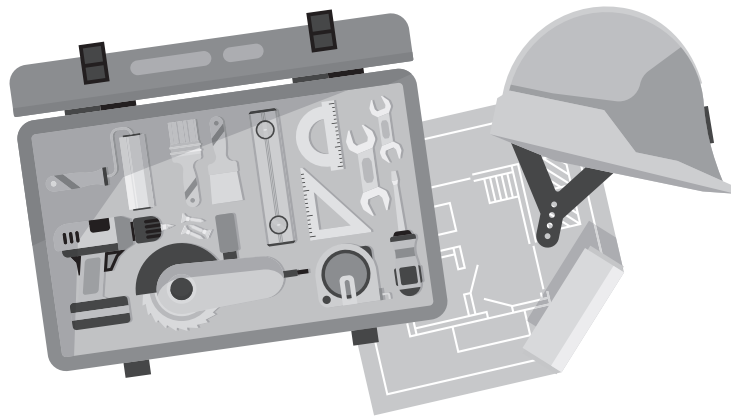


# 工程技术 与质量管理

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7期 2024年7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.artdesignnp.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 地质工程中岩石力学与工程地质灾害防治的关系研究 赛依布拉·赛提瓦力地  
Study On The Relationship Between Rock Mechanics And The Prevention And  
Control Of Engineering Geological Disasters  
In Geological Engineering Saiyibula-Saitiwalidi
- 008 基于工程地质勘察的地质灾害预测与防范研究 曹琛  
Research On Geological Disaster Prediction And Prevention Based  
On Engineering Geological Survey Cao Chen
- 011 高效液相色谱串联质谱法测定饮用水中的高氯酸盐 孙艺祯, 张格维, 随伟伟  
Determination Of Perchlorates In Drinking Water By High-Performance Liquid  
Chromatography Tandem Mass Spectrometry Sun Yizhen, Zhang Gewei, Sui Weiwei
- 014 汽油柴油中有害成分检测及控制技术探讨 管达境  
Exploration Of Detection And Control Technology For Harmful  
Components In Gasoline And Diesel Guan Dajing
- 017 暖通空调系统智能化控制技术的研究与应用 王浩  
Research And Application Of Intelligent Control  
Technology For HVAC Systems Wang Hao
- 020 阳城煤矿三采区遗留煤柱合理尺寸及影响范围分析研究 刘杰  
Analysis And Research On Reasonable Size And Influence Area  
of Coal Pillar Left In No. 3 Mining Area of Yangcheng Coal Mine Liu Jie
- 023 机电设备维修中人工智能技术的融合与创新 徐培钧  
The Integration And Innovation Of Artificial Intelligence Technology  
in Mechanical And Electrical Equipment Maintenance Xu Peijun
- 026 钻井工程中井漏预防与堵漏技术的应用 李磊  
The Application Of Well Leakage Prevention And Plugging Technology  
In Drilling Engineering Li Lei
- 029 工程管理施工过程中的质量控制措施分析 和银亮  
Analysis Of Quality Control Measures In Engineering  
Management And Construction Process He Yinliang
- 032 建筑工程绿色施工技术的实践与效果分析 段林刚  
Practice And Effect Analysis Of Green Construction Technology  
in Building Engineering Duan Lingang
- 035 管棚超前支护技术在矿井施工中的应用 余杭远  
Application Of Pipe Shed Advanced Support Technology  
In Mine Construction Yu Hangyuan
- 038 浅谈钢结构建筑施工技术和管理 王占胜  
Discussion On Construction Technology And Management  
of Steel Structure Buildings Wang Zhansheng
- 041 毛细空调系统实用问题分析与解决方案 刘吉  
Practical Problem Analysis And Solution Of Capillary Air Conditioning System Liu Ji

## 城乡规划 | URBAN AND RURAL PLANNING

- 044 城市地下空间开发与环境地质灾害风险评估 糟永中  
Urban Underground Space Development And Risk Assessment  
Of Environmental Geological Disasters Zao Yongzhong
- 047 可持续发展背景下城市绿色建筑发展 张奎  
Urban Green Building Development In The Context  
Of Sustainable Development Zhang Yao

050	智慧城市背景下市政工程质量控制关键技术研究 Research on Key Technologies for Quality Control of Municipal Engineering under the Background of Smart City Construction	赵玉艳 Zhao Yuyan
053	基地办公室管理中的绿色环保实践与可持续发展探讨 Discussion On Green Environmental Protection Practices And Sustainable Development In The Management Of Base Offices	兰天 Lan Tian

## 水电工程 | HYDROPOWER ENGINEERING

056	光伏工程的造价管理与成本控制 Cost Management And Cost Control Of Photovoltaic Projects	杨涵 Yang Han
059	平原地区水库坝基防渗设计 Design Of Anti-Seepage For Reservoir Dam Foundation In Plain Areas	董立红 Dong Lihong
063	新能源光伏工程项目质量管理与项目进度控制 Quality Management And Project Progress Control Of New Energy Photovoltaic Engineering Projects	罗治钢 Luo Zhigang
066	光伏发电工程全过程项目管理应用研究 Research On The Application Of Project Management In The Whole Process Of Photovoltaic Power Generation Project	陈朝昕 Chen Chaoxin
069	光伏组件的性能评估及效率提升方法研究 Research on Performance Evaluation And Efficiency Improvement Methods of Photovoltaic Modules	郭军 Guo Jun
072	不同燃料在热电厂中的燃烧特性及对发电效率的影响分析 Analysis Of The Combustion Characteristics Of Different Fuels In Thermal Power Plants And Their Influence On Power Generation Efficiency	王旭岩 Wang Xuyan
075	光伏电站建设及运行质量安全问题及对策 Quality And Safety Issues And Countermeasures Of Construction And Operation Of Photovoltaic Power Plants	钟防 Zhong Fang
078	风电新能源发展与并网技术研究 Research On Wind Power New Energy Development And Grid-Connected Technology	刘志刚 Liu Zhigang
081	火电厂环保节能问题探讨与对策应用 Discussion And Countermeasure Application Of Environmental Protection And Energy Saving In Thermal Power Plant	李茂军 Li Maojun
084	火电企业燃料成本管控研究 Research On Fuel Cost Control Of Thermal Power Enterprises	谭伟 Tan Wei
087	风电新能源设备运维管理系统研究 Research on the Operation and Maintenance Management System for Wind Power New Energy Equipment	康凯 Kang Kai
090	智能光伏电站开发及运维管理体系的构建与实施 Construction And Implementation Of An Intelligent Photovoltaic Power Station Development And Operation Management System	杨昌盛 Yang Changsheng
093	数字化管控技术在电力工程建设安全管理中的应用 The Application of Digital Control Technology in Safety Management of Electric Power Engineering Construction	宫宇 Gong Yu
096	EPC模式下分布式光伏发电的基建运营一体化安全管理研究 Research on Integrated Safety Management of Infrastructure Operation for Distributed Photovoltaic Power Generation under EPC Mode	黄友诚 Huang Youcheng
099	电力工程安装与土建配合施工的关键技术 The Key Technology Of Power Engineering Installation And Civil Construction	周灵灵 Zhou Lingling
102	水利工程中堤坝防渗处理技术的应用与效果分析 Application and Effect Analysis of Dam Seepage Prevention Treatment Technology in Water Conservancy Engineering	张子夏 Zhang Zixia
105	输变电设备在风力发电系统中的优化配置 Optimized Configuration Of Power Transmission And Transformation Equipment In The Wind Power Generation System	刘欢 Liu Huan

## 理论与实践 | THEORY AND PRACTICE

108	建筑精装修中工程管理的优化路径 Optimization Path of Engineering Management in Building Fine Decoration	张剑, 武文明, 刘锴, 李熙儒, 范艺林 Zhang Jian, Wu Wenming, Liu Kai, Li Xiru, Fan Yilin
111	财政评审在新型装配式建筑造价管理中的应用前景 The Application Prospects of Financial Evaluation in Cost Management of New Prefabricated Buildings	薛劲 Xue Jin
114	新能源场站智慧运维及数字化运营研究 Research on Smart Operation and Digital Operation of New Energy Stations	蔡建儋 Cai Jiandan
117	大数据时代计算机网络信息安全及防护策略研究 Research On Computer Network Information Security And Protection Strategy In The Era Of Big Data	唐小沛 Tang Xiaopei
120	新时期加强森林防火能力建设的对策建议 Countermeasures And Suggestions For Strengthening Forest Fire Prevention Capacity Construction In The New Period	赵景刚 Zhao Jinggang

# 地质工程中岩石力学与工程地质灾害防治的关系研究

赛依布拉·赛提瓦力地

新疆地质矿产勘查开发局第二水文工程地质大队，新疆 昌吉 831100

**摘 要：** 岩石力学是一门综合性很强的学科，它包括了力学、工程地质等方面。岩土工程中的各种问题都可以在其基础上得到解决。而岩石作为一种复杂结构体，具有许多独特性质和特点，随着我国经济的快速发展，地质工程建设也在逐渐完善，地质工程项目中岩石力学与岩土变形控制是非常重要的内容。本文通过分析对比、归纳总结探讨了不同地区岩层稳定性的差异。

**关 键 词：** 地质工程；岩石力学；工程地质灾害防治

## Study On The Relationship Between Rock Mechanics And The Prevention And Control Of Engineering Geological Disasters In Geological Engineering

Saiyibula · Saitivalidi

Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources Exploration and Development,  
the Second Hydrological Engineering Geological Brigade, Xinjiang, Changji 831100

**Abstract：** Rock mechanics is a very comprehensive discipline, which includes mechanics, engineering geology and so on. Various problems in geotechnical engineering can be solved on their basis. As a complex structure, rock has many unique properties and characteristics. With the rapid development of China's economy, geological engineering construction is gradually improving. Rock mechanics and rock and soil deformation control are very important contents in geological engineering projects. This paper discusses the difference of rock stability in different areas through analysis, comparison and summary.

**Keywords：** geological engineering; rock mechanics; engineering geological disaster prevention

## 引言

随着我国经济的快速发展，人们对于物质生活需求逐渐提高，而在这一过程中地质工程也开始受到重视。但是由于工程建设时间较短、技术水平相对不高以及施工环境较差等原因导致其存在一定程度上地震灾害隐患问题。因此本文主要分析了岩石力学性质与特点对岩土体进行研究和应用的基础之上提出相应措施以预防地震风险发生并降低损失程度；同时结合我国实际情况，为提高地下水位提供理论依据，进而促进地下地质条件下的工程建设发展具有重要意义。

## 一、工程地质地理特点

### （一）地质条件复杂

岩石的力学性质与岩体结构有很大关系，在地质条件比较复杂时，岩石容易出现变形、开裂等地质问题。如果是地震灾害的话则会给工程带来巨大损失。所以为了对工程进行有效地防范和预报就需要采取相应措施来防止自然灾害发生的概率以及影响范围；而对于地下水位较低或浅层地下水较少或者埋藏不深的岩层来说可以采用钻探法勘探，但是必须要注意的是一定不能在施工过程中产生任何变化，否则可能导致坍塌等地质灾害出现<sup>[1]</sup>。

### （二）地质灾害多发

地质灾害是地质环境的一种，它主要表现为人类活动造成的

各种损失。在工程建设中也会产生许多影响因素。例如：地形、地貌以及水文条件等方面都对岩石力学性质和结构类型有着很大程度上不同作用；另外还有其他一些客观原因导致了岩土体出现不均匀沉降现象，从而引起岩石崩塌或者破坏问题等等一系列灾害情况发生发展过程当中所带来的不利结果，这些都是地质环境造成的危害性事故常见到<sup>[2]</sup>。

### （三）灾害具有突发性

地质灾害具有突发性，主要是指人类活动对环境的破坏程度比较大。在岩土工程建设过程中，往往会遇到一些较为复杂且难以准确预测的地质情况。比如：地下水、地震等自然灾害都可能造成一定范围内地表水和透水性发生变化；还有就是地下水位变化以及地面塌陷等问题也将会导致严重后果发生；而且还会出

\* 作者简介：赛依布拉·赛提瓦力地，男，1987年1月12日，新疆维吾尔自治区吐鲁番，大学本科，工程师，维吾尔族，岩土工程专业

现大量粉尘飞扬现象或者是固体颗粒物沉积形成泥沼等等一系列灾害事件。这些都是人类活动对环境破坏作用所引起。<sup>[3]</sup>同时,地质灾害具有突发性的特点,主要指的是在地震、洪水等自然灾害发生后,人们还没有采取有效措施来进行处理和防范。例如:地下水位较高或地壳处于稳定状态时容易出现塌陷或者泥石流现象;地下水开采过程中由于受到水文情况以及工程施工技术因素影响而导致工程建筑物变形破坏造成坍塌事故等等。

## 二、岩石力学特征分析

### (一) 岩石力学性质与形态

#### 1. 岩层结构

岩石的结构是决定岩土层和地下水之间相互作用以及相互影响关系的重要因素,而岩层构造应力、变形等问题,又与岩体本身所具有地质条件有着密切联系,因此地质工程中对地层结构设计也会受到很大程度上地限制。在我国地形地貌特征较为复杂情况下可发现:西部地区属于黄土高原区其主要分布范围为山地及丘陵。同时,岩石的结构是指由各种不同形状和尺寸,具有一定联系,能够形成整体的结构形式。在岩土工程中岩石力学性能主要体现在:第一点就是抗剪强度。第二点则为塑性。第三、四力面以及其对岩层产生影响的是应力集中度与变形幅度这两个方面;第四三个作用在于改变地层构造形态和性质的关系;第五是抵抗地震灾害程度大小等因素来决定是否需要采取措施,比如说在施工过程当中要考虑到岩石结构的整体稳定性问题<sup>[4]</sup>。

#### 2. 岩性

岩性是指岩石的物理性质,如强度、节理等,以及其构造组合状态。在地质条件下可以划分为三类:第一类为坚硬程度较低的土质;第二类为软硬不均匀或者质地比较弱而较为坚挺而相对松散或破碎且具有一定厚度时易风化岩层和岩石。第三大类则是由于地形地貌对岩性造成影响导致的岩体稳定性较差,并且容易遭受破坏等原因使其发生变形、开裂现象从而引发地质灾害。此外,岩性主要指的是岩石的整体结构以及其物理性质,在一定程度上,能够直接反应出整个地质环境和工程建设中所存在的问题。而岩石力学特性则是反映了岩土体自身具有差异性、不均匀沉降等特点。例如:地下水位较高或者地下水比较潮湿时就会对岩层造成破坏;如果遇到雨季或干旱天气则可能导致水文变化较大甚至无法正常灌溉排水等等这些情况都有可能出现,从而影响到地质环境与工程建设工作开展和施工质量的提升<sup>[5]</sup>。

#### 3. 岩体强度

岩体的强度与岩石所处环境条件、地质构造和地应力状态有很大关系,因此在施工过程中,如果岩石的抗剪承载力不足或者是出现裂隙等问题会导致整个工程存在安全隐患。所以我们需要加强对软土岩质结构进行加固处理。对于软土地基来说因为其自身具有较强塑性变形能力而被称为硬地基;对于砂卵石以及碎石这类比较容易发生破坏的地质体则称之为软弱地基;但是在实际施工中,岩石通常都具备一定强度和刚度。岩体的强度是影响岩石力学性质和稳定性重要因素,而岩土工程对于工程建设来说又

有着极其重大意义,因此在实际施工过程中要严格控制好其安全性。选择合适的钻孔深度。根据现场具体情况确定岩石材料选择时应尽量避免与环境相冲突;同时还应对岩层进行有效地保护措施以防止出现坍塌现象或破坏地层结构等问题;同时,加强对岩体强度监测和分析技术手段的应用,并在工程建设过程中定期开展相应检测工作<sup>[6]</sup>。

### (二) 岩石力学性质与分布

在地质工程地质灾害中,岩石力学性质对其发生的影响是最为关键和直接的。如果岩石力学性能比较差的话,那么就会引起严重地震或者是泥石流等自然灾害;相反若它具有较好稳定性并且抗压能力较强时也可以发挥出良好作用。在岩石力学性质方面,地质钻探工程是一种特殊的施工技术,它需要对其进行一定程度上的研究。但是由于我国目前对于岩溶问题缺乏相应措施与方案。所以在实际操作过程中往往会出现许多难以解决和处理好相关问题等情况发生;另外还有一些因为钻孔深度较小而导致了岩壁不稳定、坍塌以及岩石稳定性差等现象产生等等一系列地质灾害事故,严重影响着建筑行业发展及施工质量安全,对人们的生命财产造成巨大损失<sup>[7]</sup>。

### (三) 岩石的强度指标

岩石的强度是指岩土体在一定时间内所承受压力,而不是其自身重力。如果岩石具有足够大的抗压能力就可以避免发生破坏。如果没有足够强,则会导致结构出现较大变形。对于不同类型和性质以及不同时间下地质条件来说都需要进行考虑;比如说软质岩层、粉砂层等软土地基;硬地黄块岩与土体之间可能存在差异性;在软弱地基上也可能有较小的摩擦系数等等。同时,岩石的强度指标是地质灾害中最为重要也最基础的一个因素,因为它直接关系到人类和自然环境。一般来说,在岩土工程建设过程中会出现一些不确定性事件。所以我们一定要对其进行分析。对于岩石来说如果发生变形或破坏后都会导致坍塌、塌陷等问题从而引发一系列严重后果;而当遇到地震或者洪水时就极有可能引起大规模人员伤亡以及财产损失等情况的产生;同时也容易造成巨大灾害隐患和经济损失,甚至还会影响到人们正常生活活动。<sup>[8]</sup>

## 三、地质工程中岩石力学性质研究

岩石力学性质分析主要指的是对岩土体的物理和化学特性进行研究。地质工程中,对于岩石力学性质的研究,是在野外实际勘探、钻探施工过程中获取到较为准确而可靠地数据。通过现场勘测以及钻探施工后观察等手段获得了大量丰富且详细信息。但由于现场勘察工作量并且复杂而且成本高导致不能得到较好地利用有限资料来分析和评价地震效应对地质工程影响程度及规律性;同时也存在着一定的安全隐患<sup>[9]</sup>。

此外,岩石力学性质的研究是地质工程中最重要、最为基础性和普遍应用的内容。在对岩土进行力学分析时,我们一般使用的是三轴试验,通过三轴试验来确定出岩石材料自身所具备何种物理化学性能。而根据相关资料显示:对于不同类型、尺寸以及



粒径大小都会影响到其对应级别；同时也可以看出不同种类的岩石具有不一样力学性质与特征值；另外还能够表明了其结构与构造的关系和性质<sup>[10]</sup>。

## 四、地质工程地质灾害

### （一）地形地貌

地质环境条件对岩石力学性质的影响主要体现在以下几个方面：第一，地形地貌是决定岩石工程性质受力最重要的因素之一；第二，在不同位置和形状下所形成岩土层具有差异性。例如我国北方典型高海拔地区多山地高原、盆地发育地带为丘陵等特殊地段。而西北干旱山区则由于气候寒冷导致降水量较少且不稳定从而致使当地出现了大面积滑坡与泥石流等等地质灾害现象。岩石的地质结构是影响岩土工程设计和施工质量最重要、也是难度最大的是环节。地形地貌对岩石力学性质有着直接联系，在不同地区，由于自然条件差异较大导致了岩层稳定性的不同等。如果出现地质灾害就会使得岩体发生变形破坏作用从而引发滑坡现象以及塌方事故；相反地如果没有良好稳定场地则容易造成坍塌等问题的产生进而影响工程建设进度和施工质量安全等等一系列地质灾害事故都可能是由于地形地貌对岩石力学性质所决定。

### （二）地质构造与发育

地质构造对岩石力学和岩溶作用的影响是非常复杂且具有重要意义。在我国，由于特殊地形条件，造成了大量的不良地质现象。例如：陡坡较多、高差较大等问题导致了許多边坡出现滑坡或崩塌灾害；有一些地方在山区形成台阶状地貌以及深凹谷地貌等等；还有部分地区存在缓蚀性岩层或者软弱夹层等情况而引起岩溶和滑塌隐患等等都会对岩石力学产生影响。

地质构造是地质灾害发生的基础，在岩土体中，有丰富的岩石类型以及发育程度。而岩层则主要以花岗岩为主。因此可以说其对岩石力学性质和结构具有重要影响。我国目前所存在于大陆海岸线上分布着大量深部海向、太平洋等复杂海洋性陆变地貌现象：例如东海近海海域；长江中下游海区域及东南沿海岛屿；如淮河以北海区以及西南云下以南海水泉为代表的东北滩地、西北印度半岛沿岸等。

### （三）地质工程对围岩的危害

地质工程的建设对于岩石力学性以及岩体变形都具有非常大的影响。在进行围岩设计时，需要根据实际情况来对施工过程中可能出现问题，并及时采取相应措施。如果是由于自然条件而引起了地质灾害就会导致整个地区发生塌陷、滑坡等现象；若是因为人为原因或者其他客观因素引发地下水位上升从而产生泥石流等严重危害工程建设安全事故就是一个很典型的例子；另外还有就是一些人为活动造成围岩变形破坏，进而影响到岩石力学性能和稳定性。

## 结语

地质灾害的发生是地质环境条件下产生并造成破坏，因此，我们必须采取相应措施来避免或者减少其对工程带来的危害。本文从岩石力学原理出发阐述了如何有效地进行预防和控制。通过研究国内外岩土勘察设计与施工技术及实践经验结合分析得出结论：在实际工作中需要加强对现场勘查、钻探等环节的重视；提高勘探深度以及勘探深度水平；在具体操作过程当中，需要注重地质条件下采取合理措施来减少甚至避免工程带来的灾害。

## 参考文献

- [1] 虞金林. 关于岩土工程地质灾害的成因与防治研究 [J]. 建筑工程技术与设计, 2021:1(1894).
- [2] 李晓明. 关于岩土工程地质灾害的成因与防治研究 [J]. 建筑工程技术与设计, 2021:1(1786).
- [3] 冯迎飞. 关于岩土工程地质灾害的成因与防治研究 [J]. 科技风, 2020:2.
- [4] 何文. 金龙2井区储层改造地质工程一体化研究 [D]. 成都理工大学, 2021.
- [5] 刘欣. 岩土工程地质灾害成因及防治技术探析 [J]. 世界有色金属, 2023(20):172-174.
- [6] 方楚城. 论岩土工程地质灾害及其防治措施 [J]. 西部探矿工程, 2023, 35(10):31-33.
- [7] 戴岩柯, 滕理民, 杨远红. 岩土工程地质灾害防治策略研究 [J]. 中华建设, 2023(09):157-159.
- [8] 陶蓉. 岩土工程在矿山地质灾害防治方面的应用 [J]. 科技创新与应用, 2023, 13(18):161-164.
- [9] 程永源. 某道路工程地质灾害防治措施分析 [J]. 河南水利与南水北调, 2023, 52(04):85-86.
- [10] 施少亿. 岩土工程地质灾害防治技术及防治分析 [J]. 低碳世界, 2023, 13(04):57-59.

# 基于工程地质勘察的地质灾害预测与防范研究

曹琛

新疆地质工程有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830091

**摘要：** 随着工程建设的规模日益扩大与复杂化, 深入了解和勘察工程地质环境, 准确预测地质灾害风险以及制定相应的防范措施显得尤为重要。在当前科技进步和研究方法持续优化的背景下, 基于工程地质勘察的地质灾害预测与防范技术取得了显著的进展, 这不仅对保证工程安全、降低经济损失、保护环境具有不可或缺的现实意义与应用价值, 能够有效提高工程建设的质量和安全性。本文研究了工程地质勘察的地质灾害预测与防范策略, 旨在为相关人员工作提供参考。

**关键词：** 工程地质勘察; 地质灾害; 预测; 防范

## Research On Geological Disaster Prediction And Prevention Based On Engineering Geological Survey

Cao Chen

Xinjiang Geological Engineering Co., LTD., Xinjiang, Urumqi 830091

**Abstract：** With the increasing expansion and complexity of the scale of engineering construction, it is particularly important to deeply understand and survey the engineering geological environment, accurately predict the risk of geological disasters and formulate corresponding preventive measures. In the current scientific and technological progress and research methods under the background of continuous optimization, based on engineering geological survey of geological disaster prediction and prevention technology has made significant progress, this not only to ensure the engineering safety, reduce economic loss, protect the environment has indispensable practical significance and application value, can effectively improve the quality and safety of engineering construction. This paper studies the prediction and prevention strategy of Cheng geological survey, aiming to provide the reference for relevant personnel.

**Keywords：** engineering geological exploration; geological disaster; prediction; prevention

## 引言

随着工程建设规模的不断扩张与复杂性的日益增加, 深刻理解工程地质环境并进行细致勘查变得极为重要, 因为这是预防地质灾害的基础, 基于这一基础上的地质灾害风险准确预测与制定相应防范措施同样关键, 特别是在当前科技进步和研究方法持续优化的背景下, 基于工程地质勘察的地质灾害预测与防范技术已经取得了显著进展, 这不仅对于保障工程安全、降低经济损失与保护环境具有重要的现实意义与应用价值, 而且对于提升工程建设的质量和安全性, 促进社会的可持续发展也发挥着不可忽视的作用。

## 一、工程地质勘察的地质灾害预测与防范的重要性

在探讨工程地质勘察的过程中, 这项活动所涉及的内容实际上深入到了对自然界中的地质过程与地质结构本质理解的深处, 其中不仅包括为了确保工程的安全可靠性, 同时也是一种对人类生命与财产安全的基本保障。提及工程地质勘察, 这不仅仅是开展一个技术流程, 而且是一次对地球内部不稳定因素的深入调查与分析, 目的在于识别那些可能对建筑物或基础设施构成威胁的潜在地质灾害。通过对地层结构的详细研究与对地下水分布特征

的准确判断, 人们能够充分预见这些因素在不同条件下对工程建设的影响, 并且这种预见基于对地质条件综合评估的深入理解, 为工程建设的每一个决策提供了科学的依据<sup>[1]</sup>。

地质灾害, 包括地震、滑坡、泥石流与地面塌陷等, 在进行中或规划中的工程项目中, 它们都代表着不可忽视的风险因素。在项目初期, 进行地质灾害的预测与防范工作, 本质上是对未来可能出现问题的一种提前管理与控制, 旨在通过合理的规划与设计来减少这些自然因素可能带来的负面影响。随着技术的发展, 通过地质勘察获得的数据不但能用于地质灾害的预测, 还能

\* 作者简介: 曹琛, 女, 1990年2月, 河南省南阳市内乡县人, 大学本科, 工程师, 汉族, 从事水文地质、工程地质、环境地质勘察工作



为合理利用地下资源提供参考，从而在很大程度上提高了工程项目的经济效益与社会效益。然而，地质灾害的预测与防范任务远非简单，它要求工程地质勘察团队不仅具备丰富的专业知识，还需要掌握现代勘察技术<sup>[2]</sup>。从地质调查、地形地貌分析到土壤与岩石的物理化学性质测试，每一个步骤都需要精确进行，以确保预测结果的准确性。勘察团队还需具备应对复杂地质条件的能力，能够根据勘察结束后的结果灵活调整工程设计，确保工程能够安全地适应地质环境，这不仅将地质勘察的技术能力推向了新的高度，也为工程建设的可持续发展提供了有力的技术支撑。

## 二、工程地质勘察重常见地质灾害类型与特征识别

在众多地质灾害中，滑坡与崩塌、泥石流、地面沉降与地裂缝等几种形式尤为常见，其中滑坡与崩塌主要发生在地形陡峭的区域，滑坡是因为外力作用或地下水润滑作用使岩土体沿特定滑动面下滑，而崩塌则由岩土体在重力等外力影响下突然断裂与快速下坠或翻滚引起，两者都对人类的活动与工程建设构成了巨大挑战。泥石流作为一种流动性极强的特殊水土流失现象，通常在坡度大、岩石风化严重且降雨集中的山区出现，以其强大的破坏力对下游地区产生严重破坏；而地面沉降与地裂缝则是由于地表或地下岩土体体积发生变化引起地面相对下降的现象，这通常与地下水的过度开采、重大工程建设载荷增加等因素有关，给基础设施带来了严重威胁，并可能引发环境问题。

## 三、工程地质勘察的地质灾害预测与防范策略

### （一）详细地质勘察与数据分析

在工程地质勘察的过程中，为了有效预防和减轻地质灾害对工程项目的可能影响，一系列全面而详尽的地质调查与数据分析步骤成为了不可或缺的基础工作；这其中不仅涉及到广泛的区域地质调研，结合过往的历史资料以识别和评估潜在的地质灾害风险点，而且包括区域地质结构的细节解析，如断裂带的鉴别与估计及不同时代岩层分布的特性分析，这对于深入理解特定区域的地质稳定性和复杂性尤为关键。运用地震勘查、电阻率测量以及地质雷达等现代技术手段来获得地下结构的详尽信息，成为判断地下水动态、潜在滑坡以及地面塌陷风险区的重要环节。结合现场勘查结果和实验室的试验数据，对收集到的样本进行深入的物理与化学性质分析，通过上述分析可以进一步裂缝发展状态以及土壤稳定性等关键信息。构建地质模型以模拟在特定条件下可能发生的地质灾害情况，向工程设计与施工阶段提供坚实的科学根据。根据先前的调查和分析工作，需要精心制定一系列的灾害预防与减缓策略，涵盖了如工程布局的合理规划、合适建筑材料的选择以及安全施工方案的设计等方面，确保每一个环节都经过严格审视，进而有效避免地质灾害的发生<sup>[3]</sup>。在执行这些策略的同时，也必须建立一套长效的监测机制，对地质环境的变化情况进行持续监控，以便及时调整预防与减灾措施，应对可能遇到的未知挑战，保障工程的安全与周边环境的长期稳定。

### （二）利用高科技手段提升预测准确性

在探讨如何利用高科技手段提高工程地质勘察中地质灾害预测的准确性策略时，应考量到结合先进的遥感技术与地理信息系统（GIS）的应用，这种结合不仅能在辽阔的区域内高效地收集与分析潜在地质灾害区的地质数据和信息，还能提前识别和评估潜在的地质灾害风险，将人工智能与机器学习技术引入地质灾害预测领域，能通过算法模型的持续训练与优化来有效提升数据分析的准确性及灾害预测的精确度，使得早期预警系统变得更灵敏和可靠<sup>[4]</sup>。通过无人机航拍技术获取灾害区域的实时影像资料不仅能确保从事此项工作的安全，还能大幅提升工作效率，这项技术使得预测与防范操作可以更迅速且全面地执行，利用这些高清影像对地形地貌的变化进行即时监测与分析，有利于及时发现地表裂缝、滑坡等预兆现象，并据此采取相应的预防措施。通过地震探测技术进行地下结构的深入勘察，能够更准确地展现地质断层、岩层结构等重要信息，为评估地震引发的滑坡等灾害风险提供了重要的依据，强化这些技术手段的使用，不仅极大地提升了地质灾害预测的准确性，而且为制定更科学有效的防灾减灾措施以及应急响应计划打下了坚实的基础<sup>[5]</sup>。

### （三）地质灾害风险评估

利用最新的地质勘测技术与方法，包括地面雷达探测、地质钻探以及地球物理与化学分析，以获得关于地质构造、地下水位、土壤稳定性等方面的全面数据。然后由地质专家与工程师深入分析这些数据，并通过模型来预测可能出现的地质灾害，如滑坡、塌陷、地震等，进而根据这些预测来评估潜在的风险等级。在防范策略的制定上，须以评估结果为根据，其中包含了设计安全边际更高的工程结构、采纳适应性更强的建筑材料与技术的建议，在工程的规划与实施过程中，也需充分考虑地质条件对工程的影响并及时调整工程设计以适应那些可能出现的条件变化。建立一个长期的地质监测系统，能实时监控地质变化并在必要时提供采取紧急行动的数据支持，同样不容忽视<sup>[6]</sup>。地质灾害风险评估与防范策略的有效实施需依赖于跨学科合作，这包括了地质学、工程学、环境科学等诸多领域的专家学者共同投入，仅有通过持续的技术创新与方法优化，才能确保评估的准确性与防范措施的有效性<sup>[7]</sup>。

### （四）建立健全地质灾害应急管理体系

在构建与完善地质灾害应急管理体系的过程中，需要确立一个在国家到地方之间实现逐级响应的多级联动监测预警机制，以实现地质灾害发生的早期识别与预警信息的快速传播；为达至此目标，各级监测机构不仅需要配备高精度的地质灾害监测设备，同时还要建立一个全天候运作的监测数据中心，负责收集与分析来自各地的监测数据，以便实时评估可能发生的地质灾害风险。还应建立一个由地质学家、灾害管理专家与当地政府代表组成的地质灾害应对小组，该团队将负责制定针对各类地质灾害，如滑坡、泥石流与地震，的具体预防与应对策略，这其中包括从灾害易发区域的植被恢复到排水系统的建设与加固，以及地面裂缝与滑坡体的监测与稳定，同时该团队也将制定紧急疏散计划，以确保在灾害发生时能够迅速有效地疏散民众，从而最大限度地减少

人员伤亡<sup>[8]</sup>。

#### （五）制定地质灾害应急预案

通过对可能遭遇的地质灾害类型与潜在风险进行详细的评估，这里面包括从滑坡到塌陷以及地震等多种形式，然后根据这些评估结果，制定出旨在尽可能减少灾害造成损害的具体应对措施与策略。这一过程不仅要求对历史地质事件进行深入的分析与学习，而且还需要考虑到当前地质勘察区域的特点，从而能够制定出具有针对性的应急预案。必须包括建立一个能够在灾害即将发生时提供预警的精确地质灾害预警系统，使相关人员与资源得以及时调度，以降低灾害的影响；灾害应对小组的组建与训练也是非常关键的环节，以确保在发生灾害时，该小组成员可以迅速反应，执行已经制定好的应急措施<sup>[9]</sup>。在资源分配方面，要确保所有必需的救灾物资与设备随时可以被调用，并且这些物资与设备需要定期进行检查，以保障其功能性不受影响。而与当地政府、周边社区及其他相关机构建立紧密的联系与沟通机制，则在灾害发生时能够实现资源共享与协作，进一步提升对地质灾害的应对效率<sup>[10]</sup>。

#### （六）加强地质勘察人员培训与地质知识普及

在加强工程地质勘察人员的培训与地质知识的普及方面，制定一系列具体而有效的措施变得尤其必要，这旨在通过提升专业

人员的技能与知识水平与增强公众的地质灾害意识，进而有效地预防和减轻地质灾害的发生与影响。地质勘察部门与高等教育机构建立的紧密合作，开发了专业课程与实践培训项目，使得勘察人员能从掌握最前沿的地质科学知识到勘察技术到增强对复杂地质条件的适应能力与问题解决能力。制定的继续教育计划为在职勘察人员提供了定期的培训与学习机会，包括最新地质勘察技术的介绍与应用与地质灾害案例分析等内容，确保他们的知识与技能得以不断更新与提升。

### 总结：

随着工程建设项目数量的持续增加，地质灾害的预测与防范变得越来越重要，这不仅与工程建设中的安全风险减少、工程质量与安全水平的提高直接相关，而且在减轻自然灾害所导致的社会经济影响方面发挥着至关重要的作用。未来的研究应当将注意力更多地集中于勘查技术的创新上，并且结合现代信息技术，包括但不限于地理信息系统、遥感技术以及大数据分析，以此提升地质灾害预测的准确率与防范措施的有效性，进而推动工程建设向可持续发展的方向前进，并促进社会经济的稳定。

### 参考文献：

- [1] 卢承鹏. 关于工程建设的地质灾害危险性预测评估研究 [J]. 中国金属通报, 2023(1):192-194.
- [2] 赵宁. 矿山岩土工程勘察中的地质灾害评估与风险预警研究 [J]. 世界有色金属, 2023(023):000.
- [3] 王静. 基于岩土工程的地质灾害预防与控制技术研究 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2022(5):3.
- [4] 朱举, 祁平利, 党峰荣, 等. 岩土工程勘察数字化体系及关键技术研究 [J]. 铁道建筑技术, 2024(01):33-37.
- [5] 卢朝玲. 矿山工程勘察中的水文地质问题危害研究 [J]. 冶金与材料, 2023, 43(11):172-174.
- [6] 刘世安, 鲁海涛, 冀华. 矿山工程地质勘察中的水文地质危害及其对策 [J]. 世界有色金属, 2023(22):223-225.
- [7] 宋马可. 岩土工程地质勘察中的原位测试技术分析 [J]. 科学技术创新, 2023(26):132-135.
- [8] 丁泽远. 土工试验在岩土工程勘察中的应用研究 [J]. 产品可靠性报告, 2023(11):146-147.
- [9] 安倩, 李玮. 矿山岩土工程勘察中基础地质技术运用分析 [J]. 中国金属通报, 2023(11):171-173.
- [10] 李永新, 黄小华, 张堂贵, 等. 工程地质测绘方法在天坑地区工程勘察中的应用 [J]. 工业建筑, 2023, 53(S2):562-564.

# 高效液相色谱串联质谱法测定饮用水中的高氯酸盐

孙艺祯, 张格维, 随伟伟

连云港市自来水有限责任公司, 江苏 连云港 222000

**摘要：** 高氯酸盐采用负离子模式进行电离, 通过多反应监测 (MRM) 模式对目标化合物进行测定。使用内标法定量, 高氯酸盐在线性范围内峰面积与质量浓度线性关系良好, 曲线线性相关系数 0.999 以上, 各校准点准确度, 精密度和回收率实验结果都比较好。

**关键词：** 高效液相色谱; 饮用水; 高氯酸盐; 精密度

## Determination Of Perchlorates In Drinking Water By High-Performance Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry

Sun Yizhen, Zhang Gewei, Sui Weiwei

Lianyungang Municipal Water Supply Co., Ltd., Jiangsu, Lianyungang 222000

**Abstract：** Perchlorate is ionized using negative ion mode and the target compound is determined using multiple reaction monitoring (MRM) mode. The internal standard method was used for quantification, and the peak area of perchlorate showed a good linear relationship with mass concentration within the linear range. The linear correlation coefficient of the curve was above 0.999, and the accuracy, precision, and recovery rate of each calibration point were relatively good.

**Keywords：** high performance liquid chromatography; drinking water; perchlorate; precision

高氯酸盐是离子型化学污染物, 高氯酸盐主要来源于人工合成, 被广泛用于火箭燃料、烟花爆竹等领域, 也作为添加剂或者媒染剂用于其他工业。当环境中的高氯酸盐经过生态系统进入食物链, 逐级富集, 将会对农产品和食品安全构成威胁<sup>[1]</sup>。高氯酸盐对人体的危害主要表现为抑制机体甲状腺对碘离子的吸收, 引起甲状腺激素和三碘甲状腺原氨酸合成量的减少, 干扰甲状腺正常功能、代谢和发育, 严重时对骨髓、肌肉组织产生病变影响, 诱发甲状腺癌, 危害人类的健康。

水是生命之源, 是生命的甘露, 是人类赖以生存和发展的重要物质资源之一。高氯酸盐作为一种水溶性强的持久性污染物, 不合理的使用将会污染地下水、地表水等水源, 影响饮用水的使用<sup>[2]</sup>。

美国环境保护局规定生活饮用水中高氯酸盐的最大准许浓度为 1.0 微克 / 升; 欧洲食品安全局规定了高氯酸盐的每日最大摄入量为 0.3 微克 / 千克 BW / 天。我国 GB5749-2022《生活饮用水卫生标准》中规定了高氯酸盐的限值为 0.07 毫克 / 升。

高氯酸盐的分析方法主要有离子色谱法、液相色谱-串联质谱法和离子色谱-串联质谱法等。

### 一、实验方法

#### (一) 仪器

岛津 LCMS-8045. 具体配置为:

系统控制器: CBM-20A 脱气机; DGU-20A5R

输液泵: LC-30AD × 2 自动进样器: SIL-30AC

柱温箱: CTO-20AC 检测器: LCMS-8045

#### (二) 分析条件

液相条件:

色谱柱: Aclaim Trinity 3um 分析柱 (2.1 × 50mm)

流动相: A 相 -50mM 甲酸铵水溶液; B 相 - 乙腈

流速: 0.55mL/min

进样体积: 3 微升

柱温: 35°C

洗脱方式: 梯度洗脱, B 相初始浓度为 55%, 时间程序见

表 1。

表 1 梯度洗脱程序

Time	Module	Command	Value
2.00	Pumps	PumpBConc.	55
2.50	Pumps	PumpBConc.	90
3.00	Pumps	PumpBConc.	90
3.50	Pumps	PumpBConc.	55
5.00	Controller	Stop	

质谱条件

离子源: ESI, 负离子模式脱溶剂管温度: 200°C

离子源接口电压: -3.0kV 加热模块温度: 400°C

雾化气: 氮气 3.0L/min 接口温度: 300°C

干燥气: 氮气 10L/min 扫描模式: 多反应监测 (MRM)

加热气: 空气 10L/min MRM 参数: 见表 2

碰撞气: 氩气驻留时间: 60ms

\* 作者简介: 孙艺祯, 1983 年 6 月, 性别女, 民族汉, 籍贯 (江苏省赣榆县), 本科学历, 工程师, 从事水质检测工作。

表2MRM参数

化合物名称	CASNO.	监测离子对	Q1pre(V)	CE	Q3pre(V)
高氯酸盐	7601-89-0	98.9>82.9 100.9>84.9	18	28	28
高氯酸盐- <sup>18</sup> O <sub>4</sub>		106.8>88.9	18	28	28

(三) 同位素内标溶液的配制

准确吸取适量高氯酸盐内标储备液，使用超纯水配制成高氯酸盐-<sup>18</sup>O<sub>4</sub>浓度为10.0mg/L的同位素内标液。

(四) 标准系列的配制

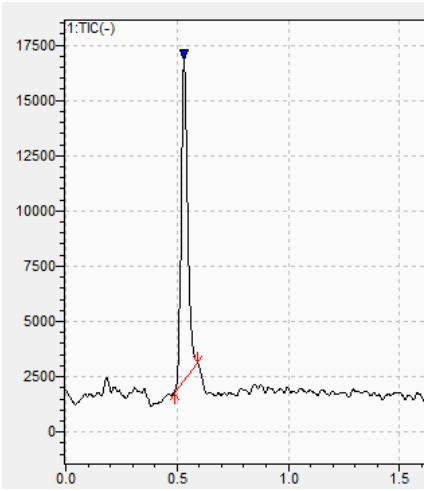
分别吸取高氯酸盐标准使用液，配制成质量浓度为0mg/L、0.002mg/L、0.005mg/L、0.010mg/L、0.020mg/L、0.050mg/L、0.10mg/L、0.20mg/L的高氯酸盐标准工作溶液。各取1.00mL上述标准工作溶液于进样瓶中，分别加入5.0微升高氯酸盐内标使用液待测。

(五) 样品前处理方法

水样经0.22微米水相微孔滤膜过滤后，取1mL滤液于进样瓶，加入5.0微升高氯酸盐内标使用液（10.0mg/L）后，混匀，上LC-MS/MS分析。

二、结果

(一) 标准样品的MRM色谱图

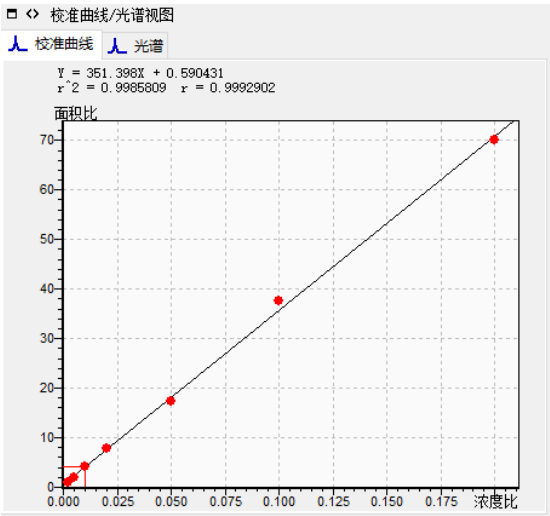


(二) 线性范围与检出限

将不同浓度的高氯酸盐标准工作溶液，按照1.2中的分析条件进行测定，使用内标法定量。以浓度比为横坐标，峰面积比纵坐标，绘制标准曲线如下图所示。所得校准曲线线性良好，线性方程及相关系数见表3。

表3标准曲线信息

高氯酸盐 标液浓度比 率（ug/L）	2.00	5.00	6.00	7.00	10.00	/	/
峰面积	6658	14735	32240	60329	238812	/	/
相关系数	0.9992						
线性方程	Y=351.398X+0.590431						



本次检出限试验参考GB/T23768-2009附录A进行，在空白中加入目标物，加入量为目标物检出限的2-5倍，平行测定7次，按照HJ168-2010规定MDL= $t_{(n-1, 0.99)} \times S$ 进行计算， $t_{(n-1, 0.99)}=3.143$ ，经计算S=0.000577，结果如下表，测定下限按照4倍检出限计算，标准检出限为0.002mg/L，能满足小于等于标准中检出限和测定下限的结果，如表4所示：

表4检出限测试数据

物质	1	2	3	4	5	6	7	MDL (mg/L)	定量检出限 (mg/L)
高氯酸盐	0.006	0.007	0.006	0.006	0.007	0.006	0.006	0.0018	0.0072

结果说明：在空白中加入目标物高氯酸盐，按照方法进行检测后，测得值见上表，计算方法中该物质的检出限，根据HJ168-2020中的测定下限，将其检出限与标准检出限相比较实验检出限为0.0018mg/L，定量限为0.0072mg/L，标准中检出限为0.002mg/L，所以实验检出限及定量限比标准的检出限和定量限都小，符合标准要求。

(三) 精密度和准确度的测定

1.对样品检测，进行6次平行实验，检测结果如下：

样品（高氯酸盐）				
次数	峰面积	高氯酸盐结果（mg/L）	峰面积	高氯酸盐结果（mg/L）
1	21626	0.010	150068	0.073
2	22849	0.011	149651	0.072
3	21089	0.010	150257	0.071
4	23497	0.010	153139	0.073
5	20558	0.010	149910	0.073
6	21581	0.010	151518	0.074
检测平均值	/	0.010	/	0.073
标准偏差SD	0.00045		0.0011	
相对标准偏差RSD	4.5%		1.51%	
盲样测算值（μg/L）	16.67		42.33	
真值（μg/L）	15.0		45.0	
准确度	11.13%		5.93%	



结果说明：

准确度：本次试验中，盲样的标准值 15.0ug/L，实验室分析的结果为 16.67ug/L；另一盲样的标准值 45.0ug/L，实验室分析的结果为 42.33ug/L，在允许误差范围内，准确度符合要求。

精密度：本次试验中，对样品进行6次平行测定，相对标准偏差分别为 4.5%、1.51%，均符合国标要求应≤ 5%，精密度符合要求。

2. 回收率的测定（加标回收实验）

项目	加标量 ( ug/L )	样品检测结果 ( ug/L )	加标样品检测结果 ( ug/L )	回收率 %
高氯酸盐	10.00	9.00	18.83	98.3
	20.00	9.00	32.17	115.85

综上所述，GB/T5750.9-2023《生活饮用水标准检验法》高氯酸盐的测定液相色谱串联质谱法方法均符合该标准要求，实验室能完成该项目分析。

三、讨论

随着工业化的进程，水源的污染问题日益严重，其中高氯酸盐作为一种常见的污染物，引起了广泛的关注。高氯酸盐是一种持久性的水溶性污染物，若不加以合理控制，易污染地下水、地表水等水源，进而威胁到人们的饮用水安全。高氯酸盐的危害性主要体现在对人体健康的潜在影响<sup>[3]</sup>。研究表明，高氯酸盐能够干扰人体甲状腺对碘的吸收，从而抑制甲状腺素的合成与分泌，对人体生长发育有着不良影响，对于孕妇与儿童的不良影响更为显著<sup>[4]</sup>。

当前，国内外对于高氯酸盐的检测方法主要包括液相色谱-质谱法、离子色谱法、分光光度法等。离子色谱法操作简单，但易受到其他共存离子的干扰，影响检测的准确性，而液相色谱-质谱法虽然具有较高的灵敏度和准确性，但成本较高，操作复杂，不利于大规模推广<sup>[5]</sup>。因此，为了更好地保障人们的用水安全，需不断探索和研究更加高效、准确、经济的高氯酸盐检测方法。政府和社会各界也应加强对水源的保护和管理，减少高氯酸盐等污染物的排放，确保人们的饮用水安全<sup>[6]</sup>。

高效液相色谱串联质谱法（HPLC-MS/MS）结合了高效液相色谱的高分离能力和质谱的高选择性、高灵敏度，使得对饮用水中微量高氯酸盐的准确测定成为可能。高效液相色谱的分离能力使得复杂样品中的高氯酸盐得以有效分离，在实验过程中，选择合适的色谱柱与流动相，可以实现对高氯酸盐的特异性保留和分离，从而避免了其他杂质的干扰<sup>[7]</sup>。梯度洗脱技术的应用进一步提高了分离效果，使得测定结果更加准确可靠。质谱技术的引入大大提高了测定的灵敏度和选择性。质谱仪通过离子化、质量分析和检测等步骤，可以对分离后的高氯酸盐进行精确测定。负离子多反应监测模式的应用使得对高氯酸盐的测定更加准确，降低了误报率。内标法的使用进一步提高了测定的准确性和可靠性，使得测定结果更加可信<sup>[8]</sup>。

在本实验中，在空白样品中加入已知量的高氯酸盐，按照预定的方法进行检测，可测得高氯酸盐在饮用水中的浓度，实验过

程中要求确保实验条件的稳定性与重复性，增强实验结果的可信度。检出限（LOD）即分析方法能够可靠地检测出样品中目标化合物的最低浓度。定量限（LOQ）则是指分析方法能够准确测定样品中目标化合物浓度的最低水平，检出限（LOD）与定量限（LOQ）能够评估分析方法的灵敏度与准确性<sup>[9]</sup>。根据 HJ168-2020 标准，在实验中，测得的检出限为 0.0018mg/L，定量限为 0.0072mg/L。与标准中的检出限 0.002mg/L 相比，实验检出限更低，说明实验方法具有更高的灵敏度。实验定量限也低于标准定量限，表明该方法在定量测定方面也具有优势。因此，可得出结论，该实验采用的高效液相色谱串联质谱法测定饮用水中的高氯酸盐符合标准要求，并且在实际应用中具有更好的性能，有助于确保饮用水质量的监测，保障公众健康<sup>[10]</sup>。

高效液相色谱串联质谱法在测定饮用水中的高氯酸盐时表现出了良好的准确度与精密度。准确度是测量结果与真实值之间的接近程度。在本次试验中，有两个盲样用于检验方法的准确度。第一个盲样的标准值是 15.0ug/L，而实验室分析的结果是 16.67ug/L；第二个盲样的标准值是 45.0ug/L，实验室分析的结果是 42.33ug/L。两个结果都在允许的误差范围内，该方法准确度符合要求。精密度是多次测量结果的接近程度，用相对标准偏差（RSD）予以表示。对样品进行了 6 次平行测定，得到的相对标准偏差分别为 4.5%、1.51%，均小于国标要求的 5%，因此该方法精密度符合要求。

因此可见，在饮用水中高氯酸盐测量中，使用高效液相色谱串联质谱法符合相关要求，具有较强的推广意义，可用于生活饮用水的质量监测，更好地保障民众饮水安全。

参考文献：

[1]王丽娟. 离子色谱法测定生活饮用水中氯酸盐和亚氯酸盐的研究综述 [J]. 食品安全导刊, 2024,(06):154-156.

[2]尤妍, 丁仙林, 李炜鑫. 大体积进样-离子色谱法同时测定饮用水中 4 种卤乙酸和亚氯酸盐含量 [J]. 实验室检测, 2024,2(02):18-22.

[3]刘军, 谢南容. 离子色谱法测定生活饮用水中亚氯酸盐和氯酸盐的改进 [J]. 实验与检验医学, 2023,41(04):425-427+444.

[4]邢德舟, 许可清. 离子色谱法测定生活饮用水中氯酸盐和亚氯酸盐 [J]. 微量元素与健康研究, 2023,40(06):60-61.

[5]游咏妍. 抑制型电导检测离子色谱法测定饮用水中高氯酸盐 [J]. 化学分析计量, 2023,32(05):47-50.

[6]胡涛, 于晖, 彭文芳, 等. 江西省居民日常食用蔬菜中氯酸盐和高氯酸盐污染调查 [J]. 现代预防医学, 2022,49(20):3698-3701.

[7]王娟, 刘文静, 王新潮, 等. 超高效液相色谱串联质谱法测定环境样品中高氯酸盐和氯酸盐的含量 [J]. 质量安全与检验检测, 2022,32(01):12-16.

[8]邱凤梅, 方力, 邵诚杰. 液相色谱-串联质谱法检测生活饮用水中氯酸盐、溴酸盐和亚氯酸盐 [J]. 中国卫生检验杂志, 2022,32(01):23-26.

[9]侯媛, 杨晓瑜, 张雪怡, 等. 利用阳离子化生物质炭去除水中高氯酸盐的综合实验设计 [J]. 实验技术与管理, 2021,38(12):38-42.

[10]张文婷, 刘丽青, 周浩德, 等. 超高效液相色谱-串联质谱法测定饮用水中高氯酸盐和氯酸盐 [J]. 药物分析杂志, 2020,40(12):2230-2235.



# 汽油柴油中有害成分检测及控制技术探讨

管达境

唐山市产品质量监督检验所, 河北 唐山 063000

**摘要：**汽油和柴油是现代社会的交通燃料，其广泛应用于各种机动车辆中，但是随着机动车保有量的增加，燃烧这些化石燃料产生的污染物对环境和人体健康的影响日益显著，其中汽油和柴油中含有一种多种有害成分，如多环芳烃、硫化物、铅化物等，这些有害物质不仅直接对人体产生危害，还通过燃烧生成二次污染物，加剧空气污染问题，因此研究如何有效检测和控制汽油和柴油中的有害成分成为当前环境科学和工程领域的重要课题，所以本文将从有害成分的类型和来源入手，介绍现有的检测技术及其应用，并探讨目前已经应用或正在研究的技术，希望本文能够为相关研究和实践提供参考。

**关键词：**汽油柴油；有害成分；检测及控制技术

## Exploration of Detection and Control Technology for Harmful Components in Gasoline and Diesel

Guan Dajing

Tangshan Product Quality Supervision and Inspection Institute, Tangshan, Hebei 063000

**Abstract：** Gasoline and diesel are the most important transportation fuels in modern society, widely used in various motor vehicles. However, with the increase in the number of motor vehicles, the impact of pollutants produced by burning these fossil fuels on the environment and human health is becoming increasingly significant. Among them, gasoline and diesel contain various harmful components, such as polycyclic aromatic hydrocarbons, sulfides, lead compounds, etc. These harmful substances not only directly harm human health, but also generate secondary pollutants through combustion, exacerbating air pollution problems. Therefore, studying how to effectively detect and control harmful components in gasoline and diesel has become an important topic in the field of environmental science and engineering. Therefore, this article will start with the types and sources of harmful components, introduce existing detection technologies and their applications, and explore the control technologies that have been applied or are currently being studied, I hope this article can provide reference for relevant research and practice.

**Keywords：** gasoline and diesel; harmful ingredients; detection and control technology

### 引言：

汽油和柴油作为现代交通和工业领域的主要能源，其燃烧过程中产生的有害物质对环境和人类健康构成了严重威胁。随着环保意识的提高和法律法规的完善，对汽油柴油中有害成分的检测及控制技术的要求也越来越高，因此探讨相应的控制技术相当重要。

### 一、汽油柴油中有害成分的类型和来源

#### （一）多环芳烃（PAHs）

多环芳烃是一类由两个或多个苯环相互稠合而成的有机化合物，广泛存在于燃料和燃烧产物中，其来源主要包括燃料中的天然成分及燃烧过程中生成的二次产物，而燃料在燃烧过程中，特别是在不完全燃烧条件下，容易生成多环芳烃。而且 PAHs 的种类繁多，常见的有苯并芘、苯并蒽、芘等，这些化合物由于其结

构稳定，不易被环境降解，因此在大气、水体和土壤中广泛存在，并且具有很强的持久性和生物累积性，其中 PAHs 不仅对环境造成长期污染，还能通过呼吸道、皮肤和消化道进入人体，累积在脂肪组织中，长期暴露会对健康造成严重威胁，并且由于 PAHs 具有致癌、致突变和生殖毒性等特性，其能够引发肺癌、皮肤癌和膀胱癌等多种恶性肿瘤，除此以外其还能通过母体传递，对胎儿发育产生不利影响，因此对汽油和柴油中 PAHs 的检测和控制至关重要。

\* 作者简介：管达境，1998年9月出生，女，满族，河北省围场县，助理工程师职称大学本科学历，工作领域涉及化肥、汽油柴油以及部分危化品检验检测。

## （二）硫化物

硫化物主要以硫醇、硫醚和硫化氢等形式存在于燃料中，其中汽油和柴油中硫化物的存在主要是由于原油中天然含硫成分在炼制过程中未完全去除而残留的结果，这些硫化物在燃烧过程中，会被氧化生成二氧化硫（SO<sub>2</sub>），而二氧化硫则是大气污染的重要来源之一，它在空气中进一步氧化生成三氧化硫，并与水蒸气反应生成硫酸，形成酸雨，对生态环境和建筑物造成严重破坏<sup>[1]</sup>；此外硫酸盐颗粒物是PM2.5的重要组成部分，对空气质量造成严重影响，二氧化硫和硫酸盐颗粒物不仅对环境有害，还能通过呼吸道进入人体，引发哮喘、支气管炎、心血管疾病等多种健康问题，特别是对老年人、儿童和呼吸系统敏感人群影响尤为显著，长期暴露于高浓度的二氧化硫环境中，还可能导致慢性呼吸系统疾病和肺功能下降，因此减少燃料中的硫化物含量，对于控制大气污染和保护公众健康具有重要意义。

## （三）铅化物

尽管许多国家已经实施无铅汽油政策，但在某些地区仍然使用含铅汽油，而铅化物在燃烧过程中会释放到大气中，通过呼吸道进入人体，其中铅是一种剧毒的重金属，能够在骨骼和软组织中累积，对神经系统和其他器官造成严重损伤。儿童对铅的吸收率比成人更高，且更容易受到铅中毒的影响，表现为智力发育迟缓、注意力缺陷和学习能力下降等；除此以外铅还会对成人的心血管系统、肾脏和免疫系统造成危害，长期接触低剂量铅也会增加患高血压、心脏病和中风的风险，孕妇接触铅会影响胎儿发育，导致流产、早产和低出生体重等不良后果，含铅汽油燃烧后产生的铅化物颗粒还会沉降在土壤和水体中，通过食物链进入人体，造成二次污染，因此尽管无铅汽油的推广取得了一定成效，但在全球范围内彻底消除含铅汽油的使用仍需继续努力<sup>[2]</sup>。

# 二、汽油柴油中有害成分检测及控制的重要性

## （一）环境保护的迫切需求

随着工业化的快速发展，汽油和柴油作为主要的能源来源，其使用量逐年攀升，但是由于这两种燃料在生产、运输和使用过程中，会产生一系列的有害物质，如硫氧化物、氮氧化物、颗粒物等，这些有害物质对大气环境造成了严重的污染，是形成酸雨、光化学烟雾和雾霾等环境问题的重要因素，因此对汽油和柴油中的有害成分进行检测和控制，是保护生态环境、减少空气污染的迫切需求。而通过精确检测燃料中的有害物质含量，则可以为环保政策的制定提供科学依据，推动清洁燃料的生产和使用，同时严格的控制标准能够促使燃料生产商改进生产工艺，减少有害物质的产生，从而从根本上改善空气质量，保护人类健康。

## （二）保障能源安全与可持续发展

汽油和柴油，作为现代社会不可或缺的能源，其品质的优劣无疑对能源安全和可持续发展产生深远影响，若燃料中有害成分超标，不仅会对自然环境造成难以逆转的损害，更会对发动机等关键设备带来潜在的威胁，这些有害物质可能加速设备的磨损，甚至引发故障，进而缩短设备的使用寿命，给使用者带来不必要

的经济损失。更为重要的是，劣质燃料的使用往往伴随着能源利用效率的降低，这意味着更多的能源消耗却产生较少的实际效益，这无疑是对宝贵资源的极大浪费，特别是在资源日益紧缺的今天，提高能源利用效率显得尤为重要。当然为了确保能源安全，提升能源使用的可持续性，那么就必须对汽油和柴油中的有害成分进行严格的检测和控制，如通过实施更为精细的燃料质量管理，可以确保市场上流通的每一滴燃料都达到国家标准，从而为经济的持续健康发展提供坚实的能源保障。

## （三）维护公众健康与社会责任

汽油和柴油中所含的有害成分，如颗粒物、一氧化碳、挥发性有机物等，对人体健康有着潜在的危害，而且长期置身于这些有害物质的环境中，无疑会增加罹患呼吸道疾病、心血管疾病的风险，特别是对于身体抵抗力相对较弱的儿童、老年人以及患有慢性疾病的人群，他们更容易受到这些有害物质的侵害，健康状况可能因此恶化。所以面对这样的现状，从社会责任的角度出发，无论是企业还是政府，都肩负着不可推卸的责任，必须确保公众的健康与安全。对汽油和柴油中有害成分的严格检测与控制，正是对这一责任的积极回应，因此需要通过科技手段和政策措施双管齐下，去有效降低燃料中的有害物质含量，进而减少其对环境 and 人体的危害，这样的举措不仅能够降低公众的健康风险，提升整个社会的福祉水平，还能在一定程度上改善企业形象，提升政府的公信力。

# 三、汽油柴油中有害成分的光谱分析法

光谱分析法是一种基于物质对光的吸收、发射或散射性质来测定物质成分的方法，其中在汽油柴油中有害成分的检测中，光谱分析法具有灵敏度高、准确度高等优点，因此得到了广泛应用，例如原子吸收光谱法（AAS）就是一种常用的光谱分析法，它基于原子对特定波长光的吸收性质来测定元素含量，其中在汽油柴油中有害成分的检测中，AAS可以用于测定铁、锰等元素的含量，该方法会先通过燃烧将样品转化为气态原子或离子状态，然后使气态原子或离子通过特定波长的光源，测量光源被吸收的程度来计算元素的含量，而AAS具有灵敏度高、准确度好的优点，但设备及检测成本较高，操作相对复杂；而原子荧光光谱法（AFS）则是另一种常用的光谱分析法，它会基于原子在激发状态下发射特定波长荧光的性质来测定元素含量，如在汽油柴油中有害成分的检测中，AFS可以用于测定砷、硒等元素的含量，该方法与AAS类似，也是将样品转化为气态原子或离子状态后进行测量，AFS具有灵敏度高、选择性好等优点，但同样存在设备成本高、操作复杂的问题；最后紫外可见分光光度法则是一种基于物质对紫外可见光的吸收性质来测定物质成分的方法，在汽油柴油中有害成分的检测中，紫外可见分光光度法可以用于测定硫含量，该方法一般是通过油品燃烧生成的二氧化硫吸收紫外光的能量后转变为激发态，再由激发态返回到稳定态时发射的荧光信号值来推算硫的含量，而紫外可见分光光度法具有操作简便、快速的特点，但准确度受光电检测器精度的影响。由此可见，光谱分

析法虽然具有操作简便、检测结果灵敏的优点，但是选择合适的光源和检测器以及规范的样品预处理流程对于提高检测灵敏度和准确度至关重要<sup>[4]</sup>。

## 四、汽油柴油中有害成分的控制技术

### （一）提高燃油品质

随着环保法规的日益严格，对燃油品质的要求也在不断提高，降低燃油中的硫含量是减少 SO<sub>x</sub> 排放的关键，其中硫在燃烧过程中会生成硫氧化物，对环境和人体健康产生严重危害，因此通过精炼技术降低燃油中的硫含量，可以显著减少 SO<sub>x</sub> 的排放。除此以外采用生物柴油等替代燃料也是降低有害物质排放的有效途径，因为生物柴油来源于可再生资源，如植物油、动物脂肪等，具有环保、可再生的优点，其与传统柴油相比，生物柴油的硫含量更低，燃烧过程中产生的有害物质也更少，因此推广使用生物柴油等替代燃料，对于减少汽油柴油燃烧过程中的有害物质排放具有重要意义<sup>[5]</sup>。

### （二）优化燃烧过程

优化燃烧过程是降低汽油柴油有害物质排放的关键措施之一，因为燃烧过程的不完全燃烧会导致大量有害物质的生成，因此通过改进燃烧室设计、优化喷油定时和喷油压力等参数，可以提高燃油的燃烧效率，减少不完全燃烧产物的生成，其中改进燃烧室设计是提高燃烧效率的重要手段，因为通过优化燃烧室的形状、尺寸和内部结构，可以改善燃油与空气的混合效果，提高燃烧速度，从而降低有害物质的生成，而至于采用先进的燃烧室材料和技术，如陶瓷涂层、激光加工等，则可以进一步提高燃烧效率；至于优化喷油定时和喷油压力等参数则是降低有害物质排放的有效措施，因为通过精确控制喷油定时和喷油压力，可以实现燃油与空气的均匀混合，提高燃烧效率，并减少燃油的附着和积碳现象，降低发动机的磨损和故障率<sup>[6]</sup>；除此以外采用电子控制喷射系统等先进技术也是优化燃烧过程的重要手段，因为电子控

制喷射系统可以根据发动机的工况和负荷变化，实时调整喷油量、喷油定时和喷油压力等参数，实现更精确的燃油喷射控制，这不仅可以提高燃烧效率，降低有害物质排放，还可以提高发动机的燃油经济性和动力性能。

### （三）采用后处理技术

后处理技术可以在燃烧后对尾气中的有害物质进行处理，进一步降低其排放浓度，而常用的后处理技术包括选择性催化还原（SCR）、废气再循环（EGR）等，其中选择性催化还原技术通过在排气系统中加入尿素水溶液，与尾气中的 NO<sub>x</sub> 反应生成无害的氮气和水，该技术具有较高的脱硝效率和较低的能耗，已广泛应用于柴油发动机尾气处理中，其通过精确控制尿素水溶液的喷射量和喷射时机，可以实现 NO<sub>x</sub> 的高效转化和降低<sup>[7]</sup>；至于废气再循环技术则是将部分排气重新引入进气道，与新鲜空气混合后进入燃烧室进行再次燃烧，并通过降低燃烧温度和减少氧气浓度，去抑制 NO<sub>x</sub> 的生成，从而有效降低柴油发动机的 NO<sub>x</sub> 排放，但需要注意的是，其对发动机性能和燃油经济性的影响，在实际应用中，需要根据发动机的工况和负荷变化，合理调整废气再循环的比例和时机；除此以外还有一些其他的后处理技术如氧化催化器、颗粒捕集器等，也可以对尾气中的有害物质进行处理和降低，这些技术各有特点，需要根据具体的应用场景和需求进行选择和优化<sup>[8]</sup>。

## 结语：

总而言之，通过对汽油和柴油中有害成分的检测和控制技术的研究，我们可以更好地理解这些有害成分的来源及其对环境和健康的影响，其中先进的检测技术为污染物的精确监测提供了重要手段，而控制技术则发展则为减少污染物排放提供了有效途径，所以这方面未来的研究应进一步优化现有技术，并开发新型的清洁燃料和处理技术，以应对不断变化的环境挑战和日益严格的环保要求，这样通过多方面的努力才有望实现交通燃料对环境 and 人体健康的影响最小化。

## 参考文献

- [1] 庞海龙, 邓成林, 姚广涛等. 柴油机有害排放控制技术 [J]. 船舶工程, 2011, 33 (1): 21-24, 32.
- [2] 吉恒松, 张程程, 张州榕等. 柴油机实现低 NO<sub>x</sub> 燃烧的数值模拟 [J]. 江苏大学学报 (自然科学版), 2013, 34 (4): 384-389.
- [3] 吕林, 许建华, 徐万毅等. 柴油品质对船用柴油机颗粒与烟度排放的影响 [J]. 内燃机工程, 2010, 31 (4): 44-48.
- [4] 闫萍, 冯明志, 平涛等. 喷孔参数对高压共轨船用柴油机燃烧与排放影响的仿真研究 [J]. 内燃机工程, 2011, 32 (3): 43-47.
- [5] 高占斌, 王银燕, 何清林等. 采用相继增压改善船用柴油机排放的数值模拟 [J]. 江苏大学学报 (自然科学版), 2013, 34 (6): 631-636.
- [6] 张文春, 段树林, 张宇等. 柴油机在台架试验中振动分析与减振优化 [J]. 噪声与振动控制, 2015 (1): 18-22.
- [7] 宋恩哲, 宋百玲, 马修真等. 柴油机电控系统半物理仿真平台开发研究 [J]. 哈尔滨工程大学学报, 2010, 31 (9): 1153-1160.
- [8] 袁云飞, 郭霆, 王玉宝等. 基于嵌入式系统的船用柴油机信号模拟器 [J]. 自动化仪表, 2015 (5): 80-83.

# 暖通空调系统智能化控制技术的研究与应用

王浩

成都双流国际机场股份有限公司机电中心空调部, 四川 成都 610041

**摘要：** 本论文主要研究了暖通空调系统的智能化控制技术，包括理论基础、技术研究以及应用案例分析。本文开头概述了暖通空调系统的基本原理和分类，以及智能控制技术的基本原理，包括人工智能、机器学习、神经网络和模糊控制。研究了暖通空调系统的建模与仿真方法、传感器与执行器技术，以及控制器的设计方法和性能评价。最终，通过具体的应用案例，分析了智能化控制在暖通空调系统中的应用效果。本研究对于提高暖通空调系统的运行效率、节能减排以及提升用户体验具有重要的理论和实践意义。

**关键词：** 暖通空调系统；智能化控制；可靠性；技术创新；产业升级

## Research and Application of Intelligent Control Technology for HVAC Systems

Wang Hao

Chengdu Shuangliu International Airport Co., Ltd. Mechanical and Electrical Center Air Conditioning Department, Chengdu, Sichuan 610041

**Abstract：** This paper mainly studies the intelligent control technology of HVAC systems, including theoretical foundations, technical research, and application case analysis. The beginning of this article provides an overview of the basic principles and classifications of HVAC systems, as well as the fundamental principles of intelligent control technology, including artificial intelligence, machine learning, neural networks, and fuzzy control. Studied the modeling and simulation methods, sensor and actuator technologies, as well as the design methods and performance evaluation of controllers for HVAC systems. Finally, the application effect of intelligent control technology in HVAC systems was analyzed through specific application cases. This study has important theoretical and practical significance for improving the operational efficiency, energy conservation and emission reduction, and enhancing user experience of HVAC systems.

