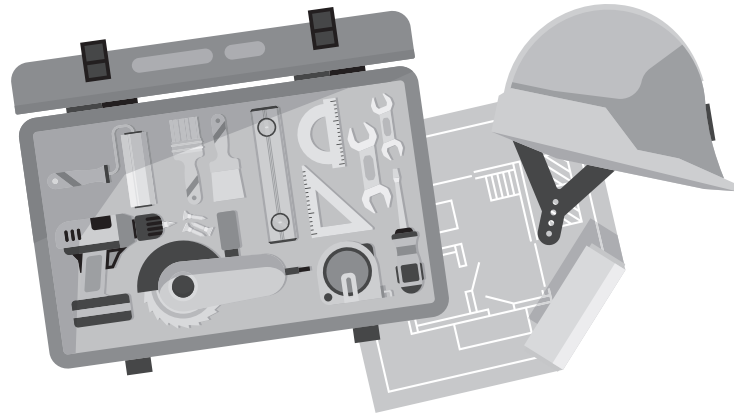


工程技术 与质量管理

Engineering Technology and Quality Management



ART AND DESIGN PRESS INC.

(626 810 4480)

119 S Atlantic Blvd, Suite 300D

Monterey Park, CA 91754

Copyright © 2024 by ART AND DESIGN PRESS INC.

Complimentary Copy



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

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9期 2024年9月刊

主管 ART AND DESIGN PRESS INC.

主办 ART AND DESIGN PRESS INC.

编辑 《工程技术与质量管理》编辑部

ISSN(O): 2992-9806

ISSN(P): 2995-3170

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

网址: <https://www.artdesignp.com>

本刊说明:

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

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



工程技术 | ENGINEERING TECHNOLOGY

- | | | |
|-----|--|---|
| 005 | 探讨如何加强市政工程施工管理提高市政工程质量
Exploring How To Strengthen The Management Of Municipal Engineering
Construction And Improve The Quality Of Municipal Engineering | 蔡军
Cai Jun |
| 008 | 混凝土结构工程检测与加固技术研究
Research On Engineering Testing And Strengthening Technology
Of Concrete Structure | 姚娜娜, 马洪生
Yao Nana, Ma Hongsheng |
| 011 | 木工程施工中关键节点质量控制措施研究
Study On The Quality Control Measures Of Key Nodes
In Wood Engineering Construction | 祁美均
Qi Meijun |
| 014 | 基于图像传感器的压力表识别研究
Research On Pressure Gauge Recognition Based
On Image Sensor | 陈思雨, 方元*
Chen Siyu, Fang Yuan* |
| 017 | 隧道工程中软弱围岩大变形不稳定性分析与控制策略研究
Analysis And Control Strategy Of Weak Surrounding Rock
In Tunnel Engineering | 周建军
Zhou Jianjun |
| 020 | 塔底泵排气线返塔接管泄漏失效分析
Failure Analysis Of Leakage In The Return Pipe Of The Exhaust Line
Of The Tower Bottom Pump | 胡佳
Hu Jia |
| 023 | 炼焦煤粉尘污染综合治理生产实践
Production Practice Of Comprehensive Control
Of Coking Coal Dust Pollution | 张龙
Zhang Long |
| 026 | 华龙一号重要泵组设备安装监督管理改进
Improvement Of The Installation, Supervision And Management
Of Hualong 1 Important Pump Group Equipment | 陈家炜
Chen Jiawei |
| 029 | 以最低价为基准价评标的综合评估法“失灵”原因分析与对策建议
——以某项目为例
Take The Lowest Price As The Benchmark Price, Cause Analysis And Countermeasure
Suggestions-Take a Project As An Example | 邓小勇
Deng Xiaoyong |
| 033 | 国际 EPC 工程质量管理体系的建立与改进
Establishment And Improvement Of International EPC Engineering
Quality Management System | 曾义文, 陈昊, 郑德军
Zeng Yiwen, Chen Hao, Zheng Dejun |
| 036 | 铁路信号设备状态监测与维护技术研究
Research On Condition Monitoring And Maintenance Technology
Of Railway Signal Equipment | 黄建颖
Huang Jianying |
| 039 | 燃气管网安全运行问题分析及应对措施
Analysis And Countermeasures Of Gas Pipe Network
Safety Operation Problems | 陈曦
Chen Xi |
| 042 | 基层法定计量检定机构如何开展免费强检工作
How Do Grassroots Legal Metrological Verification Institutions Carry
Out Free Inspection Work | 王日有
Wang Riyou |
| 045 | 煤矿智能局部通风系统研究
Research On Intelligent Local Ventilation System
In Coal Mine | 张丙辉, 崔广涛
Zhang Binghui, Cui Guangtao |
| 048 | 基于安全性和效率的山地风电场单叶片吊装方案比较分析
Comparative Analysis Of Single Blade Lifting Scheme Of Mountain
Wind Farm Based On Safety And Efficiency | 白斌
Bai Bin |

051	厚松散层下综放开采关键技术研究与应用 Research And Application Of Key Technologies For Fully Mechanized Mining Under Thick And Loose Layers	赵磊 Zhao Lei
054	工程检测标准体系构建与实施策略研究 Research On Construction And Implementation Strategy Of Engineering Inspection Standard System	马洪生, 姚娜娜 Ma Hongsheng, Yao Nana

水电工程 | HYDROPOWER ENGINEERING

057	水利工程运行管理中的风险评估与应急预案制定探讨 Discussion On The Risk Assessment And Emergency Plan Formulation In The Operation And Management Of Water Conservancy Projects	庄舜尧 Zhuang Shunyao
060	配电网工程施工管理中的质量控制与提升策略研究 Research On Quality Control And Improvement Strategy In The Construction Management Of Distribution Network Engineering	纪宏彬 Ji Hongbin
063	基于人工智能的配电设备寿命预测模型研究 Research On Life Prediction Model Of Power Distribution Equipment Based On Artificial Intelligence	刘军 Liu Jun
066	电力系统智能化与数字化技术在电力工程领域的应用探索 Exploration Of The Application Of Intelligent And Digital Technology Of Power System In The Field Of Power Engineering	于贺胜 Yu Hesheng
069	电解槽温度监测系统的设计与实现方法研究 Research On The Design And Implementation Method Of Electrolytic Cell Temperature Monitoring System	沐亚玲 Mu Yaling
072	电力工程项目成本控制与效益优化研究 Research On Cost Control And Benefit Optimization Of Electric Power Engineering Project	黄文超 Huang Wenchao
075	火电机组发电厂电气检修中的常见故障及分析研究 Research On Analysis And Analysis Of Common Faults In Electrical Maintenance Of Thermal Power Units	张杨 Zhang Yang
078	工程造价管理在电力工程建设中的应用研究 Research On The Application Of Engineering Cost Management In Power Engineering Construction	吕振捷 Lv Zhenjie
081	超临界电厂励磁系统的优化设计与性能分析 Optimized Design And Performance Analysis Of The Excitation System In The Supercritical Power Plant	于波, 张晏平 Yu Bo, Zhang Yanping
084	北方沿海地区水工钢闸门腐蚀与保护研究 Study On Corrosion And Protection Of Hydraulic Steel Gate In North Coastal Area	梁姝颖 Liang Shuying
087	火电厂施工大型起重机械配备及布置 Power Plant Construction Of Large Lifting Equipment And Layout	刘毅 Liu Yi
090	火电厂热控系统检修管理模式的优化与实践 Optimization And Practice Of Maintenance Management Mode Of Thermal Control System In Thermal Power Plant	王文光 Wang Wenguang
093	火力发电厂锅炉防磨防爆综合分析 Comprehensive Analysis Of Anti-Wear And Explosion-Proof Boilers In Thermal Power Plants	刘成 Liu Cheng
096	水利工程施工中的风险管理与控制 Risk Management and Control in Water Conservancy Project Construction	孙新 ¹ , 顾浩然 ² , 李毅 ³ , 孙思 ⁴ , 朱莹 ⁵ Sun Xin ¹ , Gu Haoran ² , Li Yi ³ , Sun Si ⁴ , Zhu Ying ⁵

理论与实践 | THEORY AND PRACTICE

099	房建项目优化成本管理及成效分析 Optimization Cost Management And Effectiveness Analysis Of Housing Construction Projects	黄超 Huang Chao
102	房地产管理信息化建设的实践途径 Practical Approaches To Informationization Construction In Real Estate Management	刘洪亮 Liu Hongliang
105	大数据时代下的信息管理策略研究 Research On Information Management Strategy In The Era Of Big Data	朱天民 Zhu Tianmin
108	计算机图像处理技术在建筑工程中的应用 The Application Of Computer Image Processing Technology In Construction Engineering	邵亨龙 Shao Henglong
111	营造林技术在林业发展中的应用研究 Research On The Application Of Afforestation Technology In Forestry Development	刘斌 Liu Bin
114	基于生态理念的园林景观设计与施工措施分析 Analysis Of Landscape Design And Construction Measures Based On Ecological Concepts	汪金秀 Wang Jinxiu

探讨如何加强市政工程施工管理提高市政工程质量

蔡军

上饶市安畅物流有限公司，江西 上饶 334000

摘要：在现代城市化的快速推进过程中，市政工程作为城市基础设施的重要组成部分，其质量和效率直接影响到城市的运行效能和居民的生活质量。本文将详细探讨市政工程施工管理中存在的主要问题，包括施工人员素质不高、施工材料质量问题，以及工程管理制度的不完善，并提出相应的改进措施。通过提高施工人员素质、加强施工材料的质量控制，以及健全完善施工管理制度，为提高市政工程的整体质量提供系统的解决方案。

关键词：市政工程；施工管理；质量提升；资源配置

Exploring How To Strengthen The Management Of Municipal Engineering Construction And Improve The Quality Of Municipal Engineering

Cai Jun

Shangrao Anchang Logistics Co., Ltd., Jiangxi, Shangrao 334000

Abstract： In the rapid process of modern urbanization, municipal engineering, as an important component of urban infrastructure, directly affects the operational efficiency of the city and the quality of life of residents in terms of its quality and efficiency. This article will explore in detail the main problems in municipal engineering construction management, including low quality of construction personnel, quality issues of construction materials, and imperfect engineering management systems, and propose corresponding improvement measures. By improving the quality of construction personnel, strengthening the quality control of construction materials, and improving the construction management system, a systematic solution is provided to enhance the overall quality of municipal engineering.

Keywords： municipal engineering; construction management; quality improvement; resource allocation

引言

随着城市化快速推进，市政工程施工管理的重要性日益凸显，特别是在保障城市基础设施建设的质量与效率方面。然而，施工管理中存在的问题如施工人员素质不高、材料质量不过关，以及管理制度不完善等，都严重影响了工程的安全性、耐久性和功能性^[1]。这些问题的存在增加了工程风险，也加大了管理难度，影响了市政工程的整体质量和社会信誉。因此加强市政工程施工管理提高市政工程质量，已成为当前亟待解决的问题。

一、市政工程施工管理存在的问题

（一）施工人员素质不高

在市政工程施工管理领域，施工人员的素质直接影响到工程的质量和安​​全，是决定工程成功与否的关键因素之一。尽管施工技术不断进步，材料品质日益提升，但施工人员素质问题仍是制约市政工程质量和安全的主要瓶颈^[2]。施工人员的专业素养不高，通常表现为对施工技术掌握不足、安全规范认知不全面，以及对工程质量标准的忽视，这些问题的存在极大地增加了工程风险和管理难度。

许多施工人员缺乏必要的技术培训和​​专业教育。这不仅限于基础的操作技能，更包括对市政工程特有要求的理解和应对能力。例如，在进行复杂的地下管网施工时，不正确地操作技术不仅会导致工程质量问题，还可能引发安全事故。此外，施工现场的特殊环境要求施工人员必须具备高度的责任感和紧急情况下的应变能力，这些能力的缺失直接影响到工程进度和质量保证。

施工人员的职业素养问题也不容忽视。由于缺乏系统的职业道德教育和规范化的工作流程培训，部分人员在施工过程中可能出现违反操作规程的行为^[3]。这种情况在施工现场尤为常见，如未经许可私自更改施工方案、忽视安全警示标志等，这些行为严

作者简介：蔡军，1992年1月17日，男，汉族，本科，江西省上饶市广丰区，市政工程

重时可导致施工事故，轻则影响工程质量。施工人员的稳定性和职业发展前景同样是影响工程管理的关键因素。市政工程施工往往需要较长时间，人员流动性大会影响工程的连续性和稳定性^[4]。缺乏有效的职业晋升机制和激励措施，导致施工队伍难以吸引和保留有能力的人才，这影响了施工效率和施工质量。

（二）施工材料质量不过关

在市政工程施工中，材料质量问题常常成为影响工程安全、耐久性和功能性的关键因素。施工材料的质量不仅影响结构的稳固性，还关系到公众的安全和工程的长远绩效。因此，解决市政工程施工管理中的材料质量问题显得尤为重要。

材料质量问题的根源多种多样，从采购、检验到存储和使用，每一个环节都可能成为潜在的风险点。在采购过程中，由于成本和时间的压力，部分施工单位可能倾向于选择成本较低的材料供应商，这往往伴随着对材料质量的妥协^[5]。此外，即便是采购到的材料在理论上符合标准，由于缺乏严格的质量控制体系，这些材料未经过充分检验就进入施工现场，其实际性能可能无法达到设计要求。

材料的存储和管理也是影响其质量的关键因素。不当的存储条件如潮湿、温度过高或过低、直接日晒等，都可能导致材料性能下降。例如，混凝土加固材料在不适当的环境下存储会影响其固化性能，而钢材如果存放在潮湿环境中，则易生锈腐蚀，这些都直接关系到结构的安全性和耐用性。

施工现场的材料管理混乱也是一个常见问题。在忙碌的施工现场，未能恰当标识和区分不同材料可能导致使用错误，例如混淆了不同等级或型号的钢筋和水泥。此种情况下，即使高质量的材料被采购和送达，错误地使用也会削弱工程质量，甚至导致安全事故。在材料采购和使用过程中，缺乏一个完善的质量追溯系统是一个严重的漏洞^[6]。在当前的施工实践中，若材料在使用后出现问题，往往难以追踪到具体的供应批次和责任方，这增加了解决问题的难度，也影响了问题的及时纠正和未来风险的防控。

（三）工程管理制度尚不完善

市政工程的施工管理，是保证城市基础设施项目按照预定标准顺利完成的重要环节。然而，管理制度的不完善在许多情况下成为阻碍这些项目顺利进行的关键因素。随着城市化进程的加速，市政工程的复杂性和规模不断扩大，现有的工程管理制度显得越来越不适应新的挑战。

首要问题是我国市政工程管理制度的系统性和完善性不足。虽然近年来市政建设部门开始重视工程管理的角色，但是制度建设仍旧缓慢，许多管理细节没有与时俱进地调整和完善^[7]。这种滞后影响了管理效率，还可能导致法规与现实需求之间的脱节。例如，随着建设规模的扩大，原有的审批、监督和质量控制流程未能相应地调整，仍然沿用旧有模式，导致处理效率低下，难以适应快速发展的需求。

管理制度的不完善还体现在对工程质量监督的不足。市政工程通常涉及广泛的公共利益，需要政府部门进行严格的监管。然而，现实中，部分政府部门在批准和监管工程项目时，可能因为内部职责划分不明确或监管力度不够，未能有效执行工程质量的

监督管理责任。这种状况容易导致施工单位将重点放在追求经济利益上，忽视了工程质量和安全，最终影响整个项目的质量和持续性。在工程管理制度的实施层面，存在的问题还包括对施工过程中新出现问题的应对措施不足。随着技术的发展和工程环境的变化，新的施工技术、新材料的应用日益增多，现行管理制度往往未能及时更新，导致新情况下的管理措施不足。此外，施工单位和监管机构之间的信息沟通不畅也是常见问题，信息的滞后传递可能导致监管措施的执行不到位。

二、加强市政工程施工管理的措施

（一）提高施工人员素质

提高施工人员素质是确保市政工程质量和安全的基础，对加强施工管理至关重要。面对复杂多变的工程环境和日益增长的技术要求，传统的管理方法已无法完全满足现代市政工程施工的需求^[8]。因此，通过一系列切实可行的措施提升施工人员的专业技能和职业素养，已成为提高工程管理效率和质量的关键。

施工人员的专业培训是提高其工作效率和质量的首要步骤。这包括基础的操作技能培训，最新的工程技术、安全生产知识及环保法规等内容。例如，通过模拟施工现场的实际操作训练，使工人在理解理论的基础上，加深对施工操作的实际掌握，有效减少施工过程中的错误。同时，引入数字化工具和虚拟现实技术进行施工模拟，提升工人的技能，增强其对复杂工程问题的解决能力。

建立完善的职业发展路径，对提升施工人员的长期工作积极性和忠诚度极为重要。可以通过明确的职业晋升通道和公正的评价体系，激励施工人员不断提升自我，追求专业成长。例如，为施工人员设定定期的技能考核和职业资格认证，根据表现和技能提升调整薪资和职位，这样的激励机制能有效提高施工队伍的稳定性和职业荣誉感。加强现场管理同样是提升施工人员素质的关键。施工现场的监督管理应当更加严格和系统，确保所有操作按照既定规范执行。管理者可以通过引入现代监控技术，如使用摄像头监控施工现场，实时跟踪施工进度和人员表现，及时发现问题并进行调整。最后，实施精细化管理，如在施工现场设置明确的指示标志和安全警示，进行定期的安全教育和应急演练，降低施工风险，提升工程质量。

（二）加强施工材料的质量控制

在市政工程施工管理中，材料质量控制是确保项目成功和符合安全标准的关键环节。随着工程规模的扩大和技术的发展，对施工材料的质量要求也越来越高。因此，系统地加强施工材料的质量控制，关乎工程质量和安全性，还直接影响到工程的经济效益和社会信誉。

确保施工材料的高质量从供应链管理开始。选择合格的供应商是控制材料质量的第一步。可以通过建立严格的供应商评审机制，从源头上保障材料的质量。这一机制应包括对供应商的资质、生产能力、以往的工程表现和市场信誉进行全面评估^[9]。在供应商选择过程中，除了价格因素，更应重视供应商的质量控制

标准和持续供货能力。

进一步，建立一个全面的质量检验系统是确保材料符合工程要求的关键。每批进场的材料都应通过严格的质量检验，包括但不限于物理性能、化学性能和持久性等方面的测试。这些测试应由具有资质的专业人员执行，并应使用先进的测试设备。对于关键材料，如混凝土、钢材等，应实施更为严格的检验程序和频率。此外，对检验过程中发现的不合格材料，必须立即进行隔离，并采取返工或退货等措施。材料的存储和使用管理同样重要。所有材料应在符合其特性要求的环境中妥善保存，避免由于环境因素如湿度、温度变化导致材料性能降低。例如，水泥应存放在干燥阴凉的环境中，避免受潮结块；钢材应远离腐蚀性强的环境，防止生锈。同时，施工现场应实施有效的材料管理策略，确保使用正确的材料和避免材料的浪费。通过实施这些措施，可以系统地提升市政工程施工中的材料质量控制水平，确保每一个项目都能使用到符合标准的高质量材料，减少施工过程中的安全风险，提高工程质量，延长工程寿命，最终提升公众对市政工程的信任和满意度。

（三）健全完善施工管理制度

在市政工程施工管理中，健全和完善的管理制度是确保项目顺利进行并符合预定标准的关键。随着技术进步和工程复杂性的增加，现有的管理体系常常显得不适应新的挑战，因此，对施工管理制度的不断优化和完善成为提高工程效率和质量的重要措施。

一个健全的施工管理制度首先需要确保制度本身与时俱进。这意味着所有管理流程和规章制度必须定期进行审查和更新，以匹配当前的工程实践和技术要求。制度的更新包括技术层面的改进，更应涵盖法规、安全标准、环保要求等方面。例如，随着环保法规的更新，市政工程施工中的废弃物处理和排放标准也需要

相应调整，确保所有施工活动遵守当前法律，促进环境的可持续性^[10]。

强化工程质量的监督机制是确保施工质量的核心。这需要建立一个全面的质量控制体系，包括但不限于材料检验、施工过程控制，以及成品检验等环节。同时，明确不同层级和部门的监督责任，确保从项目策划到施工完成的每一个阶段都有明确的质量监控措施。在实践中，可以采用现代信息技术，如实时数据监控系统，来跟踪工程进度和质量状况，及时发现问题并采取措施进行纠正。此外，建立有效的沟通和反馈机制对于提高施工管理效率至关重要。工程项目的多方参与性要求管理制度能够协调不同利益相关者的需求和期望。通过建立一个开放的信息平台，使得项目设计师、施工单位、监管机构及最终用户之间的沟通无障碍，不仅能够加快问题的解决速度，还可以增强各方的信任和合作。例如，实施定期的项目审查会议和使用专门的项目管理软件，可以帮助所有参与方实时更新和交换信息，确保项目按计划推进。

结束语

通过全面分析和讨论市政工程施工管理的现状，本文阐述了提升施工管理质量的多方面措施。从提高施工人员素质、加强材料质量控制到健全施工管理制度，每一项措施都是为了确保工程项目能够高效、安全、并符合环保标准地完成。实施这些策略需要所有相关方面的共同努力与协调，包括政府部门的严格监管、施工企业的自我完善以及社会各界的监督。未来，随着技术的进步和管理理念的更新，市政工程施工管理将持续优化，为城市建设提供坚实的质量保障，推动社会的持续发展和环境的和谐。

参考文献

- [1] 兰欣. 市政工程建设中加强施工质量管理的研究 [J]. 中文科技期刊数据库 (引文版) 工程技术, 2024 年 03 期 089-092.
- [2] 杨勇. 加强市政工程施工管理提高市政工程质量的研究 [J]. 城市建筑与发展, 2022.
- [3] 潘波. 如何加强市政工程施工管理提高市政工程质量 [J]. 汽车博览, 2022(25):91-93.
- [4] 郑伟. 如何加强市政工程施工各阶段的技术管理 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2022(16):105-107.
- [5] 邓贵平. 加强市政工程施工管理提高市政工程质量探讨 [J]. 城市情报, 2022(17):0043-0045.
- [6] 冯照莹. 关于加强市政工程施工管理提高市政工程质量探讨 [J]. 中华建设, 2022(6):22-24.
- [7] 张洋. 加强市政工程建设中施工质量管理探讨 [J]. 门窗, 2023(19):187-189.
- [8] 莫良华. 关于加强市政工程施工现场管理措施探讨 [J]. 地产, 2023(11):0172-0174.
- [9] 陈刚. 加强市政道路工程施工质量管理的对策 [J]. 新丝路: 下旬, 2022(1):0209-0211.
- [10] 彭孝兵. 关于加强市政工程施工管理提高市政工程质量 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2022(10):4.

混凝土结构工程检测与加固技术研究

姚娜娜, 马洪生

武汉中和工程技术有限公司, 湖北 武汉 430312

摘 要 : 本研究全面梳理了混凝土结构工程的检测与加固技术。起先, 深入剖析了混凝土强度检测的关键技术, 涵盖回弹法、超声波法和钻孔取芯法, 详尽阐述了这些技术的理论基础、操作步骤以及适用条件。随后, 本文综述了几种混凝土裂缝检测技术, 包括目视检测、激光扫描和红外热成像技术, 并对它们的优势与局限性进行了综合分析。进一步地, 本文详述了检测混凝土钢筋锈蚀的有效手段, 例如半电池电位法、电阻率测量法和物理探测技术, 为精确判定钢筋的锈蚀状态提供了技术支持。在此基础上, 本研究深入探讨了混凝土结构工程的加固技术。先是分析了常用的加固材料, 如纤维增强复合材料、纳米材料和高性能混凝土的性能特征及其潜在应用。接着, 本文审视了多种加固技术, 包括外包钢加固、碳纤维布粘贴加固、钢筋网喷射混凝土加固和灌浆加固等, 为实际工程应用提供了多样化的加固方案。最终, 本研究对加固成效进行了评估, 通过比较加固前后的结构性能变化, 旨在为混凝土结构工程的加固设计提供专业的指导。

关 键 词 : 混凝土结构; 工程检测; 加固技术; 非破坏性检测; 破坏性检测

Research On Engineering Testing And Strengthening Technology Of Concrete Structure

Yao Nana, Ma Hongsheng

Wuhan Zhonghe Engineering Technology Co., LTD., Hubei, Wuhan 430312

Abstract : This study comprehensively combs the detection and reinforcement technology of concrete structure engineering. At first, the key technologies of concrete strength testing are analyzed in depth, including rebound method, ultrasonic method and drilling core method, and the theoretical basis, operation steps and applicable conditions of these technologies are elaborated in detail. Then, several concrete crack detection techniques, including visual detection, laser scanning and infrared thermal imaging, are reviewed, and their advantages and limitations are comprehensively analyzed. Further, this paper describes the effective means to detect the corrosion of concrete reinforcement, such as half cell potential method, resistivity measurement method and physical detection technology, which provides technical support for the accurate determination of the corrosion state of steel bars. On the basis of this, this study deeply discusses the strengthening technology of concrete structure engineering. First, the properties and potential applications of common reinforcement materials such as fiber reinforced composites, nanomaterials and high performance concrete are analyzed. Then, this paper reviews a variety of reinforcement techniques, including cladding steel reinforcement, carbon fiber sheet reinforcement, steel mesh shotcrete reinforcement and grouting reinforcement, etc., to provide a variety of reinforcement schemes for practical engineering applications. Finally, this study evaluates the reinforcement effect, and aims to provide professional guidance for the reinforcement design of concrete structure engineering by comparing the structural performance changes before and after reinforcement.

Keywords : concrete structure; engineering inspection; reinforcement technology; non-destructive detection; destructive detection

引言

混凝土结构工程检测是评估结构健康状况、确定加固方案的重要依据。传统的检测方法主要包括外观检查、非破坏性检测和破坏性检测等。近年来, 随着科学技术的进步, 光纤传感技术、超声波层析成像技术、红外热成像技术等高新技术在混凝土结构检测中得到了广泛应用, 为准确评估结构性能提供了有力支持。

另一方面，混凝土结构加固技术的研究与发展，为延长结构使用寿命、提高结构性能提供了多种途径。传统的加固方法如增大截面法、粘贴碳纤维复合材料加固法、钢筋网喷射混凝土加固法等，以及新兴的自修复混凝土技术、智能材料应用、3D打印混凝土加固技术等，都在不断优化和改进，以满足不同结构加固需求。然而，由于设计、施工、材料、环境等因素的影响，混凝土结构在长期使用过程中会出现不同程度的损伤和性能退化，这直接影响到结构的耐久性和安全性。因此，对混凝土结构工程进行检测与加固，以保障其安全、可靠运行，已成为土木工程领域亟待解决的问题。

一、混凝土结构工程检测技术

为了确保混凝土结构的安全、耐久和可靠性，对其性能进行全面检测是至关重要的。以下将详细介绍混凝土结构工程中常用的几种检测技术，这些技术涵盖了混凝土强度、裂缝以及钢筋锈蚀的检测，为工程维护和修复提供了科学依据。

（一）混凝土强度检测方法

回弹法，作为一种基于混凝土表面硬度评估的无损检测技术，主要通过使用回弹仪对混凝土表面进行弹击实验。该方法通过精确测定混凝土表面受弹击后的反弹响应，据此计算得出混凝土的抗压强度。回弹法检测混凝土抗压强度由于其测试快捷、设备简单、操作方便、不损伤结构物、检测费用低廉，已经在施工现场混凝土抗压强度测试中得到了广泛应用。同时，在混凝土结构施工质量验收规范中已经明确规定回弹法可以作为一种检测混凝土抗压强度的方法在施工检测中应用^[1]。然而，值得注意的是，回弹法的检测结果容易受到混凝土表面状况以及碳化层的影响，这在数据分析与解读过程中需予以充分考虑。

超声波法，以其对混凝土内部结构和强度的高灵敏度，成为无损检测领域的重要手段。该方法通过分析超声波在混凝土材料中的传播速度、衰减特性等，能够有效地探测混凝土内部的缺陷，如裂缝、孔洞等。超声波法的应用，不仅为评估混凝土的均匀性和密实性提供了有力工具，而且为混凝土结构的健康监测和病害诊断提供了关键的技术支持。

钻孔取芯法，虽然属于一种微破坏性的检测技术，但其通过从混凝土结构中取出一定直径的芯样，并在实验室条件下进行抗压强度测试，能够直接、精确地测定混凝土的实际强度。由于其测试结果的可靠性和准确性，钻孔取芯法被业界公认为混凝土强度检测的黄金标准^[2]。特别是在那些对混凝土强度评估精度要求极高的场合，钻孔取芯法无疑成为首选的检测手段。

（二）混凝土裂缝检测方法

视觉检测法，作为一种直观且基础性的裂缝检测手段，其核心在于依靠检测者的肉眼进行直接观察。在必要情况下，检测者还会借助放大镜等简单辅助工具，对混凝土表面的裂缝情况进行细致地检查。该方法因其操作简便、实施门槛低，而被广泛应用于快速初步评估混凝土结构的裂缝状况。然而，该方法在探测微小裂缝或结构内部的隐蔽裂缝时，受制于人眼的生理分辨率限制，其检测效果往往难以达到高精度要求，从而暴露出一定的局限性。

激光扫描法，则是一种依托于高精度激光技术的裂缝检测手

段。通过对混凝土表面进行精细的激光扫描，该方法能够精确测量裂缝的宽度、深度以及空间分布特征。在面对复杂结构中的裂缝检测任务时，激光扫描法展现出了卓越的性能，能够提供详尽的三维裂缝图像。这些图像为裂缝的深入分析与评估提供了宝贵的数据支持，显著提升了检测的精确度和工作效率。

红外热像法，作为一种新兴的裂缝检测技术，通过捕捉和分析混凝土表面的温度分布异常，有效地揭示了裂缝的位置和范围。由于裂缝区域通常伴随着热传导特性的改变，导致热量分布出现不规则性，红外热像法能够迅速且广泛地识别裂缝的存在^[3]。特别是在对大型混凝土结构进行初步筛查和快速评估时，红外热像法凭借其独特的应用优势和实用价值，成为裂缝检测领域的重要手段。

（三）混凝土钢筋锈蚀检测方法

半电池电位法，作为一种先进的无损检测技术，其核心原理在于通过对钢筋与混凝土接触界面电位差异的精确测量，来评估钢筋的锈蚀状态。该技术的操作流程简洁且精确，它不仅能够有效判断钢筋是否已经发生锈蚀，还能够对锈蚀活动的活跃程度进行初步量化。这一独特性能使得半电池电位法成为混凝土结构维护与修复决策过程中的关键数据来源，为工程技术人员提供了重要的诊断参考。

电阻率法，则是通过精确测量混凝土电阻率的变化，间接评估钢筋的锈蚀状况。由于电阻率与混凝土的密实性以及钢筋的锈蚀状态密切相关，该方法为深入探究钢筋锈蚀的动态过程提供了有价值的信息^[4]。电阻率法的应用，有助于混凝土结构的整体健康状态进行全面而细致的评估，从而为制定科学的维护策略提供了坚实的理论基础。

物理探测法，涵盖了电磁感应、雷达扫描等前沿技术，其主要目的是无损地检测混凝土内部钢筋的分布及其锈蚀状况。这些技术不仅为评估混凝土结构的长期耐久性提供了深层次的洞察，而且在无需对结构造成任何损害的前提下，确保了检测的准确性和高效性。物理探测法的运用，为混凝土结构的健康监测和安全评估提供了强有力的技术支撑，成为现代土木工程领域中不可或缺的高科技检测手段。

二、混凝土结构工程加固技术

随着建筑物的老化以及环境因素的影响，混凝土结构的加固成为延长其使用寿命、确保安全的关键措施。本部分将探讨混凝土结构工程中常用的加固材料、方法，并对加固效果进行评价，

旨在为实际工程提供科学合理的加固方案。

（一）加固材料研究

纤维增强复合材料（FRP）凭借其卓越的力学特性——高强度、轻质和出色的耐腐蚀性，在混凝土结构加固领域崭露头角，成为工程师和设计师首选的加固解决方案^[6]。这种材料通过精巧的复合工艺，将碳纤维、玻璃纤维等不同类型的纤维与树脂相结合，从而展现出优异的力学性能。FRP材料的适用性广泛，能够适应多种加固场景，为混凝土结构的加固与修复提供了全新的思路和方法。

纳米材料，以其独特的物理和化学属性，在混凝土结构加固领域展现了前所未有的应用潜力。通过向混凝土中添加纳米颗粒，不仅显著提升了混凝土的强度和耐久性，还增强了其抗裂性能和抗渗性能。这种创新的应用为传统的加固材料提供了有效的替代方案，推动了混凝土结构加固技术的持续发展和创新。

高性能混凝土，以其高强度、低渗透性和优良耐久性而著称，完美适用于那些需要增强承载能力和延长使用寿命的混凝土结构。采用高性能混凝土进行加固，能够有效地提升结构的整体性能，确保其在长期服役过程中的稳定性和可靠性。这种材料的运用，为混凝土结构的长期维护和安全运行提供了坚实的物质基础和技术保障。

（二）加固方法研究

外包钢加固法，其核心在于在现有混凝土构件的外围包裹一层钢结构，如型钢或钢板，以此提升其承载能力和抗震性能^[6]。该技术的施工流程相对简便，且加固效果显著，特别适用于增强柱、梁等承重构件的力学性能。作为一种在土木工程领域广泛应用的加固手段，外包钢加固法以其高效性和实用性受到了工程师和技术人员的高度评价。

粘贴碳纤维布加固法，通过将具有高强度和高弹性模量的碳纤维布粘贴至混凝土表面，从而有效提升结构的受力性能。该方法以其轻质、施工快捷以及对原结构影响最小的特点，成为桥梁、建筑和其他基础设施加固工程中的优选技术^[7]。碳纤维布的应用，不仅提高了结构的强度和刚度，还保持了结构的美观和原有功能。

钢筋网喷射混凝土加固法，是一种将钢筋网布置于现有混凝土表面，并通过喷射新的混凝土层，形成复合结构体的加固方法^[8]。这一技术显著提升了结构的承载能力和抗裂性，适用于对大面积混凝土结构的加固。通过这种方法，不仅增强了结构的整体性和稳定性，还延长了结构的使用寿命。

灌浆加固法是一种通过向混凝土内部的裂缝或孔洞注入特制的灌浆材料，旨在恢复结构的完整性和提升其强度的方法。这种方法适用于修复混凝土结构的内部缺陷，并增强其整体性，为结构的长期稳定和安全运行提供了坚实的保障，是一种重要的结构修复技术。

（三）加固效果评价

在遭受中等强度地震冲击的情况下，长期承受车辆荷载与环境因素双重侵蚀的未经加固的老旧混凝土桥梁，其结构性能已显著衰退。地震的侵袭可能导致桥梁内原有裂缝的进一步扩展，以

及新裂缝的生成，这不仅严重损害了结构的整体完整性，还加剧了安全隐患^[9]。此外，地震造成的局部损坏进一步削弱了桥梁的承载能力，使得潜在的安全风险更加凸显。同时，桥梁在抗震性能上的不足，表现为地震时振动幅度过大和稳定性差，这极有可能触发严重的安全事故。

然而，通过综合运用外包钢加固法、粘贴碳纤维布加固法、钢筋网喷射混凝土加固法等多种先进的加固技术，该老旧混凝土桥梁在相同的地震条件下展现出了显著提升的结构性能。这些加固措施有效地限制了裂缝的扩展，保障了结构的整体性；同时，显著增强了桥梁的承载能力，即便在地震的影响下，桥梁仍能维持较高的承载力，从而大幅降低了结构损坏的可能性^[10]。更为重要的是，桥梁的抗震性能得到了显著提升，地震引发的振动幅度明显减小，稳定性大幅增强，确保了桥梁在地震中的安全使用，为桥梁的长期稳定和乘客的安全提供了坚实保障。

结束语

研究成果表明，混凝土结构工程检测与加固技术对于保障结构安全、延长使用寿命具有重要意义。然而，面对不断发展的技术需求和日益严峻的工程挑战，我们仍需在检测与加固技术的研究和应用上持续探索，以实现更加精准、高效、环保的混凝土结构维护与管理。

本文的研究虽已取得一定成果，但仍有不足之处，期待未来研究能够在此基础上，进一步拓展混凝土结构工程检测与加固技术的深度与广度，为我国基础设施建设和发展贡献力量。希望本文能为相关领域的专家学者提供参考，共同推动混凝土结构工程检测与加固技术向前发展，为实现更加智能、可持续的建筑工程贡献力量。

参考文献

- [1] 邓晓, 李建辉. 回弹法检测混凝土抗压强度中的相关技术问题探讨[J]. 全面腐蚀控制, 2024, 38(04): 21-23. DOI: 10.13726/j.cnki.11-2706/tq.2024.04.021.03.
- [2] 付文金, 桂霖彬. 建筑工程混凝土结构表面裂缝实体检测技术[J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(03): 107-109. DOI: 10.20080/j.cnki.ISSN1671-3362.2024.03.036.
- [3] 马铁员. 夜窝水库闸墩裂缝无损检测及分析[C]//辽宁省水利学会. 辽宁省水利学会2023年学术年会论文集. 辽宁西北供水有限责任公司; , 2023: 5. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2023.075588.
- [4] 谢茂宇. 桥梁工程中预应力混凝土桥梁的检测与加固技术[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (01): 176-178. DOI: 10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202401058.
- [5] 陈文燃. 小盘河水库混凝土坝施工质量控制及质量安全分析[J]. 黑龙江水利科技, 2022, 50(11): 185-188. DOI: 10.14122/j.cnki.hskj.2022.11.042.
- [6] 聂军红, 李佳星. 解析混凝土结构桥梁检测加固技术的应用[J]. 黑龙江交通科技, 2019, 42(06): 239-240. DOI: 10.16402/j.cnki.issn1008-3383.2019.06.119.
- [7] 李永欢. 沿河工程钢筋混凝土挡土墙结构安全检测方法与安全评估研究[J]. 黑龙江水利科技, 2022, 50(06): 41-43. DOI: 10.14122/j.cnki.hskj.2022.06.007.
- [8] 胡勇. 浅谈公路桥梁工程中预应力混凝土桥梁的检测与加固[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2017, (36): 32. DOI: 10.19569/j.cnki.cn119313/tu.201736026.
- [9] 杨晨. 桥梁混凝土结构无损检测中弹性波CT检测技术的应用分析[J]. 工程技术研究, 2021, 6(24): 34-36+46. DOI: 10.19537/j.cnki.2096-2789.2021.24.009.
- [10] 汤飞鹏. 公路工程混凝土构件裂缝的超声波单面平测法探讨[J]. 新型工业化, 2021, 11(11): 208-210. DOI: 10.19335/j.cnki.2095-6649.2021.11.082.

木工程施工中关键节点质量控制措施研究

祁美均

重庆开州工程咨询有限公司, 重庆 405400

摘 要： 随着我国建筑业的迅速发展，对工程质量提出了更高的要求。木结构房屋建设是房屋建设中最主要的一部分，其质量管理历来受到社会各界的重视，这一问题直接影响到房屋建设的整体质量，也影响着人民生活的舒适性与安全性。然而，在当前的林业工程建设中，还存在着许多的问题，如建筑工人的素质不高，监督不到位，管理体制不完善等。所以，加强木结构建筑的质量管理，是一件非常困难的工作。本文以木工程施工为研究对象，分析了木工程施工中的关键节点以及影响木工程施工质量控制的主要因素，并提出了相应的解决措施，以期能够提高我国建筑行业的整体水平。

关 键 词： 木工程施工；关键节点；质量控制；措施研究

Study On The Quality Control Measures Of Key Nodes In Wood Engineering Construction

Qi Meijun

Chongqing Kaizhou Engineering Consulting Co., Ltd. Chongqing 405400

Abstract： With the rapid development of China's construction industry, higher requirements are put forward for engineering quality. Wood structure housing construction is the most important part of housing construction, and its quality management has always been paid attention to by all sectors of society. This problem directly affects the overall quality of housing construction, but also affects the comfort and safety of people's life. However, in the current forestry engineering construction, there are still many problems, such as the quality of construction workers is not high, the supervision is not in place, the management system is not perfect. Therefore, it is a very difficult work to strengthen the quality management of wood structure buildings. This paper takes wood engineering construction as the research object, analyzes the key nodes and the main factors affecting the quality control of wood engineering construction, and puts forward the corresponding solutions, in order to improve the overall level of China's construction industry.

Keywords： wood engineering construction; key nodes; quality control; measure research

引言

随着我国建筑业的快速发展，建设项目的质量问题日益受到人们的重视。木材工程在房屋建设中占有举足轻重的地位，它与房屋的整体质量有着密切的联系，如果房屋建造的质量不好，将会给人民的生命和财产带来极大的危害。因此，为了确保木结构建筑的长期稳定性和耐用性，提升其质量管理措施就显得至关重要。这不仅涉及建筑材料的选用，还包括施工过程中的质量控制和后期维护保养的严格执行。只有这样，才能保证木结构建筑物在经受时间考验时，依然能够坚固如新，成为人类文明传承的宝贵财富。木质构件是木结构建筑中重要的一部分，其质量的好坏对木材工程的整体质量有很大的影响，所以对其进行质量控制具有重要意义。

一、木工程概述

木工程施工就是在建筑施工期间，根据特定的建设规范和规范，将木材材料进行加工、安装、连接等工序，使之成为符合人类居住需要的建筑物。木结构项目主要依托木材这一天然材料，

其构成丰富多样。其中涵盖了各种类型的板材，如细木工板、胶合板等，以及各类木结构构件，例如梁、柱、楼板和屋架等。这些构件在建筑结构中起着至关重要的支撑作用。在进行木结构建筑的施工过程中，选材的品质、所产生的环境污染问题以及施工人员对安全生产的重视程度都是至关重要的。这些因素直接影响

作者简介：祁美均，男，1989年6月5日，汉族，籍贯：重庆，学历：大学本科，职称：中级工程师，研究方向：工程施工质量

到建筑的结构安全性和使用寿命，同时也关系到工人们健康与工作环境的友好性。因此，选择合适的木材、严格控制污染排放、加强现场的安全管理措施，对于确保工程质量和维护员工安全来说都是不可或缺的。这些问题对建设项目的质量有很大的影响，所以必须要有科学、合理的方法来解决。

二、影响木工程施工质量的主要因素

在进行木结构建筑的施工过程中，涉及到多个方面，每一个细节都不容忽视。从木材的选择到结构设计，再到材料的处理和安装精度，这些因素共同影响着建筑的最终质量和稳定性。其中主要考虑的是：选用的木材品种，高品质的施工材料，高素质的施工人员，良好的施工环境等。木材结构的稳定、耐久性能是决定建筑成败的重要因素之一。在这一思路的启发下，设计一种全新的木结构建筑方案——它不仅兼顾了环保与可持续发展的理念，充分考虑建筑的实用性和经济性。同时，针对可能遇到的技术挑战和环境问题，也提供切实可行的解决方案，确保这种新型木结构建筑能够在未来的工程实践中发挥其应有的价值。在木材工程建设中，木材材料和机械设备是确保木材工程建设质量的先决条件和依据，一旦这些要素出现了问题，就会对木材工程的质量产生直接的影响。^[1]此外，在木工程施工过程中，由于受到各种因素的影响，必然会产生一系列的环境因素。这些环境因素会对木工程的质量造成一定程度的影响。

三、木结构工程中的施工技术措施

在我国，以木质结构为主的建筑项目居多，因此，对其进行质量管理具有重要意义。在施工时，一定要严格遵循施工技术方案，并结合实际情况，灵活地采用相应的施工工艺，以确保木结构工程的施工质量。在着手进行木结构工程的建造之前，必须对所涉及的所有具体条件和细节进行详尽的了解。这包括但不限于工程地点的地理环境、气候条件以及可用资源等。同时，一个周密而完善的施工计划也是必不可少的，它将指导整个工程的实施过程，确保每一步骤都能高效、有序地进行。这样的施工计划将有助于规避潜在风险，并提高施工效率。在深入分析了项目的具体要求和实际条件之后，设计并提出一套科学合理且高效实用的材料供应方案^[2]。同时，针对人工操作这一关键环节，也制定了详尽周到的人工方案，旨在确保整个施工过程中能够有条不紊地推进，避免任何可能出现的延误或错误，保证工程按时按质完成。同时，对木结构工程的安装方式、工艺措施等也要严格把关，因地制宜地选用合适的安装方式及工艺措施。

1. 木结构防火等级的确定

在现代建筑中，木质结构是一种非常重要的建筑材料，它不但有良好的耐久性和防火性能，还具有很高的防火性能。因而，在致力于建设木结构建筑的过程中，施工人员必须遵循既定的标准和规定。这意味着他们需要精确计算材料用量、设计结构稳定性并确保所有建筑部件都符合安全与质量的高标准。在打造木质

结构的房屋之时，工程师们需针对各种建筑构件实施相应的耐火措施。通常，为了确保安全，会将其分为若干个耐火等级，其中一阶耐火等级是最为常见和广泛采用的。这种分级系统有助于为建筑物提供一个明确的耐火时间标准，以便于在火灾发生时能够有足够的时间进行疏散和逃生。依据《建筑设计防火规范》中有关规定，一类耐火建筑构件，其耐火极限为1小时以上，但不少于1小时；对于具有二级耐火性能的建筑物，当耐火极限为0.5小时以上时，其耐火极限不得少于0.5小时；三级耐火建筑构件，其耐火极限为0.5小时以上^[3]。

2. 门窗安装质量控制

门窗安装是木工程施工中的重要环节，关系到整个建筑工程的施工质量，尤其是在考虑到安全和节能的前提下，门窗安装的精确性直接影响着居住的舒适度与建筑的整体美观度。因此，工匠们必须严格按照设计图纸和施工规范进行操作，确保每一扇门窗都能够稳固可靠地安装到位。因此，门窗安装质量控制需要从以下几个方面进行：

（1）在进行门窗安装工作之前，我们必须对参与作业的工人进行严格的资质审核。这一步骤是至关重要的，因为它直接关系到安装质量和安全标准。只有那些具备相应技能和资格认证的工人才能被允许进入施工现场。^[4]他们需要通过专业培训和实践经验的考核，以证明自己能够胜任这项工作，并且其所持有的资格证书与实际施工资质相符合。这样做可以最大程度地减少因工人资质不符而导致的潜在风险。

（2）对于门窗的固定方法，我们也应采取同样严格的检查措施。固定装置的正确与否会影响整个建筑结构的稳定性和耐用性。因此，必须确保所有的固定点都按照设计图纸精确安装，每个连接点都采用了适当的材料和技术，以保证门窗在承受外力作用时不会出现松动或脱落现象。此外，还需对固定工具和配件的质量进行检查，以保证它们符合行业标准，不存在任何可能危及安全的缺陷。

3. 木装修工程施工工艺及施工方法

木装修工程主要包括隔墙、顶棚、门窗套、天花等部位的木装修工程，其施工工艺和施工方法与其他建筑装饰工程有较大区别，主要表现在以下几个方面：

（1）木龙骨吊顶，一种独特的室内装饰方式，其施工工艺与传统的金属或PVC等材质的吊顶有着显著的差异。^[5]在进行木龙骨吊顶的施工过程中，首先需要精确地弹线定位，确保每个吊点都能准确无误地对准预设位置。接着，放线工作是关键，它要求工人们细致地调整每一个角度和直线度，以保证吊顶的整体结构方正、美观。之后，对木龙骨进行吊直操作，这是一项技术活，要求工人准确把握力度，避免造成不必要的损害。固定环节同样重要，要使用适当的胶水或钉子将龙骨牢固地连接起来，并确保所有的连接点都达到了预期的强度。最后，对于钉眼部分，需要细心处理，确保钉子能够深入木材，形成稳固的支撑结构，这些步骤相互配合，共同确保了木龙骨吊顶的质量与稳定性^[6]。

（2）木装修工程施工中还应注意不同材质之间的配合与处理。木装修工程中的木构件表面一般会采用油漆或者木纹纸进行

处理，其施工工艺也有所不同。在进行木装修工程时，施工团队需要精心考虑各种材料的搭配与协调。例如，木材本身的纹理和颜色可能会与装饰涂层发生冲突，因此在选择漆料或木纹纸时，必须确保它们能够相互和谐地融合。此外，施工过程中要特别注意不同表面处理技术之间的兼容性，以保证最终效果既美观又耐用。油漆通常用于强化木材的质感和光泽，而木纹纸则提供了一种自然的纹理效果，两者都能增加房间的温暖氛围并提升整体美感。每一种处理方式都有其独特的施工工艺要求，因此在施工前必须进行详尽的计划和充分的准备工作^[7]。

(3) 木装修工程中的材料及颜色选择也与其他建筑装饰工程有所不同，一般都会选择比较好的木质材料进行装饰，而且颜色上也有较大区别，如要选择一些深色系的木制品进行装饰时，就需要选择一些颜色较深的木材。^[8]

4. 木结构工程质量通病防治

木结构工程中的质量通病主要包括木构件弯曲变形、木构件开裂、木结构节点连接不牢、木构件尺寸偏差过大等。针对以上质量通病，可以从以下几个方面进行防治：

(1) 为了确保木结构工程所使用的原材料具备高质量，应当严格挑选那些遵循国家相关标准和规定的优质材料。这样的材料不仅质量可靠，而且在使用过程中也能够保持稳定，满足工程设计和建造的需求。

(2) 为有效抑制木材在建筑施工中的弯曲与扭曲现象，我们应当在进行木结构施工时，精心设计并巧妙安装预埋件以及拉结筋等结构加固措施。这些措施不仅可以增强木料的稳定性和耐久性，还能在一定程度上防止因温度变化或地震等因素引起的变形问题。通过这类精细的施工工艺，确保了木结构建筑的安全性和长期的使用寿命^[9]。

(3) 在精细的木工制作过程中，连接节点时必须确保每个接合部位都达到完美的平整与平滑。这种做法不仅有助于降低木材与周围环境或其他材质间的接触压力，从而增强结构的稳定性和

耐用性，还能提升整体工艺的精细度和美观度。通过精心设计和执行这一步骤，可以显著提高木材产品的质量和使用寿命。

(4) 为了提升木结构建筑的耐久性能，提高其对环境侵蚀的抗力，一种有效的方法是在工程结构中加入防潮层。这种防潮层能够吸收和隔离湿气，从而减少木材与空气接触后可能发生的腐蚀现象。通过在木材表面形成保护层，可以显著延长建筑寿命，保护结构免受潮湿环境的影响。

(5) 为了避免木构件发生锈蚀现象，必须坚持不懈地进行定期的除锈工作，确保每一个木构件都能得到妥善的保养。同时，在除锈完成后，应采用适当的防锈措施来保护这些珍贵的木构件免受外界环境中有害物质的侵蚀。

(6) 为了有效地控制木材中水分含量，避免其对建筑结构造成潜在的损害，推荐采用先进的烘干技术。通过这种方法，可以确保木材在加工过程中保持适当的水分平衡，从而保证木结构工程的耐久性和稳定性^[10]。

结语

随着国家经济的快速发展，对建设项目提出了更高的要求。木结构是建设项目的一个重要组成部分，其施工质量直接关系到整个建设项目的质量。然而，在当前林业工程建设中，由于缺乏安全意识，缺乏有效的监督和管理体系，使得整个林业产业的发展都受到很大的阻碍。为此，应从加强施工人员的安全意识，加强施工人员的监督，健全管理体系等几个方面来加强对施工人员的管理。唯有如此，才能切实地提升我国建筑业的总体水平，为了实现我国建筑行业的飞速进步，必须采取有力措施，优化产业结构。这不仅能加快建设速度，还能有效提升我国在国际上的竞争力。通过这样的努力，我们将不断推动社会经济整体水平迈上新台阶，为国家的繁荣发展奠定坚实的基础。

参考文献

[1] 黄焯. 土木工程施工安全风险与管理措施探讨 [J]. 散装水泥, 2023, (05): 80-82.
[2] 孙学红, 刘四海. 建筑工程中模板工程施工技术的应用解析——以某工程为例 [J]. 中国住宅设施, 2022, (11): 88-90.
[3] 李岩. 高层住宅地下室模板工程施工技术及质量安全控制要点 [J]. 江西建材, 2022, (01): 153-155.
[4] 郑留欢. 土木工程施工质量检测信息化研究 [D]. 安徽理工大学, 2020.
[5] 姜泽宇. 土木工程施工中质量控制的重要性及措施 [J]. 模型世界, 2022(23): 73-75.
[6] 于磊, 苟金凤. 土木工程施工中质量控制的重要性及措施探析 [J]. 中国房地产业, 2020(7): 103.
[7] 崔耀中. 土木工程施工中质量控制的重要性与措施分析 [J]. 装饰装修天地, 2020(2): 259.
[8] 阮越. 分析土木工程施工中质量控制的重要性及措施 [J]. 百科论坛电子杂志, 2020(3): 126.
[9] 郭志伟. 土木工程施工中质量控制要点及对策 [J]. 建材发展导向 (上), 2020, 18(2): 101.
[10] 段五平. 土木工程施工中质量控制的重要性与措施分析 [J]. 建材发展导向 (上), 2021, 19(4): 116-117.

基于图像传感器的压力表识别研究

陈思雨，方元*

宝鸡文理学院 电子电气工程学院，陕西 宝鸡 721016

摘 要： 宝鸡市作为传感器生产主要集中地区，全市有传感器生产企业 200 余家，其中绝大多数是压力传感器。目前，这些企业的主流产品都是数字式压力变送器，随着 5G 技术和物联网技术的发展，传统压力传感器显示的数据需要远距离发送，以方便控制中心在远离传感器的地方能够实时监控数据。虽然数字式压力变送器传出的是数字信号，但由于厂家不同，各个接口和标准不一，传统智能数显控制设备有可能没有有线和无线网络模块，不能实现远距离互联。更换设备的成本较高，企业难以承担。另外，在工业应用中还有一部分企业由于设备老旧、应用场合特殊等影响仍然使用机械式压力表。在本文中上述问题，都可以通过图像传感器采集图片代替人工抄表的方式完成。

关 键 词： STM32；图像传感器；机械压力表

Research On Pressure Gauge Recognition Based On Image Sensor

Chen Siyu, Fang Yuan*

School of Electronic and Electrical Engineering, Baoji University of Arts and Sciences, Shaanxi, Baoji 721016

Abstract： Baoji City, as the main concentration area of sensor production, has more than 200 sensor manufacturers in the city, most of which are pressure sensors. With the development of 5G technology and Internet of Things technology, the data displayed by traditional pressure sensors needs to be sent over long distances to facilitate the control center to monitor the data in real time away from the sensors. Although the digital pressure transmitter transmits a digital signal, due to different manufacturers, different interfaces and standards, the traditional intelligent digital display control equipment may not have wired and wireless network modules, and cannot achieve long-distance interconnection. The cost of replacing equipment is high and difficult for businesses to afford. In addition, in industrial applications, there are still some enterprises that still use mechanical pressure gauges due to the influence of old equipment and special applications. In this paper, the above problems can be completed by collecting pictures by image sensors instead of manual meter reading.

Keywords： STM32; image sensors; mechanical pressure gauges

引言

物联网时代已经来临，伴随着新一代科技革命的出现。传感器技术在物联网计划中非常重要^[1]。但是，传感器种类繁多，发展速度和技术迭代很快，很多类型传感器无通用标准。宝鸡市作为老牌的扩散硅压力变送器老牌制造基地，其压力传感器的制造和发展得到本地政府高度关注与支持。预计到 2025 年，宝鸡地区的传感器产业规模将达百亿元，具有广阔的发展空间。

随着新一代技术革命的兴起，物联网时代已然到来。在物联网规划中，传感器技术相当重要。但是，传感器种类繁多，发展速度和计数迭代很快，很多类型传感器无通用标准。宝鸡市作为老牌的扩散硅压力变送器老牌制造基地，其压力传感器的制造和发展得到本地政府高度关注与支持。预计 2025 年，整个宝鸡的传感器规模能够达到 100 亿元规模，是一个很有前景的市场。

压力传感器技术已经相当成熟，通过调研传感器企业的主要问题在于降低成本和提高精度等传统竞争领域^[2]。同时，由于宝鸡本地传感器企业基本是中小型企业，在压力传感器的物联网技术升级方面较为落后，传感器数据的采集和管理较为原始。因此，迫切需要一个通用的解决方案来实现物联网的升级。除了新一代压力传感器的研发外，针对无法改造升级的设备也要有备用方案。其中，使用相机拍摄传统表并自动抄表的方案是一种易于实现、成本较低和兼容性强的方案。

一、系统总体框架

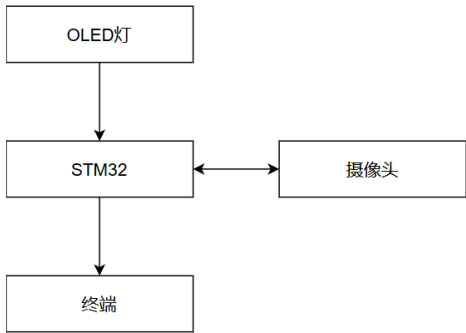
系统以 STM32F10C8T6 单片机为核心。结构框图如图 1 所示。该系统主要包括：图像传感器与摄像头组成的摄像头模组用于

采集数据，STM32F10C8T6 单片机用于处理图像数据，报警电路用于拍摄出问题后的警报工作，WIFI 上传电路，补光灯模组等。

在系统中，一组高质量的摄像头和图像传感器共同构成了摄像头模组。它负责捕捉周围环境中的图像数据并将其转化为数字

通讯作者：方元，邮箱：fangyuanmy@163.com

信号，这些信号随后被传输到 STM32F103C8T6 单片机上。这款单片机拥有强大的处理能力，能够对接收到的图像进行细致的处理工作。



> 图1. 系统设计总体框图

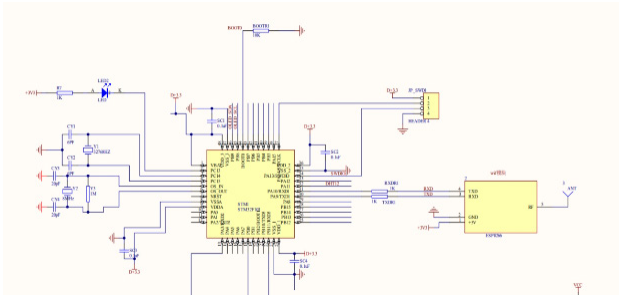
二、系统硬件电路设计

（一）STM32F10C8T6模块

STM32F103C8T6是意法半导体（STMicroelectronics）推出的一款32位 ARM Cortex-M3微控制器（Microcontroller Unit，MCU）^[3]。

STM32F10C8T6分别与故障指示灯、补光灯、WIFI模块相连，STM32F10C8T6单片机是此系统的核心，分别控制几个模块同时运行保证系统正常运作。STM32F10C8T6单片机是主要模块是核心部分，连接了其他几个模块，控制其他模块的正常运作。

STM32F10C8T6与故障指示灯通过22号引脚 IO 接口相连，补光灯与18号引脚 IO 接口相连，摄像头模组与13号引脚 IO 接口相连，23,24 引脚为系统的主电源接口与48,47号引脚分区供电全部接入电源，30,31号引脚 IO 接口分别通过一个1KB的电阻接入WIFI模块 ESP8266 的3,4号引脚相连。34,37 引脚 PA13:JTMS/SWDIO，PA14:JTCK/SWCLK，SW 两个下载调试端口。8、9号引脚：VSSA,VDDA，内部模拟部分电源，如 ADC,RC 振荡器，接3.3v。2号引脚，PC13-TAMPER-RTC，可以进行保护数据放在被读取，3-6号引脚，晶振输入。连接电路图如图2所示。

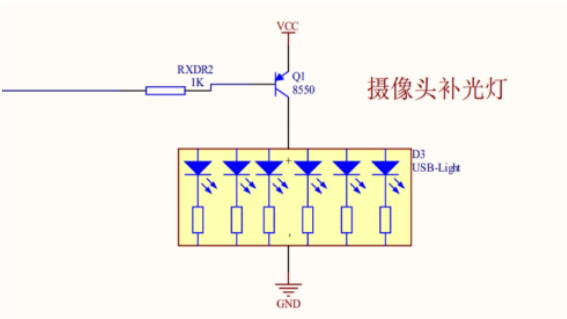


> 图2. STM32F10C8T6模块

（二）补光灯模块

补光灯模块与 STM32F10C8T6 模块相连接在检测到摄像头开始工作后，补光灯模块开始亮灯频闪辅助摄像头开始工作。在摄像头被遮掩光无法传出时，系统开始报错。补光灯模块由6个LED灯并联组成，接入PNP三极管基极接电阻、发射极接LED灯和集电极接电源，组成一个集电极开路电路集电极开路输出可

以吸收比标准输出更多的电流，很容易与其他数字设备连接，可用于在多个输出之间创建线或连接，使其成为驱动 LED 低电流设备的理想选择。补光灯模块如图3所示。



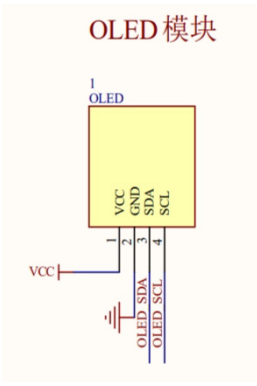
> 图3. 补光灯模块

（三）OLED 模块

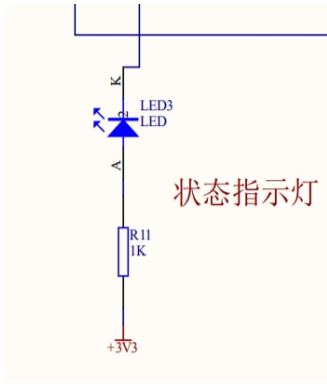
OLED 模块与 STM32F10C8T6 模块相连接，在系统正常工作或出现故障时通过屏幕显示进行提示，出现文字提醒系统故障。OLED 模块通过精心设计的接口与高性能 STM32F10C8T6 模块紧密相连，从而在整个系统中扮演着至关重要的角色。当系统运行平稳且一切按计划进行时，这个模块会保持沉默，仅仅作为一个普通的显示设备存在。然而，一旦遇到系统不稳定或异常情况，它就会变身为一位可靠的智能助手。OLED 模块如图4所示。

（四）错误指示灯模块

错误指示灯模块的主要作用是在系统故障时亮起对工作人员进行提示，红灯更加醒目明显，在紧急情况下发挥着至关重要的作用。它不仅仅是一个简单的指示灯，而是在系统出现故障或异常时，作为一种无声但强有力的提醒工具，向负责维护和操作的工作人员发出警示信号。特别是在红灯亮起来的时候，其高亮度、强对比度的设计让信息传递更为直接和迅速。而为了确保系统安全运行，示灯模块还会与电阻进行连接，这样就可以在遇到过大电压冲击的极端情况下，通过电阻吸收部分电压，从而保护内部的电子元件不受损坏。指示灯模块如图5所示



> 图4. OLED 模块



> 图5. 错误指示灯模块

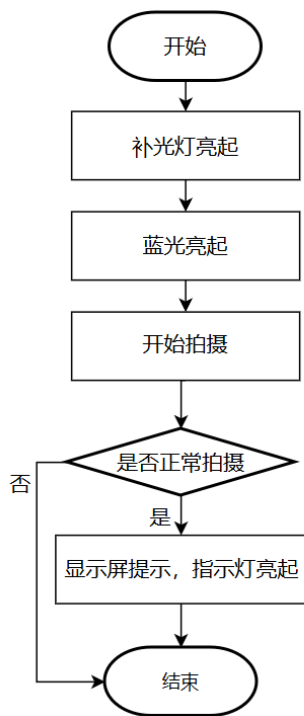
三、系统软件设计

（一）系统总体设计

机械压力表识别技术流程图如图6所示。系统的设计理念基于 STM32 系列芯片，这种芯片以其高效、

可靠和低功耗而著称。在整个系统中，当正常运行模式启动时，我们会看到蓝色的指示灯开始闪烁，这是一个积极的信号，表明系统正在准备就绪。紧接着补光灯随之点亮，为摄像头提供必要的光线，使其能够清晰地捕捉到图像。此时，STM32F10C8T6处理器将承担起重任，负责完成图像的拍摄任务。拍摄结束后，它会对照片进行处理，然后将最终处理结果上传至远程服务器。

然而，任何系统都难免遇到问题。一旦系统检测到异常情况，便会发出警告信号。这时警报指示灯就会亮起，显示屏上会出现详细的文字故障提示，同时终端设备也将同步显示故障信息。这样的设计确保了用户可以迅速了解系统当前的状态，及时采取措施解决问题，保证系统的稳定运行。



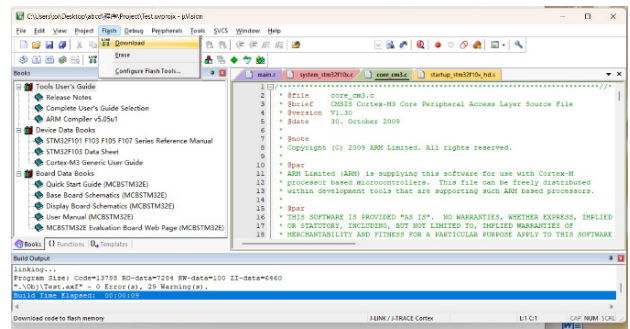
> 图6. 主程序流程图

四、系统测试与分析

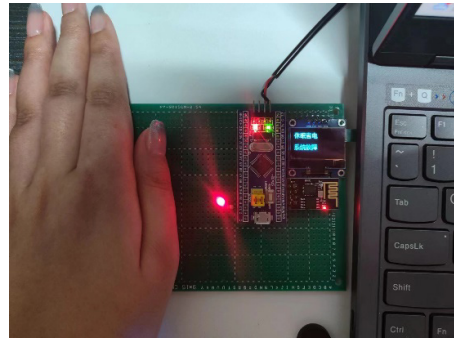
本课硬件接线检查。这是调试前的必要步骤，确保所有硬件连接正确且牢固。

模块的除错每个模块都要经过充分的测试，以保证其性能和界面是正确的。联调。在各个模块和子系统测试通过后，进行系统级的联调，以验证整体系统的功能。软件编写和调试。这包括整理功能框图、编写代码并进行测试。运行并进行测试。将硬件和软件相结合，以发现和纠正缺陷。修正并反复试验。当出现问题时，立即纠正和执行回归试验，以保证问题的解决^[4]。

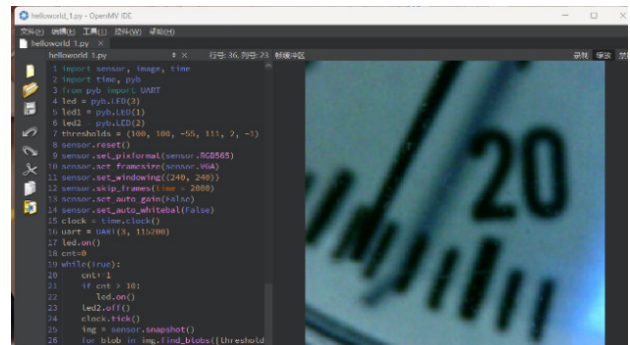
系统调试完成后进行测试实验，首先对代码进行运行测试保证代码无误（如图7所示）代码运行正确且没有错误，后对实物进行连接电源进行实物测试，接通电源后首先观察补光灯与摄像头是否能正常运行，将补光灯进行遮盖 OLED显示屏与警示灯能够正常报错（如图8所示）硬件设备运行无误，查看图像是否能够正常上传终端（如图9所示）。



> 图7 代码测试结果图7 代码测试结果



> 图8 OLED显示屏测试



> 图9 图像识别上结果

五、结束语

本项目设计了一款智能识别机械压力表的系统，能够实现自动补光、拍摄识别图像等多种功能，同时使用者也可以进行远程的实时检测，提升简便性与实用性。对系统进行测试后表明，系统能够实现图像识别拍摄、补光灯损坏等故障时能够及时报错，拍摄结果可上传至电脑终端。说明该系统具有实用性科学性，当然系统中还有不足之处对于不足之处日后可对系统进行升级优化等处理。

参考文献

[1]王钱保, 黄华云, 李春苗, 等. 优质肉鸡不同环境控制下的舍内参数分布规律及性能差异性研究 [J]. 西南农业学报, 2024, 37(05): 1108-1115.
[2]申会鹏, 韩春阳, 郭家宝, 等. 基于力传感器的刚性转子动平衡实验方法 [J]. 机电工程, 2024, 41(07): 1223-1230.
[3]郑志安, 尹诗荷, 朱俊杰, 等. 体感交互智能型机械臂实验教学平台开发 [J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(01): 40-44+129.
[4]闫亚林, 杭丽君, 龙艳. 基于 LabVIEW 的电动汽车动力电池管理系统测试平台设计 [J]. 汽车电器, 2024, (03): 25-27.

隧道工程中软弱围岩大变形不稳定性分析与控制策略研究

周建军

北京通达监理有限公司（成都分公司），北京 620500

摘 要： 随着我国基础设施建设的快速推进和西部大开发战略的深入实施，公路、铁路以及地下工程项目如雨后春笋般涌现。在这些工程项目中，许多长大和深埋的隧道工程都陆续上马，频繁穿越高地应力区域，并常遇到软弱围岩的复杂地质条件。由于这些软弱围岩体的存在，隧道工程面临着严重的大变形问题，进而引发一系列地质灾害，威胁工程的安全和稳定。面对这种危险的情况，如何有效的防治和控制软弱围岩的大变形问题变得愈加紧迫和重要。

关 键 词： 软弱围岩；大变形；不稳定性；隧道工程；控制策略

Analysis And Control Strategy Of Weak Surrounding Rock In Tunnel Engineering

Zhou Jianjun

Beijing Tongda Supervision Co., LTD. (Chengdu Branch), Beijing 620500

Abstract : With the rapid development of China's infrastructure construction and the in-depth implementation of the western development strategy, highway, railway and underground engineering projects emerge like bamboo shoots after a spring rain. In these projects, many large and deep buried tunnel projects have been launched, frequently through the high ground stress area, and often encountered the complex geological conditions of weak surrounding rock. Due to the existence of these weak surrounding rock bodies, the tunnel engineering is faced with serious deformation problems, which leads to a series of geological disasters and threaten the safety and stability of the project. In the face of this dangerous situation, how to effectively prevent and control the large deformation of the weak surrounding rock has become more urgent and important.

Keywords: weak surrounding rock; large deformation; instability; tunnel engineering; control strategy

引言

由于我国国土面积中重丘和山岭占据较大比例，加上资金短缺、工程机械化程度不高以及隧道施工技术相对落后等原因，长时间以来，我们难以大规模进行隧道建设。在越过山岭时，通常选择建设蜿蜒曲折的盘山公路。然而，盘山公路的建设对山体造成了很大的扰动，导致山体植被破坏、边坡失稳和水土流失等问题。此外，在雨季和冬季，盘山公路路面易湿滑和结冰，增加了行车的不安全性。相比之下，隧道在缩短线路里程、改善线路特性方面具有显著优势。隧道不仅可以减少线路的弯曲度，提高行车的安全性和舒适性，还能降低对自然环境的破坏。对我国隧道工程建设现状进行分析，发现软弱围岩隧道的设计和施工技术问题仍是当前隧道建设者面临的主要困惑。这些问题包括如何有效地勘察软弱围岩的地质特性，设计合理的支护结构，以及在施工过程中采取适当的措施来控制软弱围岩的大变形和失稳。^[1]

一、软弱围岩大变形不稳定性的影响因素

（一）炭质片岩

引发隧道变形的原因主要与炭质片岩这一特殊的劣质岩体有关。炭质片岩具有独特的地质特性，它能够沿着片理面出现蠕

滑、流变和结构破损等现象。炭质片岩的强度和抗剪强度均较低，且其变形特性持续时间较长，对外界影响的敏感性也非常高。这些特性使其在隧道施工过程中极易发生变形。区域地质构造的复杂性进一步加剧了炭质片岩的变形问题。地质构造活动常常诱发地层结构的变形，导致大量致密接缝的产生。这些接缝和

作者简介：姓名：周建军，出生年月：1978年2月，性别：男，民族：汉，籍贯：四川省眉山市仁寿县，学历：本科，职称：中级工程师，研究方向：高原施工质量控制与软弱围岩大变形隧道工程施工

顺层摩擦镜面的出现，严重破坏了岩体的完整性，削弱了岩体的承载能力。而炭质片岩中常混杂有石英岩脉，这些石英岩脉的存在使得岩体内部结构更加复杂，进一步增加了变形的可能性和不可预测性。在隧道施工过程中，这些地质问题对工程的稳定性和安全性构成了重大威胁。炭质片岩的蠕滑和流变现象会导致隧道围岩发生大规模变形，影响隧道结构的稳定性。低抗剪强度使得围岩在受力时更容易发生剪切破坏，而长时间的变形特性意味着隧道在施工后仍可能面临持续的变形风险。

（二）遇水软化

岩体在遇水后会显著软化，往往在施工过程中以泥浆状形式存在。这种情况下，岩体的强度极低，容易引发塑性流动，导致围岩出现高收敛位移现象。特别是在隧道开挖过程中，炭质片岩的排布常常不均匀，加之其本身具有流变性，这些因素共同作用，使得隧道施工面临更大的挑战。^[2]当隧道开挖深度较大时，炭质片岩的流变性和低强度特性会更加显著，导致围岩顺层受偏压，并且局部节理容易发生破损。这种情况下，隧道围岩的整体稳定性大幅降低，变形风险显著增加。具体而言，炭质片岩在高埋深条件下，由于受力不均匀，容易产生顺层偏压，进一步引发局部节理破损。这些破损点成为隧道围岩变形的薄弱环节，进而引发更大范围的变形和失稳。^[3]

二、控制策略与技术手段

（一）变量问题

在隧道工程中，为应对软弱围岩的变形问题，特别是水平收敛变形，通常需要预留一定的变形量。对于软围岩隧道，预留的变形量一般为30厘米。然而，根据实际围岩的变形情况，对于地质条件相对均匀的地段，可以适当增大两侧的预留变形量，达到50厘米，而拱顶的预留变形量则可保持在30至50厘米之间。在地质条件左右不均匀的地段，需要更加灵活地调整预留变形量。一侧的预留变形量可以增大到70厘米，以应对较大变形的需求，而另一侧则保持不变，继续预留30厘米。这种做法能够更有效地适应不同地质条件下围岩的变形行为，确保隧道结构的安全和稳定。这种预留变形量的策略，目的在于通过合理分配变形量来缓解隧道施工中的压力集中现象。^[4]

（二）增加强度，控制深度

为了有效控制隧道施工中的变形量，可以采取增强钢拱架强度和严格控制开挖深度的措施。首先，在初期支护阶段，可以把钢拱架进行调整，以提高其强度，进而降低围岩的变形量。为进一步降低对围岩的影响，可以采用松动爆破技术，并严格控制每次循环开挖的进尺。在开挖完成后，应立即采用喷射混凝土封闭掌子面，以防止围岩暴露时间过长引发变形或失稳。通过这些措施，能够有效地控制隧道施工过程中围岩的变形量，提高施工的安全性和稳定性。这些技术手段不仅在理论上具有科学依据，而且在实际应用中也已被证明是行之有效的。在增强钢拱架强度方面，选择合适型号的钢材可以提供更强的支撑力，减少变形风险。在爆破施工中，严格控制打眼深度和装药量，结合松动爆破

技术，可以显著降低对围岩的扰动，保持围岩的完整性。同时，及时进行喷射混凝土施工，可以迅速封闭掌子面，防止围岩变形进一步加剧。^[5]

（三）排水设计

在隧道施工过程中，为了有效进行排水设计，可以采用在洞内上台阶处铺设钢管的方式进行初期支护背侧排水。^[6]这种方法能够有效引导和排除隧道内的水分，减轻围岩的压力。同时，还可以在隧道壁后进行注浆施工，并预设小型集水坑，以便及时收集和排除积水。炭质片岩岩体强度较低，通常在施工过程中呈粉末状存在，且遇水后会显著软化，导致围岩的粘结力下降。在这种情况下，云母等滑动结理面的存在进一步削弱了围岩的支持力，导致围岩对初期支护施加的压力增大。为了应对这一问题，需要在排水设计中考虑这些因素，采取有效的措施来降低围岩的含水量，增强其稳定性。通过合理的排水设计，不仅可以减少水对围岩的软化作用，还能有效降低初期支护的压力，提高隧道施工的安全性和稳定性。注浆施工和集水坑的预设，可以在发生水涌时迅速应对，防止水害对隧道工程的影响。这种综合的排水设计方法，能够在复杂地质条件下提供更加可靠的技术支持，确保隧道施工顺利进行。^[7]

（四）增强隧道拱脚的稳定性

为了增强隧道拱脚的稳定性，可以采用锁脚小导管措施。由于炭质片岩强度极低，在这种情况下，锁脚锚杆可以进行全长施工，且减少施工周期。炭质片岩的低强度使得隧道拱脚容易塌方，在处理废渣时容易出现二次失稳的情况。因此，需要使用砂袋及时稳固拱脚，同时预留注浆孔，进行挂网喷锚作业。为了减少围岩松动圈的产生，支护工作完成后应立即开始注浆固结施工。这样可以有效地提高围岩的整体稳定性。此外，需要布设集水坑，以防止隧道某些地段出现露水或渗水现象。为了进一步增强拱脚的稳定性，还应在拱脚边墙处搭设临时支墩，以增加摩擦力，确保结构的稳固。炭质片岩在隧道施工中面临的塌方风险较高，其强度极低，容易在施工过程中发生失稳。^[8]通过使用自进式中空锚杆和砂袋稳固拱脚，可以有效地应对这种挑战。此外，预留注浆孔和挂网喷锚作业，可以进一步提高围岩的稳定性，减少塌方和二次失稳的风险。

（五）监控量测

在隧道施工中，二次衬砌施工通常在围岩初期支护结构稳定后进行。然而，在某些局部地段，围岩收敛量可能会在一定时间内发生二次变形。硬岩在初期支护变形后，很短时间内就可能出现塌方现象。而对于炭质片岩，在初期支护变形后，可以通过注浆方式进行加固处理，以有效控制围岩产生二次扰动，从而防止塌方情况的发生。由于炭质片岩的特殊地质条件，常规数据分析方法无法完全满足其隧道施工的需求。因此，必须加大监控量测的力度，特别是对那些可能影响工序的施工环节进行重点监测。通过综合量测结果，可以合理推算出二次衬砌施工产生的变形总量，避免由于突变引起的塌方事故。加大监控量测力度包括实时监测围岩的变形情况、收集和分析各类监测数据，以便及时调整施工方案。

三、控制理念

（一）刚性控制理念

刚性控制理念在隧道施工中扮演着重要角色，特别是在隧道埋深较浅、地应力较低且围岩条件较差的情况下。此理念通过采用高刚度的初期支护结构，如钢拱架、混凝土衬砌等，以迅速提供强有力的支撑，稳定围岩，防止其发生大规模的变形。刚性支护能够有效地约束围岩，减少其位移，确保隧道断面的完整性和稳定性。此外，刚性控制理念强调对围岩应力的迅速释放和合理分布，避免局部应力集中引起的失稳或塌方。在实际应用中，这种方法不仅能够提高施工效率，还能减少因围岩变形导致的安全隐患和施工难度。通过精确的设计和施工管理，刚性控制理念在复杂地质条件下提供了可靠的技术保障，有助于隧道工程的顺利推进和长期稳定运行。^[9]

（二）柔性控制理念

柔性控制理念在隧道工程中尤为重要，特别是在隧道埋深较大、地应力较高的环境下。此理念通过采用柔性支护结构，如柔性支架、喷射混凝土、土钉墙等，使围岩能够在初期支护阶段允许一定程度的变形，以缓解围岩内的应力集中和释放压力。柔性支护允许围岩在支护体系内实现自平衡，逐步适应新的应力状态，从而减少应力集中引发的围岩失稳或塌方。柔性控制理念还注重围岩与支护结构之间的相互作用，确保支护结构能够适应围岩的位移和变形，提供持续的支撑效果。此外，柔性控制能够在围岩变形初期实现及时调整和修正，通过监测和反馈机制不断优化支护方案。在实际施工中，柔性控制理念不仅能适应复杂多变的地质条件，还能提高施工的安全性和灵活性，降低施工风险和成本。通过精确的设计和施工方法，柔性控制理念为隧道工程的稳定性和安全性提供了可靠的技术支持。

（三）刚柔结合控制理念

刚柔结合控制理念在隧道工程中是对刚性控制理念和柔性控制理念的综合应用，特别适用于地质条件复杂多变的情况。该理念通过在隧道施工中同时运用刚性和柔性支护技术，以最大程度地适应和控制围岩的变形。在初期阶段，采用刚性支护措施，如钢拱架或混凝土衬砌，以快速提供强有力的支撑，稳定围岩，防止大规模的变形和塌方。^[10]这种刚性支护能够有效地限制围岩的初期变形，快速稳定隧道断面，减少施工过程中可能出现的风险。随着施工的推进，柔性支护措施如喷射混凝土、土钉墙等逐渐发挥作用。这些柔性支护方法允许围岩在长期变形过程中逐步适应新的应力状态，减少刚性支护可能引起的二次变形和应力集中。柔性支护还能灵活应对围岩的持续变形，提供持续的支撑和调整，使支护结构与围岩之间保持良好的互动和稳定性。刚柔结合控制理念的核心在于通过结合刚性支护的稳定性和柔性支护的适应性，实现对围岩变形的全面控制。

四、结论

总的来说，在隧道工程的设计和施工过程中，必须深入了解软弱围岩的力学特性和变形机理，科学预测其在高应力条件下的变形行为，制定切实可行的工程对策。同时，合理应用先进的地质勘察技术、优化支护结构设计、有效控制地下水位，以及建立完善的监测与预警系统，都是确保隧道工程顺利实施的重要措施。随着基础建设的快速发展和隧道工程规模的不断扩大，研究并解决软弱围岩大变形问题对于提高工程安全性和可持续性至关重要。这不仅需要理论研究的深入和技术手段的创新，还需在实际工程中不断总结经验，形成行之有效的综合控制策略，为我国基础设施建设提供坚实保障。

参考文献

- [1]王兆林. 大跨径隧道软弱围岩浅埋段变形特性分析 [J]. 江西建材, 2023,(05):306-307+310.
- [2]熊小华, 赵军云, 翁贤杰, 等. 隧道穿越软弱围岩大变形区段初支锁脚大管棚注浆加固效果数值分析 [J]. 公路, 2023,68(04):392-400.
- [3]熊安正. 隧道软弱围岩大断面开挖支护施工工艺研究 [J]. 工程技术研究, 2023,8(17):23-25.
- [4]王兆林. 大跨径隧道软弱围岩浅埋段变形特性分析 [J]. 江西建材, 2023,(05):306-307+310.
- [5]张克宏, 吴红刚, 黄新宇. 甘青隧道软弱围岩大变形控制技术研究 [J]. 科技创新与应用, 2023,13(04):93-97.
- [6]谭忠盛, 李松涛, 王建军, 等. 中老铁路隧道软弱围岩大变形特征试验研究 [J]. 中国铁道科学, 2021,42(04):98-106.
- [7]刘立明. 大跨度软弱围岩隧道变形控制技术 [J]. 四川建筑, 2021,41(03):208-210+214.
- [8]王伟, 李忠, 沈学军, 等. 软弱围岩隧道洞口浅埋段变形特征及控制措施研究 [J]. 中国安全生产科学技术, 2020,16(09):103-109.
- [9]刘方舒. 松潘隧道软弱围岩大变形特点及机理分析 [J]. 建材发展导向, 2020,18(08):86-88.
- [10]郑寰宇, 梁露, 黄春龙. 隧道软弱围岩大变形的分析与处治 [J]. 西部交通科技, 2019,(05):94-96.

塔底泵排气线返塔接管泄漏失效分析

胡佳

宁波镇海炼化利安德巴赛尔新材料有限公司, 浙江 宁波 315200

摘 要 : 对某公司乙苯装置某塔系统底部回流泄漏问题, 利用光谱、理化、晶相等方法研究此系统腐蚀机理, 从而改进工艺包, 指导操作运行。

关 键 词 : 乙苯塔底部系统; 金相分析; 氯化物腐蚀^[1]

Failure Analysis Of Leakage In The Return Pipe Of The Exhaust Line Of The Tower Bottom Pump

Hu Jia

Ningbo Zhenhai Refining and Chemical Liande Basel New Materials Co., Ltd, Zhejiang, Ningbo 315200

Abstract : Using spectroscopic, physicochemical, and crystallographic methods to study the corrosion mechanism of the bottom reflux leakage problem in a tower system of a certain company's ethylbenzene unit, in order to improve the process package and guide operational operation

Keywords : ethylbenzene tower bottom system; metallographic analysis; chloride corrosion^[1]

公司乙苯装置的脱非芳塔回流罐有明显减薄现象, 因此加强对罐的腐蚀机理及腐蚀影响因素的研究, 将具有重大的理论意义、社会意义和经济效益, 并能为今后找出合理的防护方法、工艺防腐蚀控制提供重要的理论依据。

回流罐 D101 处于 T101 脱非芳塔的塔顶系统中, D101 为 1 进 3 出回流罐。T101 塔顶 100℃、0.12MpaG 输出 211 号物流, 15684kg/h, 经塔顶空冷器 E101 空冷, 输出 218 号物流, 经塔冷水冷器 E101 水冷后进入 D101。D101 分 3 路送出, 顶部 212 号物流: 不凝气, 18.5kg/h 到 D101; 底部 216 号物流: 污水, 30.4kg/h 到 D101; 下部 219 号物流, 1 分为 2: 一路经 P101A/B, 物流号 213 返回到 T101; 另一路经 P102, 物流号 214: 非芳烃, 去界区外。

D101 为脱非芳塔回流罐, 材质为 16MnR 材质, 操作温度 40℃, 操作压力 (表压) 0.095MpaG, 企业测得 D101 水相氯离子为 146 mg/kg, pH 为 5.42, 电导率为 531 uS/cm。

公司脱非芳塔底泵排气线返塔接管发生泄漏, 管路系统中的两处泄漏位置如图 1.1 红色圈所示。这两处接管材料为 316/316L, 介质为苯, 工作温度 108℃, 压力约为 1.2MPa。接管外径约 27mm, 壁厚约 8mm。正常情况下水相不走塔底系统, 两处接管内的介质不流动。

为了弄清失效的原因, 将泄漏的两个接管从管路中取出, 开展宏观、断口扫描电镜与能谱、金相和管材化学成分分析。系统分析研究存在的腐蚀机理, 从而改进工艺包, 指导操作运行。

一、泄漏点部位分析

(一) 管道宏观分析

图 1 为泄漏管道外壁形貌, 接管外壁刷有油漆, 接管 1 较短, 管路中取出的材料只包含一个焊接接头, 接管 2 包含两个焊接接头。两根接管分别发现一处泄漏, 接管 1 泄漏位置离焊缝的距离较短, 接管 2 泄漏的位置位于远离焊缝的母材上。两个接管的外壁都没有发现肉眼可见裂纹。

两个接管剖开后内壁的形貌, 内壁较为干净, 没有明显残留物质以及塑性变形, 未观察到腐蚀减薄现象, 可以肉眼看到接管内壁的裂纹。为了进一步清楚地观察裂纹的分布情况, 对接管进行着色探伤。接管内壁有一条明显的环向裂纹, 该裂纹可能与轴



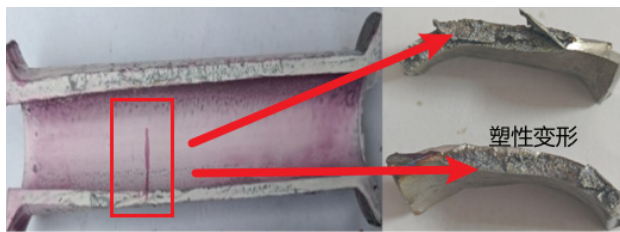
> 图 1 泄漏接管外壁

向应力有关。为了进一步清楚地观察裂纹的分布情况，对接管进行着色探伤，如图 1 所示。接管 1 内壁有一条明显的环向裂纹这可能与焊接位置残余应力有关^[5]。



> 图2管道泄漏处找色探伤

将接管 1 环向裂纹人为掰开后（见图 3），可以发现除人为掰开位置有塑性变形痕迹外，断口其它位置没有塑性变形。图 3 中靠近外壁，较光亮的区域为掰断的形貌，内壁断口为服役过程中产生的，可以表明裂纹起源于内壁，同时断口内壁有多条平行于断口的裂纹（图 3）。



> 图3断口内壁宏观形貌

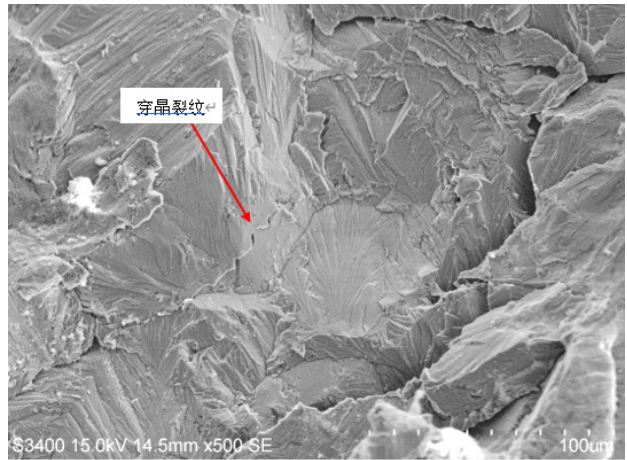
（二）扫描电镜分析

为了弄清裂纹产生的机制，对图 1 中的断口进行扫描电镜分析。图 2 为不同倍数下断口扫描电镜下的形貌，未发现明显塑性变形，对靠近内壁的区域进行高倍数下观察可以发现该断口为穿晶形式的，断裂机制为解理断裂

图 4 显示为断口更靠近内壁的扫描电镜形貌，高倍数下可以观察到明显的解理断裂特征，同时也存在类似于二次裂纹的穿晶裂纹。

（三）能谱分析

所谓的断口就是材料断裂处的端面，对断口的分析也就是对

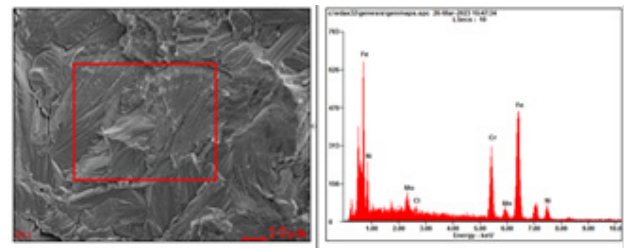


> 图4泄漏处断口 SEM 形貌（500x）

端面的形貌进行分析，同时也包括端面结构和成分的分析。断口分析技术主要是利用现代仪器设备对断口的宏观和微观形貌特征进行表征。

金属材料的断口上忠实地记录了金属断裂的全过程，即裂纹的产生、扩展直至开裂：外部因素对裂纹萌生的影响及材料本身的缺陷对裂纹萌生的促进作用；同时也记录着裂纹扩展的途径、扩展过程及内外因素对裂纹扩展的影响。对材料的断口分析是金属材料失效分析的重要技术手段。

为了确定断裂是否由其他介质导致，对断口表面处位置开展能谱分析。图 3 中红色框内能谱监测区域，从图 3 波峰图中可以观察到明显 CL 元素的波峰，该元素可能来源于系统中水相的 CL 离子。



> 图5断口处能谱分析

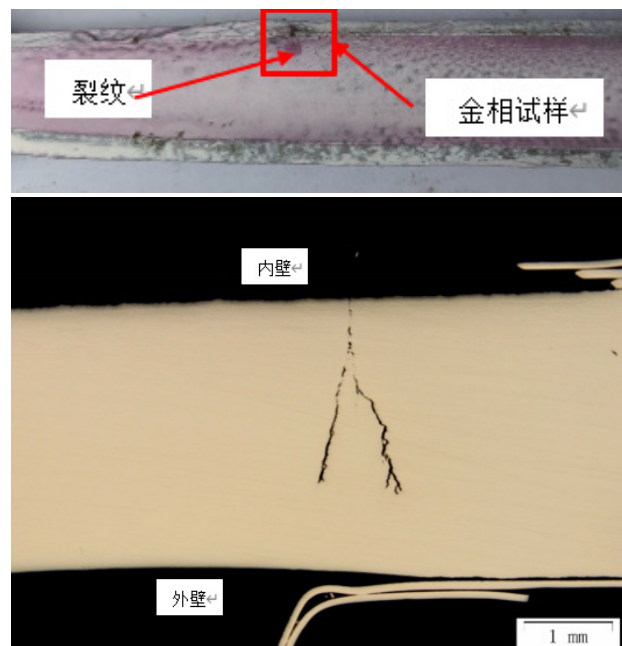
（四）金相分析

“金”指金属和合金，“相”指合金中具有同一晶体结构、同一性质、均匀化学成分并以一定界面相互隔开的组成部分。金相分析是利用金相显微镜在专门制备的试样上放大 100 ~ 1500 倍来研究金属及合金组织的方法。金相是指金属或合金的内部结构，即金属或合金的化学成分以及各种成分在合金内部的物理状态和化学状态。金相组织是反映金属金相的具体形态，如马氏体，奥氏体，铁素体，珠光体等等。广义的金相组织是指两种或两种以上的物质在微观状态下的混合状态以及相互作用状况。所谓“相”就是合金中具有同一化学成分、同一结构和同一原子聚集状态的均匀部分。不同相之间有明显的界面分开。合金的性能一般都是由组成合金的各相本身的结构性能和各相的组合情况决定的。合金中的相结构大致可分为固溶体和化合物两大基本类型。它是研究金属及其合金内部组织及缺陷的主要方法之一，在金属

材料研究领域中占有很重要的地位。

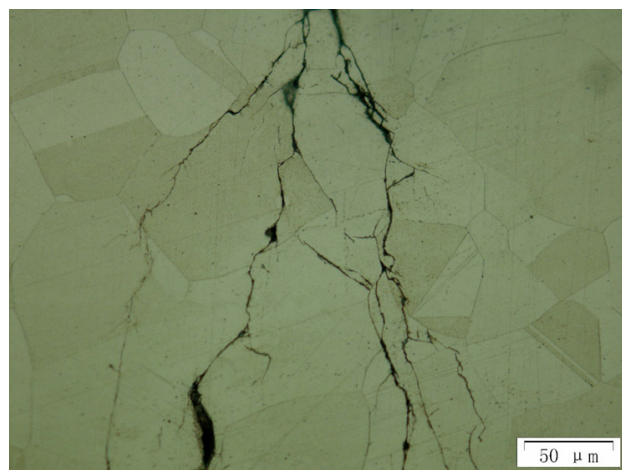
图 6 左中红色区域为金相取样位置，试样位于未贯穿壁厚裂纹的位置，观察面位壁厚方向。

图 6 右为试样抛光态，可以观察到裂纹起源内壁，沿壁厚方向扩展，呈现树枝状。经接管的金相组织，为典型的奥氏体，晶界未见碳化物析出物，表明材料经历过固溶处理，组织正常。



> 图6金相取样点及试样抛光态图

图 7 为裂纹处金相组织，可以观察到多条裂纹，且为穿晶形貌；裂纹尖端有沿晶和穿晶特征^[4]。



> 图7裂纹处金相组织

（五）化学成分分析

依据 GB/T 11170-2008《不锈钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）》^[2]对接管化学成分进行检测，化学成分见表 4.1。对比 GB/T13296-2013 锅炉热交换器用不锈钢无缝钢管 - 标准可知，接管化学成分符合 316L 不锈钢标准要求。

二、结论与措施

宏观分析、扫描电镜分析和金相分析发现裂纹由内壁向外

壁扩展；扫描电镜分析表明失效为穿晶断裂^[7]，且不是由延性断裂导致；化学成份分析表明材料符合 316 不锈钢标准，同时金相分析也发现裂纹主要为穿晶扩展，同时裂纹为树枝状，这是典型应力腐蚀裂纹特征；能谱分析发现断口含有 Cl 元素。水相介质检测发现 CL 离子浓度为 180.9ppm，pH 值为 2.73，导电率为 1050 us/cm。

通过综合分析表明接管开裂是由 Cl 离子引起的应力腐蚀开裂，Cl 离子来源于管内介质^[8]。图 5.1 为不同材料发生应力腐蚀的条件，当服役工况（即纵坐标：温度、横坐标：Cl 离子浓度）位于某材料对应曲线右上方时，表明该材料在该工况下有发生应力腐蚀的风险；相反若位于某种材料曲线左下方，则该材料在该工况下安全。本失效接管其介质工作温度为 108℃ 温度，Cl 离子浓度为 180.9ppm，如下图红点所示。红点位于 300 系列不锈钢右上方，说明 300 系列不锈钢在该工况有发生应力腐蚀的风险。同时，pH 值大于 2 的酸性环境和介质不流动也有助于应力腐蚀的发生^[9]。根据下图可以得出，在不改变工况的前提下，目前的材料 316 不锈钢不能抵抗该环境的应力腐蚀开裂，选用抗应力腐蚀能力更强的双相不锈钢作为接管材料。

通过分析表明接管开裂是由 Cl 离子引起的应力腐蚀开裂^[3]，Cl 离子来源于管内介质。在不改变工况的前提下，目前的材料 316 不锈钢不能抵抗该环境的应力腐蚀开裂^[10]，选用抗应力腐蚀能力更强的双相不锈钢作为接管材料^[6]。

参考文献

- [1] GB/T 15970.5-1998 金属和合金的腐蚀。
- [2] GB/T 11170-2008《不锈钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）》。
- [3] API 571 影响炼油工业固定设备损伤机理。
- [4] 王志文，徐宏，关凯书等编著. 化工设备失效原理与案例分析 [M]. 上海：华东理工大学出版社. 2010.
- [5] 高英. 长输管线氯离子腐蚀行为研究 [D]. 西安石油大学，2013.
- [6] 双相 - 奥氏体异质不锈钢搅拌摩擦焊机理与工艺研究 [D]. 王文阳. 吉林大学，2021.
- [7] 奥氏体不锈钢切削表面应力腐蚀裂纹萌生的实验分析及预测研究 [D]. 张文谦. 华中科技大学，2018.
- [8] 不锈钢换热管应力腐蚀实例及分析 [A]. 喻杰；胡丽莉. 2006 年中国机械工程学会年会暨中国工程院机械与运载工程学部首届年会，2006.
- [9] 卤离子与温差应力作用不锈钢容器腐蚀与预防研究 [J]. 盛全中；梁重庆；李震；姚楠. 中国设备工程，2024(13).
- [10] 电站锅炉水冷屏上集箱接管弯头爆管原因分析及处理建议 [J]. 温国亮；马世成. 特种设备安全技术，2024(03).

炼焦煤粉尘污染综合治理生产实践

张龙

河钢集团张宣科技能源公司，河北 宣化 075100

摘 要： 在炼焦配煤生产中，炼焦煤的落卸、输送都会产生大量煤粉尘，提高粉尘治理能力，不仅能节约能源，而且能改善职工劳动环境，本文从储煤系统和输煤系统两个方面阐述了粉尘产生的原因及治理措施。

关 键 词： 炼焦煤；粉尘；污染治理

Production Practice Of Comprehensive Control Of Coking Coal Dust Pollution

Zhang Long

Energy Company of HBIS Group Zhangxuan technology, Hebei, Xuanhua 075100

Abstract： In the coking coal blending production, the unloading and transportation of coking coal will produce a large amount of coal dust, improve the dust control ability, not only save energy, but also improve the working environment of workers. This paper expounds the causes of dust generation and treatment measures from two aspects of coal storage system and coal transport system.

Keywords： coking coal; dust; control pollution

引言

在焦化生产中，炼焦煤的接卸、存储、破碎、参配、转运环节中产生大量的粉尘，主要表现在室内粉尘浓度严重超标、工作场所地面和设备积尘严重、输煤设备密封性差、除尘设施除尘效果差等方面，粉尘浓度大在污染环境的同时对现场作业人员的健康也带来非常大的危害，因此炼焦煤粉尘污染治理工作必须引起人们的重视，以尽快解决生产作业过程中粉尘污染问题。

一、炼焦煤粉尘治理现状

炼焦煤进厂后，先后经过接卸、存储、破碎、掺配、转运环节最终进入储煤仓，在炼焦煤的输送和转运过程中，松散的物料从高处下落，因受到挤压作用，物料间隔中的空气被猛烈地挤压出来并向外高速运动，由于气流和粉尘的剪切作用，带动颗粒状粉尘一起逸出，这种使尘粒由静止状态进入空气中浮游，称为一次尘化作用，它的能量很小，只能造成局部污染^[1]。由于一次尘化作用，使得尘源周边空气被诱导、扰动而形成二次气流，这些气流向四周扩散、蔓延直至充斥在作业现场，甚至造成二次扬尘，这是造成污染扩大的主要原因。

宣钢焦化厂配煤生产产生粉尘主要集中在两个方面，一是炼焦煤在煤场作业过程中产生的粉尘、二是炼焦煤在输送过程中产生的粉尘。

根据《钢铁企业超低排放改造实施指南》要求，“无组织排放源治理措施应根据产生点的情况和扬尘污染的特点，宜因地制宜采取封（密）闭、抑尘、收尘、降尘、冲洗等技术措施预防和治理粉尘污染，破碎、筛分等易扬尘作业工段，宜对生产设备进行整体封闭”，因此炼焦煤在煤场装卸及倒运过程中产生的粉尘采用封闭处理。

根据《钢铁企业超低排放改造实施指南》要求，“物料皮带运输各转运节点需进行产尘点局部或全程封闭，物料含水率大于6%时，可采用落料点局部封闭方式；物料含水率小于6%时，需适当扩展延长对产尘点局部封闭，个别运输环节酌情进行全程封闭”。宣钢焦化厂所用的炼焦煤均为洗精煤，含水分在10%左右，因此炼焦煤在输送过程中产生的粉尘采用落料点局部封闭方式。

二、炼焦煤粉尘治理措施

（一）储煤系统粉尘治理措施

煤场粉尘主要来源于煤场堆取料机作业和煤场机具作业两个方面。火运来煤卸车时，通过螺旋卸车机螺旋的搅动直接将炼焦煤输送至煤桥下方的卸煤储槽中，在螺旋搅动和炼焦煤靠重力作用进入卸煤储槽的过程中，会迅速扰乱周围的空气，导致煤尘飞散到各处，造成粉尘污染。汽车来煤卸车时，铲车作业和煤下落过程中造成扬尘。铲车、勾机在煤铲进行掺配作业过程中，煤料下落过程中也会产生扬尘；堆取料机作业时，在机械力的作用下，含水煤层遭到破坏扰动，容易产生扬尘。起尘量的多少和煤尘大小、作业强度、煤堆表面水分以及作业现场环境风速有关^[2]，煤堆表面水分越小，风速越大，煤场扬尘越大，煤的损失

作者简介：张龙，出生年月：1989年7月，男，汉，甘肃省民乐县，大学本科，工程师，从事于焦化生产工艺技术研究。

也就越多,造成的经济损失和对环境的污染越严重^[3]。

2019年,煤场封闭工程在原煤场基础上建设3个钢网架结构仓,2个火运卸车钢结构仓。3个大棚钢网架仓采用穹顶外形形式,由西向东依次命名为1#棚、2#棚、3#棚,2#棚东侧新建一座消防及环保雾炮供水泵房,3个大棚总占地面积约4.33万平方米,储煤总量约5万吨;内部共有18台固定式远程雾炮机,30台自动寻踪式消防水炮,64个地面消火栓箱。2个货运卸车结构仓分别命名为新系煤桥大棚,旧系煤桥大棚,每个大棚配备两台固定式远程雾炮机。

(二) 输煤系统粉尘综合治理措施

1. 输煤系统粉尘产生原因分析

(1) 输煤系统存在转运高度落差

根据炼焦配煤工艺特点,将炼焦煤从煤场或低位储煤槽输送并破碎至合格细度送到高位的焦炉煤塔,提升高度达90多米,总共需要53条输煤皮带机及26个煤储仓(8个7000吨煤储仓、8个800吨煤储仓、10个500吨煤储仓)进行转运,皮带转运需存在一定的高度落差,其中皮带通廊最大倾角20度,粉碎机室的高度落差最大。散状煤粒在流动过程中不断挤压、剪切溜槽中的空气,形成强烈诱导风,由于溜槽中的气压差,当煤流落入皮带导料槽时诱导风速度高达15m/s、压力大于40Pa,对皮带上积煤产生较大的撞击力,产生大量的扬尘^[4]。煤流表面的细小微粒受到重力、空气浮力、惯性力以及颗粒间的碰撞、剪切等综合作用,形成一部分含尘气体。当煤流接触到溜槽壁时、与溜槽壁发生强烈地碰撞、摩擦、挤压等,不仅加剧了溜槽壁的磨损,还极大地冲击皮带上的积煤,产生了大量的煤尘,加剧了煤尘的四散外溢。诱导风的流量与皮带运输量、溜槽截面尺寸成正比,诱导风的压力与溜槽倾角、煤流下落速度成正比,转运站高度落差大,煤流速度会相应增加,煤流对皮带导料槽、皮带上积煤的冲击力也会增加,溜槽中的压差也增大,形成的诱导风的速度和流量会相应增大,现有皮带通廊大倾角的较多,转运站高度最大的五米左右,这样的大倾角和高度,无疑增加了诱导风的压力和流量,加剧了煤尘的产生和外溢。另外,运输的煤粉粒度越细、水分越低,煤尘与诱导风越容易混合在一起,产生的粉尘量也越大。

(2) 粉碎机转子形成鼓风效应

宣钢焦化厂输煤系统总共有四台反击锤式粉碎机,将小于80mm的炼焦煤粒度处理为小于3mm的粒度,处理能力为300—350t/h,其中产生细微颗粒是产生粉尘的主要原因,这也是粉尘产生的内部因素,与此同时,粉碎机设置了鼓风效应,再加上燃料管瞬间落差大,这是产生粉尘的直接诱因^[5]。粉碎机运行时,转子以约740r/min的转速运动,在锤头的打击下,大块煤粒受到连续的挤压、撞击、摩擦以破碎至合适的粒径。在破碎室内,转子的高速运转剪切、扰动里面的空气形成了鼓风效应,产生了正压的诱导风,该诱导风与转运高度落差所产生的诱导风叠加,在粉碎机和溜槽内形成大约40Pa以上的正压,与煤流中的细小微粒相互包裹、融合形成正压的含尘气流,不仅造成增加除尘进口风量、降低除尘效果,而且会导料槽内负压减小甚至无法形成微负压,粉尘容易从粉碎机密封不严处和导料槽的两端出口向外溢

出,造成无组织污染排放。另外,诱导风的流量和压力随粉碎机负载率的变化而变化,生产过程中,遇有大块煤粒或煤料粘度大时,粉碎机负荷增大,因此产生的诱导风量增大,产生的粉尘浓度也越大。

(3) 溜槽和导料槽密封不严导致粉尘外溢

溜槽是连接皮带机、粉碎机等设备的关键通道,具有输送、密封及均匀合理分布物料的作用,导料槽具有导向、缓冲作用并可以防止皮带跑偏。在煤流诱导风的作用下,导料槽内形成正压,导料槽与皮带上方的除尘设备一起形成一个密封空间,防止粉尘的外溢。高速煤流在下落过程中不断与溜槽壁、导料槽壁等发生碰撞、摩擦,使导料槽壁和溜槽壁局部变形、破损甚至剥离。输煤系统长时间作业,煤流长期冲刷造成落煤点两侧的导料槽壁磨损严重、密封挡帘老化、破损失去密封作用,产生的粉尘从破损处源源不断流出,形成大量的扬尘,造成环境污染,恶化现场工作环境。

(4) 其他方面

实际生产过程中,常常会出现因除尘设备的风量调整不合适造成粉尘外溢的现象。风量过大会使粉尘通过除尘器的流速过大、在除尘器内停留时间短,降低了除尘效率;风量过小,导料槽内则无法形成微负压而致使粉尘逸散,另外,除尘器计划检修或者因故障突然停机检修时,由于风机停机,导料槽出口无法形成负压,造成导料槽内粉尘大量溢出,严重时还会喷出粉尘,造成大面积无组织污染。

皮带机在运输物料过程中产生粉尘沉降于地面后,在自然风力或者运转机械产生的风力作用下,再次进入空气中而产生粉尘二次污染^[6]。皮带机运转过程中,二层皮带产生的粉尘也比较多,由于滚筒上有粘煤,增面轮、改向滚筒等存在椭圆度,造成皮带运转过程中二层皮带剧烈抖动,导致黏附于皮带上的细微的颗粒进入空气中而产生粉尘,造成污染。

从上述粉尘产生场所的论述中我们可以看出,造成粉尘污染的主要原因是输煤系统局部产生的的高压正压产生的粉尘和洒落地面后又飞起的粉尘,针对输煤系统粉尘的治理,主要从防尘、抑尘、除尘三个方面进行综合控制处理,最大限度地降低炼焦煤在转运各环节煤尘的溢出,达到输煤系统洁净化生产的目的。

2. 输煤系统防尘措施

防尘是利用人为手段将带有粉尘的空气和清洁空气隔绝。

(1) 增加密封罩的容积并加装挡煤皮子

皮带机的头部和尾部都装有除尘密封罩,防止煤料落下时产生的大量煤尘溢散,皮带机头尾部密封罩与皮带之间应该留有合适的空间,密封罩越大,罩壳空腔内气流流动速度越小,产生尘越少^[7]。在密封罩进口处设置双层防尘帘,减少内部粉尘的飞出。在密封罩的前方加装可调节角度的挡煤皮子,增加煤料的缓冲作用,降低来煤速度的同时也保证了落料点的居中,减少粉尘产生及外溢。

(2) 增加导料槽的长度和空间

导料槽长度的增加有益于增大导料槽空间,以减少粉尘的飞出。导料槽的侧向密封是在导料槽与皮带之间,采用弹性好、强

度高、耐磨损的柔性胶带双层密封，第一层胶带的密封为内插式组成内部栅栏，煤料被限定在导料槽内，第二层胶带与第一层胶带连成一体，安装时外翻，位置稍微靠下，两层胶带依靠压紧装置与导料槽连接在一起。在导料槽内，为避免输送带下垂，增加了托辊数量，导料槽出口设置双层防尘帘，使之形成紊流，降低空气流速从而削减粉尘溢出。

（3）二层皮带加装清扫装置

皮带机头部设置罩壳内二层皮带清扫器，皮带机尾滚筒加装刮煤板，清除下来的煤料进入溜槽进入输煤系统，改善皮带回程段的带料情况，增加皮带工作面的清洁度，抑制后续回程段粉尘的产生，降低输煤系统通道内的粉尘浓度，改善环境，减少粉尘。

（4）落煤点加装缓冲导流板

皮带机在落煤点下方安装有缓冲导流板，开度可调，使煤在缓冲导料板处略有堆积，不会直接冲击皮带，大大减小冲击力，减少扬尘及对皮带损害，而且高分子托板本身弹性也能有效降低煤冲击力。

（5）煤仓犁煤器下方加装软胶皮

犁煤卸料时，携尘气流在料斗周围形成涡流，消耗能量，粉尘逐渐沉降，气流从料斗上翻概率小，上部加装交叉软胶皮，阻挡少量上翻气流。

3. 输煤系统抑尘措施

抑尘是利用部分外界能量将粉尘压制或控制在起尘点最小范围内，将粉尘扼杀在摇篮中^[9]。

（1）导料槽加装雾化装置

在皮带机导料槽出口安装雾化喷淋头，微雾抑尘装置能够产生直径在1-10 μm的水雾颗粒，在抑尘点形成浓而密的雾池，抑制煤尘飞扬。

（2）采用人工水力冲洗

在皮带通廊安装一定数量的水冲洗接头（每隔20m布置一个接头），生产过程中，岗位职工用水冲洗皮带通廊的地面，保持地面常湿但不会积水，避免地面积尘在风力作用下或二层皮带抖动的影响下而产生二次污染^[9]。

4. 输煤系统除尘措施

除尘是利用除尘器，安装于扬尘较大的地点，用来消除粉尘飞扬。

在皮带机头机尾导料槽处和储煤仓进出口位置设置除尘点，以形成负压，防止粉尘飞出。由于除尘风机的吸力，使导料槽出口或煤仓进料口等处造成负压，粉尘不易外溢，从而将产生区域的粉尘经吸尘罩、除尘管道后进入除尘器，并经过除尘器内进行过滤净化，被过滤出的粉尘排放浓度达标后由除尘器的烟囱排出，净化后的洁净空气则由风机排风管道排至大气中^[10]。

输煤系统由于皮带机及储煤储仓数量众多，输送距离长，总距离约为13公里，对产生封尘较为严重的反击锤式粉碎机、煤储仓及周边皮带机采用地面脉冲布袋除尘器进行除尘，输煤系统现有5套除尘系统，分别为原有的2套粉碎机除尘系统、新建三台煤场输煤系统除尘系统、1#、2#焦炉煤储仓除尘系统及5#、6#焦炉输煤系统除尘。

对于距离较远产尘量较小的部位采用微电组合除尘器进行处理。目前，在皮带机导料槽出口部位加装微电组合除尘器七十三台。微电组合除尘器主要由箱体、吸尘管路、脉冲清灰、除尘风机、空压机、风包六部分组成，本除尘器在系统主风机的吸力下，粉尘由集尘罩通过吸尘管路进入除尘箱体，箱体内装有过滤筒，进入箱体的粉尘吸附在滤筒的外表面上，过滤后的净空气则透过滤筒从排风口排出。随着运行时间的增加，积聚在滤筒外表面的粉尘越来越多，设备运行阻力相应增加，为了保证系统的正常运行，根据工况要求，启动定时循环脉冲喷吹进行清灰。清灰过程中，启动喷吹按钮，主风机停止运转，箱体内气流处于静止状态，然后进行压缩空气脉冲反吹清灰，喷吹阀按照预设时间依次进行循环喷吹，现点式除尘喷吹设定时间为1min，待喷吹完毕后，主风机自动启动，系统进入除灰过程，喷吹下来的灰尘经链板机进入灰仓或直接返回皮带。

三、结论

通过对煤场封闭、输煤系统设备优化改进，现场作业环境得到了明显改善。通过对煤场、输煤系统68处粉尘监测点的粉尘浓度进行监测，所测的粉尘浓度全部达到了国家规定浓度小于10mg/m³的指标要求，对监测数据进行统计，平均粉尘含量为5.2mg/m³，达到了劳动保护对粉尘控制小于6mg/m³指标要求，为职工创造了一个良好的工作环境，特别是处于京津冀环境敏感区，提高了企业声誉，为企业发展营造良好的外部环境。

参考文献

[1] 蒋丰先. 火电厂煤仓层煤尘防治实践探讨. [J]. 电力与能源. 2017, 38 (04): 492-494.
[2] 高艳艳, 潘俊, 何晨玲. 煤场扬尘影响预测与措施研究 [J]. 工业安全与环保. 2007, 33 (11): 40-42.
[3] 付波, 陈立勇, 周月伟. 储煤场全封闭方案设计 [J]. 内蒙古科技与经济. 2015(15).
[4] 吴剑恒. 微米级干雾抑尘技术在燃煤电厂的应用 [J]. 电力学报. 2021, 36(4): 325-348.
[5] 沈剑均. 浅论火电厂燃料输送系统的粉尘污染治理 [J]. 数码设计. 2018(23): 25-26.
[6] 王小乐. 火电厂输煤系统粉尘治理 [C]. 2017 清洁高效燃煤发电技术交流研讨会论文集. 2017(3).
[7] 刘光华. 热电厂输煤系统除尘方法与输煤状态检修原则 [J]. 能源与节能. 2016(9): 8-9.
[8] 刘俊业. 浅谈火电厂燃料输送系统粉尘治理 [J]. 青海电力. 2003(2): 19-23.
[9] 陈诗春. 火电厂输煤系统粉尘治理常用技术措施分析 [J]. 能源与环境 (环保技术). 2008(2).
[10] 李珍, 郑威. 抑尘、防尘措施在甘肃某火电厂的研究应用 [J]. 能源与环境 (环保技术). 2014(3): 73-76.

华龙一号重要泵组设备安装监督管理改进

陈家炜

中广核惠州核电有限公司, 广东 惠州 516300

摘 要： 华龙一号重要泵组是给核电关键工艺系统提供能量的水泵及驱动机构的设备，重要泵组对机组安全稳定运行及正常发电至关重要。研究表明，重要泵组在机组调试和商运阶段能否安全稳定运行，取决于安装阶段的管控。根据核安全法，核电厂营运单位对核安全承担全面责任，为保证安装工作合法、安全和质量，营运单位需通过管理改进，建立重要泵安装监督管理体系，消除安装阶段的隐患或缺陷，确保安装工作高质量开展，助力机组安全稳定运行。

关 键 词： 华龙一号；重要泵组；安装监督管理

Improvement Of The Installation, Supervision And Management Of Hualong 1 Important Pump Group Equipment

Chen Jiawei

CGN Huizhou Nuclear Power Co., LTD., Guangdong , Huizhou 516300

Abstract： The important pump group of Hualong 1 is the water pump and driving mechanism equipment that provide energy to the key process system of nuclear power. The important pump set is crucial to the safe and stable operation of the unit and the normal power generation. The study shows that whether the important pump group can operate safely and stably in the unit commissioning and commercial operation stage depends on the control in the installation stage. According to the nuclear safety, nuclear plant operators take overall responsibility for nuclear safety, in order to ensure the installation work legal, safety and quality, operating units need to through management improvement, establish important pump installation supervision and management system, eliminate the hidden trouble or defects of installation stage, to ensure installation quality, the safe and stable operation of power unit.

Keywords： Hualong 1; important pump group; installation supervision and management

引言

重要泵组安装监督管理通过建立制度、标准和深度参与，在设备安装质量、进度等各环节创新机制，优化系统工具，极大提升管理效能。

一、华龙一号重要泵组设备和安装介绍

（一）重要泵组设备介绍

通常重要泵组是指给核电关键工艺系统介质提供能量、保障核电机组发电率、保证核电机组安全稳定运行的水泵及其驱动设备。某华龙一号核电厂重要泵组包括、反应堆冷却剂泵、化学和容积控制系统上充泵、应急硼化泵、安全注入系统低压安注泵和中压安注泵、应急给水泵、设备冷却水泵、重要厂用水泵、电动给水泵、海水循环泵、凝结水泵。

（二）重要泵组安装介绍

通常泵组安装流程主要包括从设备到货至安装完工的全过程，主要工作和安装流程如下：

- 技术准备，安装前设备厂家、安装单位、监理单位及监管单位进行充分技术交底，明确安装关键点，答疑解惑^[1]；
- 环境准备，安装前对设备所在房间条件、基础条件和基础公差等进行检查和复测^[2]；
- 设备准备，严格按安装文件完成设备的运输吊装；
- 设备就位，按安装进度进行调整并满足位置公差^[3]；
- 按安装文件和公差要求调整对中^[4]；
- 设备的固定（螺栓的紧固与润滑等）；
- 附件安装，安装后的调节、补漆、标识等；
- 设备就位和安装后的保护、保养等；
- 设备接管前的清洁度检查及接管后的清洁度检查；
- 安装完工文件的出版。

作者简介：陈家炜出生年月：1991年12月，男，汉，广东省揭阳市，中广核惠州核电有限公司，辅机维修高级主管工程师，本科，研究方向：机械维修项目管理。

二、二代核电项目重要泵组安装阶段管控模式及存在的问题及影响

根据二代核电项目管理模式，设备安装阶段是由工程管理部门负责；重要泵日常的运行维修的工作则是生产部门负责。工程管理部门主要按关注按工程节点完成设备安装工作；生产部门则关注设备安装质量对机组、设备的长期安全稳定运行的影响。因此前期项目对重要泵的安装工作缺少体系、有力的质量管控抓手，无法及早发现并消除设备质量缺陷，导致设备在机组商运阶段故障频发。

（一）未能识别未建立安装参与工作体系、零散参与安装工作

部分项目业主单位参与重要泵安装工作的主要目的是熟悉设备、培养运维能力，参与的主要方式是现场旁站等，相关工作是零散开展的。业主单位未与承建单位建立安装参与体系，导致安装参与工作缺乏上游依据，发现的重要问题推动处理困难。部分项目业主单位未制定安装监督见证计划，且未提前与承建单位就见证设备安装质量达成一致意见，易导致遗漏重要设备的安装节点。

（二）安装质量计划及安装施工方案审查深度不足

部分项目的业主单位未参与重要泵安装质量计划及施工方案的评审工作，或未嵌入正式审查流程中，未能提前识别质量计划缺少关键质量管控点、施工方案不全面等重大质量隐患和安全隐患等问题，导致设备安装后无法正常运行或缺陷频发。如2013年1月某核电项目1号机组1SEC004PO重要厂用水泵因未在安装阶段发现泵壳排气管线设计不合理，无法完全排除泵壳积气，导致在启动该泵时，泵出口无法建立稳定压力值，泵组保护跳闸。

（三）安装阶段防异物管控不足

部分项目因重要泵安装阶段防异物工作管控不足，异物进入设备内部，影响设备正常运行，甚至导致重大设备损坏。具体有不按标准要求建立防异物控制区、作业过程未做好防异物封堵等。

（四）安装阶段成品保护不足

设备引入现场后至设备调试启动前，将会在现场存放较长时且大部分项目安装阶段现场存放条件较差，不满足存放要求。同时安装现场存在大量的交叉作业，引入的设备如未做好防护措施，也易被其他工作影响，导致设备损坏。如2014年4月某核电项目3RRA002PO余热排出泵因在安装阶段未做好成品防护，导致设备被水淋，泵轴承室进水，轴承锈蚀并与泵轴抱死，泵轴无法盘动，导致该泵不可用。

（五）设备的重要部件安装错误

设备安装阶段零部件等物料领用流程存在质量隐患，将错误型号的零部件领用安装至现场，导致设备损坏等异常事件时有发生。如2024年2月某核电项目4RRI3210PO设备冷却水泵因未正确按文件要求安装正常型号的泵入口金属缠绕垫片，导致缠绕垫片被泵内介质冲刷溃烂，且相关垫片材料成为异物进入该泵的下游用户，影响RRI泵组安全稳定运行。

三、某华龙一号核电厂重要泵安装监督管理改进

核安全法规定核设施营运单位对核安全负全面责任，即上游法律法规要求业主单位对核电机组的设计、安装和运维负核安全责任，因此为提高重要泵安装安全、质量和进度管控水平，某华龙一号核电厂重要泵安装监督管理分别从建立体系机制、制定安装见证计划、创新介入方式、完善不符合项管理、严控异物和造假等方面进行管理改进，全面提高重要泵安装监督管理效能。

（一）建立重要泵安装监督管理体系

某华龙一号核电厂重要泵安装监督管理依托设备安装监督管理体系，搭建了覆盖安装阶段安全、质量和进度的安装监督管理体系，包括建立了会议接口及制度、文件接口，明确了各相关单位的职责、监督管理的原则标准、具体工作开展方式和异常事件的处理方式。

通过建立制度，确保安装监督工作有据可依，各项工作均可有序开展，极大提高了工作效率。

（二）重要泵组安装安全管控

重要泵组安装过程涉及大件吊装和运输、密闭空间作业、高空作业、切割打磨和氩弧焊接等特殊作业，存在较大的安全隐患。

重要泵安装监督管理重视安全隐患管理和消除，从施工方案审查阶段开始介入，包括大件吊装等作业方案和人员资质审查等，并指导施工单位进行风险分析和预防措施制定。安装过程中，重点检查特种设备安全状态、作业规范性、人员行为规范和安全保障措施落实情况等。安装后进行总结，梳理整个工作过程的良好实践，并制定改进措施。通过对重要泵安装全过程安全管控，确保工作顺利开展，零人员伤亡及设备损坏等安全事件。

（三）重要泵组安装质量管控

1. 编制重要泵组设备安装监督见证点计划

为保证重要泵安装过程可控，安装质量可靠，某华龙一号核电厂收集大量相关的经验反馈，识别可在安装阶段落实的重点内容，结合设备结构原理，制定了重要泵安装监督见证点清单，并通过发函等正式渠道将见证要求落实在设备安装质量计划中，确保关键安装工艺点不遗漏，质量管理无死角。

建议设置如下见证点：机座或底板水平度测量、联轴对中、转子分中、口环间隙测量、密封部件安装、轴承定位调整、力矩校验、防异物控制、泵进出口管道连接等^[9]。

2. 重要安装节点实行嵌入式管理

对于现场安装工作，除了常规的定期检查、飞行检查和见证点检查外，某华龙一号核电厂创造性实现了重要安装节点嵌入式管理模式，即业主单位安排专人全程跟踪关键节点安装工作，协助安装单位及时处理各项制约项。通过嵌入式管理，不仅可提高安装工作效率和质量，也提高了参与人员的技术能力。

3. 重要不符合项审查

某华龙一号核电厂对不符合项实行分级管理，重要不符合项项目业主方将嵌入审查流程，重要泵相关安装重要不符合项处理方案需经业主单位审批后流转至总承包单位和安装单位，通过技

术审查纵深防御，确保处理方案合理性和合规性^[6]。

4. 防异物

某华龙一号核电厂高度重视设备防异物工作，重要泵安装阶段防异物工作旨在防止设备安装期间设备、辅助系统等开口作业中将异物引入或遗留在系统及设备中，要求安装阶段开口作业的单位及人员需遵守如下要求：

- 重要泵区域开口作业需根据相关防异物管理文件或标准进行管控；
- 建立防异物控制区工具、材料、人员出入登记制度^[7]；
- 设备开口及时封堵，并确保封堵物清洁及不易脱落；设备开口封闭前，需检查内部清洁、无异物并记录。

5. 成品保护

某华龙一号核电厂重要泵安装监督管理成品保护旨在对安装现场的易损部件、关键、重要设备的贮存和维护实施有效的防护措施。避免因防护不当而引起已安装的设备造成损坏，避免由此给安装质量带来风险及影响。要求如下：

- 审查安装单位重要泵相关成品保护文件，对标设备 EOMM 手册及维修大纲要求，提出改进意见和建议；
- 定期或不定期抽安装单位方成品保护执行情况，并记录偏差，形成整改意见；
- 加强对安装单位成品保护工作的宣贯和质量控制，提高成品保护意识^[8]。

6. 防造假

某华龙一号核电厂重要泵安装监督管理防造假检查工作旨在确保重要泵相关安装工作质量真实可靠，避免出现造假事件。防造假工作范围包括作业人员资质、工器具合格证和有效期、耗材、主设备和附属设备及相关文件体系、备件、专用工器具、现场作业文件等^[9]。

（四）重要泵组安装进度管控

为确保重要泵安装监督相关事项得到高效落实，针对不同重要泵，由业主单位牵头，建立包括设备制造商、安装单位、总承包单位、监理单位在内的安装监督小组。小组制定了重要泵设备

制造到货进度、房间移交和泵组安装进度清单，并根据安装进度计划倒推设备制造商加快开展相关工作。经专项推动，某华龙一号核电厂一期工程重要泵到货时间均满足安装计划要求，为高质量安装开创良好局面。

在设备安装高峰期，专项小组着力于推动处理安装过程的制约项，主要聚焦土建房间移交、人力资源、工器具、技术问题、成品保护、防异物和施工安全等，确保安装工作顺利开展，满足工程建设总体进度要求^[10]。

四、未来畅想

当前各项目重要泵安装监督管理模式不尽相同，效果也大相径庭，具体体现在设备运行后故障发生的频率和故障后果不同。业主单位成体系、有计划的介入重要泵安装监督管理过程，可有效提升质量和进度。但是随着核电行业蓬勃发展，参建人力资源愈发短缺，如按照传统施工模式开展施工，则极大影响施工进度和质量。因此需要开发和引入更为高效的施工技术，提高施工效率。同时也需提高管理的智能化水平，提升工作效能，确保各项业务高质量开展，如可引入智能机器人代替员工参加现场见证工作和例行检查工作、建立 AI 知识库进行施工文件审查等。

五、结语

重要泵安装监督管理影响核电工程项目工程建设等具体工作的开展，影响机组商运后系统及设备运行维护水平。

本文通过对重要泵安装监督管理问题进行详细分析，结合实际工作经验，形成较为全面的改进建议和方案。此类管理问题在核电工程项目多有发生，我们需秉持“严、慎、细、实”的工作作风，通过对重要泵安装监督管理过程中所暴露出的问题深挖细究，积极消除并填补管理漏洞，完善管理体系，提高运作效率，为核电机组高质量发展添砖加瓦，贡献绵薄之力！

参考文献

[1] 刘虎鹏. 大型水泵机组设备安装工艺探讨 [J]. 现代工业经济和信息化, 2022.
[2] 韩玲冲, 谢飞. 某内陆核电站循环水泵安装控制要点 [J]. 城市建设理论研究, 2017.
[3] 高安行, 王志东, 刘振. 水泵机组制造与安装质量主要影响因素及对策 [J]. 山东水利, 2023.
[4] 周景连. 大型抽水泵调试安装运行技术要求 [J]. 造纸装备及材料, 2022.
[5] 高思钰, 国祥宏. 核电站大型斜流式循环水泵安装技术 [J]. 2022 年电力行业技术监督工作交流会暨专业技术论坛论文集, 2022.
[6] 张起生. 核电工程中不符合项管理存在问题探讨 [J]. 中国标准化, 2017.
[7] 张小爽. 浅谈“华龙一号”主泵组装防异物管理 [J]. 核标准计量与质量, 2021.
[8] 吴佺. 核电工程安装施工管理优化改进 [J]. 城市建设理论研究, 2023.
[9] 石建华, 纪涛, 王硕. 核电工程防造假管理体系建立与优化 [J]. 核安全, 2024.
[10] 周纪伟, 刘光伟. 如何加强核电工程项目的全面进度管理 [J]. 城市建设理论研究, 2017.

以最低价为基准价评标的综合评估法“失灵”原因分析与对策建议——以某项目为例

邓小勇

华润守正招标有限公司，广东 深圳 518000

摘 要： 本文通过笔者所在公司的招标案例，探讨了综合评估法评标中基准价确定方式的局限性。案例中，由于最低价作为基准价导致评标失灵，使得质优价廉的投标者落选，招标方额外支付了不必要的成本。文章分析了评标失灵的原因，包括招标策划不足、市场环境特殊性、投标人串通投标以及评标办法设计缺陷，并提出了针对性的对策建议，以期提高评标效率和公正性。

关 键 词： 综合评估法；评标失灵；最低价；评标基准价；对策建议

Take The Lowest Price As The Benchmark Price, Cause Analysis And Countermeasure Suggestions-Take a Project As An Example

Deng Xiaoyong

China Resources Shouzheng Tendering Co., LTD., Guangdong, Shenzhen 518000

Abstract： This paper discusses the limitations of the benchmark price determination method in the comprehensive evaluation method. In the case, because the lowest price as the benchmark price led to the bid evaluation failed, which made the high-quality and cheap bidder failed, and the tenderer paid extra unnecessary costs. This paper analyzes the reasons of the failure of bid evaluation, including the lack of bidding planning, the particularity of market environment, the bidding collusion and the design defects of bid evaluation method, and puts forward targeted countermeasures and suggestions in order to improve the efficiency and fairness of bid evaluation.

Keywords： comprehensive evaluation method; bid evaluation failure; lowest price; bid evaluation base price; countermeasures and suggestions

引言

在招标投标领域，综合评估法是决定中标人的关键决策工具。该方法通过综合考虑技术因素、商务因素、价格因素^[1]，旨在选取最优中标人。然而，本文的案例分析揭示了在实际应用中，综合评估法可能因基准价确定不当而失效，导致非最优结果。本文将深入分析评标失灵的原因，并提出改善措施，以期为招标投标实践提供指导。

一、项目案例

某公司进行安防监控网专线项目的招标，预算约758万元，计划采购为期3年的网络专线服务。鉴于专线网络稳定性对业务开展的重要性，项目采购综合评估法，应考虑专线网络的稳定性、服务质量等因素，按价格评分权重30%、技术评分权重70%进行设置。价格评审标准价格评分以有效投标人评标价格的最低价为评标基准价，评标基准价得分100分。其他有效投标人评标价格的得分用线性法计算，评标价格高于评标基准价的，每高1%，其得

分在满分的基础上扣1分，扣完为止。

招标公告发布后，有4家投标单位参与投标报价，且都通过了初步评审。进入详细评审后，因投标人D公司的价格明显偏低，评委发澄清让其解释说明是否低于其个别成本。D公司提供证明材料并说明其已有资源能覆盖该项目所涉及的业务网点，建设成本较低；同时愿以成本价竞标与招标人建立长期合作关系，争取更大的市场份额，评委通过表决一致接受其解释说明，认为其投标报价未低于其个别成本。评委根据评标办法继续进行评标，结果见下表1。

作者简介：邓小勇，男，汉族，出生年月：1986年3月，广东云浮人，本科毕业于中山大学交通工程专业，中级职称，现就职于华润守正招标有限公司任资深经理，主要研究方向为工程经济及招标投标。

表1 综合排序一览表

序号	投标人	评标价格	价格得分	技术得分	综合得分	综合排序
1	A公司	158.98万元	0	68.83	68.83	1
2	B公司	291.6万元	0	66.73	66.73	2
3	C公司	104.25万元	4.88	61.53	66.41	3
4	D公司	58.34万元	30	17.5	47.5	4

从评标结果来看,以其投标价作为评标基准价,其他3家投标人的价格得分变得没有区分度,最终以有效投标人最低价作为基准价的综合评估法失灵,评标结果只以技术得分排序,未能充分体现投标人的综合竞争力。

二、评标方法失灵原因分析

(一) 招标策划不足

在项目策划阶段,招标人未能进行全面的市场调研,导致对潜在投标人的具体情况和市场行情的了解不足。项目预算定价758万元,与最终中标价159万元(占预算的21%)及最高投标价291.6万元(占预算的38%)存在显著偏差,表明该预算与实际市场脱节。这种偏差影响了评标方法中权重的设定,造成评分权重的初始配置存在根本性缺陷,使得评标基准价从一开始就可能存在失灵的风险。

(二) 市场环境因素

该项目采购的网络专线项,具有地域性特点。外地企业若在当地缺乏资源,通常很少参与此类投标。即便参与,由于需要基础设施投入,其成本及投标报价往往会高于本地企业,不具备竞争力。该项目潜在投标人在当地市场竞争激烈,部分投标人可能采取非理性的低价策略,以求在众多竞争者中脱颖而出。从投标情况来看,参与该项目的4家投标人均为当地企业,相互之间的技术能力大家都十分了解,可以从技术评分标准中大概预估彼此的得分,因此,投标报价在竞争中占据了重要的地位,4家投标人报了4个等级的价格,导致整个综合评估法失灵。

(三) 投标人串通投标

根据投标的情况分析,D公司的投标可能存在不以中标为目的的低价竞标。D公司在报价低于市场价、澄清解释说明想要中标该项目的同时,并未在投标文件中提供技术评分标准中要求的相关得分证明材料,而这些材料都可以在网上查询到的,与其报价策略明显不符。

在评标结束后,对投标人的投标报价明细进行了仔细复核,发现两个疑点:

(1) B公司与D公司之间的报价,呈一定的规律,D公司的报价总价是B公司的0.2倍,在分项报价中,多项目报价是B公司的0.2、0.15、0.12、0.4倍,这种精确的比例,高度巧合的规律性报价,存在较大的串标风险。

(2) A公司与D公司的报价,在分项报价中,也有多个项目报价是0.25、0.3倍的关系,但没有呈现整体的规律性,可能存在巧合。

经分析推断,我们有理由怀疑B公司与D公司之间可能存在串通投标的行为。D公司的投标报价不以中标为目的,而是作为一种让价格不参与竞争的策略。D公司了B公司配合,通过不合理低价,让其他投标人的价格评分都变为0分。尽管B公司技术评分较高,想以高价中标,但最终结果未如其所愿。A公司凭借微弱的技术优势,成为中标人。

如能认定D公司低于其个别成本投标,对剩余3家技术得分相近的投标人重新进行评审,则C公司以其优秀的技术质量和合理的价格,有潜力以最高的综合得分成为项目的中标人,为招标人带来更高的性价比和更优的服务质量。

(四) 评标办法设计缺陷

在招标投标领域的评标办法设置时,价格分一般会采用低价优先法计算,即满足招标文件要求且投标价格最低的投标报价为评标基准价,其价格分为满分。评标过程中,可能去掉报价中的最高报价和最低报价。

该项目评标办法采用综合评估法,价格评分基准以有效投标最低价作为基准价的偏差率法,是十分常见的评标办法。当价格得分小于等于0分时,按0分计算。此办法计算投标报价得分,在报价偏差大于100%时,会出现投标人得0分的不合理情况。针对该项目,当D公司投标报价特别低时,A、B公司的投标报价偏差约80%,但价格得分都一样为0分;A、C公司的投标报价偏差约52%,但价格得分也只差了4.88分;除D公司外的其他3个投标人价格偏差很大,但得分过于接近,价格评分标准未能充分考虑市场的多样性和复杂性,标准过于理想,使得价格评分完成失去了意义,投标人之间单纯的进行技术比较,综合评估法失灵。

三、价格评分计算方法的利弊

如上述案例,采用不同的评标基准价计算方法将导致不同的中标结果^[2],各计算方法各有利弊,在使用过程中不能墨守成规,一概而论。

(一) 最低价作为价格评分基准价

价格评分作为综合评估法中的核心环节,最常见的是以有效投标人的最低价作为基准价,同样以最低价作为基准价,价格评分的计算方法也有差异。常见的计算方法有以下几种:

(1) 比值法

比值法以基准价与投标人报价的比值作为该投标人价格得分的评分标准,计算公式如下:

$$\text{价格得分} = (\text{基准价} / \text{投标报价}) \times \text{价格总分}$$

该评分方法计算简便,在招标投标领域被广泛应用。优点是在应用中避免了价格得分为0的情况,但是在价格差异较大时,对价格得分敏感度不足。

(2) 偏差率法

偏差率法以有效投标人评标价格的最低价为评标基准价,评标基准价得分M分。其他有效投标人评标价格的得分用线性法计算,评标价格高于评标基准价的,每高1%,其得分在满分的基础上扣“a”分,扣到0分为止。价格得分统一计算公式为:

价格得分 = $[1 - \alpha \times (\text{投标报价} - \text{基准价}) / \text{基准价}] \times M$

该方法计算较复杂，但比较符合正常的思维，适用于市场竞争充分，投标人技术水平相差不大，招标人对价格比较敏感的项目。缺点在于，当报价远高于基准价时，会导致价格得分过低，甚至会出现得分为0的不合理情况^[3]。此外该计算方法的“ α ”值设定会对评标结果产生较大的影响。

（3）分等级偏差率法

该方法在偏差率法的基础上进行优化，在高于基准价 $[0, k_1\%)$ 内，每高1%扣“ α_1 ”分；在高于基准价 $[0, k_2\%)$ 内，每高1%扣“ α_2 ”分……，通常 $\alpha_2 > \alpha_1$ ，对于一定范围内的合理低价进行鼓励，对于高价进行惩罚性扣分^[4]，可避免技术优秀的企业通过技术优势胁迫招标人，高价中标。

（二）平均价作为价格评分基准价

价格评分的计算还可以以算术平均价作为基准价，该方法可以在一定程度上减少以最低价作为基准价的缺陷，缺点是会导致采购成本大幅增加，难以达到质优价廉的目标。常见的方法有以下几种：

（1）平均价法

该方法取所有有效投标人报价平均值作为基准价，基准价得M分，投标价每高于基准价1%扣“ α_1 ”分，每低于基准价1%加（或扣）“ α_2 ”分，最高为价格满分，最低为0分。

当采用低于基准价加分时，此方法鼓励投标人之间进行价格竞争，又可以抑制投标人恶意低价；当采用低于基准价扣分时，容易导致质优价廉的投标人被误伤，变相引导投标人协同报更高的价格。同时，容易导致出现围标串标，特别是对于潜在投标人数量较少的项目，投标人容易暗中结成价格同盟以操作中标结果或有意共同抬高投标价格^[5]。

（2）部分平均价法

该方法取去掉部分合格投标人报价后的平均值作为基准价，通常会去掉最高价和最低价，在投标人多时，可能会去掉更多。该方法对全部平均法进行了优化，但也不能完全消除全部平均价法的缺点，同时评标结果可能无法反映总体投标情况，某些情况下会误伤合理的最低价。

（三）以某个投标价格作为价格评分基准价

（1）以中间价或次低价作为基准价

该方法是以某个投标报价如中间价或次低价作为基准价，选择中间价或次低价作为基准价，在一定程度上可以抵消全额平均价法及以最低价作为基准价的缺陷，但也有其局限性，无法反映投标价格全局的情况。

（2）以某一固定价格作为基准价

以固定价格作为基准价，可以帮招标人选取出价格更合理的中标人，一般是根据以往的项目经验及该项目的特点编制的。该价格在开标前应该严格保密，一旦价格泄露，招标的公平、公正性将大受影响。

四、对策建议

综合评估法是一种灵活的评标工具，它通过为投标报价、技

术或服务水平、履约能力等关键因素分配不同的权重，旨在挑选出真正质优价廉的投标方案。然而，这种方法的有效实施并非一成不变，而是需要根据项目的特殊性、市场供需状况、供应商的竞争格局等因素进行定制化的权重分配、标准制定和计算方法设计，以构建一个更为精准和全面的评分体系。

针对本项目，招标人在策划和市场调研阶段应具备前瞻性，合理预测参与投标的单位类型和数量。考虑到外地投标人可能因资源限制而较少参与此类项目，且本地企业更可能成为主要的投标者，招标方应设置具有针对性的评标办法，避免机械地应用公司统一模板，导致评标办法失灵。

为有效解决评标失灵问题，可以采取以下具体措施：

（一）加强招标策划

招标策划在招标投标过程中扮演着至关重要的角色，在项目策划阶段明确的招标需求、充分的市场调研、合理的评标办法等是项目招标成功的关键。招标人应做好充分的调研，了解潜在投标人的技术水平，和当地的市场行情，避免出现预算与市场价严重脱节的情况，从源头上预防评标办法失灵的风险。

（二）完善否决条款

该项目评标办法，价格评分仅占30%、技术评分则占了70%，从评分权重设置可看出，招标人对该项目的技术水平要求较高，对价格没那么敏感，然而D公司的不合理低价及不合理技术，暴露了项目评标办法的漏洞，导致的评标办法失灵。该项目投标人D公司技术得分仅得17.5分（换算成100分制得25分）明显低于行业标准，不符合合格投标人的资格。

为防止技术能力不足的投标者通过低价策略扰乱市场，建议在招标文件中增设一项否决条款：“技术评分低于60分的投标人，将不具备进入价格评标阶段的资格。”此举将有效避免低价策略对评标过程的不利影响，确保评标结果的公正性，避免综合评估法形同虚设。

（三）围标串标识别

随着电子招投标的普及，投标人之间围标串标的行为越来越隐蔽，利用技术手段进行识别和预防围标串标行为变得越来越重要。除了通过投标人的基本信息重复分析、IP地址或Mac地址分析、投标文件的雷同分析、投标文件报价组成分析、投标人员交叉任职分析外，目前还可以通过对投标人伴随投标分析、历史投标异常分析，对投标人的围标串标行为进行识别。除了《招标投标法实施条例》中明确规定的禁止投标人相互串通投标和视为投标人相互串通投标的行为外，在招标文件中，可以明确规定其他有串通投标嫌疑的行为视为串标，如投标人文件最后保存作者一致、投标报价呈一定规律等。避免投标人暗中串通投标，导致评标办法失灵。

（四）设置合理的价格评分标准

在招标投标过程中，合理的价格评分标准对于确保评标的公正性和科学性至关重要。面对未知的投标人数量和报价范围，选择合适的价格评分标准显得尤为困难。一些招标人为减少工作量，可能采用通用模板，忽略了项目的特殊需求。

这种做法简化了招标文件的编制过程，却忽视了项目特殊

性,可能导致评标办法在遇到特定情况时失灵。如该项目部分投标人报价远低于市场平均水平,或者投标人之间存在围标串标行为,固定的评分模板可能无法有效区分投标人的优劣,甚至可能误导评标结果。招标人在编制招标文件时,应充分考虑项目的特性和市场环境,灵活设置价格评分标准。可以根据项目的规模、复杂度、市场行情等因素,设定不同的价格权重和评分方法,如采用以次低价作为基准价、以平均价为基准价低于基准价加分等机制,确保评标基准价不被个别投标者的不当行为所操控。

结语

案例分析表明,招标策划不足、市场环境特殊性、投标人串通投标及评标办法设计缺陷是导致评标失灵的主要原因。本文提出一系列对策建议,包括加强招标策划、完善否决条款、围标串标识别和设置合理的价格评分标准,旨在提升评标效率和公正性。这些措施有助于避免评标办法失灵,确保招标人能够以合理的成本选取到综合竞争力强的中标人,为后续招标工作提供了实践指导和参考价值。

参考文献

-
- [1]李明哲. 评标基准价计算方法在货物招标采购实践中的应用 [J]. 招标与投标, 2019(07):26-29
- [2]任远, 徐华. 工程建设项目中招标投标的问题及评标方法的研究 [J]. 工程造价管理, 2013 (5) :40-43
- [3]鲁璐. 如何优化设置综合评分法中的价格评分计算 [J]. 中国招标, 2022.(11):75-78.
- [4]徐原, 王蕾. 优化价格评分方法 防范围标串标风险 [J]. 招标采购管理, 2020.(03):44-47.
- [5]傅立海, 李玉振, 徐笑尘. 价格评分方法选择与应用研究 [J]. 招标采购管理, 2022.(04):38-41.

国际 EPC 工程质量管理体系的建立与改进

曾义文, 陈昊, 郑德军

中建五局第三建设有限公司, 广东 深圳 628000

摘 要 : 本文探讨了国际 EPC 工程项目中的质量管理体系的建立与改进。首先, 阐述了加强质量管理体系建设的意义, 定义了质量管理体系 (QMS) 为实现合同质量目标而建立的管理框架。接着, 分析了国际工程质量管理体系的特点和影响因素。最后, 强调了质量管理体系需要随项目实施节点变化而不断改进, 以应对业主关注点、规范标准融合以及全员参与的不断增加, 在此基础上提供了国际工程质量管理的有效策略和改进方向。

关 键 词 : 国际 EPC 工程; 工程质量; 管理体系; 建立与改进

Establishment And Improvement Of International EPC Engineering Quality Management System

Zeng Yiwen, Chen Hao, Zheng Dejun

China Construction Fifth Engineering Bureau Third Construction Co., Ltd., Guangdong, Shenzhen 628000

Abstract : This article explores the establishment and improvement of quality management systems in international EPC engineering projects. Firstly, the significance of strengthening the construction of quality management system was elaborated, and the management framework established by the Quality Management System (QMS) to achieve contract quality objectives was defined. Subsequently, the characteristics and influencing factors of the international engineering quality management system were analyzed. Finally, it was emphasized that the quality management system needs to be continuously improved as the project implementation milestones change, in order to address the increasing concerns of the owner, the integration of regulatory standards, and the participation of all staff. Based on this, effective strategies and improvement directions for international engineering quality management were provided.

Keywords : international EPC engineering; engineering quality; management system; establish and improve

一、加强质量管理体系建设的意义和定义

(一) 质量管理体系建设的意义

在国家“一带一路”全球经济大战略的背景下, 每一个国际工程都是本区域的标杆性项目, 它的产品质量管理直接关系到国家和企业的形象, 所以加强质量管理势在必行; 怎么建立行之有效的质量管理体系, 是国际工程质量管理重点。

(二) 质量管理体系的定义

质量管理体系 (QMS) 是组织为确保其产品或服务持续满足质量标准并不断改进而建立的系统化管理框架。它包括设定明确的质量方针和目标、建立清晰的组织结构和职责、管理关键过程、优化资源配置、实施质量监控和测量, 以及推动持续改进^[1]。通过这些组成部分, QMS 能够系统地识别和控制质量问题, 提高产品和服务的质量, 满足客户需求, 并符合相关法规要求。国际标准《ISO 9001》提供了广泛应用的质量管理标准, 帮助组织有效建立和维持质量管理体系, 从而提升其市场竞争力和客户满意度。

二、国际工程质量管理体系的特点

必须遵循《ISO9001:2000 国际质量管理体系》中的八大质量管理原则: 以顾客为关注焦点、领导作用、全员参与、过程方法、管理的系统方法、持续改进、基于事实的决策方法、互利的供方关系。

质量管理体系建立他必须具有七种性质: 符合性、唯一性、系统性、全面有效性、预防性、动态性、持续受控^[2]。

三、国际工程质量管理体系建立影响因素

影响质量管理体系建立影响六大因素有: 人员、机械设备、材料、方法、环境、测量。需要重点关注项目管理机构的组成部分, 例如埃及新行政首都 CBD 中央商务区项目。

(一) 业主管理机构

该项目的业主为埃及城市管理部, 为了方便管理, 业主聘请了国际知名工程监理公司 DAR 对设计、工期、质量、安全、造价

进行管理，也委托了当地检测公司对现场所有试验检测。由国际监理制定资质、材料、验收、检测的工作流程，并提出质量管理要求。

（二）承包商管理机构

承包商成立了中建海外埃及分公司直营项目经理部，成立质量管理管理部，由中建海外分公司直管，为确保各种试验检测满足质量要求；直营经理部建立试验室和混凝土搅拌站，为质量控制和产品评定提供依据；成立测量部门对整个现场的测量提供支持^[9]。

（三）项目管理机构

各标段实行项目经理责任制，设置独立于其它部门的质量管理机构，并按照合同配备专职质量员和专业质量工程师，负责现场质量管理和现场检测工作。

四、项目准备阶段

项目准备阶段，一般正处于设计 SD（SD 是方案设计 schematic design）、DD（DD 是扩初设计 detailed design）两个阶段，会直接影响项目设备采购、方案选型。

这个阶段需要项目质量管理建立健全责任制，确保项目质量管理体系的有效运行和工程实体施工质量；根据初步设计图纸，完成技术准备、设计团队准备、质量控制要点准备、分包责任目标准备等工作。

（一）技术质量准备

在项目准备阶段，技术质量准备是确保工程顺利实施和高质量交付的关键步骤。首先，需对项目的技术要求进行深入分析，包括对设计图纸和技术规范的理解，以识别潜在的质量控制难点^[4]。技术人员应根据初步设计图纸和技术规范制定详细的《项目标准、规范配置计划》以及《工艺试验与现场检（试）验计划》。这些计划要涵盖材料选择、施工工艺、检测方法等，确保符合项目质量要求。此外，还需制定明确的质量控制要点，并与设计团队密切合作，确保设计图纸能够准确反映项目需求并避免后期设计变更带来的质量风险^[5]。通过充分的技术准备，可以在项目实施前建立完善的质量管理基础，减少施工过程中出现的技术问题，从而提高工程质量和效率，确保项目的顺利推进和成功交付。

（二）设计团队的准备

设计图纸质量在项目开始生产时，直接关系到工程的连续性、稳定性、安全性最根本最根本的因素。所以在准备阶段确定一家好的设计院尤为重要，它必须熟悉当地规范标准、熟悉施工现场和具备及时解决图纸问题的能力。

（三）物资质量准备

项目准备阶段所购买的材料和机械设备，必须符合现场使用要求，即需要满足后期的工艺施工要求，又要满足“第三方检测机构”的要求，在未提供材质质量证明、出厂合格证、厂家资质证书等文件。

（四）质量控制重点分析

除了需要技术部、设计部、质量部针对新工艺、新材料、新设备、重要控制点、图纸进行重点分析外，还必须考虑属地工人对质

量造成的影响。例如：埃及 CBD 项目 P6 标段，施工作业人员 80% 属于埃及当地人^[6]。在前期重点收集埃及当地一些工艺做法，工人小机械应用水平低，工人的技能水平达不到制定的质量目标要求，因此人员的培训和稳定也是影响质量控制的关键因素。

（五）分包合同质量目标的准备

首先按照主合同，确定质量目标；其次对项目质量目标进行分解，将质量目标分解到每个项目管理人员、每个劳务分包、每个专业、每个作业班组；最后按照分解目标要求，确定合同质量管理目标，明确分包单位的责任主体。

五、项目实施阶段

质量管理必须是在可控的条件下进行的，项目质量管理必须以业主关注的问题为导向，发挥好项目经理、技术经理的领导作用，建立全面有效、唯一的管理制度加强质量管控，有预防性的处理各种质量问题，它包括事前控制、事中控制、事后控制。

（一）事前控制

在国际项目施工中，要做好事前控制，主要有四个方面：设计图纸齐全、方案交底要全面、材料准备到位、验收流程要清晰。

1. 设计图纸齐全

设计图纸齐全是国际 EPC 项目的核心，在深化图纸提交监理审核前，技术部需组织质量、商务、物资、分包商对 IFC 图纸和深化的图纸提出的问题进行汇总、协商、解决，并在图纸投入现场前召开图纸交底会明确注意事项。

2. 方案交底要全面

在交底方案中需要针对影响质量管理的六大因素（人员、机械设备、材料、方法、环境、测量）的具体实施措施和实施标准。

在方案中明确本工程的特定施工条件、施工组织、具体技术要求和有针对性的关键技术措施，系统掌握工程施工过程全貌和施工的关键都位。使参与工程施工操作每一个工人，通过技术交底，了解自己所要完成的分部分项工程的具体工作内容，操作方法、施工工艺、质量标准和安全注意事项等，做到施工操作人员任务明确，心中有数达到有序地施工，以减少各种质量通病，提高施工质量的目的^[7]。尤其是海外 EPC 项目属地人员变更大，人员不稳定，能长期接受交底的人员较少，技术交底是一个长期循环的过程。

3. 材料准备到位

严格执行进场材料报验制，原材料、成品、半成品、构件、配件进场验收合格，钢筋、钢结构、防水材料等材料进场复验符合验收规定，不合格材料不准采用，必须退场；建立《不合格产品处理台账》，做好现场标识，责令退场。

4. 验收流程要清晰

在国际工程中，验收流程和验收条件、验收标准必须清晰，并且需要以属地监理关注的重点为控制目标，控制好每一道工序^[8]。例如：根据 FIDC 合同文件要求，现场验收必须提前 1 天提交验收申请；提供检查通道等。

（二）事中控制

事中控制是过程质量控制的关键，它具有时间长，工种多，干扰多，难度大，整改时间长等特点，因此必须建立一个实施有效的过程控制制度，如：样板引路、旁站作业、技术复核制度、三检制度等。

1. 样板引路

样板分为工艺样板和实体样板、交房样板，工艺样板一般根据合同清单或 SPCE 文件确定，实体样板是每一道工序质量控制的重点，也是检验事前质量控制交底的一种手段。通过实体样板学习和交流能有效的提高属地工人的技能水平，也能找到属地工人的优缺点，便于项目质量控制。

按照图纸、工艺规范、材料要求，小面积的完成竣工移交前的所有作业，这就是交房样板，它能有效的避免各种专业分包之间冲突，和减少质量通病的发生。

2. 旁站作业

施工作业过程中，现场工程师应全过程现场旁站指导和检查。质量工程师应现场全过程抽查和复核，对关键部位和关键工序的施工过程质量管控实施旁站监督。与作业活动相的测量员、设备员、试验员、安全员、水电维修人员应在岗。

3. 技术复核

项目部应定期组织技术部，针对方案和变更进行复核，防止技术施工“两张皮”现象，确保监理批注意见能落实下去，并对图纸的批复意见进行复核。

4. 落实三检制度

质量三检制：坚持质量三检（自检、预检、复检），实行工序验收负责制。各项目必须坚持质量三检制度，三检必须要有过程检查记录。项目根据分项工程验收要求，建立严格按照附表进行工序验收，谁验收谁负责，以提高过程工序质量来提升工程实体质量^[9]。

自检：施工班组对施工过程工序质量进行自检，再报项目部组织验收。

预检：施工员加强过程旁站监督检查，正式验收前质检员进行的检查验收工作。

复检：施工员填写交接检记录，项目施工员、质检员签字认可后，方可进行下道工序施工。验收主要对各分项的质量验收要点进行把控。

（三）事后控制

事后控制是一种被动的控制方式，他是质量控制目标和施工质量结果对比的一种分析，利用各种反馈信息实施的一种控制模式。

1. 事后控制的3大基础

控制要求必须在“责任可追溯性”之基础上；目标与结果的对比标准需要一致；它都遵循于 PDCA 循环。

2. 事后控制的出现形式

他们包括质量事故分析、质量缺陷分析、实测实量数据分析、试验检测结果分析、开展的 QC 活动、质量点评会、质量整改单等形式出现。常用的质量分析图有：排列图、因果图、关联

图、直方图、折线图、圆饼图等。

六、项目竣工阶段的质量控制

竣工验收阶段质量控制的重点。在于 EPC 合同条款中质量竣工要求，它包含设备调试、装饰装修、资料的完整性等内容。需要项目部特别注意 SI、MIR、NCR 等资料的关闭情况。

七、质量体系的改进与提升

国际工程质量管理体系需要及时改进提升必要性，在于不同的项目实施节点，质量管理体系的八大原则、七个性质的影响的六大因素都在进行变化，如：

（一）业主聚焦点的变化

除参照 EPC 合同质量目标外，还需要考虑监理和业主新的聚焦点。这些聚焦点都是随着设计变更、政治环境、施工环境、材料设备等不确定因素而改变的。

（二）质量控制规范标准的融合

在一个新的国家或地域，都有一个文化融合、标准碰撞的过程。在前期的项目准备过程中，不可能做到一步到位，它都是随着项目的进度和需求而改变的，因此，项目执行的规范标准固化周期长的特点^[10]。

（三）质量管理属地员工，全员参与的不断增加

随着项目部属地员工不断的深入和运用，质量管理的全员性和“全面有效性”也在不停的变化和扩大，这就需要考虑原质量管理体系的适应性和唯一性。

质量是企业的生命，所有的国际性工程都是当地媒体聚焦的重点，也是企业在该区域的一张名片。在保证质量和进度前提下完成合同履行，所有开展的质量管理活动，都必须考虑到竣工验收和质量保质期内的成本压力。

参考文献

- [1] 闫卫国，中国机械设备股份有限公司 北京 100055.
- [2] ISO9001:2015 标准是由 ISO（国际标准化组织）/TC176/SC2.
- [3] 张水波 何伯森，《FIDIG 新版合同条件导读与解析》中国建筑工业出版社 2003 第一版.
- [4] 彭展. 国际 EPC 工程的质量管理与控制探讨 [J]. 葛洲坝集团科技, 2015(4):4.
- [5] 孟祥瑜. 国际 EPC 项目中设计管理实践分析 [J]. 油气田地面工程, 2023, 42(7): 88-92.
- [6] 刘洋. 国际 EPC 工程分包管理问题研究与对策 [J]. 石油天然气学报, 2023, 45(2): 143-147.
- [7] 姜韶阳, 杨发峻, 焦小亮, 等. 国际 EPC 项目设备质量全过程管理控制 [J]. 水电站设计, 2023, 39(2): 82-85.
- [8] 崔文怡. 基于承包商立场的国际工程 EPC 合同风险管理研究 [J]. 中国产经, 2022(12): 117-119.
- [9] 李梦乔. Z 公司海外 EPC 项目风险管理优化研究 [D]. 黑龙江大学, 2023.
- [10] 高娟娟. 工程造价在 EPC 总承包工程项目中各阶段的应用 [J]. 中国房地产业, 2022(6): 174-176.

铁路信号设备状态监测与维护技术研究

黄建颖

南宁轨道交通运营有限公司, 广西 南宁 530000

摘 要： 在铁路信号设备的运行过程中，良好的状态监测与维护是确保其运行效果、满足铁路实际运营需求的关键。基于此，本文便对此类设备的状态监测及其维护技术进行分析。包括铁路信号设备及其主要故障，基于微机监测系统的铁路信号设备状态监测，以及铁路信号设备维护技术策略分析。希望通过本次的分析，可以为铁路信号设备的故障监测及其运维维护提供一定参考，以此来确保铁路交通运输工程的正常运行。

关 键 词： 铁路工程；信号设备；微机监测系统；状态监测；维护技术策略

Research On Condition Monitoring And Maintenance Technology Of Railway Signal Equipment

Huang Jianying

Nanning Rail Transit Operation Co., LTD., Guangxi, Nanning 530000

Abstract： In the operation process of railway signal equipment, good condition monitoring and maintenance is the key to ensure its operation effect and meet the actual operation needs of railway. Based on this, this paper will analyze the condition monitoring and maintenance technology of such equipment. It includes railway signal equipment and its main faults, railway signal equipment condition monitoring based on microcomputer monitoring system, and railway signal equipment maintenance technical strategy analysis. It is hoped that this analysis can provide some reference for the fault monitoring and operation and maintenance of railway signal equipment, so as to ensure the normal operation of railway transportation engineering.

Keywords： railway engineering; signal equipment; microcomputer monitoring system; condition monitoring; maintenance technology strategy

前言

在对铁路信号设备实施状态监测和维护的过程中，运维技术人员首先需要对铁路信号设备的基本情况、主要类型及其技术特点做到全面了解。然后再以此为依据，借助于当前先进的微机监测系统对此类设备进行状态监测，通过道岔电流、电压曲线以及道岔曲线等来实施故障判断，并通过实时监测的方式来及时发现其故障情况^[1]。最后应结合实际情况，采取有效的技术措施做好此类设备的维护工作，包括日常巡检维护、定期巡检维护、保养与应急处理等。通过这样的方式，便可使此类设备的故障得到及时发现和及时处理，从而为其良好运行与铁路交通运输质量的提升提供技术支持^[2]。

一、铁路信号设备及其主要故障

（一）基本情况

在现代铁路工程中，信号设备是确保其列车安全顺畅行驶的关键设施。此类设备主要负责上传和下达各种的铁路运行指令以及信息等，从而为铁路交通运输提供指导与支持^[3]。因此，作为铁路交通运行过程中的“中枢神经”，铁路信号设备的运行状态将会对整体铁路交通运输的秩序、质量及其安全产生直接影响。

（二）主要类型

就目前的铁路交通运输工程来看，其中的主要信号设备有三类，其一是固定信号设备；其二是移动信号设备；其三是计算

机联锁系统。表1为现代三种类型铁路信号设备的组成及其功能情况：

表1- 现代三种类型铁路信号设备的组成及其功能情况

序号	设备类型	基本组成	主要功能
1	固定信号设备	信号机、信号楼、站界标、信号机柱、调度分路员机等	指挥铁路列车与调车作业
2	移动信号设备	安装在信号机车、电力机车、轨道车、列车等移动车辆上的信号设备	辅助铁路车辆通信调控等
3	计算机联锁系统	人机对话层、连锁运算层、执行层等	对信号机、道岔、轨道电路等实施连锁控制

（三）主要故障

在现代铁路信号设备的运行过程中，其主要故障包括设备老化、停电、意外破坏和通信故障。无论此类设备出现了哪种故障，都会对设备自身以及铁路运营造成一定程度的不利影响。表2为现代铁路信号设备主要运行故障及其不利影响情况：

表2- 现代铁路信号设备主要运行故障及其不利影响情况

序号	设备故障	不利影响
1	设备老化	对设备运行可靠性和铁路车辆调度效果产生不利影响
2	停电	使设备无法正常运行，从而影响铁路车辆调度与控制
3	意外破坏	对设备性能及其应用安全产生不利影响，易引起突发事件
4	通信故障	对设备功能产生不利影响，从而影响列车安全运行

二、基于微机监测系统的铁路信号设备状态监测分析

在当前的铁路信号设备状态监测中，微机监测系统是最为典型且常用的一个监测系统^[4]。基于此，具体监测时，工作人员应将该系统作为支持，采取以下措施对其实施状态监测。

（一）通过道岔电流判断设备故障

在通过微机监测系统对铁路信号设备实施状态监测时，一项首要措施便是根据道岔电流进行故障判断。在此过程中，工作人员可采用道岔采集机械来实时监测道岔电流，这样便可对电动转辙机具体的启动、工作电流、各类电气设备的具体故障电流及其动作时间等做出直接检测，并根据检测结果为道岔电流制作出相应的曲线动态^[5]。通过研究和解析道岔电流的曲线动态，工作人员便可对道岔转辙机中的电气特质、电气机械特征及其时间特性等做出科学判断。而在微机监测系统内，道岔电流曲线所呈现出的重点内容是道岔实际运转情况。因不同铁路道岔具有不同类型，所以其电流值和动作时间也将会出现一定变动。而在对道岔电流进行采集时，通过微机监测系统的合理应用，则可以对其整个运行过程中的信息实现全面采集，以此来对道岔运行情况做到实时监测。另外，该系统也会根据获得的道岔电路曲线数据，实时分析相应的道岔数据信息，从而对电流数据实际的开始区域段做出科学确定^[6]。通过这样的方式，便可对因信号设备卡阻情况所导致的电流异常问题得到及时发现，并对其出现位置做出科学确定，以此来为后续的运维工作提供参考。

（二）通过电压曲线判断设备故障

在铁路信号设备微机监测系统中，通过观察和分析电压曲线，工作人员可在第一时间准确发现某一区域内的铁路信号设备突然在瞬间发生的异常，从而使其电压短路问题得到及时发现和解决。经进一步分析可知，当铁路信号设备出现电路故障时，其所在位置的电压将会在一瞬间出现异常情况。而在通过微机监测系统对此类设备进行在线监测的过程中，各个设备电路的电压曲线会呈现在其用户端界面上，当有设备出现绝缘位置被固定、线路接头受压脱边以及接引线松动断开等故障时，该系统会在第一时间捕捉到相应的故障信息，用户端界面上呈现的电压曲线也将

出现一定程度的变化，且系统会及时发出相应的故障预警。在这样的情况下，运维工作人员便可及时发现铁路信号设备运行中出现的各类线路故障，以此来确保其检修的实时性^[7]。

（三）通过道岔曲线判断道岔故障

就目前的铁路信号设备实际运行情况来看，其中的道岔故障主要类型有两种，其一是启动故障，即道岔无法正常启动；第二是表示故障，即道岔在启动之后的表示数据与实际情况不符。在传统的道岔故障监测中，工作人员通常不能明确具体的故障位置及其故障类型等，只能和车站值班人员电话联系，以此来了解具体的故障信息。此种故障监测模式不仅效率较低，且工作人员的作业强度也很大，从而导致此类故障得不到及时处理。为解决这一问题，在此类故障的在线监测过程中，工作人员便可引进当前先进的微机监测系统，通过智能传感器来采集道岔参数，并将获取到的监测结果制作成道岔曲线实时传输给用户。在这样的情况下，用户便可根据道岔曲线的变化情况对其故障做出合理判断，从而为铁路信号设备的运维检修工作提供有力支持。

（四）通过实时监测发现设备故障

在现代微机监测系统的实际应用中，实时监测是一项基本功能。因此，将该系统合理应用到铁路信号设备故障的在线监测工作中，也可以对辖区范围内所有的铁路信号设备进行实时监测，以此来实时获取其具体的运行数据，并通过与数据库中原始数据对比的方式来分析其运行效果，使此类设备的故障得到及时发现^[8]。为达到这一目标，技术人员可结合铁路信号设备的实际情况及其具体的运行需求等，将各个信号设备的原始运行参数全面储存到系统数据库里，采用相应的传感器设备来实时获取各信号设备的运行参数，并将获取到的参数与响应信号设备储存在数据库中的原始运行数据进行对比，以便及时发现其运行异常情况，并及时向运维工作人员发出故障或异常预警^[9]。通过这样的方式，便可对此类设备做出实时准确的在线监测，从而为其故障的发现和提供有力指导与支持。

三、铁路信号设备基本维护技术策略分析

（一）信号设备的日常巡检和维护

针对铁路信号设备，在具体的维护工作中，日常巡检与维护是一项首要的技术措施。基于此，运维技术人员不仅要采取基于微机监测的方式对其实施在线监测，通过每天获取和分析在线监测数据、处理在线监测预警的方式来实时设备维护。同时也需要每天对信号设备的实际情况进行巡检。包括设备上是否有污垢、灰尘以及锈蚀等情况，对于发现的问题，运维技术人员一定要结合实际情况，及时采取有效的措施进行处理。通过这样的方式，便可对此类设备做到更加科学、全面的日常巡检与维护处理，使其实际运行中存在的故障或异常等情况得到及时发现和处理。这对于铁路信号设备的安全稳定运行以及铁路交通运输效果的保障都将十分有利。

（二）信号设备的定期巡检和维护

在对铁路信号设备进行维护的过程中，定期的检修和维护属

于一项非常关键的技术措施。因此，运维技术人员一定要对此做到足够重视，结合各类铁路信号设备的具体运维检修需求及其实际应用情况等，定期对其进行巡检和维护。在此过程中，运维技术人员可通过微机在线监测系统中储存的在线监测数据来定期了解各项铁路信号设备的实际运行情况，看其各项功能指标是否正常。同时，运维检修人员还需要定期采取现场实地巡检的方式来进一步了解各设备的实际运行情况。尤其是对于在线监测中发现异常但并未出现运行故障的设备，运维检修人员更是应该将其作为重点的定期巡检内容，深入现场对其实际情况进行详细检查，比如信号灯亮度、道岔转换效果、轨道电路导通效果、电子元件电压、电子元件温度以及各信号设备内部组成部件的连接情况等^[10]。对于巡检中发现的问题，运维技术人员应结合实际情况，采取有效的措施进行处理，包括设备或零部件的清洁、调整、加固和更换处理等。通过这样的方式，便可使辖区内的所有铁路信号设备保持良好运行，从而为铁路车辆的监控、调度提供有力支持，尽最大限度确保铁路交通运输效率和质量，防止不必要的安全事故发生。

（三）信号设备的保养与应急处理

在现代铁路信号设备的维护工作中，科学合理的设备保养与应急处理也是运维技术人员需要重点关注的工作内容。首先是信号设备的保养，在此过程中，运维技术人员需要结合各类不同铁路信号设备的生产及其使用说明等，对设备本身及其运行环境做好保护。包括信号设备表面的清洁处理、内部润滑油的及时补充与更换、各个重要元件的防护管理以及设备运行环境温湿度的合理控制等。这样才可以对此类设备做到良好保障，尽最大限度确保其运行状态，避免因保养不当所导致的各类设备故障发生，并进一步延长其使用寿命。其次是做好信号设备的应急处理，在此

过程中，运维技术人员一定要结合各个铁路信号设备的基本组成、功能及其容易出现的故障等，制定足具针对性的紧急突发故障应对预案，包括信号设备应急检修预案以及铁路车辆应急调度与安全防护预案等，以此来进一步提升铁路信号设备的维护效果，使其更具可靠性，从而显著降低此类设备故障所致的铁路交通运输安全事故发生概率，为铁路车辆的安全有序运行提供有力支持。

结束语

综上所述，在现代铁路车辆的调度与控制过程中，铁路信号设备发挥着不可或缺的应用优势。只有确保此类设备的正常运行，才可以使铁路车辆得到安全、可靠、有序地调度管理。因此，在现代铁路工程行业的发展与铁路交通运输规模的扩大中，铁路信号设备故障监测也成为了铁路单位和运维检修工作人员最关注的一项内容。为进一步确保此类设备的运行效果，满足其在铁路车辆调度与控制中的实际应用需求，工作人员就需要将当前先进的微机监测系统合理应用到此类设备的在线监测工作中，以此来实现各类故障情况的及时、准确判断，为后续的运维检修处理提供有力支持。同时，运维技术人员也需要结合实际情况，采取合理的技术措施来进行铁路信号设备的维护工作，使其始终保持在安全稳定的运行状态中。这样不仅可以对铁路信号设备的运行状态做出实时监测，及时发现和处理相应的设备异常；同时也可以进一步提升此类设备运行的可靠性，延长其使用寿命。这对于铁路信号系统整体运行质量的提升以及铁路车辆的安全稳定运行都将十分有利。

参考文献

- [1] 杨路路. 信号设备故障诊断专家系统的研究 [D]. 北京: 中国铁道科学研究院, 2023.
- [2] 曹峰, 张娟. 基于混合模型的道岔综合监测系统研究 [J]. 铁道通信信号, 2024(1): 45-51.
- [3] 赵志鹏, 褚伊郎君, 徐威, 等. CTCS3-300H 型列控车载设备状态在线监测与智能分析系统开发与应用 [J]. 铁路计算机应用, 2024(5): 73-79.
- [4] 邓新江, 秦汉泽, 康宏玲, 等. 交流转辙机在线监测技术研究与应用 [J]. 铁道通信信号, 2024(5): 104-111.
- [5] 李韶聪. 信号设备运用状态及故障统计分析系统 [J]. 设备管理与维修, 2023(16): 104-106.
- [6] 董振国. PLC 与 5G 融合通信在铁路信号设备状态监测系统中的应用研究 [J]. 铁道通信信号, 2023, 59(2): 55-58, 85.
- [7] 王海忠. 铁路信号室内设备运行环境综合监测研究 [J]. 铁道工程学报, 2024, 41(4): 80-83.
- [8] 夏炳勋, 田学刚. 铁路道口列车运行安全监测系统的研究与应用 [J]. 计算机测量与控制, 2023, 31(1): 59-64.
- [9] 韩永君. 重载铁路信号设备机房防雷接地监测系统方案研究 [J]. 铁道建筑技术, 2023(4): 170-173.
- [10] 常怿. 如何利用微机监测系统分析和处理铁路信号设备故障 [J]. 信息系统工程, 2023(4): 83-85.

燃气管网安全运行问题分析及应对措施

陈曦

北京燃气集团有限责任公司，北京 100032

摘 要： 随着城市化进程的加速，燃气管网作为城市能源供应的重要基础设施，其安全运行直接关系到居民生活质量和公共安全。但是在实际中，燃气管网在运行过程中面临着诸多挑战，如管道老化、施工不规范、占压问题以及自然因素等，这些问题严重威胁着燃气管网的安全运行。本文首先深入分析了燃气管网安全运行存在的问题，并探讨了有效的应对措施，以期为保障燃气能源供应安全、促进经济社会可持续发展等有关工作的开展提供一定的参考。

关 键 词： 燃气管网；安全运行；问题分析；应对措施

Analysis And Countermeasures Of Gas Pipe Network Safety Operation Problems

Chen Xi

Beijing Gas Group Co., Ltd, Beijing 100032

Abstract： With the acceleration of urbanization process, gas pipe network, as an important infrastructure of urban energy supply, is directly related to the quality of life and public safety of residents. However, in practice, the gas pipe network is faced with many challenges in the operation process, such as pipeline aging, non-standard construction, occupation problems and natural factors, which seriously threaten the safe operation of the gas pipe network. In this paper, it firstly analyzes the problems existing in the safe operation of the gas pipe network, and discusses the effective countermeasures, in order to provide some reference for ensuring the safety of the gas energy supply and promoting the sustainable development of the economy and society.

Keywords： gas pipeline network; safe operation; problem analysis; countermeasures

随着城市规模的扩大和燃气用量的激增，燃气管网的安全云心管理变得尤为重要，这不仅关乎到燃气能源的有效供给，更与人民的生命财产安全紧密相连^[1]。因此，明确燃气管网安全运行存在的问题，采取加强燃气管网的日常维护、定期检测、隐患排查及应急响应机制建设等措施，是将进一步降低燃气使用事故风险，确保燃气管网安全运行的必要举措。

一、目前燃气管网在运行过程中遇到的安全问题

（一）燃气管网设施老化与维护不足

燃气管网老化和维护不足是燃气管网运行管理中最常见的问题。一方面，城市的燃气管网老化现象严重，有些发展迅速的城地下管道铺设于上世纪90年代，运行超过20年，远远超出了国际公认的管道更新周期，老旧管道因长期受到腐蚀性气体的侵蚀，壁厚减薄、材质劣化现象普遍，其承压能力和密封性能已大幅下降，其安全可靠无法确定，存在较大的事故隐患^[2]。近年来频发因管道老化导致的轻微泄漏燃气事件，尽管这些事件大多被及时发现并妥善处理，避免了重大事故的发生，但背后隐藏的风险与隐患却不容忽视。另一方面是燃气管道维护不足问题，由于管理不到位或者是资金投入不足，部分燃气管道未能得到及时有效的维护，导致管道腐蚀、磨损等问题加剧，增加了泄漏和

爆炸的风险。据统计，有的城市每年仅能完成对约10%的老旧管道进行例行检查与维护，这一比例远低于业界推荐的30%-50%的维护率。维护不足直接导致了許多已出现腐蚀斑点、裂纹的管道继续“带病”运行，燃气管道泄漏的风险显著增加。据专业机构评估，这类管道的泄漏概率较新管道高出近5倍，一旦发生事故，其影响范围与后果将难以估量。

（二）燃气管网规划与施工问题

随着城市化进程的加速，燃气管道的规划与施工问题愈发突出，成为影响城市公共安全的重要因素。具体表现在以下几个方面：一是燃气管网规划不合理性的问题。燃气管道作为城市生命线工程，其科学规划是保障燃气供应安全与秩序的关键基石^[3]。但是在现实中，经常会出现因缺乏统一的规划或执行不力，导致地下管网错综复杂，杂乱无章。不同部门、不同时期的管线各行其是，频繁交织、穿越，不仅使得燃气管道维护更加复杂性，提

作者简介：陈曦出生年月：1988年2月，女，汉族，籍贯：山东省高青县，现就职于：北京燃气集团有限责任公司，燃气工程师、本科，研究方向：燃气运行。

高了运行维护的成本，更是对整体的安全造成了威胁。另外，部分城市在布局燃气管线的时候，忽视了与居民区、办公楼、学校等人口密集区域的安全缓冲距离，一旦遭遇泄漏或爆炸等紧急情况，后果十分严重，为城市安全埋下了深重的隐患。

另一方面，燃气管网施工过程中的不规范现象也是导致安全问题的主要原因，管道的施工质量直接关系到燃气管道的安全性能。但是在实际中，部分施工单位注重追求燃气管网施工工程的进度与经济效益，没有严格执行施工标准，非标准作业、忽视技术规范等行为屡见不鲜，使用劣质管材、焊接工艺不达标、防腐处理不完善等为燃气管道的安全埋下了“定时炸弹”。在外部环境变化或外力作用下，这些潜在问题极易暴露，导致泄漏等安全事故的发生。另外，第三方施工对燃气管道的意外损害也是一个较大的安全威胁，随着城市建设的日新月异，道路施工、暖气管道施工等各类施工活动频繁，如果施工单位对地下管线布局缺乏足够了解或未采取有效防护措施，在施工作业的过程中极易对燃气管道造成破坏，进而影响燃气管网的安全稳定运行^[4]。

（三）燃气用户行为不规范安全意识淡薄

燃气在日常生活中为人们提供烹饪、取暖等便利，其安全使用直接关系到千家万户的安宁。部分用户因违规使用燃气或安全意识淡薄，埋下了较大的安全隐患，严重威胁着公共安全。常见的具体表现有：一是私自改装燃气管线，一些燃气用户为了个人使用便利或美观，擅自对燃气管线进行改造，如改变管道走向、增加分支等，这些非专业的操作往往破坏了燃气管线的密封性和承压能力，导致燃气泄漏的风险大幅增加。据统计，因私自改装燃气管线导致的事故占燃气安全事故的比例在逐年提升，造成的后果往往是比较严重的。二是使用不合格的燃气设备，市场上存在部分劣质或未经认证的燃气设备，这些设备在材质、工艺、安全性能等方面均存在严重问题，部分用户因贪图便宜或缺乏辨别能力，购买并使用了这些不合格设备，在使用过程中很容易发生漏气、爆炸等事故，给家庭、社会带来巨大危害^[5]。三是安全使用的意识不强。部分用户对燃气使用的相关法律法规了解不足，甚至存在侥幸心理，认为违规操作不会引发严重后果，或者是缺乏专业的燃气安全知识，对燃气设备的性能、操作规范及维护保养等不够了解，对燃气使用过程中的安全警示标志、提示语等视而不见，对潜在的安全隐患缺乏警觉性。四是缺乏必要的燃气问题应急处理能力，用户在遇到燃气泄漏等紧急情况时，往往因缺乏必要的应急知识和技能而手忙脚乱，无法有效应对。

（四）自然环境因素带来的负面影响

自然环境也会对燃气管网的安全运行造成威胁。最为明显的就是极端天气带来的影响，近年来极端天气频发，对燃气管道系统的安全构成了前所未有的威胁，尤其是严寒天气，当温度骤降至冰点以下时，燃气管道中的水分若未能及时排除，便可能凝结成冰，导致管道体积膨胀，进而引发冻裂现象^[6]。据行业统计，每年因严寒天气导致的燃气管道冻裂事故不在少数，不仅造成经济损失，更严重影响了居民的正常生活。暴雨天气对燃气管网的安全运行造成一定的威胁，强降雨不仅可能直接冲刷裸露或浅埋的管道，加剧其腐蚀速度，还可能通过渗透土壤，改变地下水

位，对管道产生侧向压力，增加管网破损风险。

另外，地基下沉可能导致燃气管网受到不均匀的垂直或水平压力，造成管道弯曲、变形甚至破裂。

二、燃气管网安全运行问题的应对措施分析

（一）健全完善燃气管网运行管理措施

通过上文分析可知，做好燃气管网的日常巡护和管理，是保证燃气管网安全运行的关键措施。一方面，要重视老旧管网的改造与更新。基于管道的年龄、材质、运行状况及所在区域的风险等级等综合要素，制定老旧管网改造的优先级清单，建议是优先处理位于人口密集区、高风险区域及腐蚀严重的老旧管道，在管网更新改造过程中，注重技术的创新应用，比如采用聚乙烯 PE 管、不锈钢波纹管等耐腐蚀新材料、非开挖修复技术等新技术进行管网改造，提高新管道的耐用性和维护便利性^[7]。另一方面，要加大对燃气管网的日常巡检与维护力度。将维护率目标提升至上述提到的 30%-50% 范围比例，并纳入企业绩效考核体系，确保维护工作的有效执行。对老旧管道实施定期的全面检测与评估，包括壁厚测量、材质分析、压力测试等，确保管道的安全性能。在维护和巡检过程中，要注重利用物联网、大数据、人工智能等技术，建立智能化的巡检和维护系统，实时监测管道运行状态，及时发现并预警潜在问题，比如通过智能传感器、RFID 标签、无线传输模块等物联网设备，构建燃气管网的动态监测网络，实时采集燃气管道的压力、流量、温度、泄漏情况等多种数据，并将数据传输至云端或数据中心进行分析和处理。同时，注重燃气管网安全问题应急响应机制的建立，组建专业的应急响应团队，配备必要的设备和物资，确保在发生燃气泄漏等紧急情况时能够迅速到达现场，控制事态发展，为了确保应急能力，要定期组织应急演练，提高应急响应团队的协同作战能力和实战水平，确保在遇到问题时能够高效、有效的应对。最后，政府有关部门也要强化对燃气公司的监督管理力度，明确责任主体、监管要求和处罚措施，定期对燃气公司开展安全检查，对发现的问题督促整改，如果存在违法违规的行为要依法严惩。

（二）强化燃气管网的规划统筹与协同管理

首先，在燃气管网规划方面，要建立跨部门规划协调的工作机制，成立由城市规划、燃气管理、应急管理等部门组成的联合规划小组，对燃气管网进行科学合理的中长期发展规划，确保规划与城市总体布局、其他基础设施规划相协调。在规划过程中，可以考虑利用 GIS、BIM 等现代信息技术实施智慧管网规划工作，构建三维的城市地下管网模型，实现管网信息的可视化、数字化管理。通过模拟分析，优化管网布局，确保与人口密集区保持安全距离，并预留未来扩建空间。另外，在管网规划过程中，要加强公众参与与监督，形成全社会共同关注燃气安全的良好氛围。其次，在燃气管网施工过程中，严格施工管理与质量控制，根据最新技术标准和安全要求，明确施工流程、材料选用、质量检测等关键环节，对进入施工现场的管材、管件等原材料进行严格的质量检验，杜绝使用劣质材料。同时，加强焊接、防腐等关

键工序的质量控制，确保施工质量符合标准。定期对施工人员进行安全教育和技能培训，确保他们熟悉施工规范和技术要求，提高施工质量和安全意识。另外，针对第三方可能会燃气管网运行产生的影响，应当建立第三方施工报备制度，要求所有涉及地下管线的施工项目必须提前向燃气管理部门报备，同时燃气公司要派出专人加强施工现场的巡查和指导，确保施工单位了解地下管线布局并采取有效防护措施^[8-9]。

（三）加强用户安全教育与宣传引导

针对用户行为不规范的问题，一方面，开展定期的安全教育活动，社区、燃气公司及物业公司应联合举办燃气安全知识讲座、演示会等，邀请专业人士讲解燃气安全知识、正确使用方法及应急处理技能，提高用户的安全意识和自我保护能力。同时，利用微信公众号、短视频平台、社区公告栏等多种渠道进行宣传，发布燃气安全使用指南、事故案例警示等内容，增强宣传的覆盖面和影响力。另外，燃气公司应建立用户档案，记录用户燃气设备的使用情况、安全检查结果等信息，并定期进行回访，了解用户的使用状况，提醒用户注意安全问题，在回访的过程中向用户发放燃气安全使用手册，详细介绍燃气设备的操作规范、维护保养方法及应急处理措施，确保用户能够随时查阅。另一方面，针对用户私自改线、改装的问题，要强化监管与执法力度，对私自改装燃气管线的行为进行严厉查处，同时建立举报奖励机制，鼓励居民积极举报违规行为，联合市场监管部门，对燃气设

备市场进行定期检查和抽查，严厉打击销售不合格燃气设备的违法行为，确保市场流通的燃气设备符合安全标准。同时，注重群众应急响应与自救能力的提升，在社区、学校等场所定期组织燃气泄漏应急演练，让居民了解并掌握正确的应急处理步骤，提高自救互救能力^[10]。

（四）及时响应自然环境对燃气管网的安全威胁

针对自然环境对燃气管网安全运行的威胁，尤其是极端天气，要做好结合实际情况，及时应对。比如应对严寒天气，要对易受低温影响的管道段进行保温层加厚或更换高效保温材料，减少热量散失，防止水分凝结成冰，同时在冬季要定期排水机制，对管道中的积水进行及时排除，特别是低温前加大检查频次，确保管道内无积水。另外，还可以通过在关键管道节点安装温度传感器和压力传感器的方式，实时监测管道温度及压力变化，一旦发现异常立即采取应对措施。由于自然环境因素造成的安全威胁有突发性，因此做好日常巡查和维护，保持高度的敏感，注重结合经验进行提前的预防管理，是十分必要的。

结束语

燃气管网在运行过程中会因各种问题存在安全隐患，要结合具体的原因，从多个方面采取措施，全方位提升燃气管网运行的安全性，减少安全事故发生的频率，保障人们的生命财产安全。

参考文献

- [1] 丁万晶. 城镇燃气管网安全运营存在的问题及解决措施分析[J]. 科技资讯, 2023, 21(16):237-240.
- [2] 曾伟. 城市燃气管网安全运行存在的问题与对策[J]. 工程研究与实用, 2023.17(2):37-38.
- [3] 廖书豪. 浅谈城镇燃气管网安全运行存在的问题与对策[J]. 建筑发展, 2022, 6(5):78-80.
- [4] 陈梦琦. 城镇燃气管网安全运行问题及其对策[J]. 现代物业, 2022(7):16-18.
- [5] 张晓雷, 郑春宏, 刘露, 等. 数据驱动的城镇燃气管道风险因素识别及关联分析[J]. 中国石油大学学报(社会科学版), 2024(3).
- [6] 武艳秋. 城市燃气管网安全运行影响因素分析与对策[J]. 石油石化物资采购, 2023(13):112-114.
- [7] 陈雅萱. 新时期提高城市燃气管网安全运行水平的对策分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(18):62-64.
- [8] 徐铭健. 城市燃气管网安全运行存在的问题与对策研究[J]. 产品可靠性报告, 2023(9):111-112.
- [9] 田川, 宋悦, 王一君. 城镇燃气管网安全运营的问题及解决措施研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(19):95-97.
- [10] 王杰, 李旭, 崔斌, 等. 城镇燃气管网安全运营的问题及解决措施研究[J]. 科技资讯, 2022, 20(15):3.

基层法定计量检定机构如何开展免费强检工作

王日有

大同市综合检验检测中心，山西 大同 037046

摘 要： 随着社会的发展和计量技术的广泛应用，保障计量器具准确性和合规性的检定工作显得尤为重要，但许多基层法定计量检定机构仍面临着资源有限、技术水平相对较低等挑战，限制了其免费强检工作的开展。基于此，文章简要分析了基层法定计量检定机构强检工作的概念、原则和必要性，以及开展强检工作的主要流程，深入探讨了基层法定计量检定机构如何开展免费强检工作的相关问题，并提出了具体的改进策略和建议，以期促进计量检定行业的可持续发展。

关 键 词： 基层；法定计量检定机构；免费强检工作

How Do Grassroots Legal Metrological Verification Institutions Carry Out Free Inspection Work

Wang Riyou

Datong Comprehensive Testing Center, Shanxi, Datong 037046

Abstract： With the development of society and the wide application of metrology technology, the verification work to ensure the accuracy and compliance of metrology instruments is particularly important, but many grassroots legal metrology verification institutions are still facing the challenges of limited resources and relatively low technical level, which limits the development of their free inspection work. Based on this, the paper briefly analyzes the concept, principle and necessity of the strong inspection work of the grassroots legal metrology verification institutions, as well as the main process of carrying out the strong inspection work, deeply discusses the relevant problems of how to carry out the free strong inspection work of the grassroots legal metrology verification institutions, and puts forward specific improvement strategies and suggestions, in order to promote the sustainable development of the metrology verification industry.

Keywords： grassroots; legal metrological verification institutions; free inspection work

随着国家对计量工作的重视和法规的要求，基层法定计量检定机构承担着免费强检工作的重要责任，在资源有限和技术条件不足的情况下，基层法定机构面对着诸多困难。例如，设备更新与维护困难、人员培训与管理问题等，都影响了免费强检工作的质量和效果。因此，亟需深入研究和探索适合基层法定计量检定机构的免费强检工作开展模式，以提高服务能力和保障用户权益。

一、基层法定计量检定机构强检工作概述

（一）基层法定计量检定机构强检工作的概念

基层法定计量检定机构的强检工作是指依照相关计量法律法规和程序对计量器具进行强制性的检定工作，是基于国家有关法律法规和计量管理的要求，对特定领域的计量器具进行强制性检定^[1]。强检工作通常由基层法定计量检定机构承担，这些机构经过国家认可或授权，具有法定的检定权力和责任，而根据国家的法律法规，特定领域的计量器具需要定期进行强制性的检定，以验证其计量准确性和合规性，保证产品的质量和交易的公正^[2]。强检工作的目的是确保计量器具的准确性和稳定性，保障市场交易的公平性和可靠性，以减少计量误差、防止假冒伪劣产品的流通、保障消费者权益和公共安全等，从而提升行业的技术水平，

促进科技进步和经济发展。在进行强检工作时，基层法定计量检定机构需依据相关的技术规范和检定程序，使用准确可靠的计量标准、设备和仪器，进行精密的检测，检定结果应当通过原始记录 and 检定证书等形式进行记录和证明，以作为计量器具合规性和准确性的依据。需要注意的是，强检工作是基层法定计量检定机构的法定职责，对其所管辖计量器具的检定工作是强制性的，不遵守强检规定的行为将受到法律的追究和相应的处罚。非强检计量器具遵守自愿的原则进行。

（二）基层法定计量检定机构的存在必要性

第一，保证公平交易：在市场经济中，计量是商品交易和产业发展的基础，强制计量检定可有效保证市场上产品和服务的计量准确性，确保交易的公平、公正和透明，维护市场秩序和消费者权益。

第二，保障公共安全：在很多行业中，如工业、农业、医疗等，计量的准确性与安全相关。例如，汽车制造业需要准确测量零部件的尺寸才能确保安全运行；医疗行业需要准确测量药品剂量和患者生命体征等，而计量检定机构便可确保这些关键领域的准确计量，保障公众的生命安全和财产安全。

第三，促进科技创新：科技创新和技术进步往往依赖于准确可靠的计量数据，而计量检定机构的存在，主要是提供可信赖的检定和校准服务，为科技研究和产业创新提供了可靠的计量基础，从而促进科技水平提高，推动技术创新和高效发展。

第四，维护国家利益：计量检定涉及经济、环保、质量等多个领域，计量数据的准确性和可靠性关系到国家的利益和形象，基层法定计量检定机构的存在主要是为了确保国家计量法律法规的实施，维护国家利益和形象。

（三）基层法定计量检定机构强检工作的开展原则

基层法定计量检定机构强检工作的检定原则主要包括以下几点：其一，计量检定工作应当公正、客观、中立，检定机构应按照国家法律法规的规定，独立、自主地进行检定，不受任何非法干扰和影响。其二，检定结果应当准确可靠，符合规程或校准规范要求，检定机构应使用有效、可信的技术手段和设备，确保测试结果的准确性和可溯源性。其三，检定机构应按照统一的检定规程和程序进行工作，确保对相同样品或设备的检定结果具有一致性，保证市场公平竞争和交易的公正。其四，检定过程中应注意安全，尤其是保护检定人员和被检定计量器具的安全，并遵守相关法律法规和规章制度，确保数据和结果的保密性和安全性。其五，检定结果应当具有一定的可追溯性，即能够追溯到国际或国家计量基准，并对仪器设备进行定期检定和校准，确保其测量结果与国际或国家计量单位基本一致，为社会提供可靠的计量数据，保障市场秩序、公共安全和科技发展。

二、基层法定计量检定机构强制检定工作的主要流程

第一，受理申请，当企事业单位或个人需要进行计量检定时，需要向国家强检平台提交申请，填写申请表、检定的计量器具清单、证明材料等，基层法定计量检定机构收到申请后，将与申请方进行联系，确认检测要求和检定时间、地点等细节，并与申请方约定具体的检定事项。

第二，接收检定器具，申请方应根据预约时间将待检的计量器具交至基层法定计量检定机构，基层法定计量检定机构则负责和申请方核对接收的计量器具清单，并对其进行登记和编号^[3]。

第三，准备检定环境，基层法定计量检定机构需准备适当的检定环境，包括具备相应的设备、仪器和实验室条件，确保能够进行准确的检定，并按照相关的技术规范 and 标准，对接收的计量器具进行精密的检定测试，包括校准、测量和比对等步骤，以验证计量器具的准确性。

第四，出具检定证书，根据检定测试结果，基层法定计量检定机构将出具检定证书，一般为被检定计量器具的标识信息、检定结果、偏差情况以及结论等内容，对符合检定要求的计量器具

出具检定证书，以证明其准确性达到规定要求，而对不符合要求的计量器具，出具检定结果通知书。

第五，归还计量器具，已完成检定的计量器具将被归还给申请方，并为其提供相应的讲解和使用建议，如果需要进行额外的维护或修理，基层法定计量检定机构会提供相应的建议或服务。

三、基层法定计量检定机构如何开展免费检定工作

（一）明确免费范围，制定检定计划

为了更好地开展免费检定工作，基层法定计量检定机构首先应明确免费的具体范围，一般需参考国家法律法规和相关政策文件，了解是否有明确的免费检定范围的规定，如其中的部分政策文件会针对特定行业或特定计量器具要求提供免费检定服务。第二，针对小微企业或者特定群体，可考虑为其提供免费检定服务，如采取设置检定项目与检定数量的方式进行控制，并将免费范围限定在特定的计量器具类型或者数量范围内。第三，结合机构自身资源和能力，确定免费计量器具的特点和范围，如选择符合机构设备条件和技术能力的小型计量器具进行免费检定，且在明确免费范围时，需与上级计量管理部门和相关部门进行沟通，并确保符合相应的政策和法规要求。第四，根据明确的免费范围和机构的资源情况，评估机构能够提供的免费检定服务的数量和频次，根据可用资源、设备能力和人员数量制定合理的目标，并结合实际需求，制定免费检定的时间安排，如根据计量器具的类型或行业特点，安排定期的免费检定或根据用户需求开展临时的免费检定服务^[3]。最后，合理安排免费检定工作的人员和设备，确保免费检定工作能够按计划进行，避免资源过度投入或资源不足的情况发生，且针对免费检定计划，还需制定相应的工作流程 and 操作规范，确保免费检定工作的高效进行，以适应资源变化和市场需求。

（二）加大免费检定的宣传与推广力度

在明确免费检定范围后，基层法定计量检定机构还应加大免费检定的宣传与推广力度，制定详细的宣传计划，包括目标用户群体、宣传渠道、宣传内容、时间安排等，确保宣传工作有针对性和有效性，并利用多种渠道进行宣传。例如，建立免费检定的官方网站或专题页面，发布宣传文案、图片和视频，提供在线预约等功能；通过微博、微信、抖音等社交媒体平台发布宣传信息，吸引更多用户的关注和参与；通过电视台和广播电台播放宣传广告或举办相关节目，提升免费检定的知名度和影响力；通过报纸、杂志、户外广告等传统媒体形式发布宣传信息，覆盖更广泛的受众群体。此外，还可与相关行业协会、商会、企业等机构合作，在其宣传渠道发布免费检定的信息和活动，并设计有吸引力和创意性的宣传内容，例如制作宣传视频、撰写案例报道、发布用户评价和好评等，增加用户对免费检定的信任度和参与度。最后，推广宣传应注重线上线下相结合，计量检定机构应积极组织线下宣传活动和展览，如举办免费检定知识讲座、参展展览、派发宣传资料等，直接与用户进行面对面交流和互动，通过用户的正面反馈和推荐，加强口碑传播，使更多用户主动了解并选择免

费检定服务,并保持长期且持续的宣传与推广,以促进用户知晓度和参与度的进一步提升,为后续开展免费检定工作奠定良好的基础。

(三) 合理配置免费检定资源

第一,确定免费检定工作所需的人员数量,根据机构的规模和工作量进行合理的分配,充分考虑不同计量器具的特点和检定工作的差异,可以对专业人员和技工工人进行分工。同时,增加免费检定的工作队伍和服务点,以减轻人员压力和提高服务效率,还要建立完善的培训机制,确保检定人员具备必要的技术能力和相关知识,提供高质量的免费检定服务。

第二,根据免费检定的需求,合理配置和更新设备资源,确保设备的工作效率和准确性,尽量选用多功能、高效率的设备,以满足不同计量器具的检定需求。根据不同检定项目的要求,合理安排设备使用时间和检定周期,以优化资源利用率,建立设备维护保养计划,确保设备的正常运行和维护,减少因设备故障导致的检定工作中断^[4]。

第三,合理安排免费检定的时间,充分利用闲置时间进行免费检定工作,避免资源浪费,与用户协商预约时间,提前安排检定工作,减少用户等待时间,并根据工作量和人力资源的实际情况,合理安排检定员的工作时间和休假,在保证服务质量的前提下确保员工的工作积极性和健康状态^[5]。

第四,对免费检定项目进行经济评估和预算规划,确保资源的合理分配和利用,充分考虑免费检定的预算限制,积极通过政府资助或与相关机构合作获得一定的资金支持,并制定费用控制措施,避免资源的过度消耗和浪费,确保后续检定工作的顺利进行^[6]。

第五,建立健全的信息管理系统,确保免费检定信息的准确记录和统计,为资源配置提供可靠依据,并在宣传和推广过程中,积极收集用户需求和反馈信息,有针对性地进行资源的调整和分配,确保资源使用收益的最大化。

(四) 定期评估反馈和持续优化改进

为了促使基层法定计量检定机构更好地开展免费检定工作,

一般应建立明确的评估机制,包括评估指标、评估方法和评估周期等,通过定期的内部评估和外部评估来收集和分析相关数据和反馈信息^[7-8]。同时,建立用户反馈渠道,鼓励用户提供针对免费检定服务的意见、建议和问题,利用在线调查、客户满意度调查、面谈等方式收集用户反馈,并对收集到的评估数据进行分析,从中提取有价值的信息和认识,评估免费检定服务的总体满意度、检定结果准确性、服务速度、工作效率等指标。并且,根据评估结果,提出改进和优化的建议和指导措施,如针对用户反馈的问题提供解决方案,改进检定工作流程,加强人员培训等,并将改进措施转化为具体的行动计划,跟踪执行效果,定期评估改进措施的实施情况,再根据实际需要进行调整和优化^[9-10]。此外,还可与其他计量检定机构进行经验分享和交流,学习借鉴先进的管理和操作经验,提升免费检定服务的质量和水平,定期组织内部沟通会议,分享评估结果和改进方案,建立跨部门合作机制,提升工作效率和协同效应,以便改善工作流程和服务质量,提升免费检定工作的效果 and 用户满意度。

结语

综上所述,在基层法定计量检定机构开展免费检定工作时,首先应加大对基层法定计量检定机构的支持力度,提供更多的财政、技术、人力等方面的支持,推动免费强检工作的顺利开展。同时,明确免费检定的范围,制定合理的检定计划,并加强检定人员的培训和管理,全面提高免费送检工作的专业性和准确性。并且加大免费计量检定的宣传和推广力度,积极面向市场并与上级机构和其他相关机构协作与合作,共享资源和经验,促进免费强检工作的互利共赢。另外,基层法定计量检定机构还应探索建立和利用信息技术手段,提高检定工作的效率和便利性,提供更加便捷的免费强检服务,定期评估反馈和持续优化改进,便于基层法定计量检定机构更好地开展免费强检工作,为社会和经济发展提供强有力的技术支撑。

参考文献

- [1]王晨昱,任鑫欣. 基层法定计量检定机构如何开展免费强检工作[J]. 计量与测试技术, 2018, 45(02):102-103.
- [2]郭志芬. 浅谈基层法定计量检定机构的建设与发展[J]. 计量与测试技术, 2016, 43(04):105-106.
- [3]本刊通讯员. 基层法定计量检定机构能力建设专题研讨会召开[J]. 上海计量测试, 2014, 41(03):65.
- [4]江萍萍. 计量比对在基层法定计量检定机构中的实践及作用[J]. 质量技术监督研究, 2014, (01):41-44.
- [5]白韶红. 法定计量检定机构要面向市场[J]. 中国计量, 1999, (10):30-31.
- [6]新形势下强制检定工作问题与对策的思考. 陈幼伟; 杨莹; 林桢; 王维峰; 王琳慧; 项蓉; 何隽. 中国计量, 2019(02).
- [7]电子衡器的故障分析及强制检定管理. 常晓阳. 化工管理, 2017(17).
- [8]抢抓机遇 把握大势 推动计量强制检定工作跃上新台阶. 马贤凯. 中国计量, 2017(09).
- [9]如何正确应对强制检定收费制度的改革. 薛新强. 中国计量, 2017(10).
- [10]什么是强制检定. 蒋峰. 计量与测试技术, 2003(05).

煤矿智能局部通风系统研究

张丙辉, 崔广涛

中信重工开诚智能装备有限公司, 河北 唐山 063000

摘 要 : 针对现有煤矿井下局部通风机缺乏通风机系统参数状态的实时、有效监测监控和记录, 系统中隐藏的设备隐患、安全问题不能及时发现, 从而导致局部通风机系统发生停机故障甚至导致矿井瓦斯超限事故, 以及事故发生后原因不详、系统故障排查困难、时间长等, 严重影响煤矿的安全生产。设计煤矿局部通风机智能控制系统。

关 键 词 : 局部通风; 双机热备; 风电瓦斯闭锁; 一风吹; 探头保护

Research On Intelligent Local Ventilation System In Coal Mine

Zhang Binghui, Cui Guangtao

Citic Heavy Industries Kaicheng Intelligent Equipment Co., LTD., Hebei, Tangshan 063000

Abstract : In view of the lack of real-time and effective monitoring, monitoring and recording of the parameter status of the fan system in existing underground coal mines, hidden equipment hazards and safety problems in the system cannot be discovered in time, which leads to the shutdown of the local fan system and even the mine gas overrun accident, as well as the unknown cause of the accident, the difficulty of troubleshooting the system and the long time. Seriously affect the safety of coal mine production. Design intelligent control system of local fan in coal mine.

Keywords : local ventilation; dual-system hot backup; wind power gas lock; a gust of wind; probe protection

引言

煤矿的通风系统是保障煤矿安全、生产的关键环节之一, 局部通风系统作为煤矿通风系统的重要组成部分, 直接关系到煤矿井下生产环境作业区域的空气质量和瓦斯浓度控制^[1]。目前我国矿井局部通风系统虽然大多数已经采用了自动控制方式, 但仍然采用手动调节通风机频率, 且依靠人工采集风量参数, 缺少具有实时、准确、可靠的监测方法及手段来反映实时的通风状态, 无法为准确调节局扇风机的风量提供科学的依据, 同时还存在“一风吹”和“大马拉小车”的现象^[2-4]。局部通风机的风速、风量不能根据瓦斯的浓度进行自动调节, 更无法实现科学、有效的智能控制, 当瓦斯浓度突增时, 局部通风机提供的风量及风速达不到稀释区域内瓦斯浓度的要求, 非常容易造成瓦斯积聚浓度过高, 产生极大的安全隐患^[5]; 在矿井瓦斯浓度非常低时, 风机提供的风速和风量依然不变, 风机全速运转而造成极大的资源浪费^[6]。随着煤矿开采深度和强度的不断增加, 一系列复杂且严峻的问题接踵而至。开采环境变得越发恶劣, 地质结构的稳定性受到极大挑战, 瓦斯突出等安全事故的风险也呈直线上升态势, 对局部通风系统的要求也越来越高。因此, 实现煤矿局部通风系统的智能控制对于提高煤矿安全、生产水平具有重要意义。

针对以上现状, 设计并研究了一种煤矿智能型局部通风系统可根据瓦斯浓度自动调节通风机运行频率转速, 实现自动排瓦斯功能。可以设定通风机运行风量, 使通风机始终按照设定值恒风量运行, 还可实时显示通风机的风量、风压、电机功率等参数。一主一备, 出现故障可自动切换, 保证正常供风需求^[7]。

一、局部智能通风系统设计

(一) 矿井智能局部通风系统组成

系统由通风机用隔爆兼本质安全型双电源双变频器、瓦斯浓度传感器、温度传感器、风速传感器、一氧化碳传感器、粉尘传感器、视频监控系统和网络系统及局部通风机组成。

①隔爆兼本质安全型双电源双变频器

双电源: 确保在一个电源失效时, 另一个电源可以立即接

管, 保证系统的连续运行。

双变频器: 可能用于调节通风机的速度和功率, 以适应不同的通风需求, 同时也提供了冗余和备份功能。

②传感器

瓦斯浓度传感器: 用于检测环境中的瓦斯(甲烷)浓度, 是煤矿安全监控的重要参数。

温度传感器: 监测环境温度, 确保工作环境在安全的温度范围内。

作者简介: 张丙辉, 出生年月: 1985年10月, 男, 汉, 河北省平泉市, 大专, 工程师, 主要从事煤矿智能化自动化技术服务工作。



风速传感器：测量空气流动的速度，有助于评估通风效果。

一氧化碳传感器：检测一氧化碳浓度，一氧化碳是有毒气体，需要严格控制其浓度。

粉尘传感器：用于测量空气中的粉尘浓度，高浓度的粉尘不仅影响空气质量，还可能引发爆炸。

③视频监控系统

通过摄像头实时捕捉现场画面，为远程监控和事故调查提供视觉信息。

④网络系统

将所有传感器和监控设备连接到一起，实现数据的实时传输和远程监控。

⑤局部通风机

可能用于特定区域的额外通风，维持环境内的空气质量，并有助于降低有害气体和粉尘的浓度。

整个系统的设计和配置都是为了确保在可能存在的爆炸性环境中能够安全运行，同时提供及时、准确的环境参数监测和必要的通风。这对于预防事故、保障人员安全和提高生产效率都至关重要。

（二）系统运行模式

系统运行模式有“自动通风”“自动排瓦斯排放”“手动调速”三种运行模式。

①自动通风模式

对于低瓦斯矿井，工作面迎头、回风区瓦斯浓度都不超过设定值时，通风机用隔爆兼本质安全型双电源双变频器在自动通风模式下工作，即依据巷道风量、一氧化碳含量、粉尘浓度、温度等监测数据实现通风机调速，如果此时巷道内风量、一氧化碳含量、粉尘浓度、温度任何一个检测点的检测数据超过系统预设阈值，变频调速装置将自动提高转速，增大供风量（上限频率），直到超标信号恢复至设定安全数值以下后，则风机转速也由大变小（下限频率）。在此过程中瓦斯浓度数值需一直在正常值下，只要出现瓦斯浓度超限情况出现系统立刻切换到自动排瓦斯模式运行状态。

自控通风模式下调速装置调速范围：在下限频率的设定值和上限频率的设定值之间：

上限频率设定值设定范围 30 ~ 50Hz；

下限频率设定值设定范围 20 ~ 45Hz；

煤矿局部通风智能控制系统可接入矿井现有应急广播系统、UWB精确定位系统、GIS进行系统联动，实现瓦斯超限应急播报，并根据人员、车辆变化情况进行调速，从而自动控制风量，规划逃生路线。

②自控排瓦斯

系统自动排瓦斯模式，系统根据工作面瓦斯浓度联动变频调速装置自动调节风机转速，工作面瓦斯浓度增高，则变频器输出频率逐渐增加控制风机转速也由小变大；反之，当工作面瓦斯浓度由降低，则变频器输出频率则由高变低控制风机转速也由高变低。根据瓦斯浓度自动调节风机输出风量，避免瓦斯超限。

③手控频率给定模式

手控频率给定工作模式下，工作人员根据井下用风需求，手动设定变频器运行频率，控制风机运行。该运行模式下，变频器以手动频率设定值运行，不受瓦斯探头探测数据影响。

（三）系统工作方式

“双机热备”是主、备局部通风机之间的切换功能，调速装置控制两组独立电源供电的局部通风机自动切换，具有如下功能：

①主通风机自动启动时，备用通风机处于待机状态；

②主通风机停机或停电时，系统在自动模式下备用通风机按照预设延时 10—20s（可调）时间自动启动；

③主通风机运行时，如主通风机发生故障，系统在自动模式下备用通风机按照预设延时 10—20s（可调）时间自动启动。



二、系统功能

（一）风电、瓦斯电闭锁

风电闭锁：当主机启动运行调速装置输出频率到达 20Hz 后，系统输出常闭触电极点，停止运行后则常闭触电极点断开。（注：该触电极点用于闭锁动力设备的供电）

瓦斯电闭锁：系统控制调速装置处于“自动”模式状态时，当瓦斯浓度传感器检测到的瓦斯浓度值大于设置值时，系统输出触电极点由闭合变为常开。（注：该触电极点用于闭锁动力设备的供电）

回风区瓦斯浓度 > 1.5%

工作面迎头瓦斯浓度 ≥ 1.0%

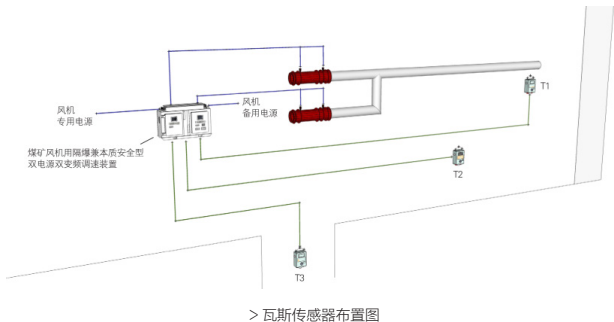
（二）主备切换

当采用双电源时，一组为主机，另一组自动成为备机。当其中一台按下启动按钮时，此机自动成为主机，当此台变频器停机

或故障时，另一台频率由0开始自动启动。当需要整体停止时，需要同时按下主机和备机的停止按钮。

（三）探头保护

探头布置：T1 工作区，T2 集中通道，T3 排风口。



当 T1 位置不超标时，风机按照 T3 位置瓦斯浓度进行自动通风。当 T3 位置浓度增大时，输出频率降低（最低到手动设定频率点），当 T3 位置浓度减小时，输出频率增大，最大到 50Hz。

当 T3 位置不超标时，风机按照 T1 位置瓦斯浓度自动排瓦斯。当 T1 浓度增大时，输出频率增高（最低到手动设定频率点），当 T1 浓度减小时，输出频率降低。

当检测到瓦斯探头故障时，报警，并自动使用 T2 位置替换 T3 位置。如果检测到两个探头发生故障时，系统发出探头故障报警。

（四）防止一风吹

系统通过变频调速装置使风机转速可调，得以实现电机转速的精确控制，风量也能够根据实际需求灵活调节；将传统的全压启动方式转变为更为安全可靠的软启动，避免了局扇风机全压启动的“一风吹”可能导致瓦斯浓度瞬间失衡，增加爆炸风险；以及造成风流紊乱，影响整个通风系统的稳定性等安全隐患。

（五）温度振动检测功能

系统增加风机轴承温度和振动检测，当轴承温度和振动大于设定标准值后，系统将发出报警提示，工作人员可根据报警信息及时对通风机进行维护检修，避免紧急瓦斯故障发生。

（六）保养提醒功能

系统具备风机使用保养提醒功能，系统针对风机运行时间、运行效率进行统计存储，结合厂家维护保养手册进行时间或期限设定，到期自动提醒，避免忘记或过时保养，大大提升风机的使

用寿命，使得风机保养更加规范化。

（七）声光报警

系统配置了声光报警装置，当系统发生故障或者监测数据阈值超限，系统自动发出声光报警，提醒工作人员及时应对处理异常状态。提高了系统运行的安全性。

（八）集控功能

系统可通过煤矿井下环网将局扇数据上传至矿井调度中心的集控平台上，工作人员可通过系统集中监控平台实现对井下所有局部通风机系统的在线监测、控制、数据的查看、曲线描述报警提示等。

三、达到的效果

（一）安全效益

防止瓦斯超限，实现“0”瓦斯，该系统集监测与自动控制为一体，具备局部通风机系统根据瓦斯浓度自动调节风机风量“按需供风”的功能、自动排瓦斯功能、瓦斯风电闭锁功能、双风机电源自动切换功能，从根本上实现了防治瓦斯超限。

（二）减人提效

降低工耗，提高了生产效率。煤矿智能局部通风系统的运行，有效的减少了井下相关的工作人员，做到了“无人则安”，同时，在矿井下监测和排放瓦斯的工作时间大大减少。大大减少了煤矿生产中在局部通风控制与监测上的人员投入，提高了局部通风的生产效率。

四、结论

煤矿局部智能通风系统是为矿井的安全生产需要提供的一种一机多用、高效节能的智能设备，它实现了矿井局部通风控制系统与局部通风机的融合，配套相应的监测传感器，进行闭环控制。系统依托电气控制技术、监控监测技术、变频控制技术、供配电技术实现矿井局部通风系统的远程集中监测与控制，实现连续供风。把煤矿矿井通风和矿井安全管理有效结合在一起，为煤矿安全、高效的生产提供了可靠的保障。

参考文献

- [1]周福宝，魏连江，夏同强，等. 矿井智能通风原理、关键技术及其初步实现[J]. 煤炭学报，2020,45(6):2225-2235.
- [2]杜岗，马小平，张津. 煤矿局部通风机转速控制算法研究[J]. 工矿自动化，2020,46(9):69-73.
- [3]王凯，郝海清，蒋曙光，等. 矿井火灾风烟流区域联动与智能调控系统研究[J]. 工矿自动化，2019,45(7):21-27.
- [4]李团结，黄维明，潘伟华，等. 煤矿局部通风机风量智能控制系统研究及应用[J]. 煤炭科学技术，2023,51(4):166-174.
- [5]程晓之，王凯，郝海清，等. 矿井局部通风智能调控系统及关键技术研究[J]. 工矿自动化，2021,47(9):18-24.
- [6]吴银成，李一文，黄春，等. 基于母线中心电平的局部通风机变频调速系统设计[J]. 自动化与仪器仪表，2022,269(3):119-122.
- [7]王刚，卫华军. 局部通风机用双电源双变频调速器应用研究[J]. 煤矿现代化，2017,45(6):4.

基于安全性和效率的山地风电场单叶片 吊装方案比较分析

白斌

榆林国远风电有限公司, 陕西 榆林 719000

摘 要： 随着风电行业发展, 项目用地面积受限, 机组单机容量的增大, 叶片的长度、重量的增加, 造成叶片的运输成本增加和叶轮整体吊装风险大, 同时对主吊车、吊装平台、地基承载力也提出了更高的要求。因此, 对吊装方案进行比较分析, 提出更加经济合理、安全可靠、安全高效的吊装方案显得尤为重要。本文首先探讨了山地风电场单叶片吊装方案的特点; 其次分析了基于安全性和效率比较山地风电场单叶片吊装方案的必要性和现存问题; 最后提出了优化山地风电场单叶片吊装方案的策略, 包括建立完善的数据收集体系、统一安全评估标准等。

关 键 词： 山地风电场; 单叶片吊装; 安全性; 效率

Comparative Analysis Of Single Blade Lifting Scheme Of Mountain Wind Farm Based On Safety And Efficiency

Bai Bin

Yulin Guoyuan Wind Power Co., LTD., Shaanxi, Yulin 719000

Abstract： With the development of wind power industry, the project land area is limited, the increase of the unit capacity, the length and weight of the blade, resulting in the increase of the transportation cost of the blade and the overall lifting risk of the impeller, at the same time, the main crane, lifting platform, foundation bearing capacity also put forward higher requirements. Therefore, it is particularly important to compare and analyze the lifting scheme and put forward a more economical, reasonable, safe, reliable, safe and efficient lifting scheme. This paper first discusses the characteristics of the single blade lifting scheme of mountain wind farm, then analyzes the necessity and existing problems of comparing the single blade lifting scheme of mountain wind farm based on safety and efficiency; and finally proposes the strategy of optimizing the single blade lifting scheme of mountain wind farm, including establishing perfect data collection system and unified safety assessment standard.

Keywords： mountain wind farm; single blade hoisting; safety; efficiency

引言

叶片吊装是风电场建设过程中的重要环节, 在满足叶片安全运行和施工进度的前提下, 合理选择叶片吊装方案对于提升风电场建设效益具有重要意义。基于对叶片吊装方案的对比分析, 在满足叶片安全运行的前提下, 在塔筒高度相同的情况下, 选择单叶片吊装方案能有效节约土地利用, 能最大程度减少实时风速对风机吊装影响, 减少项目投资成本; 受制于山地地形地势、用地红线, 当塔筒高度相同时, 单叶片吊装方案能有效缩短施工工期, 节约土地、工期成本。

一、山地风电场单叶片吊装方案的特点

(一) 复杂性

山地风电场的地形起伏大、地势陡峭, 增加了施工的难度和风险。交通条件受限, 大型设备运输困难, 现场作业空间狭小, 给吊装设备的布置和操作带来极大挑战。气候条件多变, 如强风、暴雨等恶劣天气频繁, 影响施工进度和安全性。此外, 复杂

的地质条件也可能导致基础不稳定, 增加吊装过程中的不确定性。例如, 在某山地风电场建设中, 因道路崎岖, 运输叶片的车辆无法直接到达机位, 需额外修建临时道路及进行空障清理, 施工难度大, 耗费了大量时间和成本。

(二) 高风险性

首先, 复杂的地形增加了运输和起吊设备就位的难度, 叶片大、重心高, 对运输举升车、操作人员技术水平要求高, 设备拖

作者简介: 白斌, 男, 汉族, 出生年月: 1989年11月, 陕西省榆林市神木市, 大学本科, 助理工程师, 研究方向: 新能源风电、光伏建设运营。

拽、大件运输、叶片吊装都为高风险作业，稍有不慎就可能导致设备倾倒或滑落。例如，陡峭的山坡地基承载力达不到要求，可能导致起重机失去平衡。其次，多变的气象条件，如强风、暴雨等，也会影响吊装的稳定性和安全性。比如，突然的强风可能使叶片在空中失控摆动。最后，山地施工空间有限，增加了各环节操作的难度和碰撞风险。总之，山地风电场单叶片吊装面临着众多潜在风险，需要精心规划和严格把控。

（三）环境适应性

在山地风电场中，风场内风速偏大，风机叶片通常处于风口位置，承受着强劲风力。若采用常规吊装方式进行叶片吊装作业，山地平台小叶轮组装困难，叶轮开始组装到吊装完成耗时长，无可靠合适锚点能固定叶轮，辅吊站位受限，极有可能因大风导致叶片在吊装平台无法固定旋转造成设备损坏，在整叶轮吊装过程中，因突然阵风导致叶轮与吊车磕碰，甚至发生吊车折臂与叶轮整体倾覆，对工程质量造成严重影响。故而，要达成山地风电场中叶片安全、高效的安装，需对单叶片吊装方案加以改进与完善，令其适应各类环境下的安装需求。

（四）技术要求高

山地风电场因其地形条件繁杂，常规的叶轮整体安装方式受限。为提升施工效率，往往会运用单叶片吊装技术来进行叶片安装。然而，相较常规吊装方式，单叶片吊装技术在吊装设备、吊装方法以及吊装过程中的安全保障方面有着更高标准。例如，传统整叶轮吊装工况由叶轮总重+静载+动载决定主吊选型，同步复核机舱吊装工况；单叶片吊装则由吊装机舱总重+静载+动载决定主吊选型，复核单叶片吊装载荷。所以，单叶片吊装技术对主吊选型要求相对较低，经过大量实践研究，单叶片吊装对山地用地面积受限风电项目应用成效显著。

二、基于安全性和效率比较山地风电场单叶片吊装方案的必要性

（一）保障人员生命安全

在山地风电场的叶片吊装中，对人员安全的要求是最高的。因此，必须采取严格的措施来保障人员的生命安全。如果采用传统整叶轮吊装方案，整个叶轮同时吊装，若遇极端天气，叶轮难以平稳着陆或完成吊装，存在巨大危险，极易引发人员、设备、机械等安全事故。而单叶片吊装方案每次只有一个叶片起落，能够最大限度规避此类危险。此外，在开展吊装作业时，因需运用大型机械设备，传统整叶轮吊装的现场通常较为拥挤，山地吊装平台半填半挖，边坡的稳定性差，溜尾吊车临近边坡，极易出现侧翻等意外状况。然而，单叶片吊装方案无需设立多个平台和通道，大大降低了现场的安全风险。所以，从保障人员生命安全的层面考虑，单叶片吊装方案无疑是更优选择^[1]。

（二）减少设备损坏风险

在山地风电场的单叶片吊装过程中，减少设备损坏风险至关重要。由于山地地形复杂，气候多变，吊装操作面临诸多挑战。比如，强风可能导致叶片在空中摆动幅度过大，碰撞到塔筒或其

他物体。若吊装方案不合理，可能引起吊具故障，对叶片造成挤压或刮擦。例如，某山地风电场在吊装时，因未充分考虑地形影响，选择的起吊角度不当，致使叶片与周边岩石发生碰撞，造成严重损坏，不仅延误了工期，还增加了巨大的维修成本。因此，对不同的吊装方案基于安全性和效率进行比较，能有效减少此类设备损坏风险。

（三）提高项目施工进度

对于山地风电场来说，由于地形复杂、地貌多变等特点，导致建设项目受天气影响较大，尤其是当遇到恶劣天气时，不利于施工组织和施工进度。若采取传统吊装方法，需对整个机组进行分块拆卸，再重新组拼后才能完成安装，这种方式不仅费时费力，而且增加了额外成本。而单叶片吊装模式则可以有效缩短工期，降低成本投入。此外，在某些情况下，通过采用单叶片吊装模式还可实现叶片的就地存放，避免了长距离运输带来的风险和成本，这在一定程度上也提高了项目施工的效率和质量。因此，从施工进度角度出发，选择单叶片吊装方案是十分必要的。

（四）降低项目成本

对于风电机组的吊装，吊装费用一般占到总投资成本的 30% 以上。随着近年来风电行业的快速发展，我国对风电机组的吊装提出了更高的要求。对于山地风电场而言，其地形复杂多变，使得采用整叶轮吊装方式的难度大大增加。在实际工程中，若采用整叶轮吊装方式，需要根据每台机位的具体情况和气候环境等因素来设计吊装方案，因此也会导致整叶片的运输、组装和安装成本大大增加。而采用单叶片吊装方案，可以有效地降低吊装成本，减少因运输、组装和安装产生的额外成本^[2]。

三、山地风电场单叶片吊装方案存在的问题

（一）数据收集困难

叶片的吊装位置受风力影响较大，当风速超过某一数值时，会对叶片吊装产生严重影响。在山地风电场中，由于地形、地貌等因素的限制，使得测风塔难以覆盖风电场区域，再加上叶片安装需要较长时间，无法准确获得数据，因此不能及时进行数据收集工作。同时，现场无法测量的风向也给数集工作带来了很大困难，因此在单叶片吊装方案中，还需针对不同风向来调整方案^[3]。

（二）吊装范围有限

山地风电场的地形复杂多样，这导致单叶片吊装的范围受到很大限制。由于山体的起伏和坡度变化，部分区域可能难以到达，限制了吊车的作业位置选择。比如在陡峭的山坡处，吊车无法靠近塔筒，增加了起吊的难度和风险。另外，有限的吊装范围还可能影响叶片的运输路径。某些狭窄的山道无法容纳大型运输车辆通行，导致叶片运输受阻。例如某山地风电场，因道路狭窄，叶片在运输过程中不得不多次调整角度和路线，延误了吊装时间，降低了效率^[4]。

（三）效率计算方法差异

在山地风电场单叶片吊装方案中，效率计算方法存在明显差异，这给方案的评估和选择带来了困扰。不同的计算方法可能侧

重不同的因素，如有的仅考虑吊装时间，忽略了前期准备和后期调试的时长；有的则未充分考虑山地特殊环境对施工的影响。例如，一种方法可能将设备运输到施工现场的时间排除在外，而在山地，复杂的路况会大大增加运输时间。另一种方法可能未将因天气变化导致的停工时间纳入计算。这种差异使得对吊装方案效率的评估缺乏统一标准，影响了方案的优化和决策^[5]。

（四）环境因素考虑不全面

对于单叶片吊装方案而言，其在运行过程中会受到风力、风速、温度等诸多环境因素的影响。而目前大部分风电场没有对这些环境进行全面分析和考虑，进而导致了单叶片吊装方案设计存在一定的安全隐患。例如：在西北地区的山地风电场，由于大部分风力都比较强劲，因此需要采取措施保证叶片能够顺利吊装至轮毂中心；但如果不注意对环境进行全面分析，就可能会忽视某些因素，最终导致叶片吊装失败。此外，在某些特殊环境下，还需使用专用设备或工具才能完成叶片吊装作业。如果对这些因素不加以重视，就会造成不必要损失^[6]。

四、基于安全性和效率优化山地风电场单叶片吊装方案的策略

（一）建立完善的数据收集体系

为了获得足够多的数据，在设计方案前需要对山地风电场的详细资料进行收集，主要包括风场基本信息、风机基础地理坐标、风机叶片类型和重量等。其中，风机叶片重量是计算单叶片吊装成本的重要参数。根据已有经验数据，合理确定叶片的安装高度和吊装半径，进而得到最大的单台风机组吊装成本^[7]。

（二）统一安全评估标准

为使山地风电场叶片吊装安全风险评估标准化、规范化，建议行业统一吊装安全评估标准，具体内容包括：①根据现场实际环境、叶片形状尺寸等，明确设计载荷；②规定从风、雨、雪、雷等极端天气出发的应急预案和紧急避险措施；③设置与之相匹配的技术标准和操作规范；④制定针对特定机型的吊装工艺要求^[8]。

（三）全面考虑环境因素影响

在优化山地风电场单叶片吊装方案时，全面考虑环境因素的影响极为关键。山地的复杂环境，如多变的风向、风速，崎岖的地形以及不稳定的地质条件等，都会给吊装带来诸多挑战。例如，强风可能导致吊装过程中叶片失去平衡，增加安全风险；崎岖地形可能限制吊车的站位和操作空间，影响吊装效率。若在方案制定中忽视这些因素，可能引发事故。因此，在制定方案前，要详细勘察现场环境，收集准确的气象和地质数据，以便根据环境特点调整吊装的时间、角度和设备选型等，确保吊装的安全性和效率^[9]。

（四）及时更新技术与方案

风电机组叶片作为山地风电场中最主要的设备，其安装技术需要随着技术水平的提高而不断更新。一方面，风电公司应结合自身生产条件、设备情况等制定切实可行的单叶片吊装工作方案；另一方面，相关企业也要与科研机构密切合作，共同研发适用于我国山地风电场的新型叶片吊装技术，从而提高山地风电场吊装作业的安全性和效率。同时，单叶片吊具优点在于灵活、对场地要求低、受风速影响相对较小，缺点是高空安装时间较长。总之，在新时代背景下，为进一步提高我国山地风电场吊装作业的安全性与效率，相关单位必须综合考虑各项影响因素，采取有效措施进行优化^[10]。

结语

综上所述，山地风电场单叶片吊装方案具有复杂性、高风险性等特点，对其基于安全性和效率进行比较、优化十分必要。我们认识到当前方案存在的诸多问题，也提出了相应的解决策略。未来，我们应持续关注行业发展，不断完善和创新。通过建立更完善的数据收集体系、统一标准等策略，提高山地风电场单叶片吊装的安全性和效率，降低成本，推动风电场的稳定运营和可持续发展。

参考文献

- [1] 范迪. 某山地风电场 EPC 总承包项目冬季单叶片吊装过程管理控制重点探讨 [J]. 机电信息, 2020, (21): 136-137.
- [2] 孙二涛. 山地风电场风机单叶片吊装技术 [J]. 建材与装饰, 2020, (19): 245+247.
- [3] 罗晨阳, 冯士伦, 唐友刚, 等. 海上大型风机单叶片吊装风载荷计算程序开发 [J]. 海洋技术学报, 2024, 43(03): 91-100.
- [4] 杨威. 风电机组单叶片吊装探析 [J]. 中国设备工程, 2023, (S1): 135-138.
- [5] 郭旺, 强喜臣, 王琦, 等. 一种风电机组单叶片吊装电动盘车装置试验研究 [J]. 东方电气评论, 2022, 36(04): 74-76.
- [6] 徐权, 陈如玉. 某山地风电场建设前后发电量损失研究 [J]. 东北电力技术, 2023, 44(11): 52-55+62.
- [7] 陈湘蓉. 山地风电场道路工程设计问题研究 [J]. 科技资讯, 2023, 21(22): 164-167.
- [8] 李金级, 敖娟, 孔婕, 等. 基于 CFD 的复杂山地风电场机组振动风险识别研究 [J]. 风能, 2023, (10): 60-67.
- [9] 曹朔, 王媛媛, 权雪祺, 等. 山地风电场维检任务智能调度 [J]. 电工技术, 2023, (14): 77-80.
- [10] 罗方颢, 王莹. 某山地风电工程项目后评价 [J]. 电工技术, 2023, (12): 68-71.

厚松散层下综放开采关键技术研究与应用

赵磊

河南能源焦煤公司赵固一矿，河南 焦作 454000

摘 要： 赵固一矿煤层赋存特点有埋藏深度大、底板高承压水和顶板含水层威胁、基岩薄、煤体节理发育等特点。矿井之前分别采用过分层开采技术和一次采全高技术，其中分层开采技术产量低、效率低，掘进量大，采掘接替紧张；一次采全高仅在18020工作面应用了，在5.5m采高条件下，应用效果较差^[1]，设备管理难度大，工作面掉矸片帮严重，不利于管理。放顶煤开采技术在赵固一矿的得到了很好的应用，但厚松散层下放煤工艺、放煤参数、支架选型、两带发育高度等问题仍需要进行深入研究。

关 键 词： 模拟模型；压力拱结构；上覆岩层

Research And Application Of Key Technologies For Fully Mechanized Mining Under Thick And Loose Layers

Zhao Lei

Zhao Guyi Mine, Henan Energy Coking Coal Company, Henan, Jiaozuo 454000

Abstract： The characteristics of coal seam occurrence in Zhaoguyi Mine include large burial depth, high pressure water on the floor and the threat of water bearing layer on the roof, thin bedrock, and developed coal joints. Previously, the mine used both layered mining technology and one-time full height mining technology. Among them, layered mining technology has low output, low efficiency, large excavation volume, and tight mining succession; The one-time full height mining was only applied on the 18020 working face. Under the condition of a mining height of 5.5 meters, the application effect was poor, the equipment management was difficult, and there were serious debris falling off the working face, which was not easy to manage. The top coal caving mining technology has been well applied in Zhaoguyi Mine, but further research is still needed on issues such as the coal caving process in thick loose layers, coal caving parameters, support selection, and the height of the two zones.

Keywords： simulation model; pressure arch structure; overburden

引言

顶板管理一直是回采工作面关注核心的问题之一。采动影响引起的上覆岩层的运动是采煤工作面中的矿压显现的主要原因，由于上覆岩层的岩性、赋存情况不同，其运动规律也各有差异。顶板上覆岩性条件及岩性特征决定了顶板的运动规律，也就决定工作面顶板的控制方式、方法，在对这个问题的研究过程中，曾提出“砌体梁”理论、岩板及弹性基础梁理论、关键层理论等各种采场矿山压力的假说。

针对赵固一矿厚松散层下开采，分层开采掘进工程量大、效率低，时间久，矿井接替十分紧张；一次采全工作面应力集中，顶板管理难度大。分层开采、大采高开采导致赵固一矿采掘接替十分紧张，而采用综放技术能够很好的解决上述问题。研究厚松散层下综放开采能够实现厚松散层下综放安全开采，相较于分层开采，能够减少搬家倒面次数，有利于缓解矿井采掘接替紧张的局面。

一、赵固一矿概况

矿井主采二叠系山西组2₁煤层，煤层倾角2°~12°，平均4°，煤厚5.5~6.93m，平均5.29m，煤层埋深、冲积层厚、基岩薄、矿压大。

18060工作面属于矿井-525m水平，位于矿井北翼，所属盘

区为西八盘区，开采二₁煤层，是赵固一矿首个放顶煤工作面。工作面内煤层顶板标高-481.8~-513.3m，对应地面位置标高为+86.7~+87.3m，平均埋深585.85m。工作面煤（岩）层产状0°~360°∠0°~9°，煤（岩）层平均倾角为4°。工作面对应地表为东王河村和南王河村（保护等级为Ⅲ级），西北为西王河村（保护等级为Ⅲ级）和高压线路（输电电压为35KV，保护等级

作者简介：赵磊，出生年月：1984年，男，河南新乡人，工程师，2010年毕业于华北科技学院，现从事煤矿安全管理的工作。

为Ⅳ级），南为赵固一矿铁路（Ⅳ级铁路，保护等级为Ⅳ级）、高压线路（输电电压为35KV，保护等级为Ⅳ级）和西风井工业广场。工作面北为F15断层，西为未采掘的西八盘区，南为回风大巷、东为18040工作面。18060工作面煤层厚度变化较大，最薄1.6m，最厚6.9m，平均煤厚4.58m。18060工作面切眼和上下顺槽均沿顶板布置，上顺槽长为501.6m，下顺槽长为499m，上下顺槽设计为矩形断面，切眼长为150m，回采长度为500m，平面面积为75045m²。

二、巷道布置及支护参数

上顺槽巷道净宽5000mm，净高3800mm，净断面积19.00m²；掘进宽度5200mm，掘进高度3900mm，掘进断面积20.28m²。

（一）顶板支护方式

顶板采用锚网索支护，锚杆规格 $\phi 20 \times 2400$ mm，锚索规格 $\phi 17.8 \times 2600$ mm。间排距800×900mm，另采用点锚索与槽钢梁锚索交叉布置补强支护，每间隔一排锚杆（索）打一排锚索，锚索规格 $\phi 21.6 \times 8300$ mm，槽钢梁锚索每排4根，点锚索每排3根，呈“4-3-4-3”布置方式，间排距1400×1800mm，点锚索及槽钢梁锚索均垂直顶板打设。

（二）帮部支护形式

帮部采用锚网索支护，间排距900×900mm，锚索规格： $\phi 17.8 \times 2600$ mm，肩窝及底脚锚索分别上扎、下扎10°，其余垂直于煤墙打设。

三、围岩物理力学参数试

岩石物理力学参数它是衡量煤矿工程设计与生产是否科学的重要依据之一。相似模拟实验以赵固一矿18060综采工作面围岩赋存情况为背景，模拟厚松散层下放顶煤开采工作面受采动影响上覆岩层的运动规律，实验使用的为二维相似模拟实验台，模型制作完成后如图1所示。



图1 相似模拟模型

（一）实验结果分析

为了避免从边缘地方模拟回采导致实验数据不准确，模拟回采实验从1.1m开始，模拟以6.25cm/h回采速度回采，尽量让模拟开采工作面与实际生产中相对应。为便于分析，文中描述的几何数值的比值均参照选取。

（二）覆岩“两带”演化过程

当模拟工作面回采至60m时，模拟工作面初次来压，关键层

较稳定，岩性破坏不明显，比较完整。关键层以下垮落，关键层以上上覆岩层未出现明显离层，初次来压步距为60m；当模拟工作面回采至90m时，顶板周期来压出现，上覆岩层出现离层，垮落带上方岩层相比初次来时不平整；随着模拟工作面回采推进，顶板纵向出现断细小裂带。当模拟工作面回采至125m时，关键层1断裂垮落，上覆岩层垮落至关键层2，垮落带高度增加；模拟工作面回采至135m时，直接顶“悬臂梁”暴露最大悬顶面积，垮落带发展至亚关键层1底部，断裂带继续向上发育；10min后直接顶“悬臂梁”断裂^[2]，岩块1跟着垮落，之后亚关键层断裂，随着岩块不断地垮落，涌向采空区，在有限的空间内，受自身重力和摩擦力的影响，形成铰接结构，暂时达到稳定状态，此时垮落带继续向上发育，直到第二个关键层起到支撑作用；当模拟工作面回采至150m时，直接顶断裂，岩块涌向老空区，并与采空区的垮落带岩块重新挤压胶结形成铰接结构，并慢慢趋于稳定。垮落带向上发展，垮落带与断裂带之间的裂隙导通后，并发育明显。当裂隙带发展到关键层3；当模拟工作面回采至165m时，直接顶失稳垮落；当模拟工作面推进至180m时，断裂带裂隙继续向上发育，此时断裂带到达关键层处，关键层下方的垮落带和断裂带内的岩层都以自身形成力学结构，垮落带内以“悬臂梁”结构存在，在断裂带内以“砌体梁”结构存在，垮落带和断裂带内以自身形成的力学结构支撑自身重量，避免了垮落带和断裂内的岩块下沉作用在工作面，促进了工作面安全开采；在工作面持续回采推进过程中，断裂带和垮落带内的关键层会以继续向上传递，在更大的范围内出现新的关键层。

四、压力拱结构特征

煤层回采后，上覆岩层破坏垮落，垮落的岩块重新铰接在一起，铰接位置高低不同，形成一个个能承载上覆岩层载荷的拱形结构，拱形结构的两端的支撑点分别作用在工作面煤壁和采空区中，随着工作面不断的推进，上覆岩层不断的涌向采空区，在采空区中，上覆岩层不断受到采动影响，会形成一个个新的拱形结构，重新形成应力平衡状态。工作面回采的不断推进，采空区的垮落高度不断增加，又会形成一个个更大的拱形结构。直到随着回采工作面的不断推进，高度不再增加，采空区一个个拱形结构趋于稳定，达到一种新的动力平衡，上覆岩层的破坏里不再向上传递。工作面再继续推进，上覆岩层的破坏力开始新一轮传递，在工作面水平向回采方向又会形成新的拱形结构形成周期，工作面上覆岩层出现“破坏—平衡”的重复循环过程，最终在达到应力平衡，此时上覆岩层断裂带高度达到最大。

受煤层埋藏深度、上覆岩性、赋存条件等影响，受采动影响上覆岩层的破坏、变化规律也各不相同，根据普氏天然平衡拱理论，工作面回采，采空区采用全部垮落法时，工作面回采后，上覆岩层受到采动影响破坏垮落，随着回采的推进，自然的形成稳定的压力拱，为建立煤层开采覆岩复合结构模型，假设采场可形成稳定的压力拱，且满足普氏理论基本假设，沿工作面长度方向平面投影近似呈抛物线拱形，工作面长度方向压力拱结构呈拱形

分布，走向方向上的压力结构认为是由长度方向上的平行压力拱组成、厚松散层放顶煤回采，随着工作面回采不断推进，在走向方向上形成新的拱形结构，压力拱的两端的支撑点作用的工作面两侧的煤壁上，按照压力拱的可分为开切眼压力拱和工作面压力拱。随着工作面不断向前推进，采空区的不断前移，工作面压力拱不断向前移动。

受工作面采动影响下，随着向切眼和工作面两端方向靠近，上覆顶板的不断下沉，在岩块自身重力和摩擦力在作用下，上覆岩层会形成新的压力拱，压力拱的高度也随着上覆岩层不断下沉而变小，新形成的压力拱的力学结构也更加稳定。

大量研究表明工作面开采后基岩的破断移动区呈倒漏斗型，而压力拱形态通常呈抛物线形或椭圆形，而关键层的对上覆岩层的影响起到控制性的作用，若关键层受采动影响失稳后，则在关键层断裂位置会重新形成压力拱结构。若压力拱发育到关键层，关键层没有被破坏，并处于稳定状态，侧压力拱位于关键层下放处于平顶状态

如前文所述，厚松散层近水平煤层覆岩存在若干关键层，煤层回采后，顶板垮落至关键层，随着回采的不断推进，顶板暴露面积的不断增加，关键层出现断裂垮落，关键层垮落后，在纵向方向上随着垮落高度的不断增加，会有新的关键层出现，这个过程不断重复，直到新的关键层不再发生破坏，在关键层附近形成了稳定压力拱。

五、支架选型

根据顶板压力估算公式：

$$P=8H\gamma g$$

式中： P —工作面顶板支护需要的支护强度，MPa；

8 —顶板垮落高度取8倍采高；

H —采高取5.5m；

γ —顶板岩石视密度，取 $2.6\times 10^3\text{kg/m}^3$ ；

g — 9.8N/kg 。

代入数据得： $P=8\times 5.5\times 2.6\times 10^3\times 9.8=1121120\text{（N/m}^2\text{）}\approx 1.12\text{MPa}$ 。

工作面选用 ZF18000/20/38D、ZFG10000/27/40D型液压支架，液压支架额定工作阻力18000kN，护强度为1.82MPa，推移行程900mm，均满足工作面顶板支护需要强度。

六、结语

基于模拟模型和压力分析对厚松散层下综放开采覆岩破坏结构及其演化规律进行了研究，得到以下结论：（1）厚松散层下上覆岩层由断裂带转化为垮落带，垮落带高度增大；因采空区内上覆岩层压力和岩体的自身重力和摩擦力的作用，使采空区垮落的岩块不断压实，岩层间的裂隙不断缩小，趋于形成一个新的整体，采空区边界的裂隙为永久裂隙，是工作面溃水溃砂的主要通道。（2）工作面上覆岩层中低层位关键层失稳垮落后会引起上覆拱形结构的失稳，直到形成新的关键层，由在关键层下方形成新的拱形结构；采高及关键层类型对上覆岩层破坏形态及上覆岩层岩体力学结构影响显著。

参考文献

[1]王鹏. 18060综放工作面切顶卸压沿空留巷的维护技术应用. 山东煤炭科技 .2023 ,41 (06)35–37.
[2]杨达明. 厚煤层高强度开采覆岩“两带”特征及形成机制研究. 河南理工大学. 2019–04–01.DOI: 10.27116/d.cnki.gjzgc.2019.000002.

工程检测标准体系构建与实施策略研究

马洪生, 姚娜娜

武汉中和工程技术有限公司, 湖北 武汉 430312

摘 要 : 本文旨在探讨构建和完善工程检测标准体系的重要性及其实施策略。文章指出, 当前工程检测行业存在检测手段参差不齐、结果可靠性不高的问题, 亟需构建一套科学、合理、完善的工程检测标准体系, 以规范行业行为、提高检测质量、保障工程质量安全。文章从构建原则和方法、实施难点与对策、实施策略等方面进行了深入分析, 并提出了提升标准体系完整性、增强标准实施执行力、改善技术和设备支持、促进行业协同与信息共享等具体建议, 为推动我国工程检测行业健康发展提供参考。

关 键 词 : 工程检测; 标准体系; 构建; 实施策略; 质量

Research On Construction And Implementation Strategy Of Engineering Inspection Standard System

Ma Hongsheng, Yao Nana

Wuhan Zhonghe Engineering Technology Co., LTD., Hubei, Wuhan 430312

Abstract : This paper aims to discuss the importance of constructing and improving the engineering testing standard system and its implementation strategy. The paper points out that there are many problems in the current engineering testing industry, such as uneven testing means and low reliability of results. It is urgent to build a scientific, reasonable and perfect engineering testing standard system to standardize the industry behavior, improve the testing quality and ensure the engineering quality safety. This paper makes an in-depth analysis from the aspects of construction principles and methods, implementation difficulties and countermeasures, and implementation strategies, and puts forward specific suggestions such as improving the integrity of the standard system, enhancing the implementation of standards, improving technical and equipment support, and promoting industry collaboration and information sharing, so as to provide references for promoting the healthy development of China's engineering testing industry.

Keywords : engineering testing; standard system; build; implementation strategy; quality

引言

在我国经济稳步增长及社会主义现代化建设不断深化的背景下, 工程建设行业在国民经济体系中的重要性愈发突出, 其中工程检测标准体系是规范工程检测行为、提高工程质量、保障人民群众利益的重要手段。工程质量不仅关系到人民群众的生命财产安全, 还直接影响着国家经济发展和社会稳定, 为了确保工程质量, 工程检测作为工程建设的重要环节, 其重要性不言而喻。

一、国内工程检测发展现状

随着城市化进程的加快和基础设施建设的推进, 建设工程质量检测行业市场规模持续扩大, 年均增长率超过20%。据2022年底的数据显示, 中国建设工程质量检测行业机构数量达到8412家, 行业收入规模为687.26亿元。国内工程检测行业在近年来取得了显著发展, 检测技术不断升级, 检测范围持续扩大。然而, 当前, 工程检测市场存在检测手段参差不齐、检测结果可靠性不高等问题, 这直接影响了工程质量的安全与可靠性。面对日益增长的工程质量需求, 构建完善的工程检测标准体系显得尤为重要, 工程检测标准体系的构建, 有助于统一行业规范, 提高检测

质量, 确保工程项目的顺利实施。

建筑工程的质量检测, 关乎整个工程项目的质量保障和安全运维, 因此梳理总结新时期新形势下的建设工程质量检测需求, 明晰新形势下建设工程质量检测的作用, 这对于建设工程质量检测工作的开展而言十分重要^[1]。

二、工程检测标准体系构建

(一) 工程检测标准体系构建的基本原则与方法

1. 原则

工程检测标准体系的构建是确保工程建设质量和安全的基础性

工作，它在整个建设过程中扮演着举足轻重的角色，其核心在于遵循科学性、系统性、可操作性和动态性原则^[2]。标准体系需建立在充分的科学研究和实践验证之上，确保每一项标准都具备先进性和准确性。同时，它必须全面覆盖工程建设的各个层面，形成一个相互关联、协调一致的整体，以便于在实际工作中得到有效执行。此外，标准体系应简洁明了，易于检测人员理解和操作。考虑到技术进步和行业发展的不断变化，标准体系还需具备动态更新能力，确保其持续适用并指导工程实践，从而保障工程质量和安全。

2.方法

工程检测标准体系的构建是一项复杂而系统的工作，其方法如图-1所示：

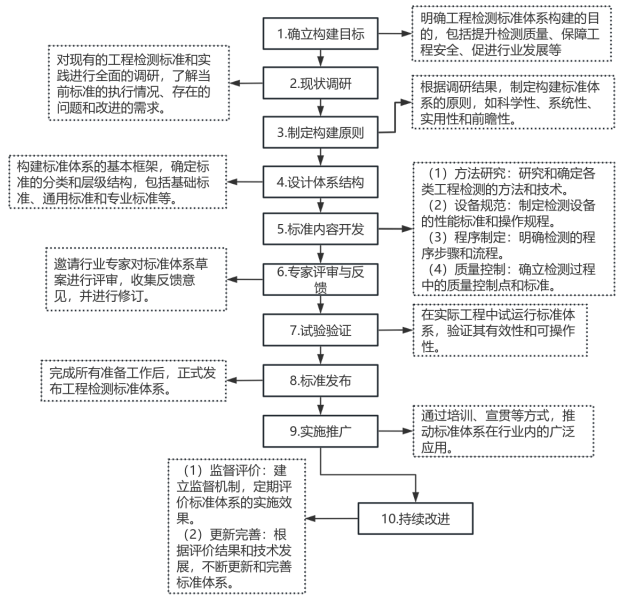


图-1

(二) 工程检测标准体系构建中的难点与对策

在工程建设领域，一个完善且高效的工程检测标准体系对于保障工程质量、提升管理水平具有至关重要的作用。然而，在构建工程检测标准体系的过程中，面临着诸多难点与挑战，主要体现在以下几个方面：

1. 统一性难题

工程检测领域涉及材料科学的微观分析、结构工程的宏观测试以及环境影响的综合评估等多个方面，每个领域都有其特定的检测方法和标准^[3]。例如，材料检测可能侧重于化学成分和物理性能的测定，而结构检测则更关注于承载能力和稳定性。环境检测则关注于工程对周边生态的影响。这些领域之间的检测方法和标准差异显著，给标准体系的构建带来了巨大挑战。

为了实现不同领域检测标准的统一和协调，需要克服以下几个难点：（1）要识别并提取各领域检测标准中的共性元素，如基本术语、检测流程和数据处理方法等。例如，无论是材料检测还是结构检测，都需遵循一定的试验程序和数据记录规范。（2）要建立跨领域的沟通平台，促进各领域专家的交流与合作，共同制定出一套既能够覆盖各领域特点，又具有普遍适用性的标准^[4]。比如，可以制定一套适用于不同材料类型和结构形式的通用检测流程标准。（3）要确保新构建的标准体系既能保持各领域特色，

又能实现标准间的相互引用和衔接，以保障标准体系的完整性和兼容性。通过这样的努力，才能构建出一个高效、统一的工程检测标准体系，为工程质量提供有力保障。

2. 技术更新迅速

在工程检测标准体系的构建过程中，技术更新的迅速性构成了一个显著的挑战。随着科技的持续进步，新技术、新材料和新工艺的不断涌现，工程检测领域的技术迭代速度显著加快，使得原有检测标准迅速变得过时，迫切需要更新和完善。与此同时，工程检测标准的制定流程繁琐，包括调研、试验、论证和征求意见等多个环节，导致标准制定的周期较长，往往难以跟上技术发展的快速步伐，从而造成标准体系与现实需求之间的脱节。此外，技术更新对检测人员的能力提出了更高要求，他们必须不断学习新技术、掌握新方法，以保证检测结果的精确和可靠，但人才培养和知识更新的速度却难以匹配技术的快速变化。检测设备的更新换代也面临巨大压力，检测机构需要在保障检测质量的同时，合理规划设备更新，以降低成本。再者，当前工程检测标准体系的适应性存在明显不足，它难以全面覆盖不断涌现的新型工程项目所带来的复杂检测需求，面对这一难题，需要积极探索和实施策略，以提升标准体系的灵活性和广泛适用性。

3. 标准细化与实施难度

工程检测标准的制定，不仅要求科学严谨，还必须具备实际操作性和实用性，以确保在具体检测活动中得以有效执行^[5]。在这一过程中，平衡不同利益相关方的期望和需求，成为一项复杂而微妙的任务。涉及设计、施工、监理、检测机构以及材料供应商等多方，他们对标准的看法和需求各不相同。

为了制定出既符合工程质量要求，又能为检测人员提供明确指引的标准，必须在细化过程中做到以下几点：第一，全面深入地调研，广泛听取各方意见，确保标准的公平性和广泛适用性；明确标准的适用情境和检测技术路线，避免歧义，确保执行的一致性；第二，设定合理的检测指标和标准值，防止标准过于宽松或过于严格，以兼顾质量控制和经济成本。同时，建立标准的动态反馈和修订流程至关重要。它允许我们根据实际操作中的反馈和问题，及时对标准内容进行调整和优化，确保标准的持续适用性和实用性。

4. 人才培养与队伍建设

工程检测标准体系的构建与实施，是一项需要高素质专业人才支撑的系统性工程。面对我国工程检测领域专业人才的短缺，破解这一瓶颈是推动标准体系建设的关键。为此，需采取以下策略来加强人才培养和队伍建设，提升技术水平：

一是优化人才培养体系，通过增加高校和职业院校中工程检测相关专业的设置和招生，培育具有扎实专业知识和实践能力的工程检测新秀。同时，定期为在职人员提供专业培训，以提升他们的业务能力和技术水平。二是构建有效的人才激励机制，通过奖励和表彰，激励优秀人才发挥潜能，为工程检测领域带来新的活力和创新思维^[6]。三是拓宽国际视野，加强与国际同行的技术交流与合作，吸收借鉴国外的先进技术和管理经验，以提升我国工程检测队伍的国际竞争力。

通过这些综合措施，逐步打造一支专业素质过硬、技术能力突出的工程检测团队，为我国工程检测标准体系的完善和执行提

供坚实的人才支撑。

三、工程检测标准体系实施策略

（一）提升标准体系的完整性

在我国经济迅猛发展的背景下，工程建设规模不断扩张，工程检测标准体系的重要性愈发突出。为提升这一体系的完整性，建议成立跨学科、跨领域的标准制定委员会，由工程专业、管理学、法学等多领域专家共同参与，以拓宽标准覆盖面，增强标准的指导性和实用性^[7]。同时，定期评估和更新标准，设立专门的标准评估小组，淘汰过时标准，补充新技术、新工艺所需标准，并加强与国际先进标准的接轨，提升国际竞争力。

在此基础上，应着力提升标准体系的协调性和统一性。通过系统梳理和整合现有的各类标准，确保同一领域内的不同标准之间能够有效衔接，从而避免标准之间的重复建设和相互冲突。例如，在环保领域，应确保地方环保标准与国家环保标准、行业环保标准保持一致，避免因标准不一导致的执行混乱。为此，相关部门需加强对标准执行情况的监督，及时发现并解决标准执行中的问题，确保各项标准在各地得以统一、规范实施，进而提升整个行业的管理水平和效率。

（二）增强标准实施的执行力

为确保工程检测标准得到有效实施，建立健全的监督机制至关重要^[8]。制定定期检查计划，全面检查企业和检测机构的标准执行情况，覆盖设备、工艺、人员等各个环节，同时引入第三方评估机构进行客观、公正的评价，形成闭环管理，确保标准执行的持续性和稳定性。此外，加强对检测机构和人员的培训和考核，通过培训内容涵盖标准解读、检测方法、设备操作等方面，以及建立考核制度，提升其业务水平，为标准执行提供保障。

2022年11月10日，住房和城乡建设部办公厅发布《建设工程质量检测机构资质标准（征求意见稿）》，并于2023年1月1日起施行^[9]。一方面，为提高企业和管理部门对标准执行的重视程度，通过宣传教育、案例分析等方式强化标准意识，并建立激励和惩罚机制，奖励严格执行标准的单位，处罚不执行或执行不力的单位，以此激发执行标准的积极性。另一方面，通过宣传教育、案例分析等方式，强化企业和管理部门的标准意识，使其认识到标准执行的重要性。

（三）改善技术和设备支持

技术和设备的先进性直接关系到检测结果的准确性和可靠性，进而影响整个工程项目的质量和安全。为提升标准实施的效率和质量，企业和管理部门需加大技术研发投入，设立专项基金支持检测技术的研究与开发^[10]。通过产学研合作，推动高灵敏度传感器、智能化检测系统等先进检测技术的创新与应用。例如，在土木工程领域，通过与高校和研究机构合作，企业可以开发出用于监测桥梁和建筑物健康状况的高灵敏度传感器，这些传感器能够实时捕捉到结构微小的变形和应力变化，从而提前预警潜在的结构风险。同时，定期更新检测设备，采用高精度、高可靠性的仪器和设备，制定设备更新计划，淘汰落后设备，引进国际先进检测设备，并加强设备管理维护，确保检测数据的准确性。在此基础上，通过与高校的合作研究，引入和开发新型检测方法，如大数据分析、云计算等现代

信息技术，以及无损检测、快速检测等技术，以满足不同场景的检测需求，丰富检测手段，提升检测能力，为企业提供全面、高效的检测服务，确保标准实施的科学性和有效性。

（四）促进行业协同与信息共享

为促进工程检测行业的整体提升与健康发展，亟需构建一个行业协作网络，粉碎信息壁垒，实现资源的优化共享。通过搭建行业协作平台，旨在加强企业间及区域间的沟通与合作，以此实现资源的优势互补和行业的共同进步。此举不仅整合了行业资源，提升了资源配置的效率，还为工程检测提供了更加全面与高效的服务。比如，若干检测机构可携手合作，共同研发前沿技术，共享实验室资源，并联合承接大型项目的检测任务。

同时，打造一个集成的工程检测信息平台，目的是消除“信息孤岛”现象。该平台涵盖了从数据采集、存储、分析到应用的一系列流程，保障了工程检测数据能够实时互联互通，增加了检测流程的公开度，减少了交流成本，进而提升了整个行业的竞争力。此外，推动行业采用标准化数据格式，以便利信息的整合与共享。统一的数据格式标准有助于提升数据质量，促进不同系统与平台间的数据交换，从而提高信息共享的效率，推动工程检测行业迈向更高的发展层次。

结束语

构建和完善工程检测标准体系是一项长期而艰巨的任务，需要政府、企业、科研机构等多方共同努力。通过不断提升标准体系的完整性、增强标准实施的执行力、改善技术和设备支持、促进行业协同与信息共享，我们相信，我国工程检测行业必将迎来更加健康、规范、高效的发展，为保障工程质量安全、推动工程建设行业高质量发展做出更大贡献。

参考文献

- [1]周琴. 新形势下建设工程质量检测的重要作用探析 [N]. 山西科技报, 2023-11-09(B06).
- [2]邢忠群, 李文学. 建设工程质量检测机构运行风险管理分析 [J]. 中国质量监管, 2024, (03): 172-173.
- [3]刘心男, 李瑞, 王家慧, 等. 基于可拓云模型的建设工程质量检测机构运行风险评估研究 [J]. 工程管理学报, 2023, 37(06): 126-131. DOI: 10.13991/j.cnki.jem.2023.06.023.
- [4]强化检测资质管理提升检测技术能力——《建设工程质量检测机构资质标准》解读 [J]. 安装, 2023, (05): 2-3.
- [5]刘心男, 王家慧, 纪颖波. 建设工程质量检测机构运行风险管理研究 [J]. 建筑经济, 2023, 44(11): 89-94. DOI: 10.14181/j.cnki.1002-851x.202311089.
- [6]强化检测资质管理提升检测技术能力——《建设工程质量检测机构资质标准》解读 [J]. 城市道桥与防洪, 2023, (06): 298-299.
- [7]黄立刚, 朱沈阳, 郑海平, 等. 建设工程检测企业发展现状及检测质量状况的调研报告 [J]. 工程质量, 2023, 41(06): 1-8.
- [8]丁百湛, 吴志球, 孙兰兰, 等. 建设工程质量检测综合报告制度执行过程中遇到的问题及建议 [J]. 工程质量, 2023, 41(06): 9-11+28.
- [9]韩海方, 文四旭, 游昌海. 建设工程质量检测行业现状及发展对策 [J]. 砖瓦, 2024, (04): 97-99. DOI: 10.16001/j.cnki.1001-6945.2024.04.023.
- [10]王家慧. 建设工程质量检测机构运行风险识别与评价研究 [D]. 北方工业大学, 2023. DOI: 10.26926/d.cnki.gbfgu.2023.000702.

水利工程运行管理中的风险评估与应急预案制定探讨

庄舜尧

承德市承德县水务局, 河北 承德 067400

摘 要 : 随着社会经济的发展和科学技术的进步, 水利工程得到了广泛的应用, 为我国农业、工业以及居民生活提供了较大的帮助。在水利工程运行管理中, 经常会出现各种突发事件, 需要及时对其进行评估, 并制定相应的应急预案。只有这样才能更好地应对突发事件, 保障人民群众生命财产安全。

关 键 词 : 水利工程; 运行管理; 风险评估; 应急预案; 制定探讨

Discussion On The Risk Assessment And Emergency Plan Formulation In The Operation And Management Of Water Conservancy Projects

Zhuang Shunyao

Chengde City, Chengde County Water Bureau, Hebei, Chengde 067400

Abstract : With the development of social economy and the progress of science and technology, water conservancy projects have been widely used, providing great help for our agriculture, industry and residents' life. In the operation and management of water conservancy projects, there are often various emergencies, so it is necessary to evaluate them in time and formulate corresponding emergency plans. Only in this way can we better respond to emergencies and protect the safety of people's lives and property.

Keywords : water conservancy project; operation management; risk assessment; emergency plan; formulation and discussion

引言

随着社会的发展, 我国对水利工程建设越来越重视。水利工程建设可以保证农业和工业的发展, 提高人民的生活质量。然而, 在水利工程运行管理过程中, 存在很多不确定因素, 容易导致安全事故的发生。因此, 为了提高水利工程的运行管理水平, 需要对水利工程中存在的安全生产问题进行深入分析。

一、水利工程运行管理中的风险评估与应急预案制定探讨的必要性

(一) 促进水利工程运行管理工作的有效开展

水利工程是我国现代化建设的重要基础, 在保障人们生命财产安全、促进社会经济可持续发展等方面发挥着积极作用。然而, 随着我国水利工程项目数量的增多, 其所暴露出的风险也越来越多, 其中最常见的就是各种突发事件和自然灾害。因此, 如何更好地控制风险、降低风险对水利工程造成的影响, 是当前水利工程运行管理工作中需要重点关注的问题。基于此, 有必要结合风险评估技术开展相关研究工作, 并制定完善的应急预案, 这不仅能为水利工程运行管理提供依据, 而且还有助于提升水利工程整体运行质量^[1]。

(二) 保证水利工程运行管理安全

水利工程在其日常运营管理中扮演着至关重要的角色。通过

精心的规划与严格的执行, 不仅能够确保整个水利系统的稳定和高效运作, 还可以有效地预防潜在的风险事件, 从而减少由于这些突发状况可能导致的损失。这种精细化的管理, 使得水利设施在面对各种环境挑战时, 能够保持长期的安全与可靠性。因此, 有关部门必须加强对水利工程运行的管理和维护工作, 做好风险评估工作, 制定应急预案, 从而有效规避各种风险, 保障水利工程运行管理安全。

(三) 对水利工程进行合理维护

水利工程是我国目前发展的重点, 只有做好对其运行情况的管理与维护才能确保其发挥出应有作用。为了使工程的价值得到充分体现, 在运行过程中要重视对水利工程的检查与维护工作, 主要包括对工程结构进行定期检测、维修以及加固等工作。另外, 由于我国各地区地理位置和自然条件存在差异性, 因而很难制定统一标准, 再加上水利项目资金来源渠道较多, 施工单位较分散, 因此还需要相关部门加大监督力度, 落实相应的规章制度

作者简介: 庄舜尧, 男, 出生年月: 1982年2月, 汉族, 籍贯: 河北承德, 学历: 本科, 职称: 注册安全工程师, 研究方向: 从事水库, 水闸, 堤防等水利工程运行管理。

度,从而促进水利工程的科学管理^[2]。

（四）保证国家经济的稳步发展

在中国,随着经济的飞速发展,水利工程建设也随之得到了国家层面的极大关注和支持。这种重视不仅体现在政策上的倾斜,更渗透到实际操作中,成为推动水利事业向前发展的强大动力。然而,在这一过程中,水利项目管理的风险控制与预防措施显得尤为重要。若不能对潜在的风险有深刻的认识和有效的预防措施,那么水利工程建设很可能会因各种不确定性因素而受阻,甚至出现失败的局面,从而影响整个项目的成功实施和预期的社会效益。因此,对于如何在水利项目中有效地管理风险并采取相应的预防措施,成为我们必须面对和解决的问题。因此,只有加强水利工程的风险评估工作和制定应急预案才能使工程运行更加稳定可靠,保证水利工程的质量和安 全,确保国家经济的稳步发展。

（五）保障社会的稳定和安全

在水利工程的日常管理与维护过程中,众多不可预见的外部因素往往会对工程安全构成威胁。这些因素包括极端天气事件、地质灾害以及人为失误等,它们都可能导致重大的风险和问题,给水利工程带来不可预知的影响。因此,及时识别并评估这些风险是确保工程顺利运行的关键所在。通过对风险的分析和评估,可以有效地预防风险的发生,减少事故造成的损失。同时,还能够增强人员安全防护意识,为人民群众提供一个安全、稳定的生活环境。因此,加强水利工程运行管理的风险评估,制定完善的应急预案,对于保障水利工程的安全运行具有重要意义^[3]。

二、水利工程运行管理中的风险评估与应急预案制定探讨的存在问题

（一）对水利工程运行管理工作不够重视

在深入分析当前的水利工程运行状况时,可以明显地发现在运行管理层面上存在一些亟须解决的问题。具体来说,造成这一现象的主要原因是相关管理人员对于水利工程所承担的重大责任和作用缺乏充分的理解和重视。这种认识上的缺失导致了管理制度设计上的不完善,从而影响了水利工程的正常运行与维护。因此,为了确保水利工程的有效管理和可持续发展,必须加强对管理人员的培训,提高他们对水利工程重要性的认知,并对现有的管理体系进行全面审视和必要的调整与优化。这就导致了水利工程运行中出现许多漏洞,容易引发安全事故,甚至影响到整个工程的正常运行。比如在日常工作中没有做好巡视工作,不能及时发现隐藏的安全隐患,一旦发生突发状况就难以解决;另外在管理过程中还会受到施工质量等因素的影响,最终导致水利工程在使用过程中出现问题,对其安全性能造成较大影响。因此,为了能够提升水利工程运行管理水平,必须加大管理力度,增强管理意识,促使水利工程得到充分利用^[4]。

（二）应急预案不健全,管理不规范

目前,在我国水利工程的运行中,应急预案的不健全是一个普遍存在的问题。由于相关人员缺乏对风险和应急管理的意识,

同时也没有完善的风险评估机制,所以无法制定出健全有效的应急预案。此外,部分单位虽然制定了应急预案,但缺乏对预案的培训与演练,使得预案的作用无法得到充分发挥。而且,由于缺乏专业技术人才,工作人员在进行风险评估时往往只关注项目本身而忽视其他方面的影响,导致评估结果不够准确。这些都直接影响了水利工程运行管理的质量。

（三）运行管理人员综合素质参差不齐

水利工程的顺利运行绝非易事,它涉及众多的环节与细节。在这个过程中,不仅需要水利专家们运用他们丰富的管理知识和经验,还要结合现代技术手段,进行精确细致的规划与操作。同时,更离不开专业维护人员的精心维护,以确保每一项工程部件都能达到最佳工作状态,保障整个系统的安全稳定运行。但是从实际情况来看,大部分的运行管理人员都没有经过专业系统培训,相关知识掌握不足,而且实践操作能力不强,对于突发事件的处理经验较少,无法在第一时间采取有效措施。同时,还有部分运行管理人员由于工作态度、职业道德等方面问题,存在严重的工作失误,也会对水利工程运行造成严重影响。因此,为了更好地提高水利工程的运行水平,有必要加强运行管理人员的综合素质培训,使其具备过硬的综合能力,这样才能为水利工程运行奠定坚实基础^[5]。

（四）管理体制有待完善

我国目前的水利工程运行管理体制中,缺乏对水利工程建设、管理以及运行维护等环节的监督机制。另外,由于工作人员素质参差不齐,在开展风险评估时难免出现一些问题,并且不能及时解决。同时,部分地区并未建立起完善的风险管理体系,致使风险管理和应急预案设计无法有效进行,这对于水利设施的安全稳定运行十分不利。因此,在水利工程管理中,相关部门应该充分认识到风险管理与应急预案制定的重要性,进一步加强管理体制 改革,强化制度建设,严格落实责任制度,从而促进水利工程管理水平的提升。

（五）水利工程管理制度不健全

水利工程的建设和运行需要一套完善的管理制度来支撑,但在我国的很多水利工程中却存在着制度不健全、管理混乱的问题。一方面,是因为我国大部分的水利工程都属于政府投资项目,因此缺少市场化运作的机制,而没有市场机制作为保证,很难建立健全相关的制度体系;另一方面,由于目前我国的水利工程 管理队伍还比较年轻,缺乏丰富经验,所以不能制定出符合实际情况的制度。因此,要想提高水利工程运行管理的风险评估水平,就必须建立起完善的制度体系,这样才能够为风险评估工作提供有力的支持^[6]。

三、水利工程运行管理中的风险评估与应急预案制定探讨的策略

（一）加大水利工程的安全监管力度

在水利工程管理过程中,应当建立健全和完善与之相匹配的安全监管制度,实现对水利工程的有效监管。为了提高水利工程

安全运行的整体水平，相关部门可以根据不同地区、不同类型的水利工程制定相应的安全生产管理标准和安全生产目标，并严格按照标准进行执行，最大程度上保证水利设施的安全可靠。同时，针对国家颁布的各项规章制度以及法律法规，还要组织专业人员进行系统全面的学习，加深工作人员对于水利设施安全管理重要性的认识，明确自身的责任与义务，形成良好的监督机制，真正发挥出水利工程在国民经济发展中的重要作用^[7]。

（二）做好风险评估工作

在水利工程的运行管理过程中，一定要做好风险评估工作，这是对工程风险进行识别、分析、评价、决策和控制等活动的总和。通过风险评估能够使得管理部门全面了解整个工程所面临的风险，并且根据风险等级来采取有效的应对措施，进而实现水利工程安全运行目标。因此，水利工程项目管理单位应该建立完善的风险评估机制，通过对水文气象数据进行收集整理，并结合以往的经验数据，确定相应的风险因素，然后将这些风险因素与风险等级相对应起来，最后形成风险清单，为应急预案编制提供重要依据^[8]。

（三）对应急预案进行制定

水利工程在运行管理期间，可以根据实际的运行情况，以及面临的风险，对其制定相应的应急预案。从水利项目风险管理角度出发，应明确相关部门与单位职责，进而将其纳入应急管理体系当中。例如：可将各部门与单位划分为一级、二级和三级，其中一级又被分为两类：一是指挥部；二是办公室。针对这些组织机构，要建立健全的规章制度，并严格落实各项工作。与此同时，还要提升员工的专业素质与综合能力，使其能够熟练掌握各项操作流程。同时，还需做好相应的培训工作，以便能够保证应急预案发挥应有作用。另外，在对应急预案进行制定时，要注意

将各种因素考虑在内，尤其是要重点考虑突发性事件，如：暴雨、洪水等。另外，在针对不同等级的风险进行评估时，也要按照要求，在科学分析的基础上，制订出合理有效的对策，以降低或避免风险带来的损失^[9]。

（四）完善应急管理体系

水利工程建设的管理工作是非常复杂的，具有较高的系统性和综合性。因此在进行应急管理时，要将其与水利行业发展结合起来，充分考虑工程项目的实际情况，制定科学合理的应急方案，进而全面提升应急管理体系的运行质量。另外还要建立完善的信息收集系统，通过该系统来加强对重要信息的关注和收集，为后续的风险评估奠定基础。同时还要建立健全预警机制，并做好相应的宣传工作，以便能够及时地获取外界相关信息，进而能够有效地规避风险^[10]。

（五）加强应急预案宣传

应急预案是为保障水利工程安全运行而制定的，因此要想提高应急预案的作用，必须加强对其宣传。在制定应急预案后，应该让水利管理部门与工程管理人员了解、熟知并熟悉其中的内容，使他们可以根据预案进行有效的应对。另外，也应该加大对社会公众的宣传力度，让广大群众认识到应急预案的重要性，增强自身的危机意识，能够及时发现隐患并加以处理。

结语

我国水利工程运行管理中，存在着各类问题，比如缺乏完善的应急预案、管理体系不健全、专业人才缺乏等，这些问题对水利工程运行产生了较大影响。因此，应高度重视风险评估和应急预案的制定工作，为工程运行提供安全保障。

参考文献

[1] 沈春生. 水利工程运行管理中远程监控技术的有效应用 [J]. 农村科学实验, 2024, (02):72-74.
[2] 陈祥梅, 王萍. 水利工程运行与管理中的安全风险评估与控制 [J]. 水上安全, 2023, (14):172-174.
[3] 曾舸. 湖北枝江市农村饮水安全工程运行管理模式评价分析 [D]. 新疆农业大学, 2021.
[4] 王凯. 公益性水利工程运行管理服务外包研究 [D]. 宁波大学, 2019.
[5] 马娜. 水利工程运行管理中远程监控技术的有效应用 [J]. 南方农机, 2021, 52(19):164-166+171.
[6] 王凯. 公益性水利工程运行管理服务外包研究 [D]. 宁波大学, 2019.
[7] 黄春华, 陈尧, 夏甜, 等. 广东省小型水利工程安全运行管理中存在的主要问题及改进措施 [J]. 土木工程与管理学报, 2021, 38(05):43-48.
[8] 卫丽, 龚克. 水利工程运行管理中的问题及其对策 [J]. 科技风, 2022, (03):107-109.
[9] 罗逸铭, 李连国, 张李菀, 等. 信息化技术在小型水利工程运行管理中的应用 [J]. 江西水利科技, 2022, 48(01):20-23.
[10] 蔡健. 数字孪生技术在水利工程运行管理中的应用研究 [J]. 长江技术经济, 2022, 6(S1):245-247.

配电网工程施工管理中的质量控制与提升策略研究

纪宏彬

泰州三新供电服务有限公司靖江分公司, 江苏 靖江 214500

摘 要 : 随着我国社会经济的不断发展, 电网建设工程也逐渐增多, 尤其是配电网的建设工程更是逐年增多。配电网工程的建设过程中需要高度重视施工管理, 只有提高施工质量, 才能保障配电网工程的安全运行。但是在配电网工程施工管理的过程中, 经常会出现一些问题, 严重影响了施工质量, 对配电网工程的安全运行带来了很大的威胁。本文主要分析了在配电网工程施工管理中存在的问题, 并提出了相应的质量控制与提升策略, 希望能给相关工作人员提供一定参考。

关 键 词 : 配电网工程; 施工管理; 质量控制; 质量提升

Research On Quality Control And Improvement Strategy In The Construction Management Of Distribution Network Engineering

Ji Hongbin

Jingjiang Branch of Taizhou Sanxin Power Supply Service Co., Ltd., Jiangsu, Jingjiang 214500

Abstract : With the continuous development of China's social economy, the construction of power grid has gradually increased, especially the construction project of distribution network has increased year by year. In the construction process of distribution network project, it is necessary to attach great importance to construction management, and only by improving the construction quality can we ensure the safe operation of distribution network project. However, in the process of construction management of distribution network engineering, there are often some problems, which seriously affect the construction quality and bring great threats to the safe operation of distribution network engineering. This paper mainly analyzes the problems existing in the construction management of distribution network projects, and puts forward the corresponding quality control and improvement strategies, hoping to provide some reference for relevant staff.

Keywords : distribution network engineering; construction management; quality control; quality improvement

引言

近年来, 我国经济发展水平不断提高, 人们对电力需求日益增大。为了满足人们用电需求, 我国电力事业得到了快速发展。但是由于部分电力企业对配电网工程施工管理质量控制工作不到位, 导致配电网工程施工管理效果不佳, 影响了电力事业的健康发展。所以, 为满足电力事业发展的需要, 电力企业对配电网工程施工管理质量控制进行了深入研究, 以求有效提升配电网工程施工管理水平。

一、配电网工程施工管理中的质量控制与提升的意义

(一) 满足人们的用电需求

随着经济的快速发展, 人们的生活水平得到了极大的提高, 对电力系统提出了更高的要求。配电网是重要的能源传输通道, 与人们日常的工作、生活息息相关。在经济快速发展的过程中, 人们对电力需求越来越大, 促使我国的电网规模不断扩大, 数量不断增多。而现有的配电网络大多都存在一定的缺陷和不足, 导致供电不稳定、电压不稳等问题, 影响到居民的用电安全。为了

满足人们对用电质量的需求, 需要加强配电网工程的施工管理, 采取有效措施, 提升工程的质量, 确保供电的可靠性和稳定性, 为人们提供充足的电力资源^[1]。

(二) 降低工程施工成本

一方面, 降低了材料浪费的成本。在配电网工程施工过程中, 会有大量的人力和物力投入其中, 这就导致了成本费用不断增加。为了降低这一部分的施工成本, 就要做好工程质量管理工

作, 提高施工材料的质量, 从而避免资源浪费问题的出现。另一方面, 减少了返工时间, 节约了工程建设成本。电力工程建设项

作者简介: 纪宏彬, 男, 出生年月: 1978年12月, 汉族, 江苏省泰州市靖江市, 大专学历, 研究方向: 配电网工程施工管理。

目是一个复杂的系统工程，其所涉及的领域比较多，所以一旦某一环节出现问题，就会影响到整个工程建设项目。因此，做好施工质量管理，可以有效地解决这一问题，保证工程建设项目顺利进行。同时还能降低工程施工过程中的返工成本，进一步降低工程建设成本。

（三）提高社会效益

在进行配电网网络施工的过程中，为了确保电力设备能够达到设计要求，需要投入大量的资金、人力以及物力资源。若不能有效地控制施工质量，不仅会导致大量的人力物力浪费，而且还会出现返工等现象，严重时甚至会使企业蒙受巨大经济损失。因此，提高配电网工程施工管理工作的质量，可以有效降低施工成本，提升施工单位的经济效益。

（四）推动国家电网发展

我国是一个人口大国，也是一个电力消费大国。而目前，国内电网所提供的电力资源并不能满足人们生活的需求，因此需要继续加大电网建设的力度，提高供电质量和效率。对于一些比较偏远的地区而言，由于经济条件和地理位置等因素的限制，如果采用传统的技术手段，很难实现良好的效果，这就需要我们结合实际情况，对配电网工程进行合理规划和设计，同时将质量控制理念引入其中，通过科学、合理的方式来解决施工过程中存在的质量问题，进而促进配电网的发展^[2]。

二、配电网工程施工管理中的质量控制与提升的影响因素

（一）设计文件

在配电网工程建设的过程中，设计文件的质量是影响工程质量的关键因素。目前，我国在电力系统的设计方面还不够成熟，经常出现设计文件与现场实际情况不符的现象，这就会导致施工人员无法对施工项目进行准确定位，从而使工程成本不断提高，甚至引发安全事故。因此，为了有效提升配电网工程施工管理水平，必须做好设计文件的质量控制工作。在进行配电网工程施工之前，应该提前制定出一套完善的技术方案，以便于控制整个施工流程。同时，还需要将一些重要参数纳入其中，并明确每一个环节所涉及的施工工艺、设备以及其他相关内容，为后续施工工作开展奠定基础。此外，还要加大对施工图纸的审查力度，防止其中存在较多错误信息，降低施工效率。

（二）施工方案

配电网工程的施工项目比较多，因此在进行施工方案设计时，必须明确各个工程项目的具体情况。在进行施工方案设计时，应该充分考虑各方面的影响因素，尽量将所有可能出现的问题都考虑在内，然后对这些问题作出相应的解决措施，这样才能有效避免各种意外情况的发生。另外，还需要对整个施工方案的可操作性、合理性等进行全面分析，确保能够满足相关规范标准和要求，以此来提升配电网工程施工管理的质量。从目前实际情况来看，很多电力企业并没有对配电工程施工方案进行科学合理的制定，而是采用了一些传统的施工方法。这种施工方法在一定

程度上会影响工程质量。而且有些企业在进行施工方案设计时，只是一味地追求施工成本的降低，根本不考虑实际的施工条件。这样一来就无法保证工程建设质量，甚至还会增加工程投资成本。所以，在进行施工方案设计时，必须从实际出发，做好事前预防工作，防止各类质量事故的发生。

（三）设备与材料

在配电网工程的施工管理中，设备与材料的质量是工程质量控制和提升的前提。而其质量则受到多方面的影响，比如设备材料是否具有合格证以及产品说明书等。这些都会对工程的质量产生影响。除此之外，设备安装后是否能够满足运行条件也是很关键的。如果出现问题，可能会导致整个工程不能正常运行。因此，在配电网工程的施工管理中必须重视设备、材料等各个方面的质量管理工作^[3]。

（四）施工技术

施工技术对配电网工程的施工管理有着非常重要的影响，如果工程技术不够先进，则会导致施工中出现各种质量问题。例如：在进行电缆敷设时，由于缺乏专业的施工队伍和相关的施工经验，就会使得施工人员在铺设过程中遇到很多困难，从而影响整个配电网的质量；又如在杆塔安装过程中，没有采取正确的安装方法，使得电杆倾斜，这不仅会造成后期工作的不便，还可能引发安全事故。因此，加强配电网工程施工技术的研究十分必要，要通过技术手段不断提升配电网施工质量。

（五）安全管理

配电网工程在施工过程中，对安全的管理与控制是极其重要的。首先要从思想上做好安全管理工作，使每个参与到配电网工程施工中的人员都充分认识到自身所肩负的责任和使命，增强他们的安全意识，这就要求我们在实际工作中应结合自身工程项目的特点，制定出合理可行的安全生产方案；其次是加强技术培训，提高员工的操作技能，不断提升他们的综合素质，使其能胜任更高水平的配电网工程施工；再次是规范现场安全行为，杜绝各种违章现象的出现，尤其是那些严重影响施工安全的质量问题，要给予严厉打击。

三、配电网工程施工管理中的质量控制与提升的策略

（一）做好技术交底

技术交底是项目管理的一项重要工作，也是控制工程质量的一种有效手段。施工单位应在施工之前对建设单位和监理单位进行技术交底，将设计意图、工艺要求、技术标准及有关安全措施等告知业主方，并经双方签字确认后下发给施工人员。施工单位还应针对每个分项工程编制相应的技术交底文件，使现场人员了解分项工程的具体内容、技术要求以及施工注意事项，减少由于不熟悉图纸或不清楚施工工艺而出现的质量问题^[4]。

（二）严把材料质量关

配电网工程的原材料具有较强的特殊性，如果原材料质量达不到设计要求，那么就会影响整个工程施工的质量。因此，施工单位必须从源头上把好材料质量关，严格按照合同约定来选择供

应商，保证所使用的材料符合相关标准。同时，还要加强对进场材料的验收，确保其能够满足施工要求，不能有任何的差错。另外，在施工过程中，要派专人负责跟踪检测，一旦发现问题及时解决，坚决杜绝因材料质量差导致的质量事故。

（三）加强施工质量控制

在配电网工程的质量管理中，我们必须采取一种全面的、贯穿始终且全员参与的方法。这意味着在施工的初期阶段，就需要对材料进行严格的检验和设备进行仔细检查，确保所有使用的原材料都是符合标准的合格产品。同时，在施工过程中要严格遵守相关的规章制度，提升对工程质量的监控力度，确保施工人员能够及时识别并处理施工中出现的问題^[6]。随着工程的逐步推进，持续加强质量管理尤为重要。工程监督部门应当对施工质量进行不间断的巡查，及时掌握工程质量状况，一旦发现任何问题或隐患，应立即组织专业团队进行整改。只有通过这种全流程的质量管控，才能确保每一个环节都达到设计的高标准，从而真正提升整体工程的质量水平。工程完工后，对其进行全面的检测是必不可少的步骤。这包括但不限于电气性能测试、结构完整性分析以及环境适应性评估等。通过这些检测，可以确认工程是否符合设计文件的要求，是否满足了国家和行业的相关标准。总之，配电网工程的质量管理是一项系统性工作，它要求从项目策划到施工实施再到竣工验收的每一个环节都要精心组织、细致管理^[7]。只有这样，我们才能真正保障电网系统的安全稳定运行，为用户提供可靠、高效的电力服务。

（四）建立完善的工程质量管理体系

由于配电网工程的复杂性和系统性，给施工质量管理带来了较大的难度。为了保证配电网工程施工质量，就必须建立完善的质量管理体系，制定出科学合理的质量管理制度，使所有施工人员都能够严格按照相应的规章制度进行工作。同时，在施工过程中，也要根据实际情况不断地完善该体系，形成一套具有可操作性的工程管理体系，以便于工程顺利开展^[8]。另外，还应建立起健全的信息反馈机制，及时将各环节出现的问题上报至相关负责人，并对这些信息进行分析整理，以便于及时采取有效措施解决

问题。只有这样，才能确保整个工程的顺利进行，进而保证工程质量^[9]。

（五）加强对工程项目的监管

为了确保配电网工程能够达到预期的高标准，必须通过严格的监管措施来强化对工程施工的全程控制。这一监管活动不仅涉及对施工单位的质量管理，还包括监理单位在施工现场的监督作用，以及业主方在工程项目全周期内的责任落实。各个环节都需要遵循严格的法律和规范要求，以保障施工过程符合国家及行业的各项技术标准。通过这种系统性的监管机制，可以显著提高施工质量。具体而言，监管部门会定期进行现场检查、抽查和审核，确保所有施工单位能够在规定的时间内完成规定的施工内容^[9]。同时，对于发现的任何不符合规范或安全标准的行为，监管部门将立即采取纠正措施，必要时甚至会给予处罚，以此来维护施工的严格性和安全性。此外，加强监管还有助于及时发现潜在的安全事故隐患，从而避免了事故的进一步发生。一旦发生问题，监管部门会迅速介入调查，并根据调查结果采取相应的补救措施，防止类似事件再次发生。总之，通过加强对配电网工程的监管，不仅可以提升工程的整体质量，而且可以最大限度地降低安全事故的发生概率，确保配电网建设工作的顺利进行和社会经济的稳定发展^[10]。

结语

在新时期背景下，配电网工程作为我国电力行业的重要组成部分，对其质量管理工作提出了更高的要求。因此，我们需要深入研究配电网工程施工管理的质量控制问题，并采取有效措施来提升施工质量和效率。本文首先阐述了配电网工程施工管理中的质量控制与提升的意义，如满足人们的用电需求、降低工程施工成本、提高社会效益等。然后，分析了配电网工程施工管理中的质量控制与提升的影响因素，例如，设计文件、施工方案等。最后，基于这些问题，提出了相应的解决策略，包括做好技术交底、严把材料质量关、加强施工质量控制等。

参考文献

[1] 彭鸿辉. 南昌县配电网建设改造工程施工管理及效果评价研究 [D]. 南昌大学, 2020.
[2] 徐向民. A 配电网建设项目施工风险管理研究 [D]. 青岛大学, 2023.
[3] 唐涤尘. 配电网工程中的质量控制策略分析 [J]. 电子技术, 2023, 52(01): 250-251.
[4] 贾润地. 配网工程项目施工安全风险研究 [D]. 北京交通大学, 2021.
[5] 胡启军. 关于10kV及以下配电网工程施工安全和质量管理 [J]. 科技风, 2019, (32): 158.
[6] 刘晓军. 建筑工程现场施工的安全与施工技术要点探究 [J]. 四川建材, 2024, 50(02): 230-231+237.
[7] 唐钰骁. HY 电力公司配电网工程质量管理体系优化研究 [D]. 中南大学, 2023.DOI: 10.27661/d.cnki.gzhnu.2023.003550.
[8] 吴中朋. 芜湖古城改造项目风险管理研究 [D]. 安徽建筑大学, 2023.DOI: 10.27784/d.cnki.gahjz.2022.000499.
[9] 徐京睿. 220kV 变压器返厂维修工程质量控制研究 [D]. 山东大学, 2023.DOI: 10.27272/d.cnki.gshdu.2022.002163.
[10] 张凯沛. 配电网工程全过程咨询服务质量的影响因素识别与评价 [D]. 郑州大学, 2022.DOI: 10.27466/d.cnki.gzzdu.2022.003935.

基于人工智能的配电设备寿命预测模型研究

刘军

国网陇南市武都区供电公司, 甘肃 陇南 746000

摘 要 : 为了确保电力设备的安全可靠运行, 对电力设备进行故障诊断是十分必要的。针对配电设备的寿命预测问题, 建立了基于人工智能的配电设备寿命预测模型, 并通过实际数据进行了验证。通过对配电设备进行健康状态评估, 利用人工智能算法对其状态进行监测, 进而建立相应的状态评价指标。根据所建指标, 采用遗传算法和粒子群算法进行智能寻优, 以得到最优的监测结果。将该模型应用到某地区配电线路中, 根据监测数据对其进行分析与预测, 预测结果表明该模型具有较高的准确性, 为电力系统中设备寿命预测提供了新的思路。

关 键 词 : 人工智能; 配电设备; 寿命预测

Research On Life Prediction Model Of Power Distribution Equipment Based On Artificial Intelligence

Liu Jun

State Grid Longnan Wudu District Power Supply Company, Gansu, Longnan 746000

Abstract : In order to ensure the safe and reliable operation of power equipment, it is necessary to diagnose the fault of power equipment. Aiming at the life prediction problem of power distribution equipment, a life prediction model of power distribution equipment based on artificial intelligence was established and verified by actual data. By assessing the health status of power distribution equipment, using artificial intelligence algorithms to monitor its status, and then establishing corresponding status evaluation indicators. According to the established index, the genetic algorithm and particle swarm optimization were used to obtain the optimal monitoring results. The model is applied to the distribution line in a certain area, and the prediction results show that the model has high accuracy, which provides a new idea for the prediction of equipment life in the power system.

Keywords : artificial intelligence; power distribution equipment; life expectancy

一、引言

配电设备是电网中的重要组成部分, 其性能好坏直接关系到电网的安全、稳定和可靠运行。由于配电设备长期工作在恶劣环境中, 加上设备自身结构的限制, 不可避免地会出现各种故障, 对设备进行故障诊断和寿命预测是非常必要的。随着电力系统智能化程度的提高, 越来越多的智能算法被应用到配电设备的健康评估中。但是这些算法的预测精度与模型本身相关, 且难以满足实际需求。本文采用遗传算法和粒子群算法作为优化算法, 建立基于人工智能的配电设备寿命预测模型, 并在实际应用中, 对预测结果进行了验证。验证结果表明该方法能够满足配电设备寿命预测需求。

二、人工智能技术基础

(一) 人工智能概述

人工智能是计算机科学的一个分支, 它的目标是让计算机系统像人一样具有智能。它采用计算机、传感器和其他设备, 使计算机能够完成某些类似于人类智能的功能。人工智能技术主要包

括专家系统、机器学习、自然语言处理、计算机视觉等几个方面, 目前已经取得了一些成就。专家系统主要包括规则推理和专家系统两部分, 其核心思想是使用一套规则来指导系统的决策, 并通过对问题的推理来完成任务。机器学习是一种人工智能技术, 其核心思想是通过训练数据来建立模型, 从而对输入数据进行预测或决策。自然语言处理是一种人工智能技术, 其核心思想是利用自然语言处理技术来理解和生成文本。

(二) 机器学习基础

机器学习是通过计算机模拟人的智能, 根据学习到的知识和经验, 让计算机按照人类的思维方式去解决问题。它是人工智能发展到一定阶段的产物, 是以数据为基础的, 是通过数据进行学习而实现对知识和经验的获取, 最终能够实现人与机器之间的“合作”。机器学习在人工智能中占有重要地位, 通过机器学习能够实现对大量数据的学习和处理, 并将学习到的知识运用到新数据中, 从而进行预测和决策。采用传统 BP 神经网络实现对设备寿命预测模型构建, 将配电网设备运行状态进行实时监测并将监测结果传送到预测平台中。^[1]

(三) 深度学习基础

深度学习是一种模仿人脑神经网络学习能力的人工智能技

作者简介: 刘军, 出生年月: 1984年3月, 男, 汉, 籍贯: 甘肃武都, 在职大学本科, 助理工程师/技师, 研究方向: 配电。

术,通过不断的迭代来训练神经网络,从而让其具有预测的能力。其原理是将大规模数据进行抽象和特征提取,通过大量数据对神经网络进行训练,从而形成一个近似于人脑的神经网络,该神经网络能对复杂数据进行分析、处理和预测。深度学习被广泛应用于图像识别、自然语言处理等领域,在配电设备寿命预测领域中,深度学习具有很大的潜力。深度学习可分为两类:一类是深度卷积神经网络(DCNN),另一类是多层感知器(MLP)。

三、数据采集与预处理

(一) 数据采集方法

配电设备的运行状态是影响电力设备寿命的关键因素之一,同时也是影响配电设备寿命预测准确性的重要因素之一。因此,首先通过对配电网数据进行采集和分析,并结合相关的电力设备寿命预测方法,来对配电设备进行寿命预测。电力设备的健康状态是指电力设备在运行过程中,各种状态量(如电压、电流、功率等)的变化情况。同时,由于配电设备在运行过程中受到各种因素的影响,其健康状态也会发生变化。因此,电力设备健康状态信息可以表示为多种形式的监测信息(如电压、电流、功率、频率等),包括但不限于电流、功率等电参数信息。

电力设备的健康状态信息可以通过在线监测、运行状态评估和历史数据积累等手段获取。其中,在线监测是指利用各种传感器,通过数据采集装置将采集到的电参数等信息传输到数据中心;运行状态评估是指利用采集到的电参数等信息对设备的运行情况进行评估,用于判断设备的健康状况;历史数据积累是指通过分析大量的历史数据来总结设备运行规律,用于推断设备的健康状况。通过在线监测、运行状态评估和历史数据积累三种方式来获取电力设备的健康状况信息,其中在线监测和运行状态评估是主要采用的获取配电设备健康状况信息的方法。

(二) 数据清洗与预处理技术

设备运行状态的在线监测数据与历史数据相比,具有明显的滞后特点。随着设备运行时间的延长,设备故障会逐渐出现,同时数据采集过程中存在信息不完整、不准确等问题,导致设备运行状态监测数据不能及时反映设备状态。因此,在对配电设备进行在线监测时,应先从原始数据进行清洗和预处理。具体而言,数据清洗包括以下几个方面:(1)过滤冗余信息;(2)去除异常值;(3)去除缺失值;(4)消除缺失值对异常数据的影响;(5)消除异常值对趋势分析的影响。在配电设备寿命预测模型中,数据预处理技术对寿命预测模型的效果有着重要影响。^[2]

在进行配电设备寿命预测时,由于监测设备的种类繁多,其监测数据可能存在多种类型。针对不同类型的数据,应采用不同的数据清洗方法和预处理技术。例如,针对采集到的无源元件状态信息,不需要对其进行健康状态评估,因此不需要对其状态进行预处理,可以直接采用二值化的方法将其转化为数值化的形式,并将其保存在数据库中。但如果该数据类型与某一特定设备或系统相关,则需要对其进行特征提取和转换等预处理工作。例如,针对采集到的开关状态信息,需对其进行特征提取和转换等

预处理工作。

(三) 特征工程

配电设备寿命预测模型需要采用能够准确描述配电设备寿命的特征来建立模型。然而,配电设备故障数据难以直接用于模型训练,需要对其进行特征工程以实现特征的选择、提取与融合。特征选择是指根据实际应用目的,对原始数据进行分析与筛选,确定最具代表性的数据用于后续工作的过程。特征选择的过程通常包含三个步骤:数据清理、特征提取和特征融合。为了得到具有更好预测性能的特征,在实际应用中还需要考虑其他因素,如置信度、样本数量等。

(四) 数据集构建与评估

在配电设备寿命预测中,由于配电设备故障数据集往往较少,因此需要对所获取的配电设备运行状态数据进行处理。通过计算各特征之间的相关性,将相关系数高的特征作为输入,以提高模型预测精度。将配电设备运行状态数据分为4个类别,分别为正常、一般、异常、严重异常。对于每个类别的设备运行状态数据,使用R语言中的logistic回归方法进行建模。由于配电设备故障数据集较少,且其分类属性不明确,采用了K-means算法对故障数据进行聚类分析。

四、寿命预测模型构建

(一) 模型选择与算法介绍

使用的配电设备故障特征提取和剩余使用寿命预测模型均采用深度学习算法,包括深度置信网络、随机森林、支持向量机、神经网络和朴素贝叶斯等。其中深度置信网络作为一种常用的深度学习算法,通过对输入样本的学习,可以从数据中提取出包含故障信息的特征表示,将这些特征作为输入到模型中进行训练。随机森林是一种基于概率统计理论的数据分类算法,它能够根据不同数据集之间的相似性将其划分为不同类别,并使用决策树进行分类,具有很好的可解释性和较高的分类精度。而基于朴素贝叶斯算法的设备剩余使用寿命预测模型则是一种基于贝叶斯定理的设备剩余使用寿命预测模型。

在该模型中,首先采用最大似然估计方法来对故障样本进行特征提取,以用于预测设备的剩余使用寿命。其次,在进行故障特征提取后,对不同时间间隔的样本进行训练,以确定适用于本模型的学习算法。最后,将待预测设备的剩余使用寿命作为输入样本,通过最大似然估计法对设备的剩余使用寿命进行预测。该模型充分利用了电力系统中大量的运行数据信息和海量的历史数据信息,极大地提高了预测精度,具有较强的通用性。^[3]

(二) 训练数据集的构建

设备在运行过程中会受到多种因素的影响,比如工作环境、工作负载、使用工况、自然条件等,其中一些因素会发生变化,也会引起设备运行状态的改变。所以,在设备的寿命预测过程中,不仅需要考虑设备自身的运行状态,还需要考虑影响设备运行状态的因素^[4]。为此,将选取配电变压器的温度和电流作为设备运行状态的代表参数,分别用来训练模型。为了便于对训练

数据进行分析,选取一台实际运行中的配电变压器作为训练数据集。将不同时间段的历史数据按照相同比例进行随机划分,对划分后的数据进行学习和预测。通过对比分析不同时间段内变压器温度和电流变化曲线来分析设备老化程度。

在选择模型算法进行寿命预测之前,首先需要确定设备的寿命预测模型,这需要通过收集大量的历史数据来实现。对收集到的大量历史数据进行分析处理,可以得出设备在不同状态下的寿命变化规律,从而确定设备的寿命。其中,设备运行状态数据是指设备在实际运行过程中出现的故障或异常情况,包括设备状态参数、运行环境参数等^[9]。由于不同地区、不同季节、不同时间的运行状况不同,所以需要收集到大量的设备运行状态数据。除此之外,还需要收集到设备在运行过程中出现的故障或异常情况,包括设备故障和异常情况两种类型。

（三）交叉验证与模型评估

对 De Ganson 和 Raspberry Pi 数据集分别建立 BP 神经网络和支持向量机两种模型进行预测。对 De Ganson 数据集的训练样本进行训练,验证样本采用测试样本,将测试样本的损失作为 BP 神经网络训练过程中的损失,以评估 BP 神经网络模型的预测性能^[7]。根据误差平方和计算公式,误差平方和越小表示该模型的预测性能越好。Raspberry Pi 数据集的 RMSE 和 MAE 均小于 10-6,说明 Raspberry Pi 数据集的训练效果较好,建立的 BP 神经网络模型是有效的。

（四）模型优化策略

为了进一步提高配电设备寿命预测模型的精度,在使用其他模型对配电设备进行寿命预测时,可以根据实际情况对预测结果

进行优化,从而进一步提高配电设备的使用寿命^[8]。采用不同的优化方法,可以有效提高预测模型的精度。为了保证配电设备寿命预测模型的准确性,采用基于遗传算法的粒子群优化算法(GA-PSO)进行优化。GA-PSO 算法具有良好的全局寻优能力和搜索能力,具有较强的自学习能力,可以提高模型的预测精度。^[4]

通过对比不同模型的预测结果,结合配电设备的使用寿命,选择不同模型对配电设备进行寿命预测。随着运行时间的增加,设备退化状态将逐渐接近其设计寿命。因此,当使用不同模型对配电设备进行寿命预测时,需要根据实际情况调整模型参数,以保证预测结果的准确性和稳定性^[9]。另外,由于配电设备的运行状态存在一定的随机性,不同的运行状态导致其退化状态也会有所不同。

五、结语

本文利用人工智能方法对配电设备的状态进行评估,进而建立了相应的健康状态评价指标,并基于遗传算法和粒子群算法对各评价指标进行寻优,最终建立了配电设备的健康状态评价体系,并得到了最终的设备寿命预测模型。根据该模型对某地区配电线路进行了寿命预测,结果表明该模型具有较高的准确性。由于设备状态的复杂性和多样性,使得其无法进行精确预测,但是通过对配电设备健康状态评估体系的研究,以及对寿命预测模型的建立,为配电设备的状态监测与健康管理提供了新的思路和方法^[10]。随着设备健康状态评估体系以及寿命预测模型研究工作的不断深入,其应用价值也将会越来越大。

参考文献

[1] 许成卓. 变电工程 LCC 评价及其决策系统设计 [D]. 湖南大学, 2012.

[2] 薛倩. 基于人工智能的配电室设备自动巡检系统的研究 [J]. 自动化应用, 2023, 64(17): 12-14+17.

[3] 黄一学. 基于人工智能的船舶电气系统设计技术 [D]. 中国舰船研究院, 2023.DOI: 10.27798/d.cnki.gzgj.2023.000028.

[4] 吕超然, 吕翔, 张文瑶. 人工智能在现代配电网运维中的应用 [C] // 中国电力企业联合会科技开发服务中心. 2023 年 (第六届) 配电技术高峰论坛论文集. 国网博爱县供电公司; 国网焦作供电公司; 国网孟州市供电公司; , 2023: 4.DOI: 10.26914/c.cnkihy.2023.047259.

[5] 谢庆, 王春鑫, 李帆, 等. 知识及数据驱动的电力一次设备健康管理方法综述 [J]. 高电压技术, 2024, 50(02): 605-620.DOI: 10.13336/j.1003-6520.hve.20230764.

[6] 梁栋, 朱建华, 张翠, 等. 变压器状态评估及故障诊断研究综述 [J]. 变压器, 2024, 61(02): 35-43.DOI: 10.19487/j.cnki.1001-8425.2024.02.007.

[7] 王翔宇, 陈武晖, 郭小龙, 等. 发电系统数字化研究综述 [J]. 发电技术, 2024, 45(01): 120-141.

[8] 董冰冰, 陈子建. 配电网用气体间隙开关触发腔性能劣化进程及剩余寿命预测方法 [J/OL]. 电工技术学报: 1-13[2024-06-27].https://doi.org/10.19595/j.cnki.1000-6753.tces.230663.

[9] 刘中钦. 基于深度强化学习的 EV 充放电博弈策略研究 [D]. 西安工业大学, 2023.DOI: 10.27391/d.cnki.gxagu.2023.000226.

[10] 王航. 考虑储能的分布式光伏接入配电网规划与运行及其求解方法研究 [D]. 南昌大学, 2023.DOI: 10.27232/d.cnki.gnchu.2023.003308.

电力系统智能化与数字化技术在 电力工程领域的应用探索

于贺胜

金信电力集团有限公司, 河南 长垣 453400

摘 要： 在电力工程领域，传统的电力工程建设模式，在当前社会和经济不断发展的大背景下，已经不能满足当前的需求。电力工程项目在设计、建设以及后期运行管理过程中，均需要引入大量先进的智能技术。智能化技术应用于电力工程领域，可以有效提升电力系统的稳定性和可靠性。智能电网是未来电网发展的主要方向，同时也是实现新能源消纳的重要途径。但智能电网建设过程中需要解决多项关键问题，包括大规模电力电子设备与复杂系统间的交互问题、分布式电源接入、复杂电磁环境下的运行问题等。数字化技术能够有效提升电力系统运行效率，在此基础上，相关人员可以更加深入地探索智能化与数字化技术在电力工程领域的应用。

关 键 词： 电力系统；智能化；数字化；电力工程

Exploration Of The Application Of Intelligent And Digital Technology Of Power System In The Field Of Power Engineering

Yu Hesheng

Jinxin Electric Power Group Co., Ltd., Henan, Changyuan 453400

Abstract： In the field of electric power engineering, the traditional power engineering construction mode can no longer meet the current needs under the background of continuous social and economic development. In the process of design, construction and later operation and management of power engineering projects, a large number of advanced intelligent technologies need to be introduced. Intelligent technology is applied in the field of power engineering, which can effectively improve the stability and reliability of the power system. Smart grid is the main direction of future power grid development, and it is also an important way to realize the consumption of new energy. However, a number of key problems need to be solved in the process of smart grid construction, including the interaction between large-scale power electronic equipment and complex systems, distributed power access, and operation problems in complex electromagnetic environments. Digital technology can effectively improve the operation efficiency of the power system, and on this basis, relevant personnel can explore the application of intelligent and digital technology in the field of power engineering.

Keywords： power system; intelligent; digitization; power engineering

引言

随着我国电力系统的快速发展，电网规模不断扩大，电网结构日趋复杂，系统的安全稳定运行对电网规划设计提出了更高要求。而智能化与数字化技术在电力系统中的应用，可以有效提高电网运行的可靠性和安全性，从而满足当前电力发展的需求。本文首先探讨了电力系统智能化与数字化技术的特点；其次阐述了电力系统智能化与数字化技术在电力工程领域应用的必要性；再次分析了电力系统智能化与数字化技术应用的影响因素；最后提出了具体的实施策略，旨在为相关人员提供参考。

一、电力系统智能化与数字化技术的特点

（一）智能化

电力系统的智能化是指将传统电力系统中人工操作和管理转变为计算机自动处理，以提升系统运行效率。现阶段，我国电力系统的发展已迈入智能电网阶段，主要体现在两方面：第一，利

用信息技术实现对电能供需之间的匹配，并优化能源结构；第二，通过信息化手段，建立高效的电力生产与供应体系。基于此，电力系统的智能化是未来电力系统发展的必然趋势。

（二）数字化

随着信息技术的快速发展，电力系统逐渐向数字化方向发展。这一点可以从以下两个角度加以说明：一方面，电力系统由分散型向

作者简介：姓名：于贺胜，出生年月：1986.10.15，性别：男，民族：汉，籍贯：（河南省长垣县），学历或者职称：大专（热能与动力），从事的研究方向或工作领域：电力工程。

集中型转变，即将不同地域、不同类型的电能进行集中处理；另一方面，电力系统的安全性得到了增强，通过采用数字信号，有效避免了传统模拟信号可能存在的安全隐患。同时，由于数据信息存储量大，还能够提高电力系统运行的准确性。总之，电力系统的数字化在保证其高效性、安全性的同时，也给人们生活带来了极大便利。

（三）集成化

电力系统的智能化与数字化技术是集成的，这种集成不仅仅表现在系统内部数据之间的集成、网络之间的集成，还包括了与其他行业技术领域的融合。所以，对于电力系统中的智能化与数字化技术来说，其所要解决问题的复杂性和多样性要求我们必须进行综合性的研究，实现多学科、跨专业的协同工作，只有这样才能推动我国电力系统向智能化、数字化方向发展。

（四）高效化

电力系统运行过程中，需要消耗大量的电能，同时也会产生一些废弃物。为了节约电能与降低废弃物对环境造成的影响，实现可持续发展，智能电网应运而生。它通过对电力信息进行数字化处理，将其转化为数据形式，然后利用计算机软件以及硬件设备，对这些数据进行分析、总结、计算，从而得出有效结论，并以此为依据，来提高工作效率，优化电力资源配置^[1]。

二、电力系统智能化与数字化技术在电力工程领域应用的必要性

（一）有效提高电力工程运行质量

在传统电力工程中，电网的稳定性和安全性较低，经常会出现各种问题。一方面，由于电网规模大、设备多、覆盖范围广，一旦发生故障，处理难度非常大，影响整个电网系统运行效率；另一方面，电力能源的质量也是一个非常重要的因素，如果对电力资源进行使用时，不能保障其质量，将直接导致电能的浪费，甚至会给人们的生产生活带来巨大的危害。因此，在电力系统智能化与数字化技术应用的过程当中，应充分考虑到电力系统的特点，不断提高电网的稳定性和安全性，从而保证电力工程运行的质量。

（二）有效降低电力工程安全隐患

随着我国社会经济的快速发展，人民群众对于电力能源的需求越来越高，为了能够满足人们日常生活中的用电需要，必须加强对电力系统的管理工作，并加大科技研发力度，积极引进新技术、新设备，使电力工程可以实现智能化运行，以最大程度地减少电力工程所存在的安全隐患，促进电力工程更好地服务于人们的日常生活。

（三）促进社会经济发展

我国是一个发展中国家，要想实现现代化建设就必须有充足的电力资源。在当今时代背景下，智能电网的发展可以很好地解决我国当前存在的能源供需不平衡、电网设备落后等问题，可以有效提升电力系统的可靠性和稳定性。现阶段，我国已将智能电网列入国家规划中，这充分说明了智能电网在电力系统中具有十分重要的地位。与此同时，随着人们生活水平不断提高，对用电的需求也越来越大，如果没有充足的电力供应，就无法满足人们日常生活的需要。所以，智能电网的发展与应用能够促进我国国

民经济快速稳定发展，同时还能带动其他相关产业的发展，使人们的生活质量得到明显提升。

（四）强化安全管理

电力系统中的安全管理是电力企业十分重视的工作，因为只有保障了生产安全，才能够实现经济效益与社会效益的最大化。传统电力工程管理模式下，安全事故的发生概率比较高，主要原因在于现有的施工人员综合素质参差不齐，这就会对工程施工质量产生较大影响。智能化和数字化的技术应用在一定程度上缓解了这一问题，可以通过先进的信息技术手段，为工作人员提供远程监控，增强工作人员的安全意识，减少了安全事故的发生率。

（五）实现管理的科学化和精准化

智能化技术能够实现电力企业对各项业务数据进行全面、准确地掌握，并根据所获得的数据信息及时作出合理的决策。通过采用智能化技术，可以提高电力系统运行效率，减少因人为失误而造成的损失，从而最大程度地提升经济效益。同时，还能实现对电力工程施工建设中涉及的各个环节的全面监控，使工作人员在对工程项目进行监管时更加便利，也有助于降低其出错概率。此外，智能化技术还能帮助工作人员掌握整个电力工程的实际情况，及时发现潜在问题，并提出有效解决方案，从而为后续的工作开展打下良好基础^[2]。

三、电力系统智能化与数字化技术在电力工程领域应用的影响因素

（一）工程项目复杂程度

电力工程项目的复杂程度会对智能化与数字化技术应用造成一定影响。在复杂工程中，由于项目规模较大，需要使用大量的人力和物力资源，而这些资源投入也会直接影响到电力系统数字化技术与智能化技术应用的效果，同时还会产生一些负面影响。如，由于工程项目规模过大、涉及范围较广，使得施工单位需要大量的资金投入来确保施工顺利进行，进而增加了工程成本；由于部分工程地理位置较为偏僻，且工程量较大，这就使得施工过程中可能存在诸多问题，降低了施工质量；另外，由于施工难度较大，导致施工工期延长，甚至出现延期现象，给后续工作开展带来不便。因此，在实际应用过程中，为了避免上述问题的发生，可以通过加大工程设计环节的管理力度，优化施工方案，以实现高质量完成工程任务的目的。

（二）专业人才能力

目前，我国的电力系统自动化控制技术发展水平相对落后。在具体的应用过程中，由于相关技术人员缺乏相应的专业知识，因此，难以正确选择和应用智能化与数字化技术。其次是企业对于专业人才培养重视程度不够，导致人才短缺问题严重，不利于电力工程智能化和数字化技术的推广应用。最后，部分技术人员无法适应新技术环境下的工作要求，影响了技术应用效果。

（三）技术设备水平

电力系统的智能化和数字化技术主要应用于电力工程领域中，而对相关技术设备的使用程度直接影响了技术的应用效果。因此，在对该领域进行管理时，还需要从实际情况出发，结合当

前我国电力行业发展现状，选择适合本地区的技术设备水平，从而为电力企业带来更多经济效益。

（四）项目资金投入

对于电力企业来讲，在进行项目建设过程中需要投入大量的资金，且工程建设时间较长，因此如果没有足够的资金投入很难保证项目顺利完成。但是在实际工作开展过程中会出现资金不足情况，尤其是在智能化、数字化发展趋势不断加强的背景下，这就对企业运营提出了更高要求，而作为电力企业应当意识到自身所处的市场环境和行业竞争现状，结合当下的发展形势对未来发展规划进行科学合理的分析，从而确保在开展智能化、数字化技术应用时能够获得充足资金支持。同时还要从内部管理方面入手，将工程项目的资金使用效益充分发挥出来，避免出现浪费现象^[9]。

（五）管理模式

电力系统的管理体制是否完善也是影响电力工程项目智能化与数字化技术应用效果的重要因素。目前，我国部分地区仍存在着管理模式陈旧、技术更新不及时等问题，这会对电力工程项目的正常运行造成一定的影响。因此，需要根据项目发展需求，结合实际情况，不断优化管理机制，加大人员培训力度，保证工程项目能够得到有效监督和管理^[6]。

四、电力系统智能化与数字化技术在电力工程领域应用的具体策略

（一）优化电力系统结构

在智能电网发展过程中，智能化技术的应用可有效解决电力系统运行问题，提高电能质量。利用先进的智能电网技术，将变电站与输配电网络结合起来，通过对数据的采集、处理和分析，可以优化系统结构，从而提升系统效率。此外，电力企业要构建完善的管理平台，合理利用大数据分析技术，对信息进行精准定位，全面了解各个地区用电情况，根据实际需求制定科学的发展规划，保证电力系统正常运转^[7]。

（二）加大电力设备维护力度

随着经济的快速发展，人们生活水平不断提升，对于电能需求越来越大，为了满足这一要求，相关部门要加大资金投入力度，为电力工程提供充足的资金支持，以此来推动电力工程智能化和数字化建设^[5]。同时，电力企业还要做好设备维护工作，定期检修线路，发现故障及时处理，避免出现安全事故。

（三）改进电力设备，提高工作效率

电力系统中的设备种类繁多，且数量巨大，在使用过程中存在诸多问题。随着科学技术水平的不断提高，传统电力设备已经无法满足新时期的要求，需要应用智能化与数字化技术对其进行改进和升级，为电力系统的正常运行提供技术保障。首先，针对机械类设备，可采用数字化管理模式，对设备参数进行实时监测与分析；其次，针对电气类设备，要充分发挥数字化技术优势，利用电子信息技术等实现远程监控，提升安全性能。最后，还需对电网系统的负荷变化情况进行分析，并结合相关数据优化控制策略，提升电力资源的利用率^[4]。

（四）做好数据收集工作

现阶段，电力企业在实际生产中的数据收集情况并不理想，这会给电力系统运行带来一定影响。因此，需要采取措施对数据进行收集和处理，并利用相应技术对收集到的数据信息进行分析，及时发现系统中存在的问题，然后采取有效措施解决问题，避免影响整个电力工程项目的正常运行^[8]。除此之外，还要充分发挥智能化技术在数据收集中的作用，通过安装传感器、开发软件等方式提高数据收集效率，确保收集到的数据更加精准，为电力系统智能化和数字化技术的应用提供支持^[9]。

（五）做好故障的检修工作

在应用智能化与数字化技术进行电力系统的管理时，要做好相关设备的检修工作，保证设备的正常运行。在检修过程中，要结合实际情况，通过智能化和数字化技术来对故障点进行检测、诊断，为接下来的检修提供参考依据。另外，还要加强对电力设备的维护与保养工作，及时发现问题并解决问题，避免因设备出现故障而影响系统的正常运行。同时，还应完善电力系统的运行维护制度，定期组织专业人员进行系统测试，根据测试结果提出相应的整改措施，确保电力系统能够稳定运行^[10]。

结语

智能化技术使得系统能够自动检测、诊断和修复故障；而数字化技术则帮助我们更好地理解和预测能源需求，优化能源分配，从而提高整个电力系统的效率和可靠性。通过应用这些先进技术，电力工程企业不仅能提升自身竞争力，还能为社会提供更加可靠、稳定和高效电力服务。这是一个持续发展的过程，期待看到越来越多的应用案例，以及这些技术在未来电力工程领域的广泛影响。

参考文献

- [1] 陆范毅，冯仕煜. 基于智能化与数字化技术的变压器试验方法分析 [J]. 电子技术, 2024, 53(02): 306-307.
- [2] 程志南，屈可庆. 新能源主体下新型电力系统中数字化技术的应用 [J]. 光源与照明, 2023, (12): 234-236.
- [3] 聂正标，许余洁. 加快推进电力能源行业数字化智能化发展 [J]. 中国能源, 2023, 45(08): 15-22.
- [4] 董梓童，苏南. 数字化高新技术牵引新型电力系统建设 [N]. 中国能源报, 2023-02-27(007).
- [5] 谷志红，赵进斌，王正，等. 基于有限状态机的电网多源时空数据的区块链追溯方法研究 [J]. 电网与清洁能源, 2024, 40(04): 9-17.
- [6] 路永鑫，魏云冰，袁建生，等. 面向高压设备数字孪生的虚拟传感器设计与应用技术 [J]. 高压电器, 2024, 60(04): 72-82.DOI: 10.13296/j.1001-1609.hva.2024.04.010.
- [7] 廖瑞金，罗豪，成立，等. 面向数字孪生变压器的计算机辅助运维 (CAM+) 构架与关键技术 [J]. 高电压技术, 2024, 50(03): 924-940.DOI: 10.13336/j.1003-6520.hve.20240153.
- [8] 麻珍珍，苑贵娟. 电力配网工程数字化管理 [J]. 电子产品世界, 2023, 30(12): 71-74.
- [9] 麻珍珍，苑贵娟. 电力配网工程数字化管理 [J]. 电子产品世界, 2023, 30(12): 71-74.
- [10] 邵湘萍，邹玉华，彭嘉祥，等. 综合智慧能源管理系统架构设计与开发 [J]. 能源与环境, 2023, 45(10): 279-283.DOI: 10.19389/j.cnki.1003-0506.2023.10.043.

电解槽温度监测系统的设计与实现方法研究

沐亚玲

云南铜业股份有限公司西南铜业分公司，云南 昆明 650102

摘 要： 电解槽作为重要的工业生产设备，主要应用于金属的电解提取、电镀和其他电化学工艺中，是现代工业中不可或缺的一部分，电解槽在运行过程中面临着诸多挑战，其中之一便是温度控制的精准性和稳定性，温度过高或过低都导致电解过程效率低下、产物质量下降甚至设备损坏，因此对电解槽温度进行实时监测与控制至关重要。本文设计了一款电解槽温度监测系统，从功能需求角度分析了硬件与软件算法的设计方法，最终通过测试评估，本次设计的电解槽温度监测系统能够正常运转，在响应度、灵敏度以及功能性上均能够满足电化学工艺领域的生产要求。

关 键 词： 温度监测系统；电解槽；设计；实现方法

Research On The Design And Implementation Method Of Electrolytic Cell Temperature Monitoring System

Mu Yaling

Yunnan Copper Industry Co., Ltd. Southwest Copper Branch, Yunnan, Kunming 650102

Abstract： As an important industrial production equipment, electrolytic cells are mainly used in metal electrolysis extraction, electroplating, and other electrochemical processes. They are an indispensable part of modern industry. Electrolytic cells face many challenges during operation, one of which is the accuracy and stability of temperature control. Excessive or insufficient temperature can lead to low electrolysis efficiency, decreased product quality, and even equipment damage. Therefore, real-time monitoring and control of electrolytic cell temperature is crucial. This article designs an electrolytic cell temperature monitoring system and analyzes the design methods of hardware and software algorithms from the perspective of functional requirements. Finally, through testing and evaluation, the designed electrolytic cell temperature monitoring system can operate normally and meet the production requirements of the electrochemical process field in terms of responsiveness, sensitivity, and functionality.

Keywords： temperature monitoring system; electrolytic cell; design; implementation method

前言

传统的温度监测方法往往依赖于手动测量或简单的温度传感器，这种方式存在监测不及时、响应迟缓的问题，无法满足现代工业生产对高效、精准监控的需求^[1]。因此，开发一种高效的电解槽温度监测系统成为当前工业自动化的重要课题之一。通过引入先进的传感技术和智能化的数据处理算法，新一代的温度监测系统能够实现对电解槽温度的实时监测、快速反馈及自动化控制，有效提升了生产效率和产品质量^[2]。电解槽温度监测系统的研究与设计涉及传感器技术、数据采集与处理、控制算法及工业应用测试等多个领域的综合运用。

一、电解槽温度监测系统设计的功能需求

设计电解槽温度监测系统时，以确保系统能够有效监测、控制和管理电解槽内部温度，具体的功能需求如下：（1）实时温度监测：系统应能够实时监测电解槽内部液体及各部分（如极板、电解液表面）的温度情况，以秒级或更高频率更新温度数据。（2）高精度测量：要求系统具备高精度的温度测量能力，确保测量误差在可接受范围内，以准确反映电解槽内部温度变化。

（3）数据采集与存储：系统需能够采集、存储并管理大量温度数据，支持长期数据存储和历史数据查询功能，以便于后续分析和回溯^[3]。（4）远程监控与访问：提供远程监控功能，操作人员可以通过网络远程访问系统，实时查看电解槽温度数据和系统状态，及时响应异常情况。（5）报警与预警功能：设计预设温度阈值，一旦温度超出设定范围，系统能够及时发出警报并提供视觉或声音提示，以引起操作人员的注意并采取必要的措施。（6）智能分析与决策支持：集成数据分析功能，系统能够对历史数据进

作者简介：姓名：沐亚玲，性别：女，民族：汉，出生年月：1990年10月，籍贯：云南宣威，学历：本科，职称：工程师，研究方向：铜冶炼。

行分析,提供趋势预测和异常检测,帮助操作人员制定优化生产策略和调整温度控制参数。(7)安全与可靠性:系统需具备高安全性和可靠性,确保数据传输过程中的机密性和完整性,避免因数据泄露或干扰导致的安全问题。(8)用户友好界面:设计直观友好的用户界面,操作简便,支持多种语言和设备,使操作人员能够快速掌握系统使用方法并有效管理电解槽温度。

二、电解槽温度监测系统的设计与实现

(一) 总体思路

电解槽温度监测系统的核心是红外测温技术,通过红外测温仪器安装在电解槽上方,利用红外辐射传感器扫描电解液、槽口和极板的表面温度。这些数据通过无线传输或有线连接到数据采集器,确保实时地收集和传输温度信息。

为了全面监测电解槽及其周围环境的温度情况,系统还配备了无源指标探测采集器阵列,这些设备具备高精度的温度探测能力,用于监测周围环境的温度变化,避免外界温度波动对电解槽操作产生影响^[4]。数据从这些探测器收集后,通过第一级和第二级交换机进行传输,并连接至专用的分析服务器、应用服务器和大屏显示器,使操作人员可以实时监测和分析温度数据,及时作出反应和调整。此外,系统设计中还包括预警设备,如预警扬声器和摄像头,用于在检测到异常温度或其他危险信号时发出警报并录像^[5]。这些预警装置与智能管理平台集成,通过即时通知和远程监控,帮助操作人员迅速响应问题,保障生产过程的安全性和连续性。

(二) 硬件设计

电解槽温度监测系统的硬件设计是确保系统稳定运行和准确监测温度的关键部分,设计电解槽温度监测系统硬件时需要考虑的关键要素:(1)温度传感器:选择适合工业环境的高精度温度传感器,如PT100、热电偶等,能够稳定、精确地测量电解槽内部不同位置的温度^[6]。传感器的选择应考虑其响应时间、测量范围和精度。(2)数据采集模块:使用专用的数据采集模块或数据采集器,负责从温度传感器获取数据,并将数据传输给中央控制单元或监控系统。数据采集模块需要支持与传感器的接口兼容,并具备稳定的数据传输能力。(3)中央控制单元:为了实现数据的集成性,需要设计一个中央控制单元或数据处理单元,负责接收、处理和存储来自各个温度传感器的数据。该单元通常包括微处理器或微控制器、存储器、接口电路等组件,用于实时数据处理和管理。(4)通信模块:集成适当的通信模块,支持系统与远程监控设备或操作控制中心的通信。常用的通信方式包括以太网、无线局域网(Wi-Fi)、蓝牙或Modbus等协议,确保数据安全、稳定地传输至远程终端。(5)电源管理系统:考虑到工业环境存在的电磁干扰和电力波动,设计稳定可靠的电源管理系统^[7]。这包括电源滤波器、稳压电源、过载保护电路等,确保硬件设备能够在恶劣条件下正常运行。(6)外壳和防护措施:设计耐腐蚀、防水防尘的外壳,以保护硬件设备不受电解槽内部化学物质或环境条件的影响。合适的防护措施可以延长硬件设备的使

用寿命并提高稳定性。(7)实时显示与报警系统:集成实时显示屏或指示灯,用于即时显示电解槽温度数据和系统状态。同时,设计报警系统,当温度异常超出设定阈值时能够及时发出警报,通知操作人员采取必要的应对措施。

(三) 软件算法

电解槽温度监测系统的软件算法设计是确保实时监测、数据处理和系统管理的关键部分,在中央控制单元设计的软件算法可以实时从温度传感器获取数据,具体的数据采集的频率和精度应根据监测需求进行优化,确保准确反映电解槽内部的温度变化。

在传感器获取数据信息后,需要实现数据的滤波、校正和存储,以提高数据质量和可靠性。采用合适的算法如滑动窗口平均或卡尔曼滤波等,处理存在的噪声和干扰,确保输出的温度数据准确性,并在此基础上设计实时温度监控算法,能够即时识别温度变化趋势和异常情况,可以结合实际通过阈值设定和实时比对,实现对温度异常的快速响应和警报通知。此外,应该开发算法分析历史温度数据,识别长期变化趋势和周期性模式。这些分析可以帮助预测设备的运行状态和提前预防潜在的问题。

为了确保系统所获取的信息能够被管理人员识别和控制,还需要开发直观的用户界面,显示电解槽内部温度数据随时变化。界面设计应简洁清晰,支持实时数据更新和历史数据查询功能,并在此基础上设计报警算法,当检测到温度异常超过设定阈值时,及时发出声音、视觉或文字警报。确保操作人员能够快速响应并采取必要的措施。

在数据传输过程中,通信模块中集成通信协议如Modbus、TCP/IP等,实现系统与远程监控设备或中央控制系统的数据交互和远程控制,并需要在此基础上开发远程监控算法,允许操作人员通过网络远程访问温度数据和系统状态,实现远程设备管理和故障诊断^[8]。与此同时,综合考虑和实施数据加密和访问控制措施,保护系统数据免受未经授权访问和攻击,并设计软件算法以提高系统稳定性,包括错误处理机制和自动恢复功能,确保在异常情况下系统仍能正常运行。

三、电解槽温度监测系统的应用效果

(一) 实时监测与反馈

电解槽温度监测系统通过部署高精度的温度传感器和先进的数据采集技术,能够实时、精确地监测电解槽内部的温度变化,各类传感器能够捕捉到微小的温度波动,确保监测数据的准确性和可靠性,且实时监测不仅限于表面温度,还可以深入到电解槽内部,对液体或物料的温度进行详细跟踪,为生产过程中的温度控制提供重要支持^[9]。

当监测系统检测到电解槽内部温度超出预设范围或出现异常变化时,系统能够立即发出警报并将信息反馈给相关的操作人员或自动化控制系统,针对性的即时反馈机制可以极大地缩短故障响应时间,帮助操作人员快速识别问题所在并采取必要的调整措施,如调节电解槽的冷却系统或调整工艺参数,防止潜在的设备损坏或生产中断。电解槽温度监测系统实时监测与反馈的效果测

试如表1所示。

表1 电解槽温度监测系统实时监测与反馈的效果测试

测试时间	监测数值 (°C)	灵敏度参数设置
1	350 ± 2	高 (± 5° C)
2	380 ± 3	高 (± 5° C)
3	320 ± 3	低 (± 10° C)

(二) 异常预警与执行响应

电解槽温度监测系统在异常预警与执行响应方面的应用效果是企业生产安全和持续运行的重要保障，实际基于连续监测电解槽内部的温度变化，系统能够及早发现导致设备故障或生产异常的温度波动，当温度超出设定的安全范围或出现异常上升或下降时，监测系统会立即发出警报并通知相关人员，确保在问题发生前进行预警和预防，避免事故的发生。

异常预警不仅仅是简单的温度超限报警，还包括系统对异常数据的智能分析和处理能力。监测系统可以通过分析历史数据和实时数据，识别出异常变化的模式和趋势，从而提前预测发生的问题并进行智能预警。这种智能预警能力大大提高了故障预防和事故避免的效率。

异常预警与执行响应不仅仅是问题解决的过程，还能够通过对异常情况的分析和归因，为企业的持续改进和优化提供宝贵的经验和数据支持，且管理人员可以根据异常事件的反馈，优化操作流程和设备维护策略，进一步提升生产系统的稳定性和可靠性^[10]。最终，异常预警与执行响应的有效应用使得企业能够在安

全性和生产持续性方面获得显著提升，在此基础上结合预防性的管理和及时的响应措施，电解槽温度监测系统帮助企业降低了生产风险和损失，确保生产过程的安全稳定运行。异常预警与执行响应的测试效果如表2所示。

表2 异常预警与执行响应的测试效果

测试时间	阈值设定 (°C)	监测数据 (°C)	是否响应	响应时间 (s)
1	45	31.23	否	—
2	50	55.23	是	0.03ms
3	70	72.18	是	0.03ms

结语

本文设计的电解槽温度监测系统在设计与实施过程中，结合了先进的传感技术、精确的数据处理算法及有效的应用测试。系统能够实现对电解槽温度的实时监测与反馈，确保生产过程中温度控制的精准性与稳定性，在此基础上通过灵敏度参数的设定与测试，系统展现了对温度变化的快速响应能力，提高了异常预警与执行响应的效率。测试数据表明，系统在多次实验中成功识别并响应异常情况，及时执行冷却措施，有效防止温度过高对生产带来的潜在风险。总而言之，电解槽温度监测系统不仅在技术设计上具备可靠性与实用性，而且在实际应用中展现了显著的效果，为工业生产中的温度管理提供了可靠的解决方案。

参考文献

[1] 谭震军, 黄亮, 白万全, 等. 铝电解槽槽壳温度监测与分析系统模型 [J]. 轻金属, 2023(1):23-27.
[2] 施燕飞, 伍祖槐, 路辉. 铝电解巡检机器人技术及装备研发 [J]. 有色金属设计, 2023, 50(2):26-29.
[3] 王哲, 吴海宝, 徐云生, 等. 一种电解槽故障极板的监测系统与方法. CN202211506091.7[2024-07-11].
[4] 谭善伟, 郭福宝, 黄若愚, 等. 电解槽阴极温度在线检测研究 [J]. 轻金属, 2022(06): 34-39.
[5] 昌振利. 铝电解槽内槽壳测温方法对比研究及应用 [J]. 云南冶金, 2022, 51(5):175-180.
[6] 王哲, 盛建村, 吴海宝, 等. 电解槽故障极板监测系统的开发与应用 [J]. 金川科技, 2023(3):67-72.
[7] 刘君鹏. 铝电解槽槽膛内型监测技术研究 [J]. 新疆有色金属, 2022, 45(1):3.
[8] 夏海波. 光纤测温系统在铝电解槽漏槽问题上的早期探测应用研究 [J]. 通信电源技术, 2023, 40(9):10-13.
[9] 吴意乐, 何庆, 徐同伟. 基于 ZigBee 和 MLX90614 的铝电解槽温度监测系统的设计 [J]. 传感技术学报, 2017, 30(3):7.
[10] 姚志国, 营锁军. 基于 VB 铝电解槽温度监测系统开发初探 [J]. 机械工程与自动化, 2015(1):90.

电力工程项目成本控制与效益优化研究

黄文超

上海能源科技发展有限公司, 上海 201100

摘 要： 本文针对电力工程项目成本控制与效益优化问题展开研究。分析了电力工程项目成本构成及影响因素，指出当前成本控制存在的主要问题，提出了全过程成本管理与动态监控方法，构建了基于大数据的成本预测模型，探讨了设计优化、招投标管理、施工管理等关键环节的成本控制策略。从技术创新、管理创新、融资创新等方面提出了效益优化的具体措施。研究表明，通过科学的成本控制与效益优化方法，可显著提高电力工程项目的经济效益和社会效益。本研究对指导电力工程实践具有重要参考价值。

关 键 词： 电力工程项目；成本控制；效益优化

Research On Cost Control And Benefit Optimization Of Electric Power Engineering Project

Huang Wenchao

Shanghai Energy Technology Development Co., LTD., Shanghai 201100

Abstract： This paper focuses on the cost control and benefit optimization of electric power engineering projects. This paper analyzes the cost composition and influencing factors of power engineering projects, points out the main problems existing in the current cost control, puts forward the whole process cost management and dynamic monitoring methods, constructs the cost prediction model based on big data, and discