层，再将高温省煤器安装在上层，避免破坏顺序，否则会导致锅炉无法正常运转，严重时会引起安全事故^[5]。

（五）安全阀安装

锅炉的型式不一样，所以安全阀装置也会有所不同。现在的锅炉有两种，一种是热水锅炉，另一种是蒸汽锅炉。在装配热水锅炉安全阀时，要注意其气密性，确保其可靠性。另外，要根据国家有关施工规范和安全规程，对阀门所能承载的最大压力进行准确的检测。尤其是在展开施工操作时，要保证阀门一直保持垂直，以避免影响整个锅炉装配工程的质量。在装设蒸汽锅炉安全阀时，要确保其内部管路通畅，排除一切残留气体，以达到最好的安装效果。除此以外，在进行安装工作时，也要对系统的各项性能进行准确的检测，以达到安装规范要求^[6]。

六、火电厂热控自动化控制设备的调试

（一）调试环境

在对热控自动控制设备进行调试、安装时，必须考虑到它的环境因素。热控自动控制设备在运行中会受外界因素的作用而出现失效或损坏。施工前，有关人员应对施工环境的温湿度加以监控，并将适当的防火系统设备及空调装置安装到位，并保证所处的环境具有较好的通风、散热性能，以及环境的干净整洁。另外，为了减小或消除磁场对系统工作状态的影响，需要对装置所处环境的磁场强度加以调控^[7]。

（二）受电启动

在展开调试前，要对安装工作进行仔细的检查，对上电的电缆进行试验，确保各部分的连接情况良好。为保证试验工作的安全性，必须对接地电阻和开关展开试验。然后，根据各部分发生的各

种问题，及时予以排除，以免造成主机和系统处理器等设备的损坏。在电厂受电调试的整个过程中，要注重对供电电源的调试，查看电源是否正常，查看电源柜的运行情况。要定时对供电线路展开巡视，如有异常情况，应立即关闭电源，并进行检修。确认没有任何异常后，才能继续运行。在整个受电的调试工作中，很容易发生供电中断，从而造成模件烧坏。因此，在展开调试时要特别注意以下一些问题：要检查调试系统的输入、输出线路，保证其工作状况良好，同时在检测过程中要防止强电窜入，以免干扰受电启动调试工作的顺利展开。要仔细检查总的进、出线，确定没有任何异常后，才能把模件放入装置内，然后进行传动测试。这项工作的进行需要有很高的专业技能，以保证试验的效果。最后，在完成了受电调试之后，要对在调试期间的热控自动化控制设备展开检查，确保没有出现问题，为下一步的安装工作做好准备^[8]。

（三）设备维护

在程序开始执行之前，必须先做好备份工作，并将每个步骤的改动都如实地记载在案。若资料库发生较大变动，则需备份有关资料。在确定各模块能否满足功能需求的同时，避免出现疏漏，对每个测试模块都要进行全方位的检查，特别是对其性能、权限结构等方面的检查。另外，需要制订完备的设备软件管理制度，当系统升级时，要有管理员授权，做好备份工作。需要注意的是，没有经过测试的程序，不允许在设备中使用的。在对设备进行维修时，要严格按照工作制度来进行，并按规定逐一执行。若有必要对运转中的设备进行测试，则应设置相关的防护措施，以避免连锁故障发生。环境状况、粉尘等因素对热控设备的工作性能有很大的影响。为了确保热控设备的稳定运行，要解决外部环境问题。要对设备在操作过程中发生的各种异常现象进行防范和处理，最大限度地提高安全管理能力，为热控设备的正常运转打下良好的基础^[9]。

七、火电厂热控自动化控制设备的调试与安装优化措施

（一）利用先进的调试工具

采用现代化的调试仪器，有助于显著地提升设备的运行效果与精度。采用智能的设备诊断仪表，能够迅速地对设备进行故障诊断，并利用数据的分析与诊断功能，对故障进行精确的定位，从而大大缩短查找的周期。利用示波器、信号产生器等先进的检测仪器，对设备的运行状况及输出信号进行实时监控，为故障定位及故障诊断提供重要的数据支撑。另外，采用远程监视与预警系统，实现对设备的远程、实时、准确的监控，并对出现的异常状况进行预警。此外，可以采用专门的仪器，例如温度校准器，压力校准器等，可以直接校准调节传感器及调节阀。

（二）加强人员培训和技能提升

为更好地适应设备的调试、安装，必须重视员工的培训，提高员工的能力。对设备的工作原理，调试步骤，操作规程等都有一定的了解。通过参加工程实践，积累工作经验，提高操作及处理问题的水平。另外，定期举办相关的技术交流与培训活动，以拓展工作人员的专业知识。同时，密切注意国际、国内的产业动向和发展动向，对新的技术，新材料，新工艺进行研究和掌握。鼓励员工参加有关职业资格认证或进修，以提升其职业认同感及技能水准。通过强化员工的训练和技能的提高，能够增强工作效率，减少失误，提高应对各种问题的能力，从而使设备的调试和安装水平得到进一步提高^[10]。

总结

综上所述，现阶段，由于火电厂的迅猛发展，热控自动控制设备得到了广泛多的运用。为了保证设备的安全性和正常运行，必须注重其的安装与调试工作，保证该项工作的科学合理性，降低设备故障和安全隐患的概率，从而提升设备和火电厂的工作效能和质量，推动其长远可持续发展。

参考文献

- [1] 魏志德, 杨文菲. 火电厂热控自动化控制设备的调试与安装措施 [J]. 设备监理, 2024, (02): 62-65.
- [2] 李军. 火电厂热控自动化控制设备的安装调试研究 [J]. 现代制造技术与装备, 2023, 59(12): 190-192.
- [3] 杨文凯. 火电厂热控自动化控制设备的调试和安装 [J]. 造纸装备及材料, 2023, 52(06): 42-44.
- [4] 鲍庆珍. 火电厂热控自动化控制设备调试及安装分析 [J]. 装备维修技术, 2023, (03): 13-17.
- [5] 王亮. 火电厂热控自动化控制设备调试与安装 [J]. 科技视界, 2022, (27): 102-104.
- [6] 王铸城. 火电厂热控自动化控制设备的科学调试与合理安装分析 [J]. 技术与市场, 2021, 28(07): 138-139.
- [7] 杨栋. 火电厂 DCS 热控自动化控制设备的安装与调试研究 [J]. 光源与照明, 2021, (03): 86-87.
- [8] 徐勇. 对于火电厂 DCS 热控自动化安装调试探究 [J]. 电子测试, 2019, (22): 105-106.
- [9] 杨锋, 霍延昊, 赵涵. 试析火电厂热控自动化控制设备的调试与安装 [J]. 电子世界, 2019, (04): 131-132.
- [10] 季磊. 探究火电厂热控自动化控制设备的科学调试与合理安装 [J]. 科技创新与应用, 2017, (12): 154.

浅谈水利工程 EPC 总承包项目业主技术管理

刘永，黄军

重庆市水利投资（集团）有限公司，重庆 401121

摘 要： 工程技术管理，为工程的投资决策和投资控制提供技术支撑，也直接关系到工程建成之后能否安全、稳定、长效地运行。本文结合重庆市水投集团所属观音口水利枢纽工程（重庆市首个采用 EPC 总承包的水利项目）实施情况，阐述 EPC 总承包下项目业主技术管理。

关 键 词： 水利工程；总承包项目；技术管理

Introduction to Technical Management of Owner in EPC General Contracting Project of Water Conservancy Engineering

Liu Yong, Huang Jun

Chongqing Water Conservancy Investment (Group) Co., Ltd, Chongqing 401121

Abstract： Engineering technology management provides technical support for investment decision-making and investment control of the project, which is also directly related to whether the project can be operated safely, stably and efficiently in the long run after its completion. Combined with the implementation of Guanjingkou Water Conservancy project of Chongqing Water Conservancy Investment (Group) Co., Ltd (the first water conservancy project in Chongqing that adopts EPC general contracting), this paper expounds the technical management of the project owner under EPC general contracting.

Key words： water conservancy project; general contracting project; technical management

EPC 总承包模式，主要通过设计与施工过程的组织集成，促使设计与施工紧密的结合，能充分发挥设计、施工的积极性，项目实施过程中可以通过设计优化和调整设计方案降低成本，还可有效防止设计者与施工者之间的责任推诿，提高了工作效率，有效推进工程建设。但 EPC 模式在提供了相当大的弹性空间的同时也带来很大的风险，需防止前期工作阶段项目定义不准、实施阶段总承包商片面追求收益而出现设计过度优化等风险。EPC 总承包模式下，项目业主一般应做好以下几方面的技术管理工作。

一、前期工作阶段项目的准确定义

项目前期工作阶段，项目的预期目标、功能要求及设计标准等内容必须尽量定义准确，这些内容的准确性直接受项目前期工作深度的影响。项目业主需要在项目前期进行充分的技术调研和评估，确保对项目的技术要求和难点有清晰的认识。这包括对水利工程的功能需求、地质条件、环境影响等方面的深入分析。

工程总承包是国际通行的工程建设项目组织实施方式，项目业主是推行工程总承包建造模式的主导力量。对于拟采用 EPC 建管模式的项目，其前期工作深度直接影响项目实施效果，而前期工作的重点莫过于技术方案的比选、论证及决策。如果项目可行性研究论证和初步设计过于套路和程序化、勘察设计深度不够、技术方案考虑不全、缺乏针对性，这势必影响后期项目的实施效果和建成后的使用效益。

前期工作阶段，项目业主应建立有效的项目决策机制，注重对项目全生命周期效益进行考核和评价，将工作重心转移到项目

定义和规划阶段。在项目定义和规划阶段，不能仅仅考虑从项目立项到满足近期使用功能的需求，过分专注项目短期收益，而应从项目全生命周期角度全方位考虑项目经济、环境和社会成本，充分考虑项目参建各方的利益和建设期不确定因素，正确制订项目投资目标，清晰认识业主职责，达到“未雨绸缪、事半功倍”的效果，为实现项目综合经济效益奠定坚实基础。

项目决策阶段，要对项目实施的技术方案及重点、难点等要有预见性，有些关键的项目要提前研究，作好预案。在前期工作中，项目法人集中了大量的智慧和力量，对项目功能与任务定位、大坝选址、输水线路走向、导（截）流方案等作了充分的研究和细致的工作，为后续项目顺利实施奠定了基础。

二、推行 EPC 总承包项目招标咨询制度

在工程招标阶段，为了顺利开展 EPC 项目招标工作，限于项目业主的专业性和技术力量，可委托相应咨询机构开展招标投标技术

文件和招标控制价等咨询服务工作。重点审查 EPC 招标时项目的预期目标、功能要求、设计标准、发包人要求、项目 EPC 总承包边界条件等内容是否定义准确；审查招标技术方案是否合理可行；审查工程总工期及各里程碑节点工期是否合理、项目风险分担是否公平，并在此基础上编制标底或招标控制价。

项目业主或委托的招标代理机构应在招标文件中明确本项目技术标准和规范，确保后期中标的总承包单位具备相应的技术能力和经验来完成项目。项目法人或评标委员会对高度重视投标方案，务必对其进行严格的技术评审，选择最符合要求的总承包商。

三、推行 EPC 总承包项目施工图设计审查制度

在 EPC 总承包项目实施阶段，为了避免承包商可能过度设计优化所带来的风险，可推行施工图设计审查制度，即项目业主可以委托第三方施工图设计审查单位开展 EPC 总承包的施工图设计文件审查工作，重点审查施工图设计文件能否满足工程耐久性、安全性、强制性规程规范条文等要求，从而确保施工图设计质量。

四、EPC 总承包项目实施阶段技术交底

为了确保 EPC 项目总体建设目标的实现，在 EPC 项目正式开工之前，项目业主需要对总承包商提出的技术方案、施工组织设计等进行审核和监督，确保其符合合同要求和技术标准。

项目业主应组织各参建单位就如何落实保证工程项目安全生目标、质量目标和工期目标的措施方案进行全面系统的布置，明确各参建单位的安全生产责任、质量管理责任和工期控制责任；组织设计单位就工程的外部环境、工程地质、水文条件对工程施工安全、质量、工期等可能构成的影响，工程施工对当地环境安全可能造成的影响，以及工程主体结构 and 关键部位的施工安全、质量注意事项等进行设计交底；组织各参建单位进行工程项目质量计划交底，包括向各参建单位交清项目工程质量管理体系情况，各类人员岗位责任制、质量（安全）体系基本运作程序、项目质量目标、各项质量管理措施等。

项目实施过程中，项目业主应定期组织监理单位、EPC 总承包商对安全、质量技术交底情况进行检查，可重点检查以下内容：

（1）技术交底是否使施工人员明确了所担负作业项目的特点及技术要求、工艺流程、质量标准、安全措施，以便更好地组织施工。

（2）是否明确了交底人和接受交底人之间的责任。

（3）技术交底是否在单位工程或部分分项工程施工前进行。

（4）技术交底是否以书面形式进行，可以适当辅以口头讲解。交底人和接受交底人是否履行了交接签字手续，交底资料是否已及时送至资料室归档。

同时，项目实施过程中，项目法人要牵头参建单位建立有效

的沟通机制，及时了解项目的技术进展和存在的问题，利于项目的正常推进和实施。

五、EPC 总承包项目实施阶段设计变更管理

EPC 总承包项目设计变更应当严格按照国家有关设计变更管理办法及制度执行，对于大中型水利水电工程，应严格按水利部《关于印发水利工程设计变更管理暂行办法的通知》（水规计〔2020〕283号）和省（市）的有关水利工程设计变更的规定执行。

针对 EPC 总承包项目，重大设计变更往往会涉及项目投资增减，投资增减额应以原初步设计审批部门审批为准，一般设计变更所涉及的投资增减可以主管部门核准结果为准。

不同的 EPC 总承包项目，尽管其合同价格形式约定相同，设计变更引起的费用增减约定也可能不同。比如，观景口水利枢纽工程大坝枢纽标段 EPC 总承包合同为固定不变总价形式，合同约定各种设计变更引起的投资增减只用于发包人的投资控制，不作为合同价格调整的依据，即合同价格不调整，承包人不得因发生重大设计变更和一般设计变更向发包人提出费用索赔。

但是，为了充分发挥 EPC 总承包建设管理模式优点，项目业主也应当鼓励各参建单位特别是设计单位、施工单位积极开展施工图设计优化工作。比如，观景口水利枢纽工程大坝枢纽标段 EPC 总承包设计成员单位大胆开展水库右岸导流洞优化设计，既缩短了导流隧洞 300 米左右，又直接节省了工程投资 700 万元左右、缩短工期 4 个月左右，为大坝枢纽当年开工、当年截流创造了先决条件，实现了项目业主和 EPC 总承包单位的双赢目的。

六、建立专业管理队伍，提高项目管理与控制力度

EPC 总承包模式下的项目管理工作，特别针对一些地质复杂与多专业的水利项目，技术控制上存在较多的要求，这就为项目业主的管控工作带来很大的难度。基于项目业主在项目管理中的主导地位，组建精简、高效的专业管理代表队伍，有利于提高各项资源的协调配置的效果、推进工程顺利实施。

项目进入实施阶段，业主单位应要求水利工程项目的总承包单位对项目设计方案加以汇报，在业主单位基本肯定与认可以后，方可以展开后续的细节性设计与施工准备工作。在此期间，业主单位一定要确保项目总体设计效果与各个功能分区，确保设计理念满足国家与行业的发展要求，对建设规模与空间分布等情况，展开全面的管理与控制。另外，业主单位也要对设计单位加以综合管理，并对设计方案提出科学与合理的建议，监督后续整改效果，促使水利工程的 EPC 总承包项目的业主管理水平显著提升。同时，业主单位也要注重健全管理机制与协调控制制度的建立，详细说明招标、支付、结算与变更等环节的审批管理权限。在做好考核与评价等工作以后，进一步确定总承包单位的工作绩效，对现场考勤加以全面管理，运用对应的奖罚措施，将设备材料与隐蔽工程进行良好地技术控制，以此发挥业主单位的存在意义与价值，切实主导项目。

在水利工程项目竣工与验收过程中,项目法人应牵头参建单位按照当地政府及行业部门的文件要求准备推进,不仅要注重对项目质量的验收,还要重点检查项目清单与投资。在此期间,业主单位对 EPC 工程总承包模式进行全方位管理,做好项目最后收尾工作,保证整个验收过程更加严谨与客观,满足整个工程建设目标,为后续工程正常投入运行、发挥功能打下坚实基础。

七、加强项目施工阶段关键技术节点和质量控制

项目施工阶段,是水利工程 EPC 项目管理业主技术管理工作中主要环节。在设计方案制定之后,就进入到施工环节,整个施工过程,直接关系到水利工程的交工时间,同时也和项目的整体施工质量有着紧密的关系。

在项目正式实施阶段,要严格落实计划管理。在确保施工图设计计划顺利进行以后,确保设计符合要求,并及时交给监理单位、第三方施工图审查单位对设计成果加以复核确认。针对现场施工进度计划,业主单位有调动施工监理单位积极性的责任,切实提高监理人员工作的积极性,做好周、月进度专题会议组织等工作,针对项目推进中的困难和不足要及时确定纠偏方案,减少施工意外情况发生,确保工程项目建设工期顺利完成。

项目实施过程中,项目业主需进一步加强关注项目关键技术节点和质量过程控制,积极参与重要的技术决策和验收工作,加强与行政主管部门的沟通力度,严格按照计划推进。针对项目实施过程中出现的技术变更进行严格管理,确保变更的合理性、必要性和经济性。

此外,业主应注重技术风险管理,提前识别可能出现的技术风险,并提前制定相关的应对措施。日常管理中,项目法人需要把限额设计管理思想渗透到 EPC 总承包建设项目中,对项目中间签证、计量和结算环节应加以严格的审核与控制,特别是避免项目超批复概算的现象。通过有效的技术管理,业主可以更好地保障水利工程 EPC 总承包项目的顺利实施,进而实现项目的质量、进度和投资目标。

八、大力实施科技创新

十八大以来,习近平总书记把创新摆在国家发展战略的核心位置,先后提出了一系列关于科技创新的新思想、新论断和新要

求。系统完整、博大精深的科技创新思想,成为习近平总书记治国理政新理念新思想新战略的重要组成部分。《中国共产党党章》(中国共产党第十九次全国代表大会部分修改,2017年10月24日通过)明确“.....要实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略。.....充分发挥科学技术作为第一生产力的作用,充分发挥创新作为引领发展第一动力的作用,依靠科技进步,提高劳动者素质,促进国民经济更高质量、更有效率、更加公平、更可持续发展。.....建设创新型国家和世界科技强国。”

在工程建设管理过程中,不管采用哪种建管模式,项目业主都应该积极开展科技创新工作,在推进项目总体建设目标实现的同时,有力推动科技进步。

为了切实推进观景口水利枢纽工程 EPC 总承包管理工作,项目业主在多次国际、国内等考察学习微盾构顶管及 TBM 机械化施工技术的基础上,邀请国内知名学者、教授召开观景口工程隧洞微盾构顶管及 TBM 机械化施工技术专家咨询会,专题研究观景口隧洞微盾构顶管施工技术可行性,按程序报批《观景口输水隧洞施工方法变更报告》后,针对初设批复总长 24.97km 的输水线路,在全国水利行业中率先开展长距离小直径输水隧洞硬岩微盾构顶管机械化施工,顺利完成全部输水线路 10 条隧洞(共计 16.2km)的顶进贯通,2021 年 4 月实现全线通水目标,发挥了工程效益。

针对微盾构顶管施工技术,项目法人牵头与重庆大学、中铁十八局、中水北方设计公司等单位向重庆市科委成功申报了《特大地城市供水安全保障超长隧洞顶管关键技术研究与应用示范》社会民生类重点研发项目,获重庆市科委 100 万元科研项目资助,累计完成论文 33 篇,专利 26 项,工法 3 项等科研成果,科研项目于 2021 年底顺利完成结题验收。

观景口水利枢纽工程本输水线路通过采用微盾构硬岩顶管施工,并在项目实施过程中参建各方不断探索总结经验与教训,积极克服工程施工中的难点、卡点,最终圆满完成的建设任务,实现了工程建设目标,发挥了工程效益。项目业主牵头参建单位积极申报大禹水利科学技术奖,推动后续水利工程施工技术发展。2023 年 5 月,观景口水利枢纽工程荣获中国水利工程优质(大禹)奖。

总之,水利工程 EPC 总承包模式下业主的技术管理是一个综合性的工作,需要贯穿项目立项、可研、初设等前期到工程实施阶段的全过程,以确保项目达到预期的技术效果和质量要求。

参考文献:

- [1]EPC 工程总承包管理 [M]. 王伍仁. 中国建筑工业出版社, 2008.05.
- [2]EPC 模式下业主和承包商的风险分担与应对 [J]. 孟宪海, 赵启. 国际经济合作, 2004, (2):45~47.
- [3]建设工程管理 [M]. 丁士昭. 中国建筑工业出版社, 2017.05.
- [4]水利水电工程管理与实务 [M]. 丁士昭. 中国建筑工业出版社, 2018.05.
- [5]顶管施工技术及验收规范(试行). 中国非开挖技术协会行业标准, 2006.12.

提高电气工程施工的预算准确性分析

陈宁宁

中国沈阳国际经济技术合作有限公司，辽宁 沈阳 110011

摘要： 电气工程施工预算的准确性与项目的顺利进行息息相关。准确的预算可以确保项目在成本许可的前提下完成，避免超支和延期现象的发生，达到资源优化配置，提高施工效率和降低浪费的目的。但项目的规模和复杂度、设计变更和工程变更、人力资源和技术水平、材料价格的波动和市场的变化、管理和沟通机制等因素会影响预算的准确性。现行预算制定方式如以工程量清单为基础编制预算、依靠专家经验等各有优缺点。为提升预算准确性，采用BIM、人工智能、大数据分析等多项先进技术完善项目管理流程、加强设计与施工单位沟通、建立良好风险管理机制的有效对策。

关键词： 电气工程施工预算；预算准确性；项目管理；风险管理

Analysis of Improving Budget Accuracy in Electrical Engineering Construction

Chen Ningning

China Shenyang International Economic and Technological Cooperation Co., Ltd. Shenyang, Liaoning 110011

Abstract： The accuracy of electrical engineering construction budget is closely related to the smooth progress of the project. Accurate budgeting can ensure that the project is completed within cost constraints, avoiding overspending and delays, optimizing resource allocation, improving construction efficiency, and reducing waste. However, factors such as the scale and complexity of the project, design and engineering changes, human resources and technical level, fluctuations in material prices and market changes, and management and communication mechanisms can affect the accuracy of the budget. The current budgeting methods, such as preparing budgets based on the bill of quantities and relying on expert experience, have their own advantages and disadvantages. To improve budget accuracy, multiple advanced technologies such as BIM, artificial intelligence, and big data analysis are adopted to improve project management processes, strengthen communication between design and construction units, and establish effective risk management mechanisms.

Key words： electrical engineering construction budget; budget accuracy; project management; risk management

引言：

电气工程施工预算的准确性与项目的顺利实施息息相关。准确的预算不仅能确保项目在预定成本下完成，避免项目超支和延期，而且还能优化资源配置，提高施工效率，降低浪费。预算的准确与否，直接影响项目风险管理和决策过程，也是各项工作开展的可靠基础。项目的规模和复杂度、设计变更和工程变更、人力资源和技术水平、材料价格的波动和市场的变化、管理和沟通机制等因素均影响预算的精度。为提升预算准确性，采用BIM、人工智能、大数据分析等多项先进技术完善项目管理流程、加强设计与施工单位沟通、建立良好风险管理机制的有效对策。本文将详细分析这些因素和策略，探讨如何在实际操作中提升电气工程施工预算准确性。

一、电气工程施工预算准确性的重要性

（一）预算准确性对项目的影响

电气工程施工预算的准确性直接关系到项目的成功与否。准确的预算可以确保项目在预定的成本内完成并避免超支。超支不仅会增加项目的经济负担，而且还会导致项目延期，进而影响项目的整体进度和质量。预算的准确性对资源的合理配置非常重要。准确的预算有利于项目管理者更好地分配人力、物力和财

力，提高施工效率，减少浪费。此外，预算的准确性还关系到项目的风险管理。通过准确的预算，可以提前识别和评估潜在的风险，制定应对策略，减少不确定性带来的影响。预算准确性对项目的决策过程同样具有决定性的影响。准确的预算数据可以为项目的各项决策提供可靠的依据，帮助决策者做出科学合理的判断，避免盲目决策带来的风险。对于投资方来说，预算的精准与否关系到投资回报率的高低，影响到投资方投资信心和投资决策。对于施工方来说，准确的预算可以增强其竞争力、增强其市

* 作者简介：陈宁宁，出生年月日：1982年2月28日，性别：女，民族：汉，籍贯：吉林省德惠市，学历：大学本科，职称：高级工程师，从事的研究方向：电气工程估价，电气工程预算

场地位和声誉。总之，预算准确性不仅关系到项目的经济效益和施工质量，还关系到项目的整体管理和风险控制，是电气工程建设过程中不可忽视的重要一环。

（二）预算准确性的定义及评估指标

电气工程施工预算是否准确是非常重要的，这是因为其直接影响着项目是否可以顺利实施。准确的预算利于工程在预定成本范围内完成，避免超支和延期现象发生，确保工程顺利进行。准确地进行预算，有利于合理配置资源，提高施工效率，减少浪费。此外，预算准确性还涉及项目风险管理，通过准确的预算能够有效识别和评估潜在风险，制定相关应对策略。预算的准确性对决策过程同样至关重要，为决策提供可靠的决策依据，避免决策盲目性。对投资方和施工方而言，预算是否准确直接影响投资回报率、竞争力和声誉。总之，预算准确性不仅影响着项目的经济效益和质量，还影响着项目的整体管理和风险控制，是电气工程建设过程中不可忽视的重要一环。

二、影响电气工程施工预算准确性的因素

（一）项目规模和复杂度

在电气工程施工预算中，项目的大小和复杂度对其准确性影响最大。项目规模的不断增大和工程复杂度的不断提高使得预算工作变得更加繁杂和繁重。大型项目一般涉及更多的设备、材料和人力资源，同时需要考虑更多的技术难题和风险因素。在这种情况下，预算编制需要很高的数据分析和专业知识，以确保预算的准确性。此外，工程规模和复杂度的增加也会增加设计变更和工程变更的可能性，进一步影响预算的准确性。

（二）设计变更和工程变更

设计变更和工程变更也是影响电气工程施工预算准确性的一个不容忽视的影响因素。在项目实施过程中，设计变更和工程变更是难以避免的。这些变更可能涉及设计方案的调整、施工方法的变更、材料的更换等，进而对原预算产生影响。设计变更和工程变更如果得不到及时、有效的控制，将导致预算的不准，甚至超支。因此，项目管理团队需要及时跟踪和管理设计变更和工程变更的信息，对预算进行调整和控制以确保预算的准确性。

（三）人力资源和技术水平

就电气工程施工而言，人力资源和技术水平也是对预算准确性影响最大的因素。在编制预算过程中，需要具备一定的专业知识和技术水平，以确保对项目各项费用进行准确评估和计量。与此同时，人力资源的充足与否，也会直接影响预算的准确性。预算编制人员如果缺乏相关的经验和技能，就容易出现数据分析不准确和漏项等问题，从而导致预算偏差。因此，项目管理团队需要合理配置人力资源，提高团队成员的专业水平和技术能力，从而促进电气工程施工预算的准确性。

（四）材料价格波动和市场变化

材料价格波动和市场变化是影响电气工程施工预算准确性的关键因素之一。电气工程项目所需电缆、开关设备、照明器具等各种物资的价格可能会受到市场供需关系、原料价格波动、政策变化等

多种因素限制。材料价格的上涨或下跌直接影响项目成本，进而影响预算的精度。此外，市场变化还涉及供应链的不确定性，如物料交货期延迟、质量问题等，这些都会对预算造成不可预测的影响。对于材料价格的波动和市场的变化，项目管理团队需要随时跟踪市场动态，制定灵活的采购策略和应急预案。如果通过签订长期供货合同、建立材料储备等方式，可以降低材料价格波动带来的风险。同时经常更新预算，反映市场的变化，确保预算的精准和可控性。总之，材料价格波动和市场变化均为电气工程施工预算中不可忽视的重要因素，需要项目管理团队采取有效措施进行管理与控制。

（五）管理和沟通机制

在电气工程施工预算的准确性中，管理和沟通机制起着至关重要的作用。良好的管理机制能够确保预算编制和执行过程的规范化和系统化，从而促进预算准确性的提高。例如建立和完善预算编制流程和审核机制，确保各环节责任人的明确性和操作流程的标准化，都可以有效减少人为的失误和疏漏。此外，沟通机制的有效性 with 预算的准确性也有直接的联系。项目实施过程中，各个部门和团队之间需要保持密切的交流与协调，及时共享信息和反馈问题。例如，设计团队、施工团队和采购团队之间的沟通不畅导致信息不对称，进而影响预算的准确性。项目管理团队为加强管理和沟通效率，可借助项目管理软件、预算管理系统等多种信息化工具实现即时共享、高效沟通。同时，定期召开项目会议，及时解决出现的问题，调整预算，确保工作配合。总之，良好的管理和沟通机制是提高电气工程施工预算准确性的关键，项目管理团队需要不断优化和改进相关机制，从而确保预算工作的顺利进行。

三、现有电气工程施工预算编制方法的优缺点分析

（一）按工程量清单编制预算

优点在于结构清晰，可将工程项目按照不同工作内容进行分类，使得预算易于理解和管理。同时对每项工程量进行详细计算和核对可以提高预算精确度，精确估算施工所需的全部资源和费用。此外不同的承包商可以根据相同的工程量清单编制不同的预算，方便业主比选，有利于确保施工成本的合理性和透明性。

缺点是耗时耗力，由于每个工程量均需进行详细计算和核对，工作量较大且耗时较长。此外，预算的精确高度决定了工程量清单的准确性和完整性，一旦出现差错或遗漏就会对预算造成偏差。另外，难以应对变更也是一个棘手的问题，因为工程设计或者施工方案一变更就需要对工程量清单进行重新制定，从而增加了预算编制的复杂性和难度。

（二）专家经验法

专家经验法进行预算编制，具有快速高效的优点，依靠专业人士的经验和直觉，可以迅速地完成任务，节约时间成本。本实用新型的有益效果是：灵活性强，可以根据实际情况和专家经验进行灵活调整，适应不同的施工环境和工程需求。此外，专家经验法可靠性较高，经验丰富的专家凭借过往实践经验和行业知识能够较为准确地估算项目的施工成本，为预算编制提供可靠的参考依据。

专家经验法在预算编制的不足，具体表现在主观性强，受到专家个人经验和主观判断的影响大，容易出现偏差和不确定因素。此外，这种方法还高度依赖经验丰富的专家，如果专家人数不足或变动，可能会影响到预算的准确性和可靠性。还有一个显而易见的缺陷就是专家经验法量化时没有清晰的基础与计算手段，给预算结果量化与分析带来了一定的难度，不利于对今后预算进行有效的控制管理。

四、提高电气工程施工预算准确性的策略和方法

（一）采用先进的技术和工具

（1）BIM技术在预算编制中的应用

（BIM）技术是一种集建筑设计、施工和运营管理为一体的数字技术，可以在工程全生命周期中实现信息共享和协同工作。对于电气工程施工预算来说，BIM技术有助于项目团队更加准确地估算成本、优化设计方案、提高施工效率。具体来讲，BIM技术可以通过建立三维模型来直观地展示电气设备、线路布置等信息，帮助预算编制人员透彻地理解项目内容，准确地评价所需资源和费用。与此同时，BIM技术还可以实现专业之间的信息共享和协同作业，从而避免了信息孤岛和重复劳动的产生，提高了预算编制的效率和准确性。

（2）人工智能和大数据分析技术

在制定电气工程的施工预算时，人工智能（AI）和大数据分析技术的应用都显得尤为关键，不容忽视。在AI和大数据分析技术的辅助下，可以对历史数据、市场信息、材料价格等进行深度分析和挖掘，为预算编制提供更加精准的数据支持。通过学习算法，AI技术可以根据历史数据和实时信息预测材料价格的未来趋势，帮助项目团队及时调整预算，响应市场波动。与此同时，AI还可以通过智能算法对项目的各项费用进行智能估算，以提高预算的准确性和可靠性。大数据分析技术可以对项目数据进行全面分析，发现潜在的规律和趋势，为预算编制提供更加科学的基础。通过AI和大数据分析技术的应用，可以对电气工程的施工预算进行精细化的管理和智能化的决策，提高预算的准确性，降低风险，提高项目的成功率。

（二）加强项目管理和沟通机制

（1）完善项目管理流程

加强项目管理和沟通机制是提升电气工程施工预算准确性的关键战略。项目管理团队需完善规范化、系统化的预算编制和执行流程、明确各环节责任人和标准、减少人为错误的发生。在加强团队间沟通与协调的前提下，定期召开会议解决预算编制中出现的各类问题，确保部门间信息畅通，降低失误与风险。此外，注重团队建设和人才培养，提升成员专业素养和技术能力，从而有效应对工程挑战，提升预算准确性，保障工程顺利实施，获取可观经济效益。

（2）加强设计与施工单位之间的沟通

加强设计与施工单位之间的沟通也是推动电气工程施工预算准确性提高的一大策略。设计单位和施工单位在项目执行过程中密切配合，设计方案的准确性和施工方案的可行性直接影响到预

算的编制和执行。因此设计，施工单位之间的沟通必须保持畅通，才能确保信息传递准确和及时。设计单位应充分掌握施工单位的实际情况和需求，将设计方案制定得更加合理和可操作。设计单位应和施工单位密切配合，及时交流设计方案的具体内容和要求，确保设计方案符合实际施工，以免设计变更和增加费用。同时，设计单位还应向施工单位提供充分的技术支持和解释，确保设计方案在认识和执行上的一致性，减少误解和偏差。施工单位应积极参与设计过程，给出合理化建议和技术要求。施工单位了解现场实际情况和施工难点，可以为设计单位提供实用性建议，利于设计方案和施工环境更好地合作。施工单位要及时向设计单位反馈设计方案出现的问题和要求，征求设计单位对解决办法的意见，确保设计方案切实可行和建设到位。

（三）建立完善的风险管理机制

建立完善的风险管理机制是促进电气工程施工预算准确性提高的重点策略之一。项目管理团队必须先对各类风险进行全面识别和评估，以设计变更、材料价格波动、施工环境变化等为主线，结合历史数据分析和专家经验确定关键风险因素，经过定量和定性分析形成风险评估报告。根据评估结果，制定相应的应对策略，主要是通过签订长期供货合同和建立材料储备来减少材料价格波动的风险，并加强设计、施工单位间交流，减少设计变更风险，建立应急预案应对突发风险，等等。在项目实施过程中，持续监控风险的变化，及时调整应对策略，确保风险管理措施的有效性和及时性。

总结：

提升电气工程施工预算的准确性是确保项目顺利进行的关键。通过运用BIM技术、人工智能和大数据分析的先进技术和手段可以实现预算的精细化管理和智能化决策。加强项目管理和沟通机制，完善项目管理流程，增强设计与施工单位之间的沟通，能有效减少设计变更和施工中存在的问题，促进预算的准确性。此外，建立完善的风险管理机制能够通过全面识别和评估风险，制定应对策略和持续监控风险变化，降低预算的不确定性和风险。未来，随着科学技术的不断进步和管理方法的优化，电气工程施工预算的准确性将进一步提高。从而为项目的成功实施和经济效益的实现提供坚实的保证。

参考文献

- [1]王倩飞. 关于如何提高电气工程预算质量的对策和建议[J]. 中国房地产业, 2020,(4):278-278.
- [2]靳晓霞. 提高工程概预算编制质量的措施分析[J]. 建材与装饰, 2020,(13):203,207.
- [3]郭金荣. 提高工程概预算编制质量的措施分析[J]. 汽车世界, 2020,(3):1.
- [4]胡琳. 关于电气工程施工预算及施工图预算编制研究[J]. 山东工业技术, 2018(1):173
- [5]建筑电气工程中防雷接地技术及其应用[J]. 舒建辉. 中国高科技, 2023.
- [6]建筑项目全过程的成本控制与管理措施[J]. 叶林飞. 新城建科技, 2024.
- [7]浅析项目工程中的成本控制[J]. 师英. 现代园艺, 2017.
- [8]建筑工程中成本分析与成本控制探究[J]. 孙志欣. 工程技术研究, 2017.
- [9]浅析项目工程中的成本控制[J]. 师英. 现代园艺, 2017.
- [9]浅析如何做好土木工程项目成本控制[J]. 王建兵. 四川水泥, 2014.

火电厂集控运行的节能降耗措施分析

张正勇

贵州黔西中水发电有限公司，贵州 毕节 551500

摘 要： 随着科学技术的不断突飞猛进发展，各种新技术、新能源层出不穷，并在各行各业发展过程中得到了广泛应用，尤其是绿色节能环保技术的应用最为突出。在火电厂集控运行过程中，为实现绿色节能环保的目标，则要求从业人员必须具有很高的节能降耗意识，在实际工作中积极有效实践绿色节能环保措施，提高火电厂运营过程中的绿色节能环保性，增加火电厂的经济效益。文章主要分析火电厂集控运行节能降耗的重要性，分析火电厂集控运行节能降耗措施，仅供参考。

关 键 词： 火电厂；集控运行；节能降耗；措施

Analysis Of Energy-Saving And Consumption-Reducing Measures For Centralized Control Operation Of Thermal Power Plants

Zhang Zhengyong

Guizhou Qianxi County Zhongshui Power Generation Co., Ltd., Bijie, Guizhou 551500

Abstract： with the rapid development of science and technology, a variety of new technologies, new energy, and has been widely used in all walks of life in the development process, in particular, the application of green energy-saving and environmental protection technology is the most prominent. In order to realize the goal of green energy conservation and environmental protection in the process of centralized control operation of thermal power plant, the employees must have high consciousness of energy conservation and consumption reduction, and actively and effectively practice green energy conservation and environmental protection measures in practical work, improve the operation of thermal power plants in the process of green energy-saving environmental protection, increase the economic benefits of thermal power plants. This paper mainly analyzes the importance of energy-saving and consumption-reducing measures in centralized control operation of thermal power plants for reference only.

Key words： thermal power plant; centralized control operation; energy saving; measures

前言：

新形势下背景下，各行各业要想实现可持续发展，那么在发展过程中急需升级转型，只有这样，才能符合国家绿色低碳节能环保经济发展理念的要求。众所周知，火电厂运营过程中，通常需要消耗较多的不可再生能源，倘若并未有效控制该部分能源的损耗，除了会导致能源稀缺问题愈演愈烈外，还有可能对生态环境造成严重污染，制约火电厂的健康发展。随着国家日益重视绿色低碳经济发展理念的落实，在火电厂运营过程中需要采取节能降耗的措施，提高火电厂集控运行的节能降耗效果，促进火电厂朝着绿色、节能、环保的方向发展。

一、火电厂集控运行节能降耗的重要性分析

（一）提高资源利用率

众所周知，我国虽然幅员辽阔，但是人均资源较少，改革开放初期，为实现经济快速增长，以牺牲生态环境及消耗诸多不可再生能源为代价，致使资源短缺问题日渐白热化，为避免资源问题越来越严重，各行各业发展过程中需要做好必要的调整和整改。针对火电厂运营来讲，应从集控运行角度着手，确保每项工作均能井然有序地推进。基于技术层面而言，相关人员应全面落实

实节能降耗的各项指标，对技术进行优化创新，凭借高效率和高质量的技术方案，提高有限资源的利用率，保障火电厂运营过程实现节能降耗的目标。

（二）促进技术进步

火电厂运营过程中，从生产技术角度来讲，需要融合节能降耗的理念，促进技术朝着绿色节能环保方向迈进，提高火电厂生产作业的节能性和环保性。从实际情况而言，要想全面落实火电厂的节能降耗目标，则要重视绿色节能环保技术的应用，减少火电厂运营过程中的能源损耗量。在传统火电厂运营过程中，由于

* 作者简介：张正勇（1987-1）男，土家族，贵州思南，助理工程师，本科。研究方向：火电厂集控运行汽机专业。

受到生产力的制约,致使许多资源无法被呈现出来,无法提高火电厂生产效率,还造成大量的资源和能源被浪费。针对该种情况,只有对减少成本消耗进行深入研究,提高火电厂运营过程中的技术水平,才能实现各项资源的最大化利用,既能减少火电厂运营过程中的资源损耗,也能提高火电厂运营的经济效益。

（三）促进企业高速发展

近年来,随着国家经济的稳步增长,人们生活质量有了显著提高,对绿色节能环保有了更多地关注,为促进社会经济的可持续发展,应全面落实绿色节能环保的经济发展理念。在社会经济发展过程中,火电厂是非常重要的支撑部分,为推动其可持续发展,既要优化各项工作的推进模式,也要积极强化集控运行的调用,高效解决长期存在的高污染和高能耗问题。从生产技术层面着手,应全面提高火电厂的生产效率,减少各种资源和能源的损耗,提高企业的经济效益,以促进火电厂企业的可持续且高速发展。

二、火电厂集控运行中存在的问题

（一）过热气温系统的控制

在开展过热气温系统控制过程中,要想其取得良好的成果,则要求工作人员有扎实的专业知识和过硬的专业技能。在过热气温系统实际运行过程中,经常因为诸多因素的影响,出现大量过热蒸汽温度方面的问题,针对该种情况,工作人员应基于规定标准将直流炉重置水与煤的比例控制在限定范围内,从整体角度出发,恢复过热设备,保障设备保持安全稳定的运行。然而,在开展过热气温系统控制时,工作人员并未按照规范标准要求操作每项流程,造成各种类型的安全问题成为必然事件。另外,在过热气温系统设计过程中,设计人员只是根据过往经验开展设计工作,促使系统设计缺乏科学性和合理性,这也是导致火电厂工作环境恶劣的重要原因。

（二）再热气温系统的控制

与过热气温系统相比,因为再热气温系统的组成既复杂又繁琐,在进行安全控制过程中各项流程无法有序推进,所以致使整个再热气温系统的安全控制难度系数非常大,而多数火电厂也并未重视该套系统的控制,最终使得再热气温系统的安全控制效果不尽如人意。为保障火电厂保持安全、稳定、正常的运营,火电厂不同系统的工作人员需要采用合适的控制方法进行有效控制,然而在实际工作中,许多工作人员为减少工作量,经常使用简单的控制方法,致使系统控制效果差强人意,如在开展温水排放量控制过程中,工作人员并未采取人工与机械自动化控制相结合的模式进行控制,无法准确调节控制温水排放量与运行温度的控制,造成火电厂运营过程中,发电系统无法长时间保持低温运行的状态,影响了火电厂的运营效果。

（三）主气压力系统的控制

对于主气压力系统,工作人员需要通过合理使用压力计算公式,来对其进行正确和精准的计算,然后按照结算结果进行规范化和合理化的控制。在火电厂运营管理过程中,工作人员通过正

确使用各种形式和类型的计算公式,才能保障火电厂运营管理按照计划方案顺利推进并取得良好成果。需要注意的是,整个过程的每项流程都必须与国家规定及行业标准要求相符,一般火电厂运营管理的难度都相对较小,但是从火电厂运营现状来看,许多工作人员并未熟练掌握火电厂运营的理论知识和技术,普遍存在实际操作不够熟练的情况,致使火电厂运营管控过程中经常出现各种问题,甚至危及工作人员的人身安全。

（四）用电方面的控制

火电厂运营期间,涉及了多种不同类型的大型设备,该部分设备在运行过程中,通常需要消耗大量的电能,加之部分工作的节能降耗意识薄弱,并未重视各种设备的用电控制,致使火电厂运营过程中经常出现高能耗的问题。同时,部分火电厂并未重视节能降耗监督管理工作,火电厂运营过程中不仅存在电能浪费严重的情况,还存在违规用电的情况,降低了火电厂运营的经济效益,增加了火电厂运营过程中的安全隐患。

三、火电厂集控运行的节能降耗措施

（一）火电厂集控运行技术智能化

现阶段,火电厂集控运行过程中,融合智能化技术已然势在必行,在火电厂集控运行中融入智能化技术,并借助数学模型和智能模型,综合分析火电厂运营日常管理,有利于火电厂实现智能化集控运行,提高火电厂运营管理的质量和效率。在火电厂集控运行过程中,通过与计算机技术相结合,凭借计算机技术的优势,则能使火电厂实现远程集控运行,减少工作人员的工作量、减轻工作人员的工作压力。火电厂运营过程中,有效结合智能化技术和自动化技术,除了能保障火电厂集控运行系统与各种实际需求相符外,还能有效规避过往火电厂运营管理中的各种问题,使火电厂集控运行系统实现节能降耗控制。

（二）降低锅炉排烟热损耗

锅炉运行期间,排烟热损耗是需要重点关注的部分,其是非常关键的经济指标,随着国家越来越重视绿色低碳经济发展,通过采取有效措施控制锅炉排烟温度,对锅炉节能降耗有着深远的影响。锅炉排烟热损耗具体是指锅炉在实际运行过程中,排出烟气中含有的热量。因为排烟热损耗和锅炉节能降耗效果有着紧密联系,所以为实现火电厂集控运行的节能降耗目标,则要根据现状降低排烟温度,详细内容如下:(1)降低一次风率。火电厂运营过程中,相关人员需要根据煤机转速,及时做好曲线信息调整,保障煤机运行过程中不会出现任何故障,引发各种安全问题,在该基础上将一次风量和风速控制在最低标准范围内,确保通风阻力始终维持在最小范围内。(2)控制锅炉密封性。锅炉密封性是否控制合理,将直接影响锅炉的热损失。所以,在火电厂运营过程中,应全方位检查锅炉主体入口,确保其密封程度与规范标准无差异。(3)控制锅炉燃烧状态。一般情况下,为实现燃料的充分燃烧,锅炉需要始终保持安全稳定的运行状态。

（三）合理调整锅炉燃烧

火电厂运营期间,锅炉燃烧调整是需要引起高度重视的部

分,具体措施有:(1)调整过剩空气系统。火电厂生产过程中,经常因为诸多主客观因素的影响,致使燃料无法完全燃烧,无法实现热量的充分释放,造成大量的燃料被浪费,不仅如此,还可能对生态环境造成严重污染,对生态平衡发展产生不良影响。鉴于此,锅炉运行期间,相关人员应根据规定和结合实际情况,合理调整锅炉的燃料燃烧状态,防止发生燃料不完全燃烧的情况,提高有限燃料的利用率,防止燃料燃烧不完全给生态环境造成负面影响。另外,在锅炉运行期间,除了要调整锅炉的燃料燃烧状态外,还要调节过剩空气系数,使其保持在限定范围内,倘若过剩空气系数过大,则会直接影响传热质量,倘若过剩空气系数过小,则会致使燃料无法充分燃烧,为确保锅炉中的燃料充分燃烧,则精准控制过剩控制系数,减少热量损失。(2)选用合适燃料。锅炉运行期间,应采用混配煤方法,此举除了能节省燃料外,还能减少火电厂的运营成本。在进行混配过程中,工作人员需要根据实际情况做出明智决策,为减少煤炭的燃烧成本,则要选择添加适量的低水分煤炭,但是需要确保燃料的燃烧质量及热量散发性。

(四) 强化节能降耗管理

在火电厂运营过程中,为实现成本最低化和节能降耗的目标,企业则要构建完善的集控管理系统,该系统需要涵盖信息收集系统、信息处理系统、信息反馈系统等,其能自动设置控制目标、控制方法、控制参数,在该基础上实现数据信息的共享与交流。火电厂集控运行的节能降耗管理措施,具体内容为:(1)将分散自动系统集中于一个单元中,该单元应根据实际情况进行相适应的调整。(2)火电厂运营期间,需要通过该系统准确计算所有设备的负荷,防止设备故障致使燃料燃烧不充分。(3)降低机组负荷率,火电厂运营期间,需要通过合理有效使用各项,如循环泵调技术、喷氨技术等,减少用气量和热量的损失,促进节能降耗技术的优化升级。(4)火电厂运营过程中,需要将凝气器替换为真空系统,实现冷却水质的优化处理,降低输配系统的能源损耗。(5)建立阀门泄露账本,根据账本定期检查和处理泄露,

尽量避免能源损耗问题出现。(6)在火电厂运营过程中,工作人员还应高度重视排放调节工作,以减少用水量,实现循环利用水资源。

(五) 降低厂用电率

在火电厂集控运行期间,不仅要使用一系列的主要设备,如汽轮机组、锅炉等,还要使用一系列的辅助设备,其能为火电厂运行提供电能支持,这就势必会增加火电厂的用电量,所以在火电厂集控运行的节能降耗管理过程中,应重视辅助设备的节能降耗控制,详细内容如下:(1)科学技术的不断发展衍生了变频技术,其在调节负载、降低能耗、延长设备使用年限等方面起着关键作用。因此,火电厂集控运行的节能降耗中,工作人员需要在辅助设备中积极使用变频技术,将风机、水泵等用电频率进行必要的转变,以便降低火电厂运营过程中的电能损耗。(2)优化火电厂运营过程中的照明设备。合理设置火电厂照明设备的工作时间,防止长时间不间断地工作,增加火电厂运营的电能损耗。增加节能灯具的资金投入,减少火电厂照明设备的用电量。设置自动化的火电厂照明设备系统,凭借智能化系统的优势实现火电厂照明,不光能减少火电厂运营的电能损耗,也能减少工作人员的工作量。(3)火电厂应按照设备运行负荷合理规划使用情况,倘若运行负荷较小,但能保证火电厂正常安全地运营,则要适当关闭部分辅助设备,以减少辅助设备的用电量。

结束语:

综上所述,在国家越来越重视绿色低碳经济发展的背景下,火电厂运营过程中不但要保持安全稳定的状态,而且还要实施节能降耗的措施,只有这样,才能促进火电厂的可持续发展。在火电厂集控运行的节能降耗控制过程中,相关人员应基于现状,制定科学性和可行性的节能降耗措施,提高火电厂运营过程中的能源利用率,降低火电厂运营的成本,增加企业的经济效益和社会效益,进而促进火电厂实现节能降耗和高质量的发展。

参考文献:

[1]王涛. 关于火电厂集控运行节能降耗技术的研究[J]. 数字化用户, 2024(35):137-138.
[2]田立智. 火力发电厂集控运行节能降耗技术措施分析[J]. 科学与信息化, 2023(21):13-15.
[3]肖旭. 火力发电厂厂用电率的影响因素和控制措施[J]. 光源与照明, 2023(9):240-242.
[4]李文通,郭凯. 火力发电厂锅炉节能降耗的对策与措施研究[J]. 百科论坛电子杂志, 2021(24):3537-3538.
[5]胡祥兴. 火电厂热能动力工程中的节能技术分析[J]. 中国设备工程, 2023,(19):242-244.
[6]徐亮亮. 火电厂集控运行节能降耗技术探讨[J]. 节能与环保, 2023,(09):53-55.
[7]方磊. 火力发电厂几种电气节能降耗的方法研究[J]. 科技与创新, 2023,(17):147-149.
[8]王称红. 火电厂300MW机组集控运行策略研究[J]. 中国金属通报, 2022,(06):147-149.
[9]刘建东. 火电厂集控运行技术分析与优化研究[J]. 中国设备工程, 2022,(02):219-220.
[10]沈群策. 发电厂单元机组集控运行危险点预控分析[J]. 长江信息通信, 2021,34(09):59-61.

水利水电施工技术中遇到的问题与对策分析

许琦

建德市人民政府更楼街道办事处, 浙江 杭州 311611

摘 要 : 为稳步增强水利水电项目施工总体效能, 确保防洪、发电、供水等功能正常发挥, 科学应对复杂环境对筑坝、项目开挖等建设活动的影响, 兼顾施工质量、施工安全、施工效率和施工成本, 形成体系完善的技术模式, 补齐技术短板, 完善开发体系。文章运用系统理论, 着眼现有技术工艺和施工经验, 从多个维度出发, 着眼施工技术应用过程中暴露出的主要问题, 整合技术资源, 优化技术流程, 创新技术方法, 保证施工总体质效, 确保防洪、灌溉、发电等职能的充分发挥。

关 键 词 : 水利水电; 项目施工; 存在问题; 应对策略

Analysis Of The Problems And Countermeasures Encountered In The Construction Technology Of Water Conservancy And Hydropower Construction

Xu Qi

Jiande City People' s Government Genglou street office, Hangzhou, Zhejiang 311611

Abstract : to steadily enhance the overall efficiency of water conservancy and hydropower project construction, ensure normal flood control, power generation, water supply, scientific deal with complex environment of dam, excavation construction activities, both construction quality, construction safety, construction efficiency and construction cost, form the system of perfect technology mode, swallow the technology, perfect the development system. The paper uses the system theory, focuses on the existing technology and construction experience, starts from multiple dimensions, focuses on the main problems exposed in the application process of construction technology, integrates the technical resources, optimizes the technical process, innovates the technical method, ensures the overall physical effect of the construction, and ensures the full play of flood control, irrigation, power generation and other functions.

Key words : water conservancy and hydropower; project construction; existing problems; coping strategies

前言

水利水电项目作为公共基础设施的有机组成, 在保证水资源时空调配能力等方面发挥着关键性作用。着眼水利水电项目使用场景的复杂性, 在施工、维护等环节, 应当调整思路, 通过技术要素整合, 管理流程优化, 保证施工效率, 提升施工质量, 防范隐蔽性风险, 处置突发性问题, 应对渗水等病害, 不断增强建筑结构的完整性, 保证水利水电设施服务效能。

一、水利水电施工技术应用现状

分析水利项目施工技术应用现状, 推动施工思路的梳理和施工方法的创新, 增强施工技术应用的针对性与施工技术管理的可行性, 形成促进水利水电项目施工的完备化、体系化、高效化。

(一) 技术方法单一

水利水电施工过程中, 面对复杂的地质环境, 施工人员严格遵循《水利水电工程施工质量评定规程(试行)》(SL176-1996)、《水工建筑工程》(SDJ249.1-88)等文件, 结合项目施工要求和项

目施工目标, 选择相应的施工技术^[1]。现阶段, 多数施工企业在项目施工中, 使用钻爆法、掘进机法、通风技术、支护技术等手段, 上述施工技术体系不健全, 方法路径单一, 施工人员无法适时整合技术资源, 组织水利水电施工活动的高质量开展, 放大了复杂地质环境的危害性, 极易引发项目施工区域裂缝、塌方等安全问题, 推高了项目施工风险。

(二) 管理效能不佳

水利水电施工环节, 施工团队需要针对复杂地质环境的特点, 围绕施工目标和施工要求, 对施工技术、施工流程进行全寿

邮箱: xuqiazc@qq.com, 电话: 18758898833

作者简介: 许琦(1988.1), 男, 汉族, 籍贯: 浙江建德, 现就职于: 建德市人民政府更楼街道办事处, 助理, 本科, 研究方向: 水利工程。

命周期管理，通过技术参数的调节、技术类型的选择、技术路径的优化。例如在水利水电施工项目土方开挖过程中，缺乏全局性视野，没有对全断面法、台阶法、部分开挖法等技术方案进行综合比选，确保水利水电施工技术的技术性、实用性和安全性达到预期^[2-3]。但从实际情况来看，施工团队受到传统思维的影响，对施工管理的重视度不高，施工管理的方法机械，没有结合复杂地质环境的特点，立足全断面法、台阶法、部分开挖法等施工技术的原理，形成最优化的水利水电施工技术管理体系，切实提升施工团队对施工流程的干预能力，确保既定施工任务的顺利完成。

二、水利水电工程施工技术应用路径

创新水利水电工程施工技术应用路径，搭建技术架构，把握技术要点，确保筑坝、防渗等建设任务顺利完成。

（一）完善水利水电工程筑坝施工技术体系

1. 坝基处理技术要点分析

为提升水利水电工程大坝结构的稳定性，保证施工活动安全开展，施工团队以坝基处理作为基础，利用地质勘察等准备工作，掌握筑坝区域的地质构造、地层分布、力学特征等基础信息，利用计算技术、云计算技术，计算软弱地层分布范围。根据过往经验，施工团队通过帷幕灌浆、软弱地基加固、裂缝灌浆处理等技术方案，完成坝基高质量施工^[4]。以软弱地基施工为例，施工人员使用振冲桩，将砂、砾石和碎石等在振压后处理后，形成加固桩体，这种加固方式，加固效果明显，并且操作难度较低，成本总体可控。

2. 分层填筑技术要点分析

水利水电工程筑坝施工环节，施工团队利用分层填筑技术，对多个土层进行处理，实现填筑土层密实度的精准控制。具体来看，分层厚度确定时，综合设计目标和材料性质，计算填筑厚度，避免填筑厚度过大或者过小，妨碍填筑施工正常开展。分层厚度的确定，除了考量上述因素外，还需要兼顾填筑施工效率，实现填筑施工方案的最优化选择，避免坡面不稳，引发滑坡等问题。分层厚度确定后，施工团队组织压实施工，通过机械振动压实、静压压实、冲击压实等处理手段，将筑坝层的密实度控制在合理区间范围内，确保填筑层的结构承载力。

3. 碾压施工技术要点分析

水利水电工程筑坝施工阶段，施工团队遵循客观规律，重点做好碾压施工，实现填筑层稳定性的有效提升。为保证碾压施工质量，大坝碾压施工前，综合考量各类因素，确定大坝碾压施工频率和分层碾压厚度，通过这种方式手段，增强碾压施工流程的可靠性。大坝碾压施工阶段，施工团队重点关注碾压施工的均匀性和连续性，防范压实不足、压实过度等问题，避免碾压设备长时间停留，增加筑坝层的差异性^[5]。大坝在振动碾的作用下，填筑土的应力能够提高4倍到5倍，压实层可以达到1m到2m。对于大坝碾压施工中，使用的振动碾，施工团队应当根据技术规范和参数要求，定期开展振动碾的维护、保养、检修等系列工作，确保振动碾能够正常工作，提升大坝碾压施工的连续性。

4. 边坡支护技术要点分析

水利水电工程筑坝施工环节，施工团队应当重点做好边坡支护，防止滑坡、失稳，保证大坝边坡的稳定性。施工团队利用植被恢复、石方护面、混凝土护面等方式，通过支护技术类型的选择，发挥预应力锚杆支护、喷射混凝土加固、土工格栅加固等方式，防止坡面侵蚀，提升边坡抗冲刷能力，保证边坡防护效果。尤其在自然环境较为复杂的施工区域，施工团队要采取审慎的态度，合理调整技术参数，健全完善技术流程，全方位确保边坡支护施工质效，增强支护结果稳定性。

（二）健全水利水电项目防渗技术体系

1. 高压喷射防渗墙施工技术

水利水电项目防渗施工环节，工作人员使用高压喷射防渗墙技术，借助高压射流的冲击力，破坏堤坝现有结构，使得浆液与土粒凝结起来，快速形成防渗板墙，达到防渗的目的。与其他防渗施工方案相比，高压喷射防渗墙施工技术效率高、安全性好、可靠性高、成本较低，契合新时期水利水电项目防渗施工要求。工作人员实际施工环节，率先做好提拔平整，组织测量放样，根据放样结果，操控专业设备完成土地平整。平整任务技术后，使用岩土工程钻机、潜孔偏心管，开展钻孔作业，提升钻孔精度和钻孔效率，快速完成钻孔任务。工作人员对钻孔进行验收，验收合格后，开展喷射注浆作业，喷射中严格控制喷射范围、喷射量，调整喷射压力、喷嘴直径、喷射速度等参数，实现浆液与坝体均匀混合，初步形成防渗板墙。为确保防渗墙板的密实度，工作人员需要做好填充、压实，对喷射中形成的空腔进行填充，提升施工总体质量^[6-7]。

2. 帷幕灌浆防渗施工技术

水利水电项目防渗施工过程中，工作人员运用地质钻机对堤坝实施钻孔作业，形成帷幕形钻孔，钻孔形成后，注入水泥浆。水泥浆渗入水利水电项目裂缝中，构建高效的防水帷幕，产生较强的防渗效果。具体施工环节，工作人员做好地质勘探，详细掌握水利水电所处区域的地层结构和岩石属性，选择最优的施工方案。钻孔施工中，要结合堤坝裂缝发育情况，确定钻孔直径、深度等参数，使得钻孔质量达到设计要求，符合实际预期。灌浆环节，工作人员依据行业规范和技术标准，科学控制灌浆压力、灌浆速度，通过过程管控，使得浆液能够快速深入到水利水电项目缝隙中^[8]。施工任务结束后，组织专业团队开展检测评估，对达不到施工要求的，及时反馈，做出合理调整。

3. 围堰防渗施工技术

水利水电项目防渗施工过程中，工作人员应当做好围堰防渗施工，完成外交通道路挡水任务，为防渗加固提供便利条件。具体来看，工作团队运用刚性围堰联合土石弃渣加宽处理方案，通过这种方式，增强水利水电项目结构总体稳定性。为保证防渗效果，工作人员在水利水电底部浇筑厚度为1cm、宽度为4cm的C15混凝土，形成围堰。这种结构布局，既有着较强的实用性，推动防渗施工稳步有序开展，又管控总体成本，减少不必要的费用支出。考虑到水利水电项目所处环境的特殊性，工作人员运用分层分类处置的方式，在水利水电上游水域，选用开挖弃渣堆填；

在水利水电下游水域，选用大块石护坡，从实际效果来看，这种围岩防渗施工技术，切合不同水体环境下的围岩防渗施工要求，确保防渗质量总体可控。

三、水利水电项目施工技术管理路径

搭建水利水电项目施工技术管理框架，实现对施工技术、施工流程、施工要点的精准把控，防范技术关键参数缺失，推动施工活动稳妥有序开展。

（一）做好地质勘察

水利水电工程施工环节，施工团队要做好地质勘察系列工作，依托地质勘察，了解施工区域地质、水文等环境条件，为筑坝工程设计和施工以及管理提供数据支撑。为保证地质勘察数据的全面性和科学性，工作人员将地质地貌、地层岩性、地质构造、水文条件作为主要勘察对象，借助野外调查、钻探、物探、水文试验、室内试验等手段，掌握地下岩层厚度、岩性。根据地质勘察结果，施工团队立足设计目标，对施工方案开展可行性分析，采取分类处置手段，实现特殊地质的改良，提升坝基强度。

（二）做好材料选择

水利水电工程施工准备阶段，施工团队要做好材料选择和材料储备两个方面的工作，将材料优势转化为质量优势，实现施工质量总体可控。具体来看，对于筑坝材料种类的选择，工作人员以耐久性和稳定性为主要依据，利用物理、力学等学科，开展材料性能测试分析，论证填筑材料的承载力。例如，施工团队采取室内试验、现场试验，评估填筑材料的压缩性、渗透性，保证填筑材料的适用性，提升筑坝施工活动稳妥有序开展，避免材料质量问题，引发潜在风险隐患^[9]。

（三）创新管理方法

水利水电项目施工项目体量大、周期长，涉及多个领域，为避免质量管理活动出现碰撞的情况，确保管理活动的顺利开展，在整个管理周期内，施工企业要建立起完善的信息沟通机制，逐步打破信息壁垒，提升水利水电项目施工质量管理的协同能力。具体来看，水利水电项目施工质量管理涉及多个部门，为保证部门与部门之间的配合度，施工企业要持续加强信息沟通与共享能力，通过微信等信息化平台，实时交流有关信息，增强安全风险预判、事故隐患识别能力。例如，施工企业为加快施工进度，防范质量问题，运用 BIM 系统等信息化路径，利用 BIM 技术优势，在不同部门之间和施工企业之间，建立起稳定的联系，科学调整质量管理流程，构建起信息化的质量管理体系^[10]。在 BIM 系统辅助下，模拟钢结构安装、混凝土浇筑等施工流程，制定详细的安装计划，施工团队综合运用虚拟现实技术，对水利水电项目施工活动过程进行动态演示，实现水利水电项目施工质量管理的可视化、动态化，管理人员可以预先分析质量影响因素，制定针对性防范举措，从而达到质量预控的目标。

四、结语

筑坝、防渗等施工活动有序开展，能够显著改善水利水电运行状态，保证作用发挥，延长服务年限，满足区域经济发展、社会生活对水资源的使用要求。文章运用整体思维，着眼水利水电项目技术短板，依托灌浆防渗等成熟技术方案，科学处置施工问题，推动水利水电项目各项施工活动稳妥开展，确保水利工程高效运转。

参考文献

[1] 沈惠, 刘亮, 尹晓冰. 影响水利水电工程施工技术的因素及应对策略 [J]. 水电水利, 2022 (8): 61-63.
[2] 王鹏. 水利水电施工过程中边坡开挖支护技术施工技术 [J]. 建材发展导向, 2022 (12): 133-135.
[3] 王科. 水利水电施工技术中遇到的问题与对策分析 [J]. 黑龙江水利科技, 2012, 40(03): 319. DOI: 10.14122/j.cnki.hskj.2012.03.141.
[4] 贾绪锦. 水利水电工程灌浆施工技术与管理对策探析 [J]. 工程建设与设计, 2022 (18): 124-126.
[5] 潘清鑫. 水利水电施工技术中遇到的问题与对策分析 [J]. 科技创新与应用, 2014(14): 173.
[6] 朱秀辉. 影响水利水电工程施工技术的因素及应对策略探析 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2023 (1): 44-46.
[7] 石春莉. 水利水电施工技术中遇到的问题与对策分析 [J]. 中国新技术新产品, 2015(06): 106. DOI: 10.13612/j.cnki.cntp.2015.06.094.
[8] 金笛. 水利水电施工技术中遇到的问题与对策分析 [J]. 黑龙江科技信息, 2016(16): 239.
[9] 范涛. 水利水电施工中遇到的问题与对策分析 [J]. 新城建科技, 2023, 32(23): 157-159.
[10] 胡俊. 水利水电施工中防渗处理施工技术分析 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023 (7): 89-81.

溶洞形态特征对隧道围岩变形及地表沉降影响

郭平

中电建南方建设投资有限公司, 广东 深圳 518055

摘要： 探究溶洞对盾构隧道安全影响是保证盾构隧道施工安全的重要条件。文章依托于深惠城际铁路工程，采用 ABAQUS 建立的溶洞隧道三维有限元模型，结合现场监测数据，验证模型的可靠性，并通过溶洞隧道三维有限元模型探究溶洞形态特征对隧道围岩变形及地表沉降规律。研究表明，溶洞隧道三维有限元模型和现场监测数据误差值最大控制在 11.38%；串珠型溶洞相对于孤立型溶洞对隧道围岩变形及地表沉降变形影响更大。

关键词： 溶洞特征；盾构隧道；ABAQUS；有限元模型

The Influence Of Karst Cave Morphology On Tunnel Surrounding Rock Deformation And Surface Settlement

Guo Ping

Powerchina Southern Investment Co.,Ltd, Shenzhen, Guangdong 518055

Abstract： Exploring the impact of karst caves on the safety of shield tunnels is an important condition for ensuring the safety of shield tunnel construction. The article is based on the Shenzhen Huizhou intercity railway project, using ABAQUS to establish a three-dimensional finite element model of karst tunnels. Combined with on-site monitoring data, the reliability of the model is verified, and the three-dimensional finite element model of karst tunnels is used to explore the influence of karst tunnel morphology characteristics on tunnel surrounding rock deformation and surface settlement laws. Research has shown that the maximum error value between the three-dimensional finite element model of karst tunnels and on-site monitoring data is controlled within 11.38%; The bead shaped karst cave has a greater impact on the deformation of tunnel surrounding rock and surface settlement deformation compared to the isolated karst cave.

Key words： cave characteristics; shield tunneling; ABAQUS; finite element model

一、引言

我国是世界上岩溶分布面积最大的国家，出露碳酸盐岩占国土面积13%。盾构隧道在穿越城市地段过程中可能会遭遇岩溶发育，会对盾构掘进造成较大阻碍，处理不当可能会导致盾构机“栽头”、隧道突水突泥、地面塌陷等安全事故，造成较大的经济损失和人员伤亡^[1]。目前深圳市轨道交通运营里程304.3km，在建里程219.269km。未来10~15年时间深圳有大量的轨道交通建设项目^[2]。基于此，国内外学者展开了大量研究^[3~4]。史世雍等^[5]依托于夏家庙隧道实际工程建立隧道溶洞模型，研究顶部溶洞对隧道围岩稳定性的影响；莫阳春等^[6]依托达成高速铁路宝石岩隧道建立有限元模型，探究不同溶洞尺寸对隧道稳定性的影响；李元海等^[7]针对大瑶山隧道岩溶突水问题，建立有限元模型，研究溶洞与隧道间距、溶洞充填状态、溶洞注浆对隧道围岩稳定性影响；李鸿博等^[8]依托大连地铁5号线跨海隧道，分析在复杂地质条件下盾构隧道双层衬砌的优势及对应的防排水方案，提出了盾构穿越岩溶发育地段的处治措施；李术才等^[9]依托齐岳山隧道工程，建立溶洞数值模型，研究多种工况下盾构施工突水灾害的演变过程；Wang W等^[10]建立数值模型，研究在上覆砂岩和下伏石灰岩的地质条件下，溶洞的高跨比、填充状态及跨度对岩溶安全

的影响。

目前国内外研究大多是针对孤立型溶洞对隧道安全进行分析，对串珠形溶洞研究较少，因此本研究依托于深惠城际铁路工程，采用 ABAQUS 建立溶洞隧道三维有限元模型，通过和现场监测数据对比验证模型的可靠性，并通过孤立型溶洞和串珠型溶洞的模拟结果值分析两种溶洞形态特征下对隧道围岩及地表沉降变形影响。

二、工程概况

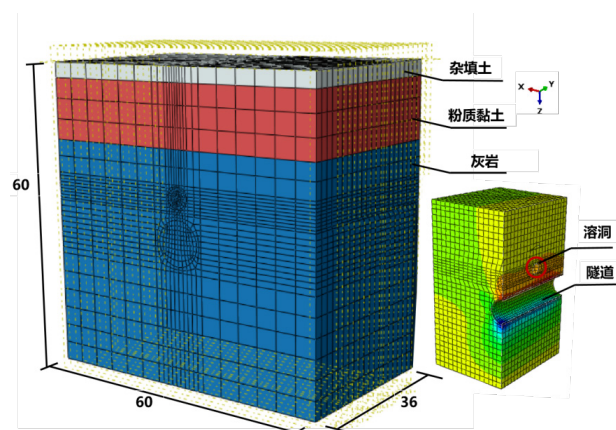
深惠城际铁路穿越深圳，东莞及惠州，是粤港澳大湾区城际铁路网的重要组成部分，正线长度58.860km。盾构穿越深圳龙岗区域岩溶发育强烈：工程区内有大量岩溶发育，溶洞大部分分布在隧道上方，其中252个钻孔为可溶岩钻孔，有145个孔揭露到溶洞，见洞隙率57.5%，总线岩溶率7.47%；

三、监测方案

本章依托深惠城际铁路工程为背景，针对左线隧道建立三维模型，由于地下施工情况复杂，为了提高数值模型的模拟效率，

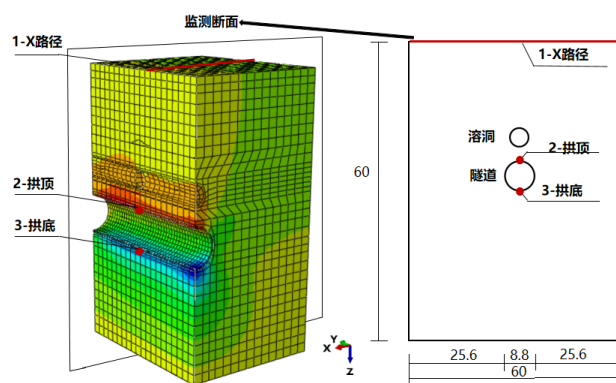
* 作者简介：姓名：郭平，性别：男，出生日期：1976年3月，籍贯（陕西商州），学历：本科，职称：高级工程师，民族：汉，从事的研究方向或工作领域：轨道交通。

在溶洞分布和隧道的位置关系存在明显特征条件下,对模型进行了相应的简化。根据前人研究的文献可以知道溶洞采用球体对数值模拟的结果影响较小,可以减小应力集中。建立的部分岩溶隧道三维有限元模型如图1所示,建立XYZ长60m,宽36m,高60m的模型。网格划分在靠近隧道和溶洞区域密集,四周稀疏,减少计算力的同时,保证模型的计算精度。隧道尺寸与实际工程保持一致,直径为8.8m的圆形,埋深为28m(本模型Z方向向下为正方向),在开挖隧道的顶部建立溶洞,溶洞中心位置建立在Y方向段面掘进里程中心。



> 图1 岩溶隧道三维有限元模型(单位: m)

建立的岩溶隧道三维模型中,岩溶中心分布在盾构掘进方向(Y方向)的中点,为了研究该工程地质情况下,浅层盾构隧道掘进过程中岩溶区域溶洞对隧道围岩变形及地表沉降的影响规律,而溶洞对围岩变形及地表沉降变形的影响较为显著,因此将监测点布置在Y=18的断面上,在该断面上布设3个监测点如图2所示,1-沿X方向断面的地表路径,2-拱顶,3-拱底,监测在盾构隧道开挖过程中竖向位移的变化情况。

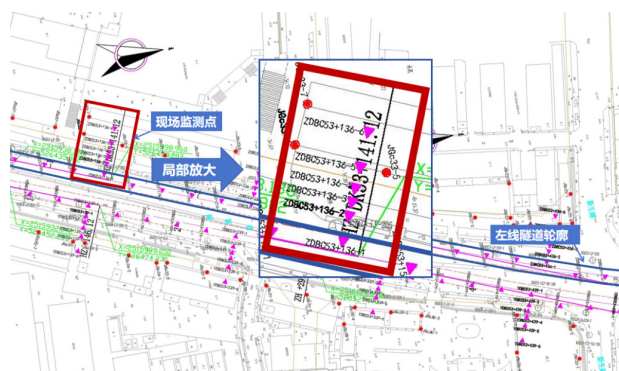


> 图2 监测点布置图

四、数值方法可靠性验证

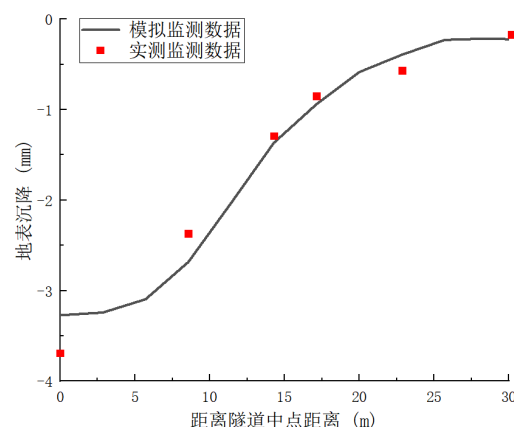
本节依托深惠城际铁路工程为背景,监测研究段盾构穿越岩溶发育区域,遭遇典型的岩溶等不良地质问题,未造成大的工程地质事故。本研究结合地质勘探的岩溶发育信息建立数值模型,模拟结果所探讨的溶洞对隧道围岩变形及地表沉降的影响,通过现场的监测数据和数值模拟的结果进行对比分析,可以验证模型的适用性、精确性和可靠性。如果模型的计算结果与实际观测结

果一致,可以认为模型具有较高的合理性;如果存在较大的差异,需要对模型进行修正或重新构建,以使其更加符合实际情况。本研究通过监测区段左线隧道上方部分监测点的地表沉降数据来分析研究,选取的监测点 ZDBC136-1~6如图3工程平面图所示。ZDBC表示左线地表沉降。



> 图3 沉降监测点布置平面图

随隧道开挖完成后数值模拟结果取监测路径沿X方向(X=0~30m,Y=18m)断面盾构掘进时的地表沉降值,对应现场监测位于左线隧道上方的点ZDBC336-1、ZDBC336-2、ZDBC336-3、ZDBC336-4、ZDBC336-5、ZDBC336-6的地表沉降值,通过二者数据结果比较分析。由于本研究建立的数值模型Z方向以竖向方向向下为正方向,因此为了和现场监测数据对比更为直观,得到模拟的竖向方向的数据结果都进行负号换算,如图4所示,对应的是盾构掘进完成后的地表沉降变形。模拟结果在地表距离隧道中心处沿X方向的沉降最大,为-3.27mm,现场监测在地表距离隧道中心处沿X的沉降最大,为-3.69mm。模拟结果和现场监测数据地表沉降最大值沉降均在-3~-4mm范围内,变形趋势基本一致,其中最大误差为11.38%,符合规范允许的安全范围。因此,由上述结果说明建立的模型能较好的反映实际盾构工程地层位移情况。



> 图4 现场监测和模拟结果对比图

五、溶洞形态特征对围岩变形及地表沉降影响研究

对溶洞形态外的其他影响因素,填充状态选取的是无填充溶洞;溶洞位于隧道上方;孤立型溶洞与隧道的距离取4m,溶洞的直径取4m;串珠型取两个相同直径为4m的溶洞,第一个溶洞与

隧道的距离取4m，第二个溶洞距离第一个溶洞垂直方向上1m。基于此对溶洞形态选取孤立型，串珠型进行模拟研究。开挖后的围岩竖向方向位移云图如图5所示。可以发现，串珠型溶洞相较于孤立型溶洞对围岩竖向位移的影响更为显著。

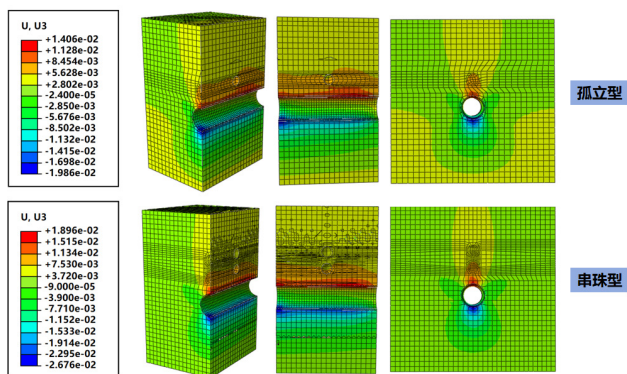


图5 不同溶洞形态隧道围岩竖向位移云图

盾构隧道开挖会破坏土体整体结构，地表会产生沉降，隧道拱顶会发生下沉，拱底产生底鼓等变形，为了进一步分析不同形态的溶洞对隧道变形的影响，监测点2和3处隧道围岩变形随盾构掘进的变化值如图6所示。由图可知，串珠型溶洞对隧道围岩变形的作用远大于孤立型，串珠型溶洞的存在，导致应力集中作用更加明显，其减小围岩的整体性及刚度的作用覆盖了顶部溶洞的屏蔽作用，因此会加剧围岩的收敛变形。监测点处，溶洞形态由孤立型变为串珠型时，拱顶沉降最大值由13.12mm增大到17.93mm，拱底隆起最大值由18.67mm增大到25.31mm。隧道围岩变形的最终变化值如图7所示，通过孤立型，串珠型不同形态的溶洞对竖向位移的变化幅度比较计算，可以发现串珠型溶洞相对于孤立型溶洞的拱顶沉降变形增大了36.61%，拱底隆起变形的变化量增大了35.56%。因此，通过隧道围岩竖向位移数据的变化分析，可以表明当溶洞在隧道上方时，孤立型的溶洞对竖向位移变形的减缓作用贡献更大。

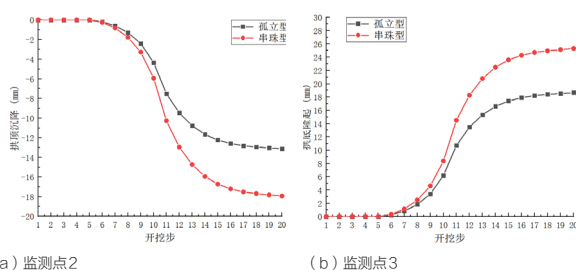


图6 不同溶洞形态隧道监测点竖向位移图

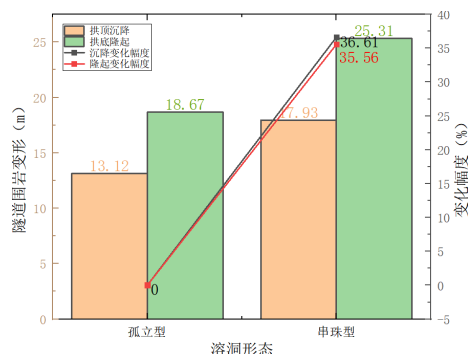


图7 不同溶洞形态隧道围岩监测点位移最终变化值

为分析溶洞不同形态对地表沉降的影响规律，研究汇总了监测路径1不同位置对地表沉降的影响，如图8所示，由图可知，地表沉降呈现典型的非线性槽型特征。溶洞为孤立型时，地表沉降最大值为-2.85mm；溶洞直径为串珠型时，地表沉降最大值为-3.74mm。通过串珠型，孤立型不同形态的溶洞竖向位移的变化幅度计算，可以发现串珠型溶洞相对于孤立型溶洞的地表沉降变形量减小了23.79%。当溶洞形态为串珠型时，地表沉降最为显著，溶洞为孤立型时，对地表沉降减缓作用贡献较大。

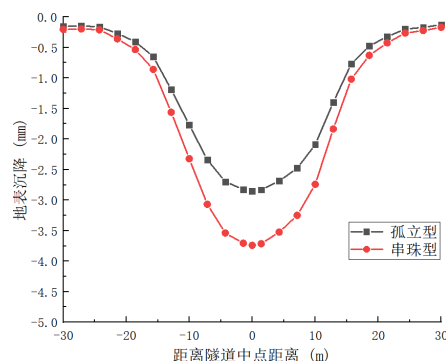


图8 监测路径1-不同形态溶洞对地表沉降影响

六、结语

文章依托于深惠城际铁路工程，利用 ABAQUS 建立溶洞隧道三维模型，探究溶洞对隧道围岩及地表沉降影响。

1. 基于 ABAQUS 的隧道三维模型的地表沉降数据和现场实测数据误差控制在 12% 以内，符合规范允许的安全范围。
2. 溶洞发育形态为串珠状时，相对于孤立型溶洞其地表沉降增大 23.79%，拱顶沉降增大了 15.96%，拱底隆起增大了 14.73%。对隧道围岩收敛及地表沉降变形量的作用效果，串珠型溶洞 > 孤立型溶洞。

参考文献

- [1] 钱七虎. 隧道工程建设地质预报及信息化技术的主要进展及发展方向 [J]. 隧道建设, 2017,37(03): 251-263.
- [2] WANG X, WANG S, PENG X, et al. Equivalent numerical simulation method and application in karst-induced collapse of overlying sandy stratum [J]. Engineering Failure Analysis, 2022,137: 106280.
- [3] 郭明, 吴杰, 周轮. 顶部隐伏溶洞对隧道围岩变形特征影响分析——以齐岳山高速公路隧道为例 [J]. 隧道建设 (中英文), 2023.
- [4] 史世雍, 梅世龙, 杨志刚. 隧道顶部溶洞对围岩稳定性的影响分析 [J]. 地下空间与工程学报, 2005(05): 698-702.
- [5] 莫阳春, 周晓军. 岩溶隧道施工围岩变形动态监测与仿真分析 [J]. 岩石力学与工程学报, 2008(S2): 3816-3821.
- [6] 李元海, 杨苏, 喻军, 等. 大型溶洞对隧道开挖稳定性的影响分析 [J]. 现代隧道技术, 2016,53(04): 52-60.
- [7] 李鸿博, 贾峰, 李靖, 等. 大连地铁5号线跨海隧道设计关键技术 [J]. 岩土力学, 2017,38(S1): 395-401.
- [8] 李术才, 潘东, 许振浩, 等. 承压型隐伏溶洞突水灾变演化过程模型试验 [J]. 岩土力学, 2018,39(09): 3164-3173.
- [9] WANG, GAO, LIU, et al. Analysis on the safe distance between shield tunnel through sand stratum and underlying karst cave [J]. Geosystem Engineering, 2019,22(2): 81-90.

煤层群穿层预抽钻孔分源计量效果技术研究及应用

余斌

四川芙蓉川南建设工程有限公司，四川 宜宾 644501

摘 要： 为了测定穿层钻孔多煤层瓦斯抽采各煤层瓦斯抽采比例及残余瓦斯含量，分别提出了相应的解决方法。根据钻孔抽采实际情况计算穿层钻孔多煤层瓦斯抽采各煤层瓦斯抽采比例；施工多组煤层的穿层孔对煤层群进行预抽，并分层计量考察及评价进行对比，判断计算瓦斯含量与通过实际结果相对比，得出最大相对误差仅为3.58%，能够满足工程实践的需要。

关 键 词： 瓦斯；多煤层瓦斯抽采；抽采分源计量；残余瓦斯含量

Research And Application Of Split-Source Metering Effect Technology For Coal Seam Group Through-Seam Pre-Pumping Borehole

Yu Bin

Sichuan Furong South Sichuan Construction Engineering Co., LTD, Sichuan, Yibin 644501

Abstract： In order to determine the gas extraction ratio and residual gas content of each coal seam for multi-seam gas extraction in penetration boreholes, the corresponding solutions are proposed respectively. According to the actual situation of drilling and extraction, we calculate the proportion of gas extraction for each coal seam of multi-seam gas extraction by penetration borehole; we construct the penetration borehole of multiple groups of coal seams to pre-sump the coal seam group, and compare the stratigraphic investigation and evaluation, and judge the calculated gas content and through the actual results, we come to the maximum relative error of only 2.03%, which can meet the needs of engineering practice.

Key words： gas; multi-seam gas extraction; extraction sub-source metering; residual gas content

一、前言

新场井可采煤层的总地质厚度为43m，含煤7-9层，煤层总厚度8.76m，可采和局部可采煤层四层，可采煤层总厚度7.68m，属于近距离煤层群开采。在新场井一盘区瓦斯治理主要采用底板穿层钻孔预抽2、3、7、8号煤层瓦斯，其次为顺层钻孔预抽煤层瓦斯，最后采用高位钻孔、采空区埋管抽放瓦斯。因穿层钻孔是直接穿透至2号煤层进行预抽可采煤层瓦斯，无法正确区分穿层钻孔使其抽采区段是否抽采达标。为验证穿层钻孔在抽放时各煤层的具体瓦斯含量及占比，故进行煤层群穿层预抽钻孔分源计量效果考察^[1]。

二、穿层钻孔分源计量考察

（一）考察方案

1. 考察地点概况

根据现有打钻作业地点及工作面接替的综合考虑，采用底板瓦斯抽采巷对2111-1工作面进行分源计量考察。为避免南翼瓦

斯抽采巷（二）及南翼回风联络巷穿层网格钻孔影响分源计量考察的真实性，故决定在南翼回风联络巷与南翼瓦斯抽采巷（四）岔口点施工钻孔；该位置距离8号煤层底板约40m，与穿层网格钻孔终孔位置距离19m，开口位置距离15m^[2]。

2. 瓦斯抽采巷设计

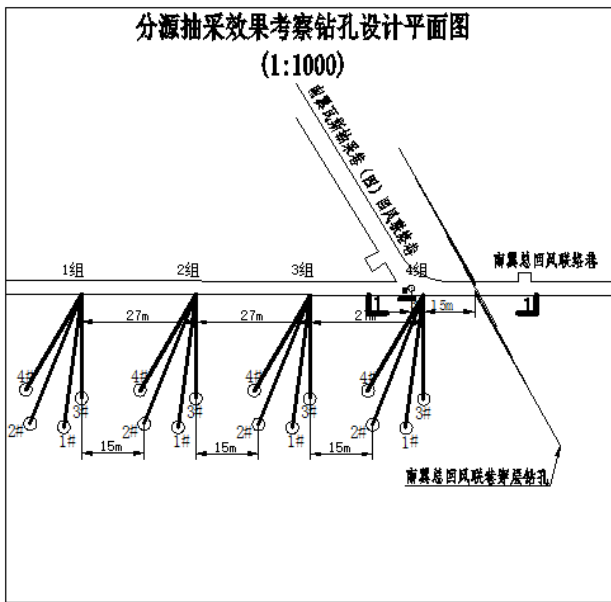
南翼回风联络巷巷道断面12.5m²，巷道高3.3m，宽3.8m，巷道坡度-4‰，采用锚网喷+锚索的支护方式^[3]。

3. 分源计量考察钻孔设计

在南翼回风联络巷分别施工2、3、7、8号煤层抽采考察孔，各组考察孔封至需考察煤位，对其单层煤单独抽采、计量，并进行分析，得出煤层群穿层孔中各层煤抽采量所占比例，再根据该区域抽采半径的抽采总量及各层煤抽采比例关系算出该块段预抽区域内2、3、7、8号煤层的各自抽采量，实现煤层群穿层钻孔分源计量，为该区域抽采半径消突评价提供依据^[4]。

分源抽采钻孔设计钻孔4组，每组4个钻孔，其中（1组在2号煤层终孔，2组在3号煤层终孔，3组在7号煤层终孔，4组在8号煤层终孔），采用ZYW-3200型煤矿用全液压式钻机一次性成型施工孔径95mm钻孔。

* 作者简介：姓名：余斌，性别：男，出生日期1998.02.10，籍贯（四川省广安市武胜县），学历：本科，职称：采矿助理工程师，民族：汉，从事的研究方向或工作领域



> 图2.1-2 分源抽采效果考察钻孔设计平面图

钻孔采取两堵一注封孔方式，封孔管径50mm使用2BL型高压电动注浆泵注浆，注入水：水泥=1：1.2的水泥浆进行封孔。注浆压力不低于1.5MPa，确保了封孔质量^[5]。封孔套管长度和封孔深度均至待考察煤层见煤点。其中每组4#孔作为检验钻孔，检验施工钻孔位置原始瓦斯含量，2#、4#作为抽采钻孔统计瓦斯抽采情况。

4. 底板抽采巷道瓦斯抽采系统设计

钻孔施工完成后采用单孔（DN50）管路连接至汇流器上面（汇流器为DN150，汇流器与干管并联所使用的管路为DN100），再连接至DN250管路上面。为考虑分源计量的真实性，采用煤气表对单孔进行计量^[6]。

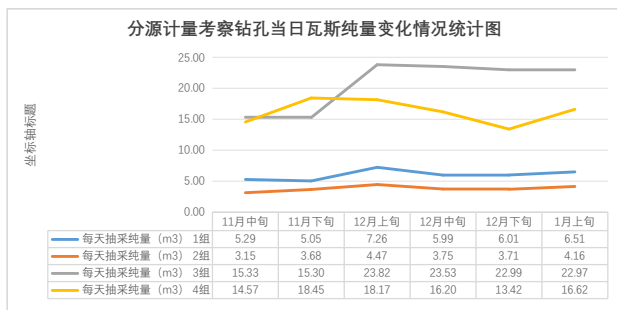
抽采管路系统：一盘区集中回风巷（DN800）→南翼回风联络巷（DN250）→钻场汇流器（DN100）→单孔（DN50）

（二）穿层预抽效果分析

1. 分源计量效果

（1）每日流量变化情况

分源抽采钻孔于11月15日开始计量，当日流量具体情况详见下图：



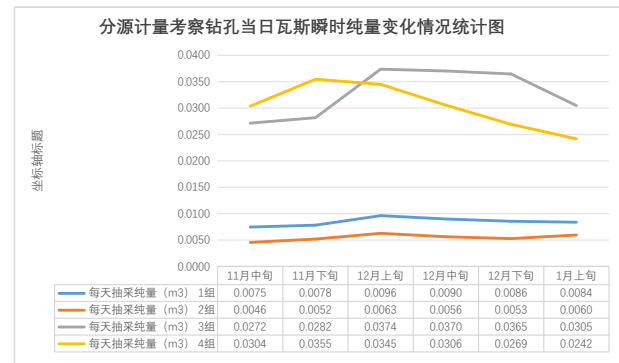
> 图2.2-2 分源计量考察钻孔当日瓦斯纯量变化情况统计图

从表中分析情况来看：在抽采初期3组钻孔每日抽采量基本等于4组钻孔，但是经过10天抽采后，3组钻孔抽采量大于4组钻孔并且3组钻孔抽采量在逐步增加，4组钻孔在逐步下降。1组、2组钻孔当日抽采量基本趋于稳定，但是随着抽采时间的增加，抽

采量在逐步下降^[7]。

（2）钻孔平均纯流量情况

从抽采数据分析得知：1组（2号煤层）抽采纯量在0.004–0.013m³/min，平均为：0.009m³/min；2组（3号煤层）抽采纯量在0.003–0.009m³/min，平均为：0.006m³/min；3组（7号煤层）抽采纯量在0.018–0.049m³/min，平均为：0.033m³/min；4组（8号煤层）抽采纯量在0.012–0.051m³/min，平均为：0.031m³/min。故2号煤层抽采瓦斯量占总量比例约为11.100%，3号煤层为7.110%，7号煤层为42.757%，8号煤层为39.033%^[8]。



> 图2.2-3 分源计量考察钻孔当日瓦斯瞬时纯量变化情况统计图

2. 抽采钻孔累计流量情况

抽采钻孔于11月15日开始计量，流量累计具体情况详见下表：

年份	日期	累计抽采纯量 (m³)			
		1组	2组	3组	4组
2022年	11月中旬	37.8	22.6	65.6	35.3
	11月下旬	72.2	41.5	118.6	67.9
	12月上旬	223.6	129.7	386.5	193.3
	12月中旬	316.3	186.2	554.7	264.6
	12月下旬	409.0	237.4	725.4	329.0
2023年	1月上旬	485.6	297.2	872.8	386.4

表2.2-3 抽采钻孔累计混合流量变化情况统计表

从表中分析情况来看：随着抽采时间的不断增加，抽采情况不断降低。

3. 抽采情况分析

根据《筠连川煤芙蓉新维煤业有限公司一盘区2#、3#抽采半径考察测定报告》，2#、3#有效抽采半径为1.5m，计算得出2号煤层原始瓦斯含量为164.3202m³，3号煤层原始瓦斯含量为148.4438m³；根据《筠连川煤芙蓉新维煤业有限公司一盘区7#、8#抽采半径考察测定报告》，7#、8#有效抽采半径为2.0m，计算得出7号煤层原始瓦斯含量为798.7392m³，8号煤层原始瓦斯含量为816.354m³。

按照2号煤层抽采瓦斯量占总量比例约为11.100%，3号煤层为7.110%，7号煤层为42.757%，8号煤层为39.033%，得出1组2号煤层的抽采累计量为53.9m³，钻孔预抽范围内的原始瓦斯储量为164.3202m³，预抽率为32.9%；2组3号煤层的抽采累计量为23.766m³，钻孔预抽范围内的原始瓦斯储量为148.4438m³，预抽率为16.01%；3组7号煤层的抽采累计量为456.2927m³，钻孔预

抽范围内的原始瓦斯储量为798.7392m³，预抽率为57.13%；4组8号煤层的抽采累计量为386.3813m³，钻孔预抽范围内的原始瓦斯储量为816.354m³，预抽率为47.33%^[10]。

煤层	煤层厚度 (m)	容重 (m)	原始瓦斯含量 (m ³ /t)	原始瓦斯储量 (m ³)	瓦斯抽采含量 (m ³)	计算残余瓦斯含量 (m ³ /t)
2号	1.1	1.72	5.79	164.3202	53.90002	3.8908
3号	1.3	1.75	4.35	148.4438	23.76589	3.6536
7号	1.6	1.75	11.32	798.7392	456.29274	4.8151
8号	2	1.55	10.45	816.354	386.38125	5.4607

表2-2-5 煤层瓦斯瓦斯含量表

4. 抽采效果检验

为检验钻孔预抽成果，特在钻孔抽采范围内施工4个检验钻孔，检验效果如下表：

考察煤层	预抽率	原始瓦斯含量 (m3/t)	计算残余瓦斯含量 (m3/t)	残余瓦斯含量 (m3/t)
2号	39.033%	5.79	3.8908	3.7512
3号	16.01%	4.35	3.6536	3.5274
7号	57.13%	11.32	4.8151	4.9755
8号	47.33%	10.45	5.4607	5.3651

表2-2-6 煤层瓦斯含量检验表

从表2-3知钻孔控制范围内的有突出危险性的煤层，经分源钻孔预抽后，消除了突出危险^[10]。

三、结论

a.通过单煤层抽采考察，将穿煤层群钻孔进行分源计量，探索出煤层群抽采计量另一种途径，避免了多组煤层预抽时无法判断各煤层抽采情况，减少了瓦斯治理工程量，缩短了瓦斯治理时间，同时也节约了瓦斯管道、计量设备等材料。

b.穿层钻孔进行多煤层瓦斯抽采时，残余瓦斯含量其理论计算结果与现场实测结果较为接近，最大相对误差仅为3.58%，能够满足工程实践的需要。

c.采用分源计量法对每层煤进行了评价，明确了工作面回采时卸压瓦斯涌出量来源的判断，并根据各煤层瓦斯治理情况对开采区段进行针对性治理，从而降低工作面的回风流瓦斯浓度，防止工作面瓦斯超限的风险。

d.对于煤层群穿层钻孔预抽，为防止断层裂隙带段钻孔垮塌，应全程下套管护孔，断层裂隙下花管，以达到抽采最大化。

参考文献：

[1] 高云. 煤层群开采工作面瓦斯综合治理技术研究 [J]. 山西冶金, 2023, 46(10):230-232.

[2] 周卫星, 任超. 煤层群条件穿层钻孔瓦斯抽采效果分源评判研究 [J]. 能源技术与管理, 2022, 47(03):129-132.

[3] 胡华, 汪圣伟, 李希建, 等. 多煤层穿层钻孔瓦斯抽采比例计算方法研究及应用 [J]. 煤矿现代化, 2022, 31(06):96-98+103.

[4] 周卫星, 任超. 煤层群条件穿层钻孔瓦斯抽采效果分源评判研究 [J]. 能源技术与管理, 2022, 47(03):129-132.

[5] 杨正凯, 程志恒, 刘彦青, 等. 突出煤层群多次采动对底板穿层钻孔瓦斯抽采的影响 [J]. 中国安全科学学报, 2020, 30(05):66-73.

[6] 赵建国. 低透煤层群穿层预抽及水力增透技术研究 [J]. 山西焦煤科技, 2021, 45(06):4-7+10.

[7] 黄鹤. 近距离突出煤层群首采面瓦斯综合治理技术应用 [J]. 中国煤炭, 2020, 46(04):42-46.

[8] 肖健, 陈学习, 单文选. 不同直径穿层预抽钻孔有效抽采半径研究 [J]. 华北科技学院学报, 2023, 20(05):55-59.

[9] 高明松, 徐旭昭. 丁集煤矿B组煤瓦斯综合治理方案探讨 [J]. 煤炭科技, 2019, 40(02):1-3.

[10] 姬宇杰. 采煤工作面瓦斯与粉尘防治技术研究 [J]. 当代化工研究, 2023(24):124-126.

公路路基路面施工质量的影响因素及控制措施

吴海燕

西藏交通勘察设计院有限公司, 西藏 拉萨 850000

摘要： 随着城市化的建设及发展，公路工程施工项目逐渐增多，加之民众的安全意识逐渐增强，所以公路工程施工质量的控制十分重要，尤其是针对于路基路面施工质量的控制，施工人员需要引起重视。此次论文先是对公路路基路面施工质量的控制意义进行了分析，随后又对其施工质量的影响因素展开了探讨，最后提出了几点路基路面施工质量控制策略，以期为相关人员提供参考。

关键词： 公路；路基路面；施工质量；影响因素；控制措施

Influencing Factors and Control Measures of Highway Subgrade Pavement Construction Quality

Wu Haiyan

Tibet Transportation Survey and Design Research Institute Co., Ltd, Tibet, Lasa 850000

Abstract： With the construction and development of urbanization, the number of highway engineering construction projects is gradually increasing, and the safety awareness of the public is gradually increasing, so the control of highway engineering construction quality is very important. Especially for the control of the quality of the roadbed pavement construction, the construction personnel need to pay attention to. The paper first analyzes the significance of the control of highway roadbed pavement construction quality, and then discusses the factors affecting its construction quality, and finally proposes several roadbed pavement construction quality control strategies, in order to provide reference for the relevant personnel.

Key words： highway; roadbed pavement; construction quality; influencing factors; control measures

公路工程施工属于基础性工程项目，施工工艺较为复杂，且具体施工具有一定的周期性，路基路面作为重要的施工工艺，其施工质量的控制十分重要，不仅影响着公路工程施工质量，还关系着公路通行的安全性。为此，施工企业需要重视公路路基路面施工，严格控制施工质量。实际施工中，影响公路路基路面施工质量的因素较多，施工人员需要进行全面了解，严格把控各工艺操作，重在提高公路路基路面施工质量。同时，施工人员需要加强质量管理，提高质控意识。

一、公路路基路面施工质量控制意义

（一）提升路面荷载

公路工程施工中，施工质量的检测是工程竣工后的最终考核标准，具体的施工质量检测包含诸多内容，例如公路路基路面施工质量的检测，如果公路路基路面施工存在质量问题，不仅不利于公路项目投入使用，还可能会为后期公路通车留下安全隐患^[1]。在公路施工中，因人车通行需要在路面上，所以公路路基路面施工质量的控制至关重要，其直接影响着人车通行的安全性，加强路基路面施工质量的控制，有助于路面荷载力的提升，同时还可以防止路基路面出现裂缝问题，以此保证人车通行的安全性。依据国家相关规定，公路工程等级不同，其路面承载力要求也会不同，但路基路面的施工质量直接影响着路面荷载力的提升，施工企业若想提高路面荷载力，便需要加强质量管理，确保路基路面承载力满足公路人车通行重量^[2]。

（二）延长公路寿命

公路工程作为人车通行的重要桥梁，其施工质量的把控直接影响着民众出行的安全性。在公路工程施工中，路基路面的施工是关键，其施工质量的控制有助于公路寿命的延长。作为公路工程施工的重要组成部分，路基路面的施工质量直接影响着公路工程施工整体质量，且关系着公路的使用周期^[3]。一方面，加强路基路面质量控制，可以防止出现裂缝病害，加之定期的养护与维修，可以有效延长公路使用寿命。另一方面，路面作为公路路基上直接承受车辆荷载的层状构造物，其施工质量关系着公路工程的使用周期，如果路面出现较为严重的裂缝或沉降等现象，势必会缩短公路使用寿命^[4]。为此，加强路基路面施工质量的控制，有助于提高路基路面承载力，有助于延长公路使用寿命。

（三）保证施工安全

众所周知，路基路面施工是公路工程施工的重要环节，其施工质量直接影响着公路工程施工的安全性，加强路基路面施工质

量的控制，有助于保证公路工程施工及后期竣工人车通行的安全性^[9]。公路施工期间，路基路面施工质量的控制受诸多因素的影响，例如施工材料以及施工工艺等，任何一个环节出现质量问题，都会影响施工的安全性，尤其是在施工的关键环节，施工人员需要加强质量管控，确保路基路面施工质量，以此既可以在施工过程中为施工人员的人身安全提供基础保障，又可以为工程竣工后的通车安全提供重要保障^[9]。

二、公路路基路面施工质量影响因素

（一）施工材料

随着公路施工行业的不断发展，路基路面的施工要求逐步提高，在施工质量控制方面，施工材料质量对于路基路面施工质量具有重要影响。施工材料作为路基路面施工质量的重要影响因素，材料种类的选择以及质量高低的检测等都会对公路工程的施工质量产生重要影响。如果施工企业选择使用劣质施工材料，可能会破坏路基路面结构性能，降低路基路面施工质量^[7]。常规情况下，路基路面的施工材料属于混合物，其原材料质量的控制以及配合比的设计直接影响着路基路面施工质量，施工人员需要加强材料质量管控，科学配置施工材料，例如沥青混凝土材料，保证材料质量检测合格，避免因施工材料的质量问题而影响公路工程整体施工质量，造成不必要的经济损失^[8]。

（二）施工工艺

公路路基路面的施工工艺较为专业，施工人员需要具有专业基础知识以及施工技术，如果路基路面施工工艺存在质量问题，势必会影响公路路基整体施工质量。众所周知，公路的路面施工工艺较为繁琐，且施工技术的难度系数较大，施工期间各施工流程以及工艺操作等均需要加强管理，避免因施工工艺问题而影响公路路基路面结构状态以及路用性能等^[9]。以路基填筑施工工艺为例，分层填充厚度的控制十分重要，如果分层厚度超过正常标准，则会对后期路基的碾压施工产生不良影响，导致路基碾压施工出现压实度不合格的问题，降低路基路面施工质量。再比如路面摊铺施工中，如果路基施工的平整度不符合质检要求，可能会导致路面出现搓板现象^[10]。

（三）水体侵蚀

公路工程施工中会涉及排水施工，其主要与水体侵蚀问题有关，水体侵蚀作为影响公路工程路基路面施工质量的重要影响因素，施工人员需要引起重视，避免因水体侵蚀现象而影响路基路面施工质量^[11]。公路工程施工中，防水及排水施工同等重要，尤其是在路基路面施工方面，施工人员需要具备防水及排水意识，注重防水及排水系统的设计与施工，尽可能确保路基土壤及路面结构长期处于干燥状态，以此提升路基路面施工的稳定性，防止路基路面遭受水体侵蚀。另外，如果出现水体侵蚀现象，久而久之可能会导致路基出现滑坡或变形等问题，削弱路面碎石与沥青混凝土材料之间的粘结强度，降低路面承载力，加之车辆的长久通行，可能会导致路面沥青材料出现剥落或松散等现象^[12]。

三、公路路基路面施工质量控制策略

（一）控制施工材料质量

针对于施工材料质量的控制，可以从以下几方面入手：其一，材料选择。针对于路基填料的选择，施工人员需要优选高强度、透水以及具有良好稳定性的材料，例如卵石、碎石以及粗砂等，禁止选择力学性能较差的材料，例如亚砂土。针对于路面材料的选择，施工人员可以优选 SBS 聚合物改性沥青，在材料拌合过程中，可以适当掺入石灰岩矿粉，以此改善混合料状态，保证混合料质量^[13]。其二，配合比设计。依据公路路基路面施工要求合理设计混合料配比，随后取少量材料作为样品进行马歇尔实验，以此判断材料性能是否符合路基路面施工要求。依据相关规定，配制的混合料需要具有低温抗裂性。其三，状态调整。如果是沥青混合料，配比搅拌后需要检测出料温度，摊铺及碾压前也需要进行温度检测，如果温度不达标需要进行调整^[14]。其四，预处理。无论是沥青混合料还是路基填料等都需要进行预处理，检测含水率，同时还需要在拌合前进行预热。

（二）规范公路施工工艺

因公路路基路面施工较为专业，所以施工人员需要规范施工工艺，以此控制施工质量。针对于基底的处理，施工人员需要清理地表植被、杂质以及石块等，同时还需要注重施工区域软弱土壤的处理，保证基底处理质量。针对于路基填筑碾压施工，常用的方法为分层填筑法，如果土质路基填筑厚度小于 0.3m，填筑施工结束后应立刻进行碾压施工，保证碾压实度符合公路路基路面施工质量控制要求^[15]。如果路基填筑高度小于 0.8m，施工人员需要先进行翻松处理，随后压实整平。针对于路面的摊铺施工，施工前期施工人员需要检查路基的平整度，检测混合料温度，随后借助摊铺机匀速摊铺，摊铺期间禁止变更摊铺方向，又或者是调整摊铺速度等。摊铺结束后，施工人员需要检测摊铺厚度，保证摊铺厚度均匀^[16]。针对于路面的养护施工，施工材料不同，其养护要求也会不同。路面养生结束后应进行一段时间的交通管制，禁止重型车辆通行，适当控制车辆行驶速度。

（三）保证排水施工质量

公路施工对于施工环境具有一定要求，施工现场需要保证环境干燥。为防止公路工程路基路面施工出现水体侵蚀现象，施工人员需要保证排水施工质量。排水施工期间，施工人员可以在施工区域边界处开挖排水沟以及截水沟等，也可以借助原有坡度进行排水施工^[17]。与此同时，施工人员还可以在挖填方路段内部设置排水系统，铺设横、纵排水管，以便于能够将公路路面渗下水排入边坡，防止出现水体侵蚀现象。此外，如果地下水位超标，施工人员可以利用明沟加集水井降水技术进行降水施工。地下水位监测期间，如果水位超高，施工人员可以利用真空吸水泵抽排地下水。路基路面施工期间，施工人员需要保证路基底部始终处于无水、干燥状态，尽可能为路基路面施工营造良好施工环境^[18]。

（四）合理处理路基软基

为了严格控制路基路面施工质量，施工前期施工人员需要对施工区域组织岩土进行勘察，实时了解施工区域地形地貌以及水

文特征等，详细了解施工区域软基信息，知晓软弱土层性质、软土层分布情况以及厚度等，以便于增加对施工区域地质结构的了解^[19]。随后依据调查结果，施工人员需要合理选择软基处理方法，确保地基承载性能与结构强度满足公路路基路面施工要求，以此为后期公路路基路面施工质量的控制打好基础。如果施工区域分布饱和性粉土层，且地基含水率较高，施工人员可以选用真空预压技术进行路基软基的处理，优先在软弱土层内部开挖槽体，并将碎石铺设至槽底底部，以此作为砂垫层，随后需要铺设排水管道以及安装真空泵等，借此将土层内部多余水量排除，便于软弱土层沉降固结^[20]。

结束语：

公路工程是城市化建设的重要组成部分，其施工具有促进城市区域发展、加强各区域联系以及为民众出行提供便利的作用。路基路面是公路工程施工的重要环节，其施工质量直接影响着公路工程整体施工质量，施工企业需要重视质量管理，控制施工材料质量、规范公路施工工艺，并在合理处理路基软基的基础上保证排水施工质量，以此有效提升路面荷载、延长公路使用寿命以及保证施工安全等，从而有助于提高公路工程建设经济效益以及社会效益等。

参考文献：

[1]王晓龙. 低等级农村公路路基路面施工质量控制研究 [J]. 交通科技与管理, 2024, 5 (05): 114–116.

[2]姚玉楠. 公路路基路面施工质量的影响因素及控制措施 [J]. 工程技术研究, 2024, 9 (01): 131–133. DOI:10.19537/j.cnki.2096–2789.2024.01.042.

[3]王常青. 公路路基路面施工技术和质量控制对策分析 [J]. 冶金管理, 2023, (17): 72–73.

[4]杨柳. 公路桥梁路基路面施工质量控制研究 [J]. 运输经理世界, 2023, (22): 97–99.

[5]王新红. 公路路基路面施工管理中常见问题及解决措施 [J]. 运输经理世界, 2023, (15): 23–25.

[6]任志强. 高速公路路基路面施工质量的影响因素及措施 [J]. 工程建设与设计, 2023, (09): 190–192. DOI:10.13616/j.cnki.gcjsysj.2023.05.052.

[7]沈伟. 公路路基路面施工技术和质量控制对策探究 [J]. 工程建设与设计, 2023, (04): 118–120. DOI:10.13616/j.cnki.gcjsysj.2023.02.238.

[8]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, (06): 10–12.

[9]李天亮. 公路路基路面施工质量控制 [J]. 交通建设与管理, 2023, (01): 64–66.

[10]隋佳毅. 公路路基路面施工质量影响因素及防范 [J]. 大众标准化, 2022, (20): 36–38.

[11]贾云. 公路桥梁路基路面施工质量控制分析 [J]. 运输经理世界, 2022, (18): 81–83.

[12]张玮. 公路路面施工过程中的质量影响因素及控制措施研究 [J]. 交通世界, 2021, (33): 119–120. DOI:10.16248/j.cnki.11–3723/u.2021.33.054.

[13]李海超. 高速公路路基路面施工质量的影响因素及应对措施 [J]. 交通世界, 2021, (27): 149–150. DOI:10.16248/j.cnki.11–3723/u.2021.27.071.

[14]杨俊杰. 公路桥梁路基路面施工质量控制 [J]. 运输经理世界, 2021, (24): 23–25.

[15]王奎柱. 公路路基路面施工质量控制要点研究 [J]. 居舍, 2021, (20): 135–136+140.

[16]林莉丽, 解斌. 公路路基路面施工技术及管理措施 [J]. 工程技术研究, 2021, 6 (08): 156–158. DOI:10.19537/j.cnki.2096–2789.2021.08.069.

[17]韩继军. 公路路基路面施工管理中常见问题及解决措施分析 [J]. 绿色环保建材, 2020, (10): 89–90. DOI:10.16767/j.cnki.10–1213/tu.2020.10.044.

[18]吴柯夫. 公路路基路面施工质量控制 [J]. 中华建设, 2020, (08): 110–111.

[19]王健. 公路路面施工质量的影响因素及控制措施 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2020, (14): 34. DOI:10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202014025.

[20]覃明. 高速公路路基路面施工质量控制措施 [J]. 公路交通科技 (应用技术版), 2020, 16 (01): 93–95.

浅谈综合管廊施工技术在市政道路拓宽工程中的应用

张亿才

广东南悦建筑工程有限公司，广东 梅州 514400

摘要： 本文探讨了综合管廊施工技术在市政道路拓宽工程中的应用，分析了其优势、挑战以及关键施工技术。文章以广州市某地下综合管廊工程为例，展示了该技术在复杂地质条件下的成功应用，并提出了优化策略，包括技术创新、管理协调机制建立和质量安全保障，以提升综合管廊施工技术在市政道路拓宽工程中的应用水平。

关键词： 综合管廊；市政道路拓宽；施工技术；案例分析；优化策略

The Application of Comprehensive Pipe Corridor Construction Technology in Municipal Road Widening Project

Zhang Yicai

Guangdong Nanyue Construction Engineering Co., Ltd, Guangdong, Meizhou 514400

Abstract： This paper discusses the application of comprehensive pipeline corridor construction technology in municipal road widening projects, and analyzes its advantages, challenges, and key construction technologies. Taking an underground comprehensive pipeline corridor project in Guangzhou as an example, the article demonstrates the successful application of the technology under complex geological conditions and puts forward optimization strategies, including technological innovation, the establishment of management coordination mechanism and quality and safety guarantee, in order to enhance the application level of comprehensive pipeline corridor construction technology in municipal road widening projects.

Key words： integrated pipe corridor; municipal road widening; construction technology; case study; optimization strategy

引言

随着城市化步伐的加快，市政道路拓宽成为提高交通能力和缓解拥堵的关键。但传统方法常遭遇管线迁移、施工周期长和对交通的干扰。为此，综合管廊施工技术，即将多种管线集成于一个管廊内，实现统一规划、集中管理和智能化监控的技术，被引入市政道路拓宽工程中。这种技术已在国际上广泛使用并取得了显著成效。我国也逐渐认识到其重要性，将其作为城市基础设施建设的核心部分，以期解决传统施工中的遇到各种难题，并为城市的可持续发展提供必要的技术支持。

一、综合管廊概述

（一）综合管廊的定义和特点

1. 定义

市政综合管廊是高度集成电力管线、通信管线、给排水管道、雨污水管道、燃气等地下管线于一体的公共地下空间管道，可降低给排水管道铺设、通信、电力、燃气等管线故障检修等的实施成本，推进了地下管线的集成化、集约化管理。^[1]它通过统一规划、设计、施工和管理，为各种管线提供了一个共同的保护和敷设空间。

2. 主要特点

(1) 空间集成：综合管廊将原本分散埋设的各类管线集中在一起，有效利用地下空间，减少土地占用，提高地下空间的利用率。

(2) 安全可靠：管廊内的管线得到良好的保护，减少了外界因素

如腐蚀、机械损伤等的侵害，提高了市政管线的安全性和可靠性。

(3) 维护方便：综合管廊的设计考虑到了长期的运营和维护，提供了便捷的检修通道和设备安装空间。

(4) 灵活性与扩展性：随着城市的发展和管线的更新换代，综合管廊可以方便地进行调整和扩展，适应未来需求。

（二）综合管廊的优势和挑战

1. 优势

综合管廊通过集中地下布置，节约空间，增加土地资源，提高建设和运营效率，降低成本，美化城市环境，减少地面安全隐患，增强公共安全，对城市可持续发展至关重要。^[2]

2. 挑战

综合管廊建设成本高，包括土建、安装和维护费用，施工复杂，需多工种技术协调。管理多种管线需有效协调机制和法律法规支持。

二、市政道路拓宽工程的背景

随着城市化进程的加速，交通需求的增长以及城市的扩容，市政道路系统承受着日益增大的压力。为了缓解交通拥堵，提升道路通行能力，提高城市运行效率，市政道路拓宽工程成为许多城市基础设施升级的关键部分。^[3]这一工程不仅有助于改善交通顺畅、便捷性，增加车道数量，提高道路容量，减少交通拥堵，而且对于促进经济发展，提升城市形象，增强城市吸引力，以及保障公共安全都具有重要意义。

通过道路拓宽，可以吸引更多商业活动和投资，推动区域经济发展，同时宽敞、整洁的市政道路也有助于提升城市形象，增强城市吸引力。此外，道路拓宽还能减少交通事故的发生，提高交通的安全性。

三、综合管廊施工技术在市政道路拓宽工程中的应用

（一）综合管廊施工技术选择

在市政道路拓宽工程中实施综合管廊施工时，必须根据工程特点选择合适的技术。这涉及选择开挖方式，如明挖、暗挖或盾构法，同时考虑地下条件、环境因素、成本和时间表。施工安全与结构稳定性依赖于适当的支护技术，如SMW工法桩和钢板桩。此外，综合管廊的防水设计至关重要，需要选用有效的防水材料和系统，同时根据工程规模和条件选用恰当的施工机械，以提升效率和安全性。

（二）综合管廊施工方案设计

综合管廊施工方案的设计对于确保工程顺利进行至关重要，施工方案的合理性直接影响到施工进度和效率。^[4]在方案中，施工顺序的合理安排是关键，例如先进行管廊主体结构的施工，然后进行管线安装和装修工程。

根据地质条件和工程设计要求，选择合适的施工方法也是施工方案设计的重要内容。例如，在软土地基或复杂地质条件下，可能需要采用分段施工或跳仓施工的方法，以确保施工的安全和质量。此外，针对不同的施工环境和技术要求，施工方案还应包括相应的施工工艺和施工技术，以确保施工过程的顺利进行。

另外，施工期间的安全措施也是施工方案设计的重要内容。为了确保施工人员的安全，施工方案应包括通风、照明、安全监控等措施，以及应急预案和事故处理机制。这些安全措施可以有效地降低施工过程中的安全风险，保障施工人员的人身安全。^[5]

因此，制定严格的质量控制计划是施工方案设计的核心内容之一。^[6]质量控制计划应包括材料检验、施工过程监督、验收标准等，以确保工程质量符合设计和规范要求。通过制定严格的质量控制计划，可以有效地控制施工过程中的质量风险，提高工程的质量水平。

（三）综合管廊施工过程中的关键点

1.施工前的准备工作：包括现场勘察、施工图纸审查、施工方案论证等环节，以确保施工的准确性和可行性。这些环节都非常重要，因为它们可以帮助施工团队更好地了解项目的实际情况，提前发现和解决问题，确保施工过程顺利进行。

2.施工中的协调与管理：由于综合管廊施工涉及多个专业和工种，如管道、电力、通讯等，因此需要建立有效的协调和管理机制，确保各专业间的施工衔接。这包括明确各专业职责、制定详细的施工计划和时间表、定期召开协调会议等，以确保施工过程高效、有序地进行。

3.施工安全监控：在施工过程中，需要实时监控施工安全，包括对施工现场进行全面的安全检查，对施工人员进行安全培训，以及使用安全监测设备等，以便及时发现和处理潜在的安全隐患，保障施工现场的人员和设施安全。

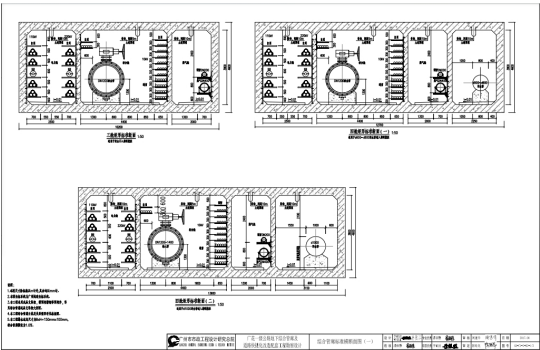
4.环境保护措施：在施工过程中，为了保护环境，需要采取一系列有效措施，如噪音控制、粉尘控制和废水处理等。通过使用降噪设备、洒水车和防尘网等工具，可以减少噪音和粉尘对周围环境和居民的影响。同时，对施工弃水进行处理，确保其达到排放标准，以减少对水资源的污染。这些措施有助于降低施工对环境的负面影响，实现绿色施工。

5.质量控制与验收：在施工过程中，应严格把控质量，确保每道工序符合设计和规范要求。这包括对施工材料进行严格的质量检查，对施工过程进行监督和检验，以及对施工人员进行技能培训和质量意识教育。^[7]在工程完成后，还需要进行详细的验收工作，对工程质量进行全面的评估和审查，确保工程达到预期的质量和标准。

四、案例分析

（一）案例背景

广州市某地下综合管廊工程，坐落于广州市白云区与花都区。广花一级公路位于广州市北部白云区、花都区，快捷化改造范围南起白云区G106，北止花都区雅瑶中路，全长约18.3km。广花一级公路地下综合管廊设在道路东侧，南起白云区夏花一路，北至花都区雅瑶中路。拟建设综合管廊长度约15.8km。综合管廊主要采用矩形三舱断面（电力舱+燃气舱+综合舱），截面尺寸 $B \times H=10.2 \times 4.6\text{m}$ ；污水进入综合管采用矩形四舱断面（电力舱+燃气舱+综合舱+污水舱），截面尺寸为 $B \times H=13.6 \times 4.6\text{m}$ 及 $B \times H=12.7 \times 4.6\text{m}$ ；过流溪河段采用直径6.0m圆形断面；顶管段位于平沙立交处，管道截面尺寸 $B \times H=7.7 \times 4.5\text{m}$ 。该项目总投资额为70多亿元人民币。管廊内部集成了给水、电力、通信、燃气、雨污水等多种管线。此外，管廊还配备了先进的计算机网络、自控、视频监控和火灾报警系统，具备远程监控、智能监测（包括温控及有害气体监测）、自动排水、智能通风和消防等多项功能。



该项目的综合管廊的建设过程充满挑战。原始场地遍布原市政道路、自然沟渠、鱼塘和香蕉地，在综合管廊的建设过程中，大部分区域的地质条件极为复杂，深达12~15米，场地地下水类型主要有上层滞水、孔隙承压水、基岩裂隙承压水和碳酸盐岩类裂隙溶洞水，对施工构成了巨大的挑战。这种地质条件使得地下工程建设变得极为困难。

然而，项目部凭借自主研发的复杂地貌条件下市政道路及综合管廊建造成套技术，成功解决了这一系列技术难题，确保了工程的高效、安全和顺利完成。

（二）综合管廊施工技术在案例中的应用

为了解决这些技术难题，项目部发挥自主创新的能力，研发了一套专门针对复杂地貌条件的市政道路及综合管廊建造成套技术。这套技术包括了多个方面的创新：

- 1.地质勘察与分析：在工程前期，进行了详尽的地质勘察和分析，以准确掌握地质条件，为后续施工提供科学依据。
- 2.施工方法创新：针对高含水率淤泥流沙等特殊地质条件，采用了一系列创新的施工方法，如深层搅拌桩、旋喷桩等，以增强地基的承载能力和稳定性。
- 3.排水与疏浚技术：在施工过程中，针对高含水率的地质条件，开发了有效的排水和疏浚技术，以降低地下水位，改善施工环境。
- 4.信息化管理：在施工过程中，运用了先进的信息化管理系统，实现对施工过程的实时监控和管理，提高了施工效率和安全性。
- 5.环境保护与可持续发展：在施工过程中，注重环境保护和可持续发展，采取了有效的措施减少对周围环境的影响，如噪音控制、粉尘控制、废水处理等。

（三）结果和讨论

广州某地下综合管廊工程是广州市地下综合管廊建设的里程碑，对于推动城市基础设施的现代化和可持续健康和高质量发展具有重要意义。

五、综合管廊施工技术在市政道路拓宽工程中的优化策略

（一）技术创新与改进

为了提升综合管廊施工技术在市政道路拓宽工程中的应用效率和质量，技术创新与改进显得尤为关键。^[8]通过采用先进的施工技术和设备，如数字化测绘技术、自动化施工设备和智能监控系统，可以显著提高施工的精度和效率。

同时，开发和应用新型材料和工艺，如高性能混凝土、预应力技术和模块化施工，有助于增强管廊的结构性能和耐久性。^[9]此外，推广绿色施工技术，如节能照明、环保型施工机械和废弃物资源化利用，有助于减少施工对环境的影响。同时，利用信息技术，远程监控和通信技术，可以强化施工过程中的动态信息管理和协同工作，进一步提高施工的质量和效率。通过这些技术创新和改进策略，可以有效地提升综合管廊施工技术在市政道路拓宽

工程中的应用水平。^[10]

（二）管理与协调机制的建立

在复杂的市政道路拓宽工程中，为确保综合管廊施工的顺利进行，建立有效的管理与协调机制至关重要。为此，应成立专门的项目管理团队，负责整个工程的管理和协调，确保各参建方的顺利沟通和协作。同时，制定详细的施工计划和进度安排，以保证施工各阶段的有序进行。

除此之外，需建立风险管理和应急响应机制，以应对施工过程中可能出现的各种风险和挑战。同时，加强施工现场的安全管理，制定严格的安全规章制度，确保施工人员的安全。

（三）质量控制与安全保障

在市政道路拓宽工程中应用综合管廊施工技术时，质量控制与安全保障是至关重要的。为此，必须制定严格的质量控制计划和质量检查标准，以确保施工过程中的每个环节都符合质量要求。

还应定期进行质量检查和评估，及时发现和解决质量问题。同时，加强施工人员的技术培训和素质提升，确保他们具备足够的技能和知识来完成任务。并采取有效的安全保障措施，如施工现场的安全防护、施工机械的定期维护和检查等，以防止事故的发生。通过这些措施，可以确保综合管廊施工技术在市政道路拓宽工程中的应用达到预期的效果，同时保证施工的安全、质量和效率。

结束语

综合管廊作为一种高效、安全的市政基础设施建设方式，在市政道路拓宽工程中的应用越来越广泛。通过技术创新、管理优化和严格的质量控制，可以有效提升综合管廊施工效率和质量，推动城市基础设施的现代化和高质量可持续发展。未来，随着科技的不断进步和城市建设的不断发展，综合管廊施工技术将更加完善，为建设更加宜居、高效、安全的城市贡献新质力量。

参考文献

- [1]李百利. 谈市政综合管廊工程施工常见问题及解决措施[J]. 智能建筑与智慧城市, 2023,(08):21-23.DOI:10.13655/j.cnki.ibci.2023.08.004.
- [2]崔鸿鹏. 复杂环境条件下城市综合管廊浅埋暗挖施工技术应用研究[J]. 居业, 2023,(04):7-9.
- [3]郭猛. 市政地下综合管廊结构工程防水施工技术分析[J]. 工程技术研究, 2022,7(14):86-88.DOI:10.19537/j.cnki.2096-2789.2022.14.027.
- [4]陈维. 城市地下综合管廊施工风险评价研究[D]. 广西大学, 2022.DOI:10.27034/d.cnki.ggxu.2022.001293.
- [5]康明斌. 浅析厦门某市政道路综合管廊工程基坑回填施工工艺[J]. 绿色环保建材, 2021,(09):85-86.DOI:10.16767/j.cnki.10-1213/tu.2021.09.042.
- [6]甘齐强. 综合管廊入廊管下穿既有管线顶管施工分析及应用[J]. 四川建材, 2021,47(03):132-133+137.
- [7]黄磊. 山地城市地下综合管廊沉降特性与计算方法研究[D]. 重庆大学, 2021. DOI:10.27670/d.cnki.gcqdu.2021.003820.
- [8]石国雄. 市政道路综合管廊工程基坑回填施工技术[J]. 运输经理世界, 2020,(17):39-40.
- [9]周惠娟. 北京大兴国际机场道路及综合管廊项目施工关键技术. 北京市, 中建一局集团建设发展有限公司, 2020-12-01.
- [10]周明怡. 城市地下综合管廊多方案造价对比及影响因素[D]. 长安大学, 2020. DOI:10.26976/d.cnki.gchau.2020.000229.

市政工程项目合同管理与纠纷解决策略

唐铁心

武汉市花木有限公司, 湖北 武汉 430000

摘要： 随着当前阶段城市发展和市政工程施工的日新月异，对于市政工程施工的合同管理提出了新的概念并对市政工程施工合同的管理方法提出了新的要求，现阶段的市政工程施工的合同管理过程中由于种种原因还存在许许多多的问题需要去研究解决，本文根据市政工程施工合同管理中存在的问题提出了一些具有针对性的建议。

关键词： 市政工程；合同管理；纠纷解决；策略；建设施工

Contract Management and Dispute Resolution Strategies for Municipal Engineering Projects

Tang Tiexin

Wuhan Flower and Wood Co., Ltd, Hubei, Wuhan 430000

Abstract： With the rapid development of urban development and municipal engineering construction at the current stage, new concepts have been put forward for the contract management of municipal engineering facilities construction and new requirements have been put forward for the management methods of municipal engineering construction contracts. At present, there are still many problems in the contract management process of municipal engineering construction due to various reasons that need to be studied and solved. This paper puts forward some targeted recommendations according to the problems of municipal engineering construction contract management.

Key words： municipal engineering; contract management; dispute resolution; strategy; construction construction

引言

市政工程施工合同是一种旨在保障工程项目顺利实施及维护发包人权益的重要协议。在合同中，双方明确了各自在项目管理中的权利与义务，以及在工程建设过程中必须承担的责任。合同双方共同肩负着工程经营的责任，并严格履行合同的相关义务，以确保市政工程能够安全、高效地完成。通过这种紧密合作，旨在为城市基础设施的完善与发展贡献力量。

一、施工合同的概念及其作用

（一）施工合同管理的概念

市政工程施工合同管理是工程项目管理的关键环节，它涵盖了工程管理的多个关键领域，并与各个管理内容紧密相连。^[1]作为一种特殊的保障合同，市政工程施工合同包含了详尽的条款和明确的保障内容，要求承包方和发包方严格遵守合同规定，以确保工程项目的顺利完成。双方应当遵循合同条款，清晰界定各自的责任和义务，共同推动工程的进展。发包方需根据合同内容对工程造价进行预估，这样做旨在最大限度地减少建设过程中的资源浪费，确保资源的合理分配和有效利用。通过这种前瞻性的规划，双方能够更好地协调工作，确保工程按照既定目标和预算高效推进。

（二）合同管理的作用

合同签订必须建立在公平、平等的基础上，恪守诚实守信的原则，并且是双方自愿达成的共识。这样的合同确保了在执行合同项目时，双方能够自觉地遵守各项条款，维护合同的严肃性和权威性。^[2]此外，合同双方在工程建设过程中应相互监督，确保对方严格遵守合同条款，以实现双方公平地承担责任和履行义务。这种相互监督机制有助于维护合同的完整性，促进双方的诚信合作，确保工程项目的顺利进行和圆满完成。

二、市政工程项目合同分类及特点

建设工程合同，亦称为建设工程承包合同，是指承包方承担工程建设任务，向发包方支付相应价款的合同类型。^[3]

（一）建设工程勘察合同

建设工程勘察合同是发包方（通常是建设单位或相关单位）付费，以聘请具有资质的承包方（勘察单位）执行工程前期的勘察任务的正式协议。该合同在确保工程质量和促进项目按计划推进方面扮演着核心角色，因为它确保了项目团队对工地状况有充分的认识和评价。

为了满足勘察作业的高标准和专业性要求，承包方在进行相关业务时，必须已经获得国家或省级管理机构颁发的正式认证，并持有《勘察许可证》。此外，承包方也必须具备法人资格，以保证其合法合规地开展业务，以确保其能够在法律框架内承担相应的责任与义务。这些资质和许可的获取，是保障勘察工作质量和安全的重要前提。勘察合同的订立严格遵循国家基本建设程序的法律法规。其签订流程始于建设单位或相关机构提出的委托意向，确保整个过程符合国家规定的程序和标准。在建设单位与勘察单位进行深入沟通并达成共识后，双方才正式签署合同。任何未能遵守国家建设程序规定的勘察合同都将被认定为无效，以此确保勘察活动的合法性和规范性。

（二）建设工程设计合同

建设工程的设计合同是发包方（通常为建设单位或相关单位）付费，以委托具有资质的承包方（建设工程设计单位）进行工程设计的正式法律文件。工程设计在工程建设全过程中扮演着至关重要的角色，它是确保建设工程质量的关键因素。

签署合同的前提是，必须有上级部门核批的项目设计任务书。即使是规模较小的工程，也必须获取上级机关的正式批准文件。若发包方仅施工图设计进行委托，那么经相关部门审查并批准的设计文件便成为签订合同的首要条件。

（三）建设工程的施工合同

建设工程的合同是建设单位（发包方）与施工单位（承包方）之间为合作实施具体施工项目而订立的正式法律文件，该文件详尽界定了双方的权利与责任。依合同规定，承包方肩负着按照建设单位的具体要求执行施工任务的职责，而建设单位则负责提供施工所需的基本条件，并履行支付合同规定的工程款项的义务。

在建设项目的过程中，建设工程施工合同扮演着至关重要的角色，它是确保工程品质、施工效率和成本管理的根本法律文件。在这份合同的框架下，发包方和承包方作为具有同等法律地位的民事主体，共同肩负着维护合同完整性和执行力的责任。

（四）建设工程监理合同

建设工程监理合同，全称为建设工程委托监理合同，亦称为监理合同，是建设单位与监理单位之间所签订的协议，据此监理单位获得授权，代表建设单位对工程项目的各个阶段实施综合性的监督与控制，同时合同中详尽规定了双方的权责。不同于工程建设过程中的其他合同类型，例如勘察设计合同、施工承包合同、物资采购合同等，这些合同的目的往往在于产生新的物质或信息成果，而监理合同的标的在于提供专业的监督和管理服务。监理单位通过派遣监理工程师，依据相关标准，运用他们的专业知识、经验和技能，对建设工程施工合同的执行过程进行组织、监督和管理。

三、市政工程施工项目合同管理存在的问题

（一）招标不规范，埋下了隐患

随着市政工程建设规范化改革，合同双方在解决矛盾时越来越依赖于合同中的具体条款。在招标的过程中，由于工程项目数量相对有限而承包商众多，在某些情况下，承包商可能会面临一些不公正甚至过于严苛的要求。这类要求可能会给承包商带来额外的经济负担，从而迫使他们在竞标过程中不得不接受低于市场水平的价格，以获取工程项目。这种做法会对承包商的运营造成不利的影响，也会对工程项目的质量和进度产生长期的负面影响。为了争取到施工资格，这些承包商不得不接受这些条件。一些不诚实的竞标者可能会串通一气，恶意压低投标价格，这种行为扰乱了市政工程建设市场的正常秩序。结果是，那些具有优秀质量标准的竞标团队由于无法接受这些不合理的低价而被迫退出竞争，这不仅影响了建设工程的施工质量，还为项目带来了其他因素，并妨碍了施工合同管理的执行。

（二）合同条文不完善，难以对双方进行有效约束

在某些市政工程项目中，由于招标过程未能遵循程序，施工合同的条款缺乏法律支持，导致合同在施工过程中难以达到预期的效果。在合同签订过程中，一些承包方和发包方并未遵守具体的合同规范，而是基于各自的利益进行私下协商，并达成了非正式协议。这种做法会削弱合同的约束力，增加合同的不确定性，从而对工程项目的顺利进行造成不利影响。这类合同由于缺乏坚实的法律基础，在实际操作中极易因双方利益冲突而难以执行。这可能导致工程项目无法按照既定的质量和时间要求完成，甚至可能引发项目延期或建设质量不符合标准等严重后果。

（三）施工单位对合同不遵守

在市政工程项目中，合同的管理方主要包括业主方（甲方）、总包单位以及施工单位等。由于施工单位通常直接参与项目的频率最高，因此在合同执行过程中，施工单位不遵守合同条款的情况往往较为显著。^[4]在当前市场竞争激烈的大环境下，为了在竞标过程中脱颖而出并获得市政工程施工的机会，施工单位有时会向甲方提出超出其自身实际能力范围的承诺。在实际施工阶段，这些单位时常发现自己难以履行先前的承诺，这会导致工程质量或进度未能达到既定目标，进而出现施工单位未能严格遵循合同约定的情况。

（四）施工人员对合同内容理解不全面

在市政工程投标阶段，负责商务洽谈的人员与实际执行施工任务的人员往往属于不同的部门。这种组织架构可能造成施工参与者对合同条款的理解不够深入和全面，因此在施工过程中可能会出现对合同条款的误解或执行不力的情况。^[5]然而，由于市政工程的投标与实际施工之间可能存在较长的间隔，施工单位在获得施工资质后，其施工部门可能需要一段时间才能完全投入到工程的具体实施中。^[6]

（五）施工投入的人力物力不足

随着市政工程建设项目的资金投入持续增长，受历史因素影响，国内众多施工企业面临组织架构庞杂和办公效率低下的问

题。这些企业正处于转型期的煎熬中，对技术革新和专业技术人才的培育未能给予充分的关注。这种状况导致了在实际施工时，可用的人力与物力资源受到限制，资源的匮乏反过来又制约了企业的进一步发展，形成了一个不利于企业成长的恶性循环。

（六）参与单位对合同不严肃对待

在建设过程中，施工单位转包工程的现象相对较为常见。尤其是在工程分包层次较多的情况下，规范和质量控制的要求往往难以被彻底传达和执行，这导致工程质量和技术标准的控制力度被削弱。^[7]随着层数增加，施工单位对合同内容的尊重和遵守程度逐渐降低。在某些情况下，甚至因为工程问题而出现分包方采取向承包商行贿的不适当行为，或者在施工过程中为了简化流程而使用不合格的材料。这些行为严重损害了市政工程的整体质量，直接导致参与施工的单位对工程合同规定的忽视，从而影响了工程的安全性和可靠性。

（七）合同甲乙双方缺乏相互考察

在项目启动的早期阶段，由于急迫的时间压力和庞大的工作负担，经常忽视了对参与项目的各方企业进行彻底的审查，这包括对它们的资质、人员配置，以及资金状况的全方位评估。这种早期的疏漏在项目后续执行中可能显现出来，导致某一方无法完全按照合同条款履行其责任，特别是在工程项目的实施中涉及的人力、财务、设备以及物资供应等方面。这样的不履约问题可能会阻碍工程的顺利推进，最终造成项目延期，并对所有相关方带来不必要的经济损失。

四、市政工程施工项目合同管理解决方案

（一）对市政工程项目合同进行动态管理

1. 重视现场签证的法律效力。在市政工程建设项目施工合同执行过程中，必须严格遵循现场签证的规范和法律依据。^[8]当合同变更的需求出现时，必须确保签证的法律效力，并采取合法且有效的手段来进行变更和补充。在施工图纸的修订和增补工作中，应当根据签证的具体规定来进行相应的调整和优化。同时，在采购和使用建筑材料时，也应当严格遵守签证的条款，以确保图纸细节的准确性和完整性。

2. 在签订了详尽且具有法律约束力的施工合同之后，承包方

和发包方应当根据施工现场的实际情况，在工程遇到障碍时迅速采取停工措施。这样的做法能够最大限度地降低由于外界因素引起的合同双方的经济损失，并维护双方的经济利益。

（二）对于参与投标的要保证严肃性与合格性

为了加强市政工程的合同管理，招标投标阶段必须对参与投标文件进行严格审查，确保施工文件的真实性和严肃性。^[9]通过全面考虑各种因素，对施工单位的施工资格进行严格的审核。这样的做法能够在招投标阶段有效地预防和管理可能出现的工程合同问题。

（三）对合同执行情况严格进行监督

在施工阶段，甲方必须对施工单位履行合同的情况进行全方位且有效地监控。甲方应仔细审查合同条款，并确保它们被严格遵循和实施。总包方应当指定专人负责监督施工方案的合同执行情况，并建立健全长期的监督机制。从施工前的准备阶段直至工程验收，都必须严格按照合同条款进行严谨的审查。一旦发现任何违规情况或问题，应立即通知总包方和施工方，并促使施工方指派专人负责必要的整改措施。这样的做法将确保施工方严格遵循合同条款，进而提升施工合同的管理效率并确保工程质量。

（四）加大施工管理

为确保施工质量与安全，总包方必须对施工过程进行严格监督，从材料到技术应用，再到质量控制和安全管理，确保每一步都符合合同要求。施工前，甲方应详细审查施工方的工程案例，以评估其能力并识别潜在风险，为合同管理和施工进度打下坚实基础。这样的做法有助于甲方更有效地控制质量与进度，预防纠纷，确保项目顺利推进。^[10]

结束语

在市政工程建设中，合同管理对工程进展和质量至关重要。因此，需深入分析施工阶段的合同问题，并采取有效措施确保合同得到全面执行。同时，增强投标文件的保密性和严谨性，严格监控合同执行情况，以及加强对施工方的管理，对保障工程质量至关重要。这些措施有助于实现项目合同管理目标，确保工程顺利进行和高质量完成。

参考文献

[1] 吕子超. 高铁 A 站广场市政项目合同管理风险防范研究 [D]. 西北农林科技大学, 2021.DOI:10.27409/d.cnki.gxbnu.2021.001631.
[2] 张立萍. 浅谈市政工程施工合同管理存在的难点及改进 [J]. 居业, 2019,(36):171.
[3] 赵暖. 医院经济合同履约管理内部控制研究 [J]. 中国集体经济, 2020(8):84-86
[4] 晏晶. 浅谈市政建设工程项目合同管理 [J]. 现代物业 (中旬刊), 2018,(10):145.DOI:10.16141/j.cnki.1671-8089.2018.10.132.
[5] 富兴, 申琪玉. 提高索赔与合同管理效率的应用研究 [J]. 建筑技术开发, 2018,45(06):76-77.
[6] 杜胜利. 浅谈市政工程项目经营管理工作中的成本控制 [J]. 中小企业管理与科技 (下旬刊), 2015,(12):156-157.
[7] 禹璐. 市政项目成本管理的特点影响因素及管理对策 [J]. 现代企业, 2024,(04):39-41.
[8] 丁阔. 市政工程项目经营管理工作中的成本控制初探 [J]. 黑龙江交通科技, 2020,43(02):179-180.DOI:10.16402/j.cnki.issn1008-3383.2020.02.087.
[9] 黄登科. PPP 模式下 H 市政工程总承包方风险管理研究 [D]. 郑州大学, 2018.
[10] 彭辉. 浅谈市政建设工程项目合同管理 [J]. 居业, 2018,(08):157+159.

浅析理化实验室内部质量控制方法

李丹

湖北省团风县公共检验检测中心，湖北 黄冈 438800

摘 要： 实验室内部质量控制就是在实验室内进行实验的过程中，对其内部质量进行控制的一系列过程与方法。对内部质量控制的目的便是为实验最终出具质检结果提供保障，因此，想要使质检结果准确、可靠，就必须提高对理化实验室内部质量控制的重视程度。本文通过对理化实验室内部控制的常见方法进行分析，探讨其中存在的问题并提出有针对性的解决方法，以供广大实验人员参考。

关 键 词： 理化实验室；内部质量控制；检测方法

Analysis of Internal Quality Control Methods in Physical and Chemical Laboratory

Li Dan

Public Inspection and Testing Center of Tuanfeng County, Hubei, Huanggang 438800

Abstract： Laboratory internal quality control is to carry out experiments in the laboratory in the process of its internal quality control of a series of processes and methods. The purpose of internal quality control is to provide a guarantee for the final quality control results of the experiment. Therefore, in order to make the quality inspection results accurate and reliable, we must increase the attention to the internal quality control of physical and chemical laboratories. This paper analyzes the common methods of internal control in physical and chemical laboratories, discusses the problems and proposes targeted solutions for the reference of the majority of laboratory personnel.

Key words： physical and chemical laboratory; internal quality control; detection methods

想要提高理化实验室内部质量控制水平，就应该从多方面入手，根据理化实验室实际情况，有针对性的建立内部质量控制体系。内部质量控制体系包含多个步骤，从选择样品开始，对样品的质量进行严格控制，从样品性质出发，选择合适的产品检测方法，进行科学的数据检测，量值溯源，定期开展比对试验，提高检测人员的专业技术水平。让理化实验室的内部质量控制更加规范有序，让细节控制落到实处，为内部控制质量得到保障。

一、理化实验室内部质量控制的常见方法

（一）质量控制图方法

质量控制图又可以称为管制图，是一种对过程质量特性进行测定、记录与评估，以便检察检测实验过程是否处在可控状态的检测图。在内部质量控制的过程中，质量控制图是非常重要的一项技术，它可以对控制过程进行监控，使实验人员能够及时发现过程中出现的问题，对其进行有效分析与处理。在实验室内部质量控制中，应用统计学方法进行控制是十分必要的。在内部质量控制体系的建设中，应用质量控制图技术是必不可少的一环，它可以不间断的对整个过程进行监控，并对相关数据进行统计与处理，以此来为质量检测的精确性提供可靠的数据支撑^[1-2]。

（二）使用标准物质进行质量控制

标准物质，顾名思义就是指一些经过相关认证的、具有代表性的标准物质。这些标准物质往往具有可追溯性，且具有特定值。标准物质具有较高的稳定性、均匀性以及精确性，因此在实

验室内部质量控制中发挥着重要的作用。它被常用于项目研发、技术检验、人员培训、关键检测等项目。将标准物质作为衡量样品指标的依据，来考验实验人员的专业水平。若检测结果与标准物质进行对比，若数据误差在一定范围之内则表示检测能力良好，反之则较差，需要对检测过程进一步规范。

（三）通过人员比对进行质量控制

通过对实验室人员的对比来进行质量控制的具体方法便是将实验人员作为变量，在检测样品、检测方式、仪器设备都相同的情况下，通过将不同检测人员的不同检测结果进行比对，来分析实验人员的检测水平，以及检测结果中可能出现的误差问题。在除检测人员之外的其他因素都相同的情况下，对因检测人员不同而造成的检测结果差异进行分析，对误差出现的操作内容进行深入探讨，以此来验证检测的科学性与准确性。此种质量控制方式适用于检测人员较多的实验室内，通过多人的检测来验证检测结果的权威性与一致性。在开展人员对比实验时，实验室内干扰因素较多，因此应保证检测人员之间的操作具有独立性，避免对检

测结果产生干扰。在检测结束后，对检测结果的精密程度进行判断，也能够反映出检测人员的专业水平。针对其操作中存在的不足之处加以纠正，对其进行针对性培训，以此来提高其检测能力，以此来减少检测过程中因人员操作失误而造成的误差^[3]。

（四）通过设备的比对来进行质量控制

设备比对的原理与人员比对是相似的，通过控制变量法，在相同的监测环境、相同的检测人员以及相同的检测方式下，通过不同检测设备来进行比对检测，将变量控制在设备的差异之间。最后通过对检测结果的不同进行分析，探讨不同的检测设备对检测结果造成的影响，以及影响因素的具体表现。该种质量控制方式主要适用于检测设备种类繁多的实验室内，能够对不同检测设备的具体性能进行测试，使得检测结果具有可溯源性，进一步提高检测结果的精密程度。

实验室内部的比对实验是进行实验室内部质量控制的重要手段，也是提高检验人员水平、提升检测精度、解决检测问题的重要方法，因此在实验室内部应定期进行比对实验，采用合理、高效的方式对实验结果进行分析，以此来提高检测结果的可靠性与精确性，提高实验室的检测质量，使检测结果更具权威性^[4-5]。

（五）通过空白实验进行质量控制

空白实验是指用不含被测物质的样品（例如水）与实际样品进行同样的检测操作的一种质量控制方法。将二者的结果进行对比，对空白值进行分析，检验其大小与离散程度对测量结果的影响。影响空白实验的因素有许多，例如：实验用水、设备的清洁程度、实验室内交叉感染情况、试剂的纯度等等。

在进行空白实验时应注意以下几点：第一，应采用质量控制图对检测结果进行分析与比较；第二，应对空白测试的数值进行控制，保证其在标准区间之内，若数值差异较大，便应对原因进行分析，进行二次测试；第三，注意空白样品的时间，以十小时为标准。若空白样品时间少于10小时，需要准备一个以上空白样品，若大于10小时便只需准备一个；第四，空白样品与实际样品的检测数据差异应小于百分之五十^[6]。

（六）通过对平行样的检测来进行质量控制

平行样检测一般用于实验测量数据较多的情况。将一定数量的检测数据进行抽取，作为平行样，对这些平行样的数据进行检测，对平行样的误差范围进行界定，若平行样的误差检测范围未处于标准误差范围之间，则应重新选取平行样，重新对其进行检测。可以在原有平行样的基础上添加样本，直到使其检测结果达到误差标准之内，使检测结果更具有可靠性。该方法可以在样本数据复杂且繁多的情况下使用，可以使检测效率大幅度提升^[7]。

（七）通过标准曲线进行内部质量控制

标准曲线在实验室内也属于使用频率较多的内部质量控制方法。通过标准曲线实现对检测物质浓度与含量的关系检测，在实验室中，标准曲线的原理是通过对标准样品的界定，通过待测样品的体积与浓度的变化来绘制曲线，以此来反应样品的浓度质量。值得注意的是，在使用标准曲线法进行测量时，应让曲线保持在一定区间内，才能准确的反映出样品体积与浓度间的定量关系^[8]。

（八）通过留样再检的方式进行内部质量控制

留样再检的方式是在检测结束以后保留样品，对样品进行二次检测的过程。在对保留样品进行二次检测后查看其结果，若是误差控制在标准范围之内，便可以对检测结果进行记录，确保检测结果的准确性与可靠性，若检测结果差异较大，便可以将两次检测进行对比，分析误差产生的原因以及对检测结果造成影响的因素，对结果进行总结，提高对误差的控制能力。

（九）采用加标回收的方法进行精确度测试

想要检验测试的准确程度以及精确程度，可以采用加标回收的方式进行测试。在一般情况下，测试人员会选择样品的五分之一来进行加标回收测试。在进行加标回收测试后，对结果进行分析，用质量检测图判断其是否在规范范围之内。在进行加标回收测试时，应注意以下几点：第一，在进行加标检测时，应保证样品与加标品的物质含量是相近的，尽量保持相同，物质含量对检测结果会造成一定程度的影响；第二，控制加标量，将加标量控制在标准范围下的低浓度之内；第三，加标品的检测结果数值应保持在样品检测结果数值的百分之九十以下；第四，对于加标检测，加标品的量应在样品含量的三倍以下；第五，应对浓度进行严格控制，以校准曲线的中间为准，当样品浓度超过曲线中间时，加标品的浓度与样品浓度应保持1:2的比例。

二、实验室内部质量控制具体步骤

（一）样品的选择与质量检测

在理化检测具体开展之前，应对样品的质量进行严格控制。样品质量对检测结果具有较大的影响，若样品质量不达标，那么会导致检测结果出现严重误差，影响检测结果的准确性。因此，在选择样品时，应对样品进行全面检查，包括对样品外观、性质、特点等一系列特性进行分析，确定是否满足检测要求，若满足检测要求即可开始检测，不满足检测要求应将样品退回。

（二）按要求公布取样标准

为对样品取样的方式以及取样质量提供保障，理化实验室应按照国家要求公布样品的取样标准，以此来确保送检单位能够按规定对样品进行取样操作。关于样品的保存方式、取样过程中需特别注意的事项等都应进行详细说明，并及时进行公布。在明确公布取样标准之后，才能向检测机构申请进行样品检测，确保样品的各项条件满足检测需求，使样品检测能够顺利进行。

（三）检测方式的分类与选择

依据样品的性质来选择正确的检测方式是检测能够顺利进行的重要保障。检测方式的种类较多，实验室内常见的有主要成分标准方法、非标准方法以及允许偏离的标准方法。在进行检测方式选择时，应当依据样品的检测要求以及相关性质来有针对性的进行决策。此外，在进行选择时，也应与检测机构相关负责人员进行协商，确保检测方式的可行性，避免因检测方式不当出现问题。在最终决定检测方式时，应保证符合相关国家标准以及行业标准，且能够满足样品检测的需要，降低样品检测的难度，提高其准确性，使检测方法能够在样品检测过程中发挥的作用高效

化、最大化^[9]。

（四）允许偏离标准方法的控制

允许偏离标准方法适用于一些特殊检测情况。值得注意的是，采用允许偏离的检测方法应有文件规定，经过技术判定，且征得客户同意后方可进行。此外，偏离的方案应能够与正常方案达到一样的结果，否则偏离方案的结果无意义。在进行偏离方法检测时，检测人员应对相关数据进行详细记录并对允许偏离进行标注，若发现偏离方案失控或是存在异常时，相关负责人应采取措​​施加以纠正，对允许偏离方案进行及时调整。

（五）量值溯源

1. 标准物质的可溯源性

量值溯源是实验室内部质量检测的重要指标之一。标准物质在质量检测中发挥着重要的对照作用，样品的检测数据应与标准物质数据进行比对，以此来判断样品是否符合标准以及检查人员的实际水平。因此，标准物质必须具有可溯源性，其数据应符合标准，检测人员经过对其特性进行反复检测、总结与记录，且具有认定证书，代表其在质量与标准性上具有代表价值。因此，应对标准物质的可溯源性进行认定，对其来源进行追溯。

2. 仪器设备的可溯源性

在理化实验室中，仪器设备是进行检测的重要工具，其精密程度对检测的结果有些重要影响。若仪器设备出现问题，那么检测结果可能出现误差。因此，为保证仪器设备的可靠性，使其能够满足检测需求，应对仪器设备的来源厂商进行溯源，明确仪器设备的质量、材料等多方信息，以及定期检查的记录等内容，为仪器设备在实验室中的应用效果提供相应保障，将因仪器设备出现问题所带来的影响造成最小。与此同时，对仪器设备应进行定期检查，确保其在检测期间内能够保持正常运行，保障检测的准确性与有效性，避免在检测期间内因设备问题造成的检测结果异常^[10]。

三、对检测结果进行质量评估

（一）检测结果的准确度评估

数据检测结果的质量评估是对检测结果的检验，是实验室内部质量控制的重要环节。其准确度检测是质量评估的一项标准，保障其数据的有效性以及准确性，其结果应具有可溯源性，确保其结果能够通过反复检测而不出现误差。为理化实验室检测结果的权威性提供保障。

（二）检测结果的精密度评估

对检测结果进行精密度评估同样是质量检测的重要环节。检测结果的精密程度主要代表检测设备的精度以及检测方式的选择是否合理，检测结果精密程度越高，则代表设备的精密度越高，检测方式的选择越合理。若检测结果的精密度达到检测标准，则可以代表检测结果的有效性以及检测人员的检测水平。

（三）检测结果的线性变化

检测结果的线性变化反映了检测过程中的一系列情况，若检测过程中出现误差，则会反映在线性变化过程中，以便检测人员

对检测方案及时进行调整。线性变化情况也能对检测结果的有效性与准确性提供数据支持，若线性变化过程无异常，符合正常检测规律，则代表检测结果的有效性。

（四）对检测限和定量限的评估

在实验室内进行数据检测的过程中，检测限和定量限都是对检测灵敏度的反应，检测限主要用于定性检测，而定量限主要用于定量检测。通过对检测限和定量限的分析，能够反应检测方法的合理性以及检测仪器的精密程度，对检测限与定量限的评估也能够反应检测结果的精密性，为提高检测整体质量提供依据。

（五）对检测结果的特异性进行评估

在实验室数据检测的过程中，若检测结果出现异常，则应在检测结束后对数据的特异性进行评估，通过对异常数据的分析，结合实验过程中的线性变化情况，能够找出数据出现异常的原因，探讨干扰检测过程的影响因素。为检测结果的准确性提供依据。通过对检测结果的特异性进行分析，也能找出相应问题，从而有针对性的提出解决办法，使其在复核的过程中能够满足目标，满足数据检测的要求^[11]。

结束语：

随着科技水平的不断发展，我国实验室的检测设备越来越先进，检测水平也在随之而不断提高。然而，检测水平提高的同时也带来一系列的质量问题。应确保在检测水平提高的同时保障检测质量，因此，应通过多种方式来提高实验室的内部质量控制水平，使检测结果符合相关标准，保障实验室检测结果的准确性与权威性，在提高经济效益的同时提高检测的精确程度。通过本文列举的一系列质量检测方法以及对其进行的分析，并在实验室内将其进行合理应用，可以提高实验室内部质量控制水平。

参考文献：

- [1] 汤群. 浅析理化实验室内部质量控制方法 [J]. 化工管理, 2019(6): 141-142.
- [2] 潘江贵, 牛贵洋. 浅析理化实验室内部质量控制方法 [J]. 科技创新与应用, 2013(19): 71-71.
- [3] 沈金丽. 浅析理化实验室内部质量控制方法 [J]. 商品与质量 (建筑与发展), 2014(7): 79-79.
- [4] 陈建锋. 理化检测实验室内部质量控制方法剖析 [J]. 商品与质量, 2021(29): 177.
- [5] 马金辉. 理化检测实验室内部质量控制方法略谈 [J]. 商品与质量, 2019(43): 190.
- [6] 曹粒粒. 理化检测实验室内部质量控制方法略谈 [J]. 现代企业, 2020(1): 32-33.
- [7] 梁旭霞, 朱炳辉, 罗建波. 理化实验室的内部质量控制 [J]. 华南预防医学, 2008, 34(4): 70-72.
- [8] 李云芳, 张自红. 关于理化实验室的内部质量控制方法的探讨 [J]. 经济技术协作信息, 2015, 0(12): 12.
- [9] 韩亚丽. 理化检测实验室内部质量控制方法探讨 [J]. 化工管理, 2018(27): 210-211.
- [10] 韩亚丽. 理化检测实验室内部质量控制方法探讨 [J]. 化工管理, 2018(26): 242-243.
- [11] 韩亚丽. 理化检测实验室内部质量控制方法探讨 [J]. 化工管理, 2018(25): 44-45.

武汉江夏纸坊老城区合流制溢流污染控制研究

周森, 周睿

中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430000

摘要： 随着武汉对于生态环境的愈发重视，江夏纸坊城区初雨溢流污染治理势在必行。本次在纸坊老城区新建初雨调蓄池，控制溢流次数为10次、区域代表年降雨的条件下，确定初雨调蓄池规模，并利用水环境容量计算方法，校核入河污染物总量，最终达到控制溢流污染的目标。

关键词： 溢流污染；初雨调蓄池；水环境容量

Study On Confluence System Overflow Pollution Control In The Old City Of Jiangxia Zhifang, Wuhan

Zhou Sen, Zhou Rui

China Municipal Engineering Zhongnan Design and Research Institute Co., LTD. Hubei, Wuhan 430000

Abstract： With more and more attention paid to the ecological environment in Wuhan, it is imperative to control the pollution caused by the overflow of the early rain in the urban area of Jiangxia Zhifang. Under the condition that the number of spills is controlled 10 times and the regional representative annual rainfall is controlled, the scale of the initial rainwater storage pond is determined, and the total amount of pollutants entering the river is checked by the calculation method of water environmental capacity, so as to achieve the goal of controlling the overflow pollution.

Key words： overflow pollution; initial rainwater storage tank; water environment capacity

引言

目前国内城市排水管网系统分为合流制管网系统和分流制管网系统。其中合流制管网系统收集生活污水、工业废水以及地面产汇流的雨水，最终输送至污水处理厂。但是随着我国城市化的迅速发展，雨天城市合流制排水管网系统溢流污染问题愈发严重，以武汉江夏区纸坊城区为例，纸坊城区是老城区合流制管网系统，小中雨时，地表径流汇入排水管网，管网负荷超过污水处理厂的设计能力，雨、污水最终直排进入纸坊港，造成纸坊港内各项水质指标低于劣V类水质标准，为黑臭水体。

由于老城区雨污分流改造工程量较大、工程工期较长，短期无法解决合流制溢流污染的问题；同时在实际运行合流制排水系统过程中，允许有部分合流制雨、污水排放至河流中，但如何在合流制排水系统中，控制溢流次数以及溢流总量成为当下研究的重点。

本文结合当下热门研究一水环境容量^[1]和城市内涝^[2]的理念，在不影响城市内涝的情景下，利用末端初雨调蓄等措施控制溢流次数及溢流总量，以及河流自净能力，最终达到控制合流制溢流污染的目的。

一、研究背景

（一）城市地理位置

武汉市江夏区地处长江南岸，素有武汉市南大门之称。北与武汉市洪山区接壤，西与蔡甸区和汉南区隔长江相望，南与咸宁市交界，东与鄂州市相邻。全区总面积2009km²，总人口达100万。纸坊城区是江夏区政治、经济、文化的中心，是区委区政府的所在地，规划面积为30km²。

（二）排水现状

纸坊城区位于江夏区北部，整个主城区西面临八分山、东面临花山、南面临青龙山、北面临汤逊湖，呈现三面环山，一面临湖的地势格局。为转输雨季山区急淌而下的雨水，江夏区特修建多条

渠港，其中金鞭港转输八分山的雨水，鲁港和宁港转输青龙山的雨水，幸福港转输花山至幸福水库的雨水，向阳港转输大桥湖片区雨水，而纸坊港是纸坊城区唯一的排涝出口，也是整个纸坊城区唯一的溢流口，故可认为纸坊港的污染主要来自于末端溢流的点源污染，因此这为研究控制溢流总量提供较佳的原始条件^[3]。

（三）城区内涝及水污染现状

老城区地面高程一般在28~35m之间。新城区为19~25m之间从郑店向东西延伸，纸坊地区属亚热带湿润季风气候，春夏之间，暴雨频繁强度较大，多年平均降雨量1265mm，最大小时暴雨量70mm。自然地面由西南向东北方向倾斜，地表水、生活污水、工业污水经三条自然港（即东港、中港、西港）排入汤逊湖。城区三条自然港总长5885m，排水方式仍然采用合流制。三

* 作者简介：周森，男，1992.08，湖北省鄂州市鄂城区，硕士研究生，工程师，汉，从事市政给排水工程设计

条港窄小弯道多淤塞严重,每遇暴雨,如纤维瓦厂、纸坊商场、良种场一带低洼处渍水成灾,加之生活及工业污水、自流排放,粪便未经处理直接排入纸坊港,严重影响城区市容市貌,对汤逊湖水体造成极大的威胁^[4]。

二、研究方法

国内外溢流污染控制目标包括溢流量、溢流次数削减、溢流污染物总量削减、对某重现期降雨事件的控制,或“合流制污染负荷等同于分流制”等,归根到底都是让受纳水体水质达到或提升至某一目标。

大量工程实践证明,在排水管网末端设置初雨调蓄池,能够有效控制初雨溢流总量,减小溢流次数,降低初雨径流污染^[5]。这一工程措施已被广泛应用在城市合流制排水系统中,以武汉为例,南湖、黄孝河等处已修建初雨调蓄池,故本项目在末端设置调蓄池。在不影响城市内涝的情况下,通过控制溢流次数及溢流总量,迫使入河水污染负荷低于湖泊的水环境容量,最终达到控制溢流污染的目标^[6]。

(一) 末端溢流次数控制

末端溢流污染(CSO)控制目标的制定有以下几个特点:

不同部门制定的目标可能不同,如美国EPA和DEQ的要求不同;不同层面制定的目标可能不同,如国家标准、地方标准及具体项目的要求可能不同;不同阶段制定的目标可能不同,如东京CSO控制有明确的近期、中期和远期目标;可能是并列的几条目标,如美国、日本的控制目标都是并列的、不同角度的几条。

美国部分地区和城市CSO控制规划目标与阶段性溢流污染控制效果如下表所示:

武汉市黄孝河、机场河水环境治理中,控制年溢流次数不超过10次为目标,新建项目溢流总量控制率为70%,改造项目溢流总量控制率为60%。

武汉市南湖水环境治理项目中,控制年溢流次数不超过10次,控制溢流率可达到84%。

综上,本次设置溢流次数为10次,在不影响城市内涝的情景下,通过模型确定调蓄池规模,并验算校核入河水污染负荷。

(二) 水环境容量计算

随着城市水污染不断增多,以往控制污染排放浓度的管理模型已经无法满足现有的需求,需要严格控制排放总量,使其不超过自净能力^[7]。而水环境容量是指水体在特定的水质目标下所能容纳的污染物的总量,目前其已作为“一河一策”中重要考核指标。故本项目《全国水环境容量核定技术指南》中的“一维水质与水环境容量计算模型”计算纸坊港水环境容量。

计算公式如下:

式中:

—水质目标浓度值, mg/L;

—初始断面污染物浓度, mg/L;

—污染物综合衰减系数, 1/s;

L —沿河段的总向距离, km;

u —设计流量下河道断面的平均流速, m/s;

—设计河道流量, m^3/s 。

根据纳污能力计算方法及水质目标要求(V类),计算纸坊港水环境容量,计算成果详见下表。由表可知,COD水环境容量为198.01t/a, NH_3-N 水环境容量为9.90t/a, TN水环境容量为13.51t/a, TP水环境容量为1.98t/a。

表1 纸坊港各指标水环境容量表

名称	COD	NH_3-N	TN	TP
水环境容量	198.01	9.90	13.51	1.98

(三) 区域代表年降雨选取

一个特定的地区,末端管网溢流污水总量直接取决于降雨总量以及雨型峰值系数,因此需要选取合适的年降雨时间序列。从长系列降雨数据分析,降雨具有一定的规律,如年降雨总量、雨峰系数等。因此,通过分析历年实测分钟级降雨资料,选出符合当地降雨实际情况,可反映区域的降雨特性的真实降雨过程,即选取降雨代表年^[8]。

代表年从2008-2018年中选取。选取的原则参考几方面因素:每一年60分钟、120分钟与1440分钟降雨的降雨量、降雨场次、降雨形态分布,以及每一年降雨场次、降雨总量和雨日统计。根据以上因素加权综合挑选出武汉市的降雨代表年^[9]。

(1) 三种雨型根据雨峰位置不同统计降雨场次

统计分析三种雨型的雨峰位置分布,得出各种雨型总数,对三种雨型总场次按场次由多到少进行排序,得到各年份排序表^[10]。

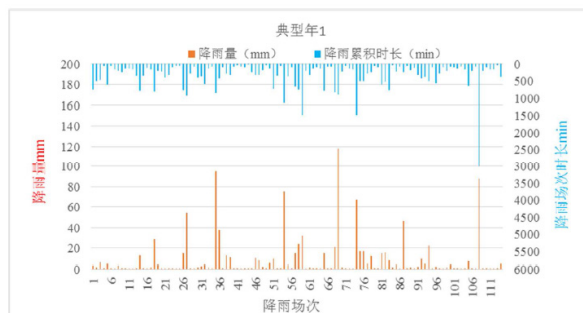
(2) 降雨总场次统计

统计各年份1440min间隔的降雨场次总数,计算每年场次总数与多年平均值的差值,对其进行排序,得到各年份排序表。

(3) 降雨总量及降雨天数统计

对于每年降雨数据,筛选出日降雨量大于2mm的降雨,统计该年年降雨总量和年降雨日数,求每年平均降雨总量和平均降雨日数与多年的差距,并进行排序。

(4) 综上,对上述结果进行权重分析发现,2012年年均降雨量约为1160.25mm,近似于多年平均降雨量,故可作为代表年。其中代表年2012年的降雨场次与时长图见下图。



> 图1 代表年降雨场次特征图

(四) 模型介绍

本次采用的是丹麦DHI公司的Mike Urban软件完成纸坊城区水力模型的搭建。该综合排水模拟模块主要包含降雨径流模块、管流模块等,其管流模块是基于—维圣维南方程组模拟,模型设置管道断面对流量不影响,借此提高模型的运算精度。

三、结果分析

（一）确定调蓄池规模及临界溢流降雨量

输入区域代表年实测的每一场降雨，以控制当年溢流次数在10次左右为目标，确定调蓄池规模为6万 m³/d。

根据试算模拟临界降雨溢流情况。结果表明，当降雨小于32mm/24h，纸坊港不发生溢流，当超过32mm/24h，纸坊港溢流，溢流示意图见图2。

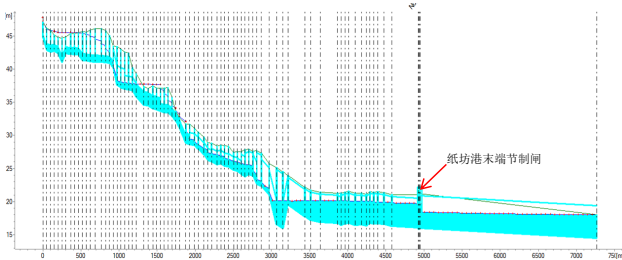


图2 纸坊港临界溢流情况示意图

表2 代表年下纸坊港入湖溢流总量指标

年份	设调蓄池			不设调蓄池			旱季污水量 (m³)	削减溢流量 (m³)
	溢流次数	纸坊坊港溢流量 (m³)	纸坊泵站抽排量 (m³)	溢流次数	纸坊坊港溢流量 (m³)	纸坊泵站抽排量 (m³)		
1月	0	0	2550160.5	0	0	2550160.5	2575679.7	0
2月	0	0	2370448.5	0	0	2370448.5	2409488.0	0
3月	1	21198.6	1520774.5	2	415106.0	2988233.6	2575687.9	400518.8
4月	1	79070.7	3616745.1	4	629469.0	2952870.3	2492584.3	591748.5
5月	2	289516.1	4807796.9	4	1516930.0	3236663.7	2575687.9	1320422.2
6月	1	94113.5	202198.3	2	1012648.4	2702316.0	2575682.5	939914.5
7月	1	335167.9	1563455.8	2	1228285.2	2935698.6	2575687.9	923546.4
8月	2	204525.7	1470377.3	2	586298.5	3063317.1	2575682.5	377841
9月	2	197335.3	1366750.3	2	641415.6	2714627.1	2492592.0	442438.3
10月	0	0	1554736.4	5	675145.2	3012871.4	2575687.9	675145.2
11月	0	0	1271234.7	1	13375.7	2751379.0	2492592.0	13375.7
12月	0	0	1413521.1	2	80894.3	2944144.1	2575976.4	80894.3
总计	10	1220928	41841997.2	28	6786192	34222730	15371312	5765845

2) 溢流污染负荷校核

根据多次雨后在纸坊港末端采集水样数据，确定入河水质指标（见表3），计算出全年水环境污染负荷（表3）。

根据模型校核结果，发现在末端设置6万立方米调蓄池、控制溢流次数为10次，纸坊港溢流污染总量低于其水环境容量内，最终可以达到控制水质目标。

表3 纸坊港水环境纳污能力与水环境污染负荷计算成果

水质指标	浓度 (mg/L)	水环境容量 (t)	水环境污染负荷 (t)
CODcr	90	198.01	109
NH3-N	18	9.90	2.2
TN	20	13.51	2.4
TP	1.5	1.98	1.83

四、结论

近年来，我国对于水环境质量要求以及排口溢流污染愈发重视，很多城市都已经开始建设初雨调蓄池来控制溢流污染。

但是如何论证调蓄池的规模以及因为调蓄池蓄满、排涝等原因产生的溢流污染，这方面尚未形成统一的规范要求。本文借助武汉市江夏纸坊城区新建初雨调蓄池项目，在不影响城市内涝的前提下，结

（二）城市内涝校核

目前主城区优先考虑城市内涝问题，其次才是溢流污染控制问题。

由于纸坊港末端有节制闸，当城市未发生内涝时，节制闸不开启，末端收集的溢流雨污水先转输至调蓄池，当城市发生内涝或者调蓄池蓄满时，节制闸开启，纸坊港发挥泄洪作用，故需要校核控制溢流污染工程与城市内涝工程措施是否相悖。

发现当降雨重现期 P=0.5a（55mm/24h）时，选取2012年6月27号典型场次降雨模拟。纸坊城区出现内涝，其中积水深度大于20cm、积水时间大于1h的内涝区域主要集中在文华路。

结合临界溢流降雨量为32mm/24h，故可认为新建调蓄池控制溢流污染时，不会影响城市内涝。

（三）水环境容量校核

1) 溢流污染总量

区域代表年每个月溢流量以及全年总溢流量1220928t（见表-2），溢流控制率达到85%左右。

合当下较为热门的水环境容量理念，“大胆假设，小心论证”调蓄池的规模，以便充分发挥初雨调蓄池在控制初雨溢流污染重中的作用。

参考文献：

[1]张昱. 基于流域视角的合流制溢流控制方法实证研究 [D]. 北京建筑大学, 2023.

[2]于磊, 黄瑞晶, 李容, 等. 基于河道纳污能力的北运河城市副中心段合流制溢流污染控制研究 [J]. 河海大学学报 (自然科学版), 2022, 50(05): 41-48.

[3]杨正, 车伍, 赵杨. 城市“合改分”与合流制溢流控制的总体策略与科学决策 [J]. 中国给水排水, 2020, 36(14): 46-55.

[4]贾楠. 合流制溢流污染控制设施规模设计方法研究 [D]. 北京建筑大学, 2019.

[5]李铭洋, 李宁, 王睿. 合流制溢流污染控制标准探讨 [J]. 给水排水, 2022, 58(S2): 631-635.

[6]董利鹏, 王芳芳, 王晓玲. 合流制溢流污染控制技术研究 [J]. 煤炭与化工, 2022, 45(11): 154-157.

[7]汤清泉, 王浪, 陈永进, 等. 合流制溢流污染调蓄控制研究 [J]. 给水排水, 2022, 58(05): 45-49.

[8]于磊, 黄瑞晶, 李容, 等. 基于河道纳污能力的北运河城市副中心段合流制溢流污染控制研究 [J]. 河海大学学报 (自然科学版), 2022, 50(05): 41-48.

[9]黄俊, 王莉, 高丽红, 等. 基于溢流频次的合流制溢流污染控制优化策略研究 [J]. 环境污染与防治, 2021, 43(03): 394-399.

[10]王强, 全春林. 基于数学模型的北京龙潭西湖流域合流制溢流污染控制规划研究 [J]. 给水排水, 2020, 56(11): 54-59.

建筑工程项目管理中的信息化技术应用与挑战

赵蕊馨

天津磐宇咨询有限公司，天津 300220

摘 要： 本文对建筑工程项目管理中的信息化技术应用与挑战进行了深入研究。介绍了建筑工程项目管理的背景及信息化技术在其中的重要性，然后详细阐述了信息化技术在计划管理、设计管理、施工管理、质量安全管理、成本管理和合同管理等方面的具体应用。分析了信息化技术应用过程中所面临的技术、管理、安全和法规方面的挑战，并提出了相应的应对策略和建议。

关 键 词： 建筑工程项目管理；信息化技术；技术应用；挑战；应对策略

Application and Challenges of Informatization Technology in Construction Project Management

Zhao Ruixin

Tianjin Pan Yu Consulting Co., Ltd, Tianjin 300220

Abstract： This paper carries out an in-depth study on the application and challenges of information technology in construction project management. It introduces the background of construction project management and the importance of informatization technology in it, and then elaborates the specific applications of informatization technology in planning management, design management, construction management, quality and safety management, cost management and contract management. The technical, management, safety and regulatory challenges faced in the application of information technology are analyzed, and corresponding coping strategies and suggestions are put forward.

Key words： construction project management; information technology; technology application; challenges; coping strategies

引言

在经济增长和技术发展的推动下，建筑工程项目正变得越来越庞大和复杂，对项目管理的要求也随之提高。传统的管理手段已经无法满足现代项目对效率、精确性和实时性的需求，因此，信息化技术的融入已经成为建筑行业发展的必然趋向。利用计算机、网络、通信和数据库等现代信息技术手段，可以对项目的规划、设计、施工、质量监控、安全管理和成本控制等方面进行更加高效地管理。通过这些技术的应用，不仅能够显著提升项目管理的效率，降低潜在风险，还能够提高项目的整体质量和安全标准，确保项目能够顺利推进并成功交付。

一、信息化技术概述

（一）信息化技术的基本概念

信息化技术是指利用计算机科学和通信技术手段，对信息进行采集、存储、处理、传输和展示的技术。在建筑工程项目管理中，信息化技术涵盖了各种软件和硬件工具，以及与之相关的数据管理和分析技术，旨在提高项目管理的自动化、智能化水平，增强项目各参与方之间的信息交流和协作效率。通过建筑信息模型（BIM）、物联网、云计算等先进技术手段，工程项目的各个参与方之间高效地传递和共享信息，并进行实时的协同工作，显著提高协调效率。^[1]

（二）建筑工程项目管理中的信息化技术分类

在建筑工程项目管理中，信息化技术极大地提升了项目执行

的效率和精度。设计阶段采用 CAD、BIM、VR 和 AR 等技术，施工阶段通过管理软件、移动应用、监控和自动化设备，以及项目管理层面的 PMIS、协同平台和风险管理软件，都显著提高了管理效率和决策的科学性。大数据、云计算和 AI 等技术为项目提供了数据支持和智能决策辅助，增强了项目的预测性和可控性。随着技术的不断发展，信息化技术将在建筑工程项目管理中扮演更加重要的角色，推动行业的创新发展。

（三）信息化技术对建筑工程项目管理的影响

信息化技术在建筑工程项目管理中起到了关键作用，通过自动化手段减少了人为错误，显著提高了工作效率。^[2]同时，它还促进了项目各方之间的实时信息共享和资源协作，极大改善了沟通与协调效率。此外，信息化技术提供了精确的数据分析和预测工具，为项目管理层提供了有力的决策支持。在提升项目质量方

面，信息化技术有助于规范项目流程，提高设计和施工质量。同时，它还增强了项目风险的管理能力，降低了项目失败的风险。信息化技术能够实时监控项目成本，提供成本分析和控制手段，从而优化成本管理。

二、建筑工程项目管理中的信息化技术应用

（一）计划管理

在建筑工程项目管理中，项目进度和资源优化配置是关键。信息化技术的应用，如 Primavera P6 或 Microsoft Project 软件，使项目经理能精确规划、跟踪和调整项目进度，确保按时完成。同时，资源管理软件帮助合理分配人力、材料、设备和资金，提供可视化视图以优化资源配置，减少浪费。这些技术的应用提升了管理效率，增强了精准度和可靠性，为项目的成功提供了坚实支持。

（二）设计管理

在建筑工程项目管理中，设计阶段的效率和质量直接影响到整个项目的成败。通过采用基于云的协同设计平台，如 Autodesk Vault 和 Bluebeam Revu，设计团队可以实现文件的实时共享和协作，从而提升沟通效率和工作进度。^[3]这些平台支持多个团队成员同时在线工作，极大地促进了设计阶段的合作与协调。

同时，建筑信息模型（BIM）技术的应用对于提高设计的精度和施工阶段的协调具有革命性的意义。BIM 工具如 Autodesk Revit 和 ArchiCAD 不仅能够创建详尽的数字化建筑模型，还能集成各种建筑信息，为设计团队提供直观的三维视图和模拟功能。

（三）施工管理

在建筑工程项目施工阶段，现场监控和物料追踪对安全和效率至关重要。CCTV 和无人机监控系统实现了实时监控，帮助项目经理及时发现并解决安全和质量问题。RFID 和条形码技术的应用则精确跟踪物料流动，实时更新库存，确保物料安全存储和及时供应，减少浪费，提高效率。这些技术的结合应用增强了现场安全性和可控性，提升了物料管理的精准度和效率，为项目的顺利推进提供了坚实支持。

（四）质量安全管理

在建筑工程项目管理中，质量和安全至关重要。质量管理体系（QMS）帮助团队制定和监控质量计划，确保符合高标准，提高质量控制的一致性和项目交付的可靠性。^[4]安全管理系统（SMS）则用于识别和控制安全隐患，预防事故，确保现场安全。这些信息化技术的应用显著提升了项目在质量和安全方面的管理水平，为项目的顺利进行和成功交付提供了坚实保障。

（五）成本管理

在建筑工程项目管理中，成本管理和投资效益分析对项目财务健康至关重要。使用 CostX 和 Procore 等成本管理软件，项目经理能够精确预算、跟踪和控制成本，实现实时数据支持和明智财务决策。此外，财务分析软件全面评估项目投资回报，帮助团队理解经济效益，支持投资决策，优化投资。精确的投资效益分析助力团队制定有效资金分配策略，提升项目盈利能力和吸

引力。

（六）合同管理

在建筑工程项目管理中，合同管理对于维护各方权益和项目秩序至关重要。电子合同管理工具如 ContractSafe 和 Jira Service Management 可实现合同的电子创建、存储和跟踪，提高管理效率和准确性。^[5]这些工具的自动提醒功能确保合同及时执行和变更，使监控合同执行和变更管理更加便捷。项目团队可实时跟踪合同履行情况，降低纠纷风险，保护合法权益。电子合同管理技术的应用显著提升了合同管理的专业性和效率，为项目顺利推进和风险管理提供了坚实支持。

三、建筑工程项目管理中信息化技术的挑战

（一）技术挑战

在建筑工程项目管理中，信息化技术的应用受到两大挑战的制约：技术成熟度和标准统一性。尽管技术进步迅速，但一些技术在复杂工程项目中的应用仍不够成熟，导致系统性能不稳定和功能不完善，进而影响项目管理效果。例如，BIM 软件在大规模项目中的性能瓶颈，或现场监控系统提供不实时数据。此外，缺乏统一的技术标准和规范，使得不同软件和系统间的兼容性差，数据交换和集成困难，导致数据丢失和信息孤岛。^[6]

为克服这些挑战，需持续研发和改进信息化技术，提高其成熟度和适用性。同时，行业和政府部门应推动制定统一技术标准和规范，促进系统间的兼容性和互操作性。

（二）管理挑战

管理观念的更新是关键。传统的项目管理模式和观念可能难以适应信息化技术的要求，导致管理层对新技术的接受度不高，缺乏足够的认识和支持。这种观念上的滞后限制了信息化技术在项目管理中的应用和发展，需要通过培训和教育来更新管理层的观念，提高他们对信息化技术的认识和应用能力。

人才队伍的建设同样重要。信息化技术的有效应用需要既懂建筑工程又懂信息化技术的复合型人才。^[7]然而，目前这类人才相对匮乏，这成了一个重大挑战。为了克服这一挑战，需要加强人才培养，通过教育和培训，培养一批能够熟练运用信息化技术进行项目管理的复合型人才，以支持信息化技术在建筑工程项目管理中的广泛应用。

（三）安全挑战

数据安全风险不容忽视。建筑工程项目管理涉及大量敏感数据，如合同信息、成本数据等，这些数据在信息化技术应用过程中可能面临泄露的风险。因此，采取有效的数据保护措施，如加密、访问控制和数据备份，是确保数据安全的关键。系统的稳定性与可靠性是信息化技术的核心要求。建筑工程项目管理对系统的稳定性要求极高，任何系统故障都可能导致项目进度延误或决策失误。

（四）法规挑战

在建筑工程项目管理中，信息化技术的快速发展对现有的法规政策提出了挑战。法规政策可能因技术变革而显得滞后，无法

及时适应新情况和新问题。^[8]这可能导致项目在合规性方面面临风险，因为法律框架可能无法覆盖新技术的应用所带来的影响。

在信息化技术的应用过程中，确保法规得到有效实施和监管，防止法律风险的出现，是项目管理中必须面临的挑战。这需要项目团队和监管部门共同努力，确保所有活动都符合法律要求，同时对新技术带来的法律问题及时研究和更新。

四、应对策略与建议

（一）提高信息化技术水平

采用成熟的信息化技术，选择经过市场验证的成熟技术和产品，可以确保系统的稳定性和可靠性。这有助于提高建筑工程项目管理的效率和质量，降低项目风险。投资技术研发，鼓励企业投入资源进行信息化技术的研发，可以提升技术的先进性和适用性。^[9]这有助于推动建筑行业的创新和发展，提高企业的竞争力。

（二）加强信息化技术培训与推广

为提升建筑工程项目管理的信息化水平，有必要组织专业培训，以提高项目管理团队对信息化技术的理解和应用能力。此外，建立行业内部交流平台，可以促进信息化技术经验的分享和传播，有助于业内人员相互学习和进步。同时，总结和推广信息化技术在项目管理中的成功案例，作为最佳实践，能够有效提高整个行业的信息化应用水平。通过这些措施，可以确保信息化技术在建筑工程项目管理中得到更广泛和深入地应用，进一步提升管理效率和质量。

（三）建立健全信息安全保障体系

为确保建筑工程项目管理信息系统的安全，制定数据安全政策是基础，需要明确数据安全的管理规定和流程，以保障数据的安全性和隐私性。此外，投资安全技术和设备是关键，采用先进的安全技术和设备，如防火墙、加密技术等，能够有效保护信息系统不受外部攻击。^[10]同时，进行定期的安全审计和风险评估，可以及时发现并解决安全隐患，确保信息系统的稳定运行。通过这些措施，可以构建一个安全可靠的信息化技术环境，为建筑工

程项目管理提供有力支持。

（四）完善相关法规政策

为了促进信息化技术在建筑工程项目管理的健康发展，需要及时更新和完善与信息化技术相关的法律法规，以适应技术发展的需要。同时，应加强对现有法律法规的有效实施，确保法律监管的力度，规范信息化技术的应用。此外，推动制定行业内的信息化技术标准和规范也是必要的，这有助于促进不同系统之间的兼容性和互操作性，提升行业整体的信息化应用水平。通过这些措施，可以为建筑工程项目管理的信息化发展提供有力的法律 and 标准支持，确保技术的有序发展和应用的规范性。

（五）推动行业协同发展

鼓励企业建立行业联盟是为了集中资源、分享经验，共同推动信息化技术的发展和應用。通过联盟，企业可以共同研发技术、制定标准，甚至共同开拓市场，从而提高整个行业的信息化水平。同时，建立行业信息共享机制，可以促进知识的传播和技术的交流，加速信息化技术在行业内的普及和进步。此外，政府和行业协会的支持对于创新型信息化项目的实施至关重要，这不仅为行业提供了示范效应，还能激励更多的企业投入信息化技术的研发和应用，进一步推动整个行业的转型升级。通过这些措施，可以为建筑工程项目管理的信息化提供强有力的支持和推动力。

结束语

随着科技进步，信息化技术已成为提升建筑工程项目管理效率、降低成本和保证质量的关键。本文分析了信息化技术在建筑工程项目管理中的应用和挑战，并提出了应对策略。信息化技术的应用是持续发展的，未来新技术如大数据、云计算、人工智能将带来更多机遇和挑战。行业应持续关注技术发展，积极探索，以提升管理水平。希望本文的研究能推动建筑工程项目管理信息化进程，为建筑行业的发展作出贡献。

参考文献

- [1] 张昊. 建筑信息化在降低工程成本中的作用与优化策略 [J]. 住宅与房地产, 2024, (05): 133-135.
- [2] 梁伟. 信息化技术助力建筑工程管理措施探索 [J]. 砖瓦, 2024, (01): 110-112. DOI: 10.16001/j.cnki.1001-6945.2024.01.036.
- [3] 黄陆. 建筑工程管理信息化的主要问题及解决方法 [J]. 居舍, 2023, (28): 173-176.
- [4] 张金荣. 信息化技术助力建筑工程管理的措施探索 [J]. 天津经济, 2023, (09): 33-35.
- [5] 周颖. 基于数字信息化技术的建筑工程管理分析 [J]. 中国建筑装饰装修, 2023, (13): 73-75.
- [6] 卫鑫. 运用现代数字信息化技术的建筑工程管理研究 [J]. 石材, 2023, (06): 99-101. DOI: 10.14030/j.cnki.scaa.2023.0284.
- [7] 魏长专. 建筑工程管理中智能信息化技术应用分析 [J]. 居业, 2023, (05): 218-220.
- [8] 潘瑜. 信息化背景下建筑工程管理发展路径研究 [J]. 工程技术研究, 2023, 8(09): 208-210. DOI: 10.19537/j.cnki.2096-2789.2023.09.065.
- [9] 何干. 基于信息化技术的房地产建筑工程管理研究 [J]. 江西建材, 2023, (03): 446-447+450.
- [10] 赵楠, 张强. 建筑工程企业信息化管理研究 [J]. 中国管理信息化, 2023, 26(02): 129-131.

地铁施工对城市交通及环境的影响研究

朱旭红

中电建南方建设投资有限公司, 广东 深圳 518055

摘要： 地铁施工会对城市的交通以及环境产生影响，交通方面会造成交通堵塞，环境方面会产生噪音、扬尘等，严重的还会对城市的生态环境造成影响，甚至造成灾难。所以要加强对于地铁施工对城市交通及环境影响的研究，找出解决这些问题的办法。城市地铁施工中出现的交通拥堵以及环境污染等问题，严重影响了人们的生活质量和健康，给社会经济带来了很大的影响。为了解决这些问题，就要加强对地铁施工中交通及环境问题进行研究。

关键词： 地铁施工；城市交通及环境；影响研究

Study On The Influence Of Subway Construction On Urban Traffic And Environment

Zhu Xuhong

Power China Nanfang Construction and Investment Co., LTD., Shenzhen, Guangdong 518055

Abstract： Subway construction will have an impact on the urban traffic and environment, traffic jam, environmental noise, dust, serious impact on the urban ecological environment, and even cause disaster. Therefore, it is necessary to strengthen the research on the impact of subway construction on urban traffic and environment, and to find out the solutions to these problems. Traffic congestion and environmental pollution and other problems in urban subway construction have seriously affected people's quality of life and health, and brought a great impact on the social economy. In order to solve these problems, we should strengthen the study of traffic and environmental problems in subway construction.

Key words： metro construction; urban traffic and environment; influence study

引言：

近年来，我国的经济水平发展速度很快，城市化的进程也在不断推进。为了进一步缓解城市的交通压力，加快城市经济建设的发展，很多城市都在大力发展地铁项目。地铁工程在施工期间会对周围环境产生很大的影响，因此对地铁施工期间城市交通和环境影响问题进行分析具有重要的现实意义。

一、地铁施工对城市交通及环境的影响研究的必要性

（一）对城市发展的推动作用

随着社会的不断发展，我国城市化进程也在不断加快，城市人口规模也在不断扩大，这就使得城市交通压力与日俱增。与此同时，由于大量机动车的拥入，给城市带来了严重的环境污染问题，因此需要对现有交通系统进行调整和完善。地铁作为一种公共交通工具，具有安全、快捷、准点等优势，可以缓解城市交通压力，促进城市发展。在城市化进程中，城市地铁的建设必不可少。因为地铁项目属于大型工程，施工周期较长，施工过程中会对周边建筑物、管线及其他地下构筑物造成一定影响，如果处理不当将会造成严重后果。同时地铁施工对于地下文物的保护也具有重要意义。因此，有必要研究地铁施工对城市交通及环境的

影响，以便更好地解决这些问题，推动城市的发展^[1]。

（二）对人民生活水平的提高

随着城市化进程不断加快，城市规模在不断扩大。为了缓解交通压力，解决城市交通拥堵问题，很多大城市都开始规划建设地铁线路，以此来改善城市的交通状况，同时也带动了沿线房地产行业、商业等多个产业的快速发展。地铁作为现代化城市的重要标志之一，不仅是市民出行的主要交通方式，也是体现城市经济实力和水平的重要指标^[2]。所以，如何做好地铁施工过程中对城市交通及环境的影响分析，减少其影响范围及程度，提高工程质量与效率，对于我国城市地铁建设具有重要意义。

（三）对经济发展的促进

地铁网络的建设和运营，不仅极大地缩短了城市之间的距离，方便了商务往来和旅游出行，还促进了城市经济的快速发展。

* 作者简介：朱旭红，性别：男，出生年月：1985年11月，民族汉，籍贯：甘肃定西；，学历：大学本科；，职称：高级工程师；，研究方向：铁道工程

展。地铁网络连接起了城市的各个角落,使得货物运输、人员交流变得更加高效,从而推动了区域经济一体化的进程。同时,地铁的普及也带动了相关产业链的发展,包括建筑、材料供应、技术服务等行业,为社会创造了大量就业机会^[3]。此外,地铁在节能减排方面发挥着重要作用,其采用的先进环保技术和管理措施,有效降低了能源消耗和环境污染,符合可持续发展的理念,对于提升我国绿色 GDP 有着不可忽视的贡献。因此,地铁不仅仅是一种交通工具,它已经成为我国经济社会发展不可或缺的一部分,对提高人民生活质量和推动国家现代化建设产生了深远影响。其次,地铁带动了周边商业、服务业等产业的发展,增加了就业机会,促进了经济增长;最后,地铁可以引导城市布局,优化空间结构,从而实现城市资源的合理配置,提高土地利用率,推动城市化进程^[4]。

(四) 对城市环境的保护

在地铁施工过程中,往往会对周边的环境造成一定的影响。地铁建设施工往往需要占用城市道路,导致交通流量大幅度下降,同时,大量的土石方开挖也会对城市的绿化、美化产生影响。另一方面,由于在地铁建设过程中,经常会出现管线改移等情况,这就可能会造成部分管线失效或者断裂,给城市环境带来了很大的破坏。因此,要想提高地铁施工的质量,就必须加强对施工对环境的影响研究工作。只有这样,才能够最大程度地减少施工对城市环境造成的影响,为人们提供一个舒适、干净、美丽的生活和工作环境^[5]。

(五) 对国家政策的贯彻落实

城市轨道交通工程建设不仅是我国快速城市化进程中的重要一环,而且在推动城市经济增长、促进社会和谐发展以及丰富城市文化生活方面发挥着不可替代的作用。它为居民提供了高效便捷的交通方式,极大地缩短了城市间的距离,促进了人员和物资的流通,进而带动了整个城市区域的经济活力。同时,轨道交通系统还融入了先进的科技元素和人性化设计理念,提升了市民的生活品质,并为城市的可持续发展注入了新动力^[6]。因此,加强城市轨道交通工程的建设与管理,已成为我国城市规划和发展的关键策略之一。目前,随着地铁建设项目数量的增加,地铁施工过程中所产生的问题也逐渐显现出来,如何做好地铁施工影响评价工作,保证地铁施工的安全进行和顺利完工,已经成为当前研究的热点问题。通过对地铁施工的环境及交通影响研究,可以为国家制定相关政策提供理论支持。

二、地铁施工对城市交通及环境的影响研究的存在问题

(一) 研究范围小

在现有的研究领域中,地铁施工活动通常局限于单一线路或局部区域,这样的做法忽视了城市轨道交通网络作为一个整体对环境所产生的深远影响。目前,关于城市轨道交通运营后对环境的长期效应尚未形成系统化、全面的研究成果^[7]。因此,在探讨地铁施工对环境的影响时,我们不应仅关注施工阶段对周边环境造成的影响,而应从更加宽广的角度出发,综合考虑轨道交通运营

期间可能带来的连锁反应和潜在风险。这种研究方法将有助于揭示地铁网络建成后对城市生态系统、文化遗产保护以及居民日常生活质量等方面的深远影响,从而为未来的轨道交通规划和管理提供更为科学和全面的决策依据。通过跨学科的合作与创新,可以促进这一领域的研究进展,并最终实现对城市可持续发展目标的支持^[8]。

(二) 理论研究滞后

我国地铁施工技术发展较晚,相关的理论研究也比较滞后。在地铁隧道施工过程中,受土层地质条件的影响,对地层应力分布规律及变形特性认识不足,不能准确评估土体的稳定状态和变形发展趋势;而且,对于影响范围的研究也很缺乏,只能通过经验进行计算,并不能得到精确的预测结果。因此,目前针对地铁施工对环境及交通影响的研究还处于起步阶段,相应的理论模型也尚不成熟。

(三) 基础数据缺乏

在地铁施工引起的交通环境影响中,存在着许多基本数据不足、基础资料缺乏、理论分析不充分等问题。由于城市地铁建设时间相对较晚,其与地铁建设有关的规划、设计以及相关标准并没有完全建立起来。目前针对不同地区地铁工程特点的研究还比较少,对地铁建设的影响程度也没有明确的衡量指标。同时,地铁沿线道路的交通状况及相关管理措施也没有得到深入了解,所以有必要通过合理的技术手段,对施工期间和通车后的城市交通进行预测。而对于施工过程中可能会出现各种不利因素,应采取一定的预防措施。此外,地铁隧道穿越地层的深度不同,其影响范围也会有所差异。因此,只有加强对基础数据的收集,才能更好地开展相关研究工作。

(四) 工程实践经验不足

目前,国内许多城市地铁建设项目都是在缺乏可借鉴的工程经验情况下进行施工,这就给地铁施工技术提出了更高的要求。一方面,由于缺少工程实践经验,相关研究人员在开展研究工作时,往往很难获得正确可靠的实验数据;另一方面,由于没有实际案例支撑,有关方面无法对各种因素之间的影响程度进行准确把握,从而导致研究结论的可信度有所降低。这些都会给后续的研究工作造成一定程度上的影响。

(五) 新技术应用较少

在地铁施工影响的研究中,目前国内对数值模拟和现场试验方法的应用已经越来越广泛。但是在这两种方法的运用上还存在一些问题:一是关于数值模拟方面的研究开展得比较少,而且更多地侧重于模型的建立、验证及计算结果分析等;二是关于现场试验方面的研究大多都只停留在小规模简单实验,针对地铁工程这种大型地下工程的相关试验却很少见,另外,对于各种试验的检测方法和标准也没有统一的规定,导致数据可比性较差,而且结果不够精确。因此,需要将新技术与传统技术相结合,提高地铁施工影响研究的精确性和科学性。

综上,现阶段我国地铁施工对城市交通及环境影响的研究还处于探索阶段,尤其是在基础理论方面研究不足,严重制约了研究的发展。

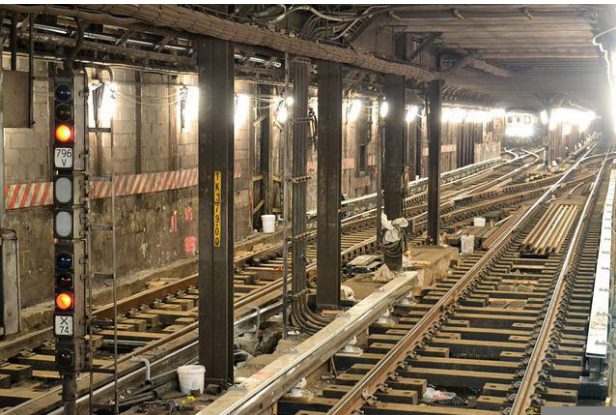
三、地铁施工对城市交通及环境的影响研究的策略

（一）完善施工方案

在地铁施工过程中，要根据实际情况制定出合理的施工方案。首先，施工人员必须对整个施工过程有充分的认识，施工前就要做好详细的计划，这样才能确保施工过程顺利进行。其次，当施工区域与周边道路相交时，施工单位要提前考虑到各方面因素，并采取相应措施避免因施工对周围环境造成影响，从而保证居民正常出行。另外，如果因施工需要占用人行道或非机动车道，那么就应设置合适的隔离设施，以免行人、非机动车受施工影响而产生安全隐患。最后，施工单位要严格按照《城市轨道交通工程项目施工安全技术规范》来管理施工现场，及时处理施工过程中出现的问题，将对城市交通和环境的影响降到最低程度^[9]。

（二）合理选择施工位置

合理的施工位置是降低施工影响的重要环节，目前我国地铁施工（如图1）在选择施工位置时都会对地下管线进行详细勘察。选择好施工位置后还要制定出具体的施工计划，同时要根据不同的地层采取不同的施工方案，这样可以有效降低施工对周边环境造成的影响。除此之外，还应该积极采用一些新技术、新材料和新工艺来解决工程建设中遇到的问题，尽可能减少对环境的污染，减小对城市交通的影响。



> 图1（地铁施工现场图）

（三）强化环境监测

在城市地铁施工过程中，应加强对施工环境的监测工作。首先，要根据实际情况合理选择环境监测方法，及时掌握地铁工程的环境影响状况；其次，要按照相关规定及时采取措施处理因施工而产生的污染问题，将施工带来的环境危害降低到最小；最后，要不断总结施工经验，积累数据，以供日后参考。

总之，城市地铁施工对城市交通和环境造成的影响是不可忽视的，必须予以高度重视。只有这样才能为交通建设事业创造良好的环境，促进城市交通发展。

（四）制定应急预案

对于地铁施工引起的交通拥堵以及环境污染，要做好应对措施，制定出详细、可靠的应急预案。在发生交通堵塞时，可以设置临时绕行路线；当出现大面积环境污染时，应及时疏散人群，保证施工人员和附近居民的安全。此外还应该加强对施工现场的监测工作，以便及时发现问题并进行解决^[10]。

（五）重视交通疏导

在城市地铁建设中，相关工作人员要重视交通疏导的问题。因为一旦施工结束之后，各种交通压力会随之显现出来，所以应做好交通疏导工作。具体来说，可以通过以下几种方式：

- （1）施工路段设置明显标识牌，如道路封闭、限流等；
- （2）加强道路巡查工作，及时发现拥堵情况并进行疏导；
- （3）施工区域设置警示标志，提醒过往车辆减速慢行。

另外，相关部门应与施工单位做好沟通交流工作，将实际的施工计划告知群众，避免发生不必要的误会。

结语

随着我国城市化进程的不断加快，城市交通拥堵问题愈发严重。为了缓解城市交通压力，促进城市交通健康、有序地发展，我国许多城市开始兴建地铁。在地铁建设施工过程中，由于对环境的影响因素考虑不足，往往会对周围的交通和环境造成影响，因此分析地铁施工对城市交通及环境的影响具有重要意义。

参考文献

- [1] 葛心怡. 南昌市轨道交通建设施工交通组织和交通改善研究 [D]. 华东交通大学, 2019.
- [2] 张钰. 刍议地铁施工阶段对城市交通的影响 [J]. 科技资讯, 2013, (25): 61+63.
- [3] 方佳. 郑州地铁2号线局部站点施工交通影响分析 [D]. 郑州大学, 2012.
- [4] 孙荣. 浅谈某地铁出入口浅埋暗挖通道穿越复杂地层超前预支护技术 [J]. 科学技术创新, 2023(25): 196-199.
- [5] 陈斌, 蔡兴圣, 钟建明. 洞桩法在广州地铁岩石地层车站中的应用及工艺优化研究 [J]. 建设监理, 2023(2): 89-92.
- [6] 胡亚召, 张小文. 成都市地下空间开发对地下水循环影响研究 [J]. 地下水, 2023, 45(4): 94-98.
- [7] 姜腾飞. 地铁深基坑施工管理及质量控制措施 [J]. 工程机械与维修, 2023(3): 248-250.
- [8] 张柯为. 地铁施工技术与施工管理分析 [J]. 运输经理世界, 2024(5): 10-12.
- [9] 陈伟. 地铁施工安全风险管控研究 [J]. 砖瓦世界, 2023(22): 124-126.
- [10] 谭慧军. 地铁施工管理与施工技术的探讨 [J]. 江苏建材, 2023(4): 156-157.

金属铬中的杂质元素分析

刘浩

通标标准技术服务（天津）有限公司，天津 300450

摘要： 本文介绍了使用电感耦合等离子体质谱法（ICP-MS）和电感耦合等离子体原子发射光谱法（ICP-AES）来分析金属铬中的杂质元素。介绍了金属铬的性质、应用以及杂质元素对其性能的影响。随后详细阐述了这两种分析方法的原理和操作流程，还讨论了方法的检出限、线性范围、准确度和精密度等性能指标以及不同消解方式对金属铬中杂质元素测定的比对分析。

关键词： ICP-MS；ICP-AES；金属铬；杂质元素；分析方法；性能影响

Analysis of Impurity Elements in Chromium Metal

Liu Hao

SGS-CSTC Standards Technical Services Co., Ltd, Tianjin 300450

Abstract： This paper introduces the use of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) and inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES) to analyze the impurity elements in chromium metal. The properties and applications of chromium metal and the influence of impurity elements on its properties are described. Subsequently, the principles and operation procedures of the two analytical methods were elaborated in detail, and the performance indexes of the methods, such as detection limit, linear range, accuracy and precision, as well as the comparative analyses of different digestion methods for the determination of impurity elements in chromium metal were also discussed.

Key words： ICP-MS; ICP-AES; chromium metal; impurity element; analytical method; performance effect

引言

电感耦合等离子体发射光谱法（Inductively Coupled Plasma emission Spectrometry, ICP）是一种常用的分析金属样品中杂质元素的方法。这种方法具有高灵敏度、高分辨率、多元素分析能力等优点，在金属材料的研发、生产、质量控制等领域得到了广泛应用。然而，ICP分析过程中，样品制备、仪器性能、数据处理等方面可能会对分析结果产生影响，因此，建立准确可靠的ICP分析方法具有重要意义。

一、金属铬概述

（一）金属铬的性质和应用

1. 金属铬的性质

铬因其极高的硬度，出色的耐腐蚀和耐高温性能，良好的抗氧化性以及优秀的焊接性，在金属材料中独树一帜。这些特性使得铬在耐磨、抗腐蚀的工业应用中，尤其是在化工和航空领域，以及高温环境和焊接工艺中成为不可或缺的元素。

2. 金属铬的应用

铬是制造不锈钢和高温合金的关键元素，提供耐腐蚀、耐磨和高温稳定性，广泛应用于厨房用具、建筑材料、医疗器械、航空发动机和工业炉等领域。同时，铬也用于制备阳极材料和焊接材料，提升电镀和腐蚀防护效果，以及工具和模具的制造。

（二）杂质元素对金属铬性能的影响

1. 杂质元素的定义

杂质元素通常是指在金属铬的生产和加工过程中，不经意间混

入的，不是所期望的元素。这些元素的数量和种类会根据生产工艺的不同而变化，它们的存在可能会对铬的性能产生一定的影响。

2. 常见的杂质元素的分析

（1）铅（Pb）

铅是有害元素，高含量损害金属的塑性、韧性和强度，降低加工性能和疲劳寿命，加剧磨损和腐蚀。

（2）砷（As）

砷是一种有害元素，会降低金属的塑性和韧性，增加脆性。含量较高时，砷会导致金属的加工性能变差，并可能对人体和环境产生毒性影响。

（3）锑（Sb）

锑是一种有害元素，会影响金属的塑性、韧性和强度。含量较高时，锑会导致金属的加工性能变差，并降低其疲劳寿命。锑还能增加金属的磨损和腐蚀速率。

（4）铋（Bi）

铋是一种有害元素，会降低金属的塑性和韧性，增加脆性。

含量较高时，铋会导致金属的加工性能变差，并可能对人体和环境产生毒性影响。

(5) 锡 (Sn)

锡有时用作合金元素，可以提高金属的塑性和韧性，增加其抗腐蚀性。含量适中时，锡对金属的性能有利，但含量过高可能会导致金属的加工性能变差。

(6) 铝 (Al)

铝是一种常见的合金元素，可以提高金属的强度、硬度和耐腐蚀性。含量适中时，铝对金属的性能有利，但含量过高可能会导致金属的塑性和韧性下降。

(7) 硅 (Si)

硅是一种有害元素，会降低金属的塑性和韧性，增加脆性。含量较高时，硅会导致金属的加工性能变差，并可能对人体和环境产生毒性影响。

(8) 铜 (Cu)

铜有时用作合金元素，可以提高金属的导电性、导热性和抗腐蚀性。含量适中时，铜对金属的性能有利，但含量过高可能会导致金属的强度和硬度下降。

(9) 铁 (Fe)

铁是金属铬的主要成分之一，对金属的性能有重要影响。含量适中时，铁可以提高金属的强度和硬度，但含量过高可能会导致金属的塑性和韧性下降。

3. 杂质元素对金属铬性能的影响

(1) 对金属铬耐腐蚀性能的影响

杂质元素影响金属铬的耐腐蚀性。硫、磷降低耐腐蚀性，铝、硅提升耐腐蚀性，形成保护层。铜、铁等元素可能改变铬与其他元素的相互作用，影响耐腐蚀性。

(2) 对金属铬磁性能的影响

金属铬是非磁性材料，但杂质如铁、镍可能使其有限磁性。这种影响较小，铬主要用于非磁性领域。

(3) 对金属铬热性能的影响

杂质元素影响金属铬的热性能。硅、铝提高熔点和热稳定性，而磷、硫可能导致热脆和热裂，因此需控制杂质含量以保证热性能。

(4) 对金属铬电性能的影响

杂质元素影响金属铬的电性能。铜、铝提升导电性，硫、磷降低导电性，需控杂质含量以满足特定电性能需求。

二、分析方法

电感耦合等离子体发射光谱，因分析速度快、时间分布稳定、线性范围宽，能够一次同时读出多种被测元素的特征光谱，同时对多种元素进行定量和定性分析。^[2]

(一) 电感耦合等离子体质谱法 (ICP-MS)

电感耦合等离子体质谱法 (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, 简称 ICP-MS) 是一种同时具备高灵敏度、高分辨率和高精确度的元素分析技术。^[3]它主要用于测定样品中的微量元素和痕量元素，其原理是将样品引入到一个高温的等离子体

中，然后通过质谱仪分析样品中的离子。

(二) 电感耦合等离子体原子发射光谱法 (ICP-AES)

电感耦合等离子体原子发射光谱法 (ICP-AES) 是一种高温等离子体技术，应用于样品前处理和分析。通过电感耦合产生温度超过 10,000 摄氏度的等离子体，该技术能够将样品分子和原子分解成离子，用于快速、灵敏和精确地分析元素。ICP-AES 技术在多个领域，包括分析化学、材料科学、环境科学、地球科学和生物医学，都有着广泛的应用，例如元素分析、形态分析和价态分析等。^[4]

(三) 样品来源与预处理

1. 样品来源

工业金属铬通常来源于金属冶炼和加工厂，如铬矿石的冶炼、不锈钢的生产等。

2. 样品预处理

(1) 消解：为了释放样品中的元素，通常需要进行消解处理。本文主要通过盐酸 + 过氧化氢，稀硫酸两种方法消解。

(2) 过滤和离心：消解后的样品通常需要通过过滤或离心来分离溶液，以便进行仪器分析。

(3) 稀释和调浓度：根据样品的初始浓度和 ICP-MS 和 ICP-AES 的分析要求，可能需要对样品溶液进行稀释或调整浓度。

(4) 空白校正：为了减少实验过程中的背景干扰，需要准备一个不含目标元素的空白样品，并对其进行相同的预处理步骤，以校正分析过程中的背景信号。

(四) 分析步骤与操作流程

1. ICP-MS 测定金属铬中 Pb、Sn、Bi、Sb、As 杂质元素的操作流程

(1) 样品准备

从金属铬原料中取出代表性样品进行消解。一种方法是将样品经盐酸和过氧化氢溶解，另一种方法是将样品经稀硫酸溶解，将金属铬转化为可分析的离子形式。随后，将溶液容至已知体积，以便进行后续的仪器分析。

(2) 仪器准备

在进行 ICP-MS 分析之前，开启仪器并进行初始化。使用含有钨等元素的调谐溶液来调整仪器的关键操作参数，包括射频功率、载气流量和采样深度，以确保仪器达到最佳性能。再准备一系列涵盖 Pb、Sn、Bi、Sb、As 待测杂质元素浓度范围的标准溶液，用于建立标准曲线，以便后续样品分析时能够准确计算元素含量。

(3) 分析

进行空白分析以测定背景信号水平。随后，分析一系列已知浓度的标准溶液，建立每个元素的质量浓度与仪器响应的标准曲线。接着，根据仪器的性能和分析要求选择适当的采样模式，如全扫描、选择离子扫描或跳峰扫描，对样品进行分析。然后，将样品的信号与标准曲线进行对比，以计算样品中各杂质元素的含量，并进行数据处理以获取准确的分析结果。^[5]

2. ICP-AES 测定金属铬中 Fe、Al、Si、Cu 杂质元素的操作流程

(1) 样品制备

同 1.(1)

(2) 建立标准溶液系列

在实验开始前，需要准备 Fe、Al、Si、Cu 系列不同浓度的标

准溶液。通常可以将标准溶液配制为0.1 μg/mL、0.5 μg/mL、1.0 μg/mL、1.5 μg/mL、2.0 μg/mL等不同浓度。使用标准溶液对检测器进行校准，确保检测器的灵敏度和精度。

(3) 样品处理

将金属铬样品雾化并离子化。通过喷雾器将雾化后的样品喷入等离子体设备中。在等离子体设备中，样品中的Fe、Al、Si、Cu杂质元素被离子化并进入检测器进行测量。

(4) 数据处理与分析

将检测器采集到的数据进行处理，包括空白校准、标准曲线拟合等。根据处理后的数据，计算金属铬样品中杂质元素的含量。

三、实验结果与分析

(一) 方法检出限与线性范围

1. 方法检出限

由于其高灵敏度，ICP-MS的检出限通常很低，可以达到0.8ng/L。ICP-AES技术的检出限一般为2 μg/L，这取决于样品制备、光源的稳定性以及仪器的灵敏度等因素。

2. 线性范围

ICP-MS的线性范围0.5 μg/L~10 μg/L，这意味着在很宽的浓度范围内，检测信号与浓度之间仍然保持良好的线性关系。^[6] ICP-AES的线性范围0.1 μg/mL~2.0 μg/mL。对于ICP-AES，其线性范围受限于检测波长的选择和背景校正的难度。^[7]

(二) 准确度与精密度评估

1. 准确度

ICP-MS通常具有较高的准确度，因为它能够根据元素的质量数进行精确的检测和定量；ICP-AES准确度通常也较高，但它可能受到光谱干扰的影响，尤其是在分析复杂样品时。

ICP-MS和ICP-AES准确度均可以通过分析已知浓度的标准参考物质（CRM）来验证。CRM的分析结果与证书上的参考值进行比较，以确定分析准确度。

2. 精密度

ICP-MS技术以其高检测灵敏度和低检测限而著称，能够可靠地检测极低浓度的元素。^[8] 现代ICP-MS仪器装备了快速扫描功能，能够在短时间内对多个元素进行分析，这减少了样品间和分析过程中的漂移。此外，ICP-MS的质谱优势，即其质量分辨能力，能够有效消除同质异位素和其他干扰，从而显著提高定量分析的精度。这些特点使得ICP-MS成为高精度、高效率的元素分析工具。

ICP-AES技术能够同时检测多个元素，使其成为高通量多元素分析的理想选择。^[9] 然而，由于ICP-AES依赖于光学发射光谱，它可能会受到光谱干扰，特别是在分析复杂样品时，这可能会对分析的精度产生不利影响。因此，为了保持光谱的稳定性和精密度，ICP-AES仪器在长时间运行过程中可能需要更多的维护和校准。

总的来说，ICP-MS在痕量和超痕量元素(Pb、Sn、Bi、Sb、As)分析中通常提供更高的精密度，而ICP-AES具有高通量和快速多元素分析能力。^[10] 对于复杂样品，ICP-MS的质谱优势使其

精度更优；简单样品中，ICP-AES和ICP-MS的精度可能相似。选择技术时需考虑样品复杂性、分析速度和痕量元素需求。

(三) 不同消解方法比对

ICP-MS测定金属铬中Pb、Sn、Bi、Sb杂质元素，两种溶样方式均可，对于杂质As元素，需采用稀硫酸溶样，结果见表1。ICP-AES测定金属铬中Fe、Al、Si、Cu杂质元素，盐酸双氧水消解可测定Fe、Si、Al，稀硫酸消解可测定Fe、Cu，结果见表2。

表1 ICP-MS

消解方法	标准物质	Pb	Sn	Bi	Sb	As
盐酸、双氧水	GSB03-1363	√	√	√	√	×
	GSBH42006					
稀硫酸	GSB03-1363	√	√	√	√	√
	GSBH42006					

表2 ICP-AES

消解方法	标准物质	Fe	Si	Al	Cu
盐酸、双氧水	GSB03-1363	√	√	√	×
	GSBH42006				
稀硫酸	GSB03-1363	√	×	×	√
	GSBH42006				

结束语

本文详尽介绍了ICP-MS与ICP-AES两种技术在金属铬杂质分析中的应用，包括样品处理和分析流程。实验证明，ICP因其高灵敏度和宽线性范围，能准确快速地检测金属铬中杂质。这项研究对提升金属铬的质量标准具有重要意义，并为其他金属的杂质分析提供了参考。未来研究将致力于优化样品处理和分析条件，以达到更高的分析精度。

参考文献

[1] 黄丹宇, 刘巍, 陶美娟, 等. 微波消解-电感耦合等离子体质谱法测定铬铁合金中的10种痕量元素[J]. 分析仪器, 2021,(02):23-27.

[2] 贾梦鑫. ICP-OES内标法测定PAN基碳纤维杂质金属元素含量的方法研究[J]. 化工新型材料, 2022,50(04):216-219.DOI:10.19817/j.cnki.issn1006-3536.2022.04.044.

[3] 徐森彪. 电感耦合等离子体质谱法测定盐酸丙帕他莫中12种金属杂质元素[J]. 湖北大学学报(自然科学版), 2020,42(02):228-232.

[4] 杨桂芳, 金兰英, 汪洋. ICP-OES测定金属镓中杂质元素[J]. 现代冶金, 2019,47(01):19-21.

[5] 于瀛, 高佳, 喻生洁, 等. 电感耦合等离子体质谱法测定金属镍中11种痕量杂质元素[J]. 检验检疫学刊, 2019,29(04):12-15.

[6] 李兵, 梁帮宏, 苏冬萍, 等. HR-ICP-MS测定高纯镍金属中的微量元素杂质[J]. 化学研究与应用, 2019,31(07):1397-1400.

[7] GB/T 43574-2023, 化学纤维 重金属含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱法和电感耦合等离子体质谱法[S].

[8] 靳立国, 徐红纳, 朱文静, 等. 电感耦合等离子体发射光谱法测定地质样品中17种成分[J]. 四川地质学报, 2023,43(04):721-727.

[9] 何雨珊. 电感耦合等离子原子发射光谱法同时测定蒙乃尔合金中14种元素[J]. 化学分析计量, 2023,32(12):90-94.

[10] 魏滨, 常通, 王韬. 电感耦合等离子体发射光谱法和电感耦合等离子体质谱法测定食品中铝结果一致性的研究[J]. 职业与健康, 2023,39(23):3200-3205. DOI:10.13329/j.cnki.zyyjk.2023.0570.

二次网水力平衡智慧控制系统组建及探讨

刘万庆, 赵新山, 刘卿, 王少华, 王永恩

聊城昌润热力有限公司, 山东 聊城 252000

摘 要 : 集中供热系统中, 存在着很多实际运行工况与设计工况不一致的情况, 反映出的问题是水力失衡、冷热不均、终端热用户对供热质量褒贬不一, 同时也伴随着供热企业的能源浪费, 因此利用新技术对二次管网的水力失衡进行调节、减少能源浪费和提高供热质量成了供热管理工作中的重要任务。

关 键 词 : 智慧供热; 平衡调节; 实时监控; 能耗分析; 节能运行

Establishment And Discussion Of Intelligent Control System For Hydraulic Balance Of Secondary Network

Liu Wanning, Zhao Xinshan, Liu Qing, Wang Shaohua, Wang Yongen

Liaocheng Changrun Thermal Power Co., LTD., Shandong, Liaocheng 252000

Abstract : central heating system, there are a lot of actual operating conditions and design conditions, reflect the problem is hydraulic imbalance, uneven, end heat users to heating quality mixed, but also with the heating enterprise energy waste, so the use of new technology of secondary network hydraulic imbalance adjustment, reduce energy waste and improve the quality of heating has become an important task in heating management.

Key words : intelligent heating balance regulation, real-time monitoring, energy consumption analysis, energy-saving operation

一、引言

现阶段, 人们对采暖舒适性的追求日益提高, 供热失衡造成部分住户室内采暖温度高低不均、过多的热量浪费、系统采暖水流量不均、热用户室内温度提升困难、住户投诉等现象。

随着物联网、云计算、大数据、机器学习等技术逐渐渗透至传统工业, 集中供热和区域供热已经实现了智能化的实时监测手段和远程操控的简便性。因此, 从在线监测入手, 运用已经成熟的物联网技术, 在传统集中供热系统中, 搭建末端供暖系统的远程实时监控系统和二次网智慧调控系统, 成为急需的行业发展切入点。

二、二次网水力平衡调节的必要性

集中供暖以及区域供暖系统中二次网水力不平衡产生的原因较多, 有工程设计的理论计算值与实际数值的偏差、实际安装施工偏离设计工况、运行过程中运维不当导致的管道锈蚀堵塞、后期用户增减及用热率不均衡等等^[1]。

其带来的影响主要有以下方面:

(1) 冷热不均的现象, 在水系统中, 近端支管的压头大于远端支管, 系统越大、支管数越多, 干管越长, 失调的现象越严重。如果支管阻力过大, 也会造成水量不足、水量分配的不平衡, 从而造成系统冷热不均的现象。二次网失衡分为水平方向和

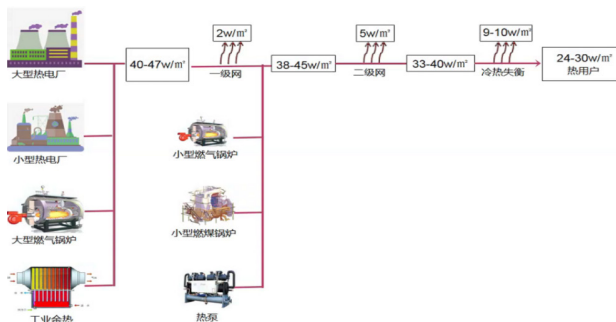
垂直方向两种情况, 流量分配不均衡, 其直观的体现是水平方向各建筑单元或垂直方向的各热用户室温不均。

(2) 如图一, 水力不平衡, 造成前后端流量分配不均, 为了满足末端流量, 需提高循环总流量, 势必造成前端支路不必要的能耗浪费, 直接导致循环水泵运行能耗过高、也会造成热耗过高^[2]。

(3) 站内指标调整后末端系统的稳定时间过长, 影响用户采暖舒适性。

(4) 热用户的投诉率过高, 通常近端住户室温偏高, 远端用户室温偏低, 冷热不均导致投诉率过高, 而人工调整对二网平衡干预的局限性较大, 无法有效解决投诉率过高的问题。

(5) 图一为清华大学建筑节能研究中心出具的能耗损失分析图:



> 图一 二级网冷热失衡热损量占比

二级网冷热失衡热损量占比及节能空间如下, 热损情况见

* 作者简介: 刘万庆, 男, 1976年6月20日, 聊城市东昌府区, 大学, 中级, 汉, 供热设施经济运行

作者简介: 赵新山, 男, 1979年2月14日出生, 山东省德州市德城区, 大学本科, 高级工程师, 汉族, 供热设施经济运行

图二。

二次网失平衡能耗占比： $10/47 \times 100\% = 21.28\%$

二次网失平衡损耗占热网总损耗比： $10/17 \times 100\% = 58.82\%$

供暖季单位面积可节热空间（以120天计算）： $10W/m^2 \times 3600 \times 24 \times 120 = 0.10368GJ/m^2$

三、如何有效组建二次网水力平衡调节系统

二次网水力平衡调试的实质就是将系统中所有用户的流量调至设计流量，最终目的是均匀的分配支路流量和热量，达到流量、热量按需分配直至用户室温相对平衡。

（一）二网平衡调控评估标准

目前行业内平衡调节中评估平衡效果的标准主要有两个：

其一，采用流量平衡方式。经过超声波流量计测量，能够相对快速并准确的得到管网流量数据，之后再根据计算出的流量进行调节，但是因超声波设备投入较大，且对现场安装环境及管道内介质流速要求较高，项目实施中不易进行推广，故不作主要讨论内容^[3]。

其二，采用回水温度相对一致法平衡方式。二次网回水管道上加装电动调节阀，与上位平台联动，设备预置温度探头监测回水温度并上传，并通过阻力法、比例法、补偿法等方法进行平衡调试，其原理是通过调节阀门开度，改变系统管道特性阻力数比值，使之与设计要求一致。

软件方面结合物联网技术，配以分时分区控制技术，通过上位平台下发指令，可实现流量的实时均衡分配、分时调节，同时在典型热用户辅助以室温监测系统，有效监控用户的室温变化趋势^[4]。

基于回水温度相对一致法的二次网平衡智慧调控理论作为本文介绍的基础。

（二）回水温度相对一致法理论基础

同一种建筑类型其单位面积的能耗是相同的，如散热器散热量公式所示，散热器平均温度 T_{pj} 决定了散热器单位面积的散热量，因此在供水温度相同的情况下，只有回水温度可以体现出散热器单位面积的散热量。

所以可以认为：回水温度分布可以代表当前建筑的热力平衡状况，即回水温度相对一致就能达到热力/水力相对平衡^[5]。

散热器散热量公式：

$$Q = Ak(t_{pj} - t_n)\beta_1\beta_2\beta_3$$

其中：A-散热器的表面积 K-散热器的传热系数 β -散热器各修正系数

t_{pj} -散热器内热媒平均温度 t_n -室内供暖计算温度

四、二次网平衡智慧调控系统典型案例分享

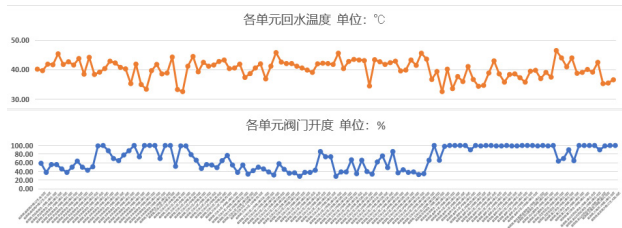
（一）项目概况

2023-2024供暖季，山东聊城三里铺风景站，供热面积35.8万平、共31栋建筑、136个单元，供热半径400米、取暖类型新

旧混杂、节能状况不统一，末端供热情况较差，站长手动调节费时费力且效果并不理想，投诉较多，遂进行二网平衡智能化改造。

2023年11月调整前统计换热站某日瞬时热量13.02GJ/H，流量523m³/H，温差5℃，二级网平均配水4.75kg/m²，流量整体偏大，运行状态为大流量、小温差^[6]。

失衡情况：最低回水温度32.6℃，最高46.5℃，单元间最大温差13.9℃，各单元建筑平均回温40.2℃。



> 图二·调整前各单元建筑回水温度与阀门开度分布趋势

（二）调整过程

该站点改造方案安装的设备和软件平台主要包括：供暖智能单元平衡阀、二次网平衡控制软件（无户端调节手段）、部分楼宇室温监测装置。

硬件设备通过无线进行通讯并上传数据，软件结合站内数据模型，根据平衡算法实现二次网的平衡控制，并与站点自控系统进行联动，通过不断优化运行参数，实现热力站的差异化调节，实现系统的水力平衡、节热、节电、降低投诉等目的^[7]。

平衡调整后，对二次网建筑的回温分布进行统计，建筑单元间平均回温38.2℃，各单元回温均保持在平均回温±1℃以内，其中最低回水温度37.7℃，最高38.8℃，单元间最大温差1.1℃，与去年同期相比，温差减小，水力失调得到明显改善。

（三）调整后分析

三里铺风景站				
时间	采暖季室外均温 ℃	供暖面积 m ²	总热量 GJ	总电量 kwh
22-23采暖季	3.69	390390	124039	731835
23-24采暖季	2.18	358126	97212	527064

不同的采暖季室外均温不同，为了能够在室外温度、建筑所需热负荷统一的前提下进行能耗计算、对比分析，我们使用度日数算法进行折算（折算到上采暖季均温3.69℃）：

计算过程：

2022-23年度日数耗热量基准 = 能耗基准 ÷ 基准能耗年供热季度日数

= 基准年供热季总用热量 ÷ 基准年供热季实际供热面积 ÷ 基准能耗年供热季度日数
= $124039 \div 390390 \div [(18 - 3.69) \times 122]$
= 0.000181995

2023-24年度日数耗热量基准 = 能耗基准 ÷ 基准能耗年供热季度日数

= 基准年供热季总用热量 ÷ 基准年供热季实际供热面积 ÷ 基准能耗年供热季度日数
= $97212 \div 358126 \div [(18 - 2.18) \times 122]$

=0.000140643

节 热 率：（0.000181995-0.000140643）
÷0.000181995=22.72%

同时，2023-2024年采暖季系统调节后，根据平衡后热需求，二网的循环泵频率由之前的46Hz降至42Hz，综合节电率为28.99%，投诉情况统计同比上一采暖季由102次降低至9次，热耗平均降低22.72%，产生了良好的经济、社会效益^[8]。

同时二级网配水降低至3.58kg/m³，流量降幅1.17kg/m³，天气稳定后通过调整，末端温度基本达标，换热站具备再次降低泵频、供温指标的条件，混供配水量有继续降低空间，从而进行小流量大温差运行，继续提高运行效率。

（四）二次网平衡智慧供热控制系统优越性

为解决二次网水力失衡，此前主要是用人工的手段进行水力工况平衡调整，由于不是实时监测，滞后性很大，测量管道内的水温，属于非接触测量，误差也偏大，且需要反复调整多次，直至近于目标值，这样工作量很大，效果却不理想。

通过本次应用，二次网智能平衡系统通过物联网技术收集热用户室内温度、楼栋供回水温度及压力、流量等数据，进行实时数据与历史数据分析比较，使用优化算法使热用户供水流量按需分配调控，指导降低二次网循环水总流量和总耗热量，实现二次网终端水力平衡，达到节能、降低投诉率的目的，并极大地提高了水力工况平衡调整的效率^[9]。

（五）二次网水力平衡调节系统要点总结

（1）调控策略和调控过程是关键，调控的时机（外温、温差、指标锁定等）、调控的方法（时间间隔、调控步距、调控顺序、调控权重、调控时长）同样重要。

（2）二网平衡的目的是合理的分配热量（流量），系统调整完毕后，各单元或者各户之间的分配比例是基本不变的，不需要供暖季进行频繁的调整。实践证明，平衡调整完毕，热力站点无论是量调还是质调，系统的平衡不会发生大的变化。

（3）调控时，需要根据不同的情况赋予不同的权重，才能最大程度的消除不同单元或者用户间存在的影响因素差异，保证室温共同达标的前提下，热量的按需分配。

（4）平衡是节能的基础，制定和执行科学合理的供热运行曲线才是节能降耗的关键。各换热站负荷侧的条件不一样，结合室温和历史数据制定不同条件和不同室外温度下的运行曲线，才能逐渐逼近节能降耗的目标^[10]。

五、单元平衡与户端平衡对照探究

二次网水力失衡主要分为水平方向失衡和垂直方向失衡两种情况，通常我们使用单元阀与户阀进行调节。数据表明：针对多层建筑，水平方向的失衡影响因素在70%-80%左右，垂直方向失衡影响因素在20%-30%左右，因此解决水平方向的失衡基本能够消除大部分的水力失衡影响因素。

（一）单元控

单元调控过程基于“回水温度相对一致法”，将每个单元回水

温度调控为相对一致（不同单元赋予不同的权重），配合以典型室温为调控参量；调整完成后阀门开度锁定，热量分配保持调控比例不变，同时下发最新流量、热量指标，实现解决水力平衡以及节能降耗的目的。单元调控的过程简单、周期短、调控压力较低，易于建立模型并进行复制，且能够实现执行器共享方案，节约投资，在整体节热的大前提下，单元控是比较好的解决方式。

（二）户控

根据我企业实地调研情况分析，实际运营中户阀存在以下不确定性：

（1）户控涉及用户较多，调整策略相对复杂。

（2）更多需要配合热计量系统的室温和流量作为参考依据。

（3）户控点位多，现场维护难度大，并且需要稳定的电源和通讯网络作为支撑（尤其老旧小区）。

（4）在水平方向不调整的情况下，末端流量及压差不足，单纯的进行户阀控制较难实现水平方向水力失衡的调整，仍需要配合单元阀的调控。

对比评估后，在投资、维护等情况一定的情况下，单元间水平方向调节之后就可以收获老旧小区水平方向水力失衡的节能降耗改造成效。

六、结论

回归供暖二次网平衡调节的本质，是解决冷热不均造成的能源浪费和用户对供热质量的不满。供暖管网的水力平衡是保证供热系统稳定运行的前提，也是节能降耗的基础，这种以先进信息技术为基础的智能控制系统，实现供热各个环节的数据共享与分析，结合运行参数、环境温度、室内温度等参与运算，真正实现智能节能互补模式，也有效维持了二次网的水力平衡。从能效及管理成本方面进行评估，结合历史数据及理论模型做出优化运行方案，才可使热力企业从供热质量及成本管理方面可以实现质的提升。

参考文献

- [1] 国家市场监督管理总局以国质检法. 设备安全监察条例 [G]. 2003,206号.
- [2] 魏庆凡. 建筑节能的途径和方向 [M]. 清华大学建筑节能研究中心, 2016.
- [3] 原国家质量技术监督局. 小型热水站安全监察规定 [S]. 2018.
- [4] 韩伟国, 江亿, 刘焯. 多种供热方式的比较 [D]. 清华大学建筑节能研究中心, 2013.
- [5] 贺平, 孙刚, 谷德林, 王晋达. 供热工程 (第五版) [M]. 中国建筑工业出版社, 2021.
- [6] 郭升. 二次网水力平衡及户间室温调节方法应用 [J]. 山西建筑, 2023,49(03): 123-126.
- [7] 石兆玉, 杨同球. 供热系统运行调节与控制 第一版 [M]. 中国建筑工业出版社, 2018.
- [8] 韩钊, 袁建娟, 孙春华, 齐承英. 基于信息化的智慧热网系统应用分析. 区域供热 [J]. 2018.
- [9] 袁晓东. 多能互补集中供热系统应用研究 [D]. 河北科技大学, 2019.
- [10] 马良栋, 张义, 刘明生. 建筑物热力入口热量供需平衡调节方法 [J]. 建筑科学. 2019(2),43-48.

园林绿化技术创新与可持续发展实践

杨超, 王伟东

济宁市建筑设计研究院集团有限公司, 山东 济宁 272000

摘 要 : 本文旨在探讨园林绿化技术创新与可持续发展实践的关联, 通过对当前园林绿化技术的发展现状进行分析, 提出一些创新性的技术方案, 并探讨其在实践中的应用。文章还探讨了如何在园林绿化中实现可持续发展, 包括生态、经济和社会可持续性方面的考虑。最后, 本文通过总结国内外案例, 对园林绿化技术创新与可持续发展实践的未来发展方向进行了展望。

关 键 词 : 园林绿化; 技术创新; 可持续发展

Technological Innovation and Sustainable Development Practice of Landscaping and Greening

Yang Chao, Wang Weidong

Jining Architectural Design and Research Institute Group Co., Ltd, Shandong, Jining 272000

Abstract : This article aims to explore the association between technological innovation in landscaping and sustainable development practice, by analyzing the current development status of landscaping technology, proposing some innovative technological solutions and exploring their application in practice. The article also discusses how to realize sustainable development in landscaping, including ecological, economic and social sustainability considerations. Finally, by summarizing domestic and international cases, the article looks forward to the future direction of technological innovation and sustainable development practices in landscaping.

Key words : landscape greening; technological innovation; sustainable development

引言

随着我国城市化进程的不断加快, 环境污染和土地资源紧张问题日益凸显, 尤其是城市园林绿地系统。传统的园林建设主要依赖人力、物力和财力投入, 资源消耗大, 建设成本高, 而且难以持续发展。在当前全球气候变化和生态环境恶化的背景下, 寻求一种绿色、高效、可持续的园林绿化技术创新方法, 对于提高城市生态环境质量, 促进城市可持续发展具有重要意义。

一、园林绿化技术的发展现状及趋势

(一) 园林绿化的定义和发展历程

园林绿化技术是指通过各种手段和方式, 包括植物种植、园林设计、生态修复、环境治理等, 以达到保护和改善生态环境、提高城市绿化水平、提升城市美观度和居民生活质量的目的。

园林绿化技术的发展历程可以追溯到古代园林建设。在古代, 园林绿化技术主要是通过植物种植和园林设计来实现的。园林绿化植物种植与养护技术管理不仅能够为城市带来美丽的景观, 提升人们的生活质量, 还具有保护生态环境、改善空气质量、调节气候等作用。^[1]例如, 中国古代的皇家园林和寺庙园林就是通过大量的植物种植和精心的园林设计来营造美丽的环境。

随着时间的推移, 园林绿化技术逐渐发展壮大。19世纪末, 随着城市化的进程加速, 园林绿化技术开始向城市扩散。20世纪

初, 随着生态保护和环境治理的理念逐渐深入人心, 园林绿化技术开始向生态保护和环境治理领域拓展。

在20世纪中后期, 随着科技的进步和人们环保意识的增强, 园林绿化技术得到了迅速发展。例如, 人工林营造、生态修复、城市绿化等技术的应用, 大大提高了园林绿化的效果和水平。

进入21世纪, 随着人们对环境保护和可持续发展的重视程度不断提高, 园林绿化技术也在不断发展和创新。例如, 生态园林、绿色园林、低碳园林等技术的提出和实践, 为园林绿化技术的发展注入了新的活力。

(二) 园林绿化技术的发展趋势

1. 绿色科技的应用: 随着绿色科技的不断发展, 越来越多的科技应用于园林绿化领域。例如, 利用生物新技术如植物基因编辑、生物制剂等提高植物抗病虫害、抗逆能力; 利用土壤生物修复技术改善土壤质量; 利用物联网、大数据等技术监测和管理绿化状况, 提高绿化效果。

2.生态友好型设计：未来的园林绿化设计将更加注重生态友好型设计，以实现人与自然和谐共生。园林绿化工程的苗木品种多样，通过灵活搭配多种苗木品种，可营造出更加丰富的园林景观效果。^[2]设计师将充分考虑地形、水文、土壤等自然条件，采用自然设计方法，构建富有生态内涵的园林景观。

3.资源节约与循环利用：在园林绿化中，资源节约与循环利用将成为重要的发展方向。通过采用节约型设计、绿色建筑材料、废弃物利用等技术，降低园林绿化项目对资源的消耗，减少环境污染。

4.智能化与信息化：随着信息技术的发展，未来的园林绿化将实现更高层次的智能化与信息化。例如，通过物联网技术实时监测园林绿化的生长状况，为绿化管理提供科学依据；利用大数据分析技术预测气候变化对园林绿化的影响，制定相应的应对策略。

二、可持续发展理念及其在园林绿化中的意义

（一）可持续发展的定义和内涵

可持续发展是一种追求经济、社会和环境协调发展的发展模式，其核心是在经济增长的同时，充分考虑到资源的合理利用、生态环境保护以及社会公平正义的实现。可持续发展理念强调在发展过程中，要充分发挥各种资源的作用，提高生产力和经济效益，同时保护生态环境，确保人类和后代能够在一个良好的自然环境中生活。

1.经济可持续发展：追求经济增长的持续性，实现资源的合理配置和高效利用，提高生产力，促进就业和减少贫困。在城市规划建设中，园林绿化属于重要内容之一，应结合城市规划实际情况，全面深层次的分析园林绿化施工特点，并制定

与之匹配的施工方案，使苗木的绿化、观赏优势得以充分发挥，为城市环境美化、空气净化等提供诸多助力，促进市民幸福感提升。^[3]

2.社会可持续发展：关注社会公平、公正，提高人民的生活水平和福利，实现教育、医疗、社会保障等社会服务的普及，促进人口和社会的和谐发展。

3.环境可持续发展：保护生态环境，维护生态平衡，减少污染和环境破坏，倡导绿色生产和消费，提高资源利用效率，降低环境风险。

4.资源可持续发展：合理开发和利用自然资源，实现资源的高效利用和循环利用，降低资源消耗和浪费，提高资源利用效率。

5.技术可持续发展：推广先进的技术和管理方法，提高生产力和经济效益，降低能源消耗和污染物排放，促进科技的环保和可持续发展。

（二）可持续发展在园林绿化中的重要性和意义

1.环境保护：园林绿化技术通过植物的种植、修剪、养护等手段，可以有效地净化空气、减缓水土流失、降低噪音污染等环境问题，从而为城市提供良好的生态环境。园林绿化工程能够让

城市变得更美，同时可利用植物来实现净化空气、收敛噪音等功能。^[4]可持续发展强调的是在保护自然环境的同时，实现人类社会的持续发展，这对于实现人与自然和谐共生具有重要意义。

2.资源节约：在园林绿化中采用创新技术，可以提高植物的成活率、降低养护成本，减少水、肥、药等资源的消耗。可持续发展要求合理利用资源，提高资源利用效率，降低资源消耗，从而降低对环境的压力。

3.社会效益：园林绿化不仅能够改善城市环境，提高人们的生活质量，还能够促进旅游业、健身业等产业的发展，带动地方经济的发展。绿化不仅通过美化城市环境改善了人们生活的品质，还为城市带来了经济效益。^[5]景观绿化在城市建设中发挥着重要的美观和环保作用，既可以种植在道路两旁以改善环境质量，又可以在城市内部进行美化。^[6]可持续发展强调经济、社会、环境等多方面的协调发展，园林绿化技术的创新和实践有助于实现这一目标。

三、园林绿化技术创新的探讨

（一）园林绿化技术创新的内涵和特点

1.园林绿化技术创新的内涵

园林绿化技术创新是指在园林绿化领域中，通过应用新技术、新方法、新理念等手段，实现园林绿化项目的创新和发展。在城市发展的过程中，市政园林绿化施工是城市改造的一种常见形式，它主要就是通过对自然环境的人工建立，促进人类居住环境及自然之间的协调发展，以此有助于自然、社会以及经济三者统一、和谐发展局面的构建。^[7]其内涵可以概括为“通过技术创新，推动园林绿化事业的发展”。

2.园林绿化技术创新的特点

1.技术性强。园林绿化技术创新主要涉及园林绿化工程的设计、施工、管理等方面的技术，需要具备较高的技术水平和专业知识。

2.创新性高。园林绿化技术创新旨在推动园林绿化事业的发展，需要不断地探索和尝试新的技术、方法、理念等，具有较高的创新性。

3.实践性强。园林绿化技术创新需要通过实践来验证和应用，需要具备较强的实践性和实用性。

4.环保性好。园林绿化技术创新需要符合可持续发展的理念，注重环境保护和生态平衡，减少对环境的负面影响。

5.社会影响大。园林绿化技术创新和应用能够对城市环境、生态环境、社会经济等方面产生积极的影响，具有较大的社会影响。

（二）园林绿化技术创新的现状

1.园林绿化技术创新的现状

随着我国经济的快速发展和城市化进程的加快，园林绿化事业得到了前所未有的关注和重视。为了提高园林绿化的效果和品质，我国在园林绿化技术创新方面进行了大量的研究和实践。目前，我国的园林绿化技术创新主要体现在以下几个方面：

1.绿色建筑与节能技术：绿色建筑和节能技术在园林绿化中的应用越来越广泛。例如，采用绿色建筑材料、节能照明和空调系统，降低建筑物的能耗，减少温室气体排放，从而实现园林绿化的可持续发展。

2.生态修复技术：高度重视绿化植物种类的选择。^[8]生态修复技术主要应用于城市园林绿化中，通过治理污染、改善土壤、恢复生态系统等措施，提高城市园林绿化的生态功能。随着现代化进程持续加快，城市绿化的重要性日益凸显，园林绿化是美化城市环境、创建绿色城市的重要工作之一。^[9]例如，采用生物炭、生态修复剂等材料治理污染土壤，提高土壤肥力和植物生长环境。

3.智能绿化技术：智能绿化技术利用现代信息技术，实现对园林绿化的智能化管理。例如，采用物联网、大数据等技术，对园林绿化的生长环境、植物生长状况等进行实时监测和分析，实现精准施肥、灌溉和病虫害防治。

4.水体治理技术：水体治理技术在水园林绿化中的应用越来越重要。例如，采用生物滤波、生态浮岛等方法，对水体进行净化和修复，提高水体自净能力，减少污染物的排放。

四、可持续发展实践在园林绿化中的特点

可持续发展实践是指在保护自然环境、促进人类健康和提高社会福祉的前提下，通过采用一系列的实践措施，实现经济、社会和环境的协调发展。

可持续发展实践具有以下特点：

1.综合性：在设计园林绿化时，要注意布局的合理安排，将“自然为本”作为基本原则。^[10]可持续发展实践不仅关注经济的发展，也关注社会和环境的发展，是一个综合性的实践。

2.长期性：可持续发展实践是一个长期的过程，需要长期规划、实施和监督，以确保其可持续发展性。

3.参与性：可持续发展实践需要社会各界的参与，包括政府、企业和个人，共同推动可持续发展目标的实现。

4.适应性：可持续发展实践需要根据不同的地区和环境，制定适应性的实践措施，以适应不同的自然环境和社会环境。

5.创新性：可持续发展实践需要采用新的技术和方法，推动经济、社会和环境的协调发展，以实现可持续发展的目标。

五、可持续发展实践在园林绿化中的应用现状

随着经济的发展和城市化进程的加快，我国城市园林绿地建设取得了显著成果，但同时也带来了诸多问题。为了实现园林绿地的可持续发展，我国开始在园林绿化技术创新与可持续发展实践方面进行探索。

1.绿色建筑与节能减排

在园林绿化中，绿色建筑和节能减排技术得到了广泛应用。绿色建筑通过采用绿色材料、绿色设计等手段，降低如果根部长期失水，苗木就会逐渐枯萎；如果灌水次数过多，苗木根系的呼吸就会不畅，苗木最终也将逐渐枯萎。^[11]建筑能耗和环境污染。

在园林绿化实践中，采用绿色建筑材料、节能灌溉系统、雨水收集和利用系统等，可以有效降低能源消耗，减少温室气体排放，为园林绿地提供更为可持续的发展基础。

2.生态修复与生物多样性保护

生态修复技术在园林绿化中的应用，主要体现在对城市园林绿地受到污染和破坏的生态环境进行修复和改善。通过生物多样性的保护和恢复，提高园林绿地的生态功能和观赏价值。目前，我国在园林绿化中已经成功应用了湿地保护、生物多样性保护等技术，有效提升了园林绿地的可持续发展能力。

3.园林废弃物资源化利用

园林废弃物是园林绿化的主要对立面，实现园林废弃物资源化利用对于实现园林绿地的可持续发展具有重要意义。当前，我国在园林废弃物处理方面已经取得了显著成果。例如，通过园林废弃物回收利用、生物质能生产、有机肥制备等方式，不仅降低了园林废弃物对环境的影响，还实现了资源的高效利用。

结束语

在总结园林绿化技术创新与可持续发展实践的过程中，可以看到，通过采用新的技术手段和理念，不仅可以有效地提高园林绿化的效率和质量，还可以更好地促进可持续发展的目标。

未来，需要进一步加强园林绿化技术创新和可持续发展的实践，不断探索和尝试新的方法和技术，以实现更高效、更环保、更可持续的园林绿化发展。同时，也需要加强国际合作和交流，共同推动全球园林绿化事业的发展和进步。

不断探索和创新的过程中，园林绿化技术将会越来越成熟和完善，可持续发展实践也将越来越广泛和深入，为人类社会和自然环境的和谐发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]杨克梅. 园林绿化植物种植与养护技术管理探究[J]. 河北农业, 2023,(12):33-34.
- [2]刘明燕. 提高园林绿化苗木成活率的技术措施及应用[J]. 广东蚕业, 2023,57(12):44-47.
- [3]王礼根. 园林绿化施工现状与苗木种植优化策略研究[J]. 中国住宅设施, 2023,(11):196-198.
- [4]李浩涛. 园林绿化养护技术分析[J]. 花木盆景, 2023,(09):92-94.
- [5]罗英涛. 园林工程坡面绿化施工技术[J]. 居舍, 2023,(30):130-133.
- [6]张建国. 园林绿化种植技术及施工技术研究[J]. 中国林业产业, 2023,(11):110-112.
- [7]吕庆龙. 市政园林绿化工程施工技术的应用探析[J]. 大众标准化, 2023,(15):146-148.
- [8]诸强. 园林绿化植物种植及养护技术管理研究[J]. 农业装备技术, 2023, 49(04):52-53.
- [9]郑金凤. 园林绿化中花卉栽培技术与养护管理措施[J]. 种子科技, 2023, 41(14):78-80.DOI:10.19904/j.cnki.cn14-1160/s.2023.14.026.
- [10]贾丹. 园林绿化植物种植及养护管理分析[J]. 河南农业, 2023,(20):31-32. DOI:10.15904/j.cnki.hnny.2023.20.004.
- [11]李志传. 城市园林绿化中乔木栽植与养护管理要点研究[J]. 房地产世界, 2023,(20):145-147.

建筑工程管理中的风险识别与应对策略研究

鲍淑贤

温州现代服务业发展集团有限公司, 浙江 温州 325000

摘要： 探讨建筑工程管理中的风险识别与应对策略。通过对相关文献的综合分析，首先界定了建筑工程管理中可能存在的各类风险，包括技术、经济、环境等方面。其次，提出了一系列有效的风险识别方法，如SWOT分析、风险矩阵法等。最后，针对不同类型的风险，探讨了相应的应对策略，包括风险转移、风险规避、风险减轻等。探讨结果为建筑工程管理者提供了重要的参考，有助于提升项目管理效率与风险应对能力。

关键词： 建筑工程；风险识别；应对策略

Research on Risk Identification and Response Strategies in Construction Project Management

Bao Shuxian

Wenzhou Modern Service Industry Development Group Co., Ltd, Zhejiang, Wenzhou 325000

Abstract： This paper aims to explore the risk identification and response strategy in construction project management. Through the comprehensive analysis of related literature, firstly, it defines all kinds of risks that may exist in construction project management, including technical, economic, environmental and other aspects. Secondly, a series of effective risk identification methods are proposed, such as SWOT analysis and risk matrix method. Finally, corresponding coping strategies are explored for different types of risks, including risk transfer, risk avoidance, risk mitigation and so on. The results provide important references for construction project managers and help to improve project management efficiency and risk response capability.

Key words： construction project; risk identification; coping strategy

引言：

建筑工程管理中的风险识别与应对策略对于项目成功至关重要。在竞争激烈的市场环境下，建筑项目往往面临多方面的挑战与不确定性。如何有效识别并应对这些风险，直接影响着项目的进展与成果。本文旨在深入探讨建筑工程管理中的风险问题，并提出针对性的解决策略，以期项目管理者提供实用指导，增强项目成功的可能性。

一、建筑工程管理中的风险分类与特点分析

建筑工程管理中的风险是指在建筑工程实施过程中可能导致目标无法实现或者产生负面影响的不确定性因素。对于建筑工程项目而言，风险是不可避免的，因此对风险进行准确分类与全面分析，是有效管理的前提。本文将从建筑工程管理中的风险分类与特点两个方面展开探讨。

建筑工程管理中的风险可分为多个方面，包括技术风险、经济风险、环境风险等。首先，技术风险是指在建筑工程施工和设计过程中可能出现的技术问题，如施工工艺不当、材料质量不过关等。其次，经济风险是指建筑工程在预算、成本、资金等方面可能出现的不确定性，如原材料价格波动、工程变更导致成本增加等。此外，环境风险则是指建筑工程所处环境可能带来的影响，如自然灾害、环境污染等。细分下去，还有政策风险、管理风险等。在实际项目中，这些风险往往交织在一起，相互影响，增加了管理的难度。

建筑工程管理中的风险具有一些特点，需要引起重视。首先，建筑工程项目通常具有长周期和大投资的特点，一旦发生风险，可能会造成巨大的损失。其次，建筑工程往往受多方因素影响，包括技术、市场、政策等，风险的发生可能性较高。再者，建筑工程项目的风险具有不确定性和复杂性，很难事先完全预测和控制。此外，建筑工程项目往往与环境、社会等因素密切相关，一旦发生风险可能对周围环境和社会造成不良影响。综上所述，建筑工程管理中的风险不仅具有多样性和复杂性，还具有不确定性和危害性，因此必须加以有效管理和控制。

在建筑工程管理中，准确分类和全面分析风险是确保项目顺利进行和成功实施的关键。通过对建筑工程管理中的风险分类与特点进行深入分析，可以更好地了解各种风险的本质和影响，为有效应对提供依据。在实际项目中，项目管理者应结合具体情况，制定相应的风险管理策略和应对措施，在我们的工程管理过程中，实行工程项目档案信息化管理工作，做好档案收集汇总工作，对普华系统归档程序进行优化，提高归档效率，督查普华工

程建设数字赋能全生命周期管控，对工程档案、审批等资料的全部上传工作进行监督，实现“办事无纸化、源头数据化、数据可视化”的“三化”目标，从而以降低风险对项目的不利影响，确保项目的顺利实施和成功完成。

二、风险识别方法探究：SWOT分析与风险矩阵法

风险识别是建筑工程管理中至关重要的一环，它能够帮助项目管理者全面了解项目面临的各种潜在风险，从而制定出相应的风险应对策略。SWOT分析与风险矩阵法是两种常用的风险识别方法，在建筑工程管理实践中得到了广泛应用。

SWOT分析是一种常用的战略管理工具，其名称来源于英文单词 Strengths、Weaknesses、Opportunities 和 Threats 的首字母缩写。在建筑工程管理中，SWOT分析被用于识别项目内部和外部的优势、劣势、机会和威胁。首先，项目管理团队需要对项目的内部优势和劣势进行评估，这包括项目团队的技能、资源、资金状况等方面。其次，项目管理团队需要分析外部环境中的机会和威胁，包括市场竞争、政策法规、经济形势等因素。通过SWOT分析，项目管理团队可以全面了解项目所面临的内外部环境，有针对性地制定风险管理策略。

风险矩阵法是一种基于风险概率和影响程度进行风险评估的方法。在建筑工程管理中，风险矩阵通常由一个二维矩阵组成，其中一维表示风险的概率，另一维表示风险的影响程度。根据项目的具体情况，项目管理团队可以将风险分为不同的等级，例如高、中、低。通过将风险的概率和影响程度相乘，可以得到各个风险的综合评分，进而确定风险的优先级。风险矩阵法能够帮助项目管理团队识别出对项目目标影响最大的风险，有针对性地制定风险应对措施。

以某大型建筑工程项目为例，项目管理团队采用SWOT分析和风险矩阵法进行风险识别。通过SWOT分析，项目团队发现项目具有良好的技术实力和市场前景（优势），但也存在人力资源紧缺和政策变化风险（劣势和威胁）。在风险矩阵法的应用过程中，项目管理团队根据历史数据和专家意见确定了各项风险的概率和影响程度，并将其绘制在风险矩阵中。通过对风险矩阵的分析，项目管理团队确定了一些高概率、高影响的风险，如自然灾害和供应链中断，并制定了相应的风险应对策略。在实务中，我们工程管理团队通过对所属公司开展工程领域突出问题专项自查、联合现场检查等多举措方式防范风险，推进项目进度。特别是深入攻坚项目一线，对建设工程项目目标后履约及现场项目管理开展为期半个月的检查，检查小组通过“一线摸排－剖析问题－整改纠治”的闭环模式，排除各项风险，进一步规范建设工程招标投标后履约及现场项目管理。

综上所述，SWOT分析和风险矩阵法是建筑工程管理中常用的风险识别方法，它们能够帮助项目管理团队全面了解项目的内外部环境，识别出潜在的风险，并制定相应的风险管理策略。在实际应用中，项目管理团队可以根据项目的具体情况选择合适的风险识别方法，并结合其他风险管理工具和技术，全面提升项目

的风险管理水平。

三、技术风险管理策略：以技术创新与规范合规为核心

技术风险在建筑工程项目中占据着重要地位，其管理涉及到项目的设计、施工、材料选用等方方面面。技术风险的不合理管理可能导致项目质量问题、工期延误甚至安全事故发生。因此，制定科学有效的技术风险管理策略至关重要，其中以技术创新与规范合规作为核心策略，既能推动项目的发展，又能确保项目的安全与质量。

技术创新是有效管理技术风险的关键之一。随着科学技术的不断进步，建筑工程领域也涌现出了许多新的技术和工艺，如BIM技术、智能建筑技术等。这些新技术的应用能够提高工程设计的精度、施工效率以及运行管理的便捷性，从而降低项目的技术风险。例如，BIM技术可以通过虚拟仿真来发现设计中的问题，避免施工过程中的不可预料情况，从而减少技术风险对项目造成的影响。此外，建筑工程管理者还应鼓励团队积极探索和应用新技术，引导企业进行技术创新，以提高项目的竞争力和抗风险能力。

规范合规是技术风险管理的重要保障。建筑工程项目的施工过程受到众多的技术规范和法律法规的约束，规范合规是确保工程质量和安全的基础。建筑工程管理者应当严格遵守相关的技术标准和法律法规，确保项目的设计、施工和运行符合国家标准和行业规范。例如，在设计阶段，项目团队应当根据国家和行业相关的设计规范进行设计，保证设计方案的合理性和可行性；在施工阶段，项目团队应当严格按照建筑施工工艺和安全规范进行施工，加强施工现场的管理和监督，确保施工过程安全顺利进行；在运行阶段，项目团队应当建立健全的设备运行维护制度，定期进行设备检查和维护，确保设备的正常运行。通过规范合规，可以有效降低技术风险对项目的影响，保障项目的顺利实施和运行。

综上所述，技术风险管理策略以技术创新和规范合规为核心，既能推动项目的发展，又能确保项目的安全与质量。建筑工程管理者应当重视技术风险管理工作，引导团队积极探索和应用新技术，提高项目的技术水平和创新能力；同时，严格遵守相关的技术标准和法律法规，确保项目的设计、施工和运行符合规范要求，降低技术风险对项目的影响，保障项目的顺利实施和运行。

四、经济风险管控措施：成本管理与财务风险防范

经济风险在建筑工程项目中是一个不可忽视的方面，涉及到资金投入、成本控制、盈利能力等多个方面。有效的经济风险管理是确保项目顺利进行和实现盈利的关键。在经济风险管控方面，成本管理和财务风险防范是两个重要的措施，本文将对其进行深入探讨。

成本管理是有效控制经济风险的重要手段之一。建筑工程项目的成本管理涉及到预算编制、成本控制、资源利用效率等方面。在项目立项阶段，项目管理者应根据项目的规模、性质和要求制定合理的预算，合理评估各项成本，并进行严格的成本控

制。成本控制包括对各项支出的监管和管控，确保不超出预算范围。同时，项目管理者还应注重资源的合理利用，提高资源利用效率，降低成本支出。例如，可以通过优化施工计划，提高施工效率；采用先进的工程技术和设备，降低施工成本；加强对材料采购的管理和监督，控制材料成本。在实务中，我们加强设计管理阶段的成本控制管理。通过树立项目全过程成本管控意识，坚持“源头把控、过程跟踪、精准结算、全面协同”的控制原则，加强对设计规范领域的深入学习和掌握运用，积极研究落实项目全生命周期服务方式，加强项目设计管理、预算管理、无价材料管理、施工方案管理及验收结算管理的成本控制，我所在工程管理团队牵头新会展公司，设计院、咨询单位配合，采取试桩桩基优化，主体结构、钢结构、幕墙工程优化及限额设计等方式，通过“线上+线下”多轮方案优化，新会展项目概算从110亿元优化为85.2亿元，优化投资成本约14.8亿元。上海嘉定工程费用概算7亿，经过优化后目前成本6.1亿，节约0.9万。通过有效的成本管理，可以降低项目的经济风险，确保项目的盈利能力和可持续发展。

财务风险防范是保障项目资金安全的重要措施。建筑工程项目涉及到大量的资金投入和资金流动，财务风险可能来自于资金的筹措、使用和管理等方面。在资金筹措方面，项目管理者应充分考虑项目的资金需求和筹措途径，选择合适的资金来源，避免出现资金短缺和断档的情况。在资金使用和管理方面，项目管理者应建立健全的财务管理制度和内部控制机制，加强对项目资金的监管和管理，确保资金的安全和有效使用。同时，项目管理者还应及时进行财务风险分析，识别和评估可能存在的财务风险，并采取相应的防范措施，如建立应急资金储备、购买财务风险保险等，以应对潜在的风险事件。我们工程管理团队在普华系统督导方面，不断完善普华系统，优化了普华系统支付流程发起，直接限制拦截超额的支付申请流程发起，有效防范了项目财务风险。通过有效的财务风险防范，可以有效降低项目的经济风险，保障项目的资金安全和稳定。

综上所述，成本管理和财务风险防范是有效控制建筑工程项目经济风险的重要措施。项目管理者应充分认识到经济风险对项目的影响，重视成本管理和财务风险防范工作，加强对项目成本和财务状况的监管和管理，降低项目的经济风险，确保项目的顺利实施和盈利能力。

五、环境因素与社会责任：可持续发展视角下的风险应对策略

环境因素和社会责任在建筑工程项目中日益受到关注，其管理涉及到项目对环境的影响和对社会的责任承担。在可持续发展的背景下，建筑工程项目面临着更加严峻的环境和社会风险，如环境污染、资源浪费、社会不公等问题。因此，制定科学合理的环境因素与社会责任风险应对策略至关重要，本文将对其进行深入探讨。

从环境因素的角度看，建筑工程项目的环境风险主要包括对生态环境的破坏、对资源的消耗以及对环境保护法规的违反等问

题。为了有效应对这些环境风险，项目管理者应采取一系列的措施。首先，加强对项目环境影响的评估和监测，及时发现和解决可能存在的环境问题。其次，推动绿色建筑和可持续发展理念的应用，采用节能环保的建筑材料和技术，降低项目对环境的影响。同时，建立健全的环境管理制度和环境保护机制，加强对环境保护法规的宣传和执行，确保项目的环境管理符合法律法规要求。通过这些措施，可以有效降低项目的环境风险，实现项目的可持续发展目标。

从社会责任的角度看，建筑工程项目的社会风险主要包括劳工权益、社会稳定以及公共安全等方面的问题。为了有效应对这些社会风险，项目管理者应采取一系列的措施。首先，关注和保护劳工权益，确保劳工的工资待遇和工作条件符合法律法规要求，防止出现劳工纠纷和社会不稳定。其次，加强对项目所在地社区的沟通和交流，关注社会民生问题，承担企业社会责任，为当地社区的发展做出贡献。同时，建立健全的安全管理制度和危机应对机制，加强对项目安全风险的管理和控制，保障项目的公共安全。通过这些措施，可以有效降低项目的社会风险，实现项目的社会责任和可持续发展目标。

综上所述，从可持续发展的视角看，建筑工程项目面临着严峻的环境和社会风险，需要项目管理者重视环境因素和社会责任，采取一系列的风险应对措施，保障项目的可持续发展。建筑工程管理者应充分认识到环境因素和社会责任对项目的影响，加强环境管理和社会责任管理，推动项目向可持续发展方向迈进，为实现经济、社会和环境的协调发展做出贡献。

结语：

在建筑工程管理中，对各种风险的科学应对至关重要。技术创新、成本管理、环境保护与社会责任是有效降低风险的关键策略。通过本文的探讨，希望能够引起建筑工程管理者对风险管理的重视，不断完善管理机制，实现项目的可持续发展与成功实施。

参考文献：

- [1]温咏. 建筑工程项目管理中的风险识别与应对[J]. 广西城镇建设, 2023(05): 51-54.
- [2]程铭希. 给排水工程风险管理中的风险识别及应对策略[J]. 四川水泥, 2022(03): 48-49+52.
- [3]高丽. 探究建筑工程安全管理中的风险识别与控制策略[J]. 门窗, 2014(09): 248.
- [4]纪英杰. 建筑工程管理中的风险管理研究[J]. 福建建材, 2016(01): 103-104.
- [5]王泽源. 建筑工程管理过程中的担保风险识别探讨[J]. 企业家天地半月刊(理论版), 2008(09): 49.
- [6]林峰生. 房屋建筑工程管理存在的问题及应对策略[J]. 散装水泥, 2023(05): 68-70.
- [7]陈杰. 浅析建筑工程管理影响因素及应对策略[J]. 中国住宅设施, 2023(09): 163-165.
- [8]陈美灿. 建筑工程管理中的风险分析及其防控措施[J]. 工程技术研究, 2022, 7(24): 116-118.DOI: 10.19537/j.cnki.2096-2789.2022.24.037.
- [9]吴常青. 浅议建筑工程管理中的风险管理[J]. 居舍, 2022(02): 163-165.
- [10]张国发. 浅议建筑工程管理中的风险管理[J]. 价值工程, 2020, 39(19): 13-14. DOI: 10.14018/j.cnki.cn13-1085/n.2020.19.007.

浅谈隐患排查治理方法研究与应用

梁锡林

国能北电胜利能源有限公司胜利发电厂，内蒙古 锡林浩特 026000

摘 要： 隐患排查治理方法研究与应用是重要的课题，涉及到社会安全和风险管理。基于此，文章介绍隐患排查治理方法的意义，分析当前隐患排查治理方法的研究现状，提出相关方法，探讨隐患排查治理方法的实践应用。经过实践证明，隐患排查治理方法不仅是学术研究的内容，更是实践中必不可少的工具，政府、企事业单位、社会组织都在积极应用这些方法，加强隐患排查和整改工作，不断总结经验教训，进一步完善治理方法，提高治理效果。

关 键 词： 能源；隐患排查；治理方法；应用

Research and application of hidden trouble investigation and treatment methods

Liang Xilin

Guoneng Nortel Shengli Energy Co., LTD. Shengli Power Plant Xilin Hot City, Xilinhaote Inner Mongolia, 026000

Abstract： The research and application of hidden danger investigation and management methods is an important topic, which involves social security and risk management. Based on this, this paper introduces the significance of hidden danger investigation and treatment methods, analyzes the current research status of hidden danger investigation and treatment methods, puts forward relevant methods, and discusses the practical application of hidden danger investigation and treatment methods. Practice has proved that hidden danger investigation and management methods are not only the content of academic research, but also an essential tool in practice. The government, enterprises and institutions, and social organizations are actively applying these methods, strengthening hidden danger investigation and rectification work, constantly summing up experience and lessons, further improving governance methods, and improving governance effects.

Key words： energy; hidden danger investigation; governance methods; apply

一、前言

近年来，随着社会经济不断发展，各行各业也面临着越来越多的安全隐患，为了保障人民群众的生命财产安全，隐患排查治理方法应用研究日益受到重视。所谓隐患排查治理方法是指对各行各业的安全隐患进行科学地分析，并提出相应的治理方法，合理控制安全隐患，保障人民群众的生命财产安全，这项研究工作在当前形势下具有重要意义。通过对各行各业的安全隐患进行科学排查，有利于及时发现潜在的危险因素，采取相应的措施进行治理，从而避免发生严重的安全事故，将企事业单位提供安全可靠的工作环境，保障员工的生命安全。通过对各行各业的安全隐患进行科学的研究和治理，可以减少事故的发生，避免因事故造成的人员伤亡和财产损失，保护企事业单位的正常经营，推动经济的可持续发展^[1]。

二、事故隐患的定义和分类

能源事故隐患是指在能源生产、传输、储存、使用过程中存在的潜在危险，以及可能引发事故的问题。能源事故隐患的存在

可能导致人员伤亡、环境污染、财产损失等严重后果，因此对其进行定义和分类具有重要意义。一般来说，能源事故隐患可以分为以下几类：

（1）设备安全隐患：包括设备老化、缺乏维护保养、设计不合理等问题。例如：电力设备的绝缘老化、输油管道的腐蚀、燃气设备泄漏等都可能引发火灾、爆炸等事故。

（2）安全管理隐患：涉及到安全规章制度不完善、操作人员素质低下、安全培训不到位等问题。如工人缺乏必要的安全知识和技能、施工现场的安全措施不够严格等都可能引发事故。

（3）电力系统隐患：电力设备故障、电网运行问题等，如电力变压器过载、电网负荷过大等都可能导致电力系统的故障，进而引发停电、火灾等事故。核能作为一种特殊的能源形式，其事故隐患尤为突出，主要包括核电站的设计缺陷、运营管理问题等。一旦发生核能事故，后果将不可估量，可能造成广泛的放射性污染和人员伤亡。

针对这些不同的能源事故隐患，需要采取相应的预防和控制措施，加强安全管理，建立完善的规章制度，加强操作人员的安全培训；定期检查和维护设备，确保其正常运行和安全性；加强对设备和电力系统的监测，及时发现并修复隐患。对于核能事故

* 作者简介：梁锡林 1985.12.14，男，蒙古族，内蒙古赤峰市，大学本科，工程师，从事电力安全管理（安全生产责任制、风险隐患、应急消防、承包商、安全监督等）

隐患，更需要高度重视，加强核电站设计和运营管理，确保其安全性。

三、能源企业事故隐患的相关特性

由于能源行业的特殊性质，这些企业存在着各种潜在的事故隐患。第一，高风险性。能源股份企业通常涉及到高风险作业和高危环境，如石油、煤炭、天然气等能源资源开采，以及加工过程中，往往会发生火灾、爆炸、中毒等严重事故。这些事故不仅会造成人员伤亡和财产损失，还可能对环境造成长期的污染。因此，能源股份企业要高度重视安全管理，加强风险评估和防范措施，确保生产过程的安全稳定；第二，技术复杂性。在能源企业生产过程中通常涉及到复杂的设备和技术，如石油钻井、煤矿开采、核电站运行等，这些技术要求企业具备高水平的技术人员和先进的设备，同时需要严格遵守相关的操作规程，一旦技术操作不当，就有可能引发事故。能源股份企业需加强技术培训和管理工作，确保员工具备必要的技术能力，设备处于良好的工作状态；第三，监管挑战。能源企业事故隐患监管面临着一定的挑战。一方面，能源股份企业的生产过程通常涉及到多个环节，监管难度较大；另一方面，能源企业往往具备较强的经济实力和政治影响力，对监管机构形成一定的压力。监管部门需要加强执法力度，提高监管效能，确保能源股业遵守相关的法律法规和安全标准。

四、能源企业事故隐患排查现状

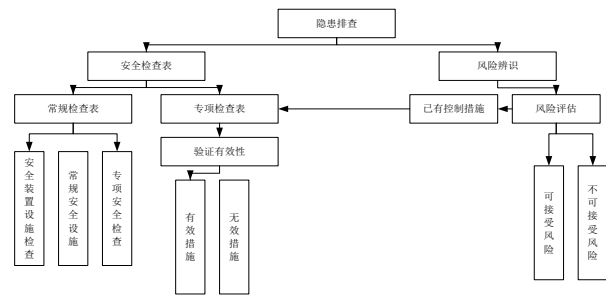
能源企业事故隐患排查是保障企业安全生产的重要环节，但在实践中存在各种问题。目前隐患排查手段过于单一，主要依靠人工巡检和常规设备检测，导致排查结果存在片面性。这种方式只能检测到一部分明显的隐患，对于隐蔽性较强的隐患很难发现。因此，需要引入更多的先进技术手段，如红外线、超声波等无损检测技术，以提高排查的准确性。同时，隐患排查过度依赖经验，所排查的隐患多为表面隐患，由于经验积累的不足和缺乏科学方法的支持，很多安全隐患只能通过经验判断来排查。这样容易忽视一些潜在的、非常重要的隐患。相关企业要加强人员培训，提高员工的专业知识和技能，同时引入科学的风险评估方法，以提高排查的深度和广度。另外，缺少科学的隐患分级管理方法也是问题，隐患排查后，往往会发现大量的问题，但如何根据风险程度进行合理的分级管理是一个挑战。目前，部分企业往往将所有隐患一视同仁，对所有问题都采取同样的措施，不仅浪费资源，还可能造成不必要的麻烦。工作人员要建立科学的隐患分级管理方法，根据隐患的严重性、可能性和紧急性等因素，制定相应的整改措施，以确保有限资源得到最有效的利用^[2]。

五、隐患排查治理方法的实践应用

（一）隐患排查工作思路

能源企业隐患排查工作是确保生产过程中安全的重要环节，

为了提高隐患排查的效率和准确性，本文采用安全检查表和风险评估两种方式相结合进行工作。安全检查表是一种系统化的方法，能全面检查能源企业的各环节，通过制定针对性的安全检查表，有条不紊地对关键设备、操作规程、工作场所等进行检查。安全检查表通常包括设备完好性、操作规程合理性、防护措施有效性等内容。通过逐项检查检查表，能发现潜在的隐患，并采取措施进行处理。而风险评估是一种定量分析的方法，能科学评估潜在的危险因素，确定其对安全生产的影响程度。根据评估结果，有针对性地制定控制措施，降低潜在风险的发生概率。风险评估通常包括对设备故障率、作业人员操作疏忽率、外部环境变化等因素考虑，通过风险评估，能准确判断隐患等级和优先处理顺序（如图1所示）。



> 图1 隐患排查的工作思路

在进行隐患排查工作时，将安全检查表和风险评估两种方式相结合，提高工作的效率和准确性。根据安全检查表的内容对企业的各个环节进行全面检查，发现可能存在的隐患点。然后，针对发现的隐患点进行风险评估，确定其重要程度和处理的优先级。通过这种方式，能有针对性地制定控制措施，降低潜在风险的发生概率，并及时采取相应的措施进行处理。在实施隐患排查工作时，要充分了解能源企业的生产过程和关键设备，对潜在的危险因素进行详细分析；建立健全的信息收集和反馈机制，及时获取有关安全生产的信息；加强隐患排查工作的宣传教育，提高员工的安全意识和应急处置能力^[3]。

（二）隐患排查检查表的制作思路

能源企业是社会经济发展的重要支撑，但在能源生产和运营过程中，也存在着各种安全隐患。为了确保能源企业的安全生产，制定一份系统的隐患排查检查表是十分必要的。下面将介绍工艺风险控制措施安全检查表、重点设备设施安全检查表和重要安全设施检查表的制作思路。

首先是工艺风险控制措施安全检查表。在能源生产过程中，工艺风险是一个重要的安全隐患来源。制作该检查表时，需要针对能源生产的不同工艺过程，列出相应的风险控制措施，并设置检查项目。例如：对于化石能源生产过程中的火灾风险，可以列出消防设施是否完善、火灾报警系统是否正常运行等项目，根据企业实际情况，添加其他可能存在的工艺风险控制措施。

其次是重点设备设施安全检查表。在能源生产中，某些设备设施的故障可能导致严重的安全事故，因此对这些重点设备设施进行安全检查是至关重要的。制作该检查表时，可以根据能源生产的具体设备和设施，列出相应的检查项目。例如：对于发电厂

中的发电机组，可以列出其运行状态是否正常、润滑系统是否正常等项目。还需结合设备的使用手册和安全规范，添加其他可能存在的安全检查项目。

最后重要安全设施检查表。能源企业为了确保安全生产，通常会配备相关重要的安全设施，如监控系统、紧急停车装置等。制作该检查表时，要列出这些安全设施的检查项目。例如，对于监控系统，可以列出摄像头是否正常工作、报警装置是否灵敏等项目。同样，还需结合安全规范和相关法律法规，添加其他重要安全设施的检查项目^[4]。

（三）隐患分级治理方法

（1）可能性分级

能源企业在为社会提供能源的同时也面临着许多安全隐患，对于这些隐患，企业必须采取有效的措施进行分级治理，以降低事故发生的可能性。为了更好地管理隐患并制定相应的整改方案，将隐患引发事故的可能性分为频繁、容易、偶然、很少四个级别。下表详细列出了这些级别及其特征。

表1 隐患引发事故的可能性分级表

级别	可能性	特征
频繁	高	隐患存在的概率非常高，几乎每天都有可能发生
容易	中高	隐患存在的概率较高，可能每周或每月发生一次事故
偶然	中低	隐患存在的概率较低，可能每年或每几年发生一次事故
很少	低	隐患存在的概率非常低，可能多年都不发生事故

根据隐患引发事故的可能性分级，能源企业可以制定相应的整改措施和管理策略。对于频繁级别的隐患，企业应该高度重视，并立即采取行动进行整改，这些隐患存在的概率非常高，如果不及时处理，可能每天都会发生事故。因此，企业要加强监督管理，采取紧急措施来消除这些隐患风险；对于容易级别的隐患，企业也需要高度关注，但相对于频繁级别的隐患，它们的发生概率较低。企业需制定定期检查和计划，及时修复这些隐患，以减少事故的发生概率。偶然级别隐患虽然存在的概率较低，但仍然需要企业进行规范管理，企业制定长期的隐患排查计划，定期对设备和工作环境进行检查，确保隐患得到处理。很少级别的隐患概率非常低，但也不能忽视，企业可将这些隐患列入定期安全培训和演练计划中，提高员工的安全意识和应急能力^[5]。

（2）事故后果严重程度分级

为了科学地评估和管理能源企业的隐患，根据事故可能引发的最终后果，将事故严重程度分为灾难性、危险性和轻度三个级别。具体的分级标准如下表所示：

事故后果严重程度	描述
灾难性	事故后果极其严重，可能导致大面积人员伤亡、环境破坏或财产损失巨大的灾难
危险性	事故后果较为严重，可能导致一定数量的人员伤亡、环境受到一定程度的破坏或财产损失较大
轻度	事故后果相对较轻，可能导致少量人员伤亡、环境受到轻微的破坏或财产损失较小

在对能源企业的隐患进行分级治理时，根据以下步骤进行

操作：

（1）对能源企业全面的隐患排查和风险评估。通过对企业的生产设备、工艺流程、安全规范等方面进行细致的检查，找出存在的隐患并评估其可能引发的事故后果。

（2）根据事故后果的严重程度，将隐患进行分类。根据上述事故后果严重程度分级标准，将各个隐患按照其可能引发的最终后果进行分类，确定其灾难性、危险性或轻度等级。

（3）制定相应的治理措施和应急预案。对于被归类为灾难性的隐患，需要制定更加严格的治理措施，并建立完善的应急预案，以最大限度地减少事故的发生和事故后果的扩大。

（4）加强监督和管理。能源企业应建立健全的安全生产管理体系，加强对隐患治理工作的监督和检查，确保各项治理措施的有效实施，并及时处理和消除新发现的隐患。

通过以上分级治理方法，能源企业科学评估隐患，有针对性地采取相应的治理措施，从而降低事故的发生概率，保障人民群众的生命财产安全，促进能源企业的可持续发展^[6]。

六、总结

综上所述，隐患排查治理方法的研究与应用是一个复杂而重要的课题。只有注重全面性、科学性、综合性和持续性，才能提高隐患排查治理的效果，确保工作安全。希望本文的结论能够对相关领域的工作者提供一定的参考和借鉴。

参考文献：

- [1]刘璐敏. 基于文本挖掘的施工安全隐患排查治理方法研究[D]. 湖北：华中科技大学，2022.
- [2]姜海东. 基于QC方法提高桥梁高墩施工隐患排查治理效率[J]. 低碳世界，2021, 11(1):155-156.
- [3]张建波. 浅谈安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制的工作方法与内容[J]. 中国盐业，2021(2):39-42.
- [4]陈颖，陶可，刘业娇，等. 非煤矿山风险分级管控和隐患排查治理建设方法研究[J]. 工业安全与环保，2021, 47(5):55-58.
- [5]河南省西浙高速公路建设有限公司. 公路工程建设隐患排查治理的信息化系统和使用方法：CN202210067629.2[P]. 2022-05-27.
- [6]绍兴建元电力集团有限公司. 基于人工智能的安全隐患排查治理策略匹配方法及系统：CN202110623859.8[P]. 2021-07-30.
- [7]张可信. 浅谈隐患排查治理工作的重点和难点[J]. 中国公共安全（学术版），2015, 000(003):14-18.
- [8]李保元. 浅谈建筑施工企业安全隐患排查治理管理实施[J]. 中华建设，2010(2):3. DOI:CNKI:SUN:CJJA.0.2010-02-024.
- [9]林丽娟，王立志. 浅谈风电建设项目安全隐患排查治理[J]. 安全生产与监督，2022(11).
- [10]马文亮. 浅谈环境安全隐患排查治理工作中存在的问题及对策[J]. 甘肃科技，2021, 37(17):3.D0I:10.3969/j.issn.1000-0952.2021.17.005.

浅谈飞机研制过程中的项目策划

周炎

中国航空无线电电子研究所, 上海 200233

摘要： 我国航空工业快速发展，飞机研制水平逐步提升，飞机研制项目类型逐渐多样化。由于飞机研制项目特性，具有资金投入大、周期长、技术复杂等特点，做好科学合理的项目策划，有助于保证飞机研制过程顺利进行，提升研制项目合理性。文章主要围绕飞机研制过程的项目策划进行分析，首先分析了飞机研制项目的流程和特点，然后分析了飞机研制过程项目策划的重要性，最后提出了飞机研制过程的项目策划要点，期待为飞机研制项目策划提供有效参考和支持。

关键词： 项目策划；飞机研制；项目管理；资源配置；风险管理

A Brief Introduction to Project Planning in the Process of Aircraft Development

Zhou Yan

China Aviation Radio Electronics Research Institute, Shanghai 200233

Abstract： The rapid development of China's aviation industry has gradually increased the level of aircraft development, and the types of aircraft development projects have gradually diversified. Due to the characteristics of aircraft development projects with large capital investment, long cycle and complex technology, scientific and reasonable project planning is helpful to ensure the smooth progress of aircraft development process and improve the rationality of development projects. The article mainly focuses on the project planning of aircraft development process, first analyzes the process and characteristics of aircraft development projects, then analyzes the importance of the project planning of aircraft development process, and finally puts forward the key points of the project planning of aircraft development process, and looks forward to providing effective reference and support for the planning of aircraft development projects.

Key words： project planning; aircraft development; project management; resource allocation; risk management

飞机作为航空工业的主要产品，研制过程较为复杂、多样，涉及到诸多的知识和技术。伴随着航空市场持续扩大，竞争日趋激烈，导致飞机研制项目面临着更加严峻的挑战。因此，在飞机研制过程中加强项目策划至关重要，有助于确定明确的项目目标，围绕具体目标合理化配置各类资源，以此来降低项目风险，对于提升项目成功率具有重要意义。综合研究飞机研制过程的项目策划内容，有助于丰富理论研究成果，为相关行业从业者提供借鉴和参考。

一、飞机研制项目的流程和特点

（一）研究流程

飞机研制是一个系统且复杂的过程，涉及到诸多环节，具体流程如下：①需求分析。飞机研制前，需要充分市场调查和分析，收集用户需求，分析技术可行性，借此来了解飞机研制的主要目的、性能要求 and 经济指标等，为后续的设计工作开展奠定基础。②概念设计。在需求分析基础上，结合用户需求和市场发展趋势，创新提出飞机研制设计思路，包括气动外形、总体布局 and 性能参数等，通过概念设计初步评估设计方案优劣和可行性，为后续设计环节奠定基础。③初步设计。概念设计经过初步认可后即进入到初步设计阶段，其中涉及到飞机总体布局、动力系统、结构系统以及航电系统等内容，明确各个系统性能指标、接口标

准。初步设计完成后，评审和验证初步设计方案，保证设计方案合理性。④详细设计。在初步设计基础上，对飞机结构、系统、零部件等细致设计，并制定合理的生产工艺，保证飞机后期制造性能^[1]。⑤制造与装配。详细设计阶段后即进入到制造与装配阶段，结合设计图纸和工艺要求，对零部件进行加工、制造和装配，并严格控制这个环节的质量，保证零部件性能和质量符合设计要求。⑥测试与评估。在完成了飞机制造环节后，应及时做好飞机的测试和评估，包括飞行测试、地面测试等。此类测试主要是为了检验飞机性能 and 安全性，保证飞机项目能够满足使用需求。⑦交付与使用。测试和评估后，飞机交付给客户使用^[2]。

（二）特点

飞机研制项目有别于其他项目，表现出鲜明的特点，具体如下：①技术复杂。飞机研制项目涉及到多个技术领域，包括材料

科学、结构力学、空气动力学、发动机技术、航电系统等,各种技术学科之间交叉影响,需要跨学科专业知识和技术团队深入研究。而随着新技术和新材料涌现,飞机研制的难度提升。^②资金投入较大。飞机研制项目离不开大量资金支持,主要包括材料费、设备购置费、研发经费等,这些费用总量往往达到了十亿甚至上百亿人民币,对于企业的经济实力有着较高要求^③。^③研制周期长。飞机研制的周期较长,通常需要数年完成,无论是前期的需求分析,还是后期详细设计和装配,各环节都需要大量的人力、物力和财力投入。由于资金投入大,导致飞机研制过程中伴随着一系列不确定性,致使项目研制周期随之延长。^④风险因素多。飞机研制项目中伴随着诸多风险,包括财务风险、市场风险以及技术风险等。其中财务风险主要表现在资金筹措和成本控制等;市场风险则表现为市场需求变化以及竞争对手动态等因素;技术风险则表现在技术更新快、技术难度快等因素。这些因素的存在,不同程度上影响到飞机研制项目成本、进度和质量^④。

二、飞机研制过程中项目策划的重要性

(一) 明确项目目标

在飞机研制过程中,项目策划具有重要作用,首要一点是明确项目目标。清晰、明确的项目目标,对于飞机项目成功具有重要意义。明确项目目标可以为飞机研制过程提供方向指导,从项目启动到后期交付环节,都需要紧紧围绕项目目标进行,保证项目方向不偏离^⑤。明确项目目标,有助于合理规划项目所需的人力、物力和财力等资源,保证项目过程中合理化配置各类资源,避免资源浪费,提升资源利用率。同时,在飞机研制项目中,明确项目目标,设定合理的评估标准,可以量化评估项目成果,衡量项目是否达成预期目标。另外,清晰的项目目标,能够增强团队成员凝聚力,在协作配合下,保证项目顺利进行。

(二) 促进资源优化配置利用

飞机研制项目中做好项目策划工作,有助于促进资源优化配置利用。项目策划阶段,通过对项目需求深入分析和评估,能够实现各类资源合理配置利用。在此基础上,加强项目策划能够有效提升资源利用率,避免资源闲置和浪费。实际上,飞机研制项目涉及到多个部门和阶段,对于资源需求有所不同,在项目策划时多方考虑各阶段资源需求,预测资源供给情况,制定科学合理的资源调配计划,平衡资源需求与供给,确保各阶段可以获得充足的资源支持^⑥。优化资源配置,可以降低项目成本,将项目成本控制在合理范围内,有效防范项目成本风险。

(三) 减轻项目风险

飞机研制过程中加强项目策划,能够有效降低项目风险,提升项目成功率与可靠性。首先,在项目策划过程中,加强项目风险识别与评估,项目风险包括供应链中断、技术难题和资金短缺等,综合评估此类风险因素,把握具体影响程度,可以为后续项目风险防控提供参考依据。其次,识别项目风险后,制定有效措施,选择合适的供应商,加强技术攻关以及资金筹措,能够及时有效应对各类风险,最大程度上减少风险对项目顺利进行带来的

不利影响。最后,项目策划要持续跟踪监控项目进展,定期评估项目中的风险,便于结合项目实际情况动态调整应对策略,将项目风险始终控制在合理范围内^⑦。

(四) 提升项目成功率

飞机研制过程环节众多,集合了多个技术领域,加强项目策划,能够有效提高项目成功率。项目策划强调确定一个明确同意的目标和规划,有助于为项目顺利进行提供目标导向,围绕项目目标来细化具体步骤、时间表以及关键里程碑,促使工作团队对项目整体进度、成果有着清晰认知。与此同时,加强项目策划,还可以实现项目团队成员之间紧密沟通和交流,落实职责到实处,增强团队成员之间信息和经验交流,共同解决问题,在提高团队凝聚力同时,更进一步提高项目成功率^⑧。

三、飞机研制过程中项目策划要点

(一) 项目组织结构设计

飞机研制过程中加强项目策划,一项重要内容是加强项目组织结构设计,确定合理的目标和任务,为各阶段、子项目制定明确的目标,促使项目团队可以准确理解和执行。飞机研制项目涉及到多个环节,各阶段需要多部门、技术人员共同参与,明确具体职责和任务,保证项目各阶段工作顺利进行。项目管理队伍是项目组织结构设计的主要内容,需要项目管理队伍人员具备丰富的管理经验、组织协调能力,为项目整体策划、监督和控制提供坚实保障^⑨。同时,为了实现飞机研制涉及的部门紧密协作,应建立跨部门协作机制,确定合适的跨部门协作方式、沟通渠道,以便于项目信息大范围传输和共享。

(二) 编制项目进度计划

飞机研制项目进度计划是一项重要内容,工作前要确定具体的目标和范围,围绕各阶段目标和范围优化调整进度计划,全方位覆盖项目各阶段任务。编制项目进度计划过程中,工作人员要细致分析各项任务之间的依赖关系,识别关键路径,分析哪些任务对项目进度影响最大,在此基础上合理化配置各类资源,安排项目时间,提升项目整体进度协调性^⑩。项目目标确定后,应细致计算和评估项目各项任务的时间、消耗资源,借此来提升项目进度计划合理性。同时,项目时间估算中,也要综合考量风险因素、资源限制和技术难度等因素。在完成上述环节后,编制合理的项目进度计划,主要是采用网络图、甘特图和关键路径法(CPM)呈现,能够较为直观的展示项目各阶段、个任务具体时间进度要求。在制定项目进度计划后,应对计划可行性进行检验,分析各环节伴随的不确定因素。要认识到,项目进度计划随着项目进行和外部环境变化而优化调整,需要实时监控项目进度计划执行情况,在发现偏差或延误时,分析具体原因,寻求合理措施及时优化调整,保证项目按照既定计划进行^⑪。

(三) 项目成本估算和预算

飞机研制是一项庞大、复杂的工程项目,成本估算和预算则是项目策划的一项重要内容。项目成本估算前,确定项目所需要的材料、资源、人力和设备等,并确定资源数量、质量和价格,

保证成本估算覆盖项目所有成本要素。为了提升项目成本估算准确性,应收集项目相关成本数据,这些数据来源于类似项目、历史项目、市场价格以及供应商报价等,通过对这些数据分析,确定飞机研制所需要资源的价格趋势和波动范围。飞机研制中多选择参数估算法、类比估算法和自下而上估算法等进行成本估算^[12]。如,对于一些历史数据丰富和技术成熟的项目,采用类比估算法;不确定性大、技术复杂的项目,则选择自下而上估算法。

（四）项目风险管理

军用飞机研制过程复杂,具有诸多不可控因素,因此研制过程的风险较高。所以,在项目策划中,应综合考量项目中伴随的风险,做好项目风险管理。为了保证飞机研制成功,应设立专门的风险管理组织结构,加强项目风险识别,可以运用德尔菲法、头脑风暴和故障树分析等方法,全面识别飞机研制中的各类风险,包括但不限于供应商延迟、技术难题、法规变化以及资金短缺等^[13]。在此基础上,评估这些因素的影响程度,确定优先处理风险。针对识别出的风险,项目队伍针对性制定应对措施,包括风险转移、风险规避、风险减轻等措施。对于技术难题,项目队伍可能投入更多资源进行研发,如果是供应商延迟,则可以同供应商协商交货时间,或是寻找代替供应商,借此来有效应对项目中的各类风险。

（五）项目质量管理

项目策划阶段,应合理的项目质量目标,保证项目目标细致、可衡量,同项目总体目标相一致。如,设定飞机某些关键

指标合格率、缺陷率等指标,保证项目团队清楚和认同这些质量目标。同时,项目策划阶段要建立一套契合实际情况的质量管理体系,编制质量计划,制定有效的质量控制措施贯彻落实到项目执行各环节^[14]。相关质量管理人员要明确自身职责和权限,严格遵循具体流程开展工作。

飞机研制中药制定合理的质量标准、规范,项目策划阶段明确这些标准和规范,纳入到质量管理体系中。为了确保项目团队成员具有足够的质量意识,在项目策划阶段应定期组织质量培训活动,增强项目团队成员的质量意识,能够全方位提升项目团队成员的质量意识,提升项目策划合理性。为了调动工作人员主动参与到项目质量管理工作中,也要建立相较于完善的奖惩机制,定期评估和考核工作人员工作情况,对于表现优异的人员予以奖励和肯定。反之,对于工作存在偏差的人员则给予处罚,最大程度上调动工作人员积极性,为项目质量管理持续改进提供坚实保障。

结论：

综上所述,飞机研制过程中涉及到诸多缓解,需要多部门协调合作,为了保证项目顺利进行,减少不确定性因素干扰影响,做好项目策划工作至关重要。因此,应建立专业的项目策划团队,完善配套制度体系,提升人员的专业能力和责任意识,依据标准流程开展工作,切实提升项目策划合理性,保障飞机研制项目成功。

参考文献：

[1] 赵亮, 张思琪, 张述涛. 民航设计企业工程总承包项目管理体系建设 [J]. 综合运输, 2024, 46 (03): 86-91.
[2] 归永嘉, 李韶华, 雷杰佳. 重启研制大飞机的论证——《张彦仲传》摘编(一) [J]. 大飞机, 2023, (12): 8-10.
[3] 李国峰, 冯立昇. 缺环跃进与全链逐进: 技术追赶的路径抉择——以民国时期的飞机研制为例 [J]. 咸阳师范学院学报, 2023, 38 (06): 74-82.
[4] 史晓辉. 飞机研制过程仿真分析数据管理方法研究 [J]. 智能制造, 2023, (04): 84-89.
[5] 赵作家, 安晓强. 面向飞机研制全生命周期的单架次、模块化技术状态管控研究 [J]. 飞机设计, 2023, 43 (04): 18-25.
[6] 尹伟, 韩光辉, 肖前远, 缪万胜, 康介祥. 面向民用飞机的复杂航电系统软件研制与管理方法 [J]. 航空工程进展, 2023, 14 (04): 158-167.
[7] 吕梁. 腾飞吧, 中国大飞机 肆——首架国产大飞机总设计师马凤山 [J]. 大飞机, 2023, (02): 80-81.
[8] 王伟. 民航机场建设工程全过程 BIM 应用总体策划研究 [J]. 工程建设与设计, 2022, (10): 219-222.
[9] 罗旭升, 陈恒锐. 基于 GJB5000A 三级要求的军用软件项目策划技术研究 [J]. 信息通信, 2019, (08): 74-75.
[10] 张祖明, 初立英, 王喜生, 陈国峰. 某型飞机雷达罩喷涂室建设项目的策划与实施 [J]. 航空维修与工程, 2017, (06): 39-41.
[11] 孟凡桐, 弋强. 基于无人机定制化系统集成项目管理方法研究 [J]. 现代商贸工业, 2017, (17): 104-106.
[12] 张国峰. 民航飞机维修任务自动分配系统项目策划研究 [D]. 华中科技大学, 2014.
[13] 姜薇, 潘静, 丰廷宗. 民航飞行学员认知能力倾向测试系统的研制及信效度检验 [J]. 解放军预防医学杂志, 2014, 32 (02): 122-124.
[14] 张超, 徐红专, 陈乾宏, 汪洋一龙. 基于民航标准 CTSO-C71 电气性能试验台的研制 [J]. 计算机测量与控制, 2012, 20 (09): 2463-2466.

基于供应链的物资管理效率提升分析

孙欣

国网吉林省电力有限公司吉林供电公司, 吉林 吉林 132000

摘 要 : 如今随着经济的全球化和信息技术的飞速发展, 企业面临着前所未有的竞争压力, 其中物资管理作为企业运营的重要环节, 其效率的高低会直接影响到企业的成本、运营速度和客户满意度, 供应链管理是一种集成的管理思想和方法, 它将供应商、制造商、分销商、零售商和最终用户连成一体, 通过对信息流、物流、资金流的控制, 实现从整体最优的角度对供应链进行管理, 因此本文将从供应链管理的视角, 探讨如何提升物资管理的效率, 希望能够为企业提供一些有益的参考。

关 键 词 : 供应链; 物资管理; 效率提升

Efficiency improvement analysis of material management based on supply chain

Sun Xin

State Grid Jilin Electric Power Co., LTD Jilin Power Supply Company, Jilin, Jilin 132000

Abstract : Nowadays, with the globalization of economy and the rapid development of information technology, enterprises are facing unprecedented competitive pressure. Among them, material management, as an important link of enterprise operation, its efficiency will directly affect the cost, operation speed and customer satisfaction of enterprises. Supply chain management is an integrated management idea and method. It integrates suppliers, manufacturers, distributors, retailers and end users, and realizes the overall optimal supply chain management through the control of information flow, logistics and capital flow. Therefore, this paper will discuss how to improve the efficiency of material management from the perspective of supply chain management, hoping to provide some useful references for enterprises.

Key words : supply chain; materials management; efficiency improvement

引言:

在全球化和信息化迅速发展的今天, 企业面临着日益复杂和动态的市场环境, 其中供应链作为企业运作的核心环节, 其管理效率直接关系到企业的生存和发展, 而在供应链管理中, 物资管理作为重要的一环, 对企业的采购运营和市场响应速度具有重要影响, 但是由于当前许多企业在物资管理方面仍存在信息不对称、库存管理不当、供应商管理薄弱等问题, 制约了企业的整体运营效率, 因此为了应对这些挑战, 提升物资管理效率成为企业亟待解决的问题。

一、供应链管理与物资管理效率

(一) 优化资源配置与减少运营资本占用

供应链管理在物资管理中的应用, 对于优化资源配置和减少运营资本的占用起到了关键作用, 因为在传统的物资管理模式中, 企业可能面临着资源浪费、库存积压和资金流动性差等问题, 而通过引入供应链管理的理念和方法, 企业能够更好地整合内外部资源, 实现资源的高效利用; 欧日在供应链管理的框架下, 企业可以与供应商建立长期稳定的合作关系, 通过信息共享和协同计划, 优化供应商网络和运输网络, 这种优化不仅能够减少不必要的库存积压, 还能降低仓储和物流成本, 而且通过合理

的采购计划和库存管理, 企业可以减少运营资本的占用, 提高运营资本的流动率, 从而增强企业的财务稳健性和抗风险能力^[1]。

(二) 强化合作与降低成本

供应链管理强调供应链各参与方之间的紧密合作与协同, 这种合作模式在物资管理中发挥着重要作用, 因为通过加强供应商、采购商、分销商等各环节之间的沟通与协作, 企业可以实现采购、运输、仓储等成本的有效降低, 具体来说供应链管理促使企业与供应商建立战略合作伙伴关系, 共同寻求成本降低的途径, 例如通过联合采购、集中采购等方式, 提高采购规模, 从而降低采购成本; 通过优化运输和仓储流程, 降低物流成本和库存持有成本, 这些措施共同作用于企业的物资管理过程, 帮助企业

* [作者简介] 孙欣, 1991.02.24, 女, 汉族, 吉林省梅河口市, 硕士研究生, 物资管理。

实现成本的有效控制，提升市场竞争力^[2]；同时这种合作模式还有助于提高供应链的整体响应速度和灵活性，使企业能够更快地适应市场变化，满足客户需求，这不仅有助于提升客户满意度，还能进一步增强企业的市场竞争力。

二、物资管理的重要性

（一）确保物资供应的及时性与稳定性

物资管理在企业的日常运营中扮演着举足轻重的角色，其核心作用在于确保物资供应的及时性与稳定性，这一管理过程涉及从原材料、零部件到辅助材料的全方位管理，旨在通过科学、系统的手段，确保企业所需物资的及时供应，特别是在物资管理过程中，采购计划的制定尤为关键，因为它可以基于对市场趋势的准确分析和企业需求的细致了解，为企业采购活动提供了明确的方向；而精细的库存管理则可以确保物资供应稳定性，因为通过实时监控库存水平，企业能够及时调整采购策略，避免库存积压或短缺，确保采购过程的连续性和稳定性；除此以外物资管理还涉及到成品的储存和配送，有效的物资管理能够确保成品在储存过程中保持其品质和价值，同时通过合理的配送策略，企业能够迅速响应市场需求，将产品送达客户手中，提升企业的市场响应速度和客户满意度^[3]。

（二）优化资源配置，提高运营效率

物资管理在企业运营中扮演着优化资源配置、提高运营效率的重要角色，因为通过精细化的物资管理流程，企业能够更加精准地掌握库存状况，确保资源的有效利用，一方面精细化的物资管理有助于避免库存积压和浪费，毕竟通过实时监控库存水平和物资流动情况，企业便能够准确预测库存需求，及时调整采购计划和库存策略，避免过多的库存积压占用资金，减少物资损耗和浪费，从而降低库存成本；而另一方面，物资管理还能帮助企业预测物资需求，提前进行采购和储备，并基于对历史销售数据、市场需求和采购计划的综合分析，企业能够更准确地预测未来一段时间内的物资需求，提前进行采购和储备，确保过程的连续性和稳定性，这种预见性的物资管理策略能够降低采购中断的风险，提高采购效率，同时也有助于优化资源配置，减少资源浪费^[4]。

（三）可以提高市场响应速度

市场环境变化迅速，企业必须具备快速响应市场需求的能力，以应对激烈的竞争，而高效的物资管理就是实现这一目标的关键因素之一，因为通过实时的库存监控和灵活的物资调配，企业就能够迅速调整计划，满足市场需求的变化；而且良好的物资管理能够缩短物资的采购和供应周期，加快采购速度，从而更快地推出新产品，占领市场先机^[5]；同时精准的物资管理还能确保产品质量的稳定，提升客户满意度和品牌忠诚度，总之通过提升物资管理效率，企业可以大幅度提高市场响应速度，增强市场竞争力，保持在行业中的领先地位。

（四）可以增强企业的整体竞争力

物资管理的效率不仅影响到企业的采购和运营成本，还会直

接关系企业的整体竞争力，其中通过优化物资管理，企业能够实现资源的合理配置和有效利用，提高采购效率和产品质量，从而在市场竞争中占据优势地位；而且科学的物资管理能够确保企业在面对市场变化时保持灵活性和应变能力，及时调整策略，抓住市场机会；除此以外物资管理的提升还可以推动企业内部管理水平的提高，促进各部门之间的协同合作，形成良好的企业文化和管理体系，这些因素综合起来，将显著增强企业的整体竞争力，确保企业在激烈的市场竞争中立于不败之地^[6]。

三、当前物资管理存在的问题

（一）信息不对称和信息化水平低

在当前物资管理中，信息不对称和信息化水平低是普遍存在的问题，这是由于当前信息流通不畅，所以企业在物资采购、储存和配送过程中往往无法及时获取准确的信息，从而导致决策失误和效率低下；而且信息不对称也会影响企业与供应商之间的合作，造成供应链的不稳定性和风险；除此以外信息化水平低也限制了企业对物资管理的监控和分析能力，无法及时发现问题并加以解决，进一步影响了物资管理的效率和质量，所以由此可见加强信息化建设，提升信息流通和共享能力，对于解决信息不对称和提高信息化水平至关重要。

（二）库存管理不当

另一个当前物资管理面临的问题是库存管理不当，一方面库存过多会占用大量资金，增加存储成本，对企业的资金流动性和经营效率造成负面影响；另一方面，库存不足又会影响到出产速度，导致订单无法及时完成，客户满意度下降；除此以外库存管理不当还可能导致物资过期、腐坏或损坏，造成资源浪费和损失，因此企业需要加强库存管理，根据实际需求合理规划库存水平，优化供应链各环节的协调和配合，以确保库存的准确性和有效性。

（三）供应商管理薄弱

由于对供应商的选择和评估缺乏科学的方法，所以大部分企业往往无法准确评估供应商的实力和信誉，从而导致合作关系的不稳定和供应质量的不确定性，特别是如今一些企业可能会面临供应商资金链断裂、质量问题等风险，这将会影响其物资供应的稳定性和可靠性；同时再加上供应商管理薄弱还会影响到供应价格的谈判和成本的控制，对企业的经营利润产生负面影响，因此加强供应商管理，建立科学的供应商评估体系，对供应商进行全面的考察和评估，是解决供应商管理薄弱问题的关键。

（四）风险管理不足

最后当前物资管理还存在风险管理不足的问题，这是由于企业缺乏系统的风险管理机制，所以往往无法及时发现和应对潜在的风险，一旦出现突发事件，往往会导致采购和供应链的不稳定，例如自然灾害、供应商破产、政策变化等因素都可能对物资供应和采购造成影响，影响企业的正常经营，因此企业需要建立健全的风险管理体系，制定相应的应急预案，提前预警和应对各类风险，保障物资管理的稳定性和可靠性。

四、基于供应链的物资管理效率提升策略

（一）整合供应链

在电力行业中，供应链的整合显得尤为关键，因为电力输送、配送等环节的紧密配合，是确保电力稳定供应的基石，而整合供应链意味着将这些环节融为一体，形成一个高效运作的系统，以实现资源的最大化利用和浪费的最小化，其中电力输送的连续性会要求供应链中的原材料供应必须稳定可靠，如通过与供应商建立稳固的合作关系，电力行业可以确保煤炭、天然气等关键原料的及时供应，从而维持电力的持续进行整合供应链，还有助于电力行业更好地预测市场需求，调整采购计划，以满足用户不断变化的用电需求；而且在电力输送和配送环节，整合供应链可以带来更为显著的效益，如通过优化电网布局和提升配送效率，电力行业就能够减少电力在传输过程中的损耗，从而提高电力资源的利用率，这不仅有助于降低运营成本，还能为环境保护做出贡献；最后整合供应链还能加强电力行业对突发事件的应对能力，例如在面临自然灾害、设备故障等紧急情况时，通过整合供应链资源，电力行业可以迅速做出反应，确保电力供应的稳定性和安全性^[7]。

（二）采用信息技术

信息技术在电力行业供应链管理中扮演着至关重要的角色，例如物联网、大数据分析等先进技术的应用，可以使得供应链的实时监测和管理成为可能，如通过物联网技术，电力行业可以实时追踪物资的位置和状态，确保物资在供应链中的顺畅流动；而大数据分析则能够帮助企业深入挖掘供应链数据中的价值，预测市场需求和供应趋势，从而做出更为明智的决策。除此以外信息技术的应用不仅能够提高供应链的可见性和透明度，还能大大提升供应链的效率和响应速度，所以企业可以根据实时数据及时调整采购计划和物流安排，以应对市场的快速变化。

（三）强化风险管理

电力行业的供应链面临着诸多风险因素，如自然灾害、供应中断、价格波动等，因此强化风险管理对于保障电力供应的连续性至关重要，其中建立全面的风险评估机制是风险管理的第一步，因此电力行业需要对供应链中的各个环节进行细致的风险评估，识别出潜在的风险点，并制定相应的应对措施；同时建立预

警机制也是必不可少的，所以电力行业可以通过实时监测供应链中的关键指标，在风险事件发生前及时发出预警，从而赢得宝贵的应对时间^[8]；最后强化风险管理还需要电力行业与供应商、分销商等合作伙伴建立紧密的沟通机制，如在面临风险事件时，各方能够迅速协调行动，共同应对挑战，确保电力供应的稳定和安全。

（四）推进绿色物流

如今随着环保意识的日益增强，绿色物流已成为电力行业供应链管理的重要方向，所以通过应用全品类物料组采购配网协议库存，电力行业编可以提高库存利用效率，减少不必要的浪费，例如推广智慧物流应用是实现绿色物流的关键。物联网传感器终端的在线监测功能可以实时掌握配送的位置和状态，引导供应商优化装载策略、科学规划路径，这不仅可以提高物流效率，还能减少能源消耗和污染排放；除此以外建设绿色仓库也是推进绿色物流的重要举措，所以可以通过合理规划库址库区、应用先进物流技术，去减少仓库运营过程中的污染排放，提高仓储效率；除此以外绿色仓库的建设还有助于提升企业形象，增强社会责任感。

结语：

总而言之，在全球经济一体化和信息化时代的大背景下，物资管理效率的提升已成为企业持续竞争优势的关键，所以本文从供应链管理的视角出发，深入探讨了物资管理效率的提升策略，并通过整合供应链、应用信息技术、强化风险管理以及推进绿色物流等多方面的措施，去实现对物资流、信息流和资金流的高效协同管理，进而提高市场响应速度，降低运营成本，并增强整体竞争力。特别是在电力行业，这些策略的应用显得尤为重要，毕竟电力作为国民经济的基石，其供应链的稳定性和高效性直接关系到国家经济的健康发展，因此电力行业应积极探索和实践这些先进的物资管理理念和方法，以适应新时代的要求，实现可持续发展，而且相信未来随着技术的不断进步和市场环境的不断变化，物资管理也将面临更多的挑战和机遇，所以企业应保持敏锐的市场洞察力，不断创新和完善物资管理体系，以应对日益复杂多变的全球竞争环境。

参考文献

- [1] 王星雨. 现代物流与供应链管理在企业中的应用 [J]. 现代营销 (经营版), 2020 (12): 94-95.
- [2] 朱建芳, 李光. 基于供应链管理的企业物资采购工作优化 [J]. 中小企业管理与科技 (下旬刊), 2020 (11): 21-22.
- [3] 李华, 黄靖锋. 企业供应链管理问题及对策 [J]. 现代营销 (下旬刊), 2020 (11): 50-51.
- [4] 陈媛. 企业内部供应链管理问题及对策 [J]. 中国市场, 2020 (27): 169-170.
- [5] 陈红. 大数据背景下企业供应链管理创新策略研究 [J]. 商业经济, 2020 (8): 74-75+105.
- [6] 林鼎宇. 企业物流信息化的发展及在供应链管理中的应用 [J]. 现代营销 (下旬刊), 2020 (11): 44-45.
- [7] 谢丹红. 电力物资企业物流管理模式初探 [J]. 华北电力技术, 2009, 12: 5-7, 14.
- [8] 史志峰. 电网企业物资集约化发展的驱动机制研究 [J]. 电子技术与软件工程, 2013, (12): 75.

矿山建筑施工安全不利因素及预防措施

张璐

江西龙鼎企业管理集团南方矿山建设有限公司，江西 上饶 334200

摘要： 本论文系统论述了矿山建筑施工中存在的安全风险，并提出了相应的预防措施。在矿山建筑施工工程中，安全问题是至关重要的。首先深入剖析了引发矿山建筑施工安全问题的主要不利因素，它们主要包括工程人员的安全意识不强、施工质量管理不到位、施工技术和设备落后以及环境因素等。这些因素往往会对施工安全形成潜在的威胁，如果不当管理，就可能导致安全事故发生。本文侧重从管理和技术两方面入手，通过具体的预防措施，对矿山建筑施工中的不利因素进行了较为详细的描述和探讨，期望为中国矿山建筑施工安全问题提供一定的解决思路 and 实现途径。

关键词： 矿山建筑；施工安全；不利因素；预防措施

Unfavorable factors and preventive measures of mine construction safety

Zhang Lu

Jiangxi Longding Enterprise Management Group Southern Mine Construction Co., LTD., Jiangxi, Shangrao 334200

Abstract： This paper systematically discusses the safety risks existing in mine construction, and puts forward the corresponding preventive measures. Safety is very important in mine construction engineering. Firstly, the paper deeply analyzes the main unfavorable factors that cause the safety problems of mine construction, which mainly include the safety consciousness of engineering personnel is not strong, the construction quality management is not in place, the construction technology and equipment are backward and the environmental factors. These factors will often form a potential threat to construction safety, if not properly managed, it may lead to safety accidents. This paper focuses on two aspects of management and technology, through the specific preventive measures, the unfavorable factors in the construction of mining construction are described and discussed in detail, hoping to provide a certain solution to the safety of mining construction in China.

Key words： mine construction; construction safety; adverse factors; preventive measure

引言：

矿山工程的建设任务重，环境特殊，安全难度大，对施工技术和管理的要求非常高。矿山建筑施工行业因伤亡事故多而成为高危行业之一。^[1]在矿山建筑施工中，许多安全隐患令人深感忧虑。事故频发，既危害生命安全，更影响了矿山工程的正常推进和施工进度。通过对多个矿山工程施工现场的实地考察和数据收集，识别出影响施工安全的主要不利因素。这些因素涉及到施工环境、施工设备、施工技术和施工管理四个方面。希望此研究能为矿山施工现场的安全管理，提供有效的理论指导和实际应用参考。通过识别不利因素和及时采取预防措施，我们可以有效地提高矿山建筑施工的安全性，保障工人的生命安全和施工的顺利进行。

一、矿山建筑施工安全不利因素及预防措施研究的意义

对矿山建筑施工安全不利因素及其预防措施的研究具有深远的实际意义，涉及到保护人的生命安全、矿山项目的顺利进行，以及企业的社会责任履行等方面。

（一）保护人的生命安全

人是矿山施工的主体，矿山施工的安全事故对人的生命安全造成威胁。如宋山煤矿透水事故就是典型的例子，由于施工中地质调查不足导致误判，施工人员在拓展矿井时遇到难以控制的水

脉，造成煤矿透水，几十名工程人员丧生。如果提前研究了这一不利因素，针对性地采取预防措施，比如增强地质勘查力度，做好防水设施，就可以避免这种事故。

（二）关系到矿山项目的顺利进行

矿山建筑施工的安全性直接关系到矿山项目的顺利进行。一个生产线的生产能力，1万吨煤矿的打采，可能就取决于一道通风井、一条斜坡隧道的施工安全。例如某温差影响明显的煤矿，在矿井的掘建过程中，由于未能有效解决温差引起的冻结、滑坡等问题，导致施工进度严重延误。而机电设备绝缘出现老化就会出

* 作者简介：姓名：张璐，性别：女，出生年月：1988年03月09，籍贯（省和市）：河南省兰考县，民族：汉族，学历：大专，现有职称：助理工程师，专业方向：建筑施工。

现触电事故^[2]。研究这些与气候、地质有关的不利因素，以及提前做好预防，如加强排水、增强施工地面的稳定，绿色施工将会更为有效。

（三）企业的社会责任履行

企业作为一个经济的社会化运行实体，它对社会的责任，就深深地体现在了施工过程中的每一次安全事故防范之中。例如2008年喀赞其铁矿废石料滑坡事故，就因为矿方追求经济效益，忽略了废石料堆放施工的安全规定，结果导致死亡人数众多，后果严重。这不仅仅是对人的生命权的严重伤害，也是对社会责任感忽视的体现。因此，在矿山建筑施工中，安全不仅仅关乎生命，更从某种程度上关乎企业、社会的安全与稳定。

综上所述，矿山建筑施工安全不利因素及其预防措施的研究不仅对保障人的生命安全，推进矿山项目的顺利进展，履行企业的社会责任具有重要意义，更映射出安全第一的卓越理念和对人的尊重，为有关部门、企业和工程项目提供了理论指导和实践参考。

二、矿山建筑施工安全中所存在的不利因素

矿山建筑施工的安全性，受到施工环境、施工设备以及施工管理等多方面因素的影响，这些都有可能成为安全施工的不利因素。

（一）施工环境

施工环境是影响矿山建筑施工安全的重要因素。作为在地下的工程活动，矿山施工必须面临多变的地质条件，复杂的气象状况，以及无法预测的自然灾害。^[3]以深圳市南山区一处滑坡工程为例，由于施工现场地质条件复杂，加之连日的大雨，导致山体滑坡，严重威胁到了施工人员的安全和施工项目的进展。如果能够提前充分了解和评估施工环境，制定出科学的施工方案，就可以避免此类安全事故的发生。

（二）施工设备

施工设备也是影响矿山建筑施工安全的关键因素。在矿山施工中，设备的老化、故障和误操作都是常见的安全隐患。例如在山西某煤矿的建设过程中，由于挖掘机设备老化，导致操作失误，建筑物坍塌，造成了重大的人员伤亡。因此，关注施工设备的使用状况，定期进行检查和维修，必要时进行设备的更替和升级，是降低这一不利因素影响的有效途径。

（三）施工管理

施工管理是保证矿山建筑施工安全的重要环节。包括施工方案的制定，人员培训，设备维护等，都需要高效的管理机制来保障。遇见“三违”现象（即：违章指挥、违章作业、违反劳动纪律）就束手无策或凭主观意志去处罚。^[4]例如在江西某金矿施工中，由于管理混乱，工人在没有任何安全防护的情况下进行高空作业，导致一起重大的坠井事故。对此，明确的管理规则，严格的执行力度，以及系统的安全教育培训都是关键的预防措施。

总而言之，矿山建筑施工安全面临的不利因素多种多样，且相互关联，需要我们从多个角度进行研究和分析，依据实际情况

制定科学的预防措施，从而实现“文明施工，安全生产”，保障矿山建筑施工的安全进行。

三、矿山建筑施工安全不利因素的有效预防措施

面对矿山建筑施工安全的不利因素，我们需要采取一系列的预防和解决措施，包括改善施工环境、维护使用施工设备，以及优化施工管理等。

（一）改善施工环境

改善施工环境的重要性不言而喻。合理的施工环境可以为工作人员提供一个安全的工作环境，减少安全事故的发生。对此，矿方采取定期对工地进行排水，并对工地进行固定加固，有效的减少了施工过程中的安全风险。

在矿山建筑施工中，施工环境是决定安全的关键因素之一。各种环境条件，比如气候、地质情况、自然灾害等，都对施工有直接影响。因此，改善施工环境是预防安全事故的首要任务。

陕西某煤矿的施工环境改善就是一个典型的实例。由于地处雨水丰富地区，在施工过程中，地表水易渗入挖掘区域，使得工地地面变得湿滑，甚至可能引发塌陷。此外，过多的水分还会提高土壤的流动性，增加了土体稳定性的不确定性。对此，矿方采取措施进行施工环境的改善：一方面，建立起排水系统，定期对工地进行排水，最大程度地控制地表水的积聚和渗漏；另一方面，对施工地点的土壤进行固定，改进施工方法，减少土壤的扰动，提高地面的稳定性。这些举措都使得施工环境发生了明显改善，有效避免了因地面湿滑、塌陷而可能引发的安全事故。在进行上方作业以前，应现通过利用钻探法，呈梅花眼状来进行穿孔，孔间距设置为10 m。^[5]

在进行矿山建设过程中，需要强化对地质灾害的预测和警戒，当发现有危险信号时，要立即执行相应的预防和控制方案。比如，我们可以通过施工控制方法如设置护栏，增强边坡的稳定性，来降低发生滑坡和崩塌的可能性。另外，引进最新的地质勘探技术和设备，强化对矿山地质构造的研究和分析，可以为矿山施工提供准确的地质数据，进而有效降低地质灾害的风险。因此，施工前要做好详细的地质勘查，了解清楚施工地的地质特性，避开不适合施工的区域，或者提前做好加固，降低地质因素对施工安全的影响。

我们必须认识到，优良的施工环境是保障施工安全，确保项目顺利完成的关键。只要我们用心去对待，用科学的方法和措施去改善施工环境，就能有效地防止各种安全事故的发生。

（二）维护使用施工设备

维护使用施工设备也是保证施工安全的重要措施之一。我们应定期对所有的施工设备进行检查和维护，发现问题及时维修，保证其处于良好的工作状态。例如，新疆某铜矿在施工过程中，重视设备的维护保养，不仅延长了设备的服务寿命，也避免了因设备故障导致的安全事故。

在矿山建筑施工中，施工设备是工作的重要工具，保证设备的正常运行对施工安全至关重要。可用投入大量人力、物力进行

施工，却因为一台设备的故障导致工程停滞，严重者还可能危及到工人的生命安全。因此，维护使用施工设备是每一个矿山建筑施工项目都必须重视的问题。要合理规划现场水电管线布置，明确土方开挖、人工挖孔桩、模板安装等技术规程。^[6]

主要包括以下步骤：

设备的日常巡检是设备维护的基础工作。矿方定期对所有施工设备进行检查，确保设备的运行状况良好。通过定期检查，可以及时发现设备的异常状况，防止因设备故障引发的安全事故。

设备的保养与维修也是设备维护的重要环节。矿方定期对设备进行保养，检修或更换设备中的易损部件，保证设备长期在良好的状态下运行。例如，挖掘机的桶齿是一个损耗较快的部件，如果桶齿磨损严重，不仅会影响挖掘效率，并且在高强度作业下有可能会引发严重的安全事故，所以要定期对其进行检查和更换。

对于一些设备的大修，也需要预先制定明确的计划和方案。比如，一些大型设备，如矿用卡车、挖掘机等，需要在规定的年限内进行大修。这就需要项目方制定出详尽的设备大修计划，并提前做好各项准备工作。只有这样，才能在设备进入大修期时，迅速、高效地完成设备大修工作，保护设备的性能，延长设备的寿命。

设备操作的标准化和专业化也是设备维护不可忽视的一环。操作人员的专业技能和操作习惯直接关乎设备的使用效果及寿命。专业的操作人员能够减少设备的误操作，避免因操作不当引发的设备损坏以及潜在的安全事故。因此，对操作人员进行专业的培训，使其熟悉操作规程，明白操作注意事项，成为了设备维护的重要环节。

同时，应建立设备的档案管理系统，对设备的购买、使用、损坏、维修等全过程进行记录。这不仅有助于监管部门对设备使用状况的监控，也对于企业自身对设备管理的优化有着重要作用。良好的设备档案管理，能够帮助企业了解设备的历史情况，分析设备的使用寿命，从而科学地进行设备维护和更换决策。

（三）优化施工管理

优化施工管理是确保施工安全的关键。只有通过科学的管理方式，才能确保全体工作人员遵守施工安全规定，避免因管理

混乱带来的安全风险。以安徽某矿山项目为例，该项目在施工过程中实施了严格的项目管理。

项目方需要建立24全小时的安全监控机制，利用视频监控系统实时监控工地施工情况，及时发现施工中的安全隐患，进行短信或电话预警，最大程度的防止安全事故的发生。对于违反施工规章制度，或者在施工过程中出现故意失职等行为，给予严肃的处理甚至解雇。从意识层面增强施工人员的行为规范性和对安全操作的敬畏心。^[7]

建筑公司必须科学地制定员工管理规定，利用工地的实时监控来应对施工过程中的非法和违规行为，同时配合有效的管理方法，对有关的责任方进行罚款或警告。在设计巷道腰线时，我们必须根据当前存在的问题对其标高和坡度进行科学判断。如果煤层较厚，我们应优先选择按层开采的方法，这样可以降低支架压力。在开发巷道的过程中，预留短距离往往会导致重大安全事故。为了节约成本，预留距离将设定为1.3米，这样在施工过程中可能会导致人员被挤压。有关部门应当注意，设计审核阶段必须严格审核安全距离，并根据施工情况进行适当的调整，以此来有效降低施工过程中出现挤压事故的可能性^[8]。

优化施工管理是保障矿山建筑施工安全的一项关键任务。通过不断完善施工管理制度，提升管理水平，确保全体施工人员遵守施工规定，就能够营造一个安全、有序、高效的施工环境，为施工的顺利进行提供坚实的保障^[9]。同时，我们还需要紧随时代步伐，引入新的科技手段，通过科技的力量进一步提升施工管理效率，推动矿山建筑施工安全管理的现代化^[10]。

结论：

矿山建筑工程作为国家基建的大项目，不可避免在施工过程中存在安全事故。矿山建筑施工安全事关重大，其面临的不利因素复杂多样，包括施工环境、设备状况和管理机制等方面的问题。未来，随着科技的进步和管理水平的提升，矿山建筑施工的安全保障能力将进一步增强，为矿山工程的高效、安全推进提供更坚实的保障。本文的研究为矿山建筑施工安全管理提供了理论指导和实践参考，对推动行业安全水平的提升具有重要意义。

参考文献：

[1] 崔广珍, 路芬. 矿山建筑施工安全不利因素及预防措施 [J]. 煤炭技术, 2010, 29(10): 128-129.
[2] 黄文. 矿山建筑施工安全不利因素及预防措施 [J]. 居舍, 2018, (08): 140.
[3] 崔娜, 王春龙. 矿山建筑施工安全不利因素及预防措施 [J]. 门窗, 2019, (24): 251+253.
[4] 王洋. 矿山建筑施工安全不利因素分析及其预防措施 [J]. 工程技术研究, 2018, (07): 159-160.
[5] 张俊平. 矿山建筑施工安全不利因素分析及其预防措施 [J]. 矿业装备, 2020, (01): 60-61.
[6] 江培福. 浅析建筑施工安全监理工作要求 [J]. 中小企业管理与科技 (上旬刊), 2014, (08): 49-50.
[7] 谷丽. 影响矿山建筑施工安全的不利因素及预防措施 [J]. 中国金属通报, 2023, (07): 210-212.
[8] 陈安林. 矿山建筑施工安全不利因素分析及其预防措施 [J]. 世界有色金属, 2022, (10): 199-201.
[9] 刘新军. 土建施工的安全管理问题及其改善措施 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2014.
[10] 黄江. 试论矿山施工安全问题及对策 [J]. 工程技术: 引文版: 00001-00001[2024-06-07].

地质测绘数据处理与解析方法

萨日

内蒙古鑫昊有色金属矿业开发有限责任公司, 内蒙古 呼和浩特 010010

摘 要： 本文深入研究了地质测绘数据处理与解析方法。首先，回顾了地质测绘技术的发展和應用，包括手工测绘的历史和发展，以及遥感、物探、钻探、场地试验、同位素分析、数值模拟及信息化集成的综合技术方法体系的发展和應用。然后，详细讨论了地质测绘数据处理方法，包括传统的数据处理理论和面临的挑战，以及探地雷达数据处理方法。最后，探讨了地质测绘数据处理与解析方法的未来发展趋势，包括信息技术的发展对地质测绘数据处理的影响，人工智能在地质测绘数据处理中的应用和挑战，以及大数据的规模性和复杂性对传统计算模型和分析算法的影响。

关 键 词： 地质测绘；数据处理；未来发展趋势

Geological mapping data processing and analysis method

Sa Ri

Inner Mongolia Xinhao Nonferrous Metals Mining Development Co., LTD., Inner Mongolia, Hohhot 010010

Abstract： This paper deeply studies the processing and analysis method of data of geological surveying and mapping. Firstly, the development and application of geological surveying and mapping technology are reviewed, including the history and development of manual surveying and mapping, as well as the development and application of the comprehensive technical method system of remote sensing, geophysical exploration, drilling, site test, isotope analysis, numerical simulation and information integration. Then, the geological mapping data processing methods are discussed in detail, including the traditional data processing theories and the challenges faced, as well as the GPR data processing methods. Finally, the future development trend of geological mapping data processing and analytic methods is discussed, including the influence of information technology development on geological mapping data processing, the application and challenges of artificial intelligence in geological mapping data processing, and the impact of the scale and complexity of big data on traditional computing models and analysis algorithms.

Key words： geological mapping; data processing; future development trend

一、引言

地质测绘是一门涉及地理、地质、测绘等多个学科的交叉学科。随着科技的发展，地质测绘技术也在不断进步，从最初的手工测绘到现在的遥感、物探、钻探、场地试验、同位素分析、数值模拟及信息化集成的综合技术方法体系。这些技术的发展极大地提高了获取地质测绘数据的能力，但同时也带来了数据处理和解析的挑战。

在地质测绘数据处理方面，随着信息技术的发展、测绘大数据和人工智能的兴起，数据缺乏不再是一个问题。但是，现有的测绘数据处理技术一直追求数据的准确性（微观），而大数据研究则恰恰允许数据的混杂性、不确定性（宏观）。因此，尽管传统测绘数据处理理论在微观数据处理方面积累了大量的技术优势，而大数据的规模性和复杂性使得传统的计算模型和分析算法无法有效地支撑大数据的高效分析处理。

因此，本文的目标是对地质测绘数据处理与解析方法进行深入研究，以期能够为地质科学的研究和应用提供有价值的参

考。本文将首先回顾地质测绘技术的发展和應用，然后详细讨论地质测绘数据处理方法，包括传统的数据处理理论和面临的挑战，以及探地雷达数据处理方法。最后，本文将探讨地质测绘数据处理与解析方法的未来发展趋势。

二、地质测绘技术的发展和應用

（一）手工测绘的历史和发展

地质测绘的历史可以追溯到古代，当时人们主要依靠手工测绘来获取地质信息。这种方法虽然简单，但是效率低下，精度也有限。随着科技的发展，手工测绘逐渐被更先进的测绘技术所取代。然而，手工测绘在某些特殊情况下仍然有其独特的优势，例如在无法使用现代测绘设备的地方，或者在需要进行详细的地质观察和记录的地方。

（二）遥感、物探、钻探、场地试验、同位素分析、数值模拟及信息化集成的综合技术方法体系的发展和應用

随着科技的发展，地质测绘技术也在不断进步。遥感技术能

* 作者简介：萨日 性别：女 民族：蒙古族籍贯：内蒙古赤峰市学历：大学本科职称：测绘中级工程师研究方向：测绘

够在不直接接触地面的情况下获取地质信息，大大提高了测绘的效率和范围。物探技术则通过探测地下的物理特性来推断地质结构，为地质研究提供了重要的数据。钻探技术则可以直接获取地下的岩石样本，为地质研究提供了直接的证据。

场地试验、同位素分析和数值模拟等技术则为地质测绘提供了更多的研究手段。场地试验可以直接在地面上进行，获取地表的地质信息。同位素分析则可以通过分析岩石和矿物中的同位素来推断其形成的环境和历史。数值模拟则可以通过计算机模拟地质过程，预测地质现象的发展。

信息化集成技术则将这些测绘技术有机地结合在一起，形成了一个综合的地质测绘技术体系。这个体系不仅提高了测绘的效率和精度，也为地质研究提供了更多的可能性。

（三）案例研究：水文地质调查技术的发展与应用

水文地质调查是地质测绘的一个重要领域，其技术的发展和应用对于水资源的保护和利用具有重要的意义。在这个领域中，遥感、物探、钻探、场地试验、同位素分析、数值模拟及信息化集成的综合技术方法体系得到了广泛的应用。

例如，遥感技术可以通过卫星或飞机获取地表的影像，用于识别地表的地质结构和水文地质条件。物探技术则可以通过探测地下的电磁场、重力场等物理场，推断地下的地质结构和水文地质条件。钻探技术则可以直接获取地下的岩石和地下水样本，为水文地质研究提供直接的证据。

场地试验、同位素分析和数值模拟等技术则为水文地质调查提供了更多的研究手段。场地试验可以直接在地面上进行，获取地表的水文地质信息。同位素分析则可以通过分析地下水中的同位素来推断其来源和流动路径。数值模拟则可以通过计算机模拟地下水的流动和分布，预测水资源的变化。

信息化集成技术则将这些测绘技术有机地结合在一起，形成了一个综合的水文地质调查技术体系。这个体系不仅提高了调查的效率和精度，也为水文地质研究提供了更多的可能性。

三、地质测绘数据处理方法

（一）传统测绘数据处理理论的发展和应用

传统的测绘数据处理理论主要依赖于数学和统计方法来处理和解析数据。这些方法包括线性回归、最小二乘法、贝叶斯推断等。这些方法在处理小规模、结构化的数据时效果很好，能够提供准确的结果。然而，随着地质测绘数据的增长，这些传统的方法开始显得力不从心。

尽管如此，传统的测绘数据处理理论在微观数据处理方面积累了丰富的技术优势。例如，它们能够处理具有复杂关系的数据，能够处理具有噪声的数据，能够处理具有缺失值的数据。这些优势使得传统的测绘数据处理理论在许多应用中仍然具有重要的地位。

（二）大数据时代测绘数据处理理论的挑战与发展

随着信息技术的发展、测绘大数据和人工智能的兴起，数据缺乏不再是一个问题。但是，现有的测绘数据处理技术一直追求

数据的准确性（微观），而大数据研究则恰恰允许数据的混杂性、不确定性（宏观）。因此，尽管传统测绘数据处理理论在微观数据处理方面积累了丰富的技术优势，而大数据的规模性和复杂性使得传统的计算模型和分析算法无法有效地支撑大数据的高效分析处理。

在大数据时代，测绘数据处理理论面临着许多新的挑战。首先，数据的规模和复杂性大大增加，这使得传统的计算模型和分析算法无法有效地处理这些数据。其次，数据的质量和完整性也成了一个问题。由于数据的规模和复杂性，很难保证数据的质量和完整性。此外，数据的安全和隐私也成了一个问题。在处理和数据分析的过程中，需要确保数据的安全和用户的隐私。

为了应对这些挑战，测绘数据处理理论正在发生深刻的变化。一方面，需要发展新的计算模型和分析算法，以便有效地处理大规模和复杂的数据。另一方面，需要发展新的数据质量和完整性保证方法，以便确保数据的质量和完整性。此外，还需要发展新的数据安全和隐私保护方法，以便保护数据的安全和用户的隐私。

（三）案例研究：探地雷达数据处理方法

探地雷达是一种利用电磁波探测地下结构的技术，其数据处理方法的研究和发展对于提高探地雷达的探测精度和效率具有重要意义。

探地雷达数据处理方法主要包括数据预处理、数据解析和数据解释三个步骤。数据预处理主要包括数据清洗、数据校正和数据滤波等操作，目的是去除数据中的噪声和干扰，提高数据的质量。数据解析主要包括数据转换、数据分析和数据建模等操作，目的是从数据中提取有用的信息。数据解释主要包括数据可视化、数据报告和数据应用等操作，目的是将数据转化为有用的知识。

四、地质测绘数据处理与解析方法的未来发展趋势

（一）信息技术的发展对地质测绘数据处理的影响

信息技术的发展对地质测绘数据处理产生了深远的影响。首先，信息技术的发展使得能够获取和处理大规模的地质测绘数据。这不仅提高了获取地质信息的能力，也为地质研究提供了更多的可能性。其次，信息技术的发展也改变了处理和解析数据的方式。传统的数据处理方法往往依赖于人工的观察和分析，而现代的数据处理方法则更多地依赖于计算机和算法。这使得能够更有效地处理和解析数据，提高了地质研究的效率和精度。

然而，信息技术的发展也带来了新的挑战。例如，如何有效地处理和解析大规模的数据，如何保证数据的质量和完整性，如何保护数据的安全和用户的隐私等。这些问题需要在未来的研究中进一步探讨和解决。

（二）人工智能在地质测绘数据处理中的应用和挑战

人工智能的发展为地质测绘数据处理提供了新的可能性。通过使用人工智能技术，可以自动化地处理和解析大规模的地质测

绘数据，提高数据处理的效率和精度。此外，人工智能技术还可以帮助发现数据中的隐藏模式，提供更深入的数据分析和理解。

然而，人工智能在地质测绘数据处理中的应用也面临着一些挑战。首先，人工智能技术通常需要大量的标注数据，而在地质测绘领域，获取标注数据往往是困难的。其次，人工智能技术的结果往往缺乏可解释性，这在某些情况下可能会导致问题。此外，人工智能技术的误用也可能会导致错误的结果。因此，如何有效地利用人工智能技术，同时克服这些挑战，是未来地质测绘数据处理需要面对的问题。

（三）大数据的规模性和复杂性对传统计算模型和分析算法的影响

大数据的规模性和复杂性对传统的计算模型和分析算法产生了深远的影响。传统的计算模型和分析算法往往假设数据是小规模的、结构化的，而大数据往往是大规模的、非结构化的。这使得传统的计算模型和分析算法在处理大数据时面临着很大的挑战。

为了应对这些挑战，需要发展新的计算模型和分析算法，以便有效地处理大规模和复杂的数据。这包括发展新的数据存储和处理技术，如分布式计算和云计算；发展新的数据分析和挖掘技术，如机器学习和深度学习；以及发展新的数据可视化和解释技术，以便更好地理解 and 利用数据。

五、结论

（一）研究成果总结

本文对地质测绘数据处理与解析方法进行了深入的研究。首先，回顾了地质测绘技术的发展和應用，包括手工测绘的历史和发展，以及遥感、物探、钻探、场地试验、同位素分析、数值模拟及信息化集成的综合技术方法体系的发展和應用。然后，详细讨论了地质测绘数据处理方法，包括传统的数据处理理论和面临的挑战，以及探地雷达数据处理方法。最后，探讨了地质测绘数据处理与解析方法的未来发展趋势，包括信息技术的发展对地质测绘数据处理

的影响，人工智能在地质测绘数据处理中的应用和挑战，以及大数据的规模性和复杂性对传统计算模型和分析算法的影响。

通过这些研究，得出了以下几点主要结论：首先，地质测绘技术的发展极大地提高了获取地质测绘数据的能力，但同时也带来了数据处理和解析的挑战。其次，尽管传统的测绘数据处理理论在微观数据处理方面积累了大量的技术优势，但大数据的规模性和复杂性使得传统的计算模型和分析算法无法有效地支撑大数据的高效分析处理。最后，人工智能和大数据技术为地质测绘数据处理提供了新的可能性，但同时也带来了新的挑战。

（二）研究的局限性和未来的研究方向

虽然的研究取得了一些成果，但仍存在一些局限性。首先，他的研究主要依赖于已有的文献，而这些文献可能存在一些偏差或误解。其次，研究主要关注了地质测绘数据处理的一般问题，而没有深入探讨具体的应用场景。此外，研究还没有充分考虑到数据的安全和隐私问题。

针对这些局限性，提出了以下几个未来的研究方向：首先，需要进行更多的实证研究，以验证和深化的理论研究。其次，需要研究更多的应用场景，以便更好地理解地质测绘数据处理的实际问题。最后，需要进一步研究数据的安全和隐私问题，以保护数据的安全和用户的隐私。

结束语：

通过本文的研究，对地质测绘数据处理与解析方法有了更深入的理解。了解到，随着科技的发展，地质测绘技术和数据处理方法都在不断进步，为地质科学的研究和应用提供了更多的可能性。然而，这也带来了新的挑战，如何有效地处理和解析大规模和复杂的数据，如何保证数据的质量和完整性，如何保护数据的安全和用户的隐私等。这些问题需要在未来的研究中进一步探讨和解决。希望本文的研究能为此提供一些启示和帮助。期待着地质测绘数据处理与解析方法的未来发展，相信它将为地质科学的研究和应用带来更多的可能性和机遇。

参考文献

- [1] 现代测绘技术在矿山地质测绘中的应用 [J]. 曾美英; 钟飞飞. 中国金属通报, 2022.
- [2] 浅析现代测绘技术在矿山地质测绘中的应用 [J]. 何龙. 世界有色金属, 2020.
- [3] 微析测绘新技术在地质测绘工程中的应用 [J]. 姜自健; 赵家齐; 田博文; 赵紫依; 宋泳润. 居业, 2021.
- [4] 关于矿山地质工程测量技术探究 [J]. 张鹏程; 谷鹏. 当代化工研究, 2022.
- [5] 数字化测绘技术在矿山地质工程测量中的应用效果分析 [J]. 张杰; 袁训智. 中国金属通报, 2022.
- [6] 关于矿山地质工程测量技术研究 [J]. 张文军. 能源与节能, 2024.
- [7] 数字化测绘技术在矿山地质工程测量中的应用 [J]. 徐昌杰. 冶金与材料, 2024.
- [8] 进一步完善矿山地质环境影响评价制度的思考 [J]. 曹金亮; 王润福; 潘亚军. 华北国土资源, 2004.
- [9] 新形势下加强矿山地质工作之我见 [J]. 许国礼. 新疆有色金属, 2010.
- [10] 矿山地质勘查方法研究 [J]. 王树江. 民营科技, 2011.