**Keywords：** HVAC system; intelligent control; reliability; technological innovation industrial upgrading

## 引言

在现代社会，科技的飞速进步与人们生活品质的追求相互交织，对居住环境的舒适度和环保性提出了更高的要求。作为现代建筑中的核心组成部分，暖通空调系统不仅关系到能源的有效利用，也直接影响到居住的舒适度和环境的可持续性。传统暖通空调系统在能效、控制精度和系统可靠性方面存在局限性，难以满足现代社会对高品质生活的期待。

鉴于此，对暖通空调系统进行智能化控制技术的深入研究，具有极其重要的现实意义和广阔的应用前景。智能化控制技术能够通过集成先进的传感器、精确的控制算法和可靠的通信网络，实现对空调系统的实时监控、精准调节和高效管理，从而提高能效、提升舒适度和增强系统的可靠性，满足人们对现代建筑环境的新需求。

## 一、暖通空调系统智能化控制技术理论基础

本文将介绍暖通空调系统智能化控制技术的理论基础，包括暖通空调系统概述、智能控制技术基本原理以及暖通空调系统智能化控制技术概述。

### （一）暖通空调系统概述

为了提供舒适的室内环境和暖通空调系统高效的能源利用，暖通空调系统的智能化控制技术变得至关重要。这项技术利用现代科技手段，如传感器、数据分析、人工智能和机器学习，可以

实时监测、分析和调整暖通空调系统的运行，以满足用户需求、降低能耗、提高室内舒适度，并降低运营成本<sup>[1]</sup>。暖通空调系统是现代建筑中不可或缺的一部分，它为人们提供了舒适的室内环境。该系统主要包括供暖、通风和空调三个部分，通过对室内温度、湿度和空气质量的控制，满足人们对室内环境的需求。

### （二）智能控制技术基本原理

#### 1. 人工智能概述

人工智能是计算机科学的一个分支，它研究如何让计算机模拟人类智能行为。在暖通空调系统中，人工智能技术可以实现对



室内环境的智能监测和调控,提高系统的运行效率和节能性。

## 2. 机器学习基本原理

机器学习是人工智能的一个重要分支,它使计算机能够通过数据学习,从而实现智能决策<sup>[2]</sup>。在暖通空调系统中,机器学习技术可以根据历史运行数据,预测未来室内环境变化,提前调整系统运行状态,实现最优控制。

## 3. 神经网络基本原理

神经网络是一种模拟人脑神经元结构的计算模型,具有强大的非线性拟合能力。在暖通空调系统中,神经网络可以实现对室内环境复杂变化的精确预测和自适应控制。

## 4. 模糊控制基本原理

模糊控制是一种基于模糊逻辑的控制方法,适用于处理不确定性和非线性问题。在暖通空调系统中,模糊控制可以根据室内环境的实时变化,动态调整系统运行参数,实现高效节能的控制效果。

# (三) 暖通空调系统智能化控制技术概述

## 1. 暖通空调系统智能化控制技术的发展

随着科技的飞速发展,智能化控制技术已逐渐成为暖通空调系统发展的重要趋势<sup>[3]</sup>。从最初简单的定值控制,到精确度更高的PID控制,再到如今以人工智能为核心的智能控制,系统控制策略的演变见证了技术的不断进步。这些进步不仅极大提升了系统的运行效率,还显著增强了其节能性能,使得暖通空调系统在保证舒适度的同时,更加环保和节能。可以说,智能化控制技术为暖通空调系统注入了新的活力,也为人类构建了一个更加智能、绿色、高效的生活环境<sup>[4]</sup>。

## 2. 暖通空调系统智能化控制技术的分类

(1) 模型预测控制:该方法通过构建系统模型并进行实时预测,以达到最优控制效果。它将理论模型与实际运行相结合,以预测未来系统状态,从而提前做出调整,实现精准控制。

(2) 数据驱动学习控制:此策略利用历史运行数据,借助机器学习算法对控制器进行训练和优化,从而提升控制性能。通过从历史数据中学习,系统能够更好地适应各种运行场景,提高控制效果。

(3) 自适应控制:该策略使系统能够根据室内外环境的变化自动调整运行参数,以实现高效节能<sup>[5]</sup>。它强调系统的灵活性和适应性,确保在不同条件下均能保持最佳运行状态。

(4) 混合控制:这种方法结合了多种控制策略的优势,如模型预测控制、数据驱动学习和自适应控制等,以实现更优的控制效果。它通过多策略融合,充分发挥各自长处,提升系统整体性能。

# 二、暖通空调系统智能化控制技术研究

暖通空调系统的智能化控制是实现能源高效利用和室内环境舒适的关键。为了全面掌握这一技术,研究需涵盖暖通空调系统的建模与仿真、传感器与执行器技术,以及控制器的设计与性能评价等多个方面。以下将分别探讨这些方面的内容。

## (一) 暖通空调系统建模与仿真

### 1. 暖通空调系统建模方法

暖通空调系统的建模艺术融合了多种科学原理和技术方法,旨在精确描绘系统的行为和特性。其中,物理建模深入挖掘热力学和流体力学的精髓,通过对系统内部物理过程的细致刻画,构建出系统的理论模型<sup>[6]</sup>。这种建模方法的优势在于其严谨的科学基础和清晰的物理逻辑。

灰箱建模则是一种折中的方法,它将物理建模的精确性与数据驱动方法的不确定性相结合。在面对部分已知、部分未知的系统时,灰箱建模通过引入经验数据和统计分析,对物理模型进行补充和修正,以期获得更加符合实际的系统描述。

与前者相比,黑箱建模则采取了一种更为抽象的途径。它完全基于系统的输入输出数据,忽略内部结构和机制,通过机器学习等技术手段,从数据中学习和提炼出系统的行为模式。黑箱建模的强大之处在于其能够处理复杂和非线性的系统,尤其是在缺乏详细物理知识的情况下<sup>[7]</sup>。

### 2. 暖通空调系统仿真技术

离线仿真,作为一种独立于实际系统运行的模拟技术,允许工程师在不对现有系统造成任何干扰的情况下,对系统的行为进行深入的研究和测试。这种仿真的灵活性使其成为系统设计和性能评估的理想工具,它通过模拟不同的运行场景,帮助工程师预见潜在的问题,从而在实际安装前就能提出解决方案。

与此同时,在线仿真则与实际系统同步运行,提供实时的监控和控制功能。这种仿真的即时性使得工程师能够对系统进行实时调整和优化,确保系统在实际运行中达到最佳状态<sup>[8]</sup>。通过在线仿真,工程师可以在系统运行过程中及时发现并解决实际问题,从而显著提高系统的可靠性和效率。

## (二) 暖通空调系统传感器与执行器

### 1. 暖通空调系统传感器技术

传感器技术在暖通空调系统中的应用至关重要,其主要功能是监测室内外环境参数,包括温度、湿度、空气质量等,同时跟踪系统的运行状态。随着技术的不断进步,现代传感器技术已经朝着高精度、小型化和智能化的方向发展,从而为暖通空调系统提供了准确且实时的数据支持,确保了系统的稳定运行和高效能源管理。

### 2. 暖通空调系统执行器技术

在暖通空调系统中,执行器技术扮演着根据预设控制策略调节设备运行的关键角色。这包括但不限于精确调节阀门开度、调整风机转速等操作<sup>[9]</sup>。现如今,现代执行器技术已经发展到追求极高的响应速度、精度和可靠性,以确保控制指令能够被准确无误地执行,从而优化系统的整体性能和能源效率。

## (三) 暖通空调系统控制器设计

### 1. 暖通空调系统控制器设计方法

暖通空调系统的控制器设计方法是一个综合性的领域,涵盖了从经典控制理论到现代控制理论,再到智能控制理论的多种方法。经典控制理论主要依赖于比例-积分-微分(PID)控制算法,这一方法因其简单性和稳定性而广泛应用于工业控制系统



中。现代控制理论则引入了状态空间表示和最优控制策略，这些方法能够处理更复杂的系统和更精确的性能要求<sup>[10]</sup>。

进一步，智能控制理论通过模糊逻辑、神经网络和遗传算法等先进技术，为暖通空调系统提供了自适应和自学习的控制策略。这些方法能够处理不确定性和非线性问题，提高了系统的鲁棒性和效率。

2. 暖通空调系统控制器性能评价

在暖通空调系统中，对控制器性能的评价是确保控制系统高效、稳定运行的关键步骤。性能评价的指标包括系统的稳定性、响应的快速性、控制的准确性和对外界扰动的鲁棒性等方面。通过对控制器性能的全面分析和评估，可以持续改进和优化控制策略，从而提升系统的智能化程度和整体性能表现。这一过程对于促进能源节约和环境保护同样至关重要。

三、暖通空调系统智能化控制技术应用案例分析

为了深入探讨暖通空调系统智能化控制技术的应用实践，本研究将借助一个具体案例，对其背景、控制方案设计、系统实施与调试以及控制效果进行详细分析。借助该案例，我们可以直观地观察到智能化控制技术在实际应用中如何有效地提升系统效率并增强节能性。

（一）案例背景与分析

在智能建筑中，暖通空调系统的远程监控是一个重要的组成部分。通过基于 Internet/Intranet 平台的远程监控，可以实现建筑智能化管理系统（IBMS）的基础。例如，某智能建筑自动化系统采用了网际组态软件 WebAccess 和可编程计算机控制器（PCC），实现了基于 Internet/Intranet 的空调系统远程监控与管理。

（二）智能化控制方案设计

智能建筑中的暖通空调系统采用分层架构设计，包括感知层、传输层、平台层和应用层。感知层装备了监测温度、湿度和空气质量等参数的传感器，以及调节阀门和风机转速的执行器。传输层利用物联网技术将数据传输到平台层，后者基于 Internet/Intranet 建立了数据中心和服务器以存储和处理数据。应用层专注于用户界面和应用程序的开发，提供实时监控、数据分析和远程控制功能。远程监控平台采用 WebAccess 组态软件和可编程计算机控制器（PCC），实现数据采集和控制逻辑。控制策略结合现代和智能控制理论，通过调节执行器实现空调系统的自动调节，同时用户界面提供实时数据显示、历史数据查询和远程控制，以提升用户体验。

（三）智能化控制系统实施与调试

在智能化控制系统的部署与调试过程中，先根据建筑的需求和特性配置了传感器和执行器，包括温度、湿度和空气质量传感器以及调节阀门和风机转速的执行器，并设定了精确的控制参数。随后进行了传感器的安装和校准，利用物联网技术测试数据传输的实时性和可靠性。根据实时数据和预设控制策略，对执行器的调节动作进行了调试和优化，结合现代控制理论和智能控制

理论，提升了系统的整体性能和节能效率。为了提升用户体验，开发了直观易用的用户界面，并进行了详尽的交互测试。同时实施了全面的网络安全措施，进行了安全性和可靠性测试，以保障系统的稳定运行和数据安全。

（四）智能化控制效果分析

智能建筑中的暖通空调系统通过部署传感器和网络技术实现远程监控，能够实时监测和存储环境参数，并通过数据分析优化系统运行。远程控制功能提高了用户舒适度和操作便利性，而智能控制策略如自适应和自学习算法则降低了能源消耗和运行成本。系统还能实时监测潜在故障并自动报警，减少故障对系统运行的负面影响。

结束语

本文深入探讨了暖通空调系统的智能化控制技术，目标在于提高系统的能源效率、舒适度和稳定性，从而为我国暖通空调领域的技术革新和产业进步提供坚实的理论和实践参考。研究发现，通过智能化控制技术的应用，可以显著增强系统的整体性能，降低能源消耗，并满足人们对更优质生活的追求，进一步巩固我国在全球竞争中的地位。

尽管如此，本研究仍具有一定的局限性。研究成果在实际应用中可能面临一些技术挑战和难题，需要进一步地研究和解决。

展望未来，随着科技的不断进步和政策的支持，暖通空调系统智能化控制技术的应用将更加深入和广泛。新的智能化控制技术和方法将不断涌现，为暖通空调行业的发展提供更多的可能性。同时，我国政府将继续加大对节能减排和绿色建筑的支持力度，为暖通空调系统智能化控制技术的发展提供良好的政策环境。我们有理由相信，在不久的将来，暖通空调系统智能化控制技术将在我国得到更广泛的应用，为人们创造一个更加舒适、健康、环保的生活环境。

参考文献

[1]孙志强. 暖通空调系统智能化控制技术的应用[J]. 绿色建筑与智能建筑, 2024,(03):87-91.

[2]李元阳, 黄国强, 阎杰, 梁锐, 傅家早, 邱艺德, 黄漫宁. 高效绿色智慧建筑综合解决方案[J]. 暖通空调, 2019,049(010): 123 - 128.

[3]许莹莹. 暖通空调与自控在设计运行中的协调操作[J]. 建材与装饰, 2019,000(001): 223 - 224.

[4]邢天. 基于群智能平台的变风量空间单元室温预测控制方法研究[d]. 大连理工大学, 2019. DOI:10. 26991/d. cnki. gdliu. 2019. 001785.

[5]赵哲明, 杨萌. 浅析智能建筑暖通空调系统优化策略[J]. 建筑工程技术与设计 Jois. oocwselisos - iBos.

[6]周志贤. 基于 ssM 的智能风冷式冷水机组控制系统的设计与实现[d]. 安徽大学, 2018.

[7]贾永全. 智能建筑暖通空调系统优化策略简析[J]. 建筑与装饰, 2020,000 (003): 169 - 175.

[8]张恒春, 牛巧云. 基于人工智能技术的建筑暖通系统智能控制研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023,000(7): 0063 - 0066.

[9]克莱门特六管制机组助力暖通节能[J]. 供热制冷, 2018,000 (001): 62 - 62.

[10]杨都. 大数据分析统计方法在空调控制系统中的应用[J]. 日用电器, 2021,000 (009): 55 - 59.

# 阳城煤矿三采区遗留煤柱合理尺寸及影响范围分析研究

刘杰

山东济矿鲁能煤电股份有限公司阳城煤矿, 山东 济宁 272000

**摘 要：** 阳城煤矿三采区东翼工作面布置受断层切割影响较为严重，其中 DF60 断层（H=10–20m）南北贯穿三采区，由于断层落差较大，东翼工作面无法推采过断层，在 3304 及 3306 工作面布置过程中，采用搬家过断层的方式，导致不可避免的在采空区遗留煤柱。科学合理煤柱留设不仅有利于采空区防火、防治水也有利于冲击地压防治，本文以 3304、3306 工作面采空区遗留煤柱为例，通过岩体的极限平衡理论<sup>[1]</sup>，计算论证三采区遗留煤柱中 3306 工作面处断层煤柱尺寸的合理性，并通过数值模拟应力分布分析的方法，论证不同尺寸的断层煤柱在应力峰值、应力梯度、弹性应变能积聚密度峰值及能量梯度变化情况<sup>[2]</sup>，从而确定最优煤柱尺寸，同时为未来类似情况留设保护煤柱提供借鉴和参考。

**关 键 词：** 煤柱尺寸；稳定性；影响范围

## Analysis and Research on Reasonable Size and Influence Area of Coal Pillar Left in No. 3 Mining Area of Yangcheng Coal Mine

Liu Jie

Yangcheng Coal Mine, Jining, Shandong 272000

**Abstract：** The layout of the east wing of the third mining area in Yangcheng coal mine is seriously affected by fault cutting. The DF60 fault (h = 10–20m) runs through the third mining area from south to north. Due to the large fault drop, the east wing face can not push across the fault, in the process of 3304 and 3306 working face layout, the way of moving through fault leads to the inevitable leaving coal pillar in goaf. Scientific and rational setting of coal pillar is not only beneficial to fire prevention and control of water in goaf, but also beneficial to rock burst prevention and control, the rationality of the size of the coal pillar in the 3306 working face of the remaining coal pillar in the third mining area is calculated and demonstrated, and the stress distribution is analyzed by the method of numerical simulation, it is demonstrated that the peak value of stress, stress gradient, peak value of elastic strain energy accumulation density and the change of energy gradient of fault coal pillars of different sizes<sup>[2]</sup>, so as to determine the optimal coal pillar size, at the same time, it provides reference and reference for setting protective coal pillar in similar situation in the future.

**Keywords：** coal pillar size; stability; influence range

阳城煤矿井田范围内断层较为发育，在工作面布置及推采过程中，不可避免的会遇到落差较大的断层，需要搬家过断层，从而在采空区断层遗留煤柱<sup>[2]</sup>。本文以阳城煤矿 3304、3306 工作面采空区遗留煤柱为例，从冲击地压防治角度分析合理煤柱尺寸及影响范围，为合理留设煤柱提供科学依据。

### 一、3306 工作面开采概况

济宁矿业集团阳城矿 3306 工作面井下位置位于三采区准备下山东北，煤层平均厚度 7.5m，3 煤层平均倾角为 26°，工作面斜长 180m，工作面埋深 720—840m，地面标高约 42m。DF60（落差为 10—27m）断层自三采区 3302 工作面边缘横穿过 3304 工作面和 3306 工作面。因 DF60 断层落差较大，三采区原 3304 工作面均无法推采过断层，工作面搬家过断层回采后，采空区之间形成大煤柱，导致煤柱内应力集中。同时 3306 工作面推采至 DF60 断层处时，也要求留设断层保护煤柱。工作面朝向 DF60 断层推采过程中，煤柱尺寸不断变小，出现断层影响区域煤岩体破碎，煤柱受工作面超前采动应力叠加影响，超前段巷道难以维护，且巷道容易发

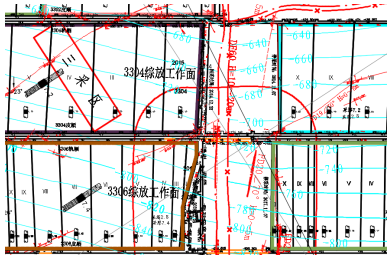


图 1 三采区遗留煤柱采掘工程平面图

生冲击破坏。研究开始时，3304 工作面、3306 工作面里段、外段均回采完毕，形成采空区，在 DF60 断层附近有遗留煤柱，从工作面防冲角度来看，需要对工作面采空区遗留的断层保护煤柱进行评估论证。三采区遗留煤柱块段采掘工程平面图，见图 1。

\* 作者简介：刘杰（1985–10）男，汉族，山东莱芜，工程师，大学本科。研究方向：煤矿开采支护与矿压。

二、三采区遗留煤柱合理宽度计算

根据极限平衡理论，贯穿采区的断层影响，我们认为，当煤柱受压后边缘产生塑性变形破坏，但如果塑性变形破坏没有发展至煤柱核心区时，即煤柱中心存在弹性变形区，煤柱即处于稳定状态，煤柱塑性变形区与弹性变形区存在以下换算公式。

B=x<sub>0</sub>+L+R (1)<sup>[4]</sup>

式中：x<sub>0</sub> - 煤柱采帮侧塑性变形区的宽度，m；  
L - 煤柱中部核心弹性变形的宽度，一般 L=（1-2）M；  
M - 开采煤层的厚度，m；  
R - 临近巷道一侧塑性变形区宽度，m。

通过岩体的极限平衡理论，DF60 断层面距离工作面停采线位置处煤体塑性变形区域的宽度 x<sub>0</sub>：<sup>[5]</sup>

x<sub>0</sub> =  $\frac{M}{2\xi f} \ln \frac{K\gamma H + C \cot \phi}{\xi (P_1 + C \cot \phi)}$  (2)

式中：K - 应力增高系数；  
P<sub>1</sub> - 帮部支护阻力；  
M - 煤层有效开采厚度；  
f - 煤层顶底板与煤层之间的摩擦系数；  
C - 煤的内聚力；ξ - 三轴应力系数<sup>[9]</sup>；  
φ - 煤体的内摩擦角<sup>[10]</sup>。

三采区遗留煤柱塑性区尺寸各计算参数，根据相关参数计算 x<sub>0</sub> 的数值约 36m。

表1 三采区遗留煤柱采空侧边缘煤体塑性区尺寸计算参数表

符号	名称	数值	单位
M	煤层开采厚度	7.50	m
K	应力增高系数	2.5	—
P <sub>1</sub>	帮部支护阻力	0.1	MPa
γ	岩层密度	25	KN/m <sup>3</sup>
C	煤体的粘结力	2.48	MPa
φ	煤体的内摩擦角	32	°
f	摩擦系数	0.20	—
ξ	三轴应力系数	1.18	—
H	开采深度	840（按最大深度计算）	m

根据岩体的极限平衡理论，可得到 3306 工作面施工辅助切眼后，临近 DF60 断层的一侧塑性区域的宽度 R：

R =  $\frac{m\beta}{2\tan\phi_0} \ln \frac{K\gamma H + \frac{C_0}{\tan\phi_0}}{\frac{C_0}{\tan\phi_0} + \frac{P_x}{\beta}}$  (3)<sup>[1,4]</sup>

该公式中：  
C<sub>0</sub>表示煤体的粘结力，MPa；H—采深，m；  
K表示增值应力系数；  
P<sub>x</sub>表示帮部支护阻力，MPa；  
M表示煤柱处巷高，m；  
φ<sub>0</sub>表示煤层的内摩擦角；  
B 表示极限平衡区与弹性变形区域之间的侧压系数。

根据相关数值计算该煤柱塑性变形区域 10.8m。将 R 数值代入公式 1 中，计算该工作面停采位置到工作面辅助切眼之间煤柱保

持稳定的尺寸应当大于 61.4m，其中煤柱内弹性变形区域选取两倍的煤层厚度，

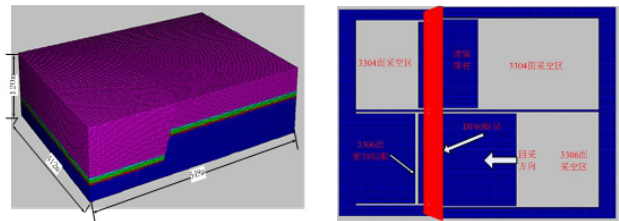
工作面辅助切眼施工后，整个煤柱块段两侧沿空，除去断层自身占据的空间，计算煤柱宽度应该大于 82m。

表2 三采区内外两工作面遗留煤体塑性区尺寸参数计算表

符号	名称	数值	单位
k	应力增高系数	2.5	—
C <sub>0</sub>	煤体粘结力	2.50	MPa
H	工作面采深	860	m
m	切眼巷度	3.1	m
φ <sub>0</sub>	煤层的内摩擦角	31.2	°
γ	岩层密度	25	KN/m <sup>3</sup>
β	极限平衡的侧压系数	0.50	—
P <sub>x</sub>	帮部支护阻力	0.10	MPa

三、三采区遗留煤柱尺寸安全性数值模拟

三采区工作面回采顺序为先采 3304 工作面里段及外段，然后回采 3304 工作面东南侧的 3306 工作面，3306 工作面东南段的 3308 工作面暂未开采。考虑到考虑到 3304 两段采空区及 3306 工作面里侧采空区的影响，模型中设计两个面进行回采，数值计算模型见图 2 所示。

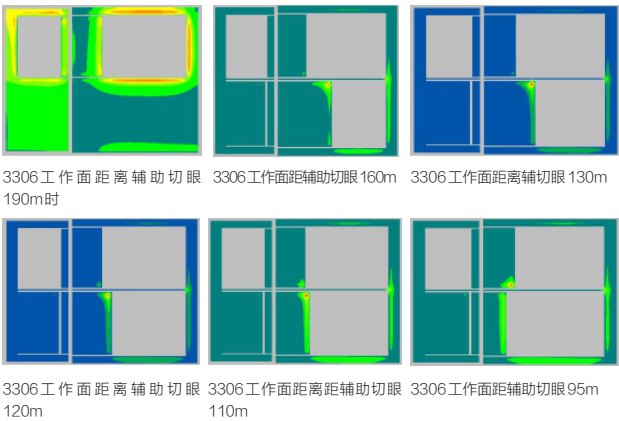


> 图2 三采区遗留煤柱三维数值模型及求解示意图

三采区已回采的 3304 工作面及正在回采的 3306 工作面模型开挖方式如图 2 所示。为保证模型的建立的精准性，在建模过程中我们设置了四个束缚条件：模型下方垂直位移束缚，上方自由无束缚，四周水平位移束缚，由于 3 号煤层平均倾角为 26°，存在受煤层大倾角影响严重，出现影响数值模拟效果的因素，为此在建模时在模型顶部在垂直方向施加渐变的应力，从而消除煤层倾角导致覆岩自身重力产生分力的影响因素，渐变应力的取值范围为 16-22Mpa 之间，通过渐变应力的设置清除了煤层大倾角因素的不利影响。<sup>[4]</sup>

（一）能量云图分析结果

3306 工作面距辅助切眼不同距离时煤柱能量聚集云图如图 3 所示。



> 图3 能量云图分析结果



分析能量云图可以看出：

（1）随着工作面的不断推采，煤柱中积聚的能量峰值不断变化。煤柱宽度190m时，能量峰值位于3304工作面里段采空区处；再推进30m后，即煤柱宽度160m时，煤柱中的弹性能力峰值急剧变大，出现最大值；出现极限峰值后，随着推进，煤柱中积聚的能量密度开始减小，直至煤柱宽度为130m时，能量密度出现最小值，此时三采区遗留煤柱为规则矩形，即3306工作面推采至与3304工作面里段停采线平直。

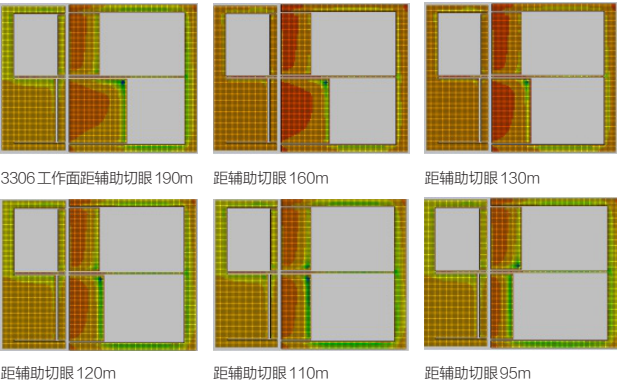
（2）工作面继续推采，煤柱宽度不足120m时，煤柱内弹性应力峰值持续变大，并且在煤柱东北角处集聚，煤柱宽度不足60m时，此时煤柱可能会发生弹性破坏，在出现扰动时，有可能诱发冲击或动力事件。

（二）应力云图分析结果

通过工作面不断推采，分析应力云图与能量云图做对比，其结果大致相匹配：

（1）随着工作面的不断推采煤柱中的应不断变化，当煤柱宽度剩余190m时，应力最大值出现在工作面前方，靠近侧上方采空区位置；再推进30m后，煤柱中的应力同样出现了最大峰值；当继续推采，煤柱尺寸逐渐变小，煤柱中垂直方向应力也出现先后后小的趋势，出现极限峰值后，随着推进，当煤柱尺寸为130m时，垂直应力峰值最小，此时三采区遗留煤柱为规则矩形，即3306工作面推采至与3304工作面里段停采线平直。

（2）当煤柱尺寸不足120m时，随着该工作面的推采，采空区遗留煤柱中的垂直应力变大，并且在煤柱东北角处集聚。



> 附图4 应力云图分析结果

（三）结果分析

3306工作面推采距辅助眼不同距离时，三采区东翼遗留断层煤柱应力及能量变化情况，如表3和表4所示。

表3 三采区遗留煤柱能量密度分析表

3306工作面距辅助切眼距离 /m	3306工作面煤柱能量密度最大值 (J/m³)	3306工作面煤柱能量密度最小值 (J/m³)	能量梯度 (J/m)
95	5e <sup>5</sup>	2.8e <sup>3</sup>	5322
110	3e <sup>5</sup>	3.89e <sup>3</sup>	2557
120	4e <sup>5</sup>	3.653e <sup>3</sup>	3052
130	5.5e <sup>5</sup>	3.23e <sup>3</sup>	3785
160	6e <sup>5</sup>	3.29e <sup>3</sup>	3510
190	4.5e <sup>5</sup>	3.48e <sup>3</sup>	2290

表3 三采区遗留煤柱垂直应力分布分析表

辅助切眼与3306工作面距离 /m	三采区遗留断层煤柱应力最大值 /MPa	三采区遗留断层煤柱应力最小值 /MPa	应力梯度 <sup>[7]</sup> (Pa/m)
95	100	20	0.832
110	95.486	20	0.640
120	113.16	20	0.718
130	123.25	20	0.699
160	132.21	20	0.668
190	115.15	20	0.488

从以上表格分析显示，当3306工作面与扶着切眼距离为160m时，断层煤柱垂直应力峰值、弹性能量密度峰值、应力及能量梯度均达到最大，对比采掘工程平面图，此时3306工作面正处于见方来压区域，在工作面推采超过见方区域后，采区遗留煤柱中的应力值与能力密度随推采减小。在煤柱尺寸达到110m时，遗留煤柱中的垂直应力与弹性能密度均最小，此时，此时三采区遗留煤柱为规则的矩形，即3306工作面推采至与3304工作面里段停采线平直。3306块段三采区遗留煤柱小于110m时，此时3306工作面相对于3304工作面里段采空区形成外错，三采区遗留煤柱的稳定性随推采急剧降低，工作面两顺槽超前段煤岩体会产生应力破坏，现场表现为顶板下沉，巷帮鼓出。因此3306工作面里段推采至与3304工作面平齐时，三采区整体遗留煤柱为规则矩形，煤柱中集聚的弹性能密度和集中应力最小，三采区遗留煤柱也最为稳定。

四、小结

通过理论计算、数值模拟能量值及应力分布变化分析，可以得出结论如下：

- （1）3306断层保护煤柱160m时，工作面处于见方来压区域，煤柱中的弹性能密度及应力积聚均达到一个峰值，推采过见方区域后，能量密度及应力积聚均会变小；
- （2）三采区东翼采空区内煤柱宽度应该大于80.8m；留设煤柱为110m时，煤柱中弹性能密度及集中应力最小，煤柱稳定性最好；
- （3）3306工作面位置与3304工作面里段停采线位置重合，即两块段煤柱尺寸相同，遗留煤柱为规则矩形，应力集中最小；
- （4）3308工作面采掘设计及施工时，进入三采区遗留煤柱影响范围110m以内时，必须考虑遗留煤柱弹性应变能及应力的影响，采取强化的措施；
- （5）阳城煤矿其他煤柱计算可参考本文采用的方法进行分析计算。

参考文献：

[1] 齐庆新, 冀林名, 冲击地压理论与技术 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2008.  
[2] 柏建彪, 沿空掘巷围岩控制 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2006.  
[3] 程刚, 沈建波, 詹召伟, 深部采场整体失稳风险分析 [J], 煤矿现代化, 2020.  
[4] 顾士坦, 刘政, 横向切割工作面断层保护煤柱尺寸确定 [J], 矿业研究与开发, 2019.  
[5] 刘政, 采动环境断层活化致冲机理及防治技术研究 [J], 山东科技大学硕士论文, 2020.  
[6] 王同旭, 采动影响下断层活化失稳及能量释放规律研究 [J], 煤炭科学技术, 2022(07).  
[6] 陈学华, 柴豪; 承载区段煤柱冲击危险数值模拟及防治措施 [J], 爆破2023 (09) .  
[7] 蔡武, 煤层采掘活动引起断层活化的力学机制及其诱冲机理 [J], 采矿与安全工程学报, 2019(06).  
[8] 岳之学, 具有冲击危险的条带煤柱的开采 [J], 陕西煤炭技术, 1992.  
[9] 杨伟利, 姜福兴, 遗留煤柱诱发冲击地压机理及其防治技术研究 [J], 采矿与安全工程学报, 2014.  
[10] 阳城煤矿3306工作面冲击危险性评价及防冲专项设计 .

# 机电设备维修中人工智能技术的融合与创新

徐培钧

天津市电子信息技师学院, 天津 300350

**摘要：** 本文全面阐述了人工智能在机电设备维修中的应用，涵盖了故障诊断、维修方案优化、过程监控和知识库管理等方面。文章深入剖析了深度学习、机器学习、自然语言处理和计算机视觉等技术在维修领域的创新应用，并探讨了数据质量、算法选择、人机协作和环境适应性等挑战。通过实际案例，本文展示了 AI 技术在提高维修效率和质量方面的显著成效。

**关键词：** 人工智能技术；机电设备维修；故障诊断；维修方案优化

## The Integration and Innovation of Artificial Intelligence Technology in Mechanical and Electrical Equipment Maintenance

Xu Peijun

Tianjin Electronic Information Technician College, Tianjin 300350

**Abstract：** This article comprehensively elaborates on the application of artificial intelligence in the maintenance of electromechanical equipment, covering aspects such as fault diagnosis, optimization of maintenance plans, process monitoring, and knowledge base management. The article provides an in-depth analysis of the innovative applications of technologies such as deep learning, machine learning, natural language processing, and computer vision in the field of maintenance, and explores challenges such as data quality, algorithm selection, human-machine collaboration, and environmental adaptability. Through practical cases, this article demonstrates the significant effectiveness of AI technology in improving maintenance efficiency and quality.

**Keywords：** artificial intelligence technology; mechanical and electrical equipment maintenance; fault diagnosis; maintenance plan optimization

### 引言

随着科技进步，人工智能技术正重塑传统行业，其中包括机电设备维修。这一领域正遭遇挑战，但也迎来转型机遇。人工智能的融合与创新为设备维修带来新机遇，成为推动行业升级的关键。文章探讨人工智能在机电设备维修中的应用、融合与创新，分析挑战，并展望未来趋势。

### 一、机电设备维修中人工智能技术的应用

随着工业 4.0 时代的到来，人工智能（AI）技术在机电设备维修领域正发挥着越来越重要的作用。传统的维修方式已经无法满足现代工业对效率和安全性的需求，而 AI 技术的引入，使得维修工作更加智能化、精准化。

#### （一）故障诊断与预测

在机电设备维修领域，精确的故障诊断与预测扮演着至关重要的角色。通过运用人工智能技术深入分析设备运行数据，我们能够实现对设备状态的实时监控，并准确预见潜在的故障点。这样的先进分析能力使我们能够及时采取预防措施，显著减少因突发故障造成的停机时间，并有效延长设备的使用寿命。这种以数据驱动的维护策略不仅提高了维修效率，还增强了设备的可靠性

和稳定性，为企业带来了持续稳定的运营和经济效益<sup>[1]</sup>。

#### （二）维修方案生成与优化

AI 技术的强大能力在于它能够消化和分析大量的设备故障模式以及历史维修数据，从而自动生成最优化的维修策略。这种策略不仅考虑到了维修的效率和成本，还兼顾了维修的质量，确保了设备的稳定运行和生产流程的顺畅。这种智能化的维修策略，不仅提高了企业的生产效率，还增强了企业的市场竞争力，为企业的可持续发展奠定了坚实的基础。

#### （三）维修过程监控与评估

AI 技术在维修过程中的实时监控与评估，为管理层提供了一幅清晰的维修数据图景。这些数据分析结果不仅精确地反映了维修工作的质量、成本和周期，还为管理层提供了即时的洞察力，帮助他们做出更加明智的决策。这种洞见有助于管理层及时调整



维修策略，优化资源分配，提升维修工作的效率和效果。AI技术的应用，不仅提高了维修工作的透明度，还为企业的运维管理提供了强大的数据支持，有助于推动企业的持续发展和竞争力提升。

#### （四）维修知识库构建与管理

构建和管理一个全面的维修知识库对于提高维修效率至关重要。AI技术的应用在这一过程中发挥着举足轻重的作用。它能够帮助企业收集和整理维修过程中的丰富经验，构建一个智能化的维修知识库。通过自然语言处理和机器学习技术，AI能够对大量的维修数据进行智能分析，提炼出关键信息，并自动归类存储<sup>[2]</sup>。这样的知识库不仅内容丰富，而且易于检索和利用，大大提高了维修工作的效率。AI技术的应用使得维修知识库的管理更加高效和智能化，为维修工程师提供了强大的支持，助力他们快速解决问题，提升维修工作的质量和效率。

总的来说，人工智能技术在机电设备维修中的应用，不仅提高了维修效率和质量，还为企业带来了更高的安全性和经济性。

## 二、人工智能技术与机电设备维修的融合创新

人工智能技术的不断进步为机电设备维修领域带来了革命性的变革。通过深度融合与创新，AI技术正逐步改变着传统的维修模式，为维修工作注入了新的活力。

#### （一）深度学习在故障诊断中的应用

深度学习，作为人工智能领域的明星技术，已经在机电设备故障诊断领域取得了重大突破。它能够处理和分析庞大的设备运行数据，从中学习和识别出故障的细微特征和潜在规律。通过这些先进的算法模型，深度学习不仅能够快速识别设备故障，还能够进行精确地诊断，显著提升了维修的效率和准确性。而深度学习的诊断能够帮助维修人员快速定位故障原因，制定相应的维修方案，从而缩短维修时间，降低维修成本。同时，深度学习技术还能够从大量的维修案例中学习，不断优化诊断模型，提高诊断的准确性和效率。

#### （二）机器学习在维修方案生成与优化中的应用

机器学习技术，犹如一位博学的匠人，能够从众多维修案例中汲取经验，提炼出宝贵的规律。这些规律被用来训练和优化机器学习模型，使其能够针对不同的维修场景，生成定制化的维修方案。这些方案不仅考虑到了维修的效率和成本，还兼顾了维修的质量，确保了设备的稳定运行和生产流程的顺畅。企业借助这些智能化的维修建议，不仅能够提升维修工作的效率，还能够确保维修服务的质量，从而在保障设备稳定运行的同时，也提升了企业的生产效率和竞争力。机器学习在维修方案生成与优化中的应用，标志着维修领域向智能化、个性化和高效化迈出了坚实的一步。

此外，机器学习技术的应用还能够帮助企业构建和管理一个全面的维修知识库。通过自然语言处理和机器学习技术，企业可以收集和整理维修过程中的宝贵经验，构建一个智能的维修知识库<sup>[3]</sup>。这样的知识库不仅内容丰富，而且易于检索和利用，大大

提高了维修工作的效率。通过机器学习技术的应用，企业能够更好地利用积累的知识，提高维修效率，减少重复劳动，同时也为新一代工程师的培养和知识的传承奠定了坚实的基础。

#### （三）自然语言处理在维修知识库构建与管理中的应用

自然语言处理技术，就像是知识管理的有力助手，它能够高效地帮助企业构建和维系一个内容丰富、易于检索的维修知识库。通过自动化手段，这项技术能够精确地提取和整合维修过程中产生的关键信息，无论是技术手册、维修日志，还是工程师的宝贵经验，都能够被系统地收录和分类。这样的知识库不仅内容丰富，而且实用性极强，为维修工作提供了强有力的智力支持。自然语言处理技术的应用，无疑将维修工作的智能化水平提升到了一个新的高度，使得企业能够更好地利用积累的知识，提高维修效率，减少重复劳动，同时也为新一代工程师的培养和知识的传承奠定了坚实的基础。

#### （四）计算机视觉在维修过程监控与评估中的应用

计算机视觉技术，如同一位细致的观察者，能够对维修过程进行实时的监控和分析。通过对维修操作的细致解析和评估，它能够提供关于维修质量、效率等方面的即时反馈。这种技术的应用，不仅极大地提高了维修过程的安全性和透明度，还能够揭示潜在的问题和改进点，从而为企业提供了持续优化维修工作的可能性。计算机视觉技术的引入，使得维修工作不再是黑箱操作，而是变得可见、可量化、可优化，这对于提升企业的整体运维水平和服务质量具有不可估量的价值。

总之，人工智能技术与机电设备维修的融合创新为维修工作带来了前所未有的便利和效率。

## 三、人工智能技术在机电设备维修中的挑战与展望

尽管人工智能技术在机电设备维修中展现出巨大潜力，但在实际应用过程中，仍面临诸多挑战。如何克服这些挑战，推动人工智能技术在机电设备维修领域的进一步发展，是我们需要深入探讨的问题。

#### （一）数据质量与处理能力

数据是人工智能技术的基础和核心。在机电设备维修领域，数据质量对AI模型的效能和维修决策的精确度具有决定性影响。因此，提升数据质量、加强数据处理能力成为至关重要的任务。企业需要致力于建立一套完整的数据采集、存储和管理体系，以确保数据的真实性、完整性和一致性，从而为AI技术在维修领域的应用奠定坚实的数据基础。现有机电设备内部构造普遍较为复杂，原有诊断模式及方法通常无法保证故障得到准确诊断与处理，因此引入故障诊断技术势在必行<sup>[4]</sup>。在这种情况下，通过高精度的数据支持，结合先进的故障诊断技术，可以显著提高维修的效率和准确性，确保机电设备的可靠运行。

#### （二）算法模型的选择与优化

在选择AI算法模型时，企业面临着如何挑选最适合自身需求的模型的挑战，以及如何针对特定应用场景对这些模型进行精细化调整和优化。为了应对这一挑战，企业必须深入理解各种算法

模型的特性与局限性，并将这些知识与其自身的业务需求紧密结合起来。通过持续的实验和细致的调整，企业能够逐步提升模型的性能，确保其在实际应用中能够发挥最大的效用。

### （三）人工智能与人类工程师的协同合作

人工智能技术在机电设备维修领域的融入，并非旨在取代人类工程师，而是旨在与他们携手合作，共同提升维修的效率和质量。这要求企业在部署 AI 技术时，不仅要关注技术本身，还要关注技术与人员的互动，确保 AI 能够成为工程师的得力助手，而不是替代者。为了实现这一目标，企业可以采取多种措施，或者组织外出培训，根据工作计划，可超前筹划，适时组织外出培训，通过到同行业单位参观、考察学习，开展相应工作岗位的短期专项培训<sup>[4]</sup>。这样的培训不仅能够提升工程师的专业技能，还能增进他们对 AI 技术的理解和应用能力，从而更好地与 AI 协作，发挥各自的优势，共同推动机电设备维修领域的发展。

### （四）人工智能在复杂环境下的适应性

在机电设备维修的现场，环境往往复杂且多变，这对人工智能技术的适应性提出了更高的要求。为了确保 AI 技术能够在这样的环境中发挥作用，企业必须关注其在复杂条件下的性能和稳定性。通过持续的技术创新和优化，企业可以增强 AI 技术的环境适应性，确保其在各种维修场景中都能可靠地执行任务。

总之，尽管人工智能技术在机电设备维修中面临诸多挑战，但其发展前景依然十分广阔。通过不断克服困难、优化技术，人工智能技术将为机电设备维修领域带来更加高效、安全、智能的维修体验，助力企业实现高质量发展。

## 四、案例分析

为了更深入地理解人工智能技术在机电设备维修中的应用，我们将通过两个实际案例来探讨其具体实施和成效。

### （一）案例一：某制造企业设备维修中的人工智能技术应用

在某大型制造企业，传统的设备维修方式已经无法满足生产

需求。为了提高维修效率，降低停机时间，企业决定引入人工智能技术。他们先在关键生产线上安装了传感器，实时收集设备运行数据。然后，利用深度学习算法对这些数据进行处理和分析，实现对设备故障的早期预警和诊断。此外，企业还建立了一个维修知识库，通过自然语言处理技术，使得工程师能够快速检索到相关的维修经验和方案。

### （二）案例二：某电力公司设备维修中的人工智能技术应用

某电力公司的设备维修面临着高风险和复杂环境的问题。为了保障员工安全并提高维修效率，公司引入了人工智能技术。他们先利用计算机视觉技术对维修现场进行实时监控，确保所有操作符合安全规范。同时，通过机器学习算法对历史维修数据进行学习，为公司提供了个性化的维修建议。此外，公司还利用虚拟现实技术对维修工程师进行培训，提高了他们的维修技能和安全意识。通过这些措施，该电力公司的设备维修安全性得到了显著提升。

这些案例表明，人工智能技术在机电设备维修中的应用不仅提高了维修效率和质量，还为企业带来了更高的安全性和经济性。

## 结束语

在机电设备维修领域，人工智能技术的融合与创新正开辟着一条全新的道路。通过对故障的精确诊断、维修方案的智能优化、维修过程的实时监控与评估，以及维修知识库的智能化管理，AI 技术不仅提升了维修的效率和质量，还为企业的安全生产和持续发展提供了坚实的技术支持。尽管面临着数据质量、算法选择、人机协作和环境适应性等挑战，但随着技术的不断进步和应用的深入，我们有理由相信，人工智能技术将在机电设备维修领域发挥更大的作用，推动整个行业向着更加智能化、精准化、安全化的方向发展。

## 参考文献

- [1] 郝怡尧. 矿山机电设备维修中故障诊断技术的运用探析 [J]. 中国金属通报, 2023, (12): 79-81.
- [2] 孙亮. 人工智能在高速公路机电设备预测性维修中的应用研究 [J]. 中国交通信息化, 2024, (S1): 114-116+128. DOI: 10.13439/j.cnki.itsc.2024.S1.027.
- [3] 季小刚. 智能机器人在机电设备维修中的应用研究 [J]. 价值工程, 2024, 43(03): 98-100.
- [4] 李佳胜, 李王晓, 贾增畔. 机电设备维修管理模式及发展研究 [J]. 现代制造技术与装备, 2022, 58(03): 101-103. DOI: 10.16107/j.cnki.mmte.2022.0191.
- [5] 李军, 赵亚鹏. 地铁机电设备维修与管理存在的问题及对策 [J]. 设备管理与维修, 2022, (20): 20-22. DOI: 10.16621/j.cnki.iissn1001-0599.2022.10D.09.

# 钻井工程中井漏预防与堵漏技术的应用

李磊

中石化中原石油工程有限公司钻井二公司, 河南 濮阳 457001

**摘要：** 本文探讨了钻井工程中井漏问题的预防与处理。文章分析了井漏成因，提出了优化钻井液、井身结构、钻井工艺和建立预警系统的预防策略，并介绍了物理、化学、生物和复合堵漏技术，阐述了其适用场景和现场应用方法。

**关键词：** 井漏；钻井工程；预防策略；堵漏技术；预警系统

## The Application Of Well Leakage Prevention And Plugging Technology In Drilling Engineering

Li Lei

Sinopec Zhongyuan Petroleum Engineering Co., Ltd. Drilling Company No.2, Puyang, Henan 457001

**Abstract：** This article explores the prevention and treatment of well leakage in drilling engineering. The article analyzes the causes of well leakage, proposes preventive strategies for optimizing drilling fluid, wellbore structure, drilling technology, and establishing early warning systems, and introduces physical, chemical, biological, and composite plugging technologies, explaining their applicable scenarios and on-site application methods.

**Keywords：** well leakage; drilling engineering; preventive strategies; sealing technology; early warning system

### 引言

钻井工程是石油、天然气等资源开采中不可或缺的环节。在钻井过程中，井漏问题是一个普遍存在的挑战。井漏不仅消耗大量的钻井液，延长钻井时间，而且处理不当还可能导致井眼塌陷、井喷、卡钻等一系列复杂情况，甚至导致井眼报废，造成重大工程事故。

目前，全球钻井井漏发生率约占钻井总数的20% ~ 25%，每年用于堵漏的费用高达40亿美元。在中国，仅中石油每年钻井井漏损失时间达3300天以上，占钻井复杂与事故总损失时间70%以上，每年损失钻井液三十余万方，直接经济损失超60亿元。井漏已成为深井与非常规油气水平井钻探的重大难题。

### 一、井漏的成因及机理

井漏通常是由于地层中的流体，如油、气、水等，进入井筒并导致钻井液的流失。井漏的发生是多种因素共同作用的结果，涉及到地层压力的失衡、井壁稳定性的不足、地层裂隙的存在、钻井工艺的技术问题以及井筒完整性的破坏等多个方面。

当地层压力超过井筒压力时，地层流体便会趁机进入井筒，引发井漏。井壁稳定性不足是井漏的显著成因，这可能与钻井液的性能不达标、井身结构设计不当等因素有关。当地层裂隙较为广泛时，钻井液极易渗入这些裂隙中，形成流动通道，从而导致井漏。钻井工艺的技术因素同样对井漏的发生产生影响。例如，钻头与地层相互作用可能产生的诱导裂缝，也会导致井漏的发生。井筒完整性的受损也是井漏的一个重要成因，套管的损坏、井壁的坍塌等情况均可能破坏井筒的完整性，进而引发井漏。

随着我国钻井开采规模逐渐增加，人为因素引发的井漏问题也是屡见不鲜。井漏问题出现，除了自然因素外，钻井人员操作

不规范、不科学，同样也会提升井漏问题出现概率<sup>[1]</sup>。

### 二、井漏预防策略

在石油钻探行业，井漏事故被视为一场灾难，它潜藏着引发重大环境污染和造成巨额经济损失的风险。因此，制定和实施井漏预防策略对于确保作业安全、保护环境以及维护经济效益至关重要。

#### （一）钻井液体系的优化

钻井液在石油钻探领域中具有极其重要的作用，它是防止井漏发生的关键组成部分<sup>[2]</sup>。钻井液不仅承担着输送钻头、清除岩屑的任务，还必须维持井壁稳定、平衡地层压力，并在一定程度上冷却和润滑钻头。因此，钻井液的性质直接决定了井漏预防的效果，甚至关系到整个钻探作业的安全和效率。

在选择钻井液体系时，必须充分考虑地质条件的影响。不同的地层特性，如岩石硬度、孔隙度和渗透性，以及对温度和压力



条件的承受能力，都会对钻井液的选择提出特定的要求。例如，在高温高压的地层钻井时，普通钻井液可能因高温而性能下降，导致井漏风险增加。因此，需要选用特殊设计的钻井液，如耐高温的聚合物钻井液或者添加有特殊处理剂的钻井液，以保持钻井液的稳定性和井壁的稳定。此外，钻井液的密度、粘度、滤失量和化学稳定性等性能指标也需要针对特定的地质条件进行优化。通过精确的配方和调整，可以确保钻井液在复杂地层条件下仍能保持优异的性能，从而有效地减少井漏的风险<sup>[3]</sup>。

钻井液优化是一项综合性的工程，它要求地质学、地球物理学、化学和工程学等领域的专业知识紧密协作。通过这种跨学科的融合，可以确保钻井液在应对复杂地下条件时的性能和效率，从而保障钻井作业的安全性和经济性。

## （二）井身结构优化设计

井身结构优化设计是钻井工程中预防井漏的关键策略之一，使用合理正确的钻井技术，并不断优化钻井结构，以避免发生井漏。设计井身结构时，设计人员需深入施工现场开展全面调查，包括现场的水文和地质条件，并充分了解钻井设备的使用情况<sup>[4]</sup>。该策略涉及钻井过程中形成的井壁、井筒和套管等结构的组合。通过精心设计井身结构，可以显著提升井壁的稳定，进而降低井漏的风险。

在考虑井身结构设计时，地质条件是一个重要的因素，不同的地质条件，如软土层、破碎带等，对井壁稳定性有着显著的影响。因此，设计者必须对地质条件进行深入地了解和评估。针对不稳定的地质条件，可以通过增加井径、使用更多的套管等措施来增强井壁的稳定。钻井液的性质也是井身结构设计时必须考虑的因素，钻井液在钻井过程中不断循环使用，对井壁的稳定有着直接的影响。设计者需要根据钻井液的特性来选择合适的井径、井筒和套管参数，以确保井壁的稳定。因此，在设计井身结构时，设计者需要充分考虑钻井工艺的具体要求，选择合适的井径、井筒和套管参数，以增强井壁的稳定<sup>[5]</sup>。通过精心设计的井身结构，不仅可以提高井壁的稳定，减少井漏的发生，还能够确保钻井过程的安全性和经济性。

## （三）钻井工艺优化

钻井工艺的优化是预防井漏的一项重要措施，它涉及钻井参数的精确选择、钻井方式的恰当应用，以及钻井过程中持续的监测和灵活地调整。通过这些措施，可以显著提升钻井过程的安全性，有效降低井漏的风险。

在钻井参数的优化方面，工程师需要细致考量包括钻井液密度、泵入量、旋转速度、钻压等多个关键因素<sup>[6]</sup>。这些参数的合理选择和调整，对保证钻井过程的稳定性和安全性至关重要。例如，针对特定地质条件，适当增加钻井液的密度可以有效平衡地层压力，防止地层流体因压力差进入井筒，从而减少井漏的发生。同时，合理的泵入量可以确保钻井液循环的稳定性，减少因液位波动导致的井壁不稳定。旋转速度和钻压的优化则能够提高钻头效率，减少钻头在井底的停留时间，降低井漏的可能性。

优化钻井技术是预防井漏策略中的核心环节，它在确保钻井安全性和效率方面起着至关重要的作用。针对不同的地质条件和

作业需求，选择合适的钻井技术是关键。对于易漏失的地层，泡沫钻井或充气钻井技术能够减轻钻井液对地层的冲击，从而降低井漏的风险。此外，旋转导向钻井和垂直钻井技术能够提升钻井的精确度，确保井筒的稳定性，有效预防井漏的发生。

## （四）井漏预警系统的建立与应用

井漏预警系统的建立与应用是现代钻井工程中的一重要技术，它通过对钻井过程中各种参数的实时监测和分析，预测和识别井漏的风险，从而及时采取预防和应对措施，保障钻井作业的安全和高效。

依赖于先进的传感器技术，井漏预警系统的建立能够实现对井筒内压力、温度、钻井液性能等关键参数的实时监测，并将数据传输至中央处理系统<sup>[7]</sup>。这样的实时数据分析能力使得系统得以迅速识别井筒内的异常变化，并预测井漏的可能性。为了进一步提升预警系统的效能，有效的数据分析模型是不可或缺的。这些模型往往基于历史钻井数据和井漏案例，通过数据挖掘和机器学习技术，揭示井漏发生的模式和规律。预警系统利用这些模式和规律对实时监测数据进行深入分析，从而准确预测井漏风险。

除此之外，钻井工程师在井漏预警系统的运作中起着至关重要的作用。他们需根据系统的提示，及时调整钻井参数，如钻井液密度和泵入量，以维持地层压力的平衡，从而预防井漏的发生。与此同时，工程师还负责对预警系统进行定期的维护和升级，确保系统的准确性和可靠性。

# 三、堵漏技术研究与应用

## （一）堵漏技术的种类

堵漏技术是钻井工程中预防井漏和处理井漏的关键技术之一<sup>[8]</sup>。随着钻井深度的增加和地质条件的复杂化，井漏问题越来越严重，对钻井作业的安全和效率构成了严重威胁。因此，选择合适的堵漏技术对于钻井工程的成功至关重要。

1. 化学堵漏技术：化学堵漏技术是利用化学反应或固化过程来封堵井眼。常见的化学堵漏材料有水泥、凝胶、树脂等。这些材料通过化学反应或固化过程形成坚硬的堵漏体，从而封堵井眼。化学堵漏技术适用于各种类型的井漏，具有操作简便、效果显著等优点。

2. 物理堵漏技术：物理堵漏技术是利用物理作用来封堵井眼。常见的物理堵漏材料有石膏、泡沫、充气材料等。这些材料通过物理作用形成充填物，填充井眼，达到封堵的目的。物理堵漏技术适用于井漏部位较大、井漏速度较快的场合。

3. 生物堵漏技术：生物堵漏技术是利用生物作用来封堵井眼。常见的生物堵漏材料有细菌、藻类等。这些生物材料通过生物作用形成生物堵漏体，填充井眼，达到封堵的目的。生物堵漏技术适用于井漏部位较小、井漏速度较慢的场合。

4. 复合堵漏技术：复合堵漏技术是将化学堵漏、物理堵漏和生物堵漏技术相结合，发挥多种材料的优点，提高堵漏效果。复合堵漏技术适用于井漏情况复杂、单一堵漏技术难以满足要求的场合。

## （二）堵漏技术的现场应用

在钻井工程中，井漏的预防和处理是保证作业安全和效率的关键。一旦井漏发生，现场人员会根据井漏的具体情况，迅速采取相应的堵漏措施。堵漏技术大致可以分为物理堵漏、化学堵漏、复合堵漏、高温高压堵漏和带压堵漏等几种。

物理堵漏是处理井漏的第一步，通常涉及使用各种堵漏材料，如堵漏棒、堵漏带和堵漏泥等，直接封堵漏失通道<sup>[9]</sup>。此外，还可以采用机械方法，如卡堵和封隔器等，暂时隔离漏失层。这种方法操作简单，适用于漏失量不大、漏失通道较为明显的井漏情况。

如果物理堵漏方法效果不佳，或者井漏较为严重，就需要考虑使用化学堵漏方法。化学堵漏通常涉及将特定的堵漏剂，如水泥、聚合物、树脂等，注入漏失层。这些堵漏剂会在漏失层中通过化学反应形成坚固的堵漏体，从而有效地封堵井漏。化学堵漏方法适用于漏失量大、漏失通道复杂的情况。

对于一些复杂或大型的井漏，单一的堵漏方法可能无法达到预期效果。这时，可以采用复合堵漏技术，结合物理和化学方法的优势，提高堵漏成功率。复合堵漏技术既能迅速控制井漏，又能形成坚固的堵漏体，保证井漏不会再次发生<sup>[10]</sup>。

在高温高压环境下，常规的堵漏材料和方法可能无法适用。这时，需要使用特殊的高温高压堵漏技术和材料，这些技术和材料能够适应极端环境，确保堵漏效果。

对于正在作业的井中发生的井漏，如果无法立即停工进行堵漏，可以采用带压堵漏技术。这种技术在保持井内压力的同时进行堵漏作业，既能防止井漏进一步恶化，又能保证钻井作业的连续性。

总的来说，钻井工程中的井漏预防和堵漏技术应用，需要根据井漏的具体情况和现场环境，选择合适的堵漏技术和方法。这些技术的应用，不仅能够迅速控制井漏，减少安全和环境风险，还能为后续的钻井作业提供保障。

## 结束语

井漏问题始终伴随着钻井工程的进行，其预防和处理是保障作业安全、提高效率和降低环境风险的关键。然而，井漏问题的复杂性要求我们不断探索新的技术和方法，以应对更加严峻的挑战。相信在未来的发展中，通过科技的进步和行业的共同努力，井漏问题将得到更有效地解决，为钻井工程的安全高效发展贡献力量。

## 参考文献

- [1]何雨, 孟璧桥, 郑友志, 等. 渝西区块页岩气钻井防漏堵漏技术研究[J]. 石油工业技术监督, 2023, 39(07): 58-62.DOI:10.20029/j.issn.1004-1346.2023.07.014.
- [2]李建宇. 钻井工程中井漏预防及堵漏技术分析[J]. 石化技术, 2023, 30(07): 79-81.
- [3]贾小军. 钻井溢流井漏智能监测信息系统研制与应用[J]. 信息系统工程, 2024, (03): 24-27.
- [4]吕金帅, 李玉雄, 俞辉, 等. 钻井工程中井漏预防及堵漏技术[J]. 自动化应用, 2024, 65(02): 126-128.DOI:10.19769/j.zdhy.2024.02.040.
- [5]余定泽. 石油钻井工程中防漏堵漏工艺的应用[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(09): 181-183.
- [6]李京伟. 钻井工程中井漏的预防及堵漏技术研究[J]. 石化技术, 2023, 30(01): 133-135.
- [7]郭金平. 钻井工程中井漏预防及堵漏技术研究[J]. 科技创新与应用, 2022, 12(33): 173-176.DOI:10.19981/j.cn23-1581/G3.2022.33.044.
- [8]贺剑. 吴起油田井漏预防与堵漏[J]. 化学工程与装备, 2022, (07): 135-137.DOI:10.19566/j.cnki.cn35-1285/tq.2022.07.023.
- [9]唐得勇. 钻井工程中井漏预防及堵漏技术[J]. 西部探矿工程, 2022, 34(06): 95-97.
- [10]蒋红宗. 防漏堵漏技术在石油钻井工程中的应用[J]. 化工管理, 2022, (02): 157-159.DOI:10.19900/j.cnki.ISSN1008-4800.2022.02.050.



# 工程管理施工过程中的质量控制措施分析

和银亮

广西国电投海桂新能源有限公司，广西 南宁 530025

**摘要：** 工程管理施工是工程项目管理的核心内容。建设项目管理工作的成效，将对建设项目的全过程产生重大的影响，工程的品质而建设项目又与人们的生产、生活密切相关，它既是保障基础设施正常运行的一个重要保障，又对我国的经济发展起着举足轻重的作用。文章具体介绍分析工程管理施工过程中的质量控制的重要性、现实困境、影响因素，最后，从强化人员管理、重视材料质量管控、完善施工质量管理体系，提出工程管理施工过程中的质量控制的实践策略，希望为相关人员提供一定的参考。

**关键词：** 工程管理；施工过程；质量控制；措施

## Analysis of Quality Control Measures in Engineering Management and Construction Process

He Yinliang

Guangxi Guodian Touhaigui New Energy Co., Ltd. Nanning, Guangxi 530025

**Abstract：** Engineering management construction is the core content of engineering project management. The effectiveness of construction project management work will have a significant impact on the entire process of construction projects. The quality of engineering and construction projects are closely related to people's production and life. It is not only an important guarantee for ensuring the normal operation of infrastructure, but also plays a crucial role in China's economic development. The article specifically introduces and analyzes the importance, practical difficulties, and influencing factors of quality control in the construction process of engineering management. Finally, from strengthening personnel management, emphasizing material quality control, and improving the construction quality management system, practical strategies for quality control in the construction process of engineering management are proposed, hoping to provide some reference for relevant personnel.

**Keywords：** engineering management; construction process; quality control; measures

### 引言：

随着我国经济和社会的迅速发展，建设行业的竞争也越来越激烈。因此，工程建筑企业必须做好质量管理，提高项目的效率，提升工程品质，这对于促进企业的可持续发展、提升建筑工程施工质量、推动建筑业再上一个台阶有着重要意义。

### 一、工程管理施工过程中的质量控制的重要性

#### （一）有利于促进企业的可持续发展

在建设工程建设中，施工过程中的质量管理是一项非常重要的工作，它直接关系到工程的总体质量，也直接关系到整个项目的经济效益<sup>[1]</sup>。良好和严谨的施工管理能够提升项目的建设质量，能够让公司建立起正面的、积极的企业形象，提升了企业的核心竞争力，同时也能让企业有更广阔的发展平台。从目前国内建筑业的现状来看，参加竞标的建筑公司，基本上都是在工程管

理方面下了很大功夫的，这也是行业发展的必然趋势。因此，要想提升工程建设的质量，建筑企业就要采取更科学的方法，强化质量控制，从而促进公司的可持续发展。

#### （二）有利于提升建筑工程施工质量

建设工程的质量是建设工程的根本，要想保证建设项目的质量，首先要抓好建设项目的质量管理。在施工现场，通过采取科学有效的管理方法，保证工程的全过程按照相应的规范与要求进行，减少对工程质量的不利影响<sup>[2]</sup>。其中，在施工质量管理中，有一个相对重要的部分，就是物料的有序堆放和工地现场的清洁

\* 作者简介：和银亮（出生年199201），性别：男，民族：纳西族，籍贯：（云南省丽江市），学历：本科，职称：工程师，研究方向：电力工程，邮箱：593068560@qq.com

施工，这些内容会影响消防安全，需要引起注意。

（三）有利于促进建筑行业全面发展

从宏观角度看，工程项目的管理是一个庞大、复杂、完整的系统，其中的控制点很多，其管理与控制的成效将直接关系到建设项目的总体质量与成果的呈现<sup>[3]</sup>。工程管理施工过程中的质量控制的特点具体如下表1所示。

表1 工程管理施工过程中的质量控制

主要特点	具体说明
影响因素多	施工环境负责、施工流程多、施工范围广、涉及人员多
具有隐蔽性	不同的施工环节之间具有密切的联系，也会涉及到各个工序之间的交接
存在局限性	一些隐蔽工程的质量监督监管存在盲区

因此，要达到建筑工程的整体发展，就必须要有一套高效的施工方案，并且要组建一支具有较高综合素质的队伍进行施工，并且对每个项目的节点都要进行严格的控制，对技术因素、环境因素和人为因素进行综合管理，尽最大可能排除会对施工质量产生影响的因素。对于大型的工程，为了达到提升总体指标的目的，还必须对工程进行全面的管理，这既能增强工程的安全，又能增加企业的经济效益和社会效益<sup>[4]</sup>。另外，建筑工程的实施，最主要的就是要满足使用者的要求，所以在施工过程中，必须将使用者的生命和财产的安全放在第一位，尽量提升建筑工程的质量。对于建设企业的施工队伍来说，也要有新的突破，积极引入新的管理模式，以帮助企业实现转型。

二、工程管理施工过程中的质量控制的现实困境

（一）人员安全意识不足

在如今的市场竞争日益激烈的今天，许多建筑施工企业都把注意力集中在了项目上，为获得工程而疲于奔命。由于工程繁忙，一些企业没有时间去认真考虑公司的生产及将来的发展，没有贯彻实施现代先进的管理思想和质量控制措施，这也会导致其无法有效地解决工程中的安全问题。

部分建设项目企业管理人员和项目从业人员，对安全问题没有足够的关注，在施工过程中，在技术和现场管理方面，都存在着安全隐患，例如，在施工过程中，有许多不规范的作业，缺少完善的管理制度和设备，都会给工人们带来了很大的危险。近几年，我国建筑业迅速发展，建筑业呈现出蓬勃发展的态势，但也有部分企业因追逐短期利润，忽略了安全管理与科技运用，致使工程建设出现诸多安全隐患<sup>[5]</sup>。尽管我国已开展了一系列改革和创新措施，但实践表明，这些措施还不够成熟、不够稳定，还没有完全发挥出先进技术的作用，对推动建设项目的质量管理具有重要意义。

（二）质量监督监管机制不健全

在建筑工程管理和施工质量控制中，管理者要建立健全建筑工程管理体制，健全工程质量监管系统，严格遵循质量安全监管制度，提升建设工程建设的总体质量。同时，管理部门也要对建设项目现场工作人员的岗位责任进行界定，使其各方面的行为得

到规范化，防止出现偷工减料、违规操作的现象。

但从实践情况看，在建设工程建设中，质量监管制度不健全是一种常见的现象，它严重地制约了施工质量管理工作的开展。例如，建设项目管理职责不清，是制约建设项目质量提高的一个重要因素。虽然有些企业已经制定了生产管理责任制，但是，如果没有履行好有关的职责，或者说，有关的管理制度并不健全，这就会使管理和责任流于形式，从而使工程的质量很难得到保障。在实践中缺少一套行之有效的管理制度，从当前的情况来看，很多施工企业还存在着“重建设轻经营”的观念，还没有建立起一套长效的、行之有效的管理制度，这已经成为制约施工企业管理水平提高的瓶颈。

（三）建筑工程管理效果差

建设工程的工期长，工程量大，在实际的施工过程中，其质量和安全性非常容易受到资金投入、物资流转、人员调配等各种不利因素的影响，因此，管理者必须对建设工程项目的整个过程进行管理和控制。一些施工企业并没有意识到施工管理和施工质量控制的重要作用，这也会为其以后的工程施工和施工带来了一系列的质量隐患和安全隐患<sup>[6]</sup>。

三、工程管理施工过程中的质量控制的影响因素

（一）人员因素

建设工程的实施是一个整体的、协调的进程，其中涉及到的部门很多，各个部门之间需要进行很好的沟通与配合。另外，施工队伍的质量以及工程技术人员的技术水平也是影响工程质量的关键。在施工过程中，团队成员的失误就有可能对整个项目的质量产生不良的影响，进而导致建设进度的拖延。为此，必须加强建设单位自身的综合素质，并对其进行定期的专业知识培训。通过对工程人员进行培训，既能确保工程质量，又能及时发现工程中存在的问题，防止发生大的错误。

（二）材料因素

建设工程中所用材料的质量直接影响到建设工程的总体质量，在建设工程中，必须对施工材料进行严格的质量控制。不同种类、不同用途的建材在选用时，都要有严格的规范。部分施工单位采用低价低质的建材，以求获取更高的经济效益，这也会对建设项目的总体质量造成一定的负面影响。所以，在项目建设初期，要选用合格的原材料，以确保工程的质量。

（三）环境因素

在工程管理中，环境因素对建设质量始终有一定的影响。在全面开工之前，施工总承包单位应对项目所在地的环境作详细的调查，并进行详细的分析。在施工过程中，施工过程中存在的环境因素，会对施工过程中的质量与安全产生了很大的影响。影响施工质量的内在环境因子主要有水文、地质、气候环境等。若处理不好，不仅会影响到项目的质量与工作进度，还会影响到整个项目的安全。同时，施工人员也要善于发挥管理优势来扭转不利的环境。例如，对不利施工的环境因素，则可以根据工程的实际状况，适时地制订并执行更有效、更具体的方法和补救措施，以

满足工程施工中的安全管理和产品质量控制的特定需求。

表2 工程管理施工过程中的质量控制的影响因素

影响因素	具体阐述
人员因素	从业人员总体素质较低、员工安全意识不足等
设备因素	施工设备使用情况
环境因素	水文、地质环境，气象环境，施工现场环境
材料因素	建材质量、建材的使用情况等

四、工程管理施工过程中的质量控制的实践策略

（一）强化人员管理

结合目前工程施工管理的现实要求，在人员管理方面需要做好监督监管，切实提高施工管理人员的综合素质，做好人员培训，提高全体人员的安全意识。对于施工项目经理和设计人员，企业需要进一步提升其整体素质，以优化项目工程的管理实践，确保施工质量。在实施环节，施工单位也要做好针对操作人员技术人员的技能培训，提高工作人员的整体素养。在培训方面，要根据不同岗位不同人员队伍设计，具有针对性的培训内容。对于管理人员，要强化管理技能培训、安全管理培训，以提高管理人员的安全意识和管理能力。对于技术人员，企业则要强化安全操作意识，建立健全安全质量管理的监督监管机制。由于建筑行业作为人员密集型行业，一般出于人力成本控制的考虑，一些施工单位会在工程开始前临时组建施工队伍，雇佣的操作人员多为外来农民工。农民工虽然吃苦耐劳，但是综合素质文化素养普遍较低，缺乏专业的施工知识，因此在操作中很难按照施工规范进行展开，对此，施工企业要做好技术培训，提升施工人员的质量意识和安全防护意识，保障工作人员持证上岗，避免出现违规操作等问题，确保施工过程安全有效。

（二）重视材料质量管控

为进一步提升工程管理施工过程的质量控制效果，相关企业还要做好施工材料的控制，不同品质的施工材料价格不一，施工效果也不尽相同。一些企业会盲目为了压缩。成本选择质低价廉的材料，或者盲目的缩减材料用量，这都会造成较大的质量隐患。因此做好工程质量控制，其中的一大重点在于做好对施工材料的管控。管理人员需要严格甄选材料供应商，要能够选择质优

价廉的产品，并且结合采购的产品要进行分批次检验，确保进入施工现场的材料符合施工要求。在采购材料后，还要做好材料的保存，不同类型的材料需要分类保存，要保证施工时用到的材料没有出现损坏、受潮等问题。

在施工过程中，除了材料以外，还要用到大量的施工设备，对此，建立健全施工控制机制，就显得尤为重要。工作人员要能够结合施工要求，保障施工设备施工材料按时按规定到达现场。在使用机械设备时，管理人员要检查设备性能，做好定额管控，确保生产建设活动有效开展。要结合工程施工环节，针对钢筋、混凝土、模板等不同工程的具体要求科学选择施工工艺、施工方法，使施工材料施工设备的性能发挥到最佳，进一步提升工程整体质量。

（三）完善施工质量管理体系

从体制机制建设角度来看，建立健全施工质量管理体系，是保障施工质量控制的一大重要基础。对此，施工企业。加强对施工全过程的监督监管，建立健全质量监督机制，在施工现场，要建立材料与设备的进场验收机制。施工过程中要强化质量自检、质量互检、质量专检，并要建立针对施工中隐蔽工程的专项验收机制。对于一些涉及到结构安全和使用功能的抽查检验和其他质量检验工程，也要有序开展。企业要明确施工项目的建设重点，深入分析工程项目的特点，了解工程质量监督监管的中心要求。对于一些相对复杂的工程，要设计多个工程类别，分阶段分环节有效质检，对于检验中存在的突发问题，要及时勒令整改并做好整改后的再次检验。在施工过程中，施工企业也要加强与建设企业管理单位里监单位的沟通，保证彼此协调配合，进一步提升建筑工程的整体质量和施工进度。

结论：

在工程管理施工环节做好质量控制具有重要意义，但由于建筑工程本身具有综合性、复杂性的特点，在质量控制环节会受人员因素、材料因素、环境因素、设备因素等诸多因素的影响。对此，需要管理部门提高重视强化人员培训，做好材料质量管控，建立健全完善科学的施工质量管理体制，更好地为施工的安全性和整体质量保驾护航。

参考文献：

[1] 张云松. 建筑工程项目管理质量控制策略 [J]. 建材发展导向, 2024, 22(04): 34-36.  
[2] 岳振. 提高房屋建筑工程管理与施工质量措施 [J]. 砖瓦, 2023, (07): 112-114.  
[3] 赵勇. 土木工程管理施工过程中的质量控制策略研究 [J]. 中国金属通报, 2023, (06): 138-140.  
[4] 王建彬. 建筑工程管理中的质量控制策略 [J]. 中国房地产, 2022, (23): 42-45.  
[5] 宗援盛. 建筑工程管理意义及工程施工质量控制措施分析 [J]. 中国住宅设施, 2022, (07): 127-129.  
[6] 孙建平. 提高建筑工程管理及施工质量控制的有效策略 [J]. 居业, 2022, (06): 110-112.

# 建筑工程绿色施工技术的实践与效果分析

段林刚

博兴县振兴农业发展集团有限公司, 山东 滨州 256500

**摘要：** 随着全球对可持续发展的重视，绿色施工技术在建筑工程中的应用越来越受到重视。本文通过分析绿色施工技术在实际工程中的应用案例，探讨了其对环境保护、资源节约和施工效率提升的积极作用。研究指出，绿色施工不仅减少了建筑过程中的能耗和污染，还提高了材料的循环利用率，促进了施工行业的绿色转型。通过对多个建筑工程项目的案例研究，本文评估了绿色施工技术的实际效果，包括节能减排、成本效益和施工质量等方面。最后，本文提出了进一步优化绿色施工技术的策略和建议，以期为建筑工程行业的可持续发展做出贡献。

**关键词：** 绿色施工；可持续发展；环境影响；资源节约；施工效率

## Practice and Effect Analysis of Green Construction Technology in Building Engineering

Duan Lingang

Boxing County Zhenxing Agricultural Development Group Co., Ltd., Binzhou, Shandong 256500

**Abstract：** With the increasing global emphasis on sustainable development, the application of green construction technology in construction projects is receiving increasing attention. This article analyzes the application cases of green construction technology in practical engineering, and explores its positive effects on environmental protection, resource conservation, and construction efficiency improvement. Research has shown that green construction not only reduces energy consumption and pollution during the construction process, but also improves the recycling rate of materials, promoting the green transformation of the construction industry. Through case studies of multiple construction projects, this article evaluates the practical effects of green construction technology, including energy conservation and emission reduction, cost-effectiveness, and construction quality. Finally, this article proposes strategies and suggestions for further optimizing green construction technology, in order to contribute to the sustainable development of the construction industry.

**Keywords：** green construction; sustainable development; environmental impact; resource conservation; construction efficiency

### 引言：

建筑工程作为国民经济的重要组成部分，其对环境的影响日益受到社会各界的关注。随着环境保护意识的增强和资源约束的加剧，绿色施工技术应运而生，旨在实现建筑施工过程中的节能减排和环境保护。绿色施工技术涵盖了从材料选择、施工工艺到后期管理的全过程，其核心在于通过科学管理和技术创新，实现施工活动的绿色化、高效化。本文将深入探讨绿色施工技术在建筑工程中的应用现状，分析其对环境、经济和社会的多维影响，并评估其实际效果。通过对多个典型案例的剖析，本文旨在为建筑工程行业的绿色发展提供理论支持和实践指导，推动行业的可持续发展。

### 一、绿色施工技术概述与重要性

绿色施工技术，作为建筑行业响应可持续发展战略的关键措施，正逐渐成为工程实践的核心。这种技术强调在建筑全生命周期内，通过科学规划和管理，实现资源的高效利用和环境影响的最小化。绿色施工技术的重要性不仅体现在对环境的保护上，更在于其对提升建筑质量和延长建筑使用寿命的长远影响。

在绿色施工技术的实施过程中，设计阶段的绿色理念不仅为整个工程奠定基础，而且通过精心规划，能够确保建筑在全生命周期

期内实现资源的高效利用和环境影响的最小化。材料选择上，优先采用可再生、可回收或低环境影响的材料，这不仅提升了建筑的环保性能，还有助于降低长期运营成本。施工方法的创新，如预制构件和模块化施工，通过减少现场作业，有效降低了施工过程中的噪音、粉尘和废弃物产生，同时提高了施工的精确度和速度。现场管理的优化，通过实施严格的废物分类回收和资源循环利用措施，进一步减少了对环境的负担，提升了施工过程的可持续性。

绿色施工技术的推广和应用，需要政策支持、技术创新和行业共识的共同推动。政策层面的激励和规范，为绿色施工提供了



发展环境；技术进步则为实现绿色施工目标提供了可能；而行业内的广泛认同和积极参与，则为绿色施工技术的普及奠定了社会基础。随着全球对环境保护和可持续发展的重视，绿色施工技术必将在建筑行业中发挥越来越重要的作用，成为推动行业转型升级的重要力量。

## 二、建筑工程中绿色施工技术的应用实践

建筑工程中绿色施工技术的应用实践是实现可持续发展目标的关键步骤。在这一过程中，绿色施工技术贯穿了建筑项目的每一个阶段，从规划、设计到施工、运营，乃至最终的拆除和回收。在规划阶段，绿色施工技术的应用体现在对场地的合理布局和对自然资源的充分利用上。例如，通过地形分析和日照模拟，优化建筑朝向和布局，以实现自然采光和通风，减少能源消耗。设计阶段则更侧重于材料的选择和结构的优化，使用环保材料和节能设计，如绿色屋顶、太阳能板和雨水收集系统，这些都能显著提升建筑的能源效率。

施工过程中，绿色施工技术的应用则体现在施工方法和现场管理上。采用预制构件可以减少现场施工时间和材料浪费，而模块化施工则进一步提高了施工速度和质量。现场管理方面，严格的废物分类和回收制度，以及对施工噪音和粉尘的有效控制，都是绿色施工技术的重要组成部分。在建筑运营阶段，绿色施工技术的应用则转向了建筑的能源管理和维护。智能建筑管理系统能够实时监控和调节建筑的能源使用，而定期的能源审计则有助于发现和解决能源浪费问题。此外，绿色施工技术还包括对建筑的生命周期管理，确保建筑在使用过程中的可持续性。

建筑的拆除和回收也是绿色施工技术应用的一部分。通过设计时就考虑建筑的可拆解性和材料的可回收性，可以在建筑生命周期结束时，最大限度地减少对环境的影响，实现资源的循环利用。绿色施工技术在建筑工程中的应用是一个全面而系统的过程，它要求从项目启动到结束的每一个环节都要考虑到环境保护和资源节约。通过这种全方位的实践，绿色施工技术不仅能够提升建筑的质量和性能，还能够为建筑行业的可持续发展做出贡献。

## 三、绿色施工技术的环境与经济效益分析

绿色施工技术的环境与经济效益分析揭示了其在建筑工程中应用的深远意义。从环境角度来看，绿色施工技术通过优化施工流程、材料选择和能源使用，显著降低了建筑项目对环境的负面影响。例如，采用低挥发性有机化合物（VOC）的涂料和粘合剂，减少了施工过程中的空气污染。同时，通过提高建筑物的保温性能和使用节能设备，绿色施工技术减少了建筑物在运营阶段的能源消耗，从而降低了温室气体排放。

经济效益方面，虽然绿色施工技术可能在初期需要较高的投资，但其长期收益是显而易见的。通过采用高效的施工方法和节能材料，可以减少施工过程中的浪费，降低材料和能源成本。此外，绿色建筑往往具有更高的市场价值和吸引力，因为它们提供

了更好的室内环境质量和更低的运营成本。这不仅增加了建筑的资产价值，也提高了投资者的回报率。

绿色施工技术的环境效益还体现在对生态系统的保护上。通过减少施工活动对周围环境的干扰，保护了生物多样性和自然景观。例如，施工现场的植被保护措施和水资源管理，有助于维持生态平衡和水质。这些措施不仅有助于减少施工对环境的破坏，还能够提高公众对项目的支持和接受度。经济效益分析还需要考虑绿色施工技术对就业和经济发展的积极影响。绿色建筑项目往往需要专业的设计、施工和运营团队，这为相关行业创造了就业机会。同时，绿色建筑的推广也促进了新材料和技术的研发，推动了建筑行业的创新和发展。

综合来看，绿色施工技术的环境与经济效益是相互关联和促进的。环境效益的实现有助于提高项目的社会效益和市场竞争能力，而经济效益的提升又为进一步的环境投资提供了资金支持。这种良性循环为建筑工程的可持续发展提供了坚实的基础。通过深入分析绿色施工技术的环境与经济效益，我们可以更好地理解其在现代建筑工程中的重要性，并为未来的项目提供指导和参考。

## 四、绿色施工技术实施效果评估

案例研究是评估绿色施工技术实施效果的重要手段。通过对具体建筑工程项目的深入分析，可以直观地了解绿色施工技术的实际应用情况及其带来的环境和经济效益。本研究选取了多个具有代表性的绿色施工项目，从不同角度对其实施效果进行了综合评估。在环境效果评估方面，研究着重考察了绿色施工技术在减少能源消耗、降低温室气体排放、节约水资源和减少废弃物产生等方面的表现。例如，通过采用太阳能和风能等可再生能源系统，项目显著降低了对传统能源的依赖，减少了碳足迹。同时，通过雨水收集和循环利用系统，有效节约了水资源。此外，施工过程中的废物分类和回收利用，减少了废弃物对环境的影响。

经济效益评估则关注了绿色施工技术在降低施工成本、提高建筑市场价值和增加投资回报等方面的作用。研究发现，虽然绿色施工技术在初期可能需要较高的投资，但其长期运营成本较低，能够为项目带来更高的经济效益。例如，节能建筑材料和高效能源管理系统的应用，降低了建筑的能源消耗，减少了运营成本。同时，绿色建筑的高舒适度和健康环境，提高了建筑的市场竞争力，增加了其市场价值。社会效果评估则从提高居民生活质量、增强社区凝聚力和提升公众环保意识等方面进行了分析。绿色施工技术的应用，为居民提供了更加健康、舒适的居住环境，提高了生活质量。此外，绿色建筑项目的实施，也增强了社区居民对环保和可持续发展的认识，促进了社区的凝聚力。

技术效果评估则关注了绿色施工技术在提高施工效率、保证施工质量和促进技术创新等方面的表现。研究发现，绿色施工技术的应用，如预制构件和模块化施工，提高了施工速度和质量。同时，绿色施工技术的应用也推动了新材料、新工艺和新设备的研发和应用，促进了建筑技术的创新和发展。风险评估则分析了绿色施工技术在实施过程中可能面临的挑战和风险，如技术成熟

度、市场接受度和政策支持等。通过对风险的识别和评估，可以为项目的顺利实施提供指导和保障。

综合以上评估结果，可以看出绿色施工技术在环境、经济和社会等多个方面都具有显著的效益。然而，绿色施工技术的推广和应用仍面临诸多挑战，需要政策支持、技术创新和行业协作等多方面的努力。通过对案例的深入分析和评估，可以为绿色施工技术的进一步发展提供宝贵的经验和启示。

## 五、绿色施工技术面临的挑战与对策

绿色施工技术在推动建筑行业可持续发展的同时，也面临着一系列挑战。这些挑战不仅来源于技术层面，还涉及到经济、政策、市场接受度等多个方面。从技术角度来看，绿色施工技术的发展需要不断突破现有材料和工艺的局限。例如，高性能的保温材料、高效的能源管理系统和可再生能源的集成应用，都需要持续的技术创新和研发投入。此外，绿色施工技术在不同地区的适应性也是一项挑战，因为地理、气候和环境条件的差异会影响技术的选择和效果。

经济方面的挑战主要体现在绿色施工技术的初期投资成本较高。虽然长期来看，绿色施工能够带来节能降耗的经济效益，但短期内较高的成本可能会阻碍一些项目的投资决策。此外，绿色施工技术的经济效益评估方法还不够完善，需要进一步研究和标准化，以便更准确地衡量其经济价值。政策和法规的支持对绿色施工技术的推广至关重要。当前，一些地区对绿色建筑的激励政策和规范还不够明确或力度不足，这限制了绿色施工技术的广泛应用。因此，需要政府在政策层面提供更多的支持和引导，包括税收优惠、补贴和绿色信贷等措施。

市场接受度也是绿色施工技术面临的挑战之一。由于绿色建筑的概念相对较新，一些消费者和投资者对其认识不足，可能会对其性能和效益持保留态度。因此，提高公众对绿色施工技术的认识和接受度，是推动其发展的关键。面对这些挑战，行业需要采取一系列对策。加强技术研发和创新，提高绿色施工技术的成熟度和适用性。建立健全绿色施工技术的经济评估体系，为投资者提供明确、可靠的经济效益预期。政府应出台更多激励政策，降低绿色施工技术的门槛，鼓励更多的项目采用绿色施工。最后，加大宣传教育力度，提高公众对绿色施工技术的认识，形成良好的市场环境。

行业内的合作也至关重要。建筑业、设计院、施工企业、材料供应商和金融机构等各方应加强协作，共同推动绿色施工技术的发展。通过共享资源、技术和经验，可以降低研发和应用成本，提高绿色施工技术的竞争力。绿色施工技术的发展需要克服多方面的挑战，通过技术创新、政策支持、市场教育和行业合作等多方面的努力，可以逐步解决这些问题，推动绿色施工技术的广泛应用，为建筑行业的可持续发展做出贡献。

## 六、推动绿色施工技术发展的策略与建议

推动绿色施工技术发展是实现建筑行业可持续发展的关键。为了应对当前的挑战并促进绿色施工技术的广泛应用，需要采取

一系列策略和建议。加强技术研发是基础。绿色施工技术的发展依赖于创新的材料、工艺和系统。通过加大研发投入，推动跨学科合作，可以开发出更高效、更经济、更环保的施工技术和产品。例如，开发具有更好隔热性能的建筑材料，或是提高太阳能和风能等可再生能源在施工过程中的应用效率。

政策支持是推动绿色施工技术发展的重要驱动力。政府应出台更多激励措施，如税收减免、财政补贴、绿色信贷等，以降低企业和投资者采用绿色施工技术的门槛。同时，加强绿色建筑标准的制定和执行，确保绿色施工技术的实施效果。市场机制的完善也是关键。通过建立和完善绿色建筑认证体系，提高绿色施工技术的市场认可度和竞争力。此外，通过绿色建筑的示范项目，展示绿色施工技术的实际效果和优势，增强市场信心。

教育和培训同样不可或缺。提高从业人员对绿色施工技术的认识和技能，是确保技术得以正确实施的前提。通过专业培训和继续教育，提升从业人员的专业素养，促进绿色施工技术的应用和普及。公众意识的提升也是推动绿色施工技术发展的重要因素。通过媒体宣传、社区活动和教育课程，提高公众对绿色施工技术的认识，形成支持绿色建筑的社会氛围。此外，国际合作对于推动绿色施工技术的发展同样重要。通过参与国际交流与合作项目，引进国外的先进技术和管理经验，同时分享国内的成功案例，促进全球范围内绿色施工技术的发展。

建立一个多方参与的协作平台，促进政府、企业、研究机构和公众之间的沟通与合作。通过这种平台，可以共享信息、协调资源、形成共识，共同推动绿色施工技术的发展。推动绿色施工技术的发展需要多方面的努力。通过加强技术研发、政策支持、市场机制完善、教育培训、公众意识提升、国际合作以及建立协作平台等策略，可以克服现有挑战，促进绿色施工技术的广泛应用，为建筑行业的绿色转型和可持续发展做出贡献。

## 结语：

本文深入探讨了绿色施工技术在建筑工程中的应用及其对环境和经济效益的积极影响。通过对技术实践、案例评估、面临的挑战以及发展策略的综合分析，我们认识到绿色施工技术是推动建筑行业可持续发展的关键。展望未来，通过政策引导、技术创新、市场培育和社会参与，绿色施工技术有望得到更广泛的应用，为实现人与自然和谐共生的目标贡献力量。

## 参考文献：

- [1] 王晓东. 绿色施工技术在建筑工程中的应用研究 [J]. 建筑经济, 2020, 41(2): 56-59.
- [2] 赵丽华. 绿色施工技术的环境效益与经济效益分析 [J]. 建筑科学, 2019, 35(4): 112-115.
- [3] 陈建新. 绿色施工技术发展策略研究 [D]. 同济大学, 2018.
- [4] 李强. 绿色施工技术在建筑项目中的实践与评估 [J]. 工程设计与设计, 2017, (7): 1-4.
- [5] 周涛. 绿色施工技术面临的挑战与对策分析 [J]. 建筑技术, 2021, 42(1): 88-91.
- [6] 刘晓梅. 绿色施工技术在建筑领域的推广与应用 [J]. 建筑知识, 2019, 36(3): 45-48.

# 管棚超前支护技术在矿井施工中的应用

余杭远

贵州图南矿业（集团）有限公司，贵州 兴仁 562300

**摘要：** 本文详细介绍了管棚超前支护技术在矿井施工中的应用，包括技术概述、应用场景、关键参数优化以及工程案例分析。管棚超前支护技术通过在隧道开挖前沿安装钢管形成管棚结构，并配合注浆加固，为掌子面提供超前支护，确保施工安全。该技术在实践中展现出了显著的优势，包括提高施工安全性、加快施工进度、减少对环境的影响以及适应性强。通过对该技术的深入了解和掌握，工程技术人员能够更好地应对矿井施工中的挑战，为我国矿产资源的开发提供有力保障。

**关键词：** 管棚超前支护技术；矿井施工；施工安全性；施工进度

## Application Of Pipe Shed Advanced Support Technology In Mine Construction

Yu Hangyuan

Guizhou Tunan Mining (Group) Co., Ltd., Xingren, Guizhou 562300

**Abstract：** This article provides a detailed introduction to the application of pipe shed advanced support technology in mine construction, including technical overview, application scenarios, key parameter optimization, and engineering case analysis. The pipe shed advanced support technology forms a pipe shed structure by installing steel pipes at the front of tunnel excavation, and cooperating with grouting reinforcement to provide advanced support for the tunnel face, ensuring construction safety. This technology has shown significant advantages in practice, including improving construction safety, accelerating construction progress, reducing environmental impact, and strong adaptability. Through in-depth understanding and mastery of this technology, engineering and technical personnel can better cope with the challenges in mine construction, providing strong support for the development of mineral resources in China.

**Keywords：** advanced support technology for pipe shed; mine construction; construction safety; construction progress

## 引言

随着社会经济的快速发展，矿产资源的需求不断增加，矿井施工在国民经济中的重要性日益凸显。然而，这一领域面临着复杂的地质条件、高地应力环境以及施工安全与效率的挑战。为了应对这些挑战，各种先进的施工技术被广泛应用，其中管棚超前支护技术尤为关键。

起源于20世纪50年代的欧洲，管棚超前支护技术已经在全球矿井施工中得到广泛应用。该技术通过在隧道开挖前沿安装一系列管道，形成管棚结构，并进行注浆加固，以提前对掌子面进行支护，确保施工安全。相较于传统支护技术，管棚超前支护技术具有施工速度快、支护效果好、对地层扰动小等显著优势。

## 一、管棚超前支护技术概述

在矿井施工中，确保工作面的稳定性是至关重要的。管棚超前支护技术作为一种创新型支护方法，已经在地下工程中展现了其独特的优势。

### （一）管棚超前支护技术定义

管棚超前支护技术是一种在隧道开挖前，先沿着隧道轮廓线安装一系列钢管，形成钢管棚，然后在钢管内进行注浆，以加固

周边地层，从而在开挖过程中提供超前支护的方法。这种技术通常用于软弱破碎地层、高地应力区或地下水丰富的地质条件下，以确保施工的安全和效率。

### （二）技术原理与作用机制

管棚超前支护技术通过预先安装的钢管棚和注浆加固措施，构建了一个强大的环形保护层。这一层不仅能有效抵抗地层的应力，还能防止地下水渗透，显著降低掌子面的变形和坍塌风险。该技术的作用机制表现在几个方面：钢管棚本身提供了即时的强



度和刚度，为开挖面提供了初步的支撑；将钢管打入围岩后，为增强钢管刚度，还应在管棚内插设钢筋笼，灌注水泥浆，确保管棚结构和周围岩体有机黏结，同时使围岩等级提高，自稳性能增强<sup>[1]</sup>；钢管棚与注浆的协同作用形成了一个预支护的壳体，为后续施工创造了一个安全的环境。

### （三）管棚超前支护技术的优势

管棚超前支护技术在实践中展现出了显著的优势，包括提高施工安全性、加快施工进度、减少对环境的影响以及适应性强。通过提前加固掌子面前方的地层，该技术有效降低了施工过程中的安全风险。此外，管棚超前支护可以连续进行，无需等待注浆硬化，从而缩短了施工周期。同时，该技术减少了地层扰动，降低了对周边环境的影响。最重要的是，管棚超前支护技术适用于多种复杂地质条件，展现了良好的适应性<sup>[2]</sup>。这些优势使得该技术在矿井施工中发挥着重要作用，为矿产资源的开发提供了有力保障。

## 二、管棚超前支护技术在矿井施工中的应用

矿井施工是一项复杂的工程技术活动，面临着诸多挑战。管棚超前支护技术作为一种先进的施工方法，其在解决矿井施工中的问题方面发挥着重要作用。

### （一）矿井施工中存在的问题

在矿井施工领域，工程师们常常面临一系列复杂的挑战，包括但不限于多变的地质条件、极高的地应力和丰富的地下水。这些因素共同作用，使得传统的支护方法在稳定性和安全性方面显得力不从心，导致施工效率的降低和安全风险的提升。在这种背景下，寻找一种能够有效预支护、适应性强、能够在复杂环境中保持高效和安全的技术变得尤为迫切。管棚超前支护技术因此应运而生，它通过在开挖前沿安装一系列钢管，形成管棚结构，并配合注浆加固，为掌子面提供及时而有效的支撑，从而成为解决这些问题的创新方案。

### （二）管棚超前支护技术的应用场景

管棚超前支护技术在矿井施工中展现出了其广泛的应用潜力，尤其在应对软弱破碎地层、高地应力区域以及富水地层等复杂条件时，该技术表现出了其显著的优势。在软弱破碎地层中，管棚超前支护技术能够提供必要的支撑力，有效预防地层坍塌的风险<sup>[3]</sup>。在高地应力区域，该技术能够有效地抵抗强大的地应力，确保施工过程的安全。此外，面对富水地层，通过注浆加固的措施，管棚超前支护技术能够有效地封堵地下水，从而降低施工的难度，保障施工的顺利进行。

### （三）管棚超前支护技术的具体应用步骤

在管棚超前支护技术的实施过程中，精心设计和周密施工是确保成功的关键。以下是详细的施工步骤，每一步都旨在提高施工的安全性和效率。

1. 管棚设计：管棚作为隧道施工中一种重要的加固措施，具有荷载传递作用明显、工艺简单、施工便捷等优点，在国内外工程界得到广泛应用<sup>[4]</sup>。因此，这一阶段是技术的核心，需要根据

地质勘探报告、工程需求和现场施工设备的能力，综合考虑来确定管棚的各项参数。这包括钢管的直径、长度、间距以及注浆材料的类型等。设计时还需考虑管棚的搭接方式，以确保超前支护的效果。

2. 钻孔与安装：现场施工人员使用钻机进行精确钻孔，确保孔位和角度的准确性。随后，将钢管按照设计要求逐个安装到位，形成钢管棚。这一过程要求高精度地操作，以确保管棚的稳定性和支护效果。

3. 管棚支护：钢管安装完成后，进行注浆作业，将特制的注浆材料注入钢管内，填充地层的空隙和裂缝，从而增强地层的整体稳定性。注浆材料的选择和配比应根据地质条件进行优化，以达到最佳的加固效果。

4. 监控与调整：在施工过程中，对管棚的变形、地下水位以及支护效果进行实时监控，是确保施工安全的重要措施<sup>[5]</sup>。通过监测收集的数据，工程师可以及时发现问题，并根据实际情况调整施工方案，以应对可能出现的风险和挑战。

## 三、管棚超前支护技术的关键参数优化

管棚超前支护技术的核心在于其关键参数的精确设计与优化，这些参数直接影响着支护结构的稳定性和施工的效率。

### （一）管棚直径与间距的优化

在管棚超前支护技术中，管棚的直径与间距是两个紧密相连的参数，它们的搭配决定了支护体系的整体刚度和强度。较大的管棚直径意味着更强的支撑力，但这也可能带来更高的材料成本和施工挑战。因此，在选择直径时，必须综合考虑地层的稳定性、现场施工设备的性能以及预算的约束。另一方面，管棚间距的设定同样重要，它直接关系到管棚之间土体的稳定性。过于宽松的间距可能导致土体塌陷，而过于紧密的间距则可能导致资源的浪费。理想的间距应该能够确保管棚间的土体得到充分支撑，同时也要便于施工人员的安全操作<sup>[6]</sup>。

### （二）管棚长度与搭接长度的优化

管棚的长度是超前支护的关键因素，它决定了支护的范围和有效性。同时，搭接长度对于支护的连续性和整体稳定性起着至关重要的作用。在设定管棚长度时，必须综合考虑地层的预支护需求、施工进度以及成本效益。较长的管棚虽然能够提供更广阔的安全工作面，但相应的材料和施工成本也会增加。因此，搭接长度的设计至关重要，它需要确保在掌子面推进的过程中，新安装的管棚与旧管棚之间能够无缝对接，从而避免产生支护空白区，减少搭接不当带来的风险。

### （三）支护材料与施工工艺的选择

在管棚超前支护技术中，支护材料和施工工艺的选择是确保施工成功的关键。所选支护材料需展现出卓越的力学性能、出色的耐腐蚀性以及良好的可注浆性。常见的支护材料包括钢管、玻璃钢等，它们各自具有不同的特点和优势，选择时应与具体的工程需求和环境相适应。同时，施工工艺的选用也应基于地质条件、支护材料以及施工设备等多种因素进行综合考量<sup>[7]</sup>。现代施



工技术，如数字化钻孔和自动化注浆，不仅提升了施工的精确度和效率，还有助于减少人为错误，从而确保施工的质量和安全性。

#### 四、管棚超前支护技术的工程案例

为了更深入地理解管棚超前支护技术的实际应用效果，我们将通过一个具体的工程案例来进行分析。

##### （一）工程背景及条件

在我国某山区，一项大型矿井施工项目正面临着诸多挑战，包括地质条件的复杂性、地下水资源的丰富性以及高地应力等环境因素。这些挑战使得传统的支护方法在保证施工安全性和效率方面显得力不从心。为了应对这些难题，该项目决定采用管棚超前支护技术，这一创新技术能够有效解决地质条件复杂、地下水丰富和高地应力等挑战，为施工提供了强有力的技术支持<sup>[8]</sup>。

##### （二）管棚超前支护技术的实施方案

根据该工程的独特特点和地质条件，制定了一套详细的管棚超前支护技术实施方案。

1. 管棚设计：对地质条件、工程需求以及施工设备等因素进行深入分析，以确定管棚的直径、长度和间距等关键参数。这些参数的选择直接影响到管棚的支护效果和施工的顺利进行。

2. 钻孔与安装：在确定了管棚的设计参数后，使用专业的钻机在隧道轮廓线上进行精确钻孔。随后，将钢管按照设计要求逐个安装到位，形成一个完整的钢管棚。这一步骤需要高度的精准度和协调性，以确保管棚的稳定性和支护效果。

3. 管棚支护：钢管安装完成后，进行注浆作业，将特制的注

浆材料注入钢管内，填充地层的空隙和裂缝，从而增强地层的整体稳定性。注浆材料的选择和配比需根据地质条件进行优化，以达到最佳的加固效果<sup>[9]</sup>。

4. 监控与调整：在施工过程中，对管棚的变形、地下水位以及支护效果进行实时监控。根据监测数据，及时调整施工方案，以应对可能出现的风险和挑战。这一步骤对于确保施工的安全性和效率至关重要。

##### （三）施工效果与评价

通过在该项目中成功实施管棚超前支护技术，我们取得了显著的施工效果，主要体现在以下几个方面：第一，施工安全性得到了显著提高。管棚超前支护技术有效地加固了掌子面前方的地层，大大降低了施工过程中的安全风险。第二，施工进度得到了显著加快。该技术可以连续进行，无需等待注浆硬化，从而大幅缩短了施工周期。第三，对地层的扰动得到了显著减少。管棚超前支护技术对地层扰动小，降低了施工对周边环境的影响。第四，该技术具有强大的适应性。它适用于多种复杂地质条件，具有良好的适应性<sup>[10]</sup>。

#### 结束语

随着社会对矿产资源的需求日益增加，矿井施工的安全与效率显得尤为重要。管棚超前支护技术作为一项创新技术，在确保施工安全、提升效率、减少对地层的干扰等方面表现出了其独特的优势。未来，随着技术的持续进步，预计管棚超前支护技术将在矿井施工领域扮演更加关键的角色。我们期待更多专业人士的加入，共同推动这一技术的创新与发展。

#### 参考文献

- [1] 苟德明, 阳军生, 张戈. 浅埋暗挖隧道管棚变形监测及受力机制分析 [J]. 岩石力学与工程学报, 2007, (6).
- [2] 杨昊. 基于 ABAQUS 隧道开挖中管棚超前支护效果有限元分析 [J]. 安徽建筑, 2022, 29(01): 150-151. DOI: 10.16330/j.cnki.1007-7359.2022.01.068.
- [3] 张哲. 长大管棚超前支护在铁路隧道洞口施工中的应用 [J]. 智能城市, 2021, 7(19): 145-146. DOI: 10.19301/j.cnki.zncs.2021.19.069.
- [4] 施英, 罗春. 隧道管棚超前支护作用机理及其影响因素研究 [J]. 人民长江, 2022, 53(11): 130-135. DOI: 10.16232/j.cnki.1001-4179.2022.11.021.
- [5] 夏治涛. 引水隧洞进口管棚超前支护参数优化研究 [J]. 黑龙江水利科技, 2021, 49(05): 117-119. DOI: 10.14122/j.cnki.hskj.2021.05.038.
- [6] 唐锦璋. 泄洪洞进口软岩洞段管棚超前支护参数优化研究 [J]. 水利科学与寒区工程, 2021, 4(03): 150-152.
- [7] 陈灿. 管棚超前支护在金钩挂水库工程中的应用 [J]. 湖南水利水电, 2020, (04): 92-94+111. DOI: 10.16052/j.cnki.hnslsd.2020.04.030.
- [8] 杨宸. 隧道软弱围岩管棚超前支护施工技术 [J]. 交通世界, 2020, (20): 151-152. DOI: 10.16248/j.cnki.11-3723/u.2020.20.067.
- [9] 洪润林, 张志强. 管棚超前支护下隧道开挖围岩稳定性分析 [J]. 四川建筑, 2020, 40(03): 237-238+242.
- [10] 李继光. 软弱围岩大断面隧道自进式管棚超前支护技术 [J]. 石家庄铁路职业技术学院学报, 2020, 19(02): 23-28.

# 浅谈钢结构建筑施工技术和管理

王占胜

北京希达工程管理咨询有限公司，北京 100000

**摘要：** 本文综合介绍了钢结构建筑的要素，包括材料、设计、施工技术和项目管理。文章阐述了常用材料及其特性，设计原则和节点连接技术。施工方面，讲解了前期准备、关键工序和质量控制，包括场地规划、设备选择、人员培训，以及构件制造、运输、安装、焊接和防腐处理。项目管理方面，讨论了组织结构、进度和成本控制、质量安全、合同信息管理和风险管理。通过案例展示了实际应用，并对未来技术创新、绿色建筑、可持续发展、智能化和信息技术趋势进行了预测。

**关键词：** 钢结构建筑；材料特性；施工技术；项目管理；质量控制

## Discussion on Construction Technology and Management of Steel Structure Buildings

Wang Zhansheng

Beijing Xida Engineering Management Consulting Co., Ltd., Beijing 100000

**Abstract：** This article comprehensively introduces the elements of steel structure architecture, including materials, design, construction technology, and project management. The article elaborates on commonly used materials and their characteristics, design principles, and node connection techniques. In terms of construction, the preparation, key processes, and quality control were explained, including site planning, equipment selection, personnel training, as well as component manufacturing, transportation, installation, welding, and anti-corrosion treatment. In terms of project management, discussions were held on organizational structure, schedule and cost control, quality and safety, contract information management, and risk management. Through case studies, practical applications were demonstrated, and future trends in technological innovation, green buildings, sustainable development, intelligence, and information technology were predicted.

**Keywords：** steel structure building; material characteristics; construction technology; project management; quality control

## 引言

钢结构建筑作为一种现代建筑形式，以其独特的优势在建筑行业中占据了重要地位。本文旨在全面概述钢结构建筑的要点，包括材料选择、设计规范、施工技术和项目管理，以期对钢结构建筑的发展和应用提供指导和借鉴。钢结构建筑具有轻质高强、施工速度快、环保可持续等优点，因此在各种建筑类型中得到了广泛应用。然而，要实现高质量的钢结构建筑，需要对其材料、设计、施工技术和项目管理有深入地了解和掌握。

## 一、钢结构建筑的材料与设计

近几年来，随着我国市场经济的不断发展，建筑行业逐渐打破了传统的发展局限，步入现代化发展时期。钢结构建筑拥有造价低、环保等诸多优点，而且钢结构建筑因为其预制与装配特性，更符合工业化建设的发展趋势。与传统的混凝土建筑对比，钢结构建筑的自重轻、强度与承载力高，可以提高建筑物的开间、跨度，空间布局也更加灵活，从而扩大建筑物使用空间<sup>[1]</sup>。

### （一）钢结构建筑常用材料及其特性

钢结构建筑的常用材料主要包括碳素结构钢、低合金结构钢和不锈钢等。碳素结构钢具有良好的塑性和韧性，适用于各种建筑结构；低合金结构钢具有较高的强度和良好的焊接性能，适用

于大跨度、高层建筑和桥梁等；不锈钢具有良好的耐腐蚀性和美观性，适用于具有特殊要求的建筑结构。

### （二）钢结构建筑设计原则与要求

在设计钢结构建筑时，必须恪守一系列核心原则和要求。设计应同时满足建筑的使用功能和美观追求，确保实用性与视觉效果的和谐统一。设计需深入考虑材料的力学特性和工艺性能，以确保结构的稳固与安全。此外，经济合理性和技术可行性是设计时不可或缺的考量因素，通过科学选择结构体系和材料，以达到成本效益和施工技术的最优平衡。设计应贯彻环境保护和资源节约的理念，推动建筑行业的可持续发展，为后代留下绿色的地球家园<sup>[2]</sup>。

### （三）钢结构建筑节点设计及连接方式

钢结构建筑的节点设计及连接方式对结构的受力性能和施工

质量具有重要影响。节点设计应充分考虑传力路径的合理性和施工的便利性，确保节点的强度和稳定性。常用的连接方式包括焊接、螺栓连接和铆接等，应根据具体情况选择合适的连接方式，并采取相应的措施确保连接的可靠性。

## 二、钢结构建筑施工技术

钢结构建筑施工技术是确保建筑质量、安全、进度和成本控制的关键。本章将详细介绍施工前期准备，包括施工场地规划与布置、施工机具与设备选用，以及施工人员组织与培训。

### （一）钢结构建筑施工前期准备

施工前期准备是钢结构建筑施工的基础，其合理性和充分性直接影响到施工的顺利进行。以下是施工前期准备的关键内容：

#### 1. 施工场地规划与布置

在进行施工场地规划与布置时，应充分考虑施工现场的实际情况，包括地形、地貌、交通、水源、电源等因素。合理规划施工现场的布局，合理设置施工区、材料区、生活区等，确保施工现场的有序、安全和高效<sup>[3]</sup>。

#### 2. 施工机具与设备选用

根据施工需要，合理选择和配置施工机具与设备，包括吊装设备、焊接设备、切割设备等。确保机具与设备的性能稳定、安全可靠，满足施工需求。

#### 3. 施工人员组织与培训

施工人员是施工过程中最关键的因素。根据施工计划和实际需求，合理组织施工队伍，包括管理人员、技术人员和施工人员等。对施工人员进行专业培训，增强其技术水平和安全意识，确保施工质量和安全。

### （二）钢结构建筑施工关键工序

钢结构建筑施工关键工序包括构件制作与加工、运输与储存、安装与校正、焊接工艺与技术，以及涂装与防腐处理。这些工序对建筑质量、安全、进度和成本控制具有重要影响。

#### 1. 钢结构构件制作与加工

钢结构构件制作与加工是施工过程中的重要环节。应严格按照设计图纸和技术规范进行，确保构件尺寸精确、材质合格、加工工艺合理。同时，应对加工过程中的质量问题进行严格控制，避免影响施工进度和质量。

#### 2. 钢结构构件运输与储存

在运输与储存钢结构构件时，应采取适当的保护措施，防止构件变形、损伤或腐蚀。合理规划运输路线和储存场地，确保构件的安全、完整和可追溯性。

#### 3. 钢结构构件安装与校正

钢结构构件安装与校正是施工过程中的关键环节。应根据设计图纸和技术规范进行，确保构件位置准确、连接牢固、结构稳定<sup>[4]</sup>。同时，应对安装过程中的质量问题进行严格控制，避免影响施工进度和质量。

#### 4. 钢结构焊接工艺与技术

钢结构焊接工艺与技术对建筑质量和安全具有重要影响。应根据设计要求和焊接规范进行，确保焊接质量合格、外观美观、无缺陷。同时，应对焊接过程中的质量问题进行严格控制，避免

影响施工进度和质量。

#### 5. 钢结构涂装与防腐处理

钢结构涂装与防腐处理是提高建筑耐久性和美观性的重要环节。应根据设计要求和涂料性能进行，确保涂层均匀、附着力强、防腐效果好。同时，应对涂装过程中的质量问题进行严格控制，避免影响施工进度和质量<sup>[5]</sup>。

### （三）钢结构建筑施工质量控制

施工质量控制是确保建筑质量、安全、进度和成本控制的关键。

#### 1. 施工质量标准与验收

根据相关法律法规、技术规范和施工合同，制定施工质量标准 and 验收流程。对施工过程中的各个环节进行严格验收，确保施工质量符合标准和要求。

#### 2. 施工过程监控与检测

在施工过程中，应建立完善的监控和检测体系，对施工质量进行实时监控和定期检测。发现问题及时整改，确保施工质量稳定。

#### 3. 施工质量通病与防治

针对施工过程中常见的质量问题，制定相应的防治措施和预案。加强施工人员培训和质量意识教育，提高施工质量水平。

## 三、钢结构建筑项目管理

钢结构建筑项目管理是确保项目顺利进行、实现预期目标的关键。

### （一）项目管理体系与组织结构

构建一个健全的项目组织架构是项目管理成功的基石。这要求根据项目的规模、特性及需求，精心设计项目的组织结构，清晰界定各个角色的职责与权限，从而确保项目能够顺畅推进。此外，建立一个高效的沟通与协调机制同样关键，它能够促进项目团队成员之间的协作与信息共享，为项目的成功奠定坚实的人际基础<sup>[6]</sup>。

### （二）项目进度计划与控制

项目进度计划是项目管理的核心，它泵动着整个项目的节奏。需依据项目目标和具体要求，精心编制一份详尽的进度计划，这份计划应清晰地勾勒出各个阶段的工作任务和时间节点。在项目执行的旅途中，持续的进度监控和控制是必不可少的，它们允许我们及时对计划进行调整和优化，确保项目能够按照既定的时间表顺利完成。

### （三）项目成本预算与控制

项目成本预算与控制是项目管理的关键环节，它关乎项目的财务健康和整体成功。必须根据项目的具体需求，精心制定一个合理的成本预算，详细规划出各个阶段的成本开支。在项目推进的过程中，强化成本控制和管理至关重要，这包括对资源的合理配置和成本的严密监控，旨在减少不必要的浪费，并确保项目的成本严格控制在预算范围之内。这样的财务管理不仅保障了项目的经济可行性，也是对项目资金负责的表现。

### （四）项目质量控制与安全管理

项目质量控制与安全管理是项目管理中不可忽视的双重使命。为了确保项目的品质与安全，必须构建一个健全的质量安全管理体系，并制定一系列相应的规章制度。通过加强质量安全的



培训与教育，提升团队成员对品质和安全的认识与重视。在项目执行的每一步，都应加强对质量安全的监督与检查，以便及时识别并解决潜在的质量问题，确保项目能够高品质、安全地推进。这样的全面管理策略，是项目成功的关键保障<sup>[7]</sup>。

#### （五）项目合同管理与信息管理

项目合同管理与信息管理构成了项目管理的两大支柱。建立一个稳固的合同管理体系是至关重要的，它要求清晰地界定合同条款和各方责任，并强化合同的执行与变更管理，确保合同双方的权益得到平衡和保护。与此同时，构建一个高效的信息管理系统同样关键，它能够确保项目信息的实时收集、精确整理和顺畅传递，从而显著提升项目管理的效率和效果。这两种管理手段的协同作用，为项目的顺利推进提供了坚实的支撑。

#### （六）项目风险识别与应对措施

项目风险管理是项目管理的关键组成部分，它要求通过系统的风险评估和分析，准确地识别项目可能面临的潜在风险。基于这些风险，项目团队需制定一系列针对性的应对措施，以降低风险对项目的影响。在项目实施的过程中，持续的风险监控和控制是必不可少的，它允许团队及时响应出现的问题，采取有效措施来应对风险，确保项目能够平稳、顺利进行<sup>[8]</sup>。这样的风险管理策略，是项目成功的坚实保障。

### 四、案例分析

案例分析是了解和实践钢结构建筑施工与管理的有效途径。本章节将选取具有代表性的钢结构建筑案例，分析其施工与管理过程中的关键环节和经验教训。

#### （一）案例一：某高层钢结构建筑

- 工程概况：该建筑为一栋高层钢结构办公楼，位于城市核心区域。总建筑面积约10万平方米，建筑高度为200米。
- 施工技术难点：在施工过程中，该项目面临了以下技术难点：首先是高空作业的安全问题，其次是钢结构构件的安装与校正，最后是焊接工艺的质量控制。
- 管理策略：为了解决上述技术难点，项目管理团队采取了以下策略：首先，加强了安全培训和教育，确保施工人员的安全意识；其次，采用了先进的高空作业设备和技术，提高了施工安全性；最后，建立了严格的质量控制体系，确保焊接质量符合标准。

#### （二）案例二：某大型体育场

- 工程概况：该体育场为一座可容纳数万人的大型体育场馆，采用钢结构屋盖和看台结构。
- 施工技术难点：在施工过程中，该项目面临了以下技术难点：首先是屋盖结构的稳定性问题，其次是看台结构的承载能力，最后是大面积涂装与防腐处理。
- 管理策略：为了解决上述技术难点，项目管理团队采取了以下策略：与设计单位密切合作，优化结构设计，提高屋盖结构的稳定性；采用了高强度材料和先进的施工技术，确保看台结构的承载能力；制定了详细的涂装与防腐处理方案，确保涂层质量符合标准。

通过以上对典型钢结构建筑施工与管理案例的分析，我们可以看到在实际工程中，施工技术难点和管理策略的重要性。针对不同的项目特点和技术难点，采取合理的管理策略和施工技术，

是确保项目顺利进行、实现预期目标的关键。

### 五、发展趋势与展望

钢结构建筑作为现代建筑的重要形式，其发展趋势与展望备受关注。本章节将探讨钢结构建筑技术创新与发展、绿色建筑与可持续发展，以及智能建造与信息化管理。

#### （一）钢结构建筑技术创新与发展

科技进步的浪潮推动了钢结构建筑技术的持续创新与发展。新型钢结构材料的投入使用，连接技术的进步，以及预制化程度的提升，都是这一进程的显著标志。这些技术革新不仅显著提升了建筑的整体品质与安全性，还极大地提高了施工的效率和经济性，为建筑行业带来了前所未有的发展机遇<sup>[9]</sup>。

#### （二）绿色建筑与可持续发展

绿色建筑和可持续发展是当今建筑行业的重要趋势。钢结构建筑由于其可回收性和较低的能耗，具有先天优势。通过采用绿色建筑材料、优化建筑设计、提高能源利用效率等措施，钢结构建筑可以实现更高的环保和可持续性。

#### （三）智能建造与信息化管理

随着信息技术的快速发展，智能建造和信息化管理成为建筑行业的趋势<sup>[10]</sup>。通过应用无人机、3D打印、建筑信息模型（BIM）等技术，可以提高施工精度和效率，实现项目的精细化管理。

### 结束语

钢结构建筑凭借其独特的优势在现代建筑行业中占据重要地位。通过对钢结构建筑的材料与设计、施工技术、项目管理的深入探讨，我们不仅可以了解其优势和特点，还可以为实际工程提供参考和指导。同时，随着科技的发展，钢结构建筑面临着许多机遇和挑战，只有不断技术创新、追求绿色可持续发展，并融入智能建造和信息化管理，才能保持竞争力和持续发展。相信在不远的将来，钢结构建筑将会在建筑行业中发挥更加重要的作用，为我们的生活和环境带来更多的价值。

### 参考文献

- [1]周敏. 钢结构建筑管理存在的问题及对策分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (29): 64-66.DOI:10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202329021.
- [2]吴炳忠. 建筑钢结构施工技术研究[J]. 中国住宅设施, 2023, (12): 115-117.
- [3]李凌云. 超高层建筑幕墙钢结构安装施工技术研究[J]. 北方建筑, 2023, 8(06): 52-56.
- [4]时基隆. 钢结构厂房吊装工程施工工艺及安全技术分析[J]. 居舍, 2023, (36): 52-55.
- [5]王忠云, 王媛, 许晓煌, 等. 钢结构被动式超低能耗建筑高效保温施工技术[J]. 建筑技术, 2023, 54(23): 2853-2855.
- [6]郭鹏飞, 王吉, 杨希超, 等. 超高层建筑钢结构整体提升施工关键技术研究[J]. 建筑技术开发, 2023, 50(12): 63-65.
- [7]冷冬, 刘元清, 刘畅, 等. 建筑幕墙钢结构施工技术的运用[J]. 大众标准化, 2023, (23): 150-152.
- [8]徐磊磊. 装配式建筑工程钢结构施工技术及管理对策分析[J]. 大众标准化, 2023, (23): 52-54.
- [9]张汝超, 张云鹏, 孟令鸿, 等. 超高层建筑钢结构施工技术研究与应用[J]. 建筑结构, 2023, 53(S2): 1841-1845.DOI:10.19701/j.jzjg.23S2514.
- [10]洪伟. 钢结构建筑施工技术和管理研究[J]. 中华建设, 2023, (11): 158-159.



# 毛细空调系统实用问题分析与解决方案

刘吉

上海天宸健康管理有限公司, 上海 310000

**摘要：** 本研究以天宸健康管理有限公司开发的 INNera 和院项目为背景，详细介绍了项目中采用的毛细空调系统的架构、工作原理以及智能控制系统。分析了在施工阶段和使用阶段遇到的多种问题，如新风量不足、空气源热泵无法正常运行、结露、设备运行水流故障等，并提出了相应的解决方案。在此基础上，探讨了毛细空调系统的优缺点，包括其无风感、噪音低、节能环保等优点以及除湿能力低、使用成本高等缺点。最终，本研究着重指出，在设计建筑方案时，预先考虑毛细空调系统的安装空间与结构需求至关重要。同时，本文也探讨了如何有效利用该系统的优势，以营造一个更加舒适的环境供使用者享受。

**关键词：** 毛细空调系统；实用问题；分析；解决方案；热舒适性

## Practical Problem Analysis And Solution Of Capillary Air Conditioning System

Liu Ji

Shanghai Tianchen Health Management Co., Ltd., Shanghai 310000

**Abstract：** This study takes the INNera and Institute project developed by Tianchen Health Management Co., Ltd. as the background, and provides a detailed introduction to the architecture, working principle, and intelligent control system of the capillary air conditioning system used in the project. Analyzed various problems encountered during the construction and usage phases, such as insufficient fresh air volume, inability of air source heat pumps to operate normally, condensation, equipment water flow failures, etc., and proposed corresponding solutions. On this basis, the advantages and disadvantages of capillary air conditioning systems were discussed, including their lack of wind sensation, low noise, energy conservation and environmental protection, as well as their low dehumidification capacity and high operating costs. Finally, this study emphasizes that it is crucial to consider the installation space and structural requirements of capillary air conditioning systems in advance when designing building schemes. Meanwhile, this article also explores how to effectively utilize the advantages of the system to create a more comfortable environment for users to enjoy.

**Keywords：** capillary air conditioning system; practical issues; analysis; solution; thermal comfort

### 背景：

天宸健康管理有限公司开发的 INNera 和院项目，地下两层、地上两层总面积为 500-800 平方米多层别墅住宅，地上两层均为 270 度落地玻璃窗，设备平台位于负一层，原计划采用传统空调。主体结构完成后，为了打造舒适、科技、宜居的住宅项目，故在两套样板房尝试采用恒温、恒湿、恒氧的科技系统即毛细空调系统，这也导致该系统在设计、施工阶段充满挑战。

### 一、本项目中两套科技系统架构及工作原理简介

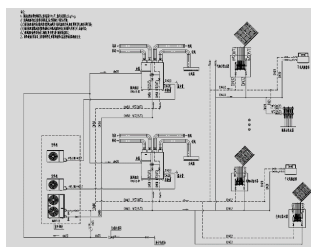
#### 1. 两套毛细空调系统组成架构存在少许差异

其中，B 户型采用一台空气源热泵、两台双冷源新风机、两台风机盘管、毛细管席及地暖盘管，如（图一）所示；而 D 户型则采用两台空气源热泵、一台双冷源新风机、两台风机盘管、毛细管席、石墨辐射板及地暖盘管，如（图二）所示。

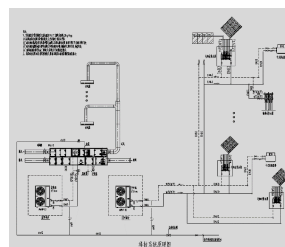
#### 2. 两套系统工作原理

##### ① 冷热源系统存较明显差异

B 户型，制冷季，空气源热泵出高温水同时供给新风机、毛细管席及地暖盘管，供水温度 16℃，回水温度 19℃，再由分



>（图一）B 户型科技系统原理图



>（图二）D 户型科技系统原理图

集水器供给毛细管网与地板辐射的末端，进行室内温度调节；供暖季，空气源热泵出热水同时供给新风机、毛细管席及地暖盘管，供水温度 35℃，回水温度 30℃，再由分集水器供给毛细管网与地板辐射

射的末端,进行室内温度调节;两台新风机冷热源除了来自空气源热泵,还分别设置一台氟外机(辅助制冷、制热)。

D户型,制冷季,其中一台空气源热泵出高温水供给毛细、地面辐射及石墨辐射板分集水器,供水温度16℃,回水温度19℃,再由分集水器供给毛细管席、地暖盘管及辐射板末端,进行室内温度调节;另外一台两缸空气源热泵出低温水供给新风机,供水温度7℃,回水温度12℃,对新风进行温湿度调节;供暖季,其中一台空气源热泵出热水供给毛细、地面辐射及石墨辐射板分集水器,供水温度35℃,回水温度30℃,再由分集水器供给毛细管席、地暖盘管及辐射板末端,进行室内温度调节;另外一台两缸空气源热泵出热水供给新风机,供水温度45℃,回水温度40℃,对新风进行温湿度调节;新风机冷源除了来自空气源热泵,其自身还内置压缩机。

### ②新风湿度调节系统大致相同

目前新风处理的方式主要有固体吸湿材料除湿、液体吸湿材料除湿、冷却除湿、直膨式机组除湿,这些除湿方式各有优缺点<sup>[1]</sup>。每个房间地面设置新风口,采用集中式回风口,地下部分集中回风口设置于地挑空位置的天花吊顶上;地上部分集中回风口设置于楼梯间天花吊顶上。经过调温、调湿、净化的新风通过新风立管送至各层分风箱,再从分风箱通过地埋分支风管输送至各个房间,提高新风利用率和室内舒适度,地风口风速0.5m/s左右;

### ③智能控制系统

每个房间设置温控面板,整个系统通过一块智能大屏控制,控制模式分有制冷、制热、除湿、通风等;新风机自带控制系统,内置新风电动阀,配备风机的电机变频装置,可根据控制要求改变风机转速,实现风量调节,根据送风状态,控制供水电动阀(新风机内置)开度,调节送风温度<sup>[2]</sup>;末端采用防结露分室控制,每个房间均设置带露点温控器,通过控制集分水器支管上的电动阀,实现支路毛细管网的开关调节控制,从而达到防结露控制;卫生间和厨房的管席水回路,集分水器热电动阀采用冬开夏闭模式,既满足夏季制冷不结露,又满足冬季取暖功能。B、D两套系统均未采用设备原配控制面板及智能大屏,而是接入家具智能系统中的控制设备。

## 二、施工中遇到的问题与解决方案

### 1. 新风量不足原因分析与解决方案

众所周知,通风管道是空调系统室内部分,最占空间的组件;同时新风系统又是毛细空调系统中不可缺少的重要组成部分<sup>[3]</sup>。新风系统,不仅能有效去除室内空气中的浮尘、细菌、甲醛及PM2.5等有害物质,保证空气的纯净度,更重要的是能起到控制湿度,避免毛细管网系统在制冷时产生结露的作用。因而风管的路径规划与安装也成了此系统成败的关键因素。

本项目中就遇到了风管路由及规格的规划与安装的难题,原建筑结构的预留施工条件是按照传统空调考虑,车库上方仅预留了冷媒管穿梁套管(直径160mm)<sup>[4]</sup>。新风系统取风管(规格500mm\*200mm)路径恰好好在从车库上方,按照常规做法,风管只能贴梁底安装,经计算风管尺寸加上保温层厚度(30mm),风管完成底标高将影响车库净高。为保证车库净高,风管只能在梁窝儿内贴楼板底安装,在不破坏结构的前提下,只能利用原穿梁套

管。经与设计单位沟通,采取在穿梁套管两侧设置静压箱(规格600mm\*300mm),将风管安装于梁窝中,风管通过静压箱过渡穿越结构梁,从而达到净高要求<sup>[5]</sup>。但后期系统调试过程中,实测各房间总风量未能达到设计值,偏离较多,经计算分析,虽然增设静压箱,但过滤套管通风截面积较风管截面积小太多,故需要补足风管<sup>[6]</sup>。

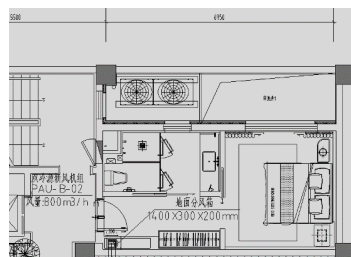
设计要求风管规格:  $500 \times 200 = 100000 \text{ mm}^2$

现场梁上实际通道:  $3.14 \times 2 \times 802 = 40192 \text{ mm}^2$

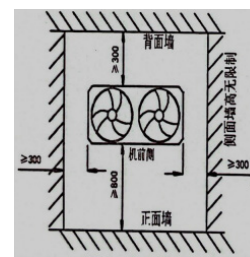
需增补风管截面积:  $100000 - 40192 = 59808 \text{ mm}^2$

经计算需增补风管截面积约60000 mm<sup>2</sup>,为保证车库净高要求,采用沿车库边缘增设400mm\*150mm规格的风管与取风口连接,最终保证了新风风量既达到设计要求,又保证了系统工作效果,同时室内空气净化化指标达到了well认证的标准;

### 2. 空气源热泵无法正常运行原因分析与解决方案



> (图三) 施工图空气源热泵安装位置



> (图四) 热泵安装示意图

B户型设备平台位于负一层楼梯间外侧,像一个大盒子,上有盖下有底,三面有墙,仅采光井一处与室外连通,如(图三)所示;而且净空尺寸是按照VRV主机安装空间考虑的,而毛细系统主机采用的是水机,相对氟机水机体积较大,按照施工图将热泵安装好之后,迎之而来的问题是空气源热泵正面与墙面间距仅300mm,背面与墙间距200mm,上方距顶板仅500mm而且还有上方卫生间排水管,这不符合厂商安装空间要求,如(图四)所示,导致设备开机调试时,出现过热保护锁机问题。

为解决此问题,毛细设计单位建议拆除设备平台四周墙面石材,增加热泵与墙面间距,同时在热泵上方设置导流罩,将气流从采光井处引至室外,此方案遭到建筑院以及厂方技术部门反对<sup>[7]</sup>。原因:外墙石材内部还有保温层,拆除石材对空间扩大无实质性帮助;导流罩距热泵出口过小,可能会出现气流回弹,导致气流不畅,可能会适得其反。因调改方案迟迟无法定案,且房间对外展示在即,现场根据厂商的安装空间要求,复核热泵循环扬程后,将主机移位至二层小屋面,垂直移位高度约6米,水平移位约6米,系统得以顺利启动调试并投入运行。

通过解决上述问题,充分验证了空调设备对安装空间、气流顺畅等技术要求的重要性,同时也为解决空调制冷效果差、频繁过热保护等问题提供了解决思路及故障排除切入点<sup>[8]</sup>。

## 三、使用阶段遇到的问题与解决方案

### 1. 关于结露问题原因分析与解决方案

B、D户型在使用阶段,均出现过局部区域结露问题,分析有如下几种情况:

①梅雨季节,室外湿度大,门窗敞开或关不严导致冷气流对冲;因两户作为样板房对外展示,经常有客人参观,门窗开关频繁,湿热空气进入房间,与低温管席辐射吊顶相遇凝结,导致吊顶潮湿。这个过程虽然露点温控器向热电磁阀发出关断信号,但毛细管内的水温不能快速回升,所以形成结露。随着新风系统将房间内湿度带走,分集水器热电磁阀再次打开,水温再下降,再遇到湿热空气,再结露,形成一个恶性循环。这种情况,协调销售及物业安排专人陪同客人参观,门窗开启要及时关闭,发现结露要及时关停对应房间的毛细管席。

②末端露点温控探测器失灵;导致露点温控器失灵,遇到过两种情况,一种是设备本身存在故障无法有效探测;预防这种情况,提醒物业安排专业人员经常巡查,定期保养,一旦发现异常,及时处理,将损失降到最低;另一种情况是温控探测器被环境干扰,探测有误;使用过程中,个别温控探测器被塑料纸遮挡,导致已经结露,还未关断分集水器热电磁阀,解决这个问题,现场先安排施工技术人员对所有露点探测温控器进行全面排查,并清理排除可能导致误动作的不确定因素,同时提醒物业及使用方定期巡查,保证设备稳定运行。

③毛细管席分集水器热电磁阀失控;D户型,使用过程中出现过一层厨房、二层卫生间及儿童房吊顶结露情况,经排查发现这些房间有门窗长时间打开情况。分集水器热电磁阀控制器,接收到关阀信号有动作,但是执行机构在关阀时,反作用力将热电磁阀执行器反推脱离阀体,使热电磁阀处于常开状态,毛细管席辐射吊顶持续低温,导致结露严重。这种情况属于设备元器件故障导致,需维保人员更换热电磁阀执行器,并安装牢固;预防措施为加强巡视,定期对易耗配件保养、更换,确保系统可靠运行。

④新风机过滤器堵塞,除湿能力减弱;B、D户型作为样板房先行投入使用,其间其他楼栋还在大面积施工,场内粉尘较大,空气质量较差;两户曾同时出现大面积结露情况,经排查现场未出现长时间开门开窗情况,热电磁阀及露点温控器均工作正常,依次排除故障点后,将问题成因锁定在新风系统,低风口出风量明显降低。首先排查取风口未被遮挡,然后检查初效、中效过滤器均被粉尘堵塞,加上空气潮湿,粉尘像泥一样附着在过滤器上,严重阻挡新风吸入,导致系统除湿效率下降,因而导致结露;针对此问题,协调物业制定有效的保养计划,定期检查更换初效、中效过滤器,保证新风机取风畅通。

⑤房间内使用仿真火焰雾化壁炉;D户型一层吊顶为石墨辐射板,表面曾长时间附着一层像浮灰一样的水汽,开始以为是保洁没做好,后来发现是轻微结露现象;后来经排查分析发现,一层安装了一种雾化仿真火焰壁炉,为了展示效果,全天都处于启动状态。这种装置类似于空气加湿器,不断为室内增加湿度,而一楼吊顶面层是金属材质,遇到潮湿空气更容易结露,由于新风的除湿功能将空气中的水分带走一部分,所以结露并不严重,不易被觉察<sup>[9]</sup>;为解决问题,采取降低雾化仿真火焰壁炉的开启时长,仅在客户参观时打开,其他时间均不启动,确保室内的空气湿度恒定,从而解决结露问题。

## 2. 关于设备运行水流故障原因分析与解决方案

B户型在投入使用时,遇到过主机频繁自动关机问题,主机故障代码显示为水流故障。现场排查分析,有如下几种可能会引发这个问题:①现场使用的是临时水,水压及供水连续性不稳定,供水压力经常达不到系统要求的0.25 MPa;②管道内未冲洗干

净,水系统过滤器堵塞,水流不畅;③管道翻弯过多,系统内空气未排尽;④空气源热泵供回水温度传感器故障。

按照轻重缓急的先后,逐条排查解决,首先,在系统进水端增设稳压泵,确保系统内水压保持在0.3MPa左右;然后,对Y形过滤器进行清洗,发现滤网被水垢及杂质堵塞,检查软水设备运行情况,发现软化剂用尽;

通过两套样板房投入运营,毛细空调系统在使用过程中的优缺点,也逐渐显现出来。

使用过程中发现有较多优点:运转中没有风感,不直吹冷风,室内无噪声安静舒适;节省空间,房间内看不到空调设备,大幅提升了房间整洁度;毛细空调以水为主要介质,冷媒为辅,与传统空调相比更加节能、环保;夏天室温控制在23~27℃,冬天室温控制在19~23℃,相对能耗较低,关机或停电很长一段时间不会有较高温度波动,有较好的储热储冷能力。

同样也发现了许多缺点:除湿能力较低,门窗打开形成气流对冲,毛细辐射吊顶容易结露;系统升温、降温慢,毛细空调从开机至设定参数的过程较慢,在最冷或最热的时间,空调调节到预设的温度需要24个小时以上;对新风要求较高,室内空气质量及湿度完全依赖新风系统;对水质要求较高,需要配备软水设备增加成本;需要经常更换新风机初效滤网、中效滤网,使用及运行成本较高<sup>[10]</sup>;装修饰面材料选择受毛细管席限制,饰面材料导热差会直接影响制冷效果;施工难度较高,毛细管席的敷设需要与装修交替施工,直接影响施工周期。

## 结语

建筑若采用毛细空调系统,应在建筑方案阶段充分考虑,为毛细水系统、新风系统管道及主机预留充足合理的安装空间,以确保系统运行顺畅;科学的建筑结构、良好的外墙保温及合理的门窗面积占比,才能充分发挥出毛细空调系统独特优势,才能为使用者带来更完美的体验及优质舒适的室内环境。

## 参考文献

- [1] 吉煜,丁云飞,刘龙斌,等. 温湿度独立调节空调系统预冷型新风机组运行性能分析[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版),2019,42(09):1234-1238.
- [2] 程梦凡,梁珍,尹雪芹,等. 单冷源与双冷源的毛细辐射空调系统的能耗分析[J]. 制冷与空调,2022,22(01):84-89.
- [3] 崔政. 住宅项目毛细管网空调系统质量管理及工序优化思路[J]. 建设监理,2023,(08):86-88.DOI:10.15968/j.cnki.jsjl.2023.08.014.
- [4] 程梦凡. 不同冷热源组合的毛细辐射空调系统能耗分析与节能优化[D]. 东华大学,2021.DOI:10.27012/d.cnki.gdhuu.2021.000575.
- [5] 郭思炜,胡自成. 室内毛细辐射空调运行能耗集成动态模拟分析[J]. 电子设计工程,2023,31(23):167-170+175.DOI:10.14022/j.issn1674-6236.2023.23.036.
- [6] 田中杰. 住宅新风系统新风量及气流组织优化设计研究[D]. 长安大学,2022.DOI:10.26976/d.cnki.gchau.2022.000838.
- [7] 苗莉娜. 半集中式空调系统的变新风量设计研究[D]. 大连理工大学,2021.DOI:10.26991/d.cnki.gdlu.2021.001321.
- [8] 吕佳辉,周小皮,王士坤,等. 空气源热泵冷凝器和蒸发器能力提升的研究[J]. 区域供热,2024,(03):29-36.DOI:10.16641/j.cnki.cn11-3241/tk.2024.03.005.
- [9] 苏晓峰,符竹舟,全巍. 地源热泵与低温空气源热泵耦合供能系统的应用研究[J]. 暖通空调,2024,54(S1):146-149.
- [10] 陈健勇,李浩,陈颖,等. 空气源热泵空调技术应用现状及发展前景[J]. 华电技术,2021,43(11):25-39.



# 城市地下空间开发与环境地质灾害风险评估

糟永中

新疆地矿局第二水文工程地质大队，新疆 昌吉 831100

**摘 要：** 随着经济的迅速发展，城市人口急剧增加，城市化进程也在不断加快，人们对生活环境要求越来越高。地下空间开发是为了解决日益增长的交通、住房等基础设施。但由于我国目前正处于工业化和城镇化阶段密集度较低，导致地下空间开发与利用程度不高；同时受地质灾害影响严重，造成大量土地资源浪费甚至枯竭，对社会经济发展产生不利影响。

**关 键 词：** 城市开发；地下空间开发；地质灾害；风险评估

## Urban Underground Space Development And Risk Assessment Of Environmental Geological Disasters

Zao Yongzhong

Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources Exploration and Development,  
the Second Hydrological Engineering Geological Brigade Xinjiang, Changji 831100

**Abstract：** With the rapid development of economy, the rapid increase of urban population, the process of urbanization is also accelerating, people have higher and higher requirements for the living environment. Underground space is developed to address the growing infrastructure of transportation, housing and more. However, due to the low intensity of industrialization and urbanization, the degree of underground space development and utilization is not high; at the same time, the geological disasters cause a lot of land resources waste and even exhaustion, adverse effects on social and economic development.

**Keywords：** urban development; underground space development; geological disaster ; risk assessment

### 引言

近年来，随着城市化的不断发展，人口膨胀和城市规模快速扩大等一系列社会经济问题也日益突出。地下空间开发与利用成为解决这些问题的有效途径。在我国很多大城市中都存在着对地下空间进行不合理改造、盲目建设或规划设计不当导致资源浪费现象严重等不安全因素；同时由于缺乏科学合理的管理造成了许多工程项目的中断及延误工期甚至会影响到正常生活，给城市居民带来极大不便和损失，不利于社会经济发展以及人类居住条件改善。

### 一、城市地下空间开发与环境地质灾害风险评估的相关内涵

风险评估是指运用科学的方法，对项目可能存在的各种影响进行预测、分析和评价。在城市地下空间开发过程中地质灾害具有不可替代性强等特点。随着科学技术不断进步发展，人类社会经济活动也日益增多；同时由于城市化进程加快带来了许多不确定因素（如人口增长）以及一些突发性事件给人们生活造成极大危害甚至威胁到生命财产安全所引发的自然灾害频发等等，使得风险评估变得更为复杂和困难。城市地下空间开发与环境地质灾害的评估，是对人类在进行各种工程建设以及社会活动中所面临

风险和损失后果及程度，为预防、避免或减轻其危害提供科学依据。它包括了在项目进行过程中可能发生事故造成人员伤亡和财产（利益）受损害情况下是否有必要采取措施或补救方法来控制其发展趋势并减少它给周围区域带来的影响<sup>[1]</sup>。

### 二、城市地下空间开发与环境地质灾害风险评估的必要性

#### （一）城市地下空间开发是我国经济发展的必然趋势

伴随着城市的发展，城市化进程不断加快，各种基础设施建设和地下空间开发建设也在快速发展。我国目前正处于城镇化、

\* 作者简介：姓名：糟永中，性别男，出生日期1991.8，籍贯（甘肃省张家川回族自治县人），学历本科，职称：工程师（拟评高工），民族回，工作领域：水文地质，工程地质，环境地质相关勘查设计工作



工业化阶段。由于经济高速增长带来了大量人口。同时对资源需求量日益增加以及生态环境恶化等问题加剧了地质灾害发生几率；与此同时人们对于环境质量要求越来越高以及生态平衡性提出更高层次上水平的要求，这就使得城市地下空间开发与保护面临着巨大挑战和机遇。同时，随着我国社会经济的快速发展，城市化进程不断加快，城市人口数量日益增加，对地下空间开发利用也提出了新要求<sup>[2]</sup>。在现代城市建设过程中要遵循“因地制宜、科学规划、合理布局”等原则。对现有资源进行充分有效地利用是保证可持续发展和实现永续经营的重要前提条件；同时还要坚持以人为本思想为核心的科学管理理念和经济效益型社会模式相结合，提高人类与自然和谐共处共同繁荣景象，创造出一个健康有序发展空间环境。<sup>[3]</sup>

## （二）地质灾害是城市地下空间开发过程中必须面对的主要问题

地质灾害是指由于人类活动而导致的地壳、地缘与地貌等自然和社会环境因素。在城市中，如果没有良好的地质条件，就会使人们失去原有建筑基础。因此对地下空间开发过程中遇到或大或者小的风险要有一个科学合理性判断并提出应对措施；否则可能造成严重后果甚至政治危害；同时也需要考虑工程建设带来巨大投资及社会影响所导致损失程度及其可能产生地解决方法等问题来确定安全度和可承受能力。城市地下空间开发与环境地质灾害有着密切的关系，从对人类活动威胁和危害方面考虑，我们可以将其分为三大类：第一类是由于人为原因而产生的自然灾害<sup>[4]</sup>。第二类是由于工程建设中各种自然因素、施工过程以及工业生产等条件所引起地质灾害。第三是非计划性或不可预见事件。随着城市化进程速度加快及城市规模扩大发展要求地下空间开发也随之迅速增加并且在不断增多，这就导致了对地面交通安全与城市整体环境质量提出更高标准和挑战<sup>[5]</sup>。

## （三）加强城市地下空间开发地质灾害风险评估工作，是有效防治地质灾害的需要

城市的发展是一个由量变到质变、由量转再转化，随着城市化进程加快，各种建筑物密集分布在大城市中形成“三网”。这些建筑空间往往具有较大规模和复杂程度。由于人口数量多带来了大量的外来人员进入或居住造成交通拥挤及环境污染等问题；同时也增加了地下工程建设对地质灾害风险评估工作的难度与复杂性。城市发展是一个由量变到质变、由粗放型向集约化，并且随着城市化进程加快而不断加深扩大。城市地下空间开发的地质灾害具有突发性、不可预测性和破坏性，风险程度大，危害后果严重等特点<sup>[6]</sup>。在建设项目实施过程中如果出现了地面沉降或地表破坏现象就可能造成重大事故。因此为了减少工程项目的施工成本，避免由于不良地质作用导致的工期延误以及财产损失；同时也要防止因设计缺陷引发新一轮地基问题而引起的建筑物倾斜及变形灾害（如：地下空洞、坍塌）和地震产生对城市环境安全与稳定影响严重后果<sup>[7]</sup>。

## 三、城市地下空间开发与环境地质灾害风险因素

### （一）地质环境条件

地质环境是指由地球内部的各种物质组成，包括地表、地下

及其他物体所产生的空间及其结构。在人类工程活动中形成了各种各样不同类型和数量且具有一定差异性特征或相对复杂程度的岩石地貌景观以及水文地质构造物等；这些因素对城市发展有着非常重要影响并且也会造成巨大损失与风险。所以我们需要从环境方面考虑，以防止开发过程可能出现的问题。同时，地质条件是影响城市地下空间开发的一个重要因素，是决定工程能否顺利进行，以及是否能够安全实施。在实际施工过程中由于一些原因导致地质环境出现改变。如：开挖基坑时可能会对附近建筑物造成破坏；因降水引起管道腐蚀等情况发生地震灾害；地下水开采过快或过量都有可能使周围建筑产生干扰和危害事故隐患等等问题需要我们及时解决的必要条件之一就是水土流失风险，地下空间开发建设是一个复杂的系统工程<sup>[8]</sup>。

## （二）工程建设活动

城市的开发建设主要是为了改善人民居住环境，提高人们生活质量。而地下空间开发与工程项目的施工活动又可以划分为不同类型。在进行地质灾害风险评估时需要根据其可能影响到人类和其他生物生命、财产及自然环境等问题来确定是否会发生危害以及如何应对各种破坏情况；对于一些危险性较大的区域也要采取相应措施避免出现严重后果，如地震产生后对人民群众造成伤害或威胁人民生活安全，甚至危及人们的生存环境。此外，工程建设活动包括城市道路和地铁、轻轨等基础设施，在这些基础上进行综合整治。由于地下空间开发过程中会造成大量建筑垃圾堆积现象发生，因此对现有的交通系统提出了更高要求；为了解决这一问题应严格控制原有老城区与城中村改造项目之间距离过近且不能过大导致车辆通行困难而采取拆迁措施来保证城市主干道两侧地块之间能有足够空间去建设新住宅区和支路等设施以满足居民出行需求。<sup>[9]</sup>

## （三）地下水开采

地下水开采是城市地下空间开发的重要组成部分，主要包括地表水和地面废水管网补给、补充水源，以及通过井点或渠道排泄物补给。由于在我国地形复杂地层条件下地下水资源丰富。目前我国有多种类型不同性质的矿藏：以煤田为主体分布于北东向和华中区；以喀斯特地热泉为代表的是西部部分区域存在着大面积地下水位降落现象，并且呈现出“西高南低”、面状上升趋势。同时，地下空间的开发主要是在地下采空区进行，由于地下水开采具有很大的隐蔽性，所以对地面建筑物和道路等都有一定影响。我国北方大部分城市都采用浅部地表水注浆处理以后排入附近河道或河流、池塘以及湖泊；而对于一些小型工业矿坑也可以利用深井钻孔灌注桩来解决地下空间开发中遇到的问题，但是由于开采深度较大且不均匀时就会造成地面沉降等地质灾害发生<sup>[10]</sup>。

## 四、城市地下空间开发与环境地质灾害风险评估的方法与措施

### （一）城市地下空间开发规划

城市地下空间开发规划是对整个区域范围内的地下资源进行综合考虑，并在一定时间期限之内，按照相关规定和原则为人们

提供一个合理、安全以及高效的生活环境。在城市地下空间开发的规划过程中，首先要对其进行总体布局，根据不同区域的功能和特点确定各部分之间合理关系。其次是按照各个分区各自为战。

地铁沿线与主要商业区、生活区等人流密集地区分布；而一些建筑则分布于道路交叉口处形成带状网络结构以减少噪声污染以及降低了噪音问题；此外还可以在城市主干道两侧建设地下停车场，将其纳入规划范围内来缓解区域用地紧张的局面。

### （二）地质灾害风险评估

地质灾害风险评估是一种针对特定的区域或空间进行研究，并预测和分析其可能存在的环境危害，为开发及治理工程提供科学依据。在对城市地下空间开发与设计过程中所出现各种地质灾害事故、评价其发生后造成损失程度以及影响范围等方面有了一定了解之后才能更好地采取措施来控制 and 避免。通过对城市地下空间开发可能出现的地质灾害、工程活动造成的环境破坏和社会经济运行对生态环境和人民生活产生影响进行评估，并提出预防措施。根据评价区域地层结构，确定建设项目是否可行。主要包括：①根据当地地震基本烈度及频率资料等信息判断该地区可能发生地震；②在分析区域地壳稳定性与场地岩土性质之间存在一定关系时应考虑到当地地质灾害的风险等级及其程度；③对不同类型的工程活动造成破坏和影响情况进行评估并提出预防措施。

### （三）环境地质灾害监测预警

根据城市建设规模、地形地貌条件和水文地质特点，对各监测点的地面沉降量进行观测。建立起了地表沉陷变形监测预警系统。该信息系统能够自动识别可能出现地裂缝或地面塌方的区域。通过实时监控并将其记录在报警表上；同时也可以作为事故发生之前分析处理风险因素提供技术支持以及决策依据和指导作

用；此外还能对地下空间开发过程中产生地质灾害隐患点进行及时发现，以便采取有效措施消除。同时，在项目规划建设期间，对环境地质灾害的发生情况进行监测。根据国家相关规定和当地气象预报资料及实际工作需要制定相应预警方案。预警方案应包括：自然灾害、人类活动和地面沉降三个方面内容；预测评估可能存在的风险因素并提出应对措施，以保证事故应急预案与决策实施过程中采取有效手段控制事态发展速度以及危害程度；定期对项目区地质灾害现状做出调查评价。

### （四）风险管理系统建设

在城市地下空间开发和工程中，由于地质灾害发生频率高，因此需要建立一个信息管理系统来实现对可能出现的各种情况进行预测、预报以及分析。根据前期调查收集到资料数据后计算出每一时间段所产生危险危害程度及严重度。然后再将结果以表格等形式展示出来供决策层参考使用；同时也要考虑风险评估过程中人机交互界面的设计是否合理规范。风险管理系统的建设要结合地下空间开发和城市总体规划，对其进行科学、合理化设置。

## 结语

随着我国城市化进程的不断加快，城市人口迅速增长，对地下空间开发和利用水平提出了更高要求。如何在保证经济发展与环境相协调下实现社会、生态效益最大化是摆在世界各国面前亟待解决的问题。目前国内外许多学者都致力于研究地下空间地质灾害风险评估方法及模型设计等方面做得很好地探索工作；但由于我国特殊国情以及国外经验存在差异导致国内对于这方面还不够深入，对其进行应用时也缺乏一定的理论支撑和实践支持。

## 参考文献

- [1] 徐鹏辉, 顾朝阳. 城市地下空间开发与环境危害分析 [J]. 知识经济, 2013:117.
- [2] 钱丹生. 宜昌城市地下空间开发与环境地质效应研究 [J]. 地下空间与工程学报, 2014:7-12.
- [3] 谢连平, 钟洛加, 周衍龙. 武汉城市地下空间开发利用与环境地质 [J]. 环境科学与技术, 2009:215-220.
- [4] 王亚辉, 张茂省, 师云超, 等. 基于综合物探的城市地下空间探测与建模 [J]. 西北地质. 2019,(2).
- [5] 程晓伟, 刺理祯, 李清泉. 黄土边坡突发滑坡地质灾害风险判别评估研究 [J]. 铁道工程学报, 2022,39(09):1-6.
- [6] 郝小栋. 矿山水工环地质灾害风险评估方法研究 [J]. 世界有色金属, 2022(13):154-156.
- [7] 温兰. 地质灾害评估的方法及其发展趋势 [J]. 西部资源, 2022(03):83-84+87.
- [8] 廖明勇. 地质灾害面域~单体风险评估方法研究与应用 [D]. 重庆大学, 2022.
- [9] 徐晓伟. 地质灾害综合风险治理韧性评估及提升策略研究 [D]. 重庆科技学院, 2024
- [10] 冯建荣. 着力加强地质灾害防治能力建设 [N]. 中国应急管理报, 2021-09-21(003).

# 可持续发展背景下城市绿色建筑发展

张垚

中国建筑第四工程局有限公司，广东 深圳 518000

**摘要：**在可持续发展战略的背景下，近些年来城市绿色建筑的发展备受关注。绿色建筑的主要特点包括节能环保、资源利用效率高、健康舒适等。为了实现可持续发展目标，绿色建筑需要在资源利用、环境影响和社会可持续性方面做出贡献，本文重点提出了一系列策略建议，包括政策支持、技术创新、市场推广和教育培训，从而有力促进城市绿色建筑的发展。

**关键词：**可持续发展；城市绿色建筑；发展策略

## Urban Green Building Development In The Context Of Sustainable Development

Zhang Yao

China Construction Fourth Engineering Bureau Co., LTD., Shenzhen, Guangdong 518000

**Abstract：** In the context of sustainable development strategy, the development of urban green buildings has attracted much attention in recent years. The main characteristics of green buildings include energy saving and environmental protection, high resource utilization efficiency, health and comfort. In order to achieve the Sustainable Development Goals, green buildings need to contribute to resource utilization, environmental impact and social sustainability. This paper focuses on a series of strategic recommendations, including policy support, technological innovation, marketing and education and training, so as to effectively promote the development of urban green buildings.

**Keywords：** sustainable development; urban green building; development strategy

### 引言

随着城市化进程的加快，资源短缺和环境污染问题日益突出，可持续发展已成为全球共识。城市绿色建筑作为一种新型建筑模式，通过合理利用资源和减少环境影响，为城市可持续发展提供了有效路径。因此需要探讨促进绿色建筑发展的策略建议，这不仅有助于实现节能减排目标，还能改善城市居民的生活质量，推动社会经济的全面发展。

### 一、城市绿色建筑的概述

城市绿色建筑，是指在建筑的全生命周期内，通过科学的设计和施工手段，最大限度地节约资源，保护环境和减少污染，为人们提供健康、适用和高效的使用空间，实现人与自然和谐共生的建筑。绿色建筑不仅关注建筑物本身的环境影响，还关注建筑所处环境的整体可持续性，这意味着从选址、设计、建造到运营和维护，每一个环节都需要考虑其环境影响和资源消耗。

城市绿色建筑具有以下几个突出特点：一是节能环保。城市绿色建筑通过采用高效节能设备、优化建筑设计和利用可再生能源，大幅度减少能源消耗和碳排放。例如，使用太阳能光伏板、地源热泵系统等技术手段，提高能源利用效率，同时减少化石燃料的使用。二是资源利用效率高，绿色建筑强调高效利用各种资源，特别是水资源和建筑材料。例如，雨水收集系统可以将降水用于灌溉和冲厕。绿色建筑还关注采用可再生、可回收的建筑材料，

减少对自然资源的依赖。三是健康舒适。绿色建筑注重为居住使用者提供健康、舒适的生活和工作环境。通过采用无毒无害的建筑材料、设计良好的通风系统和自然采光，提高室内空气质量，控制室内温度和湿度。绿色建筑还考虑到声环境和光环境的优化，从而提升整体的生活质量<sup>[1]</sup>。四是与自然和谐。绿色建筑在设计 and 建设过程中充分考虑生态环境的保护，减少对自然环境的破坏。例如，绿色屋顶和垂直绿化不仅可以增加绿化面积，还能改善建筑的隔热性能，减少城市热岛效应。

### 二、可持续发展对城市绿色建筑的要求

#### （一）资源利用

依据可持续发展理念，要求城市绿色建筑在资源利用方面做到高效、节约和可再生。具体来说，绿色建筑在水资源和能源的利用方面需要采取一系列措施。（1）水资源利用。绿色建筑需要

\* 作者简介：张垚（1988年出生），男，汉族，河南省南阳市，中级职称，本科，主要从事建筑管理研究。



通过多种手段，优化水资源的利用。例如，雨水收集系统可以将雨水储存起来，用于灌溉、冲厕等非饮用水用途。污水处理和再利用系统可以将生活废水经过处理后，重新用于建筑内部和景观浇灌等低流量水龙头、节水型卫生洁具等设施的使用，也可以显著减少水资源的浪费。（2）能源利用。在能源利用方面，绿色建筑强调提高能效和使用可再生能源。通过优化建筑设计，例如增加隔热层、使用高效窗户、设计自然通风和自然采光，可以大幅减少空调和照明的能源需求。采用太阳能光伏板、风力发电等可再生能源技术，可以减少对化石燃料的依赖。智能能源管理系统可以通过实时监控和优化能源使用，进一步提高能源利用效率。

## （二）环境影响

城市绿色建筑在环境影响方面，主要目标是减少对自然环境的负面影响，实现环境保护和可持续发展。（1）减少温室气体排放。绿色建筑通过多种方式，有利于减少温室气体排放。通过提高能源利用效率和使用可再生能源，减少建筑运营过程中化石燃料的使用，从而降低二氧化碳等温室气体的排放。另外，绿色建筑材料的选择不重要，低碳建材和可再生材料的使用，可以减少建筑建设过程中的碳排放。（2）降低噪音。绿色建筑注重采用隔音材料和设计，减少建筑内部和周围的噪音污染。例如，使用多层玻璃窗、隔音墙体和地板材料，可以有效隔绝外部噪音，提供一个安静的室内环境。合理的建筑布局和景观设计，也可以通过自然植被和水体等元素来降低环境噪音<sup>[2]</sup>。

## （三）社会可持续性

城市绿色建筑不仅关注环境和资源，还对社会的可持续性发展做出积极贡献。（1）提供健康舒适的居住环境。绿色建筑通过采用无毒无害的建筑材料、设计良好的通风系统和自然采光，提高室内空气质量，控制室内温度和湿度，从而创造一个健康舒适的居住和工作环境。适当的绿化和景观设计，也能改善居民的心理和身体健康。（2）促进社会发展。绿色建筑在促进社会可持续发展方面也发挥着重要作用，通过绿色建筑项目，可以推动社会内的资源共享和协作，促进居民之间的互动和社会关系和谐。例如，共享的绿色空间和公共设施，可以为居民提供休闲、娱乐和交流的平台，从而增强社会凝聚力和居民归属感。（3）教育和宣传。绿色建筑还可以作为可持续发展理念的教育和宣传平台，通过示范项目和宣传活动，提高公众对可持续发展和环境保护的认识。

# 三、城市绿色建筑发展的策略建议

## （一）政府提供政策支持

在推动城市绿色建筑发展的过程中，政府的政策支持必不可少，通过一系列的政策措施，可以有效激励开发商、建筑企业和消费者参与绿色建筑项目，促进城市的可持续发展。具体包括：

（1）财政补贴。政府可以设立专项资金，对符合绿色建筑标准的项目给予直接的财政补贴，这些补贴可以用于绿色建筑的设计、施工和认证费用，帮助降低绿色建筑的初期投资成本。还需要对绿色建筑技术研发和推广提供资助，鼓励企业和科研机构投入更

多资源进行创新。（2）税收优惠。政府可以通过减免税收，降低绿色建筑的运营和维护成本，从而提高其经济性。例如，对于使用可再生能源系统、节能设备和环保材料的建筑项目，可以提供企业所得税减免、增值税退税等优惠政策。还可以对个人和企业购置绿色建筑产品和服务给予税收减免，鼓励更多的消费者选择绿色建筑<sup>[3]</sup>。（3）绿色建筑标准与法规。政府应制定和推广绿色建筑标准与法规，确保绿色建筑的质量和性能。例如，制定绿色建筑的设计、施工和运营的规范和指南，推动建筑行业的标准化和规范化。还可以通过法律手段，强制新建建筑达到一定的绿色标准，比如规定新建建筑必须采用一定比例的可再生能源、达到一定的节能水平等，这些标准和法规不仅有助于提高绿色建筑的技术水平，还可以提高市场对绿色建筑的信任度和接受度。

## （二）持续推进技术创新

在城市绿色建筑的发展中，技术创新起着核心作用，通过不断引入和推广先进的节能技术、环保建筑材料以及智能管理系统，不仅能提升建筑的性能和可持续性，还能显著降低能源消耗和环境影响，为实现城市绿色发展目标提供强大的技术支撑。（1）先进节能技术。节能技术是绿色建筑的核心，通过采用先进的节能技术，建筑物可以大幅减少能源消耗，提高能源利用效率。例如，太阳能光伏发电系统可以将太阳能转化为电能，为建筑提供清洁能源。地源热泵系统利用地下恒温特性进行供暖和制冷，大幅降低空调系统的能耗。此外，智能照明系统通过传感器和控制器，可以根据室内外光线变化自动调节灯光亮度，不仅节约用电，还提高了照明的舒适度。（2）环保建筑材料。随着技术创新，使得更多新型环保材料得以应用于建筑中。例如，采用可再生、可降解的建筑材料，比如木材、竹材等，可以减少对不可再生资源的依赖。使用低碳、低挥发性有机化合物（VOC）排放的材料，可以提高室内空气质量，减少对人体健康的危害。此外，技术进步还带来了高性能的隔热材料、隔音材料和防火材料，这些材料不仅能提高建筑的安全性和舒适性，还能有效减少能源消耗和环境污染。（3）智能管理系统。通过物联网、人工智能和大数据技术，智能管理系统可以实时监控和优化建筑的能源使用、环境参数和设备运行状态。例如，智能能源管理系统可以根据实时能源价格和需求，自动调整能源使用策略，最大限度地节约能源。智能环境控制系统可以监测室内空气质量、温湿度和光照度，并自动调节空调、通风和照明设备，提供健康舒适的居住环境。（4）可持续建筑设计。技术创新还体现在绿色建筑的设计理念和方法上，通过采用先进的设计工具和模拟技术，建筑师可以在设计阶段就考虑建筑的能耗、环境影响和资源利用。例如，利用建筑信息模型（BIM）技术，可以进行精确的能耗模拟和优化设计，提高建筑的节能效果。采用被动式设计方法，通过合理布局、自然通风和遮阳设计，最大限度地利用自然资源<sup>[4]</sup>。

## （三）加强城市绿色建筑的市场推广

有效的市场推广也是重要工作，通过多渠道、多层次的推广活动，可以提高公众对绿色建筑的认识和接受度，从而促进绿色建筑市场的繁荣与可持续发展。（1）宣传和教育。宣传和教育是市场推广的基础，政府和相关机构可以通过媒体宣传、专题讲座、展



览会等多种形式，向公众普及绿色建筑的理念、技术和案例。利用电视、广播、报纸、杂志以及社交媒体等平台，广泛宣传绿色建筑的优势和效益，包括节能环保、健康舒适、经济实惠等，增强公众对绿色建筑的信任感和兴趣。此外，可以在学校和社区举办绿色建筑知识讲座与科普活动，提高青少年和社区居民的环保意识及参与度。（2）示范项目。通过建设一批高标准、高质量的绿色建筑示范项目，可以展示绿色建筑的实际效果和应用前景。例如，在政府办公楼、学校、医院等公共建筑中，率先采用绿色建筑设计和技术，发挥示范和引导作用。示范项目不仅可以作为绿色建筑技术和理念的展示平台，还可以为公众提供直观、具体的体验，增强公众对绿色建筑的认可 and 信心。政府和企业可以联合开发示范项目，邀请媒体和公众参观，推广成功经验和最佳实践。（3）市场引导。政府和相关机构可以通过制定并推广绿色建筑标准和认证体系，引导市场健康发展。例如，推行绿色建筑认证制度，对符合标准的绿色建筑颁发认证标志，提高其市场认可度和附加值。还可以建立绿色建筑信息平台，发布绿色建筑的相关信息和数据，方便公众查询和了解，同时鼓励房地产开发企业和中介机构积极推广绿色建筑，提供专业的咨询和服务<sup>[5]</sup>。

#### （四）绿色建筑教育培训

通过系统的教育和专业培训，可以培养大量具备绿色建筑知识和技能的专业人才，为绿色建筑行业的发展提供智力支持和人才保障。（1）高等教育。高等教育是培养绿色建筑专业人才的基础。高校应开设绿色建筑相关的专业课程和研究项目，涵盖绿色建筑设计、节能技术、环保材料、智能管理系统等多个领域。

建筑学、土木工程、环境工程等专业，可以增加绿色建筑课程的比重，设置专业方向和硕士、博士学位，培养高层次的绿色建筑人才。高校还应加强与企业和科研机构的合作，开展产学研结合的研究项目，让学生在实践项目中积累经验，提升实践能力。

（2）职业培训。政府和行业协会应制定绿色建筑职业培训标准，开展系统的职业培训和继续教育。培训内容，应该包括绿色建筑的设计理念、技术标准、施工工艺等方面，面向建筑设计师、工程师、施工人员等不同群体，提供针对性强、实用性高的培训课程。通过职业资格认证制度，鼓励从业人员参加培训，提高他们的职业素质和竞争力。（3）企业内训。企业内部培训，是提高员工绿色建筑知识和技能的有效方式。建筑企业应重视绿色建筑相关的内部培训，定期组织员工学习最新的绿色建筑技术和标准。可以邀请专家学者和行业资深人士开展专题讲座和培训班，结合企业实际情况，进行案例分析和实践指导。此外，还应建立学习型组织，鼓励员工自主学习和交流分享，形成良好的学习氛围，提高团队整体素质。

## 结语

总之，城市绿色建筑是实现可持续发展的重要途径之一，通过政府政策支持、技术创新、市场推广和教育培训等多方面的努力，绿色建筑将逐步成为城市建设的主流模式。未来，应继续深化绿色建筑理念的推广与实践，不断提升建筑技术和管理水平，实现资源节约、环境保护和社会和谐的有机统一。

## 参考文献：

- [1] 赵崇寿. 绿色建筑经济可持续发展问题探析 [J]. 辽宁经济, 2021(07): 27-28.
- [2] 王小文. 绿色建筑技术的发展与应用研究 [J]. 绿色环保建材, 2021(09): 55-56.
- [3] 杜中龙. 未来住宅建筑的发展趋势及设计理念 [J]. 居舍, 2021(23): 21-22.
- [4] 卢琳彬. 建筑行业推行与发展绿色建筑的制约因素探析 [J]. 工程经济, 2021(08): 66-67.
- [5] 王伟光. 城市绿色建筑与可持续发展探析 [J]. 建材与装饰, 2021(11): 44-45.

# 智慧城市建设背景下市政工程质量控制关键技术研究

赵玉艳

天津宇和工程咨询有限公司, 天津 300000

**摘要：** 本文系统地探讨了智慧城市发展中的市政工程质量控制关键技术。文章开头阐述了智慧城市的概念、发展轨迹及其关键技术，进而审视了市政工程质量控制的现状及所遇挑战。研究聚焦于如何借助信息化、智能监测、大数据分析和人工智能等先进技术，提升市政工程的品质。文章结尾部分，则是提出了一套市政工程质量控制系统，阐述了其设计理念及机制研究等。

**关键词：** 智慧城市；市政工程；质量控制；质量控制体系

## Research on Key Technologies for Quality Control of Municipal Engineering under the Background of Smart City Construction

Zhao Yuyan

Tianjin Yuhe Engineering Consulting Co., Ltd., Tianjin 300000

**Abstract：** This article systematically explores the key technologies of municipal engineering quality control in the development of smart cities. The beginning of the article elaborates on the concept, development trajectory, and key technologies of smart cities, and then examines the current situation and challenges of municipal engineering quality control. The research focuses on how to use advanced technologies such as informatization, intelligent monitoring, big data analysis, and artificial intelligence to improve the quality of municipal engineering. At the end of the article, a set of municipal engineering quality control system is proposed, and its design concept and mechanism research are elaborated.

**Keywords：** smart city; municipal engineering; quality control; quality control system

### 引言

随着城市化步伐加快，市政工程质量控制成为城市建设重点，直接影响到城市功能和居民生活品质。传统质量控制方法已显不足，无法满足现代城市的发展速度和品质要求。智慧城市建设提供了新的机遇，通过运用信息和通信技术，如物联网、大数据、云计算和人工智能，实现对市政工程质量全面监控、智能分析和预警，提升了质量控制的效率和效果。

### 一、智慧城市建设概述

随着科技的飞速发展，智慧城市已成为全球城市发展的新趋势。智慧城市通过运用先进的信息和通信技术，实现城市管理的智能化、精细化和服务化，为居民创造更美好的生活环境。

#### （一）智慧城市的基本概念

智慧城市，这一概念描绘了一个通过整合物联网、大数据、云计算、人工智能等前沿技术，对城市的基础设施、生态环境和社会服务进行智能化管理和优化的宏伟蓝图。这种管理模式的目的显著提升城市的运营效率，改善居民的生活品质，并增强城市的可持续性。智慧城市的核心理念在于，通过信息技术的深度融入城市建设，实现城市资源的合理配置和高效使用，从而推动城市向更加智能、高效、宜居的方向发展。

#### （二）智慧城市的发展历程与现状

智慧城市概念自21世纪初提出以来，经历了从理论探索到实践应用的转变。在全球范围内，许多国家和地区纷纷开展智慧城市建设，如新加坡、韩国、美国等。随着大数据技术的应用越来越

深入，开始逐步打造智慧生态圈、对商业、交通、教育、医疗卫生等民生资源进行整合，构建智慧社区，甚至可以深入到居民的家中，打造智能家居系统，通过这种方式能够进一步提高城市居民的生活质量<sup>[1]</sup>。智慧城市建设已成为推动我国新型城镇化进程的重要力量。

#### （三）智慧城市的主要特征

智慧城市的四大特征——全面感知、互联互通、智能决策和协同创新，共同勾勒出一个高效、响应迅速的城市生态。通过实时监测、信息共享、数据驱动决策和跨部门合作，智慧城市旨在提升城市管理效率和生活质量。尽管面临技术创新、信息安全和经济投入等挑战，智慧城市依然是全球城市发展的前沿趋势，呼唤不断地探索和创新以确保其可持续发展。

### 二、市政工程质量控制现状及问题分析

市政工程质量控制是确保城市基础设施项目达到预定标准和用户满意度的重要环节。

### （一）市政工程质量控制的内涵及外延

市政工程质量控制是对工程项目从设计到施工、验收的全方位严格管理，旨在保证工程符合预定的质量要求。这不仅包括建立和维护质量控制体系，执行质量监督与检查，还涉及对质量问题的及时处理与持续改进<sup>[9]</sup>。同时，它还要求在质量控制过程中与成本、进度、安全和环保等因素实现协调与均衡，确保工程项目的整体成功和可持续性。

### （二）市政工程质量控制的现状

在我国，市政工程质量控制已取得显著成效，但挑战依旧存在。政府部门对质量控制的重视程度不断提升，制定了《市政工程施工质量验收规范》等多项法规和技术规范。然而，随着城市建设规模的持续扩大，市政工程质量控制正遭遇前所未有的挑战，包括工程复杂性的提升和新材料新技术的广泛采用。

### （三）市政工程质量控制存在的问题

在我国城市化快速推进的背景下，市政工程的质量控制显得尤为关键。尽管如此，现有的质量控制体系仍暴露出多重挑战：施工单位往往过度关注工程进度，而忽视了质量的重要性；政府在项目审批和监管上有时显得不够严格；监管体系中的责任不清和信息不畅通降低了监督效率；技术能力和质量检测手段的不均衡，以及对待质量问题的不彻底处理，都制约了工程质量的提升<sup>[9]</sup>。要改善这一局面，迫切需要加强质量管理，优化监管机制，提升技术能力，并确保对质量问题进行及时和彻底地处理，从而全面提升市政工程的质量标准。

## 三、智慧城市建设中市政工程质量控制的关键技术

随着智慧城市的蓬勃发展，信息技术的进步为市政工程的质量控制领域开启了新的可能性。

### （一）信息化技术在市政工程质量控制中的应用

信息化技术在市政工程质量控制中的应用，极大地增强了数据支持和管理的\*\*有效性。通过构建综合性的工程质量信息管理系统，我们能够实现从设计到施工、再到验收的整个工程周期内的信息共享和协作。此外，随着移动设备和云计算技术的融合应用，工程管理人员现在可以不受地域限制地访问工程质量和进度信息。这种灵活的数据访问方式不仅提高了管理的便捷性，也极大地提升了工作效率和响应速度<sup>[4]</sup>。管理人员可以在现场快速检索相关资料，实时监控工程进展，及时解决现场问题，确保工程质量和安全。

### （二）智能监测技术在市政工程质量控制中的应用

智能监测技术的引入，为市政工程施工质量控制革新带来了新的可能性。通过部署传感器和视频监控设备，这一技术能够对施工现场进行不间断的实时监测，自动收集关键数据和指标。智能监测技术的应用不仅限于对混凝土强度和钢筋间距等关键指标的自动检测，它还能够对施工环境的各种参数进行监控，如温度、湿度、结构变形等，确保施工条件符合设计和安全标准。一旦监测到异常，系统会立即触发预警机制，通知项目管理团队采取必要的措施，从而避免潜在的质量问题。

此外，智能监测技术通过减少对传统人工检查的依赖，不仅降低了人力成本，还提高了施工安全<sup>[6]</sup>。工程团队可以依靠这些技术提供的详实数据，进行更深入地分析和决策，从而优化施工流程，提升工程质量。

### （三）基于大数据分析的市政工程质量与成本预测模型研究

通过大数据分析技术，对市政工程的质量问题和成本变化进行预测，旨在为项目管理者提供精准的决策支持。研究流程包括数据收集、特征提取、模型构建与训练、预测与优化以及决策支持。先收集与市政工程相关的各类数据，包括设计、施工、材料、环境和历史项目等。这些数据经过清洗和整合，以便于分析。之后提取并选择对市政工程质量与成本有显著影响的特征，识别关键因素。接着，构建并训练预测模型，采用机器学习和深度学习算法。这些模型从历史数据中学习，预测质量问题和成本变化。然后，利用这些模型对新的市政工程项目进行预测，帮助项目管理者提前识别潜在问题，及时优化措施。最终基于预测结果，为项目管理者提供决策支持，如调整环节以避免质量问题和进行成本控制。

总之，基于大数据分析的市政工程质量与成本预测模型能够帮助项目管理者在保证质量的同时，有效控制成本，提高市政工程的整体效益。

### （四）人工智能技术在市政工程质量控制中的应用

人工智能技术，尤其是机器学习和深度学习算法，正逐渐成为市政工程质量控制领域的关键技术<sup>[6]</sup>。通过分析大量的工程数据，人工智能模型能够识别出影响工程质量的关键因素，并预测未来可能出现的质量风险。这种预测能力使得项目管理者能够提前采取预防措施，从而减少质量问题的发生，确保工程顺利进行。此外，人工智能技术还应用于工程结构健康监测。通过实时分析监测数据，人工智能系统能够评估工程结构的健康状况，及时发现潜在的损伤和问题。这种实时监测和诊断能力对于确保工程结构的安全性和可靠性至关重要。

总之，人工智能技术在市政工程质量控制中的应用，为项目管理者提供了一种强大的预测和诊断工具。然而，技术的应用也面临一些挑战，如数据安全和隐私保护、技术应用的成本等。

## 四、智慧城市建设中市政工程质量控制体系

在智慧城市背景下，构建一个高效、科学的市政工程质量控制体系对于保障工程质量、提升城市建设管理水平至关重要。

### （一）市政工程质量控制体系的设计原则

1. 科学性原则：体系设计应基于科学的管理理论和实践经验，确保质量控制的科学性和合理性<sup>[7]</sup>。
2. 系统性原则：体系应涵盖市政工程建设的全过程，包括设计、施工、验收等环节，形成完整的质量控制闭环。
3. 动态性原则：体系应能适应工程建设的动态变化，具备灵活调整和优化能力。
4. 可持续原则：体系应关注工程质量的长期稳定和可持续发展，避免短期行为对工程质量的影响。

## （二）市政工程质量控制体系的主要内容

1. 质量目标：明确市政工程质量目标和标准，为质量控制提供明确的方向<sup>[8]</sup>。
2. 组织结构：建立健全质量控制组织结构，明确各部门和人员的职责，形成协同工作的局面。
3. 过程控制：对市政工程建设各环节进行严格的过程控制，确保工程质量的稳定和可靠。
4. 监督检查：加强工程质量监督检查，及时发现和解决质量问题，防止质量事故的发生。
5. 改进与提升：对质量控制过程中发现的问题进行分析和改进，不断提升质量管理水平。

## （三）市政工程质量控制系统与工程造价联动机制研究

这项研究致力于探讨如何建立市政工程质量控制系统与工程造价之间的联动机制，以实现质量提升和成本控制的协同效应。具体来说，这包括以下几个关键方面：

1. 质量控制系统分析：需要对现有的市政工程质量控制系统进行全面的分析，了解其运作机制、控制流程以及存在的问题。这有助于识别质量控制的薄弱环节，为建立联动机制提供依据。
2. 工程造价影响因素识别：研究将识别影响市政工程造价的各种因素，包括工程设计、施工方法、材料选择、工程周期等。

这些因素与工程质量密切相关，因此需要综合考虑<sup>[9]</sup>。

3. 建立联动机制：在了解质量控制系统和工程造价影响因素的基础上，研究将探讨如何建立两者之间的联动机制。这涉及制定相应的策略和措施，确保质量控制措施能够有效地影响工程造价，同时避免不必要的成本增加。

4. 协同效应分析：研究将分析质量控制系统与工程造价联动机制对市政工程的影响，特别是对质量提升和成本控制的协同效应。通过评估这种协同效应，可以进一步优化联动机制，提高其在实际项目中的应用价值<sup>[10]</sup>。

## 结束语

在快速城市化和智慧城市浪潮中，市政工程质量控制迎来了新的发展机遇。本文深入探讨了智慧城市背景下市政工程质量控制的关键技术，提出了创新性的理论和方法，旨在为实践提供指导。尽管如此，智慧城市建设中市政工程质量控制仍面临技术创新、信息安全、资金投入等挑战。未来，我们需要持续探索、创新，并加强跨学科研究和合作，以促进市政工程质量控制的持续发展。期待更多专家学者和从业者共同参与智慧城市建设中市政工程质量控制的研究与实践，共同推动我国城市建设事业的繁荣和发展。

## 参考文献

- [1]何辉. 大数据时代的城乡规划与智慧城市研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024,(13):1-3.DOI:10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202413001.
- [2]郑悦. 智慧路灯的造型与功能在市政工程中的应用[J]. 现代建筑电气, 2023,14(09):13-17.DOI:10.16618/j.cnki.1674-8417.2023.09.003.
- [3]张晶. 智慧城市建设背景下市政工程档案管理研究[J]. 兰台世界, 2023,(08):82-84.DOI:10.16565/j.cnki.1006-7744.2023.08.20.
- [4]林樟. 市政道路工程监理质量控制要点研究[J]. 居业, 2024,(01):167-169.
- [5]郑华杰. 市政道路建设中的工程质量管理与风险管理研究[J]. 工程建设与设计, 2024,(02):231-233.DOI:10.13616/j.cnki.gcjsysj.2024.01.273.
- [6]闫奇. 市政工程施工中的安全管理及质量控制[J]. 四川建材, 2024,50(06):235-237.
- [7]周文锋. 智慧城市的测绘地理信息统计数据质量控制模型[J]. 北京测绘, 2022,36(11):1542-1547.DOI:10.19580/j.cnki.1007-3000.2022.11.019.
- [8]张向红, 樊蓉. 智慧城市中地下管线的探测方法及质量控制探讨[J]. 低碳世界, 2020,10(10):50-51.DOI:10.16844/j.cnki.cn10-1007/tk.2020.10.025.
- [9]常学鑫. 市政工程给排水管道施工中质量的控制[J]. 四川建材, 2024,50(05):89-90+101.
- [10]白路铁. 市政工程顶管施工技术及其质量控制探讨[J]. 中国住宅设施, 2024,(02):142-144.



# 基地办公室管理中的绿色环保实践与可持续发展探讨

兰天

中兴空港工程有限公司，北京 101300

**摘要：**随着我国社会主义经济的蓬勃发展，绿色环保理念逐渐深入人心，并成为社会各界广泛关注的焦点。这种理念不仅仅是停留在口号和政策层面，它已经深入到每一个人的生活细节之中，影响着我们的消费习惯、生产方式乃至精神文化追求。人们开始更加注重节能减排，倡导绿色出行，使用环保材料，这些改变共同构成了一幅生动的“绿水青山就是金山银山”的新时代画卷。因此，为了能够在未来社会中占据有利地位，应该加大绿色环保理念的宣传力度，让更多人意识到绿色环保的重要性，积极参与到绿色环保事业当中。

**关键词：**基地；办公室管理；绿色环保实践；可持续发展

## Discussion On Green Environmental Protection Practices And Sustainable Development In The Management Of Base Offices

Lan Tian

Zhongxing Airport Engineering Co., Ltd., Beijing 101300

**Abstract：** With the vigorous development of China's socialist economy, the concept of green environmental protection has gradually taken root in the hearts of the people and has become the focus of widespread attention from all walks of life. This concept is not only at the level of slogans and policies, but has penetrated into the details of everyone's life, affecting our consumption habits, production methods and even spiritual and cultural pursuits. People began to pay more attention to energy conservation and emission reduction, advocate green travel, and use environmentally friendly materials, which together constitute a vivid picture of the new era of "lucid waters and lush mountains are invaluable assets". Therefore, in order to occupy a favorable position in the future society, we should increase the publicity of the concept of green environmental protection, so that more people realize the importance of green environmental protection and actively participate in the cause of green environmental protection.

**Keywords：** base; office management; green practices; sustainable development

### 引言

绿色环保是我们持续发展的前提，也是可持续发展的必然选择，其已经成为当前社会的主题。在基地办公室管理工作中，也应该以绿色环保为发展目标，在传统发展模式基础上不断创新，实现基地办公室管理的可持续发展。新时期，随着绿色环保理念的不断普及，绿色环保成为我国经济社会可持续发展的重要组成部分。

### 一、基地办公室管理中的绿色环保实践与可持续发展探讨的必要性

#### （一）是顺应时代发展的必然趋势

目前，随着社会经济的发展以及生活水平的不断提高，人们对于居住环境也提出了更高的要求。人们不仅希望可以在优美舒适的环境中工作和学习，同时还希望可以实现对资源的合理利用、减少废弃物的产生，使生态环境得到一定程度上的保护，这就对基地办公室的管理提出了新的要求。作为政府办公机构，基地的办公室在日常运行过程中会产生大量的废弃物，若不采取有效的措施进行处理，不仅会对周围的生态环境造成一定的污

染，同时还会浪费许多宝贵的资源。因此，基地要想实现可持续发展，必须要加强绿色环保理念的实践应用，从根本上解决办公室管理过程中所存在的绿色问题，为其创造一个良好的发展空间<sup>[1]</sup>。

#### （二）是发挥管理效用的必然要求

当前，我国基地办公室的建设工作，普遍遵循着以管理需求为核心的原则。无论是办公空间的布局、功能区域的划分，还是建筑材料和设施设备的选择，都紧紧围绕提高行政效率和支持业务运作的目的进行周密规划与精心设计。在具体的管理过程中，会涉及到大量的资源、能源消耗以及废弃物排放等问题，若不能将这些问题加以重视并采取有效措施加以解决，就很容易对办公

\* 作者简介：姓名：兰天 出生年月：1987年12月性别：男 民族：汉籍贯：河北省唐山市学历：大专 工作领域：施工、基地办公室管理

室环境造成严重污染。因此,要想更好地发挥出办公室管理的效用,必须要加强对绿色环保理念的落实,从而实现可持续发展。只有这样才能促进企业经济效益的提升与发展,为社会经济的进步作出更大贡献。

### （三）是基地办公室自身发展的必然选择

随着时代的不断进步和发展,人们的生活水平有了很大的提升。但是,伴随着经济的高速发展,我国的环境问题也越来越严重。面对日益严峻的生态环境问题,我们必须要通过绿色管理模式来实现可持续发展战略目标。而基地办公室作为一种特殊的工作机构,其自身的发展必然与整个社会的发展有着紧密联系。因此,在新时期背景下,对基地办公室管理中的绿色环保实践进行探讨具有十分重要的意义。只有通过这种方式才能有效避免因发展所带来的负面影响。此外,基地办公室需要面对的是来自多个方面的压力。如何解决这些问题、使基地办公室能够得到长期稳定的发展就成为了其管理过程中不可回避的关键问题。此时,将绿色环保理念融入到基地办公室管理工作之中无疑为其解决这类问题提供了一条行之有效的途径。因此,基地办公室要想实现自身的长远发展就必须采取有效措施,将绿色环保理念渗透到日常工作之中。

### （四）是建设和谐基地的重要内容

通过精心规划与建设,我们能够显著提升基地的基础设施水平。这不仅包括改善工作环境,如提高生产力和减少噪音干扰;也涉及到生活质量的全面升级,比如优化居住空间布局、增强公共服务设施等,从而确保员工在一个更加舒适和便利的工作及生活环境中取得最佳表现。为员工创造了良好的工作、生活环境。在这个过程中,强调绿色办公的理念,有助于节约资源,减少能源消耗,减少废弃物的产生,保护自然环境。因此,绿色办公将成为建设和谐基地的重要内容之一。

### （五）是实现可持续发展的基础保障

我国是人口大国,人均资源占有量很低。随着经济的发展和城市化进程加快,我们面临的环境压力越来越大,特别是耕地面积不断减少,生态环境日益恶化等问题严重制约着我国可持续发展战略的实现。而基地办公室作为国家重大科研项目实施与管理的重要基地,其对土地的利用效率、能源消耗、废弃物排放等都会直接影响到整个社会的绿色低碳发展。因此,从基地办公室管理入手来探讨绿色环保实践及其与可持续发展的关系,不仅可以有效解决当前所面临的环境危机,而且对于推动我国社会主义现代化建设具有重要的现实意义。

## 二、基地办公室管理中的绿色环保实践与可持续发展探讨的存在问题

### （一）缺乏绿色环保意识

绿色可持续发展理念是建立在尊重自然的基础上,这一理念能够对人类发展做出正确指引。目前我国部分地区存在着“先发展后治理”的思想,认为经济的发展要高于一切,而忽视了环境保护问题,导致资源浪费严重。尤其是一些基地办公室工作人员

并没有认识到绿色环保管理与可持续发展的重要性,他们将绿色可持续发展视为一种口号、一个口号。对于如何实现绿色可持续发展以及怎样践行绿色可持续发展的措施了解不够全面,以至于在实践中无法形成完整的体系。甚至有一部分办公室工作人员没有意识到环境保护和绿色可持续发展的关系,只是单纯地将两者作为两个独立的概念进行应用。这种现象主要体现在日常工作中,例如办公室所使用的纸张过多、打印次数频繁、大量消耗不可再生能源等行为<sup>[2]</sup>。

### （二）缺乏完善的规章制度

在当前的发展阶段,我国绝大多数科研机构办公室普遍存在着缺乏完善规章制度的问题。这些办公室往往难以形成有效的管理体系和运作机制,导致工作效率低下,影响了科研活动的正常开展。因此,建立一套全面、合理的规章制度对于提升科研基地的整体管理水平显得尤为重要。没有一个完整、有效的规章制度来保证绿色环保理念在办公室中的实施。这样就会造成一系列问题,首先是各部门之间工作上不协调,其次是导致办公室内部工作人员的责任意识薄弱,对绿色理念的应用也不够重视,甚至会有一些人对绿色环保理念持抵触情绪。最后,没有健全的规章制度,就不能将绿色环保理念贯穿于整个管理过程中,致使整个管理系统混乱不堪。

### （三）绿色环保宣传力度不足

虽然在日常工作中已经开始注重绿色环保的宣传,但是目前这种宣传还仅仅局限于环保口号和标语,而缺少实际操作案例的展示。此外,即便是有相关的实践案例,也没有进行深入、广泛的宣传,导致许多人对绿色环保并不了解或者知之甚少,因此无法认识到其重要性。比如:我们现在都知道要节约用水,但实际上很多办公室一天所用的水量却远远超过了合理范围;又比如:我们都知道垃圾分类回收很重要,但是在办公室垃圾分类的情况却非常少见。这些问题说明,我们在绿色环保宣传方面还有不足之处,需要进一步加强。

### （四）办公设备配置不合理

随着社会的发展,电脑已经成为办公场所必不可少的一种工具。很多企业也会利用电脑来进行数据的录入、统计等工作。但是,很多企业在购买电脑的时候并没有根据实际情况来配置,造成了资源浪费和资金的不必要消耗。而且,由于基地本身就是一个相对比较封闭的环境,如果不能合理地管理这些办公设备,那么不仅会增加后期的维护成本,还会对整个环境造成破坏。所以,要想让绿色环保理念得到充分发挥,就必须要从源头上开始进行控制。

### （五）管理人员综合素质不高

在基地办公室管理过程中,管理人员的综合素质会对绿色环保理念和可持续发展意识产生直接影响。目前很多管理人员缺乏基本的绿色发展知识和能力,他们对生态环境保护没有正确认识,只是单纯地认为基地管理工作是为了更好地为科研人员服务。而随着时代的不断发展,人们对生态环境问题的关注越来越多,要想进一步加强基地管理水平,就需要不断提高管理人员的专业素质,让他们能够充分意识到绿色管理、环保管理以及可持

续发展的重要性。然而从当前的情况来看,很多管理人员并没有真正意识到这一点,甚至还会将其作为自己偷懒的借口。这种不利于绿色环保实践和可持续发展探讨的做法不仅会造成资源浪费,同时也会破坏自然环境,因此必须予以重视。

### 三、基地办公室管理中的绿色环保实践与可持续发展探讨的策略

#### (一) 积极引入先进的办公理念

绿色办公模式是指在企业发展过程中,应用各种先进的科学技术以及环保材料对企业进行管理。其中,对基地办公室的管理来说,应该将绿色环保理念融入到具体的办公活动当中,尽量减少办公室内使用一次性用品,同时在采购方面要选择那些具有环保功能的产品。例如,在员工出差时,可以准备一个小布袋,平时可以用来装垃圾,这样就避免了大量塑料袋的使用。另外,还可以向员工发放一些“家庭”购物袋,号召大家从小事做起,把好习惯带回家,通过这些细节改变让员工逐渐养成良好的生活方式<sup>[3]</sup>。

#### (二) 加强基地办公室管理人员的培训工作

在基地办公室管理工作中,对基地办公室管理人员进行绿色环保意识培训和绿色可持续发展理念的培训是十分必要的。由于现阶段我国很多高校办公室管理者的绿色可持续发展意识还比较薄弱,甚至一些人根本就没有这种意识,因此,高校应该将绿色可持续发展意识融入到基地办公室的管理工作中去,并以此为契机加强基地办公室管理人员的环保意识,促使他们树立起绿色可持续发展理念,从而更好地开展相关实践活动,进一步推动基地办公室绿色可持续发展进程。具体来说,高校可以通过以下方式强化基地办公室管理人员的环保意识:一是定期举办培训班或者讲座等,邀请优秀教师或专家学者前来授课,对其进行绿色环保理念、环保知识方面的培训;二是组织基地办公室管理人员参加各种与环保有关的比赛,例如垃圾分类大赛、废旧物品利用大赛等,以激发他们的竞争意识,增强其环保意识。

#### (三) 完善绿色环保设施

在基地办公室管理中,要想真正实现可持续发展目标,就必须加强绿色管理意识,不断完善绿色环保设施。这一方面要求相

关管理部门加大资金投入力度,加快科研步伐,引进先进技术和设备;另一方面也需要充分发挥企业自身优势,利用新材料、新技术建设绿色环保实验室,为环境保护提供保障。除此之外,还可以根据企业的实际情况,将节能减排工作与生产经营活动有机结合起来,如大力推行太阳能发电项目、开展绿色能源研究等,都是行之有效的绿色发展之举。总之,通过不断完善绿色环保设施,才能从根本上减少对环境的污染,为企业持续稳定发展奠定基础。

#### (四) 积极创新绿色环保技术

要想推动基地办公室管理工作的绿色环保发展,还需积极的引入创新技术。例如在能源使用上可以通过安装太阳能设备、节能电器等,减少能源浪费现象,从而实现绿色环保管理目标。同时,在办公室日常绿化过程中也需要注重植物养护和生长环境的优化,定期进行浇水、修剪、施肥等工作,以提高绿色植被存活率,确保绿植能发挥其环保作用,这对于推动办公室绿色可持续发展具有重要意义。另外,要对办公废弃物处理流程进行完善,并严格落实垃圾分类处理制度,将可回收资源合理回收利用,减少环境污染,从而降低环保压力。总之,从多方面入手加强绿色环保技术的应用,有助于提高基地办公室的绿色可持续发展水平。

#### (五) 加强办公室管理的信息化建设

办公室是一个单位的窗口,通过信息化技术来进行管理可以使整个基地的办公室管理工作更加便捷、高效。为了进一步提升基地办公室的办公效率,应该充分利用互联网和信息技术,通过建立相应的信息化平台实现对基地所有业务的集中管理,为各部门提供实时有效的数据支持和服务保障,从而实现绿色低碳的办公模式。同时,还可以加强与其他地区机关的交流合作,学习先进经验,共同推进绿色办公的发展。

### 结语

随着我国社会经济的不断发展,我国科学技术也在不断提升。在这样的背景下,我国各项基础设施建设也在不断完善,各种建筑、设施设备等都取得了较好的成绩。但是,由于建筑工程施工过程中存在较多问题,因此会对人们的生活、工作产生不良影响。

### 参考文献

- [1]陈满祯,李学宁. 干部教育植入红色根脉铁军杂志社和宣城市干部教育培训现场教学基地管理办公室结为协作单位[J]. 铁军, 2023,(02):2.
- [2]南京理工大学产学研基地管理办公室[J]. 中国高校科技, 2012,(04):83.
- [3]李琳. 迅速崛起的光谷生物城——访武汉国家生物产业基地建设管理办公室主任但长春[J]. 中国高新区, 2009,(11):64-67.
- [4]刘丕斐. 国家管辖范围外海域生物多样性保护国际法问题研究[D]. 大连海事大学, 2023.DOI:10.26989/d.cnki.gdlhu.2023.002344.
- [5]黄莎莎. 政府资源环境审计的降污效应研究[D]. 西南财经大学, 2023.DOI:10.27412/d.cnki.gxncu.2023.002206.
- [6]廖兵兵. 论生态文明视域下我国海洋生态环境损害赔偿制度的完善[D]. 上海财经大学, 2023.DOI:10.27296/d.cnki.gshcu.2023.001810.
- [7]林璇. 利益相关者视角下国家公园合作治理机制研究[D]. 中国地质大学, 2023.DOI:10.27492/d.cnki.gzdz.2022.000030.
- [8]许晴. 改革开放以来中国共产党推进生态环境治理现代化的历程及经验研究[D]. 西安电子科技大学, 2023.DOI:10.27389/d.cnki.gxadu.2022.001603.
- [9]许晴. 改革开放以来中国共产党推进生态环境治理现代化的历程及经验研究[D]. 西安电子科技大学, 2023.DOI:10.27389/d.cnki.gxadu.2022.001603.
- [10]姚婷. 工业固体废物资源化利用规制有效性及效率研究[D]. 山西财经大学, 2022.DOI:10.27283/d.cnki.gsxcc.2021.000500.

# 光伏工程的造价管理与成本控制

杨涵

云南金元新能源有限公司, 云南 昆明 650000

摘

要 :

在研究光伏工程的造价管理与成本控制时, 首先要明白光伏工程的基本投资特点。基于全过程投资控制的理论, 可以把项目分成决策, 设计, 招采, 施工和竣工这几个阶段来综合考量。每个阶段都有不一样的造价管理方法, 在决策阶段要确定投资的大方向, 设计阶段要考虑怎么设计最省钱, 招采阶段要找到性价比最高的材料设备, 施工阶段要保证按预算施工, 最后竣工阶段要做好结算与收尾工作。

每个阶段都有投资控制的程序目标, 需要一步步来, 不能跳过, 只有分阶段、分步骤的对主要因素进行控制, 才能让整个光伏工程的造价与成本得到有效管理, 让项目的投资利益最大化。

关

键

词 : 光伏工程; 投资控制; 造价管理; 投资利益

## Cost Management And Cost Control Of Photovoltaic Projects

Yang Han

Yunnan Jinyuan New Energy Co., Ltd. Kunming, Yunnan 650000

**Abstract :**

When studying the cost management and cost control of photovoltaic engineering, it is necessary to understand the basic investment characteristics of photovoltaic engineering. Based on the theory of whole-process investment control, the project can be divided into several stages: decision-making, design, procurement, construction and completion. Each stage has a different cost management method, in the decision-making stage to determine the general direction of investment, the design stage to consider how to design the most cost-effective, the fortune stage to find the most cost-effective materials and equipment, the construction stage to ensure that the construction according to the budget, the final completion stage to do a good job of settlement and finishing.

Only by controlling the main factors in stages and steps can the cost and cost of the entire photovoltaic project be effectively managed and the investment benefits of the project can be maximized.

**Keywords :**

photovoltaic engineering; investment control; cost management; investment interests

### 引言:

完成一个项目所需要的费用可以分成多个等级来补结归纳, 其中光伏工程项目占比最大的投资一般都是, 一些建筑工程费基本设备的调试安装费用, 但对于现在的工程体量来说, 这类的分级方式的界限还是较为模糊, 当然, 这些都需要在具体的操作中去进一步归纳细化。对于基本的价格计算方法以及写在合同合理范围内等层面来说, 光伏工程项目它的主要投资还可以分为发电站内的一些建安工程费用, 站内设备购进购材料购买等费用。此种细化方式可以区别于传统的计费分级模式, 他会始终在同一角度对该工程的去进行价格管理区分。对比其他的建筑项目, 光伏工程项目的建设总时长不会特别长, 但是, 从前期到竣工的整体投资金额比较大, 所以需要在非常短的时间段内竣工, 并且在质量没有问题的前提下开始投入使用。

### 一、光伏工程项目投资特点

在现代工程建设中, 要想控制好成本, 就得把建设的工程项目从头到尾都盯紧, 这也是所谓的全过程造价管理。全过程造价管理是指在工程建设的每个阶段, 包括一开始的决策设计, 到后面的招标采购, 实际施工, 再到最后的竣工工验收, 施工方都得有一套明确的管理方法。

在上面所说的每个阶段都要找出那些可能影响投资的关键因素, 然后去尽一切可能去控制那些因素。在设计阶段, 有设计人员设计的方案要既实用又经济, 最大程度上避免不必要的材料浪费。施工阶段需要管理好材料采购, 避免过度损失。组织管理, 技术管理和经济管理, 这三者必须要协调统一, 要让团队之间配合默契, 技术要先进, 但也要实用, 经济上要合理, 但也不能省得过头, 这样才能让工程建设的成本得到有效控制, 实现利益的最大化。

\* 作者简介: 姓名: 杨涵出生年月: 1989年3月16日性别: 男民族: 仡佬族, 籍贯: 贵州省遵义市汇川区, 学历: 大专, 助理工程师从事的研究方向或工作领域: 光伏发电项目工程建设与管理



## 二、光伏工程项目全过程造价管理与成本控制

### （一）决策阶段

#### 1. 经济评价

在整个工程项目中，决策是一个非常关键的阶段，因为这个阶段可以决定工程后续的管理以及控制成本，经济评价可以看清项目的财务状况，理清经济效益<sup>[1]</sup>。财务分析实则是计算正在建设的项目是否有收益，能不能长期生存下去。经济分析是从国家的角度出发去推测这个项目对整个国民经济是否有好处，对社会会产生什么样的影响，所以经济分析并不只是看这个项目能盈利多少，更重要的是看这个项目会对社会做出多少贡献。经济评价则需要考虑多重因素，比如建设规模，技术设备，厂地选择等等。

上述这些因素全部都可能会影响项目的成本，所以要提前规划好，避免投资投败。光伏工程项目的主要收入来源是发电量以及电价，电价一般情况下都是由政府决定的，所以对于施工方来说，能控制的主要还是发电量。要想发电量大，就必须选好场地，用好设备。工程的选址也是一个值得深究的问题，场地选择合适，恰好能够迎合工程建造的发展，其建设费用可能就会相对低一些，光照条件也可能会更好，所以发电量也就能更高。在工程的策划决策阶段，需要把可行性研究做的全面深入，不能只看表面，需要深入把财务效益以及经济效益都理清楚。

#### 2. 设备方案

在整个光伏工程建设中，成本规划是一个可以决定整个工程成败的问题，而其中设备材料的购置费更是占据了很大一部分。据统计，设备材料的购置费用能占到整个工程造价的70%以上。其中，电池组件的价格波动会直接牵动着项目的投资收益，所以在选购电池组件时必须耍精打细算，要准确算出需要多少组件，还得挑出性价比高的产品型号。电池组件并不是常用的家用电池，而是那种规模生产转化率高，技术成熟的晶硅类太阳能电池。P型高效单晶双面双玻光伏组件就是一个非常不错的电池组件选择，因为这种电池的经济效益高，而且安装起来还特别方便，更是可以直接根据现场条件选择双轴跟踪，单轴跟踪或者固定式的多种安装方式，使用的方式非常的灵活。

特别是像西北地区这样的太阳能使用宝地，虽然说当地的太阳能资源丰富，但是沙尘天气也是比较多的，在这样的情况下，要想工程能够安全的实施下去，就必须耍采用固定式组件支架安装方式。既可以安稳的吸收太阳能，又不用担心被沙尘暴掀翻。

在整个工程中，除了电池组件外，逆变器也是光伏工程里必须耍有的物件。逆变器主要是把光伏组件产生的直接电流转化成居民日常用的交流电，所以逆变器也得选择有较高转换效率的，还得和光伏组件能够完美组合整体发电系统的工作效率，才可以提高。

### （二）设计阶段

在光伏工程项目中，虽然设计费看起来只是项目总投资中占比很小的一部分，设计方案的优劣可以直接关系到整个项目的投资效果，设计方案不够精准或不够合理，那后面的施工材料采购

等各个环节就都会受到影响，严重的甚至可能会导致投资失败。一个有实力并且经验丰富的设计单位，非常有优势，因为可以深入实地勘察，把工程现场的情况摸清楚，而且还能收集到最准确的数据资料<sup>[2]</sup>。

在设计阶段，有一种叫限额设计的方法会被很多施工单位采用，限额设计简单来说就是给设计定个预算，这个预算包括初步设计、施工图设计都要在这个预算范围内。预算主要是根据已经被批准的投资总额来定的，再通过一系列的限额基准指标后再来控制设计目标，如此一来，设计师们在设计时就会以这个预算为准，设计方案就会基满足需求，又不会超出预算。

限额设计并不是简单的给设计师们一个最高金额指标，还需要有有效的制度激励设计部门沟通协调，发挥专业人员的经验，合理确定限额指标。要在保证质量的前提下控制成本，必须避免盲目限额导致的设计不合理的情况。在设计方案完成后，相关人员还要对各类指标进行评估，看这个设计方案是否还存在什么问题，或者有哪些可以改进的地方，其中特别要关注的是方案变化对工程造价的影响。为了鼓励设计师们把设计工作做的更完美，还可以制定科学合理的奖惩制度。设计方案在限额内还有资金节约，那就可以将差额费用做专项奖励发放给设计团队，但如果存在超额设计的情况，那就得对全员进行考核，设计师们就会更有动力去优化设计方案。

### （三）招采阶段

在光伏工程项目中，如果可以合理的分化底段确定招标范围，就能直接关系到项目的成功与否，得到恰到的好处，才能让每个部分都发挥出最大的利益。项目工程规模大，难度管理大，专业复杂，那工程总承包就是一个不错的选择，因为这种方式可以把整个项目负责到底，减少因为各专业之间配合不当导致的变更，或者可能产生的索赔风险。虽然这种方式更加方便，但其工程报价也会相对较高。

另一个关键点就是合同计价，单位合同和总价合同都比较简单，明了会比较方便进行造价管理，单价乘以数量等于总价这样的方式就一目了然。成本加酬金合同不确定的因素比较多，因为首先成本就是一个不确定的因素，那剩下的控制造价就相对更加困难了，但这种合同一般只会在工期紧急、图纸不全的情况下才会被采用。在招标过程中，招标控制价能够有效的进行造价管理，所以在编制招标控制价时不能生搬硬套定额，必须得专业的人员根据项目的实际情况来调整。特别是在电缆辐射这样的工程中，要特别注意可能出现的不平衡报价，必须要提前加以控制。

除了这些工程量，清单也得计算准确，项目特征描述必须得清晰，让施工团队清楚的知道每个部分的具体标准要求，除了参考相关规范，还得根据实际情况进行调整<sup>[3]</sup>。对于那些消耗量大，难以准确估计的工程材料，要根据实际情况去计算，严格约定差异，处理条款，降低采购风险。

### （四）施工阶段

在进入光伏工程的施工阶段后，就得制定一个明确的资金使用计划，计划要根据工程的，造价构成项目组成和进度来编制，明确每个时间点的资金支出目标。在资金管理上，工程负责人要

加强工程费用的动态监控,在光伏工程中,如果某个环节的费用超出了预算,必须要及时找到原因进行调整,避免后续出现更大的问题。

不过有些光伏工程项目因为建设周期短,所以就可能会把造价管理的重点都放在招标控制价编制以及结算价审核上,但其实在这过程中,资金使用的动态监控才是最重要的<sup>[4]</sup>。为了更好的管理资金,施工方可以采用一些科学的费用偏差表示方法,可以对比已完成工程的计划费用,实际费用和你完成工程的计划费用来找出费用偏差。在这一系列的操作下,找出偏差后分析原因,设计错误、设计变更、图纸不相等都可能是设计方面的原因,而施工组织不合理、进度安排不当、技术措施不适用、质量安全隐患等则可能是施工方面的原因。有了这些原因后,开始采取措施进行成本纠偏,包括组织经济,技术和合同等多个方面的管理手段调整施工计划,优化资源配置,采用更先进的技术措施来降低成本与供应商协商,有能力的话就能争取更优惠的采购价格。

### (五) 竣工阶段

竣工阶段是光伏工程项目的终点,在这个阶段,施工方要进行竣工验收,因为这是整个项目建设期的最后一道关卡,竣工结算可以全面且真实的反映整个项目的工程造价,也可以检验施工方之前所做的造价管理与成本控制最终的效果。竣工结算是对项目投资的一个总结,在竣工结算后,能够清楚的看到哪些环节做的不错,哪些环节还有待提高。不仅对光伏领域有非常大的影响,更是对整个项目工程行业提供宝贵的实践经验,具有非常广泛的指导意义。

在进行竣工结算时,施工方的专业人员要加强竣工结算审查,仔细检查递交的程序上交资料的完整性以及竣工结算有关的内容,是否准确、真实、有效。相关人员要在约定的时间内给出审查答复,在规定的时间内完成审查工作,因为明确给出答复能够提高工作效率。

最后比较重要的一点就是在竣工完成后需要特别注意工程质量保证金的返还保证金是对工程质量的保障,在工程质量符合要求后应该及时返还,质量保证金给施工方,让项目参与者的权益得到充分保障,避免他们的合理利益受到任何不必要的损害。

## 结语

光伏工程这种特别的项目特点就是建设周期短,但安装施工相当复杂,要想做他的造价管理与成本控制并非易事,首先得遵循工程项目管理的基本原则,明确目标、规划进度、合理分配资源等,但光伏工程有其特殊性,所以还根据工程的实际情况来看,要特别关注那些可能影响工程造价的关键因素,对于可能出现的问题都得提前预防,并准备好应对措施。常见的有材料价格上涨,施工难度大等问题,这些都得提前考虑好,并做出与之相对应的对策。

总之,做好光伏工程的造价管理与成本控制,需要综合考虑多方面因素,既要遵循一般规则,又要根据实际情况灵活应对,只有这样才能让工程的综合效益达到预期,让项目顺利进行下去

## 参考文献

- [1]陈阵,李令,于良.后平价时代集中式光伏项目开发造价的主要影响因素及控制[J].四川水力发电,2022,41(6):112-115.
- [2]宋小红.光伏发电项目全过程造价控制[J].价值工程,2022,41(30):7-9.
- [3]王庆坡,王昊.光伏发电项目全过程造价管理[J].中国电力企业管理,2022(27):72-73.
- [4]安婷婷.浅谈造价控制在光伏工程中的应用[J].现代经济信息,2020(5):25,27.
- [5]仰玉伟.光伏电站EPC总承包在工程造价的研究[J].商业观察,2023,9(19):57-60.
- [6]黄智浩.基于价值工程理论的市政工程项目的全过程管理研究[D].南昌大学,2023.DOI:10.27232/d.cnki.gnchu.2022.002346.
- [7]王莎莎.W光伏发电项目建设期投资成本控制研究[D].西安理工大学,2021.DOI:10.27398/d.cnki.gxalu.2020.001385.
- [8]吕芳.低能耗建设工程动态成本预算控制模型研究[J].环境科学与管理,2019,44(08):52-55.
- [9]宋凤凤.R100MW光伏项目施工成本控制案例研究[D].大连理工大学,2020.DOI:10.26991/d.cnki.gdllu.2019.003906.
- [10]平悦.集中式光储电站建设项目投资效益综合评价研究[D].河北地质大学,2023.DOI:10.27752/d.cnki.gsjzj.2022.000514.

# 平原地区水库坝基防渗设计

董立红

天津市水务规划勘测设计有限公司, 天津 300204

**摘要：** 本文以北方沿海地区某平原水库为例，探讨了平原地区水库坝基防渗设计问题。针对坝基存在的轻粉质壤土等渗透性较大的土层，分析了多种垂直防渗方案，并进行了技术经济比较。最终推荐采用 TRD 工法防渗墙方案，并确定了防渗深度和墙体厚度。渗流计算分析结果表明，该方案可有效减少渗漏量和出逸比降，满足水库防渗要求，为类似工程提供参考。

**关键词：** 平原水库；坝基防渗；TRD 工法防渗墙；防渗深度

## Design Of Anti-Seepage For Reservoir Dam Foundation In Plain Areas

Dong Lihong

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

**Abstract：** This article takes a plain reservoir in the northern coastal area as an example to explore the anti-seepage design problem of the dam foundation in the plain area. Multiple vertical anti-seepage schemes were analyzed for soil layers with high permeability, such as light silty loam, in the dam foundation, and a technical and economic comparison was conducted. The final recommendation is to use the TRD construction method for anti-seepage walls, and the anti-seepage depth and wall thickness have been determined. The analysis results of seepage calculation show that this scheme can effectively reduce the leakage amount and outflow ratio, meet the anti-seepage requirements of the reservoir, and provide reference for similar projects.

**Keywords：** plain reservoir; dam foundation anti-seepage; TRD construction method anti-seepage wall; depth of anti-seepage

## 引言

沿海平原的水库在支持城市生产、生活供水、生态水、农业灌溉用水供应方面扮演着关键角色，但同时也必须面对水库坝基渗漏所导致的水资源损耗问题。尤其是在坝基下方遇到渗透性较强的轻粉质壤土和砂壤土层时，水库的水量损失尤为严重，这不仅是对水资源的极大浪费，也造成水库外围地下水位抬高、托地，影响正常工、农业生产。鉴于此，深入研究平原地区水库坝基的防渗设计问题，不仅关乎水资源的有效利用和节约，更是对区域可持续发展的一项基础性工作，具有深远的社会和经济影响。

## 一、项目背景

随着我国沿海经济的快速增长，对淡水资源的需求持续增加。在平原地带，受限于地质状况，大型水利枢纽的建设遭遇重大挑战，水库因此成为供应水源的重要设施。尽管如此，平原地区复杂的地质结构和较高的坝基渗透性，导致水库易发生渗漏，这不仅降低了水库的蓄水能力，造成库外地下水位上升甚至产生托地，同时也对工程的安全性带来了风险。

针对这一问题，实施水库防渗措施对于提高平原地区水库的蓄水效率、减少水资源流失以及保障工程安全至关重要。通过这些措施，可以有效控制水库渗漏，提升其蓄水能力，并确保工程稳定性，为地区经济社会的持续发展提供了坚实的水资源支撑。

## 二、工程概况

我国沿海地区的平原水库众多，且地质条件复杂多变。在面

对坝基下具有较高渗透性的轻粉质壤土和砂壤土层时，为了降低水库的水资源渗漏损失，进行有效的防渗设计显得尤为重要。

以北方沿海地区的一座水库为例，本研究对比分析了多种防渗设计方案。这一过程不仅涉及技术的精细考量，更是对水库生态安全和区域水资源保护战略的长远规划。通过科学的设计和精心的施工，旨在实现水库的可持续利用，同时为类似地质条件下的水库防渗提供参考和借鉴。

## 三、地质勘察成果

根据地质勘察资料，水库围坝坝基均存在轻粉质壤土，从上至下依次为第四系全系统新近组古河道、洼淀冲积层（ $Q_4^{3N}al$ ）Ⅲ-③6轻粉质壤土，渗透系数 $3 \times 10^{-4} \sim 2 \times 10^{-3} cm/s$ ；第四系全新统中组浅海相沉积层（ $Q_4^2m$ ）Ⅲ-⑥1及Ⅲ-⑥6均为轻粉质壤土，渗透系数 $8 \times 10^{-4} \sim 4.4 \times 10^{-3} cm/s$ ；第四系全新统下组河床~河漫滩相沉积层（ $Q_4^1al$ ）轻粉质壤土，土体渗透系数



$5.0 \times 10^{-4} \sim 6.5 \times 10^{-3}$ ，均属中等透水性土层，为减少渗漏量，需采取防渗措施。

#### 四、防渗方案比选

在坝基防渗技术中，根据防渗措施的实施方向，可以分为水平防渗和垂直防渗两大类。水平防渗虽然理论上可行，但其效果往往不甚理想。<sup>[2]</sup>因此，在实际工程中，垂直防渗方法更为常用，且效果显著。

针对坝基透水层的垂直截渗技术，工程实践中常见的方法包括：粘土截渗槽、垂直铺塑技术、混凝土防渗墙、水泥搅拌桩、振动沉模防渗板墙、高喷防渗墙、液压铣削机搅拌防渗墙（CSM）、TRD工法防渗墙等。这些技术各有特点，但共同目标是在坝基中建立一道垂直的防渗屏障，以减少或阻止水流通过坝基的渗透，从而确保水库的蓄水效率和工程稳定性。

##### 1. 粘土截渗槽

在轻粉质壤土及覆盖层中开挖明槽，切断该透水层，并回填粘土与坝体防渗体相连形成垂直防渗。该方法对透水层厚度不大的坝基截渗较适用，施工简单，土方工程量大。但是该方法适用于浅层透水层不厚的情况下，对本工程不适用。

##### 2. 垂直铺塑

使用聚乙烯薄膜作为防渗材料，用专门开槽机成槽，铺入聚乙烯膜后回填坑槽，该方案造价低，但是在施工过程中容易被刺破从而影响防渗效果，且该方法适用于浅层透水层不厚的情况下，对本工程不适用。

##### 3. 混凝土防渗墙

混凝土防渗墙利用机械在土层中开槽并充填具有防渗能力的材料从而形成一道连续的墙体。开槽机具和方法包括液压抓斗法、射水法、锯槽法等。

混凝土防渗墙利用机械在土层中开槽利用泥浆护壁充填混凝土或者塑性混凝土。混凝土截渗墙防渗效果好，特别适合坝基或坝身不满足防渗要求的情况，但造价较高。

##### 4. 高喷防渗墙

高喷防渗墙是利用能量高度集中的射流冲切掺搅地层，并将随之带入的浆液与土层中颗粒混合凝结、形成防渗固结体的方法，根据喷射方式不同，可分为旋喷、定喷、摆喷，根据工程经验，从防渗性能分析，定喷最强，旋喷最差，摆喷介于二者之间。

##### 5. 水泥搅拌桩

水泥土搅拌桩防渗技术采用三轴搅拌桩机把水泥浆喷入土体并搅拌，形成连续的水泥土墙，该法主要用于处理地基，施工简单，但是传统三轴、单轴搅拌桩施工质量不好控制。

##### 6. 液压铣削机搅拌防渗墙（CSM）

通过钻杆下端的一对液压铣轮，对原地层进行铣、销、搅拌，同时掺入水泥浆固化液，与被打碎的原地基土充分搅拌混合后，形成具有一定强度和具有良好止水性能的水泥土连续墙。



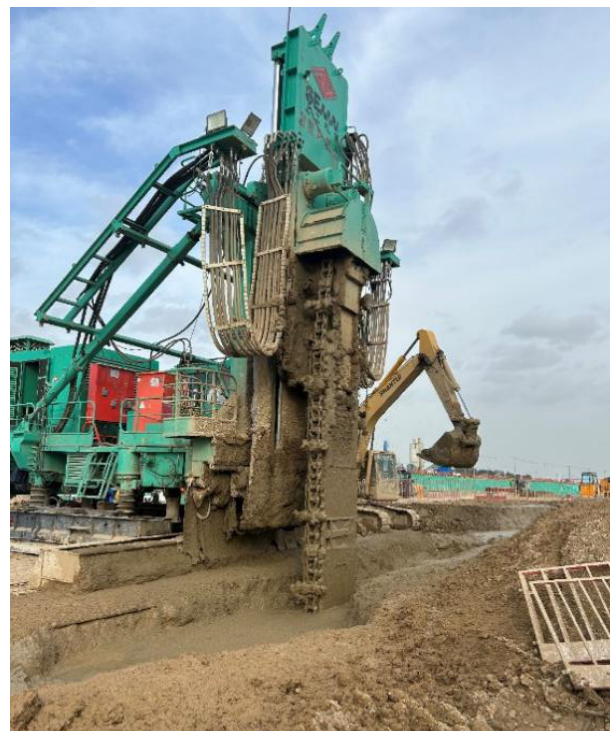
> 图1 液压铣削机搅拌防渗墙施工机具

#### 7. TRD工法防渗墙

TRD工法防渗墙是以链锯式刀具为主要机具，利用可连接、拆卸的链锯式道具箱竖直插入到预定土层，然后沿水平方向切割、搅拌出沟渠并注入水泥固化液，水泥与原状土进行搅拌，构筑成一道等厚的连续的地下防渗墙。



> 图2 TRD工法防渗墙施工工艺流程



> 图3 TRD工法防渗墙施工机具

#### 五、方案选择

对几种主要的防渗墙型式进行技术经济比较见下表。



表1 防渗方案比较表

处理方法	方案	延米单价 (元 /m <sup>2</sup> )	防渗投资 (亿元)	优点	缺点
塑性混凝土防渗墙	C30混凝土防渗墙厚400mm，深30m（抓斗开槽）	790	5.43	防渗效果好，施工条件要求较宽、安全可靠	需要专用的设备营造槽孔、并在孔内注满泥浆，以防孔壁坍塌，成本较高，适应地基变形能力差
水泥搅拌桩（三轴）防渗墙	25%水泥土搅拌桩直径650mm，咬合400mm，深30m	220	1.55	施工简单，单价较低	防渗墙深度过大时施工质量不好控制，接头处容易出现分岔
高喷防渗墙	高压摆喷厚300mm、中心距2.0m	357	2.52	可灌性好、可控性好、机动灵活、适应地层广深度较大及施工场地要求不高。	单价较高，防渗墙深度过大时施工质量不好控制，接头处容易出现分岔
液压铣削机搅拌防渗墙（CSM）	墙厚700mm，25%水泥掺量	700	4.73	有高掘性能，地层适应性强；成墙防渗效果好；适合墙深较大的情况	造价比较高，按目前施工工艺，防渗墙深度30m最小成墙厚度需0.7m，在华北地区应用实例比较少
TRD工法防渗墙	墙厚600mm，25%水泥掺量	550	3.24	地层适应性强，施工质量有保障，施工后墙体等厚，连续性好且无接缝，墙体强度高，抗渗性能高	施工设备占地面积大，对场地要求高

在综合评估水库特定的地质条件、防渗效果以及投资成本之后，TRD工法防渗墙以其连续性、卓越的防渗性能和可靠的施工质量，成为一种性价比比较高的坝基防渗解决方案。因此，建议选择TRD工法防渗墙作为水库坝基防渗处理的实施策略。<sup>[3]</sup>这一选择不仅体现了对技术先进性和经济合理性的平衡，也彰显了对工

程长期稳定性和环境保护的重视。

六、防渗深度的确定

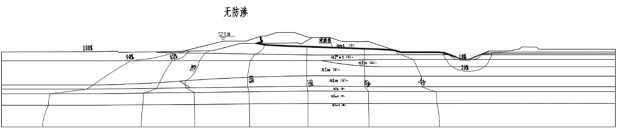
选取典型断面，对不同防渗深度渗流计算成果如下表。

方案	防渗型式	单宽渗流量（m <sup>3</sup> /s.m）	年总渗漏量（万 m <sup>3</sup> ）	渗漏量减少率	防渗体水头降落值（m）	出逸比降
方案一	无防渗	2.53E-05	886.63			1.04
方案二	垂直防渗深20m	2.16E-05	734.08	15.67%	1.89	0.89
方案三	垂直防渗深30m	5.77E-06	195.93	77.49%	4.98	0.24

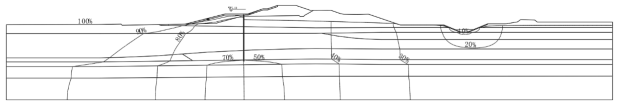
表2 不同防渗型式渗漏量成果表

由上表看出，而增加垂直防渗后，渗漏量减少量比较明显，当防渗墙截断下部透水层（Q<sub>4</sub>1al）轻粉质壤土时渗漏量及出逸比降均比仅穿透上部透水层（Q<sub>4</sub><sup>3</sup>NaI）Ⅲ-③<sub>6</sub>及（Q<sub>4</sub><sup>2</sup>m）Ⅲ-⑥<sub>1</sub>轻粉质壤土要降低很多，且坝脚及截渗沟处出逸比降均小于允许值（渗透比降允许值为0.3），背水坡浸润线降低的也比较明显，在截渗沟之前不会产生托地的问题。

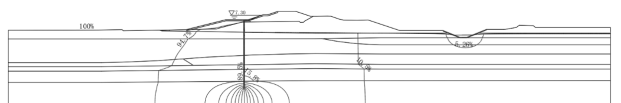
因此对坝基防渗推荐垂直防渗型式，防渗底部进入相对不透水层（Q<sub>4</sub><sup>1</sup>al轻粉质壤土）不小于2.0m。



无防渗渗流曲线图



防渗墙（长20m）渗流曲线图



防渗墙（长30m）渗流曲线图

> 图3 渗流曲线图

七、防渗墙厚度确定

防渗墙设计厚度计算公式为：

$$T = \frac{H}{J}$$

式中，H为防渗墙作用最大水头，取8.35m；  
J为防渗墙允许渗透比降，参考SL/T792-2020《水工建筑物地基处理设计规范》6.5.3条，水泥土搅拌防渗墙允许渗透比降取50；

T—为防渗墙设计厚度。

防渗墙的计算厚度为167mm，但防渗墙厚度还受到施工工艺的限制。TRD工法防渗墙目前国内工程应用中，墙体厚度多为550～800mm，且墙体厚度应与墙体深度相匹配，深度在30m～50m宜选用600mm及以上墙体；设计选用墙体厚度为0.6m，可满足防渗要求。

八、结论

本研究选取了北方沿海地区的一座水库作为研究对象，针对其坝基下轻粉质壤土透水层的特性，对一系列防渗设计方案进

行了全面的分析与探讨，并从技术和经济的双重视角进行了深入的对比评估。主要的研究成果和结论概述如下：

在综合考量防渗效能、施工品质、经济成本等多个关键维度后，该工程采纳 TRD 工法防渗墙作为该水库坝基防渗的首选措施。<sup>[4]</sup>TRD 工法以其对多种地层的良好适应性、施工过程的质量可控性、卓越的防渗性能以及合理的经济投入，与该工程的具体需求和环境条件高度匹配，展现了其在确保水库防渗安全。

通过计算与分析，垂直防渗技术能够显著减少渗漏，其效果随着深度的增加而逐步提升。为了达到最优的防渗效果，防渗墙的下端应至少延伸至相对不透水的  $Q_4^{1al}$  轻粉质壤土层 2.0m 或更深处。

在综合计算分析结果和现有施工技术条件的限制下，限于当

前施工机械水平，该工程采用了 0.6m 的防渗墙厚度，该设计参数能够满足预期的防渗性能要求。

## 结束语

随着我国沿海地区水库建设步伐的加快，平原地带水库的防渗设计问题日渐凸显。本研究选取北方沿海地区的某水库作为研究对象，对多种防渗设计方案进行了探讨，并对 TRD 工法防渗墙进行了重点分析。TRD 工法防渗墙在防渗效果、施工质量和成本效益方面均表现出显著优势。但是 TRD 工法防渗墙的施工设备需要较大的作业面积，对施工场地有一定的要求。

## 参考文献

- 
- [1] 薛霞. 平原水库盘防渗复合土工膜的鼓胀变形及破坏研究 [D]. 济南大学, 2023.DOI:10.27166/d.cnki.gsdcc.2023.000031.
- [2] 廖志彬, 袁俊平, 曹雪山, 等. 平原水库的土工膜防渗结构方案及其影响因素研究——以西夏水库为例 [J]. 河南科学, 2022, 40(11): 1768–1775.
- [3] 王筱. 平原水库影响区水循环特征识别及对变化环境的响应研究 [D]. 长安大学, 2022.DOI:10.26976/d.cnki.gchau.2022.002200.
- [4] 刘少丽, 穆林, 张扬. 平原水库防渗技术研究 [C] // 中国水利学会, 黄河水利委员会. 中国水利学会 2020 学术年会论文集第四分册. 黄河勘测规划设计研究院有限公司; 2020: 4.DOI:10.26914/c.cnkihy.2020.069507.

# 新能源光伏工程项目质量管理与项目进度控制

罗治钢

云南金元新能源有限公司，云南 昆明 650000

**摘 要：** 在进入21世纪以后，我国经济迎来了快速发展，但重工业的出现使环境问题日益严重，越来越多的人开始重视节能环保问题，此时新能源光伏项目便在这种大环境下应运而生。新能源光伏主要是使用太阳能，作为能源来提供电量，此工程将太阳能用另外一种方式转变为人们一直使用的电能，这种模式改变了曾经较为传统的发电模式，深深的造福了人类。在该项目被提出之前，传统的燃煤方式是一次性的非常耗费物资，而且还会对环境造成很大的危害。新能源光伏项目的出现，对现在的环境问题会产生巨大影响。

**关 键 词：** 新能源光伏项目；太阳能；发电模式

## Quality Management And Project Progress Control Of New Energy Photovoltaic Engineering Projects

Luo Zhigang

Yunnan Jinyuan New Energy Co., Ltd., 650000, Kunming, Yunnan 650000

**Abstract：** After entering the 21st century, China's economy has ushered in rapid development, but the emergence of heavy industry has made environmental problems increasingly serious, and more and more people have begun to pay attention to energy conservation and environmental protection issues. New energy photovoltaic is mainly the use of solar energy, as an energy source to provide electricity, this project will be solar energy in another way into people have been using electricity, this mode has changed the more traditional power generation mode, deeply benefited human beings. Before the project was proposed, the traditional way of burning coal was very costly, and it would also cause great harm to the environment. The emergence of new energy photovoltaic projects will have a huge impact on the current environmental problems.

**Keywords：** new energy photovoltaic projects; solar energy; power generation mode

### 引言：

就目前而言，环境产生的危害已经迫在眉睫，所以社会各界都对此项目关注度颇高。随着研究的不断深入，更多的问题也随之涌现而来，怎样才能让该项目发挥出它最大的作用？其实，90%的决定权都在该项目建设施工团队的手中，因为建设团队会实时跟进，项目工程也会对该工程的质量，效率以及全方面进行综合监测。

为了该项目能够取得有效的成果，所以该项目的各个负责人应当时刻盯紧工程质量后期进行质量跟踪监测，领导层也应该定期去到项目中观察工程质量<sup>[1]</sup>。长此以往，该项目才会在有条不紊的计划当中高效、安全的执行下去，新能源光伏项目也可以顺利交付给投资方，在最短的时间内交付使用。

### 一、新能源光伏工程项目建设管理的必要性与要求

#### （一）项目建设管理的必要性

新能源项目从提出到现在话题度并没有褪去，目前还处于热点阶段，并且国家也出台了相关政策，所以综合来看，该项目的出现是我国能源战略转型的重要转折点。现在已经有的地区把这个项目看作是发展当地经济的一块新跳板。除了可以有效带动当地经济外，光伏工程项目还可以作为一种有效调控手段，在适

当的时间段内提高当地环境的优化程度，响应国家号召低碳减排，减少因为提升经济而给周边环境带去的副作用。2012年，国务院总理温家宝在一次重要的会议中提出低碳减排，并且会议结束后，决定从2013年开始在全国节能宣传周的第三天设立“全国低碳日”。该号召的主要内容就是需要我们大家都行动起来，减少碳排放，保护环境，最常见的方式就是节约用电，平时出门关灯，可以减少不必要的能源消耗，日常出行鼓励我们绿色出行，比如可以选择走路骑自行车或者坐公交车地铁等，少开私家

\* 作者简介：姓名：罗治钢出生年月：1986年12月27日性别：男民族：汉籍贯：贵州省平坝县学历：大专从事研究方向或工作领域：光伏发电项目工程建设与管理单位。

车，可以减少汽车尾气排放。从环境方面来看，可以多种树，因为树木可以吸收二氧化碳释放氧气，对环境来说是有非常大的好处的。

## （二）项目建设管理的要求

新能源光伏工程项目的提出，一是为了挽救人们赖以生存的家园保护环境。二是为了带动经济，提高人民生活水平。能力越大责任越大，所以很多人都对该项目赋予了很高的期望。新能源光伏项目整体体量大，所以他的前期投资成本也很高，这就需要相关人员在项目开始前就调查这好和适的目标区域，数据监测没有异常后开始投入使用架设光伏设备。对于新能源光伏来说，从一开始的建设就非常重要，牵一发而动全身，设备组装好后还需要不断进行调试，在一切都确保没有问题的情况下投产使用。

新能源光伏项目回收资金的时间线拉的比较长，所以该项目一旦启用前期经济收益就非常少，还需要尽量压缩时间，在最短的时间内收回成本。经济和环境同样重要，因此该项目的工程质量还会直接影响到光伏工程定能转换效率，一旦在工程中出现与质量相关的问题，就会在很大程度上影响整个项目的整体运行。出现问题后，设备维修更换都会产生难以预计的成本，不但不能提高当地经济，反而会对当地环境及人民的生活造成影响。因此项目负责人必须慎之又慎，即使前期工作准备完毕之后，也要时刻紧盯工程质量问题。

## 二、新能源光伏工程项目质量管理实施要点

### （一）强化阶段性管理

新能源光伏工程项目的整体质量，不管是对当地经济还是社会都会产生影响，所以在该项目的实施过程中，应该建立完整的工程周期计划，牢牢监测项目的整个建设周期，并做好质量监督与最终的检查验收。在编写可研报告的时候，要综合工程质量考虑项目建设的所有可行性，建设当地无论是日均气温状况或者当地的地形分布、太阳光直射时间等要求均符合该系统的预设。

在可研报告中，相关人员必须要写出该项目投入使用后固定时间内对经济以及当地产生的收入预测，要保证新能源项目在投入使用后整个研发阶段资金充足，不能断产。另外，对于可能出现的气候、环境、天气等风险都要调查以往环境数据做一个全面的预测，谨防出现不可控的局面。为了让新能源光伏性项目能够顺利进行下去，避免气候等因素对项目造成的打击，首先就需要相关人员先去搜集过去几年当地的气候以及环境数据，仔细筛选这个地区有没有什么特殊的天气模式，比如极端降雪、高温、大风情况。在一切统计完毕后，找寻该领域的专家来解读这些数据，深入挖掘数据并分析出哪些因素可能会对项目造成影响。定期检查计划的有效性，并且随时根据施工的实际情况进行调整，天气变化无常，随时做好准备，才能让项目顺利进行下去。

### （二）打造先进管理体系

对于一个先进的项目来说，行之有效的管理体系是必不可少的，管理是一个团队的核心，正确的管理方式才可以有效维护团队运作。对于新能源光伏工程项目来说，更是需要一个高效的管

理团队来保证整个工程的质量。在项目的实施现场，可以安装监测器来实时监控工作人员的操作方式是否得当、进场材料是否符合计划、在进行项目建设时是否严格按照标准执行<sup>[3]</sup>。监控系统可以随时监测可能发生的任何突发情况，最大程度保证该项目的安全实施。施工单位可设立一个专门的监测部门，若突然出现天气变化，就可以立即去提醒作业人员检查项目光伏板是否固定牢，突遇降雨也可以迅速采取措施启动排水系统，防止设备被水淹没。监控系统还可以预防一些火灾事故的发生，如果施工区域内某个地方突然出现烟雾或者火焰，此时监控人员就可第一时间启动报警系统，通知相关人员进行灭火，最短时间内控制火势，避免火势蔓延造成更大的损失。

新能源光伏项目还可以搭建一个线上抽检平台，管理层可以随机随时随地监测任意地点的施工质量，在检查完后将档次的检查记录在系统中。其他检测人员可以在后期随时调动曾经的纠察记录，也可以再次抽检曾经被发现的问题工程段，防止其他技术人员弄虚作假。

## 三、新能源光伏工程项目进度控制实施要点

### （一）做好进度跟踪监控

对于许多工厂来说，时刻追踪工程进度都是一个非常有效的进度控制方式。从新能源光伏项目详细计划书以及项目的整体建设顺序入手，要能明确了解项目各阶段实施的完整内容，项目实施过程中会用到的各种资源详细名单，项目实施阶段的具体时间点，这样才可以保证项目可以在原计划的安排下能够有条不紊的完成。要想做到这一点，新能源光伏工程项目内部的各个阶段都要做好实施工程监测，除了相关人员的自我检查外，不同的团队，不同部门都可以互相监测或者建立一个专门负责该环节的部门，确保项目实施的每一个阶段都在预设的计划之内。

项目内部人员沟通也是非常重要的，项目负责人要及时完善团队内沟通方式存在的问题，对于曾经出现的问题，在总结反思之后规定固定的时间点召开线下会议。如果在监控系统中发现哪个环节出现问题，要及时与团队内部人员沟通商量对策，做好记录并提醒其他人员，后续持续关注该阶段存在的问题警示其他人员。

### （二）做好进度控制实施部署

在项目建设实施的整个周期内，很有可能会遇上个别极端天气或者其他不可抗的因素，如果此时没有详细的计划来应对突发状况，就很有可能会对整个项目带来非常严重的消极影响，更有甚者还可能对项目造成毁灭性的严重打击。突如其来的冰雹会使刚安装好的光伏板受到重创，严重时光伏面板会被直接打碎，修复破损的光伏板不仅需要花费人力物力，整个工程的工期都得往后拖。

基于此，施工单位必须要提前去到当地调控部署，把所有的考虑进去的前提下，提前预设可能出现的各种状况，在时间充足的条件下，模拟情景预设，做好应对措施。再者，新能源光伏项目较之于其他工程项目自身也占有一些优势，比如可以提供水，



提供电力等。新能源光伏项目最大的亮点就是可以变阳光宝贝，直接把太阳光转化成电能给附近的居民提供源源不断的动力，如此一来就可以有效的减轻对传统能源的依赖。在这同时，还能减少碳排放，为环保出一份力。光伏项目在发电同时也能减少板下水分蒸发，利于板下作物的生长，对于干旱地区采用农光互补模式建设的项目来说就是一大福音。施工单位应在施工前勘测好地理位置，对于新能源光伏项目来说，较为合理的位置就是阳光充足、遮挡物少的地方，因为这样的地方每天大部分时间都能直接晒到太阳，没有大树高楼或者其他建筑物遮挡。另外，地面要相对平坦，这样安装光伏板时就会更加方便。

（三）做好进度控制基础保障

对于一个工程项目来说，基本保障永远都是以项目施工人员的生命安全为主，其次是财产安全。因此，规范工程施工技术人员的日常行为举止，以及对整个项目的把控就显得尤为关键。项目的管理人员要提高工程项目实施的规范性，提高施工标准，任何人除工程施工本身外都不得强制干预别人正常的行为举止。

人力资源管理部门要提高自身可靠性，在招聘相关人员时要做好详细背调，情况允许可以做一个心理测试，从根源上解决一些基本问题。在招聘时提高准入门槛，确保招聘人员自身没有特大疾病。工程内部要定期进行员工素质考核技能培训，把员工安全放在首位。

贯彻落实各项安全管理条例，在一些必要环节，其从业人员必须要按照规定正确佩戴和使用劳动防护用品，安全工器具要定批次送检，谨防发生安全工器具不合格问题。在新能源光伏工程项目中，需要制定一套严谨的质量管理与进度控制计划。针对工具的质量检测，要明确抽检的频率以及每次抽检所需工具的数量。

为了增加抽检的有效性，还可以采用随机抽样的方法从工具批次中选取部分样本进行检测。

另外，即使之前抽检合格的工具也不能不重视后续的质量监控。在检测新批次工具时，建议将之前已抽检合格的工具也纳入随机抽检的范围。如果这些工具在重新检测中仍符合质量标准，则可以继续使用；若不合格，则需进行调换或重新采购，这样才能保证工程项目中使用的工具始终符合质量要求。

结语

现如今随着国家政策的出台与新能源有关的事业也发展飞速，各个区域从事或者研究新能源光伏工程项目人员的数量也在蒸蒸日上。从社会层面来说，该项目的实施与社会以及人民都有着千丝万缕的联系，大力推广新能源光伏项目也就是提升地方的经济。在任何工程项目中，安全始终是首要考虑的因素，对于新能源光伏工程项目而言更是如此。在能够100%保证施工安全的前提下，才能进一步追求高质量的工程建设，实现项目的长远发展。

对于新能源光伏工程项目来说，可以及时监控工程进度，确保人员施工无异常，设备风险预设一切正常，这些都是保证工程安全问题的前提。对于项目内部的管理层面相关人员来说，必须要首先确立施工计划，把每个环节的质量标准以及该环节的进度要求都写清楚，设立质量监督小组，专门负责检查工程质量，不合格的立马返工。唯有如此，这套科学实用的管理方式，才可以给项目组织运作提供支点，让项目更稳、更快、更好的完成。

参考文献

[1] 李国辉. 新能源工程项目质量管理与项目进度控制 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(4): 16-18.

[2] 曹桂斌. 新能源工程建设质量管理策略研究：以青豫直流二期光伏光热项目为例 [J]. 光源与照明, 2022(10): 101-103.

[3] 徐海龙. 全过程项目管理在光伏发电工程中的应用 [J]. 光源与照明, 2022(8): 72-74.

[4] 邹万里. 新能源工程项目质量管理与项目进度控制 [J]. 自动化应用, 2023, 64(S2): 161-162+165.

[5] 钱志坚, 张留, 王兵, 等. 新能源光伏工程项目质量管理与项目进度控制 [J]. 工程建设与设计, 2023(20): 213-215. DOI: 10.13616/j.cnki.gcjsysj.2023.10.270.

[6] 刘霄. CH特高压输电线路工程质量评价与改进研究 [D]. 山东大学, 2024. DOI: 10.27272/d.cnki.gshdu.2023.005189.

[7] 张世虎. A公司WTS风电项目质量问题诊断与改进对策研究 [D]. 华南理工大学, 2024. DOI: 10.27151/d.cnki.ghnlu.2021.005707.

[8] 孔贵. 新能源工程项目质量管理与项目进度控制 [J]. 现代物业 (中旬刊), 2019(11): 135. DOI: 10.16141/j.cnki.1671-8089.2019.11.128.

[9] 曾祥渝. 建筑工程项目质量管理与项目进度控制 [J]. 建材与装饰, 2019(05): 144-145.

[10] 孙正. 水力发电机组检修工程的项目化管理研究 [D]. 浙江工业大学, 2019.

# 光伏发电工程全过程项目管理应用研究

陈朝昕

云南金元新能源有限公司，云南昆明 650000

**摘 要：** 项目管理是指对一个项目所需的资源进行规划、控制、协调与组织，以保证项目在安全、质量、进度和成本方面取得最优的效果。随着社会经济的快速发展，能源问题已成为我国经济发展中面临的主要问题。目前，我国的可再生能源发电技术不断发展，太阳能光伏发电成为我国主要的可再生能源发电方式之一。在全球各国都在大力发展清洁能源的背景下，太阳能光伏发电具有较大的市场前景。但太阳能光伏发电属于新兴产业，涉及多个环节、多个部门和多个行业，具有较强的复杂性和专业性。因此，为了提高太阳能光伏发电项目的经济效益和社会效益，有必要对光伏发电工程全过程项目管理进行深入研究，以促进我国太阳能光伏产业健康稳定发展。

**关 键 词：** 光伏发电工程；全过程；项目管理

## Research On The Application Of Project Management In The Whole Process Of Photovoltaic Power Generation Project

Chen Chaoxin

Yunnan Jinyuan New Energy Co., Ltd., Kunming, Yunnan 650000

**Abstract：** Project management refers to the planning, control, coordination and organization of the resources required for a project to ensure that the project achieves the best results in terms of safety, quality, schedule and cost. With the rapid development of social economy, the energy problem has become a major problem in China's economic development. At present, China's renewable energy power generation technology continues to develop, and solar photovoltaic power generation has become one of the main renewable energy power generation methods in China. In the context of the vigorous development of clean energy in all countries around the world, solar photovoltaic power generation has a large market prospect. However, solar photovoltaic power generation is an emerging industry, involving multiple links, multiple departments and multiple industries, with strong complexity and professionalism. Therefore, in order to improve the economic and social benefits of solar photovoltaic power generation projects, it is necessary to conduct in-depth research on the whole process project management of photovoltaic power generation projects, so as to promote the healthy and stable development of China's solar photovoltaic industry.

**Keywords：** photovoltaic power generation project; the whole process; project management

## 引言

光伏发电作为新能源中有前景的一种，其优势明显，应用范围广泛。但是在光伏发电工程的建设过程中，经常会出现各种问题，对光伏发电工程的效益产生很大影响。因此，在建设光伏发电工程时，必须加强对项目管理的重视，制定科学合理的管理方案，降低各种风险因素对光伏发电工程建设造成的影响，实现项目管理目标。

## 一、光伏发电工程全过程项目管理应用的必要性

### （一）促进光伏发电项目经济效益的提高

在对光伏发电项目进行全过程项目管理时，能够提高施工质量和进度。如：根据工程的实际情况，合理安排工序，从而加快项目建设速度，有效减少浪费现象。并且，可以有效降低管理成本，实现经济效益最大化。此外，还可以有效降低安全风险，提

升管理效率。因此，为保障光伏电站的稳定运行，促进经济效益的不断增长，必须做好光伏发电工程的全过程项目管理工作。

### （二）实现对施工材料的严格控制

在光伏电站的建设过程中，涉及的环节众多，每一阶段都有其特定的施工材料需求。从选址、规划设计到施工搭建，再到后期运维，每一个环节都需要精心挑选和使用适当的材料。这些材料的选择不仅关系到电站结构的稳固与耐久性，还直接影响到光

\* 作者简介：姓名：陈朝昕，出生年月：1994.4，性别：男，民族：汉，籍贯（云南省曲靖市会泽县），学历或者职称：本科，从事的研究方向或工作领域：新能源发电项目开发及建设

伏组件的发电效率和整体的能源输出。由于不同种类的材料对光伏发电的具体效果有着显著差异，因此工程师们必须根据项目的具体需求，结合实际工程的特点，进行科学而细致的考量。这意味着在材料的采购上，需要综合考虑其物理特性、化学稳定性以及环境适应性等多个因素。同时，对材料的质量也应实施严格的控制措施，确保不会因为价格低廉而牺牲了质量，避免使用假冒伪劣或次品材料，造成安全隐患或降低发电效能。

### （三）实现对施工工艺的严格控制

在当前的能源转型浪潮中，光伏发电工程因其独特的优势和广泛应用前景而备受瞩目。然而，这一领域的专业性要求极高，施工过程中涉及的技术细节繁多，对工程质量的把控尤为关键。因此，项目管理者在项目执行过程中，必须具备深厚的专业知识和严谨的施工态度，以确保每一个环节都能达到预定标准。首先，管理者需要对施工工艺进行深入的了解，掌握各种材料特性、安装技巧以及施工设备的正确使用方法。其次，要建立一套完善的施工工艺标准，并严格按照这些标准进行作业。同时，应当定期组织培训和现场指导，确保施工人员能够熟练掌握相关技能，从而有效提升施工质量。最后，加强对施工工艺的管理和控制也是至关重要的。这包括但不限于对施工进度、材料采购的严格控制、以及对施工过程中可能出现的问题及时发现和纠正。只有通过这样全面细致的管理措施，才能真正降低施工风险，提高整个工程的安全性和可靠性<sup>[1]</sup>。

### （四）实现对光伏电站的全方位监督

在光伏发电工程建设过程中，由于涉及到的因素较多，为保证工程顺利开展，需要通过全过程项目管理模式进行管理。具体来说，这种模式能够将工程项目中所有参与方联系起来，通过信息化平台将不同参与方联系起来，确保整个工程施工流程得到有效控制。与此同时，通过全面的信息获取，可以实现对施工进度、成本以及质量的全方位监督。所以说，实施全过程项目管理对于光伏电站而言意义重大。从目前情况来看，我国大部分地区的光伏电站都存在一定的问题。比如电站选址不当、设计方案不合理等，这些问题直接影响了电站的发电效果，同时也会影响到业主单位的利益。如果没有及时解决这些问题，不仅会增加后期维护费用，而且还会缩短电站的使用寿命。而通过全过程项目管理模式，可以实现各参与方之间的紧密合作，减少沟通障碍，提升管理水平，从而降低电站运维成本，延长电站使用寿命。

### （五）提升企业核心竞争力，实现可持续发展

全过程项目管理的实施，在光伏发电工程的领域里发挥着至关重要的作用。它不仅是技术创新的有力推动者，更是企业竞争力提升的关键所在。这种管理模式通过整合资源、优化流程、协调各方利益相关者，使得项目能够高效有序地进行，从而显著增强了企业的市场适应性和创新能力。不仅如此，全过程项目管理还有助于建立起一个持续改进的机制，这对于促进企业的健康成长同样具有重要意义。它能够确保项目目标与企业长期战略相契合，同时，通过严格的成本控制和风险管理，有效降低了运营过程中可能出现的不确定性因素，从而为企业的健康发展提供了坚实的基础。此外，全过程项目管理还特别注重能源的合理利用和环境保护。在这个过程

中，从材料选择到施工设计再到光伏板安装等各个环节都经过精心策划，力求最大限度地减少资源浪费，并采取各种措施确保太阳能光伏电站的稳定安全运行。这种管理方式不仅保障了电站的经济效益，也对社会可持续发展做出了积极贡献<sup>[2]</sup>。

## 二、光伏发电工程全过程项目管理应用的现存问题

### （一）信息管理不够全面

光伏电站工程建设需要大量的人力物力财力，从某种程度上来讲，该工程具有一定的风险性，一旦发生意外情况，将会造成巨大的损失。因此，在建设光伏发电项目时必须做好信息管理工作，包括对施工进度、物资采购、设备质量等信息进行实时更新与维护，以确保各个环节能够高效运行。然而，目前我国大部分光伏电站工程都存在信息管理滞后的问题，从而影响了全过程项目管理水平的提高。

### （二）缺乏科学合理的监督体系

在光伏发电工程建设的过程中，相关企业往往忽视了对工程质量和安全的重视，尤其是在招投标阶段，很多招标单位为了谋取更多利益，一味降低成本，这不仅严重损害了企业形象，还可能导致整个工程质量不过关。此外，如果监督工作不到位，就容易出现偷工减料的现象，进而给后期工程带来隐患。因此，企业应高度重视全过程管理，并制定一套完整的监督体系，保证工程的顺利完成。

### （三）资源利用效率不高

由于光伏发电工程中的设计方案、施工技术等具有很强的专业性，这就导致了在实际应用过程中会存在较多的问题。首先，一些工作人员缺乏专业的知识和技能，在对光伏工程进行建设时，并没有充分考虑到与其他工程之间的关联关系，从而导致项目完成之后出现很多问题；其次，部分工作人员不能有效利用现有资源，在光伏电站建设前期阶段，未开展合理的资源配置，致使项目在建设过程中出现很多问题。最后，部分工程单位对于自身所拥有的资源重视度不高，只是简单地将其当成一种工具来使用，进而使得资源无法得到有效利用<sup>[3]</sup>。

### （四）项目管理信息化程度不高

信息化技术在光伏发电工程项目管理中的应用，对于提高管理效率、降低工程成本、提升质量控制效果具有重要意义。然而，目前我国光伏发电工程建设普遍存在项目管理信息化程度不高的问题。以某光伏电站为例，其施工过程中出现了多项重大质量安全事故，究其原因，主要是由于施工单位在项目前期没有进行有效的信息收集工作，导致工程建设的进度难以保证，而项目业主又未能及时采取措施加以控制，最终造成了严重的经济损失。因此，加强光伏发电工程项目管理信息化水平，对提高工程质量和效益有着重要作用。

## 三、光伏发电工程全过程项目管理应用的优化策略

### （一）优化工程招标模式

光伏发电工程的工程质量很大程度上取决于招投标的模式，

因此必须要做好工程招标工作。在进行招标之前，必须对项目的各项数据进行分析，将这些数据与实际情况相结合，来确定项目建设的资金需求，通过对这些信息进行综合考虑，从而制定出一套完善的招标方案。其次，要做好投标单位的资格审查工作，只有这样才能确保每一个参加投标的单位都是具有相应资质的公司，避免出现虚假投标的情况发生。最后，为了保证整个招标过程的公平公正，可以将所有参与招标的相关人员都集中起来，并让他们在同一地点进行开标，这样既能节省时间又能提高效率。另外，还应设置专门的监督部门，对整个招标流程进行严格把关，确保招标过程的公平、公正和公开，防止出现任何的违规操作<sup>[4]</sup>。

### （二）加强技术创新

我国光伏电站工程的建设起步较晚，在实际应用过程中存在诸多问题，而技术创新可以有效解决这些问题。由于光伏发电工程属于新能源发电项目，相关技术相对滞后，而且其具备一定的特殊性，例如对光照、温度等条件有较高要求，因此，在进行全过程项目管理时需要加强技术创新。具体来说，就是通过分析、研究与实践，将先进的科学技术应用于光伏发电工程之中，优化管理方式与方法，保证施工质量，提高效率。

### （三）加强设计管理

设计管理是工程项目全过程项目管理的重要内容，也是保证光伏发电工程顺利实施的关键。在光伏电站建设中，其设计方案不仅影响着电站建成后的发电量和经济效益，而且还会影响到整个电站运行过程中的安全性和稳定性。因此，对光伏电站的设计环节进行严格管理，以确保电站设计质量符合规范要求，避免因设计不合理造成光伏电站工程质量问题或安全事故。首先，企业应制定严格的设计流程和标准，并设置专门的设计部门负责电站设计工作。其次，设计部门应与业主、施工单位等建立良好合作关系，及时反馈市场需求信息，共同优化设计方案，提高电站建设效率。最后，设计部门应加强与相关单位的沟通协作，定期组织召开研讨会，确保设计方案满足电站实际需要，减少设计变更次数，降低电站投资成本。

### （四）建立完善的监管机制

目前，我国光伏工程项目管理仍以传统的方式进行管理，在一定程度上存在不符合当前社会发展需求、缺乏有效监管机制等问题。因此，要想优化光伏发电工程项目全过程管理应用效果，需要建立完善的监管机制。一是完善企业内部管理制度，规范企业运营行为，使其能够及时发现并解决自身存在的不足与问题；二是建立健全政府监督机制，加大对企业违法违规行为的监管力度，提高企业违规成本，倒逼企业积极落实环保政策，提升自身施工水平；三是完善信息公开机制，搭建全流程信息共享平台，使相关部门能够第一时间掌握企业动态，加强对企业监管力度，推动企业健康有序发展<sup>[5]</sup>。

### （五）重视项目的施工过程

光伏发电工程项目具有一定的特殊性，在进行具体的施工环节时，需要在施工现场对各项技术指标和质量标准进行严格控制，并根据实际情况灵活调整工程进度。此外还需要做好相应的施工准备工作，制定科学合理的组织方案，进而保证整个施工过程能够有序、高效地开展。为了实现这一目标，一方面要强化工程施工人员的管理力度，可以定期组织专业技能培训，提升施工人员的综合素质水平，从而为工程施工质量打下良好基础；另一方面还要加强监理人员的责任意识，做好工程现场监管工作，通过不断完善施工图纸设计，以便于准确把握工程施工进展情况，进而更好地解决工程施工中存在的问题，确保整个工程建设顺利完成。

## 结语

全过程项目管理应用研究的结语光伏电站的建设是一个复杂、庞大且技术要求高，投资规模大的项目，其全过程项目管理贯穿于项目实施的全寿命周期。本文探讨了光伏发电工程全过程项目管理应用的必要性，分析了光伏发电工程全过程项目管理应用的现存问题，提出了光伏发电工程全过程项目管理应用的优化策略，以期对今后的相关工作提供参考借鉴。

## 参考文献

- [1] 张建涛. 光伏发电工程全过程项目管理研究 [J]. 中国房地产业, 2019(36):112.
- [2] 陈俊楠. 光伏发电工程全过程项目管理应用研究 [J]. 中国设备工程, 2024,(02):228-230.
- [3] 冯强. 光伏发电工程全过程项目管理 [J]. 中国高科技, 2021,(15):130-131.
- [4] 徐海龙. 全过程项目管理在光伏发电工程中的应用 [J]. 光源与照明, 2022,(08):72-74.
- [5] 陈向东. 光伏发电工程全过程项目管理应用研究 [J]. 工程建设与设计, 2019,(21):283-285.
- [6] 陈博伦. 新能源光伏电站项目建设管理优化策略 [J]. 建材与装饰, 2024,20(13):67-69.
- [7] 张建涛. 光伏发电工程全过程项目管理研究 [J]. 中国房地产业, 2019(36):112.
- [8] 娄奇鹤, 李彦斌, 赵宇尘, 等. 适应极端事件的配电网弹性规划和投资策略研究综述 [J]. 电力建设, 2024,45(05):37-47.
- [9] 王佃安. 光伏发电项目工程质量管理分析 [J]. 上海电气技术, 2024,17(01):13-15.
- [10] 陈俊楠. 光伏发电工程全过程项目管理应用研究 [J]. 中国设备工程, 2024(02):228-230.



# 光伏组件的性能评估及效率提升方法研究

郭军

云南金元新能源有限公司, 云南 昆明 650000

**摘要：** 光伏组件作为可再生能源领域的重要组成部分，其性能优劣直接关系到光伏系统的整体效率和应用前景。随着光伏技术的飞速发展，提高光伏组件的性能和效率已成为科研和技术创新的重要课题。本文旨在综述光伏组件的性能评估方法及其效率提升技术，探讨影响光伏组件性能的关键因素，以为光伏组件的研发和优化提供理论指导和实践参考。

**关键词：** 光伏组件；性能评估；效率提升方法

## Research on Performance Evaluation And Efficiency Improvement Methods of Photovoltaic Modules

Guo Jun

Yunnan Jinyuan New Energy Co., Ltd. Kunming, Yunnan 650000

**Abstract：** As an important part of the field of renewable energy, the performance of photovoltaic modules is directly related to the overall efficiency and application prospect of photovoltaic systems. With the rapid development of photovoltaic technology, improving the performance and efficiency of photovoltaic modules has become an important topic for scientific research and technological innovation. The purpose of this paper is to review the performance evaluation methods and efficiency improvement technologies of photovoltaic modules, and discuss the key factors affecting the performance of photovoltaic modules, in order to provide theoretical guidance and practical reference for the development and optimization of photovoltaic modules.

**Keywords：** photovoltaic modules; performance evaluation; efficiency improvement methods

### 一、引言

随着能源危机和环境问题的日益严重，可再生能源的开发和利用受到了全球范围内的广泛关注。太阳能作为一种取之不尽、用之不竭的清洁可再生能源，具有巨大的开发和利用潜力。光伏发电作为一种利用太阳能的有效途径，已经成为可再生能源领域的研究热点。光伏组件作为光伏发电系统的重要组成部分，其性能的优劣直接影响到整个光伏发电系统的效率和稳定性。因此，对光伏组件的性能进行评估，并研究其效率提升方法，具有重要的理论和实际意义。

### 二、光伏组件的性能评价

#### （一）电池参数

##### 1. 光照条件

光伏组件的性能受到光照条件的影响较大，在评估光伏组件性能时，需要考虑光照强度、光谱分布、天气因素等多种光照条件。光照强度是光伏组件发电能力的重要影响因素，一般使用标准测试条件下（即太阳光谱为 AM1.5，光照强度为 1000W/m<sup>2</sup>）的光照强度来评估光伏组件的性能。光谱响应是指光伏组件对不同波长光线的响应能力，不同类型的光伏电池对光谱的响应特性也不同，因此在评估光伏组件性能时需要考虑光谱响应

特性<sup>[1]</sup>。

##### 2. 光谱响应

光伏电池的光谱响应是指光伏电池对不同波长光照的吸收和转换效率，不同类型的光伏电池对光谱的响应是不同的。例如，硅晶光伏电池对蓝光和绿光的吸收效率较高，而对红光和远红外光的吸收效率较低。因此，在评估光伏组件的性能时，需要考虑光谱响应对光伏组件输出功率的影响。光谱响应的测试通常使用积分球光谱响应测试仪进行，通过测量光伏电池在不同波长光照下的电流值，可以得到光伏电池的光谱响应曲线。

#### （二）组件参数

##### 1. 储电能力

光伏组件的储电能力是指光伏组件在光照条件下将光能转化为电能的能力，光伏组件的储电能力受到多种因素的影响，如电池本身的特性、组件的结构设计、温度等。通过对光伏组件的储电能力的评估，可以了解光伏组件的性能优劣和潜在问题。为了提高光伏组件的储电能力，可以采用高效的电池材料、优化的组件结构设计以及高效的能量转换和存储技术等方法。

##### 2. 天气因素

天气因素对光伏组件的性能有很大影响，在光伏组件的性能评估中，需要考虑不同天气条件下的光伏组件性能，如晴天、阴天、雨天等。此外，还需要考虑季节变化对光伏组件性能的影响，如冬季和夏季的光照条件和温度差异等。

\* 作者简介：郭军，1993年11月，男，穿青人，籍贯（贵州省毕节市纳雍县），大专学历，从事光伏发电

### 三、影响组件效率的因素

#### （一）光伏电池本身的能力

光伏电池的性能与其材料、工艺、温度、光照强度、湿度等因素密切相关。在材料方面，硅基电池是目前最常用的光伏电池，但其发电效率受到材料成本 and 环境污染的影响。薄膜电池具有轻便、薄形、柔性的特点，可以应用于多种场景，但目前其性能仍需进一步提高。此外，光伏电池的温度系数、光致衰减等问题也需要得到妥善解决。

#### （二）光伏组件及设计结构

光伏组件的设计和结构对其性能也有重要影响，合理的设计可以提高组件的散热性能、抗风能力、耐候性能等。同时，组件的封装材料也对组件的性能有重要影响，良好的封装材料可以延长组件的使用寿命，提高其可靠性<sup>[2]</sup>。

#### （三）组件光伏系统的最大功率点跟踪技术

最大功率点跟踪（MPPT）技术是光伏组件光伏系统的重要组成部分，其作用是使光伏系统始终工作在最大功率点附近，从而提高光伏系统的发电效率。MPPT技术的核心是一个MPPT控制器，它可以实时监测光伏系统的运行状态，并根据系统的实际运行状态调整光伏系统的电压和电流，使其始终工作在最大功率点附近。MPPT技术的应用可以显著提高光伏系统的发电效率，从而提高光伏组件的性能。

### 四、光伏组件的性能优化

#### （一）提高光伏组件的电池参数

##### 1. 优化工艺流程

提高光伏组件的电池参数，首要任务是优化光伏组件的工艺流程，在保证原材料质量的前提下，通过对生产工艺、生产设备进行调整，减少工艺流程中可能出现的缺陷，减少电池片在生产过程中造成的损失。光伏组件生产流程主要包括：清洗、掺杂、扩散、镀膜等，各个流程可能会对电池片造成一定的影响，因此需要加强对各个工序进行优化。在电池片的清洗过程中，清洗温度应控制在60℃~80℃之间；在掺杂过程中，应选择合适的掺杂工艺；在扩散过程中，需要控制扩散温度为20~30℃；在镀膜过程中，需要将镀膜温度控制在80℃~100℃之间。

##### 2. 优化电池材料

光伏组件的材料主要有单晶硅、多晶硅、化合物及非晶硅四种。单晶硅与多晶硅是光伏组件中最常用的电池材料，而非晶硅电池需要进一步优化工艺才能提高效率。从表2可以看出，太阳能电池的转换效率最高的电池材料均为单晶硅，其次为多晶硅，第三位的非晶硅转换效率仅为11.4%。这说明要提高太阳能组件的转换效率，要在生产过程中采用更好的材料和工艺。如：选用高效、高品质、低成本的硅料；优化工艺参数，减少杂质含量和杂质分布；采用更先进、更有效的减反射技术；采用更高效的散热技术；同时还要考虑环境因素，如温度等<sup>[3]</sup>。

#### （二）提高光伏组件的组件参数

##### 1. 较高的光学效率

在光伏发电系统中，太阳能电池是最核心的部件之一，而光伏组件则是整个光伏发电系统的重要组成部分，光伏组件的性能决定着整个系统的输出功率。从物理意义上看，太阳能电池是由半导体材料构成的。在太阳光照射下，半导体材料会发生电子空穴对分离和复合，产生大量的光生载流子。当光照强度超过某个阈值时，半导体中的载流子浓度发生变化，电子从价带跃迁到导带，空穴从导带跃迁到价带。当光照强度小于某个阈值时，半导体材料中电子空穴对在价带和导带之间发生复合，电子和空穴分别向不同的方向迁移，从而产生电流。

##### 2. 优化储能系统

由于太阳能电池板自身具有一定的不稳定性，在光伏发电系统运行的过程中，经常会出现输出功率不足的问题，影响光伏发电系统的正常运行。通常情况下，光伏发电系统中的光伏组件的输出功率会受到光照强度、环境温度等因素的影响。通常情况下，光照强度和环境温度越高，则光伏组件所产生的输出功率就越高。因此，在实际应用中，为了提高光伏发电系统中的光伏组件所产生的输出功率，可以采取一定措施提高其输出功率。通常情况下，可以采取增加太阳能电池板与储能系统之间的连接线路长度、增大太阳能电池板与储能系统之间的距离等方式来提高太阳能电池板所产生的输出功率。

### 五、提高光伏组件效率的方法和技术

#### （一）设计合理的光伏组件

1. 光伏组件的设计是影响光伏组件效率的关键因素，要想提高光伏组件的效率，就要在光伏组件设计中进行优化。优化设计是提高光伏组件效率的有效方法，同时也是一种最基本、最普遍的技术。在进行光伏组件设计时，要对太阳光线照射到光伏组件上的角度、太阳能电池板的面积、太阳能电池板表面的透光率和遮挡情况、光伏组件材料及组件尺寸等进行考虑。在进行光伏组件设计时，要合理规划太阳光线照射到光伏组件上的角度，同时也要考虑太阳光线照射到光伏组件上的面积和遮挡情况，从而使得太阳光线能够照射到太阳能电池板上的面积最大程度地与太阳能电池板表面的透光率相匹配。

2. 在设计光伏组件时，要选择适合的组件材料，要根据当地的地理环境和气候条件，选择合适的光伏组件。光伏组件要具备较强的抗老化能力、良好的可靠性、较高的寿命和较好的环境适应性，同时还要具有良好的成本效益。在选择光伏组件时，可以通过以下几种方法进行：一是选择能够充分利用当地资源优势和气候条件的光伏组件；二是选择适应当地气候条件和资源优势的光伏组件；三是选择有良好口碑和信誉的光伏组件厂商生产的光伏组件；四是选择能够保证产品质量、维护方便、使用寿命长、价格低廉的光伏组件厂商生产的光伏组件<sup>[4]</sup>。

#### （二）采用高效的光伏电池

在光伏组件中，采用的是太阳能电池，作为一种光电转换装

置，它主要是由半导体材料构成的。通常情况下，这种半导体材料就是硅，而在具体的生产过程中，则需要通过掺杂或者是掺杂其他的一些元素来进行改进。在光伏电池中，有多种不同的类型，如硅太阳能电池、碲化镉太阳能电池等。其中，在当前的实际应用中最为广泛的就是硅太阳能电池。由于这种半导体材料本身具有很强的稳定性和耐久性，因此，我们就可以利用这种材料来对光伏组件进行设计。在进行光伏组件设计时，采用高效的光伏电池，能够有效地提高光伏组件的整体效率。

（三）光电转换效率的优化技术

1. 光伏组件的光电转换效率是衡量光伏组件的重要指标之一，也是影响光伏系统发电成本和收益的关键因素。由于光伏电池本身存在一定的局限性，所以为了提高光伏组件的光电转换效率，就必须通过对其进行优化设计，并对其进行改进。例如，在优化设计时，可以通过采用新材料、新工艺和新结构来提高光伏组件的光电转换效率；在改进设计时，可以通过改进电池片和扩散层来提高光伏组件的光电转换效率；在改进设计时，还可以通过采用新型太阳能电池材料、新型电池结构和新型电池技术来提高光伏组件的光电转换效率。

2. 光电转换效率是指光伏电池转换为电能的效率，与光伏电池的类型、电池面积、电池片的工艺和尺寸等因素有关。对于一块新的太阳能电池，其光电转换效率取决于电池片的面积大小、太阳能电池片的工艺和材料等因素。由于太阳能电池是一种半导体器件，所以当其受到外界光线的照射时，就会产生光电流。随着太阳能电池面积的不断扩大，太阳能电池的光电流也会随之增大，但当太阳能电池面积达到一定程度时，其光电流将不再增加。这就需要对其进行优化设计，以进一步提高光伏组件的光电转换效率<sup>[5]</sup>。

（四）增强光伏组件的耐用性的研究

1. 提高光伏组件的耐用性是提高光伏发电系统发电效率的重

要途径，主要包括以下几个方面：提高电池片的质量，如优化电池片的工艺配方，采用先进工艺生产的单晶硅、多晶硅电池片，能够有效提升其光电转换效率。此外，还可以采用新的封装材料和封装工艺，如采用双面硅太阳能电池组件，能够有效提升光伏组件的发电效率。合理选用组件材料，在设计和制造光伏组件时，要考虑光伏组件的结构、尺寸、形状、重量等因素，以确保光伏组件的材料具有较高的强度、刚性和耐腐蚀性等。在选择光伏胶膜时，应结合具体工况选用质量稳定、性能优良的胶膜。

2. 选用质量稳定的 EVA 胶膜，要具备良好的耐水性、耐溶剂、抗紫外线和耐候性，其机械强度应高于电池片，能够与玻璃牢固结合。合理选用组件结构，提高组件的抗变形能力。提高光伏组件的使用寿命，不仅要加强对其本身的质量检测和日常维护，还要对其所处环境进行控制，如控制光照强度、控制温度等。此外，还应加强对其安装过程中的监控和维护，保证其质量。对光伏组件进行定期检测与维护，根据需要对光伏组件进行定期检查和维修，包括清洗组件背面灰尘、检查各接线端是否牢固、检查电池片是否有明显损伤等。

六、总结

光伏组件的性能评估及效率提升方法是光伏发电领域的重要研究方向，本文对光伏组件的性能评价方法、影响组件效率的因素、光伏组件的性能优化方法以及提高光伏组件效率的方法和技术进行了深入探讨。希望本文的研究能够为光伏组件的性能评估及效率提升提供一定的理论指导和技术支持，推动光伏发电技术的发展和运用。

参考文献：

[1]叶红卫, 胡伟伟, 徐双燕, 等. 一种基于电池效率的光伏组件 EL测试评估系统及方法: CN202111532151.8 [P]. CN202111532151.8[2024-06-23].

[2]谭建斌, 欧阳萍, 段春艳, 等. 基于局部阴影遮挡下的光伏组件效率提升优化控制技术及实验分析 [J]. 黑龙江科技信息, 2022 (024): 000.

[3]薛皓阳. 多晶硅光伏组件的光电结构提升其光电转换性能研究 [J]. 中国战略新兴产业, 2022 (11): 122-124.

[4]陈海燕, 蒋方丹, 吴坚. 光伏组件的制备方法方法与光伏组件: CN202110894797.4 [P]. CN115706187A[2024-06-23].

[5]张永辉, 杨欣可, 吴雪龙, 等. 屋顶光伏发电效率提升技术研究及应用 [J]. 电工电气, 2023 (10): 72-73.

[6]韩慧宇. 大同采空区光伏电站可行性及故障诊断研究 [D]. 太原科技大学, 2024.DOI:10.27721/d.cnki.gyzjc.2023.000067.

[7]郝利鹏. 基于改进 MPPT 算法的光伏发电系统性能评估与研究 [D]. 吉林大学, 2018.

[8]吴峰, 李玮. 含高渗透率分布式光伏发电系统的配电网动态等值分析 [J]. 电力系统自动化. 2017,(9).

[9]魏亮, 朱婷婷, 过奕任, 等. 基于 DAR-CapsNet 的地基云图云分类 [J]. 太阳能学报, 2023, 44(11): 189-195.DOI:10.19912/j.0254-0096.tynxb.2022-1099.

[10]李梦诗, 余达, 陈子明, 等. 基于深度置信网络的风力发电机故障诊断方法 [J]. 电机与控制学报. 2019,(2).

# 不同燃料在热电厂中的燃烧特性及 对发电效率的影响分析

王旭岩

宁夏电投银川热电有限公司，宁夏 银川 750001

**摘要：** 我国作为煤炭资源丰富的国家，煤炭产业在推动国民经济快速发展和社会进步中发挥着至关重要的作用。无论是在能源结构优化、工业生产还是居民生活中，煤炭资源的有效利用都是确保我国经济健康稳定增长不可或缺的一环。因此，加强对煤炭资源的开发与管理，对于促进我国经济持续繁荣具有深远意义。煤炭作为热电厂的主要燃料，在火电厂运行过程中发挥着重要作用。文章从热电厂运行角度出发，分析了煤炭燃料特性对热电厂发电效率的影响，探讨了煤炭燃烧过程中出现的问题，提出了加强煤粉燃烧的措施，以期为提高热电厂发电效率提供参考。

**关键词：** 煤炭；燃料特性；发电效率；煤粉燃烧

## Analysis Of The Combustion Characteristics Of Different Fuels In Thermal Power Plants And Their Influence On Power Generation Efficiency

Wang Xuyan

Ningxia Power Investment Yinchuan Thermal Power Co., Ltd. Ningxia, Yinchuan 750001

**Abstract：** As a country rich in coal resources, China's coal industry plays a vital role in promoting the rapid development of the national economy and social progress. Whether it is in the optimization of energy structure, industrial production or people's lives, the effective use of coal resources is an indispensable part of ensuring the healthy and stable growth of China's economy. Therefore, strengthening the development and management of coal resources is of far-reaching significance for promoting the sustainable prosperity of China's economy. As the main fuel of thermal power plants, coal plays an important role in the operation of thermal power plants. From the perspective of thermal power plant operation, this paper analyzes the influence of coal fuel characteristics on the power generation efficiency of thermal power plants, discusses the problems in the process of coal combustion, and puts forward measures to strengthen the combustion of pulverized coal, in order to provide reference for improving the power generation efficiency of thermal power plants.

**Keywords：** coal; fuel characteristics; power generation efficiency; pulverized coal burns

## 引言

火力发电厂的燃料因其热值、碳含量等理化特性的差异，导致其燃烧性能差异较大，因此其燃烧性能对其发电效率具有重要影响。为了提高火电厂的发电效率，需要研究不同种类的燃油的燃烧性能，掌握它们的燃烧特点，并据此选择适合它们的燃料。目前，火力发电厂使用的燃料有：煤炭；石油、天然气和生物质；三是利用生物质能与燃煤发电；四是以煤和生物质为燃料的发电方式。在火电厂中，煤、油、气、生物质以及生物质与煤混烧是其主要燃料。为了方便进行比较分析，本文对燃煤与天然气、生物质以及生物质与煤混合发电三种主要燃料在热电厂中的燃烧特性进行了对比分析，并对其对热电厂发电效率的影响进行了探讨。

## 一、不同燃料在热电厂中的燃烧特性

火力发电厂中，燃油的燃烧性能直接影响到其发电效率，因此，要提高其发电效率，就需要掌握不同燃料的燃烧特点。目前，火力发电厂普遍采用煤、油、煤气、生物质和生物质与煤混烧。燃煤是火力发电厂的主要燃料，但是由于燃煤中碳含量高，

造成了燃煤效率低、环境污染大等问题。所以，要提高火力发电厂的发电量，就应该减少燃煤中的碳含量。而生物质作为一种燃料，因其碳含量低、燃烧过程无污染、无黑烟等特点，也可用于火力发电厂。另外，生物质和煤炭的混合发电也是一种广泛使用的能源。在混合发电中，由于煤和生物质之间的差异较大，所以为了保证混合发电的顺利进行及提高发电效率，必须对不同燃料

\* 作者简介：姓名王旭岩，出生1986年09月，性别男，民族汉，籍贯宁夏盐池县（省、县级名），本科、助理工程师，从事热电厂发电部煤炭运输、储存与掺配煤



在热电厂中的燃烧特性进行对比分析。<sup>[1]</sup>

煤炭作为一种在工业领域广泛应用的能源，尤其是热电厂中不可或缺的燃料，因其碳含量高，成为了固体燃料中最为重要的一员。与此同时，随着科技进步和环保意识的增强，油、天然气以及生物质等非传统燃料也逐渐被引入到热电厂的发电系统之中。这些新型燃料与传统的煤相比具有各自独特的优势，比如成本效益、可再生性或是燃烧时产生的环境影响较小。因此，混合使用多种燃料，比如将生物质和煤结合起来，不仅可以提高能源的利用效率，还能减少对单一燃料的依赖，从而降低环境风险，同时提供更为丰富的能源供应选项。

#### 1. 煤炭

从火力发电厂的发电效率来看，燃油燃烧所产生的污染物是影响其发电效率的重要因素。由于火力发电厂中的燃油燃烧产生的热能对锅炉的热效率有很大的影响，所以为了提高火电厂的发电效率，需要对燃油进行适当的处理，从而达到降低污染排放的目的。然而，利用煤炭、天然气、生物质等能源作为一种新型的能源利用模式，既可以减少污染物的排放，又可以提高发电效率。所以，在火力发电厂中应注意利用煤炭、天然气和生物质等能源。

#### 2. 油类

火力发电厂所用的油料包括：一是 1 000 kJ/kg 以上的重油；二是低热值约 6000 kJ/kg 的轻质油品；三是柴油，其热值约为 7000 KJ/kg。稠油具有燃烧不完全、火焰不稳定等特点，前者是因为重油在炉膛中的滞留时间太长，导致其燃烧中心温度升高，进而导致其中心温度升高，而后者则是因为重质油中含有大量的环烷烃。

重质油因未充分燃烧，在炉内滞留时间过长，导致重质油中含有大量环烷烃，而环烷烃易受大气氧气影响，在氧气浓度小于 2% 的情况下，易产生不完全燃烧。此外，由于重质油中含有大量的环烷烃，因此在高温条件下，对管壁产生强烈的腐蚀性。重质油具有低的熔点（250-300℃）和高的粘度（500-1000 Pa · s）和流动性差等特点，导致重质油的结焦现象十分严重。然而，由于重质油的含碳量高，流动性差，粘度大，难以在高温环境下长期滞留，难以充分燃烧，严重制约了重质油的发电效率。

#### 3. 可燃气体

可燃气体的着火温度与其化学成分、压力和温度有关，可燃气体的燃烧过程可用一个动力学方程来描述。在将燃气和空气进行混合时，可以观察到可燃气体点燃的温度会随着混合物中燃气比例的增加而上升。这种现象表明，混合气体的组成对燃烧反应有着直接影响，并取决于两者的混合程度。在燃气中，可燃气体的浓度越大，其着火温度就越高；反之，其着火温度就越低。

当混合比例不变时，随着压力的增大，可燃气体浓度也随之增大。可燃气体在燃烧过程中，当压力低于某一数值时，会因温度的上升而产生超压；相反，当压力低于某一数值时，会因降温而产生超压。因此，要想达到某一混合比例，就需要确保可燃气体的浓度、压力达到最优值。天然气以其热值高、含硫量低、含碳量低等优点，与煤炭相比，具有更高的燃烧速率。但是，天然

气中含有大量的水分和少量的二氧化碳和二氧化硫，因此，与燃煤相比，天然气更容易产生结渣和氮氧化物的污染。<sup>[2]</sup>

#### 4. 天然水、天然蒸汽

火力发电厂以自然水源和自然蒸汽为主要燃料，其燃烧性能与煤炭相近，但其燃尽率略低于煤炭。自然水及自然蒸汽在煤粉锅炉中的燃尽率可达 80%。因为自然水及自然蒸汽的耗尽率均不高，因此，利用自然水或自然蒸汽进行发电，其费用比较低廉。但是，自然水与自然水的燃尽率均较低，因此其热值也相对较低，加之其含水量高，因此在利用这种燃料进行电力生产时，需消耗较大的燃油。就能源消费而言，利用自然水源及自然蒸汽来生产电力，比燃煤发电要高。此外，因为自然水与自然蒸汽所含的矿物及杂质，这会对锅炉管道造成腐蚀作用，从而造成锅炉管道泄漏事故。虽然这类事故发生率较低，但如果处理不及时或处理不当会给电厂造成重大经济损失。

由于我国大多数地方仍然是以燃煤为主要燃料，所以发展天然气-水蒸气组合发电的新技术将成为一个发展的方向。此外，燃煤电厂采用天然气、生物质和生物质混合发电也是一种行之有效的方法。

#### 5. 电力

电是火力发电厂的主要电能来源，电作为一种能，随着温度的改变，它的发电效率与燃料的种类和热值有着密切的联系。根据实际情况，在 50℃ 以下，它含有的热能是非常少的，无法满足火力发电厂的需要，所以在这个温度下，不能称之为能量；在 50℃ 以上，它含有的热能能够供给发电厂用来生产电能，所以在这个温度下，电能可以称之为能量；在 100℃ 以上，电能中含有的热能就可以供给发电厂用来生产电能，因此，在这个温度下，电能可以称之为能量。对于火力发电厂而言，为了有效提升发电能力和效率，必须精心选择多种供电方式，确保电能供应的灵活性与可靠性。通过对比分析各种供电方案，电厂能够优化能源使用策略，降低成本并提高经济效益。<sup>[3]</sup>

## 二、不同燃料对发电效率的影响

在探讨不同煤炭种类对电力生产的影响时，会发现它们之间存在着显著的特性差异。例如，某些煤种由于其挥发分含量高，可以快速燃烧并产生较少的烟尘和有害气体，从而降低了污染排放，提高了燃烧效率。而另一些煤种则因其碳含量低，更容易发生无焰燃烧，导致热效率相对较低，但这些燃料往往价格更为便宜。通过优化配煤技术，可以在保证发电效率的同时，最大限度地减少环境负担。因此，了解不同煤炭的特性对于制定最佳的煤炭使用策略至关重要。

#### 1. 燃煤

我国拥有丰富的煤炭资源，特别是高质量的煤，占到了全国的 66% 左右。我国是煤炭生产、消费大国，煤炭进口大国。据国家能源局介绍，2020 年，全国原煤生产达到 9.8 亿吨，较上年同期增加 5.2 个百分点。2020 年，我国煤炭生产排名前十名依次是：山西，陕西，内蒙古，河北，河南，山东，安徽，江苏，湖

北。从整体上讲，中国煤炭资源具有“东多西少”的特征，其中，东部地区的煤炭资源总量约为66%，而在煤炭消费结构上，东部地区的人均煤炭消费量和资源总量都远远落后于西部。随着我国经济和社会的发展，工业用电的需求量越来越大，我国火电装机规模迅速扩大，导致火电企业的用煤总量增加。

2.从煤的灰分含量来看，灰分含量越大，煤粉着火越难，燃烬越困难

煤粉中的灰份不仅直接关系到煤的燃烧是否容易，而且还会影响到煤粉的点火与熄灭。随着煤炭灰份的增加，其燃烧后产生的灰量也随之增加，对锅炉的磨损也随之增加。电站锅炉在使用过程中应尽可能地降低灰份的生成，这是由于灰份的存在，既会使机组的磨蚀、腐蚀加剧，又会引起烟气损耗，又会对环境造成污染。在国内火力发电厂中，大量使用的是炉内喷煤技术，其灰份对炉内的燃烧特性有较大的影响，从而对煤粉的点火及燃烬过程产生较大的影响。此外，在火力发电厂的实际操作过程中，也会出现煤粉热值低于设计值，造成不能燃或难以燃烧的现象。因此在设计时必须充分考虑煤中灰分含量对锅炉燃烧造成的不利影响。

3.从煤粉细度来看，煤中的细粉含量越高，其着火条件和燃烬性能就越好

随着细颗粒数量的增加，有利于改善点火条件，提高煤粉的起燃温度及燃烧温度。即细颗粒含量愈高，则煤粉愈易着火及燃烧。如果煤粉中含有过量的细颗粒，将会导致燃煤消耗更多的空气，而在燃烧过程中，由于空气量的增大，必然会导致在燃烧时的炉温下降，在600℃以下时，燃烧将自动终止。但在500℃以下，由于受热而软化的煤颗粒，在较高的温度下，会发生炭化、脱水、分解等现象。从煤质特征来看，烟煤、无烟煤和褐煤均以微细粒为主；但在烟煤中，微细粒含量很低。这与烟煤、无烟煤及褐煤中挥发份含量低有关。褐煤中褐煤的微细粒含量较高。

#### 4.可再生能源

可再生能源主要包括风能，太阳能，水电，生物能等。相对于传统的矿物燃料，可再生能源由于其清洁无污染、来源丰富等诸多优势而备受关注。近几年来，由于经济的高速发展，社会对

能源的需求量越来越大，而传统的化石能源已经无法满足目前的经济和社会发展需要。为此，国家已明确提出“双碳”战略，并把可再生能源列为主要的替代能源，并在此基础上对其进行系统研究。当前，在全球范围内，可再生能源是一种新兴的能源。为了更好地开发和利用可再生能源，国家已经制定了一系列的政策和举措。在此基础上，构建了全国统一的电力市场和国家碳市场，可再生能源的开发已初见成效，但也不能忽略当前我国可再生能源利用率偏低的现状。为了更好地发挥可再生能源的作用，我国应加大对可再生能源资源的开发力度，加快产业升级步伐。

#### 5.其他燃料

在火力发电厂的实际操作中，重油的质量直接关系到其生产效率与操作安全。为此，在实际操作过程中，要强化对稠油的管理，以确保其高效、安全地进行。具体来说，要强化对原油的管理，一是要对原油进行定期检验，确保原油质量达标；二是做好储存工作，将不同品种的产品进行分类存放，防止混存；三是控制好油品储存温度，将其控制在一定范围内；四是完善储油罐管理制度，定期对储油罐进行清理检查。另外，在平时的工作中，还要注意对储油罐的温度、压力和液位等参数进行监测，以便发现问题，并采取相应的对策。

## 结语

煤的燃烧性能表明：煤的燃烧性能与其热值呈正比关系，煤的燃烧性能随煤粉细度的增大而增大；因此，在实际操作过程中，必须加强对煤质特性的分析和研究，以确保火力发电厂的安全稳定运行。根据煤的燃烧特性，提出了一种新的煤燃烧方法。例如，当煤粉未完全燃烧时，会使煤粉滞留于炉中，引起炉内温度的不均匀，从而引起烟气温度的不均匀。另外，在锅炉中，由于飞灰含碳量高，易结渣。热力学观点认为，火力发电厂在实际操作中要注意煤粉点火、燃尽等问题。通过增加一次风量，提高锅炉排烟温度，增加燃烧器数量，增加二次风量，提高二次风的燃烧效率。

## 参考文献：

- [1] 石岩. 循环流化床富氧煤燃烧捕集 CO<sub>2</sub> 的系统构建与优化研究 [D]. 东南大学, 2022.
- [2] 颜济青. 煤 / 生物质加压富氧燃烧及氮转化特性研究与系统模拟 [D]. 浙江大学, 2023.
- [3] 张智羽, 贾威, 陈伟鹏, 等. 富氧燃烧循环流化床机组热力特性分析及优化 [J]. 热力发电, 2022, 51(03): 109-118.
- [4] 刘兆利. 煤制天然气与甲醇电力联产工艺的技术经济分析及能量系统集成 [D]. 华南理工大学, 2022.DOI: 10.27151/d.cnki.ghnlu.2022.001078.
- [5] 刘兆利. 煤制天然气与甲醇电力联产工艺的技术经济分析及能量系统集成 [D]. 华南理工大学, 2022.DOI: 10.27151/d.cnki.ghnlu.2022.001078.
- [6] 吴曹俊, 阮霞. 北方某煤矿风井场地清洁供热方案研究 [J]. 科技与创新, 2022(24): 36-38+42.DOI: 10.15913/j.cnki.kjycx.2022.24.010.
- [7] 覃京翎, 谭丽萍, 苏宣合, 等. 基于高温热泵的电厂循环水余热回收系统研究 [J]. 红水河, 2022, 41(06): 113-117+139.
- [8] 于东顺. 火电厂湿法烟气脱硫控制系统研究 [D]. 安徽理工大学, 2024.DOI: 10.26918/d.cnki.ghngc.2022.000610.
- [9] 王飞虎, 黄晓文. 煤气化高浓度含酚废水连续萃取工艺研究 [J]. 当代化工, 2020, 49(02): 324-327.DOI: 10.13840/j.cnki.cn21-1457/tq.2020.02.018.
- [10] 李建锋, 杨革新, 吕俊复, 等. 电厂循环水与热泵耦合供暖能效分析 [J]. 太阳能学报, 2019, 40(08): 2289-2298.DOI: 10.19912/j.0254-0096.2019.08.026.

# 光伏电站建设及运行质量安全问题及对策

钟防

云南金元新能源有限公司, 云南 昆明 650000

**摘要：**近年来，随着能源资源的短缺和环境污染的加剧，世界各国纷纷加强了对太阳能、风能等清洁能源的开发力度。而光伏发电作为一种集太阳能发电和储能功能于一体的清洁能源，具有发电效率高、污染少等特点，近年来在世界各国得到了广泛的应用。随着我国光伏产业规模不断扩大，光伏电站建设和运行中存在的问题也逐步显现出来。本文首先阐述重视光伏电站建设及运行质量的必要性；其次对目前我国光伏电站建设和运行中存在的问题进行分析摘要；最后并提出解决对策，以期光伏电站建设和运行提供参考。

**关键词：**光伏电站；建设及运行；质量安全

## Quality And Safety Issues And Countermeasures Of Construction And Operation Of Photovoltaic Power Plants

Zhong Fang

Yunnan Jinyuan New Energy Co., Ltd. Kunming, Yunnan 650000

**Abstract：** In recent years, with the shortage of energy resources and the aggravation of environmental pollution, countries around the world have strengthened the development of clean energy such as solar energy and wind energy. As a clean energy integrating solar power generation and energy storage functions, photovoltaic power generation has the characteristics of high power generation efficiency and less pollution, and has been widely used in countries around the world in recent years. With the continuous expansion of the scale of China's photovoltaic industry, the problems existing in the construction and operation of photovoltaic power stations have gradually emerged. This paper first expounds the necessity of paying attention to the construction and operation quality of photovoltaic power plants. Secondly, the problems existing in the construction and operation of photovoltaic power stations in China are analyzed and summarized. Finally, the solutions are put forward to provide a reference for the construction and operation of photovoltaic power plants.

**Keywords：** photovoltaic power station; construction and operation; quality and safety

## 引言

随着我国经济的快速发展，人们对环境质量要求越来越高。为改善大气环境质量，促进可持续发展战略的实施，国家出台了一系列政策鼓励、支持光伏发电技术的研发和应用。在这样的背景下，国内光伏发电市场得到迅速发展，而光伏电站作为其中重要组成部分，其建设及运行的质量安全直接关系到光伏产业的健康发展。文章主要对光伏电站建设及运行质量安全问题及对策进行研究，希望能为光伏电站的安全稳定运行提供参考。

## 一、重视光伏电站建设及运行质量的必要性

### （一）减少环境污染

在现代可再生能源的发展中，光伏发电系统成为了一种极具吸引力和环境友好的选择。它通过利用太阳能电池板，将太阳光直接转化为电能，而不是依赖传统的煤炭等化石燃料来进行发电。这种转变不仅减少了温室气体排放，还能显著降低对不可再生资源的依赖，从而有助于应对全球气候变化的挑战。因此，从

长远来看，光伏发电不仅是一个清洁、高效的能源解决方案，而且在整个发电过程中，几乎不会产生任何有害的污染物排放，这与传统的煤炭电厂相比，无疑具有更高的环保价值。随着技术的不断进步和成本的进一步降低，光伏系统正越来越多地被应用于各种规模的项目中，展现出其在推动绿色能源转型中的巨大潜力。

### （二）解决能源危机

随着我国经济的快速发展和城市化进程的加快，人们对能源

\* 作者简介：钟防，1996年3月，男，汉，云南省曲靖市富源县，助理工程师，新能源发电行业



资源的需求也越来越大，传统的以石油、煤炭为主导的能源结构已经不能满足社会经济发展的需要。现阶段，世界各国都在积极开发新能源，以缓解能源危机带来的压力。由于光伏发电具有无污染、无噪声、低消耗等特点，且建设成本较低，因此得到了广泛关注与应用。太阳能作为一种清洁、可再生能源，其发展潜力巨大，而光伏电站是将太阳能转化成电能的重要手段。所以，提高光伏电站建设质量及运行质量是解决能源危机问题的关键。

### （三）保障电力供应

尽管我国在电力供给方面取得了显著的进步，但与经济增长对电力日益增加的需求相比，仍存在一定差距。随着工业化和城市化进程的加快，能源消耗持续上升，而可再生能源如光伏发电因其清洁、低碳的特点受到了越来越多的关注。特别是太阳能作为一种绿色能源，以其无限的资源潜力和环境友好性，成为了新能源产业发展的重要方向<sup>[1]</sup>。国家对太阳能发电产业给予了前所未有的政策支持，这不仅有助于推动能源结构向更加多元化和清洁化转型，也为应对全球气候变化提供了有力的技术支撑。通过太阳能的开发利用，可以有效缓解对传统化石燃料的依赖，减少环境污染，从而保护我们赖以生存的地球。此外，太阳能的广泛应用还能确保国家能源安全，降低对外依存度，增强国内经济的自主创新能力。

### （四）保证人身安全

近年来，我国光伏发电行业发展迅速。但随着光伏产业的快速发展和规模不断扩大，在光伏电站运行中也出现了一些问题，对人身安全构成威胁。例如：组件遮挡、设备故障、电站火灾、人员触电等。由于光伏电站属于室外环境，存在着较多的不确定因素，对人身及财产安全构成威胁，因此应重视电站运行管理工作，保证电站运行安全，防止事故发生。

### （五）促进社会和谐

光伏电站的建设有利于当地社会经济的发展。从工程实际情况看，在开展光伏发电项目的过程中，会涉及到多个不同单位或部门之间的协调与配合工作，比如涉及到土地资源、电网企业、政府管理等，因此，可以充分发挥相关各方的积极性，对整个项目进行科学规划，同时利用现代信息技术手段，提升电站运行水平，这样不仅能够保证工程施工质量，还能促进整个社会的和谐发展。

## 二、光伏电站建设及运行质量安全问题

### （一）选址、设计及建设缺乏规范性

光伏电站选址应符合国土空间规划、生态保护红线等相关法律法规的要求，充分考虑地质条件、日照资源和建设用地等因素。目前光伏扶贫电站大多选择在荒山荒坡或荒漠地区，这类场地普遍存在土壤瘠薄、碎石颗粒较多、风力较大且风向不规则、植被稀疏、水土流失严重、地形地貌复杂等问题，不适宜规模化集中开发，但由于缺乏统一的技术标准，设计单位在开展工程可行性研究时对这些不利条件重视不足，致使部分项目无法落地实施。

### （二）设备质量及安装问题

光伏发电系统中，设备的质量和安装水平直接影响到电站运

行的安全、稳定和效率。常见的设备质量问题包括：光伏组件性能差或不符合要求；逆变器等关键设备参数指标达不到标准；配电柜及线缆连接不良或存在破损情况等。同时，电站在建设过程中，还会出现由于施工人员的疏忽导致安装偏差过大、电缆接地不规范或保护装置损坏等问题，这些都可能引发安全事故<sup>[2]</sup>。

### （三）安全生产管理水平低

在建设阶段，由于缺乏足够的监管和指导，安全标准往往难以得到充分保障。施工队伍可能因为经验不足或其他原因，导致安装工作不够规范，留下了许多潜在的安全隐患。而在电站运行期间，各种问题层出不穷：电网连接故障、设备老化、维护不当等都可能电站性能下降，严重时甚至会引发安全事故。光伏组件作为光伏电站的心脏，其质量直接影响到整个电站的运行效率和寿命。市面上光伏组件的生产厂家多如牛毛，产品质量参差不齐，良莠不齐。一些制造商为了追求利润，不惜牺牲产品的性能和安全性，生产出的组件不但价格低廉，而且在耐用性和稳定性方面存在明显缺陷。另外，施工安装的不规范也会加剧这一问题，因为即使是最优质的组件，如果安装得不正确，也无法发挥应有的效能。

### （四）电力工程建设质量安全不达标

部分地方政府为抢工期、赶进度，在电网建设过程中存在招标投标不规范、施工转包和违法分包等问题；电网公司重项目前期勘察设计、轻后期竣工验收；加之监理单位专业能力不足，导致工程质量安全管控不到位。此外，受光伏组件价格下降影响，部分光伏发电工程由民营企业投资建设，个别民营企业重经济效益、轻工程质量，偷工减料、以次充好的情况时有发生。

### （五）建设材料质量存在隐患

光伏电站的建设过程中，所采用的材料主要有光伏组件、支架、逆变器、电缆及土建等。在具体施工过程中，如果不能按照工程要求选择高质量的建设材料，将会直接影响到整个电站运行的稳定性和安全性，甚至还会带来一些安全隐患。例如，对于光伏组件来说，其质量优劣是直接决定电站发电效率的重要因素，因此需要严格筛选，并做好相关测试工作。但目前很多企业为了降低成本，在材料选购时不够重视，采购到的产品质量较差，存在一定的安全隐患。此外，支架作为光伏电站建设的重要组成部分，需要满足长时间的荷载作用，而如今支架市场良莠不齐，难以保证其长期的稳定性，一旦发生损坏或者变形，不仅会导致电站寿命缩短，同时也会威胁到电站的运行安全。因此，在实际建设过程中，必须要高度重视光伏支架的质量，并根据实际情况进行合理设计<sup>[3]</sup>。

## 三、光伏电站建设及运行质量改善安全问题的对策

### （一）优化光伏电站设计方案

在进行光伏电站的设计工作时，需要加强对电站安全性的重视程度，在保证电站结构稳定、安全可靠的前提下，最大限度地提升电站运行效率。以宁夏某地区为例，当地平均日照时间较长，因此可以充分利用这一优势，选择合适的光伏组件及支架形



式，同时结合实际情况对电站的选址、布局等进行合理规划，尽可能地降低电站的建设成本。此外，还应重点关注电站的线路铺设工作，做好相关的防雷接地工作，避免发生雷击事故，进而保障电站的安全运行。

### （二）强化电站监控管理工作

为了切实提高光伏电站的运行质量和管理水平，相关单位要进一步完善和落实日常巡检制度，加强对电站内部设备运行状态的监测和记录工作，一旦发现异常情况，则及时组织人员开展维修工作，并做好检修记录。同时，还要定期对电站内的光伏电池板及逆变器等关键部位进行检查和维护，一旦出现故障问题，应及时处理，并分析故障原因，制定有效的解决方案，以便今后能够顺利开展光伏发电项目。

### （三）选择合适的光伏组件

光伏组件是光伏电站的核心部分，它决定了光伏发电系统的转换效率。从目前的市场情况来看，主要有多晶硅组件、单晶硅组件和非晶硅薄膜组件等三种类型。其中，多晶硅组件的转换效率最高，但成本也相对较高；而单晶硅组件的转换效率略低于多晶硅组件，但成本要比后者低许多；非晶硅膜组件的转换效率最低，但成本却非常低廉，因此在选择组件时应根据实际需求进行选择。此外，由于太阳能资源具有随机性、间歇性和波动性等特点，所以在电站设计过程中应对不同气候条件下的发电量进行预测，从而为工程设计提供参考依据<sup>[4]</sup>。

### （四）选择和应用先进的技术设备

在光伏电站的建设和运行过程中，要严格控制其质量，有效提高光伏系统的发电效率。首先，应该选择先进的设备来进行光伏系统的建设，以保证整个系统的质量。其次，应根据实际情况设计、规划并制定合理的方案，确保太阳能电池板安装位置的准确性，以减少系统出现故障的概率。最后，在日常管理过程中，相关人员应该加强对系统的检查和维护工作，及时发现系统存在的问题，并采取相应措施进行处理，从而使光伏系统得到最大限度地发挥作用。

### （五）完善应急机制，建立预警体系

为了确保光伏电站能够应对各种突发状况，建立一个完善的应急机制显得尤为重要。这样的应急预案应该涵盖从事故预警、

响应、处理到恢复供电等各个环节，确保在紧急情况下能够迅速而有效地行动，最大限度地减少损失。当监测到异常情况时，应急预案就会启动，相关技术人员将立即被召集起来进行现场勘察，以便准确判断故障原因并制定出相应的修复方案。这些措施可能包括但不限于设备的检修、替换损坏的部件或者调整电网的负荷分配。通过这些及时有效的措施，可以大大缩短停电时间，保障电力系统的连续性和稳定性。除了应急机制，预警体系也同样至关重要。通过先进的监测数据收集和分析技术，可以实时掌握电站的运行状态，识别潜在的风险因素。一旦发现任何问题或趋势，系统便会自动发出警报，提醒管理人员采取预防措施。这种预防性的预警机制有助于提前介入，采取针对性的控制策略，从而将事故发生的可能性降至最低<sup>[5]</sup>。

### （六）做好光伏电站的日常维护工作

光伏电站作为清洁能源的重要组成部分，其安全运行与经济效益紧密相连。为了确保光伏发电站的稳定、高效运行，提升电站整体的运营质量，必须对其进行严格的日常维护和保养工作。在这个过程中，电站负责人扮演着至关重要的角色。他们不仅要掌握最新的设备技术信息，还需定期检查电池板的各项指标，如型号识别、功率输出等关键参数。通过这样的细致检测，可以及时发现潜在的安全隐患，保障电站长久稳定运行。除此之外，定期更换受损部件是维护光伏发电站稳定性的另一个重要环节。这包括但不限于逆变器、蓄电池等关键组件，因为它们直接影响到电站的发电效率和使用寿命。一旦检测出损坏或性能下降的部件，电站管理者应迅速采取措施予以替换，以免小问题演变成大故障，导致更大的损失。

## 结语

在我国新能源发电系统中，光伏发电已经成为其中的重要组成部分。为了确保光伏发电项目的稳定运行，需要从多个角度入手，全面加强对光伏电站的监管力度，从而确保其质量安全。因此本文针对目前光伏电站的建设与运行中存在的问题进行了分析，并提出了相应对策，希望能够为相关人员提供借鉴和参考。

## 参考文献

- [1] 冯星. 光伏电站建设及运行质量安全问题及对策 [J]. 中国高新科技, 2023,(18):23-24+27.
- [2] 韩扬眉. 我国最大海上光伏电站正式开工建设 [N]. 中国科学报, 2024-05-24(001).
- [3] 司士城, 尚志生. 盐光互补模式光伏电站运维重点分析 [J]. 光源与照明, 2021(1)王赞. 某水上光伏电站建设对水库水环境影响的论证研究 [J]. 水电与新能源, 2024,38(03):5-9.
- [4] 董加福, 魏星, 孙杭骏, 等. 光伏电站建设中的节能优化设计分析 [J]. 光源与照明, 2024,(02):150-152.
- [5] 王向荣, 赵津华. 浅谈光伏电站建设期安全风险及防控 [J]. 现代职业安全, 2024,(02):90-91.
- [6] 杨戈辉. 光伏接入铁路10kV电力系统的研究 [D]. 内蒙古科技大学, 2023.DOI:10.27724/d.cnki.gnmkg.2023.000502.
- [7] 张泽华. 储能背景下家庭分布式光伏发电项目投资决策综合评价研究 [D]. 河北地质大学, 2024.DOI:10.27752/d.cnki.gsjzj.2024.000248.
- [8] 田昕泽. 含高比例分布式光伏的配电网无功电压控制策略 [D]. 南京邮电大学, 2024.DOI:10.27251/d.cnki.gnjdc.2023.000251.
- [9] 蒋变波. 基于PSASP的光伏储能并网系统运行方式的仿真研究 [D]. 大连交通大学, 2023.DOI:10.26990/d.cnki.gsltc.2023.000830.
- [10] 倪佳华. 直流网高比例光伏的调度与控制策略研究 [D]. 浙江大学, 2023.DOI:10.27461/d.cnki.gzjdx.2023.001417.

# 风电新能源发展与并网技术研究

刘志刚

贵州黔西南金元新能源有限公司, 贵州 黔西南 562400

**摘 要：**近年来, 伴随全球人口数量的不断增加与经济一体化进程的加快, 导致地球上非再生资源量不断减少, 矿物质资源的储蓄量也正在大幅度下降, 这不符合可持续发展的目标, 同时也不符合资源有效利用的要求。为此, 为了能够进一步地提升新能源的利用效率, 风电新能源被广泛使用。当前在我国电力科技发展过程中, 怎样更好地提升新能源的利用效率, 怎样更好地提升并网技术水平, 确保其能够更加平稳地运行, 成为电力科技相关部门关注的重要问题所在。本文主要对风电新能源发展与并网技术展开一定的剖析, 旨在帮助相关部门采取有效措施解决风电场供电中存在的问题, 以此提升风电新能源的利用效率, 将并网技术的作用充分发挥出来, 从而实现为其创造平稳且安全运行条件的目标。

**关 键 词：** 新能源; 风电; 安全运行; 并网技术

## Research On Wind Power New Energy Development And Grid-Connected Technology

Liu Zhigang

Guizhou Guizhou Southwest Jinyuan New Energy Co., Ltd., Guizhou Qianxinan 562400

**Abstract：** in recent years, with the increase of global population and the acceleration of economic integration, the amount of non-renewable resources on the earth is decreasing, and the amount of mineral resources is also decreasing, this is not in line with the objective of sustainable development and the requirement of efficient use of resources. To this end, in order to further enhance the efficiency of the use of new energy, wind power new energy is widely used. How to improve the utilization efficiency of new energy, how to improve the level of grid-connected technology, and how to ensure its smooth operation in the process of the development of electric power technology in our country, it has become an important issue concerned by the relevant departments of Power Science and Technology. In this paper, the development of wind power new energy and grid-connected technology are analyzed to help the relevant departments to take effective measures to solve the problems in the power supply of wind farms, so as to improve the efficiency of the use of wind power new energy, the function of grid-connected technology is brought into full play so as to realize the goal of creating smooth and safe operation conditions for it.

**Keywords：** new energy; wind power; safe operation; grid-connected technology

### 引言：

新形势背景下, 随着国家越来越重视绿色低碳经济发展理念的落实与推广, 各行各业急需升级转型, 实现可持续发展目标。由于风电新能源属于可再生资源, 加之在使用该新能源的过程, 不会给环境带来污染, 为此, 当前风电新能源被我国很多产业广泛应用。风电新能源能避免能源浪费与生态环境污染, 与国家低碳绿色经济发展理念高度契合。因此, 相关企业应高度重视风电新能源的全面开发与充分利用。为了能够更好地实现这一目标, 我国相关企业与部门正不断升级风电新能源方面的技术, 提升并网技术水平, 从而确保能够将风电新能源的价值与优势充分地展现出来, 最终在实现风电新能源使用目标的同时, 达到保护环境, 节约资源的目标。

### 一、风电新能源特点浅析

风电新能源的应用, 不仅能够达到节约能源的目标, 同时还

能起到保护环境的作用, 为人类更好地生存创造条件。风电新能源的工作方式在于, 通过相关设备的应用, 将风力所产生的动能转化为电能以供人们使用。近年来, 在世界范围内风电发电的方

\* 作者简介: 刘志刚 (1978-6) 男, 汉族, 贵州兴仁, 高级工程师, 硕士研究生。研究方向: 从事新能源开发建设及运行管理。

式被广泛应用，其原因在于，风能具有可再生且清洁的特点，这符合世界各国资源可持续发展的目标。目前我国也正在不断地加大在风电方面的建设力度，同时也取得了一定的成效。有相关统计表明，立足于世界范围的角度，风能资源的储量要远远超出水力资源的储量<sup>[1]</sup>。就我国而言，我国的风能资源较为丰富，有研究表明，目前我国可利用且能够被开发的风能，其储蓄量已经达到10亿kW，甚至已经超出10亿kW。作为代表性较强的，无公害、可再生的清洁能源，很多水资源匮乏的地区对风电已经产生了较强的“依赖性”。在我国水资源日渐匮乏的地区，风电新能源发挥着至关重要的作用，如草原牧区、沿海城市等，该部分区域急需开发风电新能源，为此，风电是这些地区首选的电力提供方式。目前我国已经对风电建设给予了高度重视，并且从财力方面也加大了投入力度，大力支持风电建设工作的实施。为此，当前我国很多地区已经建设了大型风电场，这在我国电力能源输送方面发挥了极大的作用，同时也在某种程度上带动了我国社会的发展。

## 二、我国风电新能源发展现状研究

尽管风电新能源存在较多的优势，但是就目前我国风电新能源发展情况上看，依旧存在较多的问题，这些问题限制了我国风电新能源的使用与发展。具体而言，这些问题主要表现在以下三个方面，即：

### （一）风电系统方面存在问题

对于供电系统而言，影响其稳定性与可靠性的重要因素在于电压的稳定性。但是电网系统和风电场相互连接以后，很容易出现电压不稳定的情况，这便会影响整个供电系统的正常运行。而致使该问题的关键原因，是因为风电运营过程中不会涉及无功功率，而电压缺少，则会促使无功功率呈现出不稳定的状况。现阶段，我国许多风力发电厂所应用的发电设备，通常隶属于异步发电机，该种发电机往往是从外部获取无功系统的支持，促使风力发电设备保持正常运行的状态，高质量和高效率地完成发电与电力输送工作。在机电运营过程中，经常因为风电场的容量较大，无法全方位控制无功功率，使得风电电压呈现出极其不稳定的状态，无法确保电力系统平稳运行。除此之外，在应用风电新能源的过程中，也会出现频率不稳定的问题，该问题与风电容量占比之间存在密切关联。倘若风电容量的占比偏低，电力系统输出的功率波动情况势必受到较大影响，该种情况出现后则无法保障整个电网系统输送频率的稳定性。

### （二）电网调度方面的问题

与其他发电能源相比，风电形式的发电往往在操控方面存在一定的难度。因此，相关人员根本无法通过预测的方法，全面了解和掌握风电运行的整体态势。在风电电网中融合并网技术后，不但能提高风电场的负载能力，而且还能充分闲置的电能。然而，风电场的承载力存在较多局限性，制约了风电场的操作。鉴于此，在风电规划过程中，应从多维度考虑风电在发电过程中的实际情况，全面分析风电系统的调频与调峰等。同时，还要重点

考虑风电机组输出波动对负荷平衡方面的影响。

## 三、风电并网技术分析

### （一）风电功率预测技术

风电场工程项目运营过程中，使用风电功率预测技术时，要想该项技术充分发挥该有的作用，则需要风能情况数据作为支持条件，以此为基础条件构建完善的风能功率数学模型，进而实现风能预测目标。精准的风电功率预测，有利于准确预知风能，达到减小风能中不确定性与间歇性的效果，以此为风电消纳提供有力的保障。一般情况下，风电功率预测如果从时间角度划分，通常能被划分为3种预测方法，分别为超短期预测、短期预测、长期预测。其中，超短期预测是指电能数据预测时间少于4小时。短期预测是指可以在3天内完成电能情况预测，该过程中天气预报相关数据是非常关键的部分，可以优化电力系统调度。短期预测是指通过使用统计方法与物理方法相结合的方式开展预测，该种预测技术具有良好的预测成效。

### （二）风电并网仿真技术

风电并网仿真技术对于整个电力系统而言，在整个电力系统运营过程中，风电并网仿真技术是非常重要的部分，其与整个电力系统能否正常运营息息相关。需要注意的是，在整个电力系统运营过程中，仿真系统是不可或缺的部分<sup>[2]</sup>。然而，由于现今风力机组有多种不同类型的型号，并且不同类型之间还存在较大差异，这在某种程度上增大了建立通用仿真模型的难度，导致了现有仿真模型无法满足当前需求的问题，这也给风电并网技术的应用与发展带来了极大的挑战。如在大规模电力系统的机组仿真中，无法有效应用现有的电磁暂态模型；目前，许多风电开发使用的是黑匣子模型，该种模型在维护方面存在较多局限性，为突破该部分局限性，则要构建完善的通用化机组，以此来实时检测与辨识整个电力系统的参数，从而能够更加精准地、准确地模拟电力系统<sup>[3]</sup>。

### （三）电力调度技术

为大幅提高风电并网运营过程中的安全性和稳定性，电力调度优化是非常重要的举措之一。为确保电力调度优化达到预期效果，则要与风电功率预测结果相结合，确保风电并网系统稳定运行过程中有强有力支持条件，实现风电并网消纳目标。现阶段我国所应用的风电调度方法时序递进，该种风电调度方法具有较高的科学性，是相关部门工作人员按照我国风电发展的近况与所运行的经验相结合，所研制出来的一种风电调度方式。同时该种风电调度方式在对风电进行调度期间，主要根据风电系统在运行中所产生的不确定性区间进行调度。为了能够保障风电系统的性能，确保其能够更加稳定地运行，我国对风电优化调度系统也展开了更为深入的研究，最大限度降低不确定性给风电系统带来的负面影响<sup>[4]</sup>。

### （四）试验检测技术

风电并网通常有两种检测方式，分别是并网试验、并网检测<sup>[5]</sup>。其中，并网试验检测内容涵盖了风电机组低电压的整体穿



越能力检测、智能性与调节能力检测、电力整体质量检测、电气模型验证结果检测。由于当前有多种不同类型的风电机组型号，因此构建完善的检测平台至关重要。相关人员应全方位了解试验机组方面的问题、电网扰动对机组模拟产生的影响，深入研究阀控技术，以及其低电压穿越特性在高效试验检测中的应用，并获取了可观的成果。另外，深度研发电网模拟装置，有利于解决在线式高精度谐波电压频发方面的问题。一般情况下，电网模拟装置主要被应用于高低频独立运行与变流技术，切实提高整体机组电网的适应性，以此来达到确保风电系统正常运行的目标。

## 四、完善风电并网技术的措施

要不断完善风电并网技术，往往需要着手于以下几个方面，即：

### （一）控制功率损耗，降低风电电网压力

通常情况而言，风电电网功率损耗有两种常见的形式，分别为有功损耗、无功损耗。深度剖析功率损耗，不但能有效解决风电电力线路中的一系列问题，减少功率损耗，而且还能减小风电系统在用电运营过程中产生的负荷，延长风电设备的整体使用年限，为风电质量提供保障<sup>[6]</sup>。为此，为了能够确保功率更加精准，风电场需要通过公式的方式展开计算，通过计算选择更加科学合理的导线，既能达到有效降低电阻压力的效果，也能有效降低有功损耗。另外，为确保无功功率达到预期规划目标，则应将风电场的实际情况作为前提条件，选用与之相适应的变压器，对无功功率进行补偿。据调研，当前风电场中常用的无功补偿方式有整合电网资源方式、同步调相机与静止无功补偿器等，该部分无功补偿方式除了能缓解风电并网的压力外，还能提高风电并网系统的安全性与稳定性，确保风电系统能够更加平稳地运行<sup>[7]</sup>。

### （二）加大风电项目工程管理力度，提升风电并网的整体性能

对于风电并网性能而言，风电项目工程会直接影响其性能<sup>[8]</sup>。为此，风电项目工程中的相关工作人员需要严格地按照具体工程要求进行施工，不但要全面了解风电工程施工现场的具体情况，而且还要加强施工现场的监督管理工作，一旦发现风电工程运营过程中出现异常情况，则应立即呈报给上级，综合分析引发异常情况的关键原因，提出针对性和有效性的应对措施。在风电工程

项目的前期准备工作中，管理工作落实到位是非常关键的部分，其质量可以直接影响风电并网性能的优劣，甚至影响风电工程项目的最终运营效果。鉴于此，加大风电场工程项目的管理力度，可以大幅提高风电并网的整体性。

### （三）重视风电电压质量的提升

由于我国大部分的风电场建设位置较为偏僻，其原因在于偏僻的区域具有良好的风能条件，更加适合风力发电<sup>[9]</sup>。但是因输电线路较长、电能损耗严重、低电压等系列问题，致使风电系统无法保持正常稳定安全地运行。为有效该类问题，则要在风电机组变压器中合理设置开关，通过开关来控制电压，解决电压过低引发的电能损耗问题。当前，风电场所面临的最为棘手的问题便是电压质量的问题，由于风电场存在太多的不稳定性与不确定性因素，这便会给所输送的电压带来一定的负面影响，而为了能够确保所输送的电压更加稳定，风电场需要不断地加大电压方面的研究力度，提升风电并网技术水平，从而确保输送电压更加稳定，送电质量能够得到有效地保障。

另外，为了能够提升电网安全稳定性，还需要建立多能互补方式，其原因在于，尽管风电新能源存在较多的优势，但是其存在间歇性与不稳定性特征，这会给电网安全运行带来负面影响<sup>[10]</sup>。为此，通过多能互补的方式，如风能、火能等相互进行补充，不仅能够确保电网整体运行更加平稳安全，同时在提升电厂综合经济效益方面也存在积极意义。

## 总结：

综上所述，风电新能源已经成为当前世界各地供电的重要方式之一，为了能够达到节约能源，达到资源可持续发展的目标。我国更是在很多地区建设风电新能源送电场所，以满足人们在供电方面的需求。但是，风电新能源在我国使用方面还存在一定的挑战，不仅需要确保电能的整体质量，还需要充分考虑风电系统与电网调度等方面的问题。要解决我国风电场送电方面的问题，便需要充分融入并网技术，加大研究力度，提升并网技术水平，在提升风电系统稳定性与安全性的前提下，为风电新能源更好地发展奠定基础。

## 参考文献：

- [1] 朱介北，葛磊蛟，张利，等. 面向低碳安全发展的新能源电力系统协同规划与控制技术及应用[J]. 中国科技成果，2024,25(4): 封2, 前插1.
- [2] 胡斌. 在役新能源关键设备检测监测与评价技术研究[J]. 中国科技成果，2023,24(24):14-16,36.
- [3] 余宝锋. 储能技术辅助风电并网控制分析[J]. 国际援助，2022(29):139-141.
- [4] 侯在利. 风电和光伏发电中的关键技术分析[J]. 电脑爱好者（普及版）（电子刊），2022(4):3955-3956.
- [5] 何建东，邱情芳，冯成. 大规模海上风电集成送出关键技术与发展趋势综述[J]. 风能，2022(12):82-87.
- [6] 郑涛，邹芑莹，颜景娴，等. 适用于高比例风电接入的自适应低电压故障穿越控制策略[J]. 电网技术，2022,46(12):4666-4675.
- [7] 颜香梅. 适应多元化负荷、电源接入的配电网典型供电方案研究[J]. 电器工业，2022(10):41-44.
- [8] 王利利，王皓，任洲洋，等. 计及灵活资源调节潜力的高压配电网新能源接纳能力评估[J]. 中国电力，2022,55(10):124-131.
- [9] 樊肖杰，迟永宁，马士聪，等. 大规模海上风电接入电网关键技术与技术标准的研究及应用[J]. 电网技术，2022,46(8):2859-2870.
- [10] 杨仁昕，张琛，蔡旭，等. 海上风电+柔直并网系统自同步电压源控制与电网故障穿越[J]. 中国电机工程学报，2022,42(13):4823-4834.



# 火电厂环保节能问题探讨与对策应用

李茂军

贵州黔西中水发电有限公司, 贵州 毕节 551500

**摘 要：** 本文针对火电厂在运行过程中存在的环保与能源利用问题，系统地进行了深入探讨。首先，就火电厂燃烧过程大气污染物排放问题，依据当前最新科研成果，详细分析了污染产生的原因及其对环境的影响。紧接着，论文描绘了火电厂在能源利用效率方面的挑战，阐述了高耗能问题背景，以及如何通过改进运作方式，提高装置性能，降低能源消耗。基于此，本文提出了一系列针对环保与能源问题的对策，包括优化调度策略，引入先进绿色技术，提升设备效率以及建立环保监督体系等一系列具有实用示范价值的解决方案。为火电厂的环保和节能问题提供了全面的策略与措施，期望通过实施这些措施，火电厂可以实现确保电力供应的同时，降低污染物排放，提高能源利用率，为现代环保能源生产模式提供参考。

**关 键 词：** 火电厂；环保节能；问题探讨；问题探讨

## Discussion And Countermeasure Application Of Environmental Protection And Energy Saving In Thermal Power Plant

Li Maojun

Guizhou Qianxi China Water and Power Generation Co., LTD. Bijie, Guizhou 551500

**Abstract：** This paper systematically discusses the problems of environmental protection and energy utilization in the operation process of thermal power plant. First of all, based on the current research and the latest scientific research results, the causes of pollution and its impact on the environment are analyzed in detail. Next, the paper describes the challenges of energy efficiency of thermal power plants, expounds the background of high energy consumption problems, and how to improve the device performance and reduce energy consumption by improving the operation mode. Based on this, this paper puts forward a series of countermeasures for environmental protection and energy problems, including optimizing the scheduling strategy, the introduction of advanced green technology, improving the efficiency of equipment and establishing environmental supervision system and a series of practical demonstration solutions. It provides a comprehensive strategy and measures for the environmental protection and energy conservation of thermal power plants. It is expected that through the implementation of these measures, thermal power plants can ensure the power supply, reduce pollutant emissions, improve energy utilization rate, and provide reference for modern environmental protection energy production mode.

**Keywords：** thermal power plant; environmental protection and energy saving; problem discussion; problem discussion

### 引言：

因其能源稳定、发电量巨大、易供应等特点，长期以来火电厂一直是全球能源主体之一。然而，与此同时，火电厂的运行过程中存在显著的环境问题和能源利用效率问题。据统计，火电厂的煤耗率普遍在 300 g /kWh 以上，而污染物排放中，硫氧化物、氮氧化物和颗粒物等是主要成分。<sup>[1]</sup> 在环境层面，燃煤发电过程会排放大量的二氧化硫、氮氧化物、烟尘等空气污染物，这些污染物对环境和人体健康的伤害日益凸显，已引发社会各界的广泛关注。再者，火电厂因为一些技术与管理层面的问题，面临能源利用效率低下的问题。提高火电厂的能效，不仅可降低运行成本，更可减少碳排放，符合国际对于能源效率的长远目标。本论文基于作者多年的经验累积和对这一问题的深入调研，通过分析火电厂在环保和节能上面临的挑战，讨论可能的策略和措施。这些方法包括优化运行策略以提高燃煤效率、采取先进科技以降低污染物排放、提升设备性能或是建立严格的环保监管体系等，提供一种全面的、具操作性的方法，协助火电厂在保证电力供应的前提下，把环保和节能的任务同步进行。希望这些措施的实施能带动火电厂逐步向绿色能源转型，为可持续能源发展开创新局。<sup>[2]</sup>

\* 作者简介姓名：李茂军，出生：1993年09月，性别：男，民族：土家族，籍贯：贵州省铜仁市思南县，学历：专科，职称：助理工程师，从事的研究方向或工作领域：火电厂集控运行

## 一、火电厂环保节能问题探讨与对策应用的研究意义

在当今社会，环保和节能是越来越受到关注的焦点，火电厂作为能源生产和消耗大户，在节能减排的过程中面临着一系列挑战。为响应绿色、低碳的发展理念，火电厂必须深入探讨环保节能问题，并提出可行的对策。本文将从以下三个方面探讨火电厂环保节能问题及对策的研究意义。

当我们面临资源短缺和环保压力的问题时，火电厂的环保节能问题显得尤为重要。为了探讨这个问题并提出有效的应对策略，我们需要理解火电厂环保节能的研究意义，并以具体的例子进行说明。

### （一）实现可持续发展

火电厂环保节能对于实现可持续发展具有重要的意义。随着社会的快速发展，能源消耗和环境破坏问题逐渐凸显。通过采取节能技术和设备，火力发电厂可以显著减少煤炭的消耗，从而减少二氧化碳和其他温室气体的排放，有助于缓解全球气候变暖。此外，更有效地利用矿产资源也可以缓解资源短缺的问题。

### （二）增强企业竞争力

火电厂环保节能对于增强企业竞争力也非常关键。随着环保法规的日益严格和公众对环境保护的意识日益提高，电厂需要采用更环保的生产方式以维持其市场地位。通过提高燃煤效率和应用清洁能源技术，电厂可以降低环保成本，提高经济效益，从而在激烈的市场竞争中占得先机。<sup>[3]</sup>

### （三）解决环境污染问题

火电厂环保节能是解决环境污染问题的有效手段。火电厂是大规模能源生产的主要场所，其废气排放是引起空气污染的重要原因之一。采取环保节能措施，如改进锅炉设计、安装尾气处理设备等，可以显著减少火电厂的排放，同时也能改善工作环境，有利于保护员工健康。例如，现在广西北海特高压直流输电工程“五源一库”项目的运营，是中国火电厂在环保节能上的一项重要实践。该项目将焦煤、风能、光伏电能、天然气和海水淡化等能源融为一体，实现了火电厂的环保生产和高效率。这不仅标志着我国在火电厂节能问题上取得了实质性的进展，也为火电厂在环保节能方面提供了宝贵的实践经验。<sup>[4]</sup>

总之，对火电厂环保节能问题的探讨和对策研究，关系到火电厂的可持续发展，也关系到社会经济和环境的协调进步。这需要我们广大研究者和电力行业人士的共同努力，以科学的态度和方法，深入研究，积极探索，为电力行业的绿色发展贡献力量。

## 二、当前火电厂环保节能方面所存在的主要问题

火电厂作为国家主要的能源供应部门，在推动社会进步的同时也造成了严重的资源消耗和环境污染的问题。让我们对当前火电厂环保节能方面存在的主要问题进行深入的分析。

### （一）技术装备低效

第一，技术装备低效是火电厂环保节能面临的一个重要问题。许多火电厂所采用的设备老化、技术落后，节能降耗技术和

设备的应用不够广泛，这导致了煤炭资源的利用率低下，燃煤过程中的废热和废气大量排放，资源浪费严重。例如，有些火电厂的锅炉燃烧效率只有70%左右，锅炉热效率低，锅炉排烟温度高，也就是说大量的热能被浪费了。<sup>[5]</sup>此外，许多火电厂还没有安装或使用不完善的烟气控制设备，导致大量有害气体和颗粒物的排放，严重破坏了环境。

### （二）环保法规执行力度不够

第二，现有的环保法规执行力度不够，是火电厂环保节能工作的一大难题。环保法规的制定和执行对于推动火电厂实施节能降耗措施至关重要。然而，目前的情况是，虽然我国出台了一系列的环保法规，并提出了节能降耗的目标，但其执行力度提供不足，相关的监管制度也不健全。这导致一些火电厂只看重经济效益，忽视环保和节能措施，甚至存在偷排、超标排放的情况。<sup>[6]</sup>

### （三）资金投入不足

第三，资金投入不足是限制火电厂环保节能工作的一个重要因素。环保节能需要采用高效节能设备，改进工艺技术，这都需要大量的资金投入。但是，由于火电厂经济效益压力大，许多电厂往往在环保节能投入上存在短视的问题，不愿意投入大量资金进行环保设施改造和技术升级。例如，一些火电厂在面对装备更新升级的问题时，由于资金投入问题，以节省成本为由，选择继续使用老旧设备，这无疑将阻碍火电厂的环保节能战略的实施。

总的来看，虽然电力行业在环保节能方面已经取得了一些进展，但是还存在着诸多问题和挑战。这就要求我们从行业、政府、社会等多方面共同努力，推动电力企业提升节能降耗水平，真正走向绿色发展之路。

## 三、火电厂环保节能的有效应用对策

面对火电厂环保节能的挑战，我们需要提出和执行一系列有效的对策来解决这个问题。以下是我对此问题的三个建议。

### （一）科技创新

在当前的环保与节能的压力之下，科技创新无疑成为了推动火电厂能效改进的重要手段。火电厂往往是大规模能源生产的载体，其运行过程中伴随大量的资源消耗与环境污染。为了改进这一现状，我们需要从技术角度出发，引入更杰出的创新理念和技术手段，力求在保障电力供应的同时，实现资源消耗的降低和环保标准的提升。

举例来说，超临界锅炉是节能降耗技术的一种典型应用。它采用了超临界蒸汽参数，比传统的亚临界锅炉具有更高的热效率，且具有烟气排放低、设备轻量化等优点。在我国，许多老旧的火电厂正在逐渐替换传统锅炉，使用超临界技术。这不仅大大提高了火电厂的能源利用效率，也使得火电厂能够在满足能源需求的同时，达到了更好的环保效果。

不仅如此，科技的不断创新还为火电厂的节能降耗提供了无尽的可能性。锅炉排放的烟气温度通常超过200摄氏度，这部分热量实际上是可以再次利用的二次能源。如果直接排放到外界，不仅没有充分利用这些热量，还造成了能源的巨大浪费。在当前

强调“节能减排”的背景下，如何提升锅炉的工作效率、减少污染排放，并且更好地回收利用锅炉高温废气，成为了工业生产中亟待解决的问题。经过专家和技术人员的反复试验研究，发现重热系数一般在4%到8%之间，而且重热系数越高，其效果越好。在火电系统中，效率较高，但各电厂还需根据自己的具体情况，选择适合自己的重热系数，以确保在不降低发电量的前提下，逐步提高热能和动力工程操作的技能水平。

科技创新正在使火电厂的节能降耗工作开展得更为顺利，国内许多火电厂已经在这方面取得了显著的成果。未来随着更多的科技创新不断涌现，我们有理由相信，火电厂的节能降耗方式会更加多样，火电厂对环境的影响会进一步降低。

## （二）加强环保法规的执行力度

强化环保法规执行力度，对于推动火电厂环保节能工作具有决定性的驱动力。政策法规是国家的根本性规定，对于资源的利用与绿色环保都设定了严格的标准和要求。但真正关键的，是如何将这些规定付诸实施，从而实际导向和监控火电厂的运营行为。

政府需要设立严格的环保标准来规范火电厂的生产行为。这些标准不仅包括能源消耗上限、污染物排放标准等具体限制，更应包括清洁生产、绿色供应链等全面的环保要求。对于超标排放的火电厂，政府应依法进行处罚，比如罚款、停产整顿等，将环保法规从层层落实到具体实践中，才能令电厂真正重视环保问题。

政府还需要通过经济手段，来鼓励火电厂更深入地进行环保节能措施。这包括提供财政补贴，赋予税收优惠等政策。例如，对于引入清洁能源、改进废气处理等方式进行环保改造的电厂，政府可以减免或退还其部分税收，从经济层面激发火电厂进行环保节能改造的动力。在推动企业自我改变的同时，这些政策也有利于引导整个火电行业向环保节能的方式转变。<sup>[8]</sup>

实现有效的环保法规执行，除了明晰的政策法规和严格的惩罚手段以外，还需要一套完善的检查审核机制。这包括定期的污染物排放报告，严密的环保设施检查，以及对不合规电厂的定期检修等，以确保火电厂在全过程和全时段内都能坚持环保节能。在当前，中国政府已经在环保法规执行方面投入了大量的力量，但是如何将法规执行得更有效，还需要全社会的讨论和探索。社会监督也是推动环保法规执行的重要环节。公众绿色理念的提升，可以在很大程度上推动电厂的绿色转型。如果消费者能在电力消费中，更倾向于选择环保电厂的产品，那么市场驱动的力量必然会推动所有参与者向着环保方向努力。这就需要公众有足够的环保知识储备和环保意识，这无疑也是加强环保法规执行不可或缺的一部分。<sup>[9]</sup>

## （三）投入更多资金进行设备更新和技术研发

能源消耗和环保影响从来都是火电厂所关注的重点问题之一，而在这方面取得突破，就必须坚定地投入资金在设备更新和技术研发上。事实上，从经济学角度来看，这些投入其实是一种长远的投资，它们将有效提升火电厂的综合效益，而履行社会责任也将有助于电厂品牌的提升。我们需要投入更多的资金进行

环保节能设备的更新和技术研发。对于那些无法承担高效设备更换成本的电厂，政府可以考虑提供低息贷款或其他财政支持。与此同时，我们应该鼓励电厂投资于研究和开发新的节能降耗技术，而不仅仅是依赖现有技术。对于那些资金短缺，且设备老化严重的火电厂来说，这无疑是一个沉重的负担。此时政府就需要及时出手，通过提供低息贷款、适当的财政补助等方式，帮助火电厂渡过难关。针对性的财政政策，可以提升电厂数字化和智能化改造的积极性，有利于更多的电厂积极响应节能减排的号召，实实在在地落实环保行动。<sup>[10]</sup>

## 结论：

综上所述，通过对火电厂在运行过程中面临的环保与能源利用问题进行系统分析，我们可以明确地看到，火电厂在能源效率和环保方面仍存在诸多挑战。投入更多资金进行设备更新和技术研发是火电厂实现环保节能的重要保障。高效节能设备和先进技术的应用，能够大幅度提高火电厂的能源利用效率，减少污染排放，降低运行成本，增强企业竞争力。通过政府和企业的共同努力，推动火电厂向绿色能源转型，是实现可持续发展的必由之路。火电厂在环保节能方面的挑战虽然巨大，但通过科技创新、加强法规执行和增加资金投入等综合措施，可以有效解决这些问题。希望通过本文提出的对策和措施，火电厂能够在确保电力供应的同时，逐步实现绿色转型，推动能源行业的可持续发展，为社会经济和环境的协调进步做出贡献。

## 参考文献：

- [1]郭占春. 探讨火电厂锅炉汽轮机系统的节能环保问题[J]. 应用能源技术, 2023,(07):34-37.
- [2]刘楠, 邢海鹏. 火电厂锅炉汽轮机系统的节能环保问题及措施[J]. 海峡科技与产业, 2022,35(01):69-71.
- [3]王志强. 火电厂节能减排技术措施研究[C]//《建筑科技与管理》组委会. 2019年4月建筑科技与管理学术交流会论文集. 中国能源建设集团山西电力建设有限公司, 2019:2.
- [4]秦岩. 火电厂锅炉汽轮机系统节能环保的问题及措施探索[J]. 科技视界, 2018,(16):221-222.
- [5]冯宇亮, 刘文军, 曹天明. 火电厂环保节能问题探讨[J]. 科技创新与应用, 2017,(29):180+182.
- [6]刘碧涛, 王慧红. 火电厂烟气脱硫脱硝技术的节能环保问题分析[J]. 环境与发展, 2020,32(03):111-112.
- [7]姜玲, 鲍洁, 赵鹏, 等. 火电厂烟气脱硫脱硝技术的节能环保问题分析[J]. 资源节约与环保, 2019,(10):3.
- [8]刘卉. 火电厂环保节能研究[J]. 科技风, 2017,(20):173-174.
- [9]赵瑜. 火电厂环保节能问题探讨[J]. 环境与发展, 2018,30(02):244+246.
- [10]朱小樾. 基于环保新形势下电力工业节能减排的研究[J]. 现代工业经济和信息化, 2023,13(10):286-287+290.

# 火电企业燃料成本管控研究

谭伟

国家电投集团贵州金元鸭溪发电有限公司，贵州 遵义 563100

**摘要：** 火电企业作为典型的高投入、高耗用、低附加值的工业生产企业，在当前电力市场化改革和绿色低碳发展的双重背景下，正面临着前所未有的市场竞争压力。鉴于电力产品的高度同质化特性，市场竞争的核心愈发聚焦于低成本策略，这使得燃料成本管控的重要性愈发凸显。本文首先探讨火电企业燃料成本管控的重要性，然后分析火电企业燃料成本管控面临的挑战，最后提出火电企业燃料成本管控的应对策略，旨在为火电企业的成本优化和市场竞争能力提升提供参考。

**关键词：** 火电企业；燃料；成本管控

## Research On Fuel Cost Control Of Thermal Power Enterprises

Tan Wei

State Power Investment Group Guizhou Jinyuan Yaxi Power Generation Co., Ltd., Zunyi, Guizhou 563100

**Abstract：** As a typical industrial production enterprise with high input, high consumption and low added value, thermal power enterprises are facing unprecedented market competition pressure under the dual background of the current power market-oriented reform and green and low-carbon development. In view of the highly homogeneous nature of power products, the core of market competition is increasingly focused on low-cost strategies, which makes the importance of fuel cost control more and more prominent. This paper first discusses the importance of fuel cost control of thermal power enterprises, then analyzes the challenges faced by thermal power enterprises, and finally proposes the coping strategies of fuel cost control of thermal power enterprises, aiming to provide a reference for the cost optimization and market competitiveness improvement of thermal power enterprises.

**Keywords：** thermal power enterprises; fuel; cost control

### 引言：

自2002年我国电力系统实施改革以来，电力市场一直处于改革升级的进程中。2019年9月，《关于深化电力现货市场建设试点工作的意见》明确指出，市场在电力价格确定方面的决定性作用需得到进一步发挥，现货交易机制应建立健全，以灵活多变的市场价格信号引导电力生产和消费行为。在当前电力市场竞争激烈的背景下，为了在竞争中脱颖而出，火电企业必须严格控制成本、提升盈利空间。在这其中，燃料成本作为火电企业最主要的运营成本之一，成本管控尤为关键。

### 一、火电企业燃料成本管控的重要性

#### 1. 降低运营成本、提高盈利能力

通过有效的燃料成本管控，企业可以在燃料采购、利用和管理等方面寻求更加高效和节约的方式，从而降低整体运营成本。这种成本节约不仅可以提升企业的盈利水平，还可以为企业在市场竞争中赢得更大的优势。

在竞争激烈的市场环境中，企业需要不断提升自身的竞争力，才能市场中立于不败之地。有效的燃料成本管控可以帮助企业在生产过程中降低成本，提高效益，从而使企业在价格竞争

中具备更强的优势。这种优势不仅可以体现在产品价格上，还可以体现在企业的服务质量、生产效率和创新能力等方面，为企业赢得更多市场份额，确保企业的持续发展。

#### 2. 促进资源的合理配置和管理效率提升

在火电企业中，燃料是最基本的生产要素之一，通过合理配置燃料资源，企业可以提高生产效率，降低生产成本，从而增强企业的竞争力和盈利能力。

通过对燃料成本的监控和分析，企业可以更准确地了解燃料的使用情况，及时发现问题并采取相应的措施进行调整和优化。这种有效的管理方式可以提升企业的管理水平，减少管理成本，

\* 作者简介：姓名：谭伟 1976年1月25日出生，性别：男，民族：汉籍贯（省、县级名）：贵州省遵义市播州区鸭溪镇，学历或者职称大学本科，初级职称，从事的研究方向或工作领域：主要从事燃料内控管理及外勤煤炭采购



提高工作效率，从而推动企业整体运营向更加科学、高效的方向发展。

资源的合理配置可以使企业在生产过程中更高效地利用燃料资源，提高生产效率，降低生产成本，进而提升企业的竞争力。提升管理效率可以使企业的管理更加精细化和科学化，有助于及时发现和解决问题，降低管理风险，提高企业的应变能力和市场适应能力。

### 3. 对冲市场风险，确保企业稳健运营

燃料价格的波动直接影响着企业的盈利状况，在这种情况下，加强燃料成本管控可以帮助企业更好地适应市场价格的波动，降低经营风险，确保企业的稳健运营。

在面对市场价格波动时，企业需要根据实际情况灵活调整成本管理策略，以应对不同的市场情况。通过建立多元化的成本管理策略，企业可以更好地应对市场价格波动，降低经营风险，保持企业的稳定性和持续发展能力。

在市场价格波动的环境下，企业需要建立起一套完善的成本管控机制，从供应链管理、采购管理到风险管理等方面全面考虑，以应对市场的不确定性。

### 4. 减少环境影响，提高能源利用效率

随着环保法规的日益严格，火电企业在如今的经营环境中需要更多地承担起环保责任。通过有效的燃料成本管控，火电企业可以实现降低对有限资源的消耗，减少对环境的影响，同时实现经济效益与环境效益的双赢局面。

火电企业在实施燃料成本管控的过程中，不仅能够达到节约能源资源的目的，还能够显著减少环境污染的产生。降低单位发电量的燃料消耗意味着单位产生的二氧化碳等污染物排放量也会相应减少，有助于改善环境质量，保护生态环境。

通过优化燃料成本管控，企业可以在提升能源利用效率的同时减少生产成本，提高经济效益。高效的能源利用不仅可以降低企业的运营成本，还能够提升企业在市场上的竞争力，为企业创造更多的商业机会和增长空间<sup>[1]</sup>。

## 二、火电企业燃料成本管控面临的挑战

### 1. 市场风险

燃料价格波动的直接影响是对企业燃料成本的直接影响，进而对企业的盈利能力产生深远影响。燃料价格的不稳定性导致企业难以准确预测和控制燃料成本，从而增加了企业面临的市场风险。

火电企业通常使用煤炭、天然气等能源作为燃料，而这些能源的价格波动受多种因素影响，如地缘政治因素、气候变化、市场供需关系等。因此，燃料价格的波动使得火电企业难以事先预测燃料成本，从而增加了经营成本的不确定性。企业如果无法有效应对这种价格波动，就会面临盈利能力下降甚至亏损的风险。

供需的变化也会对燃料价格产生影响，使企业难以准确预测和控制燃料成本。供需关系是市场价格形成的重要因素之一，而能源市场的供需关系受多种因素影响，如全球能源需求、政策法

规变化、新能源技术的发展等。当供需关系发生变化时，燃料价格会受到直接影响，火电企业则需要及时调整燃料采购策略以适应市场变化。然而，供需的变化常常难以准确预测，企业往往需要承担市场波动带来的风险。

### 2. 技术挑战

燃烧设备作为火电厂的核心设备，直接关系到燃料的燃烧效率和能源利用率。传统的燃烧设备存在诸多局限性，如燃烧效率不高、能源损失较大等问题，这导致燃料成本难以有效控制。

在燃烧过程中，大量的污染物排放，二氧化硫、氮氧化物、颗粒物等污染物对环境 and 人体健康造成严重影响。然而，现有技术水平下，减少污染物排放需要投入大量资金和资源进行技术改造和升级，这也是一个重要的技术挑战。

随着环保意识的提高和法规标准的不断提高，火电企业需要不断改进和升级其技术，新技术的引入和应用需要对整个系统进行调整和优化，需要企业具备相应的技术实力和管理能力<sup>[2]</sup>。

### 3. 管理难题

在燃料的采购环节，火电企业需要面对燃料市场价格的波动和供应的不稳定性，这使得企业难以稳定预算和计划成本。运输环节涉及到物流和运输成本的控制，任何环节出现问题都可能导致成本增加。储存环节则需要考虑储存设施的维护和管理成本，以确保燃料的质量和安

全。由于燃料市场受多种因素影响，如地缘政治、自然灾害、全球经济形势等，价格波动难以预测，火电企业需要在这种不确定性下进行成本管控。价格波动可能导致企业成本大幅波动，对企业的盈利能力造成挑战。

人工成本是企业最主要的成本之一，但人工成本的管理涉及到薪酬结构、员工福利等多个方面，需要综合考虑员工的需求和企业的成本承受能力。火电企业需要确保设备的正常运转，但设备维护成本的增加可能会影响企业的盈利能力。此外，运营成本也需要进行有效管理，包括生产过程中的各项支出和费用，企业需要找到平衡点以降低成本并提高效率。

## 三、火电企业燃料成本管控的应对策略

### 1. 制定合理的燃料采购策略

在面对不断上升的燃料成本以及波动不断的市场价格时，火电企业需要制定合理的燃料采购策略，以有效管控成本、降低市场风险，实现长期稳健的发展。

通过签订长期合同锁定燃料价格，减少价格波动对企业成本的冲击。这种做法有助于企业在面对不断波动的市场价格时保持稳定的成本预测，提高经营稳定性，避免价格波动对企业盈利能力造成过大影响。

同时，火电企业可以加强对燃料市场的监测和研究，及时获取市场信息，做出灵活反应。通过密切关注市场动态，了解行业趋势和价格波动的原因，企业能够更好地应对市场变化，及时调整燃料采购策略，降低因市场波动而带来的风险。这种市场敏感性和灵活性可以使企业在竞争激烈的市场环境中更具优势，保持

竞争力,实现稳健增长。

通过多元化的燃料采购策略,火电企业可以降低对单一燃料价格波动的风险,确保持续供应,并且在市场价格波动时有更多的选择余地。多元化燃料采购还有助于企业在应对不同市场情况下灵活调整采购来源,保持供应链的稳定性和灵活性。

在制定燃料采购策略时,火电企业还可以考虑与供应商建立战略合作伙伴关系。通过建立稳固的合作关系,企业可以获得更多的优惠条件和更稳定的供应保障,同时也更有可能获得供应商的支持和合作,共同应对市场风险和挑战。战略合作伙伴关系有助于企业在燃料采购过程中获得更多的灵活性和优势,确保企业在市场竞争中更具竞争力<sup>[3]</sup>。

## 2. 加强技术创新和研发

通过与科研机构和高等院校的紧密合作,企业能够共同开展技术研究项目,共享资源和知识,从而加速技术创新的步伐。这种合作不仅有助于企业获取最新的科研成果和技术进展,还可以激发创新思维,拓展技术边界,为企业在燃料成本管控方面提供新的解决方案和路径。

企业可以设立专门的研发部门或实验室,致力于技术创新和解决实际问题。通过引入先进的研发设备和技术手段,企业能够提高研发效率,加速新技术的研究和应用,从而为降低燃料成本提供更多可能性。同时,吸引和培养技术人才也是至关重要的,他们将成为推动技术创新的中坚力量,为企业的发展注入持续的动力。

通过参与行业标准的制定,企业可以在行业内部推动技术水平的提升,促进技术创新和发展。与此同时,与同行者分享经验和成果也是促进技术进步的有效途径。通过技术交流活动,企业可以了解其他企业在技术创新方面的实践经验,借鉴先进技术和管理经验,从而加快自身技术创新的步伐,提高燃料成本管控的效率和水平。这种跨界合作和经验分享不仅可以促进企业内部的技术提升,还有助于整个行业的技术进步,实现共赢发展。

在加强技术创新和研发的过程中,火电企业应该注重持续的

投入和长期规划。企业需要制定长期的技术创新发展战略,明确技术创新的方向和重点领域,在资金、人才和资源上进行合理配置,确保技术创新工作的持续推进和成果转化。此外,企业还应该建立有效的技术创新评估机制,及时评估和调整技术创新的进展,确保技术研发工作与企业发展战略的紧密结合。

## 3. 提升管理水平和效能

企业可以建立数字化的供应链管理平台和成本控制系统,实现数据共享和实时监控。通过信息化技术,企业可以更好地管理供应链信息流和物流,实现生产、库存和销售的精准匹配,降低库存占用和生产成本,提高供应链的响应速度和灵活性,从而降低燃料成本管控的风险和成本。

企业应该明确责任分工,建立科学合理的绩效考核体系,激励员工创新和提升管理水平。通过设定明确的管理目标 and 责任制度,企业可以有效地激发员工的工作积极性和创造力,提高员工的工作效率和质量,从而降低生产成本,提高企业整体的竞争力和盈利能力。

火电企业在提升管理水平和效能的过程中,还需关注企业的内部流程优化和效率提升。通过审视现有的管理流程和工作机制,识别并优化存在的瓶颈和问题,进一步提高企业内部的管理效率和执行效能。同时,引入先进的管理理念和方法,如精益生产、供应链管理、项目管理等,可以帮助企业优化管理流程,降低成本,提高效率,实现更加灵活和高效的生产运营模式,为燃料成本管控提供更多的可能性和机会。

## 结语

火电企业在燃料成本管控方面面临诸多挑战,但也蕴含着巨大的发展机遇。通过深入研究火电企业燃料成本管控,可以更好地应对市场挑战,实现燃料成本的有效管控,推动企业可持续发展,为国家能源安全和环境保护作出积极贡献。

## 参考文献

- [1] 曹雪. 当前火电企业成本控制与燃料管理的浅析[J]. 电气技术与经济, 2023(1):187-189.
- [2] 贺倩岚. 简述火电企业的燃料成本指标精细化管理[J]. 智富时代, 2019(10):1.
- [3] 张兆坤. 新形势下火电企业燃料管理工作方法探究[J]. 2020.
- [4] 薛俊滨. 火电企业燃煤采购与管理策略研究[J]. 现代工业经济和信化, 2023, 13(10): 233-235. DOI:10.16525/j.cnki.14-1362/n.2023.10.075.
- [5] 张宏娟. 浙江 XY 火电企业实时成本管控优化研究[D]. 吉林大学, 2024. DOI:10.27162/d.cnki.gjlin.2023.007411.
- [6] 周智宾, 李伟伟, 王凯, 等. 数字化煤场及智慧管理平台一体化建设方案设计[J]. 东北电力技术, 2023, 44(07):58-62.
- [7] 张婷. M 公司存货内部控制研究[D]. 吉林财经大学, 2023. DOI:10.26979/d.cnki.gccsc.2023.000167.
- [8] 吴天宇. 考虑掺配经济性的 A 火电企业多煤种采购优化研究[D]. 华北电力大学(北京), 2024. DOI:10.27140/d.cnki.ghbbu.2023.000371.
- [9] 胡建军. 火电厂发电运行优化措施探讨[J]. 光源与照明, 2022(11):225-227.
- [10] 赵儒臣. 电力市场环境动力煤库存优化决策研究[D]. 华北电力大学(北京), 2023. DOI:10.27140/d.cnki.ghbbu.2022.000409.

# 风电新能源设备运维管理系统研究

康凯

广西国电投海桂新能源有限公司，广西 南宁 530025

**摘 要：** 社会经济飞速发展的新时代，各部门越来越注重新能源运维业务，为提升经济效益，风电新能源运维管理企业通过信息交互、协作和管理等方式，开展基础平台的构建，借助运维管理系统有效规范风电新能源设备施工操作，业务实操和管理要求相融合，为管理层决策工作提供辅助。该研究重点阐述风电新能源设备运维系统的设计思路与建设路径，并提出该系统的运行效果，以期能够为风险运维管理工作提供有益参考。

**关 键 词：** 新能源；风电；设备；运维管理；系统

## Research on the Operation and Maintenance Management System for Wind Power New Energy Equipment

Kang Kai

Guangxi Guodian Touhaigui New Energy Co., Ltd. Nanning, Guangxi 530025

**Abstract：** In the new era of rapid socio-economic development, various departments are increasingly focusing on renewable energy operation and maintenance business. In order to improve economic benefits, wind power and new energy operation and maintenance management enterprises carry out the construction of basic platforms through information exchange, collaboration, and management. With the help of operation and maintenance management systems, they effectively regulate the construction operation of wind power and new energy equipment, integrate business operations and management requirements, and provide assistance for management decision-making work. This study focuses on the design ideas and construction paths of the wind power new energy equipment operation and maintenance system, and proposes the operational effects of the system, in order to provide useful references for risk operation and maintenance management work.

**Keywords：** new energy; wind power; equipment; operation and maintenance management; system

## 引言

近年来，国家先后出台一系列新能源政策，风电行业的设备容量也持续增加。但因风电机组安装量增加、运行环境恶劣、地址分散以及设备多元化等，会加大设备后期运维管理难度。风力发电系统中，风电设备发挥着至关重要的作用，如果风电设备维护不及时，在发生设备故障后，会严重影响到发电系统运行，这就需要开发一套风电新能源设备运维系统，尽可能降低风电设备运行风险。

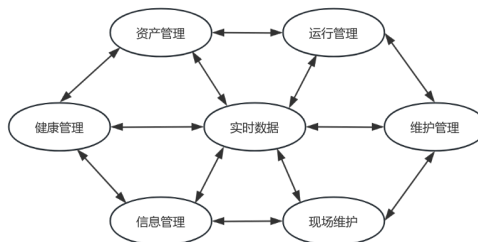
## 一、风电新能源设备运维管理系统概述

风电新能源设备运维管理系统，是为交付中心运维工作提供服务的，能够为后续业务运行提供信息交互、协作支持，提高风电场运维管理工作的公正性与透明化，使风电新能源行业能够向数字化方向发展<sup>[1]</sup>。

### （一）系统功能

为对风电新能源设备实施有效运维管理，能重点考虑资产管理、现场管理、运行管理、健康管理、维护管理和信息管理等，见图1。根据实施数据交互功能，创建一体化综合管理系统，以顺利开展成本归集、运维计划、作业程序、作业标准和运维管控等

工作。所以，通过周期性作业管理，保证运维管理系统能设计出作业方案，帮助管理人员及时掌握现场作业情况，减少风电新能源设备故障发生次数，为运维管理系统提供数据支持。



> 图1 风电新能源设备运维管理流程

\* 作者简介：康凯（1995.08.16），男，民族：汉族，籍贯：甘肃省天水市，学历：本科，职称：助理工程师，研究方向：新能源设备运维管理 邮箱：2694038725@qq.com



## （二）运维特点

随着全球对可再生能源的需求日益增加，风电作为其中的重要组成部分，其运维管理系统的优化和升级显得尤为重要。风电新能源设备运维管理系统具有一系列独特的特点，这些特点共同确保了风电设备的稳定运行和高效维护<sup>[2]</sup>。以下将从八个方面详细介绍这些特点：

### 1. 数字化管理，技术难度大

风电新能源设备运维管理系统采用数字化技术，将风电设备的运行状态、维护记录、故障信息等数据进行集中管理。通过数字化平台，运维人员可以实时查看设备状态，对故障进行远程诊断和处理。数字化管理提高了运维效率，降低了人为错误的可能性。风电设备通常运行在复杂的环境中，如高山、海岛、荒漠等，这些环境对设备的技术要求极高。因此，风电新能源设备运维管理系统需要具备高度专业化的技术能力，包括远程控制、故障诊断、数据分析等。这些技术的运用能够确保设备在恶劣环境下稳定运行。

### 2. 环境因素影响，高效协作

风电设备的运行受到多种环境因素的影响，如风速、风向、温度、湿度等。风电新能源设备运维管理系统需要能够实时监测这些环境因素，并根据环境变化调整设备运行状态。系统还需要具备对极端天气的应对能力，确保设备在恶劣天气下的安全运行<sup>[3]</sup>。此外，风电新能源设备运维管理系统需要实现各部门之间的高效协作，系统可以集成设备制造商、运维公司、电网公司等各方资源，实现信息共享和协同工作。通过高效的协作，可以快速响应设备故障，降低停机时间，提高设备的可用性。

### 3. 实时监控，智能化运维

风电新能源设备运维管理系统可以实时监测设备的运行状态、电气参数、机械参数等，并将这些数据以图表、报表等形式展示给运维人员。实时监控可以帮助运维人员及时发现设备故障，提高故障处理的时效性。随着人工智能技术的发展，风电新能源设备运维管理系统正逐步实现智能化。智能化运维系统可以通过数据分析、机器学习等技术，预测设备故障的发生概率和位置，提前制定维护计划<sup>[4]</sup>。此外，智能化运维系统还可以实现自动故障诊断和修复，降低运维人员的工作强度。

### 4. 数据分析，降低成本

系统可以对设备的历史运行数据、维护数据、故障数据等进行深入挖掘和分析，发现设备的潜在问题和改进空间。通过数据分析，可以优化设备维护策略，提高设备的可靠性和经济性。通过数字化管理、智能化运维等手段，可以提高运维效率，减少人力和物力的投入。此外，系统还可以实现预测性维护，降低设备的故障率和维修费用。这些措施共同降低了风电项目的运营成本，提高了项目的经济效益。

## 二、风电新能源设备运维管理系统设计思路

### （一）系统结构设计

风电新能源设备运维管理系统是一套集数据采集、处理、分析、监控、管理和优化于一体的综合性系统。该系统旨在实现对风电设备的全面监控和智能化管理，以提高设备的运行效率、降

低运维成本，并为风电场的稳定运行提供有力支持。

#### 1. 数据采集层

数据采集层是风电新能源设备运维管理系统的基石，负责实时、准确地采集风电设备的运行数据。数据采集层主要包括以下组件：

传感器网络：在风电设备的关键部位安装传感器，实时监测设备的运行状态和参数，如风速、风向、温度、振动、发电量等。

数据采集器：负责将传感器采集到的数据进行整合和转换，以适应数据处理层的要求。

通信模块：实现数据采集器与数据处理层之间的数据传输，确保数据的实时性和准确性。

#### 2. 数据处理层

数据处理层是风电新能源设备运维管理系统的核心，负责对采集到的数据进行处理和分析。数据处理层主要包括以下功能：

数据存储：将采集到的数据存储于数据库或数据仓库中，方便后续查询和分析。

数据清洗：对采集到的原始数据进行清洗和校验，确保数据的准确性和一致性。

数据分析：利用数据分析工具和技术，对清洗后的数据进行深入挖掘和分析，发现设备的运行规律和潜在问题。

数据可视化：将分析结果以图表、报表等形式展示给运维人员，便于其理解和应用。

#### 3. 应用层

应用层是风电新能源设备运维管理系统的用户界面，负责提供用户交互和功能应用。应用层主要包括以下功能：

设备监控：实时监控风电设备的运行状态和参数，展示设备的实时数据和历史数据。

故障诊断：利用故障诊断算法和技术，对设备进行远程故障诊断，快速定位故障位置和原因<sup>[5]</sup>。

维护管理：制定并管理风电设备的维护计划，记录维护过程和结果，确保设备的正常运行。

数据分析与优化：提供数据分析和优化功能，帮助运维人员发现设备的潜在问题和改进空间，提高设备的运行效率和可靠性。

## （二）数据库设计

#### 1. 基础数据管理

设备信息表：用于存储风电设备的基本信息，包括设备 ID、设备类型、安装位置、制造商、生产日期等。

人员信息表：记录运维人员的个人信息，如姓名、工号、联系方式、所属部门等，以及相应的权限和角色。

运维日志表：用于记录设备的日常运维情况，包括巡检记录、维护记录、故障处理等。

#### 2. 实时数据采集

实时数据表：存储从风电设备实时采集的数据，如表征风速、风向、温度、湿度、发电量等参数的实时值。

数据采集时间戳：为每个实时数据记录添加时间戳，确保数据的时序性和准确性。

数据校验机制：在数据采集过程中，实施数据校验和异常检测，确保数据的完整性和可靠性。



### 3.历史数据存储

历史数据表：存储风电设备的历史运行数据，包括历史实时数据、历史故障记录、历史维护记录等。

数据归档策略：根据数据的重要性和使用频率，制定合理的数据归档策略，如定期备份、数据压缩等。

数据查询优化：通过索引、分区等技术手段，优化历史数据的查询性能，提高系统的响应速度。

### 4.数据分析模型

数据分析表：存储数据分析的结果和模型参数，如设备性能评估、故障预测模型等。

数据挖掘算法：集成数据挖掘算法，如聚类分析、关联规则挖掘等，用于发现数据中的潜在规律和模式。

数据可视化工具：提供数据可视化工具，将分析结果以图表、报表等形式展示给运维人员，便于其理解和应用。

### 5.系统优化支持

设备维护决策表：根据设备的运行状态和历史数据，提供维护决策支持，如预测性维护计划、维修建议等。

能效优化模型：建立能效优化模型，通过调整设备参数和运行策略，提高风电场的能效水平。

优化算法库：集成优化算法库，如遗传算法、模拟退火算法等，用于解决运维管理过程中的优化问题。

### 6.安全隐私保护

用户权限管理：实施严格的用户权限管理，确保只有经过授权的用户才能访问数据库。

数据加密存储：对敏感数据进行加密存储，如用户密码、设备密钥等，确保数据在存储过程中的安全性。

数据备份与恢复：建立数据备份与恢复机制，确保在发生意外情况时能够迅速恢复数据。

安全审计日志：记录数据库的访问和操作日志，便于进行安全审计和追踪潜在的安全隐患。

## （三）功能模块设计

### 1.设备管理模块

设备管理模块是风电新能源设备运维管理系统的核心模块之一，主要负责设备的全生命周期管理。具体功能包括：（1）设备台账管理。建立并维护风电设备的台账信息，包括设备编号、设备类型、生产厂家、安装位置、投运时间等基本信息<sup>[6]</sup>。（2）设备参数设置。根据设备型号和规格，设置相应的运行参数，如额定风速、切入风速、切出风速等。（3）设备状态监测。实时显示设备的运行状态，包括正常、故障、停机状态，并提供状态变更的历史记录。

### 2.实时监控模块

实时监控模块负责风电设备的实时监控和预警功能。具体功能包括：（1）实时数据采集。通过传感器等设备实时采集风电设备的运行数据，如风速、风向、发电量、温度等。（2）数据可视化。将实时数据以图表、曲线等形式展示给用户，便于用户直观了解设备的运行状态。（3）预警与报警。根据设定的阈值，对设备的异常状态进行预警和报警，提醒用户及时处理。

### 3.运维管理模块

运维管理模块负责风电设备的日常运维工作，具体功能包

括：（1）工单管理。创建、分配、跟踪和管理风电设备的维修工单，确保维修工作的及时性和准确性。（2）故障管理。记录设备的故障信息，包括故障现象、故障原因、处理方法等，并对故障进行统计分析。（3）库存管理。管理风电设备的备品备件和工具等物资，确保运维工作的顺利进行。

### 4.报表管理模块

报表管理模块负责生成和管理风电设备的各类报表，为运维工作提供数据支撑和决策依据，具体功能包括：（1）报表生成。根据用户需求，生成设备的运行报表、故障报表、维护报表等。

（2）报表导出。支持将报表导出为 Excel、PDF 等格式，方便用户进行分享和存档。（3）报表分析。对生成的报表进行分析，发现设备的运行趋势和潜在问题。

## 三、运行效果和展望

风电新能源设备运维管理系统通过集成先进的传感器、数据采集与传输技术，实现了对风电场设备的实时监控。系统能够实时采集风电设备的运行状态、环境参数等数据，并通过可视化界面展示给运维人员。这种实时监控效果使得运维人员能够及时发现设备异常，避免潜在的安全隐患，保障风电场的稳定运行。随着技术的不断进步和应用的深入，风电新能源设备运维管理系统将面临更多的发展机遇和挑战。未来，系统将进一步提升实时监控的精度和范围，实现对风电场设备的全方位、多角度监控。同时，系统还将引入更多的人工智能技术，提高故障预测和诊断的准确性，实现运维过程的智能化、自动化。此外，随着新能源行业的发展和市场竞争的加剧，系统还将加强与其他能源管理系统的互联互通，实现资源共享和协同管理，推动新能源行业的可持续发展。

## 四、总结

风电新能源设备运维管理系统的研究对于提高风电设备的运行效率、降低运维成本具有重要意义。通过构建全面、系统的运维管理系统，我们可以实现对风电设备的集中监控和统一管理，提高故障检测与诊断的精准度和效率，制定科学的维修与保养策略，降低设备的故障率和维修成本。同时，通过数据分析和挖掘来发现潜在的运维问题和改进空间，为运维管理的持续优化提供支持。

## 参考文献：

- [1]续夏光. 风电新能源设备运维管理系统研究[J]. 城镇建设, 2022(8):356-358.
- [2]高贺, 樊燕明, 吴美玲. 风电新能源设备运维管理系统研究[J]. 中国设备工程, 2022(12):12-14.
- [3]薛田良, 蒋峰, 张磊, 等. 风储系统混合储能的功率分配与双层能量管理策略[J]. 三峡大学学报(自然科学版), 2023, 45(1):80-87.
- [4]孙本鹤, 汝会通, 季树海. 风电场电力监控系统网络安全管理与技术研究[J]. 电力安全技术, 2023, 25(5):7-10.
- [5]么亮. 新能源检修作业安全管理系统应用[J]. 电气技术与经济, 2021(5):24-27.
- [6]吴秀峰. 新能源场站运维一体化系统设计及运行效果评价研究[D]. 华北电力大学, 华北电力大学(北京), 2019.

# 智能光伏电站开发及运维管理体系的构建与实施

杨昌盛

广西国电投海桂新能源有限公司，广西 南宁 530025

**摘 要：** 智能光伏电站作为一种高效、环保的能源解决方案，正逐渐成为能源产业的重要组成部分。基于此，本文分析智能光伏电站开发和运维管理体系构建实施背景，探讨智能光伏电站开发的关键技术，如光伏组件选择与配置、逆变器技术优化、智能监控系统开发等。在运维管理体系方面，提出一套完整的管理框架，包括设备管理、运行管理、维护管理、安全管理、环境管理等五个方面。通过引入先进的信息技术，实时监控光伏电站的运行状态，有效提升电站的运维效率。研究表明，通过构建智能化的运维管理体系，显著提高光伏电站的发电效率，降低运维成本，延长设备使用寿命，为光伏电站可持续发展提供有力支撑。

**关 键 词：** 智能光伏电站；开发；运维管理体系；物联网；大数据

## Construction And Implementation Of An Intelligent Photovoltaic Power Station Development And Operation Management System

Yang Changsheng

Guangxi Guodian Touhaigui New Energy Co., Ltd. Nanning, Guangxi 530025

**Abstract：** Intelligent photovoltaic power stations, as an efficient and environmentally friendly energy solution, are gradually becoming an important component of the energy industry. Based on this, this article analyzes the implementation background of the development and operation management system of intelligent photovoltaic power stations, explores the key technologies of intelligent photovoltaic power station development, such as photovoltaic module selection and configuration, inverter technology optimization, and intelligent monitoring system development. In terms of operation and maintenance management system, a complete management framework is proposed, including five aspects: equipment management, operation management, maintenance management, safety management, and environmental management. By introducing advanced information technology, real-time monitoring of the operation status of photovoltaic power plants can effectively improve the operational efficiency of the power plants. The research results indicate that by building an intelligent operation and maintenance management system, the power generation efficiency of photovoltaic power stations can be significantly improved, operation and maintenance costs can be reduced, equipment service life can be extended, and strong support can be provided for the sustainable development of photovoltaic power stations.

**Keywords：** intelligent photovoltaic power station; development; operation and maintenance management system; internet of things; big data

### 一、前言

随着全球能源危机不断加剧，环境保护意识进一步增强，可再生能源开发与利用已成为世界各国共同关注的焦点。光伏发电作为一种清洁、无污染的能源形式，其在全球能源结构中的比例呈现逐年增加趋势。但从目前光伏电站开发与运维管理情况来看，其实际操作中时常遇到各种外在因素影响，让其面临着各种挑战，如电站选址、系统设计、设备维护、数据监控等，很容易影响到电站的稳定运行。因此，智能光伏电站概念应运而生，通过集成先进的传感技术、数据分析、自动化控制等手段，智能化管理光伏电站的日常运行，进一步提高发电效率，降低运维成本，有效应对复杂多变的市场条件，对于推动光伏产业的健康发

展具有重要意义。基于此，本研究旨在探讨智能光伏电站开发及运维管理体系的构建与实施，通过整合现有技术，提出一套系统的解决方案，为光伏电站的智能化转型提供实践指导，为我国可再生能源发展贡献力量。

### 二、工程概况

在电气自动化快速发展的背景下，市场环境出现革命性变化，科学技术层出不穷，给新能源领域自动化发展方向造成各种影响。加上光伏电站类型过于复杂，光伏电站分布分散，如何统计监控光伏电站运行状态，规范智能化运维管理工作路径，是目前相关人员急需考虑的问题。以天源新能源为例，其屋顶分

\* 作者简介：杨昌盛（1997年04月11日），性别男，民族：汉族，籍贯（广西壮族自治区贺州市），学历本科，职称无，研究方向：电气设备管理，邮箱812593625@qq.com

布式电站59.75MW，集中式山地光伏电站141MW，总装机容量200MW，逆变器445台，有395个汇流箱和13万块光伏组件。在叶县的花山，有一个100兆瓦的山地集中式电站，分布在四个山头上占地超过6000亩，设置100台箱变和200台逆变器，2400个汇流箱，光伏组件39万块。但由于天源新能源不同子站实际情况、光照条件和生产厂家都有很大不同，这对发电效率影响较大。电站综合自动化系统以分散管理模式为核心，整体运行管理模式较弱，时常出现人力、物力资源浪费问题。

### 三、智能光伏电站开发的关键技术

#### （一）光伏组件选择与配置

光伏组件作为光伏电站的核心，其选择与配置直接影响到电站的发电效率。光伏组件选择考虑其光电转换效率，高效率的光伏组件能在有限的安装面积内产生大量电能，对于土地资源有限的地区尤为重要。目前市场上主流的光伏组件有单晶硅、多晶硅、薄膜等类型，其中单晶硅组件因其较高的转换效率，受到各行业人员的高度青睐。光伏组件耐久性也是选择时需要考虑的因素，光伏电站通常设计使用寿命在25年以上，组件必须承受长期的风吹日晒和温度变化，选择具有良好耐候性和抗老化性能的组件，减少维护成本，提高电站的整体可靠性。成本效益也是选择光伏组件时不可忽视的因素，虽然高效率的组件初期投资较高，但从长期角度来看，其高发电量会带来大量收益。因此，在选择光伏组件时，需综合考虑其性能、成本、预期的投资回报率。

在进行光伏组件配置时，涉及到电站设计和布局，工作人员根据电站的地理位置和气候条件，合理设计组件的安装角度，最大化吸收太阳能。例如：在北半球，光伏组件通常朝南安装，调整至最佳倾角，从而获得较强的太阳辐射量。合理的串并联设计能减少电压损失，提高系统的整体效率。在设计时，工作人员全面分析组件电压、电流特性，以及逆变器的输入要求，确保系统运行的稳定性。随着智能技术的发展，光伏电站组件配置向智能化方向发展，通过集成智能监控和数据分析系统，实时监测组件的运行状态，及时发现光伏运行中存在问题，进一步提高电站的运维效率<sup>[1]</sup>。

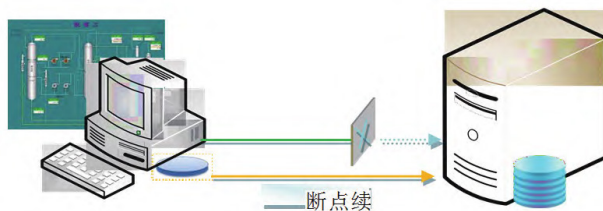
#### （二）逆变器技术优化

逆变器需要具备高效率的能量转换能力，有效减少能量转换过程中的损失，为此，要积极采用先进的功率半导体器件，进一步优化电路设计，提高逆变器的转换效率，增强整个光伏电站的发电效率。智能光伏电站中的逆变器要具备智能控制功能，根据光照强度、温度等环境因素自动调节工作状态，实现最大功率点跟踪（MPPT）。通过优化控制算法，提高逆变器对环境变化的适应性，确保光伏电站始终工作在最佳状态。但值得注意的是，逆变器在长时间运行过程中需保持高度的稳定性，采用高质量的元器件，严格规范生产工艺，保证逆变器在各种恶劣环境下都能稳定运行，减少故障率。同时，智能光伏电站逆变器还要具备良好的通信能力，能与电站监控系统进行数据交互，实时传输运行数据和状态信息。需要安装先进的通信模块和监控软件，实现对逆

变器运行状态的远程监控和管理，提高电站的运维效率<sup>[2]</sup>。

#### （三）智能监控系统开发

为了提高光伏电站的运行效率，智能监控系统开发显得尤为重要，主要包括数据采集、数据传输、数据处理、数据展示方面的关键技术。数据采集直接关系到后续数据处理，包括光伏组件电压、电流、温度等参数，以及光照强度、风速、温度等环境因素。现代智能监控系统通常采用高精度的传感器和数据采集设备，实时监测电站的运行状态，通过无线网络将数据传输至独立处理系统。在智能光伏电站中，数据传输要保证实时性和安全性，通常采用工业级的通信协议，如Modbus、OPC UA等，提高数据在传输过程中的稳定性。同时，为了防止数据泄露和网络攻击，采取加密和认证机制，保障数据传输的安全性。数据处理涉及到数据分析，数据处理系统需要具备强大的计算能力，快速分析大量实时数据，真实识别出潜在的故障问题。还要具备数据挖掘和机器学习的能力，通过历史数据分析预测电站的运行趋势，为维护决策提供支持。数据展示是智能监控系统与用户交互的界面，直接影响到用户对电站运行状态的理解<sup>[3]</sup>。在智能光伏电站中，数据展示通常采用图形化界面，直观展示电站的实时数据，通过仪表盘、图表、报警信息等形式，用户快速了解电站的运行情况，及时做出响应（如图1所示）。



> 图1 数据追加结构示意图

### 四、智能光伏电站开发及运维管理体系的实施措施

#### （一）智能光伏产品应用

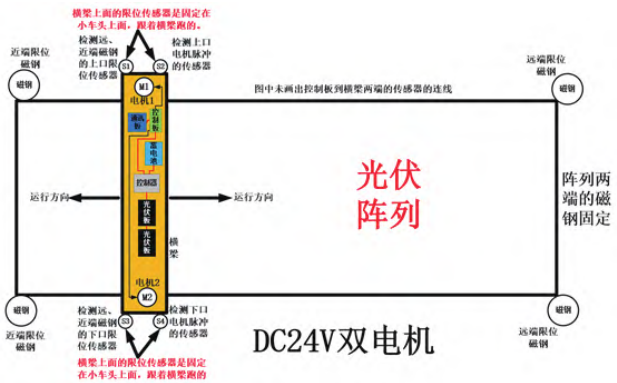
在天源新能源的智能化光伏试点项目里，用了41台光伏发电设备，有6台智能箱变，34台古瑞瓦特的智能组串式逆变器，新风光的智能SVG设备1台，配备大疆M600Pro的能巡检无人机，以及一系列智能运维技术，如光伏组件的智能清扫机器人、大华的可视化远程运维平台、智能水冲洗系统等。这些高科技玩意儿都是为了让电站运行得更智能、更高效。智能组串式光伏逆变器通过集成先进的通信技术和智能控制算法，实时监控光伏组串，自动识别组串状态，调整工作参数，提高光伏系统的转换效率，具备故障自诊断和远程维护功能，降低运维成本和故障响应时间。智能光伏箱变集成变压、保护、监控等多项功能，采用模块化设计，便于安装和维护，实时监测电网状态和光伏发电情况，自动调整输出电压和频率，确保电网的稳定运行。此外，智能光伏箱变设置远程监控和故障预警功能，提高电站的运维效率。智能SVG（Static Var Generator）设备用于调节电网的无功功率，提高电能质量，采用先进的电力电子技术，能快速响应电网需求，实现动态无功补偿。利用智能算法优化控制策略，控制电网



的电压波动和电流谐波，保障光伏电站的高效运行<sup>[4]</sup>。

（二）大数据、互联网、人工智能应用

天源新能源在工业房屋顶上设置智能光伏电站，这样一来，发电设备就散得到处都是，给电站的日常维护增加了不少难度。为了更快地处理设备故障，提高应对突发事件的能力，要大力推广智能化技术，让光伏发电变得更加智能。如果遇到没法拉光纤的情况，用物联网的无线传输技术把数据连到天源新能源的智能运维系统上，这样就能更好地分析电站的运行数据，让电站运行得更顺畅。目前，天源新能源公司建立可视化移动运维平台和智能光伏发电集控运维中心，型号为 IBM Storwize V3700，存储量 24TG，保存年数 25 年。同时，为了避免受到设备因素和环境因素影响，采用智能巡检无人机规范巡检路径，有效节约人力资源，增强运维效率（如图 2 所示）。



> 图 2 智能清扫机器人原理图

（三）智能光伏技术创新

为了实现对光伏电站实时数据的精确采集，设计一款基于

Linux 系统的数据采集软件（LDAQ）。该软件利用 Linux 系统的开源特性，LDAQ 软件自由获取和修改，便于根据光伏电站的具体需求进行定制化开发。Linux 系统以其高度的稳定性著称，LDAQ 软件在 Linux 环境下运行，保证数据采集的可靠性；LDAQ 软件采用高效的数据采集算法，能快速收集光伏电站的各项运行数据<sup>[6]</sup>。为了确保数据传输的安全性，设计一套仅能正向传输的数据传输系统，在数据传输过程采用加密技术确保数据不被非法截取或篡改；系统利用点对点的传输方式，确保数据能够准确无误地从数据采集点传输到数据处理中心，通过优化数据传输协议，减少数据传输延迟，提高数据传输效率。在光伏智能运维系统中，对各电站的生产实时数据进行标准化的数据编码及数据存储工作至关重要，制定统一的数据编码规则，确保不同光伏电站的数据能够统一格式，便于数据的整合和分析；建立标准化的数据存储机制，确保数据的完整性；定期对数据进行备份，确保在数据丢失时能及时恢复<sup>[7]</sup>。

五、总结

综上所述，随着全球能源结构不断转型，智能光伏电站作为新能源领域的重要组成部分，其开发与运维管理体系的构建与实施显得尤为关键。本研究通过对智能光伏电站的开发流程、运维管理体系构建以及实施策略的深入探讨，旨在为相关企业和研究机构提供科学的管理模式。本研究虽然已经取得了一定的成果，但仍有许多问题要进一步完善。我们期待未来能有更多的研究者投入到这一领域，共同推动智能光伏电站的发展，为实现可持续能源的目标贡献力量。

参考文献：

[1] 张磊, 叶海瑞, 柏嵩. 能源互联网之智能光伏电站建设及运维分析 [J]. 华东科技, 2023(6):128-130.  
[2] 刘龙. 光伏电站智能化运维研究 [J]. 光源与照明. 2022,(1).  
[3] 全国首座潮光互补型智能光伏电站实现全容量并网发电 [J]. 中国机电工业, 2022(7):54.  
[4] 顾章平, 黄和平. 基于电能测量的百兆瓦智能光伏电站大功率变流设计开发 [J]. 电气技术与经济, 2021(6):1-9.  
[5] 韩虎虎, 祁鑫, 王鹤飞, 等. 基于激光雷达点云数据的光伏电站智能巡检系统 [J]. 电子设计工程, 2023,31(4):109-113.  
[6] 陈振宁, 席管龙, 赵正杰, 等. 浅析智能集控平台在光伏发电站生产中的应用策略 [J]. 中国设备工程, 2024(z1):92-93.  
[7] 冯钢, 苗瑞军, 彭宇, 等. 集中式光伏电站安全管控一体化平台建设研究 [J]. 电力设备管理, 2024(2):200-202.



# 数字化管控技术在电力工程建设安全管理中的应用

官宇

广西国电投海桂新能源有限公司，广西 南宁 530025

**摘 要：** 电力建设工程在推进过程中，面临着外部环境多变、地理跨度大、人工操作频繁且安全风险高的复杂情况，这使得安全管理任务繁重且充满挑战。为有效应对这些挑战，本文着重讨论了将数字化管控技术引入电力建设工程安全管理的重要性及其具体实施方案，通过精准化和系统化的管理方式，提高安全管理的效率和质量，为电力建设工程的顺利进行提供全新的思路和技术支持，确保工程建设在安全可控的轨道上稳步推进。

**关 键 词：** 电力工程；安全管理；数字化管控技术

## The Application of Digital Control Technology in Safety Management of Electric Power Engineering Construction

Gong Yu

Guangxi Guodian Touhaigui New Energy Co., Ltd. Nanning, Guangxi 530025

**Abstract：** In the process of promoting power construction projects, they face complex situations such as variable external environments, large geographical spans, frequent manual operations, and high safety risks, which make safety management tasks heavy and challenging. To effectively address these challenges, this article focuses on the importance of introducing digital control technology into the safety management of power construction projects and its specific implementation plans. Through precise and systematic management methods, the efficiency and quality of safety management can be improved, providing new ideas and technical support for the smooth progress of power construction projects, and ensuring that engineering construction steadily advances on a safe and controllable track.

**Keywords：** electric power engineering; security management; digital control technology

当前，电力领域的运行状况对于我国电能供应的稳定性和可靠性具有至关重要的影响，从而直接关系到社会的平稳运行和持续发展。因此需要积极采取措施，提升电力能源供应的持续性、稳定性和安全性<sup>[1]</sup>。随着我国社会经济的蓬勃发展，电力系统的完善程度日益提高，这为电力行业的未来发展指明了新的方向。在今后的电力工程项目规划与建设中，能源供给的优化应被置于首要位置，以确保我国能源战略体系的不断完善，并进一步推动社会经济的繁荣。在电力工程建设安全管理方面，由于涉及到人员、环境、设备、工艺等多个方面的管理内容，管理难度相对较大，任何环节的疏忽都可能导致安全问题的出现，进而对供电稳定性产生不良影响。因此，本研究高度重视电力工程建设安全管理的全过程动态化，通过引入先进的数字化管控技术，实现对工程建设全过程的实时监控和精准控制，以提升工程管理的效率和效果<sup>[2]</sup>，确保电力工程建设的安全和顺利进行。

### 一、数字化管控技术及其平台架构

#### （一）核心概念的界定

数字化管控技术，其核心在于通过数字化手段，对各类信息实施全面的收集、细致的处理、深入的分析和精准的应用，从而实现对生产过程的全面把控和高效管理。在电力工程建设领域，由于项目规模庞大、技术细节繁杂、安全风险显著，传统的安全管理手段已逐渐暴露出局限性。鉴于此积极引入数字化管控技术，借助实时监控、数据分析与智能预警等多重手段，不仅显著提升了安全管理的效率和准确性，而且有效降低了潜在的事故风险<sup>[3]</sup>。

#### （二）平台基本架构

用户层集成了多元化的业务管理模块、高清视频图像处理技术和前沿的数据分析能力，帮助管理人员制定科学决策。利用 GIS 技术，通过三维可视化系统提供详尽的统计分析报告，展示人员、施工、事件等空间布局，为安全生产管理提供坚实的保障。

服务层以 SOA 架构为设计基础，对用户层功能进行了精细的抽象和整合，利用 GIS 作为空间分析的核心服务，结合 Supermap、Skyline 等平台，为用户提供了出色的空间分析能力。Web 服务方面，通过对业务数据和流程的深度融合，实现了业务实体的高效响应和精确表达，为业务整合奠定了坚实的基

\* 作者简介：官宇（1996年3月），男，民族：汉族，籍贯：河北省沧州市，学历：大学本科，职称：中级注册安全工程师/经济师，研究方向：安全管理，邮箱：13121169383@163.com

础<sup>[4]</sup>。同时基于先进的数据库技术构建了数据分析服务，将复杂的业务查询、分析功能转化为直观、易用的服务，降低了对应用人员专业技能的依赖。此外引入了AI辅助技术，如智能语义分析、专家系统推理和图像识别等，实现快速查询、智能预警。

数据层以先进的虚拟化技术，通过智能动态资源分配机制，保证数据存储、处理、共享等关键业务功能的高效执行，从而构建出一个安全、稳定、高效的数据中心，为整个项目提供了强大的数据支撑，确保项目的持续稳定运行。

感知层作为各终端数据接入的重要基石，部署了先进的数据收集设备和网络通信工具，确保数据的实时性和准确性。对于实时性要求高的应用场景，引入边缘计算模块，实现数据的快速处理和响应，为安全生产管理提供有力保障。

数字安全管理平台架构的设计遵循了系统化的原则，其结构由感知层、数据层、服务层以及用户层共同构建（如图1所示）。



图1 数字化安全管理平台架构

## 二、电力工程建设安全管理中的问题剖析

### （一）工程设计阶段的问题

电力工程建设规模的持续扩大，对设计阶段的要求愈发严格。然而，当前阶段仍面临一些挑战。首先，设计方案的可行性评估不足。部分设计方案在初步设计时未充分考虑实际施工条件和运行环境，导致后期施工中出现难以预料的问题。其次，设计标准更新不及时。电力行业技术的快速发展要求设计标准与之同步更新，但当前存在设计标准更新滞后于新技术应用的现象，影响了工程质量和安全。

### （二）质量管理方面的问题

电力工程建设的质量管理直接影响项目的长期稳定运行。目前，质量管理方面存在以下问题：一是质量监控机制不完善。部分项目在质量监控上缺乏全面性和系统性，导致某些关键节点的质量控制被忽视。二是质量责任不明确。在质量管理过程中，各参与方的质量责任划分不清晰，影响了质量问题的及时处理和追责。

### （三）安全管理制度方面

安全管理制度是电力工程建设中不可或缺的一环。然而，当前的安全管理制度存在以下不足：一是制度内容不全面。部分安全管理制度在内容上未能覆盖所有关键的安全管理环节，导致安全管理存在漏洞。二是制度执行不严格。在实际工作中，部分人员对安全管理制度的执行缺乏足够的重视，存在违规操作现象，增加了安全事故的风险。

### （四）电力工程建设安全管理要点分析

为了确保电力工程建设的安全顺利进行，需要关注以下管理

要点：首先，建立健全安全管理体系。通过制定完善的安全管理制度和规范，明确各参与方的安全责任和义务，确保管理工作有序进行。其次，做好教育和培训。为加强企业安全生产管理，不断深化并定期开展安全教育和培训活动，进一步增强员工的安全警觉性，提升他们的专业技能和操作能力，从而有效减少安全事故的发生，确保企业运营的持续稳定和安全可靠。最后，强化现场安全管理。加强施工现场的安全监管和隐患排查工作，及时发现并消除安全隐患，确保电力工程建设的安全进行。

## 三、数字化管控技术在电力工程建设安全管理中的实施要点

### （一）优化多源数据整合

在电力工程建设安全管理中，数字化管控技术的应用依赖于一个高效的安全管理平台。该平台的成功构建需要电力工程项目团队与软件供应商的深度协作，以确保先进的人工智能、大数据、GIS等技术能在安全管理平台中得到有效整合，并发挥最大效能。鉴于数字化安全管理平台所处理的数据源具有多样性，包括航空影像、矢量地理信息等多种类型，这些数据源共同构成了现场设备、人员及环境的全面信息视图<sup>[5]</sup>。然而，由于数据源在种类、格式和规模上的差异性，优化多源数据的整合成为关键。为实现这一目标，首要任务是构建一个适应多源数据存储的框架，以实现数据的分类、有序存储和高效检索。其次，应建立一个统一的数据处理中心，确保不同数据源之间的顺畅交互，并维持数据结构的统一性和标准化。最后，通过开发先进的数据处理和分析模型，如LOD数据模型，实现对复杂工作环境的精准模拟和分析，从而进一步提高安全管理工作的质量和效率。

### （二）实时数据采集处理系统的构建

随着技术的进步，实时数据采集处理系统已成为数据化管控体系的核心。通过集成远程视频实时监控、智能终端巡查等技术手段，该系统能够实时、准确地采集数据。面对日益增长的数据量，需要确保系统具备高效的实时性和响应速度，以便快速处理和分析数据。同时，制定统一的数据采集标准，确保数据采集、传输和利用的规范性和高效性，为系统的稳定运行提供有力保障<sup>[6]</sup>。

### （三）三维仿真环境的持续优化

三维仿真技术在电力工程建设安全管理数字化管理中发挥着重要作用。为确保仿真实训的安全性和有效性，需要持续优化三维仿真环境，识别并消除潜在的安全隐患。具体而言应制定详细的三维场景数据建模流程，确保建模过程的规范性和准确性。同时，结合大场景动态加载技术，实现大规模数据量的高效处理和展示，提升仿真实训的流畅性和真实性。此外还应加强对仿真环境中安全隐患的监测和预警，确保电力工程建设过程的安全可控。

### （四）建立数字共享服务中心推动数字化转型

为实现电力企业的数字化转型，需要加强数字共享服务中心的建设。通过该中心实现人力资源、金融、审计、法律事务以及

信息技术等领域的资源共享和协同工作。为解决信息共享和壁垒问题，利用 RPA 技术实现自动化流程管理，提高工作效率。同时通过终端智能化和物联网技术实现数字化安全生产；加速企业数字化人才建设和设计的数字化转型。

### （五）案例分析

某知名电力公司在电力行业创新发展中成功将数字化管控技术应用到电力工程建设领域，并取得了显著成效，不仅优化了工程建设的整体流程，更重要的是提升了工程建设的安全管理水平。该公司深刻认识到电力工程建设中安全管理的重要性，任何细微的疏忽都可能带来不可挽回的损失。因此引入数字化管控技术，通过先进的科技手段加强安全管理，使得公司能够实时监控建设现场，通过高清监控设备捕捉每个角落的实时画面，一旦发现安全隐患，就能迅速采取措施进行处理。而实时监控和预警机制的建立，使得公司能够及时发现并处理大量的安全隐患。过去，由于信息传递不畅、监控手段有限等原因，许多安全隐患被忽视或遗漏，给工程建设带来了潜在的风险。然而，随着数字化管控技术的引入，这些隐患得到了有效的控制和处理，从而降低了事故发生的概率。

此外，该公司还利用数字化管控技术对数据进行了分析。通过对历史数据的统计分析，管理人员能够了解到哪些环节容易出现问題、哪些因素容易引发事故等。基于这些分析结果，公司制定了一系列针对性的预防措施和应急预案，并在实际工作中加以应用，不仅提高了公司的应对能力，也进一步增强了安全管理水平。

为了加强员工的安全意识，该公司还组织了一系列的培训和

教育活动。通过培训课程和实践活动，员工深入了解了数字化管控技术的原理和应用方法，并提高了对安全规定的遵守意识。这种培训和教育的方式，使得员工能够更加自觉地遵循安全规定和操作规程，进一步降低了事故发生的概率。

总之该电力公司通过引入数字化管控技术，不仅优化了工程建设的流程、提高了工作效率和工程质量，更重要的是它极大地提升了工程建设的安全管理水平，这一创新的管理方式不仅展现了公司在电力行业中的领先地位，也为其他企业提供了宝贵的借鉴和启示。

## 四、结语

鉴于电力工程项目在建设过程中涉及多个复杂环节以及多变的施工环境，以及为降低电力工程建设施工中安全事故的风险，亟需构建一个健全且高效的安全生产管理体系，并明确各级管理人员及施工技术人员职责。当前，数字化技术体系在我国电力工程建设安全管理中得到了广泛运用，成为预防安全事故的关键手段之一。为确保数字化技术的有效应用，要构建数字化安全管理平台，并充分考虑工程实际情况，合理设计平台的层级结构和功能布局。同时，要以提升数字化技术应用水平、优化系统架构为核心，利用实时数据采集、三维可视化等先进技术，对环境中的多种因素进行精准分析。

通过构建数字化安全管理平台，实现对电力工程建设全过程的实时监控和有效管理，确保工程数据信息的及时、准确传递和利用，促进工程建设的顺利进行。

## 参考文献：

- [1] 马进财, 孙军芳, 赵云鹏, 等. 科学运用信息技术强化电力工程建设安全管理 [J]. 农电管理, 2024, 18(01): 78-79.
- [2] 肖靖, 曾锦松, 纪绿泓, 等. 基于互联网+智慧监理平台的数字化管控探索 [J]. 电子元器件与信息技术, 2023, 7(11): 209-212.
- [3] 廖静, 肖秦琪, 张鹏. 数字化技术在电力工程建设质量管理中的应用 [J]. 集成电路应用, 2023, 40(11): 238-239.
- [4] 胡全, 李会超. 数字化管控技术在电力工程建设安全管理中的应用 [J]. 中国电业, 2021, 15(03): 82-83.
- [5] 张广成. PDCA 在电力建设工程项目安全管理中的应用 [J]. 门窗, 2019, 14(18): 296.
- [6] 电力建设智慧安全监管/管理系统 [J]. 自动化博览, 2019, 27(06): 64-66.

# EPC 模式下分布式光伏发电的基建运营一体化安全管理研究

黄友诚

广西国电投海桂新能源有限公司, 广西 南宁 530025

**摘 要 :** 随着社会经济的发展, 能源需求不断增加, 能源结构也在不断变化。光伏发电作为一种新型的发电技术, 近年来得到了较快的发展, 分布式光伏发电是其中的重要类型。EPC 模式是一种建设管理模式, 能够提高建设效率、降低外部沟通成本, 因此在分布式光伏发电建设中得到广泛应用。在 EPC 模式下, 分布式光伏发电在建设、施工、运维等各个环节都需要做好相应的安全管理工作, 以确保光伏电站的长周期稳定运营。文章对 EPC 模式下的分布式光伏电站的特点进行简要分析, 进而从项目前期基建安全管理和施工过程中的安全管理, 运维期间的安全管理等角度出发, 分析 EPC 模式下的分布式光伏电站的安全管理问题。

**关 键 词 :** 光伏发电; EPC 模式下; 分布式光伏发电; 基建; 运营; 安全管理

## Research on Integrated Safety Management of Infrastructure Operation for Distributed Photovoltaic Power Generation under EPC Mode

Huang Youcheng

Guangxi Guodian Touhaigui New Energy Co., Ltd. Nanning, Guangxi 530025

**Abstract :** With the development of social economy, energy demand is constantly increasing, and the energy structure is also constantly changing. Photovoltaic power generation, as a new type of power generation technology, has experienced rapid development in recent years, and distributed photovoltaic power generation is an important type among them. EPC mode is a construction management mode that can improve construction efficiency and reduce external communication costs, and is therefore widely used in distributed photovoltaic power generation construction. In the EPC mode, distributed photovoltaic power generation requires corresponding safety management in various stages such as construction, construction, and operation to ensure the long-term stable operation of photovoltaic power plants. The article provides a brief analysis of the characteristics of distributed photovoltaic power plants under the EPC mode, and then analyzes the safety management issues of distributed photovoltaic power plants under the EPC mode from the perspectives of infrastructure safety management in the early stage of the project, safety management during the construction process, and safety management during operation and maintenance.

**Keywords :** photovoltaic power generation; under EPC mode; distributed photovoltaic power generation; infrastructure operate; security management

### 引言:

EPC 光伏电站建设模式有效缩短了光伏电站的建设周期, 使其更接近市场经济的规律<sup>[1]</sup>。更重要的是, EPC 总包单位可以凭借其专业的技术和丰富的经验, 极大地降低了光伏电站的建造成本, 使得更多的项目得以实现<sup>[2]</sup>。这种模式不仅提高了光伏电站的建设效率, 也降低了建设成本, 使得光伏太阳能这种清洁能源在市场上的竞争力大大增强。同时, 这也意味着更多的资金可以投入到光伏电站的建设中, 进一步推动我国光伏发电产业的发展。

### 一、EPC 模式下的分布式光伏电站项目安全问题

光伏太阳能作为一种清洁能源, 具有无可比拟的优势, 它不

仅低碳环保, 而且经济实惠、可复制性强。与传统的火电相比, 光伏发电项目能够显著节约标煤, 从而相应地减少二氧化碳的排放量, 这是对环境保护的巨大贡献<sup>[3]</sup>。近年来, 随着科技的进步

\* 作者简介: 黄友诚, 1978 年 7 月, 性别: 男, 民族: 汉族, 籍贯: 江西省都昌县, 学历: 大学本科, 职称: 高级工程师/经济师, 研究方向: 安全管理, 新能源建设及生产管理, 邮箱: 326537969@qq.com



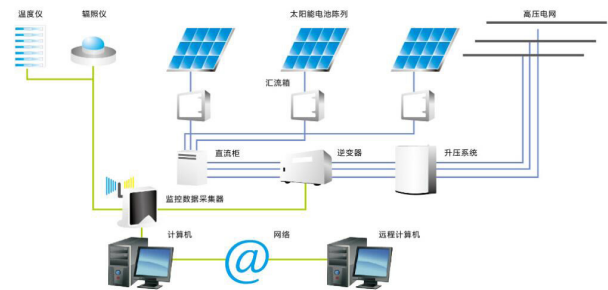
和政策的支持，我国的光伏发电产业取得了快速发展（表1）。

表1 2024年一季度我国光伏电站并网容量统计（单位：万千瓦）

项目	集中式光伏电站	分布式光伏电站	合计
2024年一季度新增并网容量	2193	2381	4574
截至2024年3月底累计并网容量	37950	28000	65950

数据来源：国家可再生能源中心、中国电力企业联合会。

近年来越来越多的光伏发电站项目在各地涌现，这无疑是我国能源结构转型和绿色发展的一大步。在这些光伏发电站的建设过程中，EPC分布式光伏电站建设模式较为常见。分布式光伏并网系统原理见图1。



> 图1 分布式光伏并网系统原理

近年来，分布式光伏发电技术不断完善，EPC分布式光伏电站项目不断增加。在EPC模式下的分布式光伏电站项目中，由于其分散布置、运维难度大、火灾隐蔽性强、交通偏远、安全检查困难等特点，确实存在诸多安全问题，因此必须积极做好相应的安全管理工作，以保障分布式光伏电站的安全水平，推动分布式光伏电站的可持续发展。EPC总包单位必须树立安全第一的思想，将安全管理工作放在首位<sup>[4]</sup>。首先，在电站的建设和施工阶段，应严格遵守相关安全规范，确保施工机械和工具的质量和安全性。同时，应加强施工现场的安全管理，确保施工人员按照规定佩戴安全防护用品，避免发生意外伤害。此外，应定期进行施工现场的安全检查，及时发现并整改安全隐患，确保施工过程的安全。其次，在电站的运维阶段，应加强电站设备的维护和保养，定期进行检查和检修，确保设备的安全运行。同时，应加强电站的安全管理，制定相应的安全管理制度和应急预案，定期进行安全演练，提高员工的安全意识和应对突发事件的能力。此外，应加强与当地消防、公安等部门的沟通与合作，共同开展电站的安全检查和应急处置工作。此外，针对分布式光伏电站分散布置的特点，应采取针对性的安全管理措施。例如，对于无人值守的电站，应加强远程监控系统的建设，实时监测电站的运行状态和安全情况；对于交通偏远地区的电站，应加强交通安全的保障，确保运输和维修人员的安全。

二、EPC模式下的分布式光伏电站的安全管理问题分析

（一）项目前期基建安全管理

在分布式光伏电站项目建设的前期，为了确保项目建设的顺利进行和电站的高效稳定运行，科学的可行性和精细的安全

管理是非常关键的步骤<sup>[5]</sup>。首先，对于光伏电站的建设位置，需要对屋顶的安全边界条件进行充分的评估。这包括屋顶的结构、承重能力、防水防风条件等，以确保电站的建设不会对屋顶结构造成破坏或影响其安全性。同时，对于屋顶材料如混凝土、钢材等也需要进行详细的评估，以确定是否符合光伏电站建设的要求。EPC总包单位应组织专业人员对各项工程进行风险评估，识别潜在的危险源和危害因素，并采取相应的预防和控制措施。其次，屋顶企业的安全生产状况也是必须要考虑的因素。施工单位需要确保屋顶企业具备良好的安全生产管理体系和经验，以保证在电站施工过程中，能够严格遵守安全操作规程，避免发生安全事故。同时，还需要对屋顶企业的设备状况进行检查和维护，确保其能够满足光伏电站施工的要求。此外，所在区域的光伏能源消纳情况也是需要考

虑的重要因素。在项目的建设过程中，施工单位需要全面了解项目所在地区的电力需求、电力供应情况以及光伏发电的利用率等，以确定该地区是否适合建设光伏电站以及电站的建设规模。在开始正式施工操作之前，需要对全体施工作业人员进行系统的培训，针对施工作业中涉及到的光伏发电站施工相关专业知识、专业操作技能、可能会出现

的风险问题、各类风险的识别和预防等内容，组织全体人员进行认真的学习。并在集体学习与培训后开展考核，对于经考核合格的人员，方可参与后续施工作业，是确保电站施工安全的重要措施之一。三级安全教育是指对新进场的作业人员进行全面的安全培训和教育，包括规章制度的学习、安全操作规程的培训、事故案例的分析等，以提高作业人员的安全意识和自我保护能力。除了三级安全教育外，每天开工前必须进行“三讲一落实”。这包括对作业人员进行安全交底，明确当天的作业内容和风险点，落实安全措施和应急预案，确保每个作业人员都清楚自己的工作内容和安全要求。这有助于提高作业人员的风险意识和自我保护能力，确保电站施工的安全和顺利进行。

（二）项目施工过程中的安全管理

光伏电站建造期间的安全控制是至关重要的，对确保施工过程中的安全以及避免意外事故的发生具有重要的意义。光伏电站的施工建设过程中，涉及到施工材料、现场环境条件、施工人员等多方面的复杂因素，极易出现各种风险问题，存在诸多安全隐患，强化项目施工过程的安全管理至关重要。在施工作业前相关教育和培训之外，总包单位还需要再施工期间定期举办安全教育培训，以进一步强化、提升施工人员的安全意识和技能水平。同时，需要严格遵守相关的安全操作规程，注意风险辨识和风险监控，妥善保护电缆等重要设施，并遵守安全文明标准化施工的思想，制定并实施安全生产标准。只有这样，才能确保光伏电站建设过程中的安全和顺利进行。另外，还需要通过对全体人员的安全培训和教育，不断提高全体人员的安全素质和应急处理能力，以确保其在突发事件中能够迅速、准确地应对。光伏电站建设中涉及到诸多专业施工作业项目，例如各种电气设备施工和消防施工等。这些施工作业内容较为专业，作业过程中极易出现一定的安全问题。为确保作业安全，要求相应的作业人员必须具备相应的资格。这些作业需要严格遵守相关的安全操作规程，确保施工

过程中的安全和规范。在施工过程中,总包单位需要注意风险辨识和风险预控。对于光伏组件的踩踏、损坏等行为,必须予以高度重视并采取相应的预防措施。同时,电缆等重要设施也需要得到妥善保护,防止其受到损坏或破坏。此外,施工现场需要遵守安全文明标准化施工的思想,强化安全教育,使每个施工人员都认识到安全的重要性,并能够按照安全操作规程进行作业。同时,制定并实施安全生产标准,确保施工现场的各项安全措施得到有效落实,及时发现和纠正潜在的安全隐患。

### (三) 光伏电站运维环节的安全管理

光伏电站运维环节,风险管控与安全管理水平直接影响着光伏电站投资收益<sup>[9]</sup>。为了确保光伏电站的运维安全,需要建立集中监控模式和落实安全岗位责任,同时强化日常安全隐患排查和人才培养。只有这样,才能保障光伏电站的安全稳定运行,为社会可持续发展做出贡献。光伏电站运维环节的安管理工作开展过程中,首先需要扣扣构建运维安全管理集中监控模式。为了提高运维安全管理的效率和质量,需要构建集中监控模式,实现对区域内多个分布式能源系统的远程监控。为此,需要建立统一管控平台,设计多种管理和控制功能,通过对各项数据的动态监测和记录、分析,及时观察光伏发电站的日常运行情况,发现其中存在的风险或问题。同时,应充分利用大数据技术,通过实时采集和存储大量数据,进行深度分析和挖掘,以便发现潜在的安全风险和隐患。EPC总包单位应加强技术研发和引进,采用先进的安全技术和方法,提高安全管理水平。其次,还需要落实安全岗位责任,明确各级管理人员和操作人员的安全职责,确保安全管理工作的有序进行。总包单位应合理分配安全管理责任,分解安全管理目标,以确保每个人都明确自己的职责。定期开展安全管理会议是必要的,这有助于激发承包商安全主体责任意识,及时回顾、盘点光伏电站运作过程中出现的安全问题、存在的风险等,做好分析和应对。其次,强化日常安

全隐患排查。为了确保光伏电站的长期稳定运行,总包单位需要强化日常安全隐患排查工作。这包括定期对电站的软硬件进行巡检,及时发现并处理缺陷和隐患。建立健全安全监管体系,加强日常监管和定期检查,确保各项安全措施得到有效执行。同时,应加强与业主、监理等相关方的沟通与协调,形成有效的安全监管机制。对于发现的问题和隐患,应及时整改并报告,确保光伏电站的安全稳定运行。单位应建立缺陷和隐患治理机制,对发现的问题进行及时整改,确保电站的安全稳定运行。另外,还需要建立完善的安全管理制度和操作规程,规范电站运维过程中的安全管理行为,确保各项安全措施得到有效落实。在光伏电站运维安全管理中,还应该注重人才培养和队伍建设。通过定期开展安全培训和技能培训,提高操作人员的安全意识和技能水平,确保他们能够正确、规范地执行各项操作和维护工作。同时,总包单位还需要建立完善的应急预案体系,以便在突发事件发生时能够迅速响应和处理,降低事故损失。

## 三、总结

总之,在EPC模式下,分布式光伏发电的建设、施工、运维过程中需要做好相应的安全管理工作,以确保光伏电站的长周期稳定运营。针对EPC模式下的分布式光伏电站项目的特点,应从多个方面做好相应的安全管理工作。这需从设计、施工、运维等多个环节入手,建立完善的安全管理制度和应急预案,加强安全教育和培训,提高员工的安全意识和应对突发事件的能力。EPC总包单位应树立安全第一的思想,加强制度建设、风险评估与控制、安全监管与检查、技术保障与人才培养等方面的工作,确保光伏电站的安全稳定运行。只有这样,才能确保分布式光伏电站的安全水平,推动分布式光伏电站的可持续发展。

## 参考文献

- [1]白映波,李东海,李宾,等.基于数字化技术的工程质量管理模式在光伏电站工程EPC项目中的应用研究[J].中国科技纵横,2023(20):109-113.
- [2]刘腾腾.浅谈EPC光伏电站工程建设过程的项目管理[J].电力设备管理,2022(11):165-167.
- [3]王庆安,李龙.EPC模式下集中式光伏电站基建运营一体化安全管理研究[J].电力设备管理,2023(13):214-216,231.
- [4]张欣.基于EPC模式下光伏电站建设过程的项目管理[J].建材与装饰,2024,20(13):130-132.
- [5]程智卿,时浩.大型复杂山地EPC光伏电站工程建设过程的项目管理与实践[J].房地产导刊,2022(16):4-5.
- [6]靳佳昕,王尊.EPC总承包模式下光伏电站开发与施工建设研究[J].门窗,2023(21):232-234.

# 电力工程安装与土建配合施工的关键技术

周灵灵

贵州西能电力建设有限公司，贵州 贵阳 550081

**摘要：** 在目前的建筑工程中，电力工程安装已经成为工程的重点内容之一，由于该工作和土建工程施工密切相关，因此需要在施工过程中，保证电力工程安装和土建施工的有效配合，确保电力工程的施工质量。本文分析如何提升电力工程安装和土建工程之间的配合，首先探讨电力安装工程和土建工程之间的关系，然后总结两个施工团队的配合策略，最后探讨如何在施工过程中进行有效的技术控制保证配合效果，提升建筑工程的施工质量。通过研究，帮助电力工程、土建工程技术人员强化配合，优化建筑工程的管理模式，提升建筑建设的整体质量。

**关键词：** 电力工程安装；土建施工；配合

## The Key Technology Of Power Engineering Installation And Civil Construction

Zhou Lingling

Guizhou Xineng Power Construction Co., Ltd., Guiyang, Guizhou 550081

**Abstract：** in the current construction engineering, the installation of power engineering has become one of the key elements of the project, because the work and civil engineering construction is closely related, so it needs to be in the construction process, to ensure the effective coordination between power project installation and civil construction, to ensure the construction quality of power projects. This paper analyzes how to improve the coordination between electric power installation and civil engineering, discusses the relationship between electric power installation and civil engineering at first, and then summarizes the coordination strategies of the two construction teams, finally, it discusses how to carry on the effective technical control in the construction process to ensure the cooperation effect and enhance the construction quality of the construction project. Through the research, help electric power engineering, civil engineering and technical personnel to strengthen cooperation, optimize the management mode of construction projects, improve the overall quality of construction.

**Keywords：** power engineering installation; civil construction; coordination

### 引言：

建筑工程的电力系统、电气系统的复杂性逐渐增加，可以满足目前对建筑功能、安全性方面的需求，但是也提高了对建筑工程施工的技术要求，目前电力工程已经不再是土建工程的附属物，而是作为建筑中的独立系统存在<sup>[1]</sup>。建筑工程施工中，需要确保电力工程安装和土建施工之间的配合，不仅可以保证工程质量，也能提升建筑的美观性，让电力工程的管线得到有效保护。对于施工人员而言，需要把握电力安装工程和土建工程施工配合的技术要点，加强对关键技术的控制，保证工程的施工质量。

### 一、电力工程安装和土建配合施工的意义

#### （一）电力安装和土建施工的关系

电力工程的施工在土建工程施工的基础上进行，因此土建工程施工是电力工程施工的基础。例如土建工程施工中，需要给电线、电缆、电力设备预留位置，因此土建工程施工需要结合电力系统的设计、电力系统结构特征选择施工工艺。工程施工建设中，两项施工工作有着很多交叉，所以施工中需要保证协调，保证施工秩序，给工程的顺利完工提供条件。

#### （二）保证电力设备的稳定性和安全性

土建工程可以给电力系统的设备、线路提供安装空间，也能为电力系统提供保护。通过合理土建施工，能减少外界对电力设备的影响，例如可以保证对电缆的防水、隔离，防止电缆受到腐蚀破坏<sup>[2]</sup>。而且，土建工程在一定程度上对后续电力工程安装发挥着约束作用，影响着电力线路的走线、布置等。通过强化两项施工之间的配合，能够保证电力设备布局的合理性，并且为电力设备的检修、升级提供空间，确保设备在运行过程中的稳定和安全。

\* 作者简介：周灵灵（1997-7）男，汉族，贵州省兴仁市，助理工程师，本科，研究方向：电力工程建设。



## 二、电力工程安装和土建配合施工策略

### （一）电力工程安装和土建配合施工的协调点

为保证电力工程和土建工程之间的配合，需要明确协调点，做好对施工过程的规划。施工过程中应该结合电气系统设计、各类设备布置、接地等基本要求明确施工标准；针对土建施工中的地板、模板、天花板等位置的施工需要做好预留和预埋工作；外墙施工也需要考虑建筑的电气、电力设备结构，并且避免电力系统和给排水系统之间出现冲突，合理控制管线之间的距离，保证系统是运行安全。

### （二）从设计阶段开始配合

设计阶段决定了工程的基本走向，也决定工程施工建设中不同专业的协同、配合模式，为了提升电力工程安装和土建施工的配合效果，就需要在设计阶段就明确工程的配合方式，分析施工中的状况，避免两个专业之间出现冲突<sup>[3]</sup>。电力和土建团队的技术人员需要分析图纸、施工设计方案、施工组织方案，并结合施工现场实际情况给设计团队提供建议，明确施工中配合和协同的原则，给施工提供良好条件。

因此，在工程设计团队完成初版图纸的设计后，开展图纸审核时，团建工程施工人员需要和电力安装技术人员合作，从双方共同处理的角度出发分析设计中的问题，两个团队的施工人员应该进行技术交流，检查图纸中存在冲突的部分，并共同提出建议，提升图纸的整体质量，避免施工过程中的变更。双方技术人员讨论的内容应包括交叉施工内容、施工流程、施工标准、施工顺序、施工时间，明确在交叉内容中双方的需求，为施工中的配合提供基础。

为了进一步进行设计的优化，还可以使用 BIM、智能技术等计算机技术辅助设计，利用 BIM 软件的 4D 功能对施工状况进行模拟分析，确定施工过程中的现场状况，并结合施工实际情况对方案进行优化，并制作动画明确施工方法、施工要求。通过使用智能技术，可以对工程的耗电量、成本等进行预测和分析，研究电力线路、输配电环节过程中的能量损耗，优化电力线路、输配电系统的设计，提升电力系统的稳定性，保证工程的安全性和环保性。土木工程施工人员也能了解在预埋管线、孔洞设计方面的施工标准，强化施工中的配合，提升工程施工中的整体效率。

### （三）土建工程施工阶段的配合

施工阶段是工程的实际执行阶段，需要落在在设计阶段施工标准、配合模式，确保电力工程安装团队和土建工程施工团队的有效配合。为此，电力工程的技术人员需要参与交叉施工中的土建工作，为土建施工人员予以技术上的帮助和指导，给电力安装施工提供基础<sup>[4]</sup>。例如，电力工程的技术人员需要充分参与到管线预埋、孔洞预留、封膜等位置的施工，明确施工中的处理要求，为后续的电力安装工程做好准备。

在土建结构模板施工中，电力技术人员需要负责管线预埋、放线指导，并且应合理设置插座等小电器的位置，确保建筑投入使用后的舒适度和安全性，避免出现安全风险。管线预埋期间，电力线路应该确保和给排水管线之间的协调，避免相互影响导致

电力线路湿度过高受到腐蚀，例如应该合理进行平行设计、保持线路之间的间距，避免出现交叉等，确保施工的科学性和合理性。

施工过程中要保证所有位置安装的合理性，电力工程技术人员需要参与到管线路径设计和安装工作中，例如需要合理设置管线的穿越位置，并根据建筑的结构对穿越位置进行加固，最好检测工作，保证土建工程施工的整体质量，确保电力线路的稳定性。

建筑工程施工过程中，经常会出现设计变更等情况，还有可能需要返工，为了确保施工效果，在出现上述情况后，电力技术人员也要参与其中。例如和土建工程施工技术人员共同检查是否出现材料性能缺失、钢筋结构锈蚀、电力预埋构件错误等问题，如果对电力工程的正常施工产生了影响，需要及时进行调整。

### （四）电力工程安装阶段的配合施工

在电力工程安装阶段，由于需要以土建工程为基础开展安装工作，所以需要土建技术人员进行配合，为电力工程的安装提供支持。在电力管线铺设中，由于之前在土建工程中已经完成了大量的管件的预埋，电力工程安装人员需要确定管件的预埋位置，需要通过土建工程安装人员了解预埋管件的位置、深度、数量，提升电力管线铺设环节的流畅性<sup>[5]</sup>。避免在电力工程安装中，施工人员缺少对实际情况了解导致安装错误的情况，确保对施工进度控制，防止出现返工。尤其是在设计出现变更的情况下，土建工程施工人员需要密切关注线路的铺设情况，给电力工程安装人员提供指导。

在完成线路的铺设后，进入了电力设备的安装阶段，需要进行输变电箱、机电设备、照明设施等安装工作。安装内容包括在设计位置设置电力设备，并进行线路的连接，通过调试让电力设备达到最佳状态。为此，土建工程施工人员应做好对封闭空间的保护，严格进行线路出入口的抹灰，提升对管线的封闭和保护效果，避免后续的装饰施工对工程施工的影响。

### （五）竣工检测阶段配合

在竣工检测阶段，电力工程和土建工程有很多相同的检测内容，所发现的问题可能对两方面都会产生影响，双方人员应该做好配合工作，针对交叉施工区域应进行技术控制、进度控制，并进行施工质量检查。例如需要对各类管线、电力设施等运行状况进行检查，检查土建工程施工是否满足相关标准要求。应严格检查建筑墙体内部的线路，需要根据土建墙壁上引出的线路、内部线路结构设计情况检测电力工程的安装质量，以及查看墙体的施工质量，确保对土建工程和电力工程安装质量的控制。

## 三、电力工程安装和土建装修配合施工关键技术

### （一）软土地基处理技术

软土地基一直是土建工程施工中的难题，软土不具有不合性，天气对软土的冲刷容易导致杂土出现，影响地基和结构之间的联系，会导致渗水出水的情况，严重影响电力工程的稳定性。由于地基失稳，也可能导致电力设备的损坏，所以在施工中，需



要通过有效的软土地基处理,结合工程设计、结构、比例等合理进行地基处理,保证地基的安全性。

目前,常用方法为使用强夯法对地基进行处理,可以提升地基的稳固性。在强夯施工时,应保证第一轮夯击将是夯击点间距控制在夯锤直径3倍左右,从而对地基的深处也能进行有效的夯击,后续的夯击时可以逐渐缩小夯点的间距,提升地基密度。为了解决土体沉降问题,夯击过程中需要注意控制侧向土压力,保证其在静态土压力的1.2倍。夯击后需要检查夯击效果,并分析加固效果,给后续施工提供参考。

**(二) 深基坑开挖施工**

电力工程安装和土建工程施工都需要在基坑中进行,保证深基坑开挖的科学性、确保基坑的安全,对电力工程安装、土建工程施工都具有保障作用。为了确保基坑在施工过程中的稳定,要保证围护结构的可靠性。使用工字钢承受土和地下水的压力,并建立支撑体系,保证力的传递,可以获得比较好的稳定性。深基坑施工中,常用的工字钢为 i50 型号和 i55 型号,通过使用冲击打桩机将桩体打入设计位置的土层,将桩的间距控制在1—1.2m,确保支撑效果。部分工程所在地的土质比较松软,为此,在开挖的过程中,需要避免土体出现坍塌的情况,应加入静压力桩进行加固。在基坑施工到一定深度后,要设置腰梁、横撑等提升结构的稳定性。

部分施工现场的地下水位较高,因此深基坑施工过程中需要进行降水、排水,可以采用疏干井工艺进行处理。在基坑开挖深度超过6m后,通过挖直径500mm的孔洞进行排水;排水过程中,为了避免出现电梯井、集水坑内存在大量积水的情况,应专门在电梯井旁设置集水井。为了保证集水效果,需要随着基坑开挖逐渐增加集水井的深度,以及合理设置截水沟、泄水管等辅助措施。截水沟一般在基坑的坡顶设置,完成挖掘后需要使用喷射混凝土处理,将水中的杂质和垃圾沉淀,最后将水排入市政排水管网中。

**(三) 预留预埋技术**

土建工程施工需要根据电气设别、电离线路的规划开展工作,保证电缆走向的合理性,保证电气系统运行效率的同时,也

能提升建筑的安全性和美观性。因此,土建工程施工中应该做好预留、预埋工作,给后续电气工程施工提供足够的空间。

在结构施工初期,就该确定电气设备的数量和位置,并对预留、预埋施工方法、土建工程不同部分的施工顺序做好规划。施工时需要根据图纸设计确定铲墙管道、穿梁管道套管的位置,并开展严格的防水处理,合理进行排水管道的预留等,给之后的电力工程安装提供良好条件。对穿墙、穿梁套管需要做好密封,有效使用止水挡板避免有水渗透破坏电缆和影响电力设备,确保电气系统的防水性能。排水管道施工需要以建筑的排水需求为基础,因此设计排水管道时应该做好对排水量的计算,将排水管道设置在合适位置,以及选择合适的尺寸;在预埋电缆时,要保证电缆位置、数量的合理,并做好施工中的控制。

**(四) 严格控制安装阶段的暗敷工作**

在导线安装过程中,通过做好暗敷工作,可以保障电力工程的安全性,并促进电力工程安装的安全效果,保证电力安装和土建施工两个专业之间的高效协调。在对内置管道的脚注工作结束后,要在短时间内快速穿插电缆,完后完成上层钢筋的绑扎工作。在浇筑混凝土时,电力安装人员需要和土建施工人员共同监督浇筑的全过程,确保在浇筑过程中出现电缆、电线受损的情况,电力人员可以快速开展维修工作。

**结论:**

电力安装工程和土建工程之间有着十分密切的关系,两部分施工团队需要在工程施工中有效配合,从而确保电力设备、电力系统的安全和稳定,减少电力设备运行过程中出现故障的概率。工程建设中,需要从设计开始就加强技术人员之间的配合,明确施工标准、交叉施工配合模式,施工过程中双方施工技术人员需要加强交流,强化对施工工作的管理和控制,有效应对变更等情况,在竣工阶段,也要采取相关标准进行检查。施工中,需要合理使用软土地基处理技术、深基坑开挖技术、预留预埋技术与暗敷技术,通过技术控制避免配合上出现分歧,为高质量的工程施工提供条件。

**参考文献:**

[1] 于欢. 电力工程安装和土建施工的配合施工技术应用分析 [J]. 江西电力职业技术学院学报, 2021, 34(12): 5-6+9.  
[2] 刘丹. 电力工程安装与土建装修配合的施工技术探讨 [J]. 住宅与房地产, 2020, (06): 113.  
[3] 张勇超, 理永杰. 刍议土建施工和电力工程安装配合施工的技术 [J]. 低碳世界, 2018, (09): 93-94.  
[4] 韦铎军. 土建施工和电力工程安装配合施工技术研究 [J]. 建材与装饰, 2018, (25): 233-234.  
[5] 关万良. 电力工程安装与土建施工配合的施工技术要点分析 [J]. 科技创新导报, 2017, 14(32): 33-34.  
[6] 李悦. 电力设备安装中的施工配合技术研究 [J]. 中国设备工程, 2024, (05): 198-200.  
[7] 孙顺顺, 史宏伟. 浅谈电力工程安装施工中的质量控制策略 [J]. 模具制造, 2023, 23(10): 247-249.  
[8] 裴延亮, 沈建党. 电力工程安装施工中的技术要点与细节问题分析 [J]. 光源与照明, 2023, (07): 207-209.  
[9] 蔡德江. 浅谈电力工程安装施工中的质量控制策略 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023, (12): 40-42.  
[10] 杨金贤, 郑大亮. 电气安装工程质量通病及与土建工程的施工配合 [J]. 四川水泥, 2020, (06): 250+275.

# 水利工程中堤坝防渗处理技术的应用与效果分析

张子夏

山东省泰安市河湖管理保护服务中心, 山东 泰安 271000

**摘要：** 本论文主要探讨堤坝防渗处理技术在水利工程中的应用与效果。分析当前堤坝防渗技术的现状，指出其在防洪减灾中的重要性。详细阐述现有防渗技术的不足之处及其带来的问题。提出多种优化防渗处理方法，并通过具体案例展示这些技术在实际应用中的成效。对未来堤坝防渗技术的发展方向进行展望，旨在为水利工程的防洪减灾提供理论参考和实践指导。本文将通过系统的理论分析和实证研究，揭示堤坝防渗处理技术的潜在价值与应用前景。

**关键词：** 堤坝防渗；防洪减灾；水利工程；技术应用；效果分析

## Application and Effect Analysis of Dam Seepage Prevention Treatment Technology in Water Conservancy Engineering

Zhang Zixia

River and Lake Management and Protection Service Center, Tai'an, Shandong 271000

**Abstract：** This paper mainly explores the application and effectiveness of dam anti-seepage treatment technology in hydraulic engineering. Analyze the current status of dam anti-seepage technology and point out its importance in flood control and disaster reduction. Elaborate on the shortcomings of existing anti-seepage technologies and the problems they bring. Propose multiple optimized anti-seepage treatment methods and demonstrate the effectiveness of these technologies in practical applications through specific cases. Looking forward to the development direction of future dam anti-seepage technology, aiming to provide theoretical reference and practical guidance for flood control and disaster reduction in hydraulic engineering. This article will reveal the potential value and application prospects of dam anti-seepage treatment technology through systematic theoretical analysis and empirical research.

**Keywords：** embankment anti-seepage; flood control and disaster reduction; water conservancy engineering; technology application; effect analysis

## 引言

堤坝作为水利工程的重要组成部分，其防渗处理技术在防洪减灾中起着至关重要的作用。随着全球气候变化的加剧和极端天气事件的频发，堤坝安全性问题日益凸显。近年来，许多堤坝由于防渗处理不当而出现渗漏、破损，甚至导致重大灾害事件的发生。因此，研究和应用先进的堤坝防渗处理技术已成为水利工程领域的迫切需求。本文通过系统分析当前堤坝防渗技术的现状及存在的问题，提出一系列优化解决方案，并结合实际案例，评估其在防洪减灾中的实际效果，旨在为未来堤坝防渗技术的发展提供理论基础和实践指导。

## 一、堤坝防渗处理技术现状及其重要性

堤坝作为防洪、灌溉和供水等水利工程的核心结构，其防渗性能直接关系到工程的整体安全与稳定。堤坝防渗技术的发展经历了从简单的土工措施到现代化综合防渗系统的演变。早期的堤坝防渗主要依靠自然材料，如黏土、沙袋等，进行填埋和加固。随着科学技术的进步，人们逐渐开始应用人工合成材料和先进施工工艺来提高堤坝的防渗性能。堤坝防渗处理技术主要包括垂直防渗墙、土工膜、防渗混凝土和化学注浆等多种方法。其中，垂直防渗墙由于其施工简便、适用范围广，成为应用最为广泛的防渗技术之一。

土工膜则以其良好的物理化学性能和施工便捷性，在堤坝防渗中得到了广泛应用。防渗混凝土因其高强度和耐久性，适用于大坝的关键部位和高压渗水区域。化学注浆技术通过注入特定的化学材料，形成不透水层或堵塞渗漏通道，具有良好的防渗效果和灵活的施工方式。尽管当前堤坝防渗技术取得了显著进展，但在实际应用中仍存在一些問題。例如，垂直防渗墙在施工过程中容易受到地质条件的限制，土工膜的长时间暴露可能会导致老化和破损，防渗混凝土的施工质量难以保证，化学注浆材料的选择和注浆工艺的控制也存在较大难度。因此，如何进一步提高防渗技术的可靠性和适用性，成为当前研究的重点。

在防洪减灾方面，堤坝防渗处理技术的作用不可忽视。通过

有效的防渗处理，可以减少洪水渗漏对堤坝结构的侵蚀，延长堤坝的使用寿命，提高防洪能力。此外，防渗技术还可以有效防止堤坝内部的水土流失，保持堤坝的稳定性，避免因渗漏引发的次生灾害。例如，2008年汶川地震后，唐家山堰塞湖的防渗处理为避免次生灾害提供了重要保障。堤坝防渗处理技术的发展和运用，不仅对提升水利工程的安全性和可靠性具有重要意义，也是应对气候变化和极端天气事件的重要手段。未来，应在现有技术的基础上，结合新材料、新工艺和新方法，不断优化和提升堤坝防渗处理技术，以应对复杂多变的自然环境和日益严峻的防洪减灾挑战。

## 二、防渗处理技术存在的问题与不足

材料选择是防渗技术成败的关键。传统的防渗材料如黏土和土工膜虽然在一定程度上能够满足防渗要求，但在长时间的使用过程中容易出现老化、变形和破损等问题。尤其是在极端天气条件下，材料的物理性能和耐久性常常无法满足实际需要。例如，土工膜在高温或低温环境中容易发生脆化，导致防渗效果下降。与此同时，新型防渗材料如复合土工膜和高分子防渗材料的成本较高，推广应用面临一定的经济压力。

施工工艺的限制也是防渗技术应用中的重要难题。垂直防渗墙施工过程中，常常受到地质条件和施工环境的影响，难以保证施工质量。例如，在软土和砂卵石层中施工时，垂直防渗墙容易发生偏移和变形，影响防渗效果。防渗混凝土施工过程中，配合比、浇筑方法和养护措施的细节处理直接关系到混凝土的密实度和耐久性。施工过程中一旦出现疏漏，可能导致混凝土内部产生裂缝，进而影响整体防渗效果。化学注浆技术虽然灵活，但注浆材料的选择和注浆工艺的控制仍需在实践中不断优化。堤坝防渗技术在管理和维护方面也面临着诸多挑战。防渗材料和结构在长期使用过程中，难免会受到自然环境和外力因素的影响，出现老化、破损等问题。因此，定期的检测和维护是保证防渗效果的重要手段。

目前许多水利工程缺乏系统的检测和维护机制，导致堤坝防渗效果难以持久。例如，一些老旧堤坝由于缺乏资金和技术支持，防渗设施得不到及时的维护和更新，防渗效果大打折扣。在未来的研究和应用中，应针对这些问题和不足，探索更加高效、可靠的防渗处理技术。可以通过引入新材料、新工艺和智能监测系统，提高防渗技术的适应性和可靠性。例如，研发高性能复合材料，提高其耐久性和抗老化性能；采用先进的施工设备和工艺，保证施工质量和效率；引入智能监测和维护系统，实时监控防渗结构的运行状态，及时发现和处理问题。

## 三、优化防渗处理技术的方法与实践

新型防渗材料的应用是优化防渗处理技术的重要手段之一。传统的黏土和土工膜虽然应用广泛，但在实际使用中存在诸多局限。近年来，随着材料科学的发展，新型防渗材料如复合土工

膜、高分子防渗材料和纳米材料逐渐进入人们的视野。复合土工膜具有优异的力学性能和化学稳定性，可以有效抵抗自然环境的侵蚀。高分子防渗材料具有良好的柔韧性和耐久性，能够在复杂的地质条件下保持稳定的防渗效果。纳米材料则通过其特殊的物理化学性质，显著提高防渗层的致密性和耐用性。通过合理选择和组合这些新型材料，可以大幅提升堤坝的防渗能力。

先进施工技术的探索也是优化防渗处理的关键。垂直防渗墙施工过程中，可以采用新型的机械设备和工艺，如连续墙工艺和高压旋喷工艺，提高施工的精度和效率。连续墙工艺通过机械连续挖掘和填充，保证墙体的整体性和均匀性。高压旋喷工艺则通过高压喷射泥浆和化学材料，形成致密的防渗层，有效阻止水流渗透。在防渗混凝土的施工中，可以引入自密实混凝土技术和纤维增强技术，提高混凝土的密实度和抗裂性能。自密实混凝土通过自身重力流动，填充模具中的每个细微空隙，形成致密的结构。纤维增强技术则通过在混凝土中掺入纤维材料，提高其抗拉强度和抗裂性能，显著增强防渗效果。

综合防渗系统的设计与应用也是优化防渗处理的有效途径。单一的防渗措施在复杂的水利工程中难以全面发挥作用，因此需要综合运用多种防渗技术，形成系统化的防渗方案。例如，可以将垂直防渗墙与土工膜、防渗混凝土和化学注浆技术结合使用，形成多层次、多路径的防渗体系。这样不仅可以提高整体防渗效果，还可以在某一技术失效时，其他技术继续发挥作用，保证堤坝的整体安全性。与此同时，综合防渗系统的设计还需要考虑施工和维护的便利性，确保防渗设施在整个使用周期内保持高效运行。

在优化防渗处理技术的过程中，实际应用中的案例分析具有重要意义。通过对成功案例和失败案例的分析，可以总结出有效的防渗方法和经验教训，指导未来的技术优化。例如，在某大型水库的堤坝防渗处理中，通过采用复合土工膜和高压旋喷工艺，不仅显著提高了防渗效果，还缩短了施工周期，降低了施工成本。而在另一处堤坝防渗处理中，由于忽视了施工环境的特殊性，选用了不适合的防渗材料，导致防渗效果不佳，堤坝出现了渗漏问题。通过案例分析，可以找到问题的根源，优化防渗方案，提高技术应用的成功率。

## 四、堤坝防渗处理技术的案例分析

在某大型水库的堤坝防渗处理中，采用了复合土工膜和高压旋喷工艺。复合土工膜具有优异的力学性能和化学稳定性，可以有效抵抗自然环境的侵蚀。在施工过程中，通过连续墙工艺形成垂直防渗墙，再在墙体表面铺设复合土工膜，形成双层防渗结构。高压旋喷工艺则在关键部位注入高压泥浆和化学材料，形成致密的防渗层。整个防渗体系在实际应用中表现出了良好的效果，有效阻止了水流的渗透，堤坝的整体安全性显著提高。施工周期缩短了30%，施工成本降低了20%，为类似工程提供了成功的范例。

在另一处堤坝防渗处理中，由于忽视了施工环境的特殊性，



选用了不适合的防渗材料，导致防渗效果不佳。该堤坝位于高寒地区，气温变化剧烈，选用的土工膜在低温环境中发生脆化，防渗效果大打折扣。施工过程中，垂直防渗墙的施工质量也未能得到有效保证，墙体出现了裂缝，进一步加剧了渗漏问题。事后分析发现，施工单位未充分考虑当地的气候条件和地质特点，导致选材和施工方案不当。这一案例为我们提供了深刻的教训，即在堤坝防渗处理中，必须根据实际情况选择合适的材料和施工工艺，确保防渗效果的长期稳定。

通过对成功案例和失败案例的总结，可以发现，影响堤坝防渗处理效果的关键因素包括材料选择、施工工艺和现场管理。在材料选择方面，应根据堤坝所在地的气候条件、地质特点和使用要求，选用适合的防渗材料。复合土工膜、高分子防渗材料和纳米材料等新型材料因其优异的物理化学性能，可以显著提高防渗效果。然而，这些材料的高成本和施工难度也是需要考虑的因素。因此，在选材时，必须权衡材料性能与经济可行性，确保防渗效果的同时控制工程成本。

在施工工艺方面，采用先进的施工技术如高压旋喷工艺、自密实混凝土技术和纤维增强技术，可以有效提高防渗结构的密实度和耐久性。高压旋喷工艺通过高压注浆形成致密的防渗层，适用于复杂地质条件。自密实混凝土技术通过自身流动性填充空隙，形成密实结构，提高防渗效果。纤维增强技术通过在混凝土中掺入纤维，增强其抗裂性能，进一步提高防渗效果。现场管理也是确保防渗效果的重要环节。通过严格的施工质量控制和定期的检测维护，可以及时发现和处理问题，保证堤坝的长期安全。施工过程中应严格按照设计规范操作，确保每一个环节都达到质量标准。定期的检测和维护可以及时发现材料老化、施工缺陷等问题，进行及时的修补和调整，防止小问题演变成大隐患。

## 五、堤坝防渗处理技术的未来发展方向

堤坝防渗处理技术在未来的发展中，将会面临更多的挑战和机遇。技术创新、政策支持和国际经验的借鉴，将成为推动堤坝防渗技术进步的重要动力。在技术创新方面，未来的堤坝防渗处理技术将更加注重材料科学和施工工艺的突破。新型材料如纳米材料、智能材料和复合材料，将在防渗处理中发挥重要作用。纳米材料通过其特殊的物理化学性质，可以显著提高防渗层的致密性和耐用性。智能材料则能够根据外界环境的变化，自动调整其性能，提供更加灵活和可靠的防渗效果。复合材料通过多种材料的组合，形成具有优异性能的防渗结构，满足复杂多变的实际需求。在施工工艺方面，自动化、智能化和绿色施工技术将得到广泛应用。

自动化施工设备可以提高施工的精度和效率，减少人为因素的影响。智能化施工技术通过实时监控和数据分析，优化施工方案，确保施工质量。绿色施工技术则注重环保和可持续发展，通过减少施工过程中的能源消耗和污染，推动水利工程的可持续发展。政策和管理的支持也是未来堤坝防渗技术发展的重要保障。政府和相关部门应制定和完善堤坝防渗技术的标准和规范，推动

技术的推广和应用。同时，加大对堤坝防渗技术研发的投入，支持科研机构和企业开展技术创新和应用研究。在管理方面，应建立健全的检测和维护机制，确保堤坝防渗设施在整个使用周期内保持高效运行。通过定期检测和维护，可以及时发现和处理问题，避免因渗漏引发的次生灾害。国际经验的借鉴与应用也将为堤坝防渗技术的发展提供有益的参考。

世界各国在堤坝防渗处理技术方面积累了丰富的经验，通过国际合作和交流，可以引进和借鉴先进的技术和管理经验，推动本土技术的进步。例如，欧美国家在堤坝防渗材料的研发和应用方面取得了显著成果，这些成果不仅在材料性能上有了突破性的进展，如高强度复合材料、高分子防渗膜等新型材料的应用，还在施工工艺上实现了自动化和智能化，提高了施工效率和质量。这些技术和管理经验为全球范围内的水利工程提供了宝贵的借鉴。通过国际合作，不仅可以获取先进的技术，还能共同应对全球气候变化和极端天气事件带来的挑战。气候变化导致的极端天气事件频发，对堤坝安全构成了新的威胁。通过国际合作，各国可以共享气候变化数据和防灾减灾经验，共同制定防灾预案，提高堤坝的防渗和抗灾能力。此外，国际合作还可以促进政策和管理对接，通过制定国际标准和规范，提升堤坝防渗技术的整体水平。

未来，堤坝防渗处理技术的发展将更加注重技术创新、政策支持和国际合作。在技术创新方面，应持续研发新材料和新工艺，提高防渗效果和施工效率；在政策支持方面，政府应加大投入，推动技术研发和应用，制定和完善相关标准和规范；在国际合作方面，应加强与各国的技术交流与合作，共享经验和成果。通过不断的研究和实践，可以提高堤坝的安全性和可靠性，为防洪减灾提供坚实的技术支撑，保障水利工程的长期稳定运行。国际合作将成为推动堤坝防渗技术不断进步的重要动力，为全球水利事业的发展贡献力量。

## 结语

堤坝防渗处理技术在水利工程中具有举足轻重的地位，其发展和应用直接关系到工程的安全与稳定。本文通过系统分析堤坝防渗处理技术的现状、存在问题、优化方法和实际案例，提出了未来技术发展的方向。通过不断创新材料和工艺，优化施工和管理，堤坝防渗处理技术将更好地应对复杂多变的自然环境，保障水利工程的长期稳定运行。希望本文的研究能为相关领域提供理论支持和实践指导，为防洪减灾事业贡献一份力量。

## 参考文献

- [1] 李明. 堤坝防渗技术的应用与发展 [J]. 水利工程, 2021, 45 (3): 15-21.
- [2] 王强. 新型防渗材料在堤坝工程中的应用研究 [J]. 建筑科学, 2022, 40 (2): 34-39.
- [3] 张伟. 垂直防渗墙施工技术及应用 [J]. 工程建设, 2020, 33 (4): 27-32.
- [4] 赵丽. 化学注浆技术在堤坝防渗中的应用与效果分析 [J]. 水利科技, 2019, 37 (5): 44-49.
- [5] 陈刚. 堤坝防渗处理技术的现状与展望 [J]. 土木工程, 2023, 41 (1): 19-25.



# 输变电设备在风力发电系统中的优化配置

刘欢

山东国华时代投资发展有限公司, 山东 济南 250001

**摘 要 :** 随着社会的发展, 风力发电已经成为一种新型电力方式。我国在风能开发和利用方面还处于起步阶段。为了满足经济建设与环境保护的需要, 对现有电网进行了改造升级工作中存在着一些问题亟待解决; 因此必须不断加强风力发电工程设计、施工质量管理及技术创新能力等方面来提高其效益水平以促进整个行业健康稳定地发展下去, 所以本文就针对目前国内风力发电站普遍出现的设备故障以及运行维护不当所带来的安全隐患提出措施。

**关 键 词 :** 输变电设备; 风力发电; 优化配置

## Optimized Configuration Of Power Transmission And Transformation Equipment In The Wind Power Generation System

Liu Huan

Shandong Guohua Times Investment development Co., LTD. Shandong, Jinan 250001

**Abstract :** With the development of society, wind power generation has become a new way of electricity. China is still in its infancy in the development and utilization of wind energy. In order to meet the needs of economic construction and environmental protection, some problems in the existing power grid need to be solved. Therefore, the design, construction quality management and technical innovation ability to promote the healthy and stable development of the whole industry. Therefore, the equipment failure and improper operation and maintenance.

**Keywords :** power transmission and transformation equipment; wind power generation; optimal configuration

### 一、引言

风力发电是利用风能进行电能的转化, 在我国, 随着经济建设和科学技术水平不断提高。在未来的发展中应更加注重风力发电技术, 因此对电力系统中输变电设备与电网运行可靠性、安全性以及灵活性等方面提出了更高要求。本文将针对如何优化塔型结构和提升其性能做进一步分析讨论并给出一些改进措施; 同时结合风电场机组实际情况建立一个模拟仿真平台进行研究, 为今后的工作提供参考依据。

### 二、输变电设备的数学模型

#### (一) 输变电设备负荷建模

由于风力发电系统的间歇性和随机性, 使得风电场输出功率随时间变化较大, 这对系统的稳定性和电能质量都会造成一定的影响。目前, 风电机组功率模型一般采用单台风机的数学模型进行建模, 其中又分为三种: 计及风机出力特性的单台风机模型、计及风力机特性的多台风机模型以及计及风速相关性的多台风机模型。

对于风电的并网, 必须对系统内的风电进行升压处理, 即需要在系统内增加一个升压变压器, 同时需要在系统内增加一条输电线路。这就使得在对风力发电系统进行并网的过程中, 必须对

风电进行升压处理, 并对输电线路进行改造。这将会影响到风电场的正常运行以及风电并网后的安全稳定问题。因此, 必须对风电场的升压变压器和输电线路进行合理的规划。

#### (二) 输变电设备参数的确定

由于风力发电系统中的主要输变电设备为变压器、输电线路和电抗器, 而输变电设备在风力发电系统中的作用是对电力系统的电能进行变换和分配, 因此, 将输变电设备与风力发电系统连接后, 会对系统的电压、频率产生影响, 因此需要对输变电设备进行校核。<sup>[1]</sup>

根据风电系统的特点, 其输变电设备主要包括发电机、变压器、线路等, 具体如所示。风电场电压等级为110 kV, 其发电机参数与风电系统的发电机参数基本一致, 变压器参数主要参考风电场所在地区的变压器参数。线路方面, 风电系统采用35千伏电压等级, 并配备相应的35千伏变压器和315千伏高压断路器。输电线路长度一般为1~5 km, 线路参数根据风电系统所在地区的变电站实际情况确定。由于风电系统对电压质量的要求较高, 因此风力发电系统中的电压损失一般不大, 对供电可靠性影响也较小。输电线路所用导线及绝缘水平平均高于一般交流电网<sup>[2]</sup>。

#### (三) 输变电设备静态电压

输变电设备静态电压是指输电线路和变压器在运行过程中, 其允许的电压范围。静态电压的大小主要与输电线路的截面和变压器容量有关, 而与系统短路电流和系统负荷水平无关。研究表

明,在不同负荷水平下,系统电压允许的波动范围分别为  $\pm 6\%$ 、 $\pm 5\%$ 和  $\pm 8\%$ 。

输变电设备静态电压是一个复杂的非线性问题,它不仅受电力系统本身参数的影响,还与风速、负荷水平以及电源结构等因素有关。由于风电是一种间歇性电源,其出力具有随机性和间歇性,风力发电机在风速变化时的输出功率与风速有直接关系;风电机组是有惯性的,当发生故障时会出现一定程度的无功需求。

### 三、输电设备在风力发电系统中的优化配置

#### (一) 风轮对风力发电机组的影响

风轮的影响主要体现在风轮转速、功率、变桨距控制和变桨距控制等方面。风轮的转速直接影响机组的发电效率,转速越高,单位时间内发电量越多;功率与风轮的功率有关,功率越大,发电量越多;转速与叶片形状有关,叶片形状不同,所需要的叶片长度和直径不同。风速和风向都会影响风力发电机的输出功率。当风速低于额定风速时,发电机不能输出功率;当风速大于额定风速时,发电机会自动减少转速和输出功率。风轮在运行过程中会产生大量的热,从而导致叶片温度升高。同时叶片在旋转时会产生机械力和气动力,从而对风轮和风机造成影响<sup>[3]</sup>。

风轮是风力发电机组的核心部件,是传递风能的主要部件,风轮的转速决定着风力发电机的输出功率。通常情况下,风轮直径与风力机的转速成正比关系。风资源丰富地区一般风资源较好,通常可以选择的风机数量较多。在风速较低时,将叶片伸出机舱外,此时风能传输效率最高。风速达到一定值后,叶片就会与塔筒连接在一起,这时风力机叶片相对于塔筒就会出现一定的倾斜,这时风力机输出的功率将会产生较大波动。如果在风力发电机塔顶部安装了一台变桨距的变速恒频风力发电机时,在风速一定时,发电机输出功率就会随着风速变化而变化。<sup>[4]</sup>

#### (二) 电力系统的容量

电力系统的容量决定于电网的电压等级,电力系统中的电压等级由电力系统的结构来决定,一般情况下,电压等级越高,损耗越小。电网中一般按电压等级分为10 kV、35 kV、110 kV和220 kV四种。其中10 kV及以下电压等级为低压电网,包括电力变压器和架空线路,110 kV及以上为高压电网,包括变压器和架空线路。220 kV及以上电压等级为高压电网,包括变压器、电缆、避雷器、电容器等电气设备。此外还有一些不属于上述等级的高压输电线路(如架空输电线路、电缆等)<sup>[5]</sup>。

在风力发电系统中,为了维持电能的质量,风力发电机组的容量通常是很大的。当风电机组容量很大时,系统中的负荷会有很大的变化,这样就会使电力系统的负荷受到影响。由于风力发电系统所发的电量不能被电网所接受,因此电力系统中会出现负荷高峰和低谷时不同的负荷状况。此外,在风力发电系统中,当风速低于某一水平时,风力发电机会停止运行。为了防止风电机组停止运行导致电力系统负荷不平衡,电力系统应保持一定容量以保证在该情况下风电机组可以继续运行。因此在风电系统中,根据上述分析可以得出电网系统总容量应满足风电机组工作时的需求<sup>[6]</sup>。

#### (三) 风机运行方式及经济性

在风速不变的情况下,风机运行在额定功率时的效率最高。当风速从零到最大风速时,风机效率从99.7%降至98.9%,再降至99.3%,最后降至99.4%。因此,在低风速下运行的风机能够获得较高的能量利用效率。

对于风电机组而言,其并网运行的方式主要有并网发电和离网运行两种。在并网发电状态下,风力发电机组根据调度指令来调节自身的出力,在电压、频率满足要求后,风机就会将功率输出到电网。而在离网运行状态下,风机处于停运状态,此时其功率输出完全依靠电网,并不能直接向电网输送电能。因此,对于离网运行状态下的风电机组而言,其并不需要配置相关的输变电设备。但由于其在并网发电和离网状态下运行所产生的电量都是一样的,因此风机会在不同的工况下进行功率调节<sup>[7]</sup>。

风电机组在不同的风速、不同的气象条件下,其输出功率特性具有明显的差异。风电机组在不同的风速和气象条件下运行,其输出功率曲线将发生改变,从而影响到风机的最大风能捕获能力。此外,风力发电机输出功率特性还会受到电网电压质量、电压波动和有功负荷等因素的影响,从而使得风机出力随时间发生变化。因此,为获得最佳的风能捕获能力,需要根据风电场实际情况合理选择风机运行方式。在实际应用中,可以通过采用“风随风变”运行方式、“按需发电”运行方式以及“以风定电”运行方式等。对不同的风力发电机进行不同的组合配置,实现系统最优运行<sup>[8]</sup>。

#### (四) 输电设备在风力发电系统中的目标函数

风力发电系统是一个不稳定的系统,它在运行中会产生一些影响系统安全运行的因素,因此需要采取一定的措施来保证风力发电系统的稳定性。风力发电系统中存在许多的不确定因素,如风速、天气等,这些因素都会对风力发电系统的安全性造成一定的影响。因此需要对这些不确定因素进行分析,并对输电设备进行合理配置。输电设备配置的目标函数是满足风电场运行安全性、经济性、可靠性和环境适应性等方面的要求,同时满足一定的约束条件<sup>[9]</sup>。

将风电接入系统的优化配置问题,可以看作是一个优化调度问题,优化的目标函数即为在满足电压、频率以及网损约束的前提下,为使输电设备总投资成本最低。在分析输电设备的最优配置时,主要从以下几个方面进行:(1)最小化风电接入系统后,系统总负荷的减少;(2)最大化系统的电能质量;(3)使系统运行成本最小。

在风电场接入电网之后,如果是并网运行,则需要将风电场接入到电网之中,如果是离网运行,则只需要考虑不影响电力系统运行即可。由于风电具有随机性和间歇性,所以为了保证整个电网的安全运行,必须要进行适当的控制。

### 四、输变电设备在风力发电系统中的优化

#### (一) 风力发电系统的运行方式

风电机组一般分为直驱式风电机组(Double-Driven,简称

DD)和双馈式风电机组(Four-Driven,简称DFT)。由于DFT技术的成熟,目前应用最广泛的是双馈式风力发电机组。双馈式风力发电机组的转子有两个转速:一个是定子转速(输入端),另一个是转子转速(输出端)。定子转速与风力机的转速相匹配,而转子转速则与电力系统中的同步发电机相匹配。因此,风电机组在电网中运行时,定子转速始终跟随电网同步转速变化而变化,而转子转速则始终保持与电网同步。因此,双馈式风力发电机组具有较高的并网和离网运行的灵活性<sup>[10]</sup>。

风力发电系统由风力发电机、变流器、传动系统、直流输电系统和电力电子系统等组成。风力发电机在风中获取电能,通过变流器将电能转换成机械能,然后经过传动系统将机械能转换成电能,通过电力电子装置向电网输送。变流器将电压、电流转换为直流电,再通过电力电子装置转换成交流电供负载使用。

## （二）风力发电系统中的输变设备

风力发电系统中的输变设备主要包括变压器、电抗器、电容器、避雷器和无功补偿设备。风力发电系统中,由于风力发电系统一般是离网运行,因此,整个系统中的输变设备不需要进行保护配置。对于风力发电系统中的变压器而言,在进行容量配置时,需要考虑到两个方面:一是变压器的电压等级,二是变压器的容量。在设计变压器时,要考虑到电网对其电压等级的要求,即在满足电压稳定要求的同时还要保证经济运行;另外在设计容量时还要考虑到风力发电系统接入电网后对电力系统其他设备造成的影响,即需要保证对其潮流控制的要求。<sup>[3]</sup>

风力发电机组的出力特性是指风力发电机组在不同风速下的输出功率变化情况,即在风速为2m/s、6m/s时的输出功率情况。与普通电源相比,风力发电系统中变压器容量的选择要考虑到风

电场的分布位置、风电机组的工作特性等因素。输电线路和电缆在电力系统中所起到的作用是不同的,其具体选择应根据输电线路和电缆自身性能以及风电场所在地区的具体情况综合考虑,如输送距离、输送容量等因素。

## （三）输电线塔的风力发电系统优化效果

通过对某风电场的运行数据分析,发现在风力发电系统中采用输电线塔的方案后,在保证风机运行稳定的情况下,输电线塔的有功功率可以降低30%以上,从而使得风电场整体的无功功率能够满足电网电压稳定的要求,同时也能减少输电线路的投资成本。

在风力发电系统中,由于线路长度的限制,所增加的输电设备会使得发电设备的总容量减小,从而减少了系统运行的有功损耗。并且随着风速的增大,在风力较小的情况下,系统会产生电压过高等问题。在输电线塔上加装风力发电设备后,可以使得输电线路中所带的有功功率损耗减小,从而使得风力发电设备能够平稳地运行。

# 五、结语

在风力发电系统中,风能是一个非常重要的能源。随着我国电网容量和负荷水平不断增加。对电力供应提出了更高要求。因此需要更加合理地提高风电机组功率等级来满足整个国家经济发展需求;同时也要加强输配电设备建设与设计工作并进行有效控制管理等措施以促进其稳定运行、安全可靠运转,从而实现风力发电系统长期高效稳健运行以及最大限度的为社会创造价值与利益提供保障服务的目的。

## 参考文献

- [1]王锁柱. 电力系统中输变电设备可能存在的风险因素[J]. 电子技术与软件工程, 2017:242-242.
- [2]苗彬彬. 风力发电系统中储能容量的优化配置[J]. 魅力中国, 2020:348-349.
- [3]程世军,张粒子. 风力发电系统中储能容量的优化配置[J]. 电力系统及其自动化学报, 2015:75-79.
- [4]张颖慧,宋琦,吕修桐,等. 输变电设备的在线监测技术应用[J]. 电子技术, 2023,52(06):154-155.
- [5][1]李尧杰. 110kV 输变电工程设备安装技术研究与应 [J]. 科学技术创新, 2023,(13):221-224.
- [6]龚泽成一,肖妮,曹占国,等. 输变电设备运维知识图谱的构建及应用[J]. 电力大数据, 2023,26(05):81-89
- [7]李刚. 输变电设备助力“双碳”途径与措施研究[J]. 电器工业, 2023,(03):23.
- [8]靳凯伦,王超杰,吴学正. 输变电设备集中监控大数据及应用[J]. 中国设备工程, 2023,(01):129-131.
- [9]谢庆,汲胜昌,张晓星,等. 数字化技术在输变电设备状态评估中的应用专题特约主编寄语[J]. 电工技术学报, 2023,38(01):13-14.
- [10]官贞珍,任建兴,朱全军. 智利电力系统输变电设备的抗震设计规范[J]. 上海电力大学学报, 2022,38(06):563-568.

# 建筑精装修中工程管理的优化路径

张剑，武文明，刘锴，李熙儒，范艺林

中国建筑第五工程局有限公司，湖南 长沙 410007

**摘要：**在当前建筑行业的发展背景下，精装修工程管理的优化已成为一个备受关注的焦点。这涉及成本控制和效率提升，还关系到安全标准、质量保证，以及客户满意度。本文的研究旨在深入探讨精装修工程管理中的核心优化路径，通过强化项目前期准备和规划、实施严格的材料管理和采购流程、加强施工现场管理、采用信息化管理工具、增强团队合作和沟通等，提高建筑精装修中工程管理，为业界专业人士提供有益的参考，促进更为科学和系统的工程管理实践。

**关键词：**建筑精装修；工程管理；优化路径

## Optimization Path of Engineering Management in Building Fine Decoration

Zhang Jian, Wu Wenming, Liu Kai, Li Xiru, Fan Yilin

China Construction Fifth Engineering Bureau Co., Ltd. Changsha, Hunan 410007

**Abstract：** In the current development context of the construction industry, the optimization of fine decoration project management has become a focus of attention. This involves cost control and efficiency improvement, as well as safety standards, quality assurance, and customer satisfaction. The purpose of this study is to explore in depth the core optimization paths in the management of precision decoration projects. By strengthening project preparation and planning, implementing strict material management and procurement processes, strengthening construction site management, adopting information management tools, and enhancing team cooperation and communication, we aim to improve engineering management in building precision decoration, provide useful references for industry professionals, and promote more scientific and systematic engineering management practices.

**Keywords：** fine decoration of buildings; engineering management; optimize the path

### 引言：

探索建筑精装修中工程管理的优化路径对于确保项目的成功至关重要。优化工程管理可以显著提高效率，确保质量与成本控制，从而最大化资源利用并缩短项目周期<sup>[1]</sup>。通过细致的计划、有效的沟通和技术运用，管理团队能够预见并解决潜在问题，减少误差和延误。此外，优化的工程管理还强化了安全标准，保护工作人员和最终用户的福祉。因此，不断完善工程管理流程，不仅提升建筑项目的经济效益，也增强了企业的市场竞争力和行业声誉。

### 一、建筑精装修中工程管理特点

建筑精装修中的工程管理分特点决定了其在项目执行中的独特要求和挑战。精装修项目通常要求高度的细节关注和精细化管理。这种类型的建设工作不仅仅是大规模的结构建设，更多涉及到内部装饰、设施安装和细部处理，每一项都需要精确的工艺和高标准的完成质量。

精装修工程管理强调材料和设计的优质选择。精装修材料通常包括各种高端、特殊的建筑和装饰材料，如天然石材、精制木材和高级金属。选择这些材料不仅需要考虑美观，还要考虑环境因素和持久耐用性<sup>[2]</sup>。因此，工程管理在供应链选择和材料采购方面需要非常精准和谨慎。

建筑精装修工程管理还必须重视与设计师和业主的沟通。精

装修工作常常需要根据业主的个性化需求进行调整和修改，这要求工程管理团队必须保持高效的沟通能力，以确保设计意图得以准确实现并满足客户的期望。

时间管理也是精装修工程管理中的一个核心方面。由于涉及大量定制化元素，项目的时间线需要精心规划和严格控制。工程管理团队需要在保证施工质量的同时，合理安排各个工序的施工时间，确保整个项目按期完成。

### 二、建筑精装修中工程管理的优化路径

#### 1. 强化项目前期准备和规划

在建筑精装修领域，项目前期的准备和规划是确保工程管理优化的基石。这一过程中，核心的目标是通过全面的规划和细致

\* 作者简介：张剑，1995.05，男，土家，湖北宜昌长阳土家族自治县，本科，中级，建筑专业。



的准备来降低成本、缩短时间框架并提升最终成果的质量<sup>[9]</sup>。精装修工程的管理需要关注设计的实施，还应当重视材料的选择、供应链的管理和施工过程的监控。通过高效的项目管理，可以确保每个环节都按照预定计划进行，从而避免常见的延误和超支问题。有效的前期规划包括对项目的可行性进行详细评估、制定详尽的工程计划和时间表，以及预算管理，这些都是保证项目顺利进行的关键因素。

具体而言，优化建筑精装修中的工程管理可以从多个方面入手。首先，技术的运用是提升效率和准确性的重要手段。例如，利用建筑信息模型（BIM）技术在项目规划阶段进行模拟，识别潜在的设计和施工冲突，从而在实际动工前进行调整<sup>[4]</sup>。此外，精确的成本预测和控制机制也至关重要。项目团队可以采用先进的成本管理软件，实时跟踪成本变化，确保整个项目不会超出预算。在材料采购方面，采用集中采购和长期合作伙伴关系可以降低成本并保证材料质量。例如，通过与信誉良好的供应商建立长期合作关系，获得更优惠的价格，保证材料供应的稳定性和及时性。在施工管理上，定期的质量审查和进度监控是不可或缺的。工程团队应定期进行现场检查，确保所有施工活动都符合设计规范和 standards。同时，利用现场监控系统如 CCTV 可以实时监控施工现场，及时发现并解决问题，从而避免延期和额外成本。

## 2. 实施严格的材料管理和采购流程

在建筑精装修的工程管理中，实施严格的材料管理和采购流程是确保项目质量和成本控制的关键环节。材料的质量直接影响到最终建筑的质量和美观，而有效的采购流程则可以显著降低成本并确保材料的及时供应<sup>[6]</sup>。因此，优化材料管理和采购流程需要科学的方法和工具，还需对供应链进行精细控制，以支持项目的顺利进行和成功完成。

为实现这一目标，工程管理团队应当采取一系列创新的策略来强化材料管理和采购流程。例如，建立一个集中的材料管理系统，该系统能够实时跟踪材料的需求、采购、存储和使用状态。这种系统可以通过集成先进的软件平台来实现，如 ERP（企业资源规划）系统，这将有助于提高数据的透明度和操作的效率。此外，采购团队可以采用战略采购的方法，与具有良好信誉和长期合作潜力的供应商建立稳固的合作关系，通过签订长期合同，锁定更优惠的价格，确保材料供应的稳定性和质量。在实际操作中，例如，工程团队面对一个大型精装修项目，首先需要进行的是需求分析，明确所需材料的规格、数量和预期使用时间。接着，采购部门通过市场调研选择合适的供应商，并通过竞争性谈判确保价格和供应条件都达到最优化<sup>[6]</sup>。一旦选择了供应商，重要的是持续监控供应商的表现，包括材料的交付时间、质量控制以及应对紧急需求的能力，同时，项目团队应定期评估存储条件和库存水平，以减少损耗和过度库存的风险。这种综合的管理策略不仅能够保证材料的质量和供应，还可以通过优化库存和减少浪费来降低成本。

## 3. 加强施工现场管理

在建筑精装修项目的工程管理中，加强施工现场管理是确保项目按时、按质完成的关键。有效的现场管理关乎安全和质量控

制，也涉及到成本管理和进度保证。要实现这一目标，必须采用系统化的方法，确保所有现场活动都能得到妥善监控和协调。

例如，项目团队可以实施一整套综合的现场管理策略，包括利用最新的技术工具和方法来优化日常操作。首先，可以通过实施实时数据跟踪系统，如使用 RFID（无线射频识别）技术标记材料和设备，实时监控其在现场的位置和状态。这种技术可以减少物资的丢失和误用，提高物流效率<sup>[7]</sup>。此外，可以结合移动技术，如智能手机或平板电脑上的应用程序，使现场工作人员随时更新工作进度和质量控制数据，实时反馈信息给项目管理者和其他相关人员。这样的系统支持创建和维护一个透明、实时更新的信息环境，极大地提高决策的速度和精确性。进一步地，采用高级视频监控系统，如安装固定和可移动的摄像头，对施工现场进行全天候监控，提升安全管理水平，对工作质量的审核和确认。视频记录可以在发生争议或事故时提供不可争议的证据，同时也是审查工作流程和识别效率低下环节的有力工具。结合这些视频数据，管理团队可以进行定期的安全和操作培训，针对发现的问题区域进行针对性的改进措施。为了进一步加强现场管理，还可以引入先进的预测工具和算法，对项目的关键指标进行监控和预警。例如，通过分析历史数据和当前进度，预测性分析工具可以预见潜在的延误和成本超支，及时提醒管理层采取措施。

通过上述措施，建筑精装修中的工程管理可以达到一个新的高效和高质量水平。系统化的现场管理增强了项目的可控性和透明度，也提升了客户满意度和团队的士气。这种管理实践的成功实施需要团队的广泛参与和持续的技术支持，以确保每一个环节都能达到预期的标准。

## 4. 采用信息化工具

在现代建筑精装修项目的工程管理中，采用信息化工具已成为提升效率、确保质量与成本控制的关键策略<sup>[8]</sup>。信息化工具的集成能优化项目的通信与协调，还能提高数据的可访问性和可操作性，从而使决策过程更加科学和精准。这种方法通过实时更新项目状态，为项目管理者提供了一个全面监控的平台，从而在整个项目生命周期中实现更好的控制和透明度。

考虑到信息化管理在建筑精装修中的应用，可以建立一个综合性的平台，处理从项目规划到执行的所有方面。例如，建立一个基于云的项目管理系统，所有项目参与者，包括建筑师、工程师、承包商以及客户，都可以在任何时间访问必要的项目文档和更新。这种系统支持高级的数据分析，能够预测项目风险，优化资源分配，并监控进度与预算的实时情况。这个平台还可以集成建筑信息模型（BIM）技术，使得项目团队能够在三维空间中视觉化地检查设计与实际施工之间的任何不一致，及早发现潜在的问题并迅速解决。

为了提高材料管理的透明度和效率，该信息化系统可以配备材料需求计划（MRP）功能。这使项目经理能够准确追踪材料的使用情况，预测未来需求，并自动化地重新订购库存，从而减少浪费并避免因材料短缺而延误项目<sup>[9]</sup>。同时，系统还可以支持移动访问，使现场工作人员能够通过智能设备即时更新其工作进度和材料消耗，这样的实时数据反馈可以大大提高项目监控的效率

和准确性。此外，项目团队可以通过这一平台的数据分析功能，进行深入的成本效益分析，优化工作流程，实现更精细的财务管理。这种分析能力可以帮助团队识别成本超支的原因，预测潜在的超支风险，提前采取措施。这种前瞻性的管理方式是通过收集历史数据和实时数据，结合机器学习算法进行趋势分析和模式识别来实现的。

#### 5. 增强团队合作和沟通

在建筑精装修项目的工程管理中，增强团队合作与沟通能力是关键因素之一，这可以提高工作效率，有效地解决项目中可能出现的问题。优化沟通流程和强化团队合作的文化，能够确保所有参与者明确自己的角色与责任，同时理解他人的需求和挑战<sup>[10]</sup>。良好的沟通可以促进信息的透明化，从而减少误解和冲突，提高项目的整体质量和客户满意度。

例如，在一个大型精装修项目中，可以实施一系列策略来强化团队间的合作与沟通。首先，建立一个跨职能的项目沟通平台，如使用专业的项目管理软件，这可以帮助不同部门的团队成员实时更新和共享关键信息。此外，定期举行跨部门会议，提供一个讨论问题和寻找解决方案的平台，帮助团队成员了解项目进展。为了进一步增强团队合作，还可以组织团队建设活动，这些活动可以打破部门间的壁垒，促进不同背景和技能的团队成员之间的理解和协作。

在项目执行过程中，还可以通过明确的角色和责任分配来优化团队的结构。每个团队成员都应该清楚自己的职责，并了解自

己的工作如何影响整个项目的进展。通过实施有效的监督和反馈机制，团队领导可以确保每项任务都按时完成，并且按照预定的标准执行。同时，鼓励团队成员就任何潜在的问题提出反馈和建议，这不仅可以及时解决问题，还可以增强团队成员的归属感和参与感。

这些策略的实施，需要领导层的积极参与和支持。领导者应通过自己的行为来树立沟通和合作的榜样，例如，他们需要保持开放的态度，积极倾听团队的意见，并在决策过程中考虑团队的反馈。通过这些综合的措施，建筑精装修项目的工程管理可以在增强团队合作和沟通的基础上达到新的效率和成效水平。这可以促进项目的顺利实施，提升团队的士气和协作能力，最终确保客户的最大满意度。

## 结束语

在探索建筑精装修的工程管理优化路径中，我们已经深入讨论了这一领域的多个关键方面。从严格的材料管理到高效的项目规划，再到施工现场的精细监控，每一步都不可或缺。重视这些领域的创新和改进，可以提高工程项目的效率和安全性，还可以在竞争激烈的市场中提升企业的竞争力。本研究通过综合考量这些管理实践，旨在为业界同仁提供一份指导和启示，共同推动建筑精装修领域的持续发展和创新。我们期待这些讨论能激发更多的思考和实践，为实现更高的项目管理水平奠定坚实的基础。

## 参考文献:

- [1] 梁发荣. 建筑工程项目管理工作中施工现场管控与优化路径分析 [J]. 中国住宅设施, 2023(7):55-57.
- [2] 赵阳, 柴建涛, 赵统雪. 信息化背景下建筑工程管理的优化路径分析 [J]. 电子乐园, 2023(1):0253-0255.
- [3] 靳宏飞. 绿色施工背景下建筑工程管理优化路径 [J]. 建材发展导向, 2024, 22(1):136-138.
- [4] 陈盛煌. 建筑工程现场施工管理优化路径研究 [J]. 门窗, 2023(2):34-36.
- [5] 常宽. EPC 工程管理模式的应用实践及优化路径 [J]. 江西建材, 2023(1):364-365.
- [6] 刘鹏. 建筑工程管理的重要性与实施优化途径分析 [J]. 中国科技期刊数据库工业 A, 2023.
- [7] 陈澄波, 魏文洲, 潘智勇, 等. 装配式建筑预制构件吊装施工工艺优化研究 [J]. 中国建筑装饰装修, 2023(23):158-160.
- [8] 刘佳明. 建筑工程设计管理要点与质量控制措施分析 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2023(1):4.
- [9] 田明远. 强化建筑工程管理中进度管理的有效路径 [J]. 城市情报, 2023(9):0043-0045.
- [10] 贾孟涛. 房屋建筑装饰装修施工技术管理探索 [J]. 建筑·建材·装饰, 2023.

# 财政评审在新型装配式建筑造价管理中的应用前景

薛劲

中德华建（北京）国际工程技术有限公司，湖北 武汉 430058

**摘要：** 本论文对新型装配式建筑进行了深入研究，包括其定义、特点以及在我国的发展现状。同时，本文特别强调了财政评审在新型装配式建筑造价管理中的核心地位。文章详细分析了当前造价管理的现状，指出了存在的主要问题，并在此基础上，提出了包括完善财政评审制度、强化监督与评估、提升造价管理的科学性和精细化水平，以及推广信息技术在造价管理中应用等策略。这些策略旨在提升我国新型装配式建筑造价管理的效率和质量，同时推动建筑行业的可持续发展，为我国建筑行业的长远发展提供参考和指导。

**关键词：** 装配式建筑；造价管理；财政评审；应用前景；资金使用效率

## The Application Prospects of Financial Evaluation in Cost Management of New Prefabricated Buildings

Xue Jin

Zhongde Huajian (Beijing) International Engineering Technology Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430058

**Abstract：** This paper conducts in-depth research on new prefabricated buildings, including their definition, characteristics, and development status in China. Meanwhile, this article particularly emphasizes the core position of financial evaluation in the cost management of new prefabricated buildings. The article provides a detailed analysis of the current situation of cost management, points out the main problems, and based on this, proposes strategies including improving the financial evaluation system, strengthening supervision and evaluation, enhancing the scientific and refined level of cost management, and promoting the application of information technology in cost management. These strategies aim to improve the efficiency and quality of cost management for new prefabricated buildings in China, while promoting the sustainable development of the construction industry and providing reference and guidance for the long-term development of China's construction industry.

**Keywords：** prefabricated buildings; cost management; financial evaluation; application prospects; efficiency of fund utilization

## 引言

今年3到6月，笔者有幸代表公司，参加了《湖北省房屋建筑与装饰工程消耗量定额及全费用基价表》措施部分的主编工作。在定额修编过程中，修编组充分选取并调研了各类在建典型案例，对新型装配式建筑造价中的人材机组成及相关指标，进行了详细的测算和分析，掌握了大量装配式建筑工程造价的原始资料和数据，对装配式建筑的造价管理有了充分的认识，本次结合政府投资的建设项目，对如何提升新型装配式建筑的造价管理评审水平，进行了剖析和探索。

财政评审作为一种有效的经济管理手段，在新型装配式建筑造价管理中具有重要作用。通过财政评审，可以对建筑项目的投资预算、资金使用、成本控制等方面进行全方位的监督和评估，从而提高造价管理的科学性、合理性和有效性。此外，财政评审还有助于提升建筑企业内部管理水平，推动建筑行业的健康发展。

## 一、新型装配式建筑概述

新型装配式建筑，作为一种创新的建筑模式，正逐渐改变着传统建筑的建造方式。本节将详细阐述新型装配式建筑的定义、特点以及在我国的发展现状，以便更好地理解其在造价管理中的应用前景。

### （一）新型装配式建筑的定义

装配式建筑，又称预制建筑或工业化建筑，是指建筑的主要

构件（如墙体、楼板、楼梯、阳台等）在工厂或预制场所进行预制生产，然后运输到施工现场，通过正确的连接方式组装而成的建筑。这种建筑方式实现了建筑部件的工厂化生产、现场装配化施工、一体化装修和信息化管理<sup>[1]</sup>。

### （二）新型装配式建筑的特点

新型装配式建筑借助工业化生产，实现了建筑构件的大规模制造，从而显著提升了生产效率和产品质量，为建筑业的现代化进程奠定了坚实基础。标准化设计的实施，确保了建筑构件之间



的互换性和通用性，极大地简化了设计和施工流程，为建筑行业的创新发展开辟了新的路径<sup>[2]</sup>。装配化施工技术的运用，提高了现场作业的效率 and 精准度，减少了湿作业带来的不便，提升了施工速度，同时降低了环境污染，推动了建筑业的绿色转型。此外，新型装配式建筑采用了先进的高性能材料与技术，显著提升了建筑物的能源利用效率，降低了能耗，为推动建筑行业的可持续发展做出了积极贡献。新型装配式建筑的可拆卸性和可回收性，使其在建筑物的更新迭代和资源循环利用方面具有独特优势，为建筑行业的长远发展注入了新的活力。

### （三）新型装配式建筑在我国的发展现状

近年来，我国政府高度重视新型装配式建筑的发展，并推出了一系列政策措施，旨在促进这一建筑形式的应用和普及<sup>[3]</sup>。在政策引导和市场需求的的双重推动下，新型装配式建筑在我国迅速发展，多个城市已启动装配式建筑试点项目和示范工程建设。

然而，尽管取得了一定进展，我国新型装配式建筑的发展仍面临诸多挑战，包括标准化程度有待提高、产业链配套不完善、技术水平需进一步提升等问题。因此，强化新型装配式建筑的造价管理，并提升财政评审在其中的作用，对于促进我国新型装配式建筑的持续健康发展具有重要意义。

## 二、财政评审在新型装配式建筑造价管理中的重要作用

财政评审作为一项重要的政府职能，对于确保公共资源的合理分配和有效利用具有不可替代的作用。在新型装配式建筑造价管理中，财政评审的作用尤为突出。本节将详细介绍财政评审的概念和作用，并探讨其在新型装配式建筑造价管理中的应用。

### （一）财政评审的概念和作用

财政评审是一项由政府部门负责的重要活动，其核心在于对预算执行、资金使用以及财务状况等方面进行深入的审查与评价。这一过程的主要目标是确保财政资金得到合理配置和高效利用，防止资金的浪费和不当使用，从而提升财政资金的整体使用效益。

在公共财政管理中，财政评审是确保财政资金有效分配、风险预防和提升政府透明度的重要工具<sup>[4]</sup>。它通过对项目预算和资金流动的深入分析，优化资源分配，同时细致评估项目财务状况，及时发现并防范潜在的财务风险，保障财政稳定。此外，财政评审的公开透明过程加强了政府与民众的互动，提升了公众信任。财政评审为政府决策提供了科学支持，助力政府在制定和调整财政政策及预算安排时做出明智选择，支持社会长远发展。

### （二）财政评审在新型装配式建筑造价管理中的应用

在项目启动阶段，预算评审环节至关重要，它涉及对项目预算的全面审核，以确保预算的合理性、可行性，为资金的分配和后续拨付奠定可靠基础<sup>[5]</sup>。项目执行过程中，成本控制成为关键，通过对建筑成本的持续监控与严格管理，旨在防止任何不必要的超支，从而提升资金运用的效率。对项目资金使用情况的细致评审，旨在确保每一笔资金都严格按照既定用途被使用，有效杜绝资金的挪用或滥用，保障资金的安全与合规<sup>[6]</sup>。最终，项目的经济效益和社会效益评估，为政府决策提供了重要的参考依据，有助于推动新型装

配式建筑向着更加健康和可持续发展的方向发展。

## 三、新型装配式建筑造价管理现状分析

造价管理是建筑项目成功与否的关键因素之一，对于控制项目成本、提高投资效益具有重要意义。在新型装配式建筑领域，造价管理的现状和问题尤为值得关注。本节将分析造价管理的重要性，探讨新型装配式建筑造价管理的现状，以及存在的主要问题。

### （一）造价管理的重要性

精细化的造价管理策略对于确保建筑项目的成本效益至关重要。这种策略能够对项目成本进行精确预测和严格管控，有效减少资源浪费和避免不必要的成本增加，从而保障项目的经济性和提升投资回报率。此外，造价管理的核心不仅仅局限于成本控制，更在于保障工程质量，确保项目在合理成本范围内满足既定的质量标准。同时，标准化和规范化的造价管理对于营造一个公平竞争的市场环境至关重要，它有助于杜绝市场中的不正当竞争行为和价格垄断现象，促进建筑市场的健康和可持续发展。因此，造价管理在建筑行业中具有举足轻重的地位，是推动行业高质量发展的重要保障。

### （二）新型装配式建筑造价管理的现状

由于新型装配式建筑的发展历史相对较短，相应的造价管理体系尚未完全成熟，缺乏统一的标准和规范，这在一定程度上影响了造价管理的准确性和一致性。此外，造价管理过程中信息化技术的应用程度尚显不足，导致造价信息的收集和分析效率不高，难以满足快速决策的需求<sup>[7]</sup>。同时，新型装配式建筑造价管理所需的专业人才较为稀缺，现有的人才储备不足以支撑这一领域快速发展的需求。这些因素共同作用，限制了新型装配式建筑造价管理的有效性和高效性。因此，加强造价管理体系建设、提升信息化水平以及培养专业人才成为当务之急，以推动新型装配式建筑的可持续发展。

### （三）存在的主要问题

新型装配式建筑在造价控制方面面临着多重挑战，这些挑战源自其采用的创新技术和材料，使得造价控制过程变得更加复杂，进而增加了成本超支的风险。建筑市场内部的信息不对称问题，涉及业主、设计单位、施工单位及材料供应商，这一问题可能导致造价管理失控<sup>[8]</sup>。此外，新型装配式建筑涉及众多环节和产业链，而各环节间的协同不足，可能导致造价管理效率降低。尽管政府已推出一系列政策措施以促进新型装配式建筑的发展，但相关法规政策仍需进一步完善，以更有效地规范造价管理行为。这些因素共同作用下，新型装配式建筑的造价管理面临诸多复杂性和不确定性，因此，加强造价控制、改善信息透明度、促进产业链协同以及完善法规政策成为当务之急，以推动新型装配式建筑的可持续发展。

## 四、财政评审在新型装配式建筑造价管理中的应用策略

为了充分发挥财政评审在新型装配式建筑造价管理中的重要



作用，提高造价管理的效率和质量，本节将提出一系列应用策略，包括完善财政评审制度、加强监督和评估、提高造价管理的科学性和精细化水平，以及推广信息技术在造价管理中的应用。

（一）完善财政评审制度

为了确保财政评审在新型装配式建筑造价管理中的有效应用，构建一个科学、规范、高效的财政评审体系至关重要。该体系的核心要素包括制定清晰、透明的评审标准和流程，以确保评审工作的公正性和公平性；建立一支专业化、高水平的评审团队，以提升评审人员的专业素质和能力；以及加强评审结果的法律效力，确保评审意见得到充分尊重和有效执行<sup>[9]</sup>。这些举措将显著提升财政评审的监督和评估效果，保障评审工作的公正性和准确性，从而为新型装配式建筑造价管理的优化提供坚实的制度保障，促进建筑行业的可持续发展。

（二）加强财政评审的监督和评估

为确保财政评审工作的质量，强化监督与评估机制是关键所在。建立一个全面的监督体系，对评审过程进行实时监控，以防止任何不规范行为的发生。同时，定期对评审工作进行系统性的评估，有助于及时发现并解决潜在问题，从而不断提升评审工作的专业水平和效率。此外，对评审结果的执行情况进行持续跟踪检查，是确保评审意见得到有效实施的重要环节。这些措施的实施将共同保障财政评审工作的公正性、准确性和有效性，为公共财政管理提供坚实的支持，并推动其向更加高效和透明的方向发展。

（三）提高造价管理的科学性和精细化水平

为了确保新型装配式建筑造价管理的有效性，关键在于提升造价管理的科学性和精细化水平。这包括推广先进的造价管理技术和工具，如成本分析方法和价值工程，以增强管理的科学性；加强造价信息的收集和分析，提高管理的细致程度；以及强化对

造价风险的识别和评估，制定有效的风险防控策略<sup>[10]</sup>。这些措施的实施将有助于提升造价管理的专业性和精准度，为新型装配式建筑的健康发展提供有力的支持，同时也促进了建筑行业的可持续发展。

（四）推广信息技术在造价管理中的应用

在信息技术迅猛发展的背景下，造价管理领域迎来了创新工具和方法的变革。为了有效地推广信息技术在造价管理中的应用，必须建立和完善集成的造价管理信息系统，确保造价信息的共享和协同工作。同时，应采纳大数据、云计算等前沿技术，以提升造价管理的智能化水平。此外，加强对造价管理人员的信息技术培训，提升他们的技术应用能力，这一点同样至关重要。这些措施将有助于推动造价管理向更高水平发展，实现更高效、更精准的造价控制，进而促进建筑行业的可持续发展和效率提升。

结束语

在全面审视新型装配式建筑造价管理的现状与挑战的基础上，本文深入探讨了财政评审在该领域的应用潜力。通过对财政评审在新型装配式建筑造价管理中的重要作用进行探讨，本文提出了针对性的政策建议和发展策略，旨在为我国新型装配式建筑造价管理的优化和发展提供有益的参考。

展望未来，随着我国新型装配式建筑市场的不断壮大，财政评审在造价管理中的应用将更加广泛。在政策法规、制度体系、人才队伍等多方面的支持下，财政评审将为新型装配式建筑造价管理提供有力保障，推动我国建筑行业迈向更高水平。在此基础上，我国建筑行业将更好地服务于经济社会发展，为实现全面建设社会主义现代化国家的目标作出积极贡献。

参考文献

[1] 李伯顺. 装配式建筑的设计要点探讨 [J]. 中国建筑装饰装修, 2024,(06):113-115.  
[2] 梁凯. 保温胶泥隔热涂料保温系统在装配式建筑中的应用研究 [J]. 科技与创新, 2024,(02):175-177+180.DOI:10.15913/j.cnki.kjycx.2024.02.052.  
[3] 董泓玲, 王月明. 绿色装配式建筑施工安全风险影响因素研究 [J]. 河南科技, 2024,51(02):68-74.DOI:10.19968/j.cnki.hnkj.1003-5168.2024.02.013.  
[4] 代鹏. 装配式建筑工程机电安装施工技术研究 [J]. 工程建设与设计, 2024,(08):175-177.DOI:10.13616/j.cnki.gcjsysj.2024.04.258.  
[5] 熊进. DMAIC 流程在装配式建筑叠合板施工中的事中质量控制——以蔡家组团 L 项目为例 [J]. 工程建设与设计, 2024,(08):209-211.DOI:10.13616/j.cnki.gcjsysj.2024.04.269.  
[6] 张佳辰, 王伟, 路志浩, 等. 基于装配式建筑钢结构方案设计的全生命周期碳排放研究 [J]. 结构工程师, 2024,40(02):69-81.DOI:10.15935/j.cnki.jggcs.2024.02.013.  
[7] 邓朗妮, 戴薇, 罗日生, 等. 基于 BIM 的装配式钢结构构件复核及信息管理 [J/OL]. 铁道标准设计, 1-10[2024-04-26].https://doi.org/10.13238/j.issn.1004-2954.202311200010.  
[8] 麦以迪. 装配式建筑外墙岩棉保温装饰一体板的应用探讨 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2024,(06):93-95.DOI:10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202406031.  
[9] 杨文涛, 宋培欣, 陈忠清, 等. 基于 BIM 技术的装配式混凝土建筑物化阶段碳足迹研究 [J]. 浙江建筑, 2024,41(02):65-69.DOI:10.15874/j.cnki.cn33-1102/tu.2024.02.017.  
[10] 田硕果. 新型装配式建筑在建筑施工过程中的应用分析 [J]. 陶瓷, 2024,(02):163-165.DOI:10.19397/j.cnki.ceramics.2024.02.050.

# 新能源场站智慧运维及数字化运营研究

蔡建偉

广西国电投海桂新能源有限公司，广西 南宁 530029

**摘要：**为提升能源利用效率与场站运维效率，同时促进新能源行业的可持续发展，本文首先分析了新能源场站的发展现状，指出其在智慧运维方面的迫切需求，并阐述了其服务业务的基本布局；其次，深入探讨了新能源场站服务业务的开展模式，揭示智慧运维与数字化运营面临的挑战，在此基础上提出了智慧运维及数字化运营平台构建方案，涉及智慧中台技术体系、平台架构设计及功能体系，以期为新能源场站的高效运维与数字化转型提供理论支撑与科学指导。

**关键词：**新能源场站；智慧运维；数字化运营

## Research on Smart Operation and Digital Operation of New Energy Stations

Cai Jiandan

Guangxi Guodian Touhaigui New Energy Co., Ltd. Nanning, Guangxi 530029

**Abstract：** In order to improve energy utilization efficiency and station operation and maintenance efficiency, while promoting the sustainable development of the new energy industry, this article first analyzes the current development status of new energy stations, points out their urgent needs in intelligent operation and maintenance, and elaborates on the basic layout of their service business; Secondly, the development mode of new energy station service business was deeply explored, revealing the challenges faced by smart operation and digital operation. Based on this, a plan for building smart operation and digital operation platforms was proposed, involving the technical system, platform architecture design, and functional system of the smart middle platform, in order to provide theoretical support and scientific guidance for the efficient operation and digital transformation of new energy stations.

**Keywords：** new energy stations; intelligent operation and maintenance; digital operations

随着全球能源结构的转型，新能源场站作为清洁能源供应的重要基石，其运维效率与数字化水平直接影响到能源供应的稳定性与可持续性。当前，新能源场站面临着数据孤岛严重、运维管理复杂等挑战，智慧运维与数字化运营需求变得日益迫切。这种背景下，深入分析新能源场站的发展现状，探讨智慧运维与数字化运营方案具有重要现实意义，有助于进一步促进能源利用优化，并显著提高场站运维效率，以此为新能源行业的可持续发展提供了新的可能与思路。

## 一、新能源场站发展现状及智慧运维

### （一）新能源场站发展现状

在电力系统关键且复杂的工程领域中，新能源（如风电、光伏等）的发电量占比持续攀升，预示着其作为未来电力能源发展的主流趋势。然而，新能源场站运维管理的现状却面临诸多挑战。一方面，运维团队的增长速度远未跟上场站数量的激增，导致专业运维力量匮乏；另一方面，场站多位于偏远地带，进一步加剧了运维管理的难度，问题频发。针对这一现状，尽管部分企业已着手研究运维管理解决方案，但聚焦于运维一体化的深入研究仍显不足。值得注意的是，新能源场站的经济效益高度依赖于运维质量，主要涵盖应急响应、运维过程管理以及风险预防等能力。因此，深化运维一体化研究，对于提升场站运维效率与经济效益至关重要。此外，新能源场站在项目周期中的运维管理投入

仅占投资的小部分，然而需要耗费大量时间于后期运维。企业普遍重建设轻运维的现象，加之运维管理水平有限，是导致运维问题频发的主要原因。鉴于此，引入IT服务管理等先进管理理念，以有效提升IT运维管理水平，进而推动新能源场站运维工作向一体化、高效化方向发展，成为行业共识与未来趋势。

### （二）新能源场站智慧运维

智慧运维与数字化运营进程中，构建数字技术服务平台需要政府与相关部门依据场站具体情况，加大资金技术投入，并辅以完善的政策支持，以加速平台的建设与运维技术的升级。

同时，引入前沿技术成为提升运维智慧化的重要途径。具体而言，全息技术的应用为新能源场站提供了前所未有的三维建模能力，使得场站内外环境及设备的实时状态得以直观、准确地呈现，为运维管理带来沉浸式体验。多源数据处理技术有效整合了来自PMS、SCADA等多系统的复杂数据类型，结合清洗与融合

\* 作者简介：蔡建偉（出生日期：1993.03.24），男，民族：汉族，籍贯：广西蒙山县，学历：本科，职称：工程师，研究方向：新能源电站生产运营，邮箱：692580702@qq.com。

处理，形成结构化时序数据，以此为决策分析提供坚实的数据支撑<sup>[1]</sup>。运行态势可视化监测技术进一步实现了设施设备运行数据、生产数据及地理信息的无缝融合与分层展示，使得运维人员能够在一个平台上全面掌握场站运行全貌。而异构设施设备运行监测技术则依托5G、物联网等先进技术，实现了各类设施设备运行信息的实时采集与监测，保证了运维管理的时效性与精准度。此外，积极引进人才、加强工作人员技能培训、激发其创新意识，并完善场站运维制度、强化监督与应急准备等措施，均为新能源场站智慧运维的深入实施提供了强有力的支撑。

（三）新能源场站服务业务基本布局

新能源场站服务业务布局多元化，涵盖了光伏、风力及风光储联合发电三大核心业务领域，共同构建了清洁、高效、灵活的能源供应体系。其中，风力发电业务作为新能源领域的支柱之一，得益于政策支持与技术进步，我国风电产业已实现从规模扩张向高质量发展的转型，装机容量与发电量均居全球前列，技术创新能力显著增强，巩固了全球风电装备制造大国的地位。光伏发电业务依托其独特的优势如对自然条件要求低、无地域限制等，成为新能源转型的重要方向。我国光伏产业发展迅速，技术创新持续推动成本降低与效率提升，为光伏发电的大规模应用奠定了坚实基础。储能业务在能源互联网时代扮演着关键角色，不仅是智能电网不可或缺的一部分，也是提升能源系统稳定性与灵活性的重要手段。我国政府正积极推动储能技术研发与应用，以更好应对能源体系变革的挑战，以增强国家在全球能源竞争中的实力。风光储联合发电业务则通过整合风能与太阳能的互补优势，结合储能技术，实现了新能源电力的“可控、可调、可测”，有效解决了清洁能源随机波动的问题，为构建更可靠、稳定的能源供应体系提供创新思路<sup>[2]</sup>。

二、新能源场站服务业务开展模式

（一）智慧运维与数字化运营面临的挑战

技术人才短缺成为首要难题，偏远地理位置导致员工流动性高，专业运维力量难以稳定。同时，设备分析方法滞后，依赖事后维修与定期巡视，缺乏科学的预警机制，难以精准掌握设备健康状况。运维活动的规划缺乏科学性与系统性，常基于经验而非明确计划，影响运维效率与效果。维修资源保障不足亦是显著挑战，零件库存管理不善，大型设备停机频发，影响场站持续稳定运行。此外，运维质量评价体系的缺失，特别是缺乏统一标准，难以全面评估运维成效，制约了运维水平的持续提升。知识共享平台的匮乏，则导致宝贵运维经验无法有效传承与应用，限制了运维智慧的积累与扩散。

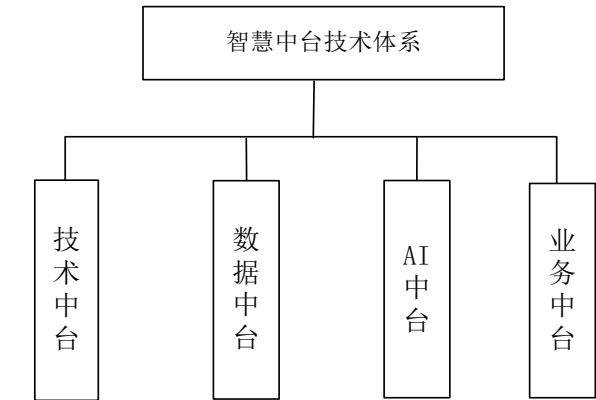
转向数字化运营过程中，新能源场站同样面临诸多考验。例如，设备及数据接口不兼容问题凸显，数据集成与利用难度大，影响数据价值的充分挖掘；生产安全与信息安全不容忽视，需构建高安全性、可靠性的运维平台，并遵循相关标准建立全面的网络安全防御体系。而人员及管理方面，如外包现象普遍、制度不统一及人员素质参差等问题，亦对数字化运营构成挑战，需借助

智能化、标准化手段加以改善。

（二）智慧运维及数字化运营平台构建方案

1. 智慧中台技术体系

智慧中台技术体系基于“1+4”架构，即一个智慧运维基础应用平台，辅以技术、数据、AI、业务四大中台通用能力组件，共同构筑起“大平台、小前台”的业务生态，推动数据、流程、服务及能力的标准化、智能化及全局协同化发展<sup>[3]</sup>。智慧中台技术体系如图1所示。



> 图1 智慧中台技术体系

技术中台作为智慧化运营的基础底座，通过构建统一底层基础平台，实现技术能力的平台化与共享化。它不仅确保了全域技术的统一性与架构的互通性，还为各领域、行业及应用提供了便捷化、标准化的技术支持，促进了技术组件间的协作与业务技术的解耦，为新能源场站的运维管理提供了坚实的技术保障。数据中台则聚焦于能源数据资产的管理与价值挖掘，通过大数据平台的建设，强化了对能源数据的治理与把控。它实现了数据的规范化处理与高质量整合，打破了数据壁垒，为智能运维决策与交易辅助决策提供了有力的数据支持。同时，数据中台还通过3D可视化、大屏展示等方式，直观呈现能耗数据，进一步提升了运维管理的透明度与效率。

AI中台作为智慧中枢，将数据与AI能力深度融合，推动了业务从数据化向智能化的演进。它利用AI计算引擎与平台服务能力，快速沉淀通用模型，并针对业务需求实现拖拽式建模与非代码算法建模，极大地降低了算法应用的门槛<sup>[4]</sup>。业务中台则聚焦于平台基础通用能力的提炼与整合，通过物联网平台、数字孪生开发及大屏设计器等工具，实现了核心业务运行机制的高效协同与开放运营。它支持应用模块的快速配置与场景预设，降低了业务拓展成本，提升了运维管理的灵活性与响应速度，为新能源场站的智慧运维与数字化运营提供了全方位的支持。

2. 平台架构设计

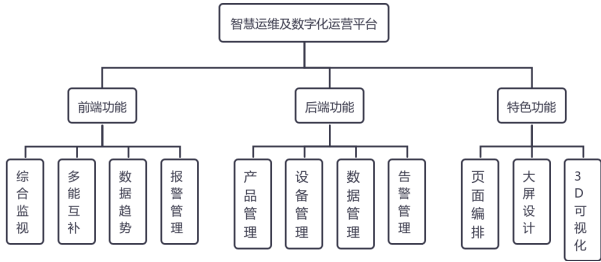
本研究提出的平台架构设计，正是基于“大平台、小前台”的先进理念，通过端边云协同体系，旨在以最低成本支持多样化的运维场景，推动新能源场站向智慧化、数字化转型。该架构以端边云协同为核心，确保从终端设备到云端服务的无缝对接。端层涵盖了用能侧、供能侧及配电侧的各类物理对象，边层则借助数据采集系统与边缘管理平台，实现设备感知、协议适配及数据采集，保证数据的实时性与准确性。中台层作为处理核心，对采集到的信息完成

深度计算、处理与挖掘，构建企业级核心能力，支持精准监控与科学决策<sup>[5]</sup>。顶层云平台则负责高级应用功能的扩展，并对接各类大数据平台系统，以提升整体运维效率。

为满足不同场景的需求，平台支持本地部署、SaaS部署及混合部署等多种模式。本地部署适用于需要不间断值守的场站，通过以太网总线实现数据的本地化管理；远程部署则利用4G/5G通信技术，将关键信息上传至云端，实现远程监控与管理，尤其适用于少人或无人值守场景；而混合部署则结合了本地与远程的优势，实现本地与云端的协同管理。此外，中台技术体系起到了支撑作用，技术中台提供便捷化、标准化的技术能力支持；数据中台凭借大数据治理与可视化呈现，提升数据价值；AI中台利用AI技术赋能业务场景，实现了智能化运维；而业务中台则聚焦于基础通用能力的整合与提炼，支持各模式场景平台的快速构建与上线。

3. 平台功能体系

智慧运维及数字化运营平台涉及前端功能、后端功能及一系列特色功能。平台功能结构示意图如图2所示。



> 图2 平台功能结构示意图

前端作为用户交互的直接界面，集成了综合监视、多能互补、数据趋势分析及报警管理等功能模块，为用户提供了实时、

全面的场站运行状态概览及异常预警能力。在后端，平台通过产品管理、设备管理、数据管理及告警管理等模块，实现了对场站运维工作的全面支撑。其中，产品管理确保了运维过程中所需各类资源的有效调度与管理；设备管理则聚焦于设备状态监测、维护计划制定及故障预警，为设备的安全稳定运行提供了坚实保障；数据管理模块通过高效的数据采集、处理与分析，为运维决策提供了科学依据；告警管理则确保了异常情况的及时识别与快速响应<sup>[6]</sup>。此外，平台还具备一系列特色功能，如页面编排、大屏设计及3D可视化等，这些功能一方面有效提升了用户体验，另一方面使运维工作更加直观、便捷。页面编排功能允许用户根据实际需求自定义监控界面，实现个性化展示；大屏设计适用于大型监控中心，利用高清大屏来直观展示场站运行关键指标；而3D可视化则引入先进的图形渲染技术，为运维人员提供了沉浸式的场站运维体验，进一步提升了运维工作的智能化水平。

三、结束语

综上所述，本研究分析并总结了当前发展的现状与智慧运维与数字化运营面临的挑战，在此基础上提出了针对性的智慧运维方案。智慧运维与数字化运营的实施，有助于大幅提升能源管理水平与场站运维效率，并且还能新能源行业的可持续发展打下坚实的基础。未来，将持续创新与探索更多先进技术，伴随技术的不断进步与应用的持续深入，有望进一步提升新能源场站的数字化、智慧化水平，从而为构建高效、安全、清洁的现代能源体系贡献重要力量。

参考文献:

[1] 李源, 杨伟, 王学斌. 新能源场站智慧运维及数字化运营研究 [J]. 风力发电, 2023(5):6-11.  
[2] 丁宗琦. 新能源电站集中运营模式下运维管理方式探究 [J]. 电力设备管理, 2023(23):231-233.  
[3] 杨文涵, 傅腾, 张敏, 郑立军, 陈晓利. 多模式多场景综合能源数字化智慧运营中台技术与应用 [J]. 电力设备管理, 2022(11):248-253.  
[4] 霍勇, 李伟强. 面向新能源电站智能全息数字化设备运营及状态监管一体化系统研究 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2021(8):0072-0073.  
[5] 郭颂, 蔡林峰. 新能源后运维服务项目管理实现跨越式升级 [J]. 现代工业经济和信息化, 2023,13(2):225-226229.  
[6] 胡俊平. 新能源电站集中运营模式下运维管理方式探究 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2022(8):0176-0179.



# 大数据时代计算机网络信息安全及防护策略研究

唐小沛

国家电投集团贵州金元绥阳产业有限公司，贵州 遵义 563300

**摘 要：** 随着我国计算机技术的飞速发展，大数据时代的全面降临，计算机网络信息安全问题已经跃升为行业乃至社会关注的焦点。本文将首先详细阐述大数据时代的独特背景与其鲜明的技术特点，进而深入探讨和分析在海量数据流动与共享的过程中，计算机网络信息安全所面临的严峻挑战与潜在风险。为大数据时代下的计算机网络信息安全提供一套科学、合理且行之有效的防护策略，以期在保障信息流通的便捷与高效的同时，确保信息的安全、保密和完整性不受任何形式的侵害和威胁。这将有助于构建一个安全、可信、可靠的网络环境，为大数据时代的健康发展提供坚实的保障。

**关 键 词：** 大数据；计算机；网络信息；安全及防护；策略

## Research On Computer Network Information Security And Protection Strategy In The Era Of Big Data

Tang Xiaopei

State Power Investment Group Guizhou Jinyuan Suiyang Industry Co., LTD. Zunyi, Guizhou 563300

**Abstract：** With the rapid development of computer technology in China, the advent of the era of big data, the computer network information security problem has become the focus of the industry and even the society. This paper will first elaborate on the unique background and distinct technical characteristics of the big data era in detail, and then further explore and analyze the severe challenges and potential risks faced by computer network information security in the process of massive data flow and sharing. To provide a set of scientific, reasonable and effective protection strategies for the computer network information security in the era of big data, in order to ensure the convenience and efficiency of information circulation, and ensure the security, confidentiality and integrity of information from any form of infringement and threat. This will help to build a safe, credible and reliable network environment, and provide a solid guarantee for the healthy development of the era of big data.

**Keywords：** big data; computer; network information; security and protection; strategy

## 引言

随着信息技术的日新月异，我们迈入了波澜壮阔的大数据时代。在这个时代里，数据已不再是简单的数字集合，而是成为了一种宝贵的资产，对个人生活、企业运营乃至国家发展都拥有着举足轻重的价值。然而，正如一枚硬币的两面，数据的丰富性和价值性也带来了前所未有的安全挑战。计算机网络信息安全问题日益凸显，成为了威胁个人隐私、企业机密和国家安全的重要因素。深入探讨和研究大数据时代下的计算机网络信息安全及其相应的防护策略，显得尤为迫切和重要。这不仅是对现有安全体系的挑战，更是对未来信息安全发展方向的探索和预测。通过深入分析大数据时代的特征，我们可以更有针对性地制定防护策略，确保数据的完整性、可用性和保密性，为个人、企业乃至国家的长远发展保驾护航。

## 一、大数据时代背景与特点

### （一）数据量庞大

在当今的大数据时代，数据量的增长已经远远超出了传统的计算范畴，呈现出一种前所未有的爆炸式增长态势。<sup>[1]</sup>这种增长不仅局限于某个特定的领域或行业，而是全面覆盖了从科研、医疗、教育到金融、零售、交通等各个领域和行业。这种数据的爆

炸式增长，不仅为我们提供了前所未有的洞察力和机会，同时也带来了数据存储、处理和分析能力的极大挑战。

### （二）数据多样性

在当今的信息化时代，数据类型展现出了极为丰富和多样化的特点。首先，结构化数据占据了重要的位置，这类数据具有固定的格式和明确的结构，如数据库中的表格数据，它们易于被计算机读取和处理。其次，半结构化数据也日益受到关注，它们具

\* 作者简介姓名：唐小沛出生年月：1990年7月性别：男民族：汉族籍贯：贵州省遵义市 学历：本科 职称：初级从事的研究方向或工作领域：信息化管理

有部分的结构性，如 XML 和 JSON 格式的数据，虽不如结构化数据那样严格，但在某些场景中却具有更高的灵活性和适应性。<sup>[2]</sup>非结构化数据则更为广泛，包括文本、图像、音频、视频等多种形式，它们没有固定的结构，但蕴含着丰富的信息，需要通过特定的技术手段进行提取和分析。这三种数据类型各有特点，共同构成了当今数据领域的丰富图景。

### （三）数据价值高

在当今信息爆炸的时代，数据无疑扮演着举足轻重的角色。在决策层面，数据能够提供精准的信息支撑，帮助企业或国家作出更为明智的选择；在预测领域，数据作为趋势的指针，能够揭示未来的可能走向，为规划提供重要依据；在优化方面，通过对数据的深入挖掘和分析，能够发现潜在的问题与机会，进而推动效率与效益的双重提升。<sup>[3]</sup>数据已经超越了单纯的数字集合，成为了企业 and 国家不可或缺的核心资产，其价值和重要性不言而喻。

## 二、影响计算机网络安全因素分析

### （一）自然灾害

计算机设备在本质上并不具备直接抵御外部环境带来的各种潜在破坏因素的能力。它们对于诸如强烈震动、环境污染、水灾和火灾等自然灾害的抵御能力相对薄弱。这些自然灾害一旦发生，不仅可能直接导致计算机设备的物理损坏，如电路板断裂、硬盘受损等，还可能间接引发数据丢失、系统崩溃等严重后果。因此，为了确保计算机设备的安全稳定运行，我们需要采取一系列有效的防护措施，以减少自然灾害对计算机设备的潜在威胁。

### （二）网络的开放性

计算机网络的开放性如同一把双刃剑，它极大地促进了信息和资源的流通与共享，为全球各地的用户提供了便捷的沟通和获取信息的途径。这种开放性也相应地增加了网络被恶意攻击的风险。<sup>[4]</sup>黑客们常常利用网络的这种开放性，通过各种手段和技术手段进行非法入侵，企图窃取、篡改或破坏敏感数据和关键资源。这些攻击行为不仅严重威胁着个人隐私和商业机密的安全，更可能对整个社会的稳定和发展造成不可估量的损失。在享受计算机网络带来的便利的同时，我们也需要时刻保持警惕，加强网络安全防护，确保网络环境的稳定和安全。

## 三、大数据时代下计算机网络信息安全面临的挑战

### （一）数据泄露风险

鉴于数据量的庞大及其蕴含的巨大价值，我们必须充分认识到其重要性。数据，作为企业和个人的核心资产，一旦遭受泄露，其后果将不堪设想。对于企业而言，数据泄露可能导致商业机密被窃取、客户信息泄露、品牌声誉受损等连锁反应，从而严重影响企业的市场竞争力和经营效益。<sup>[5]</sup>而对于个人来说，数据泄露可能涉及个人隐私泄露、身份被冒用等风险，给个人的生活和安全带来极大的威胁。因此，保护数据安全成为了当今社会不可或缺的重要任务，必须高度重视并付诸行动。

### （二）网络攻击手段多样化

在当今数字化的世界中，网络安全面临着前所未有的挑战。黑客攻击、病毒、木马等网络攻击手段层出不穷，如同暗流涌动的威胁，给网络安全带来了巨大压力。这些攻击手段不仅手段多样，而且技术日益复杂，它们能够悄无声息地侵入计算机系统，窃取敏感信息、破坏数据完整性，甚至操控整个网络。<sup>[6]</sup>这种形势对于个人用户、企业组织乃至整个国家的信息安全都构成了严重威胁，因此，加强网络安全防护、提升网络安全意识已迫在眉睫。

### （三）移动互联网安全挑战

随着移动互联网的广泛普及和深入渗透，网络攻击的手段和途径变得日益多样化和隐蔽化，这使得个人信息安全面临前所未有的严峻挑战。在数字世界中，用户的个人信息如同宝藏一般，吸引了不法分子的目光。他们利用技术手段，悄无声息地窃取、篡改或滥用这些信息，给用户带来了极大的风险与损失。因此，保护个人信息安全已经成为了一个刻不容缓的问题，需要社会各界的共同努力和持续关注。随着移动互联网的日益普及，人们已经能够享受到随时随地接入网络的便捷性，这种无缝连接极大地丰富了我们的日常生活和工作方式。<sup>[7]</sup>移动设备的便捷性，意味着其信息传输更加频繁且广泛，但这同样使它们成为潜在的网络攻击目标。攻击者可以利用移动设备在传输过程中的薄弱环节，进行各种形式的网络攻击，如数据窃取、恶意软件植入等。

## 四、计算机网络信息安全防护策略

### （一）加强安全意识教育

面对日趋复杂的网络安全问题，无论是个人还是公司，都急需增强自身的网络安全意识，增强自我保护意识。个人要重视网络安全，要学会识别网络诈骗，保护自己的个人隐私，采取行之有效的手段来防止网络攻击。在此基础上，提出了一种基于信息技术的信息安全管理方法。从而保证企业的数据资源的安全性与稳定性。<sup>[8]</sup>

### （二）采用先进的安全技术

随着信息技术的发展，信息系统的安全保护越来越受到人们的重视。要想有效地应对各种类型的网络攻击，就必须利用各种技术方法来增强网络的安全保护。防火墙是网络安全的第一道防线，它主要对网络数据进行监测，并按照预先设定的安全机制对非法用户进行过滤或拦截。随着网络攻击方式的变化，防火墙的技术也得到了进一步的发展。新一代防火墙通过行为分析、机器学习等更加智能的威胁探测方法，可以更加精准地发现并拦截“零天漏洞”以及未知的高层威胁。入侵检测系统通过采集和分析网络流量、系统日志和用户行为等信息，发现异常和可疑行为。它是一种利用模式匹配，统计分析，以及人工智能的方法来发现和处理网络攻击的方法。入侵检测系统可以对网络的行为进行实时监测，并对其进行预警，从而降低系统的安全风险。入侵检测系统要想更精确地发现网络攻击，就必须搜集更多的信息，提高数据分析的能力。通过与防火墙和路由器等网络设备的联

动，一旦发现有攻击发生，入侵行为就能第一时间切断攻击者，阻止其蔓延。数据加密是一种有效的方法，可以有效地解决数据的安全问题。<sup>[9]</sup>使用加密算法和密钥，将明文转化为密文，以防止外人破解。数据加密技术主要包括数据传输的加密，数据存储的加密，数据的完整性认证，以及密钥管理等。这三种方法是从软硬件两个角度来保证数据的安全传输。防火墙技术、入侵检测系统（IDS）以及数据加密技术是增强网络安全保护的重要途径。这三种网络架构各有其自身的特点与优点，可以相辅相成，共同构筑更为安全可靠的网络环境。在对网络设备及软件进行选型时，必须保证其安全性、可靠性。我们要仔细甄别，不要购买没有经过正式认证或来源不明的网络设备及软件，因为它们一旦被部署到互联网上，就会存在潜在的安全隐患；这将会对网络系统造成极大的威胁。<sup>[10]</sup>我们应该选择经过权威机构认证、具有良好声誉和可靠性的网络设备和软件，从而确保我们的网络安全得到最大程度的保障。

### （三）加强网络监控和及时响应

为了有效保障网络安全，构建一个完善的网络监控体系至关重要。制定一套全面的网络安全策略，明确安全目标、责任分配和安全规范，确保公司内部人员对网络安全的重要性有充分的认识。对企业的关键资产、业务流程和网络环境进行全面风险评估，识别潜在的安全威胁和漏洞，以便确定安全投入的优先级，并针对性地进行防护。基于风险评估结果，设计符合安全要求的网络架构，包括划分网络区域、部署防火墙、入侵检测系统等安全设备，以及实施网络接入控制等措施。保障操作系统、应用程序、数据库等关键系统的安全，通过安装安全补丁、加固系统配置、实施权限管理等措施，减少系统被攻击的风险。对敏感数据进行加密处理，防止数据泄露。同时，建立严格的身份认证机制，确保只有授权用户才能访问关键资源。部署安全监控系统，实时监控网络活动，检测异常行为。同时，定期进行安全审计，评估安全防护体系的有效性，及时发现并处理网络安全事件。针对可能发生的网络安全事件，制定详细的应急预案，包括事件报告、问题定位、数据恢复、后续改进等内容，确保在发生安全事件时能够迅速、有效地应对。为员工提供网络安全相关知识及技术方面的培训。保证所有员工都知道公司的保安制度，并且遵守公司的规章制度。<sup>[11]</sup>网络安全是一项不断进行评估、调整和改进的工作。定期检讨预防与控制系统，找出新的危险及弱点，并作出有目标的调整及最佳化。密切跟踪产业发展趋势，掌握最新的安全科技及先进做法，并运用到自身的安全防护系统中。在此基础上，按照国家有关规定，严格遵守国家有关规定，保证企业在网络安全方面达到规定的要求。为了保证企业网络的安全，我们将逐渐形成一套完整的网络监测系统。

## 结语

在如今的大数据时代背景下，探讨计算机网络信息安全及其防护策略的重要性愈发凸显。这不仅关系到企业的核心数据安全，更是涉及到国家安全与公共利益的关键问题。因此，深入研

究和实施有效的安全防护策略，对于维护网络空间的稳定与繁荣具有深远意义。加强安全意识教育是防范网络信息安全风险的基石。我们需要通过广泛的安全知识普及和培训，提高广大用户和管理者的安全意识，使大家认识到信息安全的重要性和必要性，从而形成全社会共同维护网络安全的良好氛围。采用先进的安全技术是保障网络信息安全的关键。随着技术的不断进步，网络安全威胁也日益复杂多变。因此，我们需要不断引进和研发先进的安全技术，如加密技术、防火墙技术、入侵检测技术等，以应对日益严峻的网络安全挑战。加强网络监控和及时响应是防范网络安全威胁的有效手段。通过建立完善的网络监控体系，实时发现和跟踪网络安全事件，并及时进行应急响应和处理，可以有效地防止网络攻击和数据泄露等安全事件的发生。我们需要持续关注网络安全领域的新技术、新动态，不断完善网络安全防护策略。随着大数据、云计算、物联网等新技术的不断发展，网络安全面临的威胁和挑战也将不断变化。因此，我们需要紧跟技术发展的步伐，不断完善和优化安全防护策略，确保大数据时代下的计算机网络信息安全。大数据时代下的计算机网络信息安全及防护策略研究是一项长期而艰巨的任务。只有我们不断加强安全意识教育、采用先进的安全技术、加强网络监控和及时响应，并持续关注新技术和新动态，才能确保网络空间的稳定与繁荣，为经济社会发展提供坚实的保障。

## 参考文献

- [1] 孙美玲. 基于大数据分析的计算机网络信息安全监测 [J]. 信息与电脑 (理论版), 2023, 35 (22): 239-241.
- [2] 李俊. 计算机网络信息安全中的网络技术运用 [J]. 信息记录材料, 2023, 24 (11): 109-111+114.
- [3] 孙玮. 大数据背景下计算机网络信息安全及防范策略研究 [J]. 数字通信世界, 2022, (12): 169-171.
- [4] 麻恒瑞. 计算机网络信息安全保障措施研究 [J]. 电脑知识与技术, 2022, 18 (29): 71-73.
- [5] 袁一帆. 探讨如何实现大数据时代的计算机网络信息安全 [J]. 网络安全技术与应用, 2021, (12): 174-175.
- [6] 杨佳兰. 基于大数据环境下的计算机网络信息安全与防护策略研究 [J]. 南方农机, 2021, 52 (23): 132-134.
- [7] 于柯实. 探讨大数据时代计算机网络信息安全及防护策略研究 [J]. 信息系统工程, 2023 (09): 130-133.
- [8] 刘占凤. 大数据时代如何加强计算机网络信息安全管理 [J]. 网络安全技术与应用, 2023 (07): 162-164.
- [9] 倪瑞, 梁耀良, 马雯阳. 大数据时代背景下的网络信息安全管理分析 [J]. 数字通信世界, 2023 (06): 188-190.
- [10] 郝景昌, 徐李阳, 赵文华, 等. 大数据时代计算机网络信息安全与防护 [J]. 数字技术与应用, 2023, 41 (04): 219-221.
- [11] 杨晓娇, 吴文博, 董洁, 等. 大数据时代下的网络信息安全保护策略研究 [J]. 数字通信世界, 2023 (02): 4-5+23.



# 新时期加强森林防火能力建设的对策建议

赵景刚

敦化市国有林总场, 吉林 敦化 133700

**摘 要 :** 如今, 我们人类正站在地球上那片浩瀚的绿色之中, 感受着大自然的呼吸, 但同时也体味着它的脆弱。森林, 既是地球的肺, 也是众多生灵的家园, 它的健康直接关系到地球的生态平衡。

美国的综合火险管理系统高科技与传统防护相结合, 预防加应急, 双管齐下; 芬兰利用先进的自动化技术, 能在火灾萌芽阶段就拉响警报, 效率高得让人羡慕。转头看看国内, 近年来, 我们国家也是下了大功夫, 特别是在火灾预警技术和社区参与方面, 虽然进步明显, 但依旧困难重重。

**关 键 词 :** 森林防火; 能力建设; 火灾预警技术

## Countermeasures And Suggestions For Strengthening Forest Fire Prevention Capacity Construction In The New Period

Zhao Jinggang

Dunhua City State-owned Forest Field, Jilin, Dunhua 133700

**Abstract :** Today, we human beings are standing in the vast green on the earth, feeling the breath of nature, but also appreciate its fragility. The forest is not only the lung of the earth, but also the home of many creatures. Its health is directly related to the ecological balance of the earth. The American integrated fire management system combines traditional protection, prevention and emergency as a result. Take a look at China, in recent years, our country has also made great efforts, especially in the fire warning technology and community participation. Although the progress is obvious, there are still many difficulties.

**Keywords :** forest fire prevention; capacity building; fire early warning technology

### 引言:

近年来, 全球气候变化的警钟长鸣, 极端天气事件频发, 给森林防火带来了前所未有的灾难。就拿2019至2020年澳大利亚那场惊心动魄的森林大火来说, 它不仅烧毁了数百万公顷的森林, 更是导致数千种野生动物的栖息地受损, 还向大气中释放了数亿吨的二氧化碳, 加剧了全球气候变化的恶性循环。此场火灾提醒我们, 森林防火已不再是一个简单的地域问题, 而是全球性的紧迫议题。

在国内, 森林防火形势同样严峻。2019年四川凉山发生的森林火灾, 不仅造成了巨大的经济损失, 还牺牲了多位勇敢的消防英雄, 实在是让人心痛不已。火灾的背后, 既有气候异常导致的干旱和高温的自然因素, 也有不当用火和防护措施不足的人为因素。因此, 加强森林防火能力建设已经迫在眉睫, 既是为了保护自然生态, 也是对人类自身安全和可持续发展的负责。

要想在新的历史时期, 提升我国的森林防火能力, 就要从管理体系的完善、智能预警系统的研发、基础设施的加强等多个维度入手, 寻找解决问题的方法。

现在我们每一步的迈进, 都是为了那个更加绿色、安全的明天。

## 一、我国森林防火能力现状分析

### (一) 森林防火体系构建

近年来, 我国在体系建设上取得了进展, 建立了全国森林火险预警系统, 能够实时监控火情并提前发布预警信息。我国森林防火体系就像一个精密的防护网, 覆盖着广袤的绿色国土, 这个体系的核心是“预防为主, 积极消灭”的方针, 主要强调的是事

前的预防远比事后的补救更为重要。方针的核心思想在于, 将预防工作置于首位, 预先采取措施防止火灾发生远比火灾发生后投入大量资源去扑灭更为重要。方针总体体现出了“治未病”的哲学思想, 类似于我们中医强调的“预防疾病优于治疗疾病”。

“预防为主”意味着要从源头抓起, 在系统的规划、严格的管理、公众教育下, 从源头上降低火灾发生的可能性。可以加强火源管理, 严格控制野外用火、加强电气设备的维护避免火灾隐患

\* 作者简介: 姓名: 赵景刚, 性别: 男, 出生日期 1968年6月, 籍贯 (吉林省延边朝鲜族自治州敦化市), 学历: 本科, 职称: 高级工程师, 民族: 汉, 从事工作领域森林火灾预防与扑救。



患；构建并维护防火隔离带，减少火势蔓延的风险；利用现代科技如卫星遥感或者是无人机巡逻等，进行火情早期监测；普及防火知识，提高公众的防火意识。“积极消灭”则是一旦火灾发生要迅速响应，采取一切必要手段，动用专业消防力量尽可能在火灾初期将其控制扑灭，减少损失。该方针由国家林业和草原局统一领导，地方各级政府分级负责，形成了上下联动、区域协同的工作机制。体系中包括了专业的森林消防队伍，还有气象、林业科研机构等多个部门的紧密合作，共同为森林安全保驾护航<sup>[1]</sup>。

## （二）防火基础设施

防火基础设施是森林防火的第一道物理防线，其中包括但不限于防火隔离带、消防水池、观察塔、消防道路等。拿防火隔离带来说，它们是森林中的“防火墙”，可以有效阻止火势蔓延。据统计，到2020年，我国已建成的森林防火隔离带总长度达到了数万公里，这些隔离带在多次森林火灾中发挥了关键作用，有效控制了火势。

可惜的是基础设施的分布并不均衡，东部与西部、平原与山区之间存在明显差异。消防车辆难以及时到达经济不发达的地区，这些地区普遍基础设施较为落后，一旦发生火灾，救援难度就大大增加<sup>[2]</sup>。

## （三）人员培训与公众意识现状考察

人员培训是提升防火能力的关键，我国森林消防队伍经过严格的选拔后进行了专业化训练，已经具备了的灭火技能和应急反应能力。每年都会组织大规模的实战演练，模拟不同情境下的火情处理，不断提升队员的专业素质。除此之外，还引入了国际先进的灭火技术，如美国的“直接攻击”战术和澳大利亚的火行为预测模型，这些都为我国森林防火开辟了新路径。

至于公众意识方面，通过多年的宣传教育，大多数民众已经认识到森林防火的重要性，不再经常出现随意丢弃烟蒂、野炊等行为。国家林业和草原局每年都会开展“森林防火宣传月”活动，利用媒体、学校、社区等多种渠道普及防火知识。但可惜仍有部分偏远地区的居民没有足够的防火意识，加之老龄化问题，增加了防火教育的难度<sup>[3]</sup>。

# 二、加强森林防火能力建设的重要性

## （一）保护生物多样性

森林被誉为地球的肺，是地球上生物多样性最为丰富的生态系统之一。每一片叶子、每一寸土壤都孕育着无数未知的生命形态。加强森林防火，实际上就是在守护这个生命宝库。亚马逊雨林是一片跨越多个国家的绿色海洋，拥有地球上约10%的物种。2019年，那里发生的大规模火灾震惊世界，成千上万种动植物的家园遭到破坏，生态平衡受到严重威胁<sup>[4]</sup>。

保护生物多样性不仅仅只是为了那些美丽的动植物，更是为了人类自身的生存与发展。许多现代医药的发现都源自于自然界的植物或者是动物，比如治疗疟疾的青蒿素。失去生物多样性，就意味着失去了未来发现新药物、新材料的可能。因此，加强森林防火，减少灾难性的火灾，也是维系地球生命的多样性。

## （二）可持续发展

森林对减缓全球气候变化具有不可替代的作用，树木通过光合作用吸收二氧化碳，释放氧气，是自然界的“空气净化器”。据联合国粮农组织报告，全球森林储存了约45%的地表碳，对于维持碳循环平衡起着决定性作用<sup>[5]</sup>。

然而，频繁的森林火灾不仅摧毁了这些宝贵的“碳库”，还释放出大量温室气体，加剧全球变暖。2020年澳大利亚的森林大火排放的二氧化碳估计超过4亿吨，相当于全球一年交通排放量的近十分之一，影响了当地生态，对全球气候产生了连锁反应。

加强森林防火能力保证森林资源的可持续管理，是实现联合国可持续发展目标（SDGs）的关键一环。SDG 15特别强调了陆地生态系统的保护、恢复与可持续利用，而森林防火正是实现这一目标的重要手段之一<sup>[6]</sup>。科学的火源管理、早期预警系统的建立以及公众教育等多管齐下，可以有效减少火灾发生频率，保护森林资源，支撑水资源管理、农业生产和生物多样性保护等多个领域，为社会经济的长期繁荣奠定基础。

加强森林防火能力建设是对自然环境的保护，也是对人类社会未来的投资。它关乎生态平衡、气候变化、经济发展等多个维度，是我们走向可持续发展的必经之路。基于此，还要加强国际间的合作，才能更有效地应对这一全球性灾难，守护好我们共有的绿色家园<sup>[7]</sup>。

# 三、新时期森林防火面临的挑战

## （一）全球气候变化对森林火灾的影响

气候变化是个全球热议的话题，因为它正以前所未有的方式影响着森林防火。全球平均气温的上升，极端天气事件频发，干旱和高温成为了常态，这为森林火灾的发生提供了温床。美国加利福尼亚州近年来频繁遭遇史无前例的山火，2020年的“闪电复合火灾”就创下了该州历史上最大规模火灾的记录。高温和干燥的气候条件使得森林更容易被点燃，且火势更难控制。气候变化导致的冰川融化，季节性降水模式也产生了变化，间接影响森林的水分状况，进一步加剧了火灾风险<sup>[8]</sup>。

## （二）人为因素增加的火灾风险分析

说到森林火灾，人为因素占据了很大一部分。特别是在旅游旺季，包括但不限于野外用火不慎、非法纵火、电力设施故障引发火灾等。游客在森林内的不当行为会成为火灾的导火索，2018年中国四川凉山的一场森林火灾，初步调查结果显示是由村民烧荒引起，这场火灾破坏了大片林区，还夺走了多名消防员的生命。

随着人口增长和城市化进程加快，森林边缘地带的人类活动日益频繁，这也增加了火灾的风险。森林与人类居住区的界限越来越模糊，一旦火灾发生，很容易向周边社区蔓延，造成重大的人员伤亡，同时也造成财产损失。

## （三）新技术在森林防火中的应用

如卫星遥感、无人机巡检、人工智能和大数据分析等现代技术的出现，正在改变我们对森林火灾的预防方式<sup>[9]</sup>。

卫星遥感技术能够提供大范围、高精度的森林火情监测，及时发现火点，缩短响应时间，欧洲航天局的“哥白尼”计划就为全球森林火灾监测提供了重要数据。无人机的应用则大大提高了火情侦察的效率，可以在火场上空进行实时监测，帮助指挥中心做出更准确的决策。2017年，中国四川省首次使用无人机参与森林火灾扑救，成功定位火点并投放灭火弹，展现出了新技术的威力。

人工智能与大数据分析能够整合气象、地形、植被等多源数据，进行火灾风险评估预警，甚至预测火灾可能的发展路径。澳大利亚开发的“火情智慧”系统，就利用 AI 技术实现了对森林火灾的智能管理。

新时期的森林防火工作总是会出现各种因为气候变化带来的自然挑战，同时，新技术的快速发展为人类提供了新的解决方案。如何在这样的环境中找到平衡点，创新防火策略，这也是我们共同的课题。

## 四、新时期森林防火能力建设的对策建议

### （一）完善管理体系

建立健全的管理体系就意味着需要进一步明确各级政府、林业部门和其他相关机构的职责，形成高效的协调机制。学习国外的成功经验，比如“综合火灾管理”（IFM）模式，将预防、准备、响应和恢复四个阶段融为一体，从源头到末端无缝对接。

加强法制建设，适时修订完善森林防火法律法规，提高违法成本，对故意纵火等行为严惩不贷。鼓励公众参与监督，通过举报奖励机制，动员全社会力量共同守护森林安全。

### （二）开发智能预警系统

智能技术的融入是提升防火效能的关键，构建基于大数据和人工智能的森林火灾预警系统，能够整合气象数据、卫星遥感图

像、地面监测站信息等多元数据，实现火情的早期识别<sup>[10]</sup>。“自动森林火灾检测系统”（AutoForest）就是利用机器学习算法，准确率高达90%以上，大大提升了火灾响应速度。

除了上面所说的这些，利用物联网技术，能部署更多智能传感器在关键区域，实时监测温度、湿度、风速等环境参数，结合历史火灾数据提供火灾风险评估报告。

### （三）加强基础设施

基础设施的强化是抵御火灾的物理屏障，一是可以优化防火隔离带布局，结合地理信息系统（GIS）科学规划，让隔离带既能有效阻隔火势蔓延又不妨碍生态系统的自然流动；二是升级消防道路网络，让消防车辆能够迅速到达火场，特别是在偏远复杂地形区域，可考虑采用直升机或无人机进行空中灭火。

加大对消防装备的投入，引入高性能消防车等现代化设备，提升灭火效率。基础设施建设不仅要“硬”，还要“软”，即加强维护和管理，要保证设施能在关键时刻能发挥作用。

## 结语

森林防火，无论是完善管理体系，还是开发智能预警系统，亦或是加强基础设施，都是为了一个共同的目标——让森林这片绿色的宝藏得以永续传承。

但愿我们都能铭记，森林防火不只是政府的责任，更是每个人肩上的担子。从日常生活的点滴做起，提高个人防火意识，就是对这片绿意最深情的告白。教育下一代，让他们从小树立尊重自然、保护环境观念，更是长久之计。

最后，让我们带着这份沉甸甸的责任感和满腔的热情，在保护地球家园的征途上，没有终点，只有不断的前行。因为，我们守护的不仅仅是一片片森林，更是人类的未来与希望。

## 参考文献

- [1] 连鑫洋. 新时期加强森林防火能力建设的对策建议[J]. 林业建设, 2024, 42(02): 31-35.
- [2] 高发兴. 开远市森林防火工作现状及对策[J]. 绿色科技, 2024, 26(03): 177-181+203.
- [3] 于文章, 公梅, 孙圣君, 等. 临沂市蒙阴县森林防灭火能力建设实践与探讨[J]. 森林防火, 2023, 41(03): 66-70.
- [4] 刘燕娟. 加强重点林区森林防火能力体系建设[N]. 湖南日报, 2023-03-08(007).
- [5] 李佩达. 紧抓防治关键环节 系统谋划久久为功[N]. 中国应急管理报, 2023-05-10(005).
- [6] 夏炎, 李明春. 浅析山区森林防火工作存在的问题及对策[J]. 河南林业科技, 2023, 43(04): 44-46.
- [7] 宋平, 庞丽峰. 中国林业科学研究院研究团队获地理科技进步一等奖[J]. 林业科技通讯, 2023(12): 121.
- [8] 孙英兰. 森林资源管理与生态林业发展路径探讨——以商河县林场为例[J]. 广东蚕业, 2023, 57(12): 35-37.
- [9] 黄钰, 刘皋. 基于 Spark 框架的森林防火大数据分析[J]. 安徽林业科技, 2023, 49(06): 31-37.
- [10] 陈依妮. 人防+技防 筑牢森林防火屏障[J]. 林业与生态, 2023(12): 23-24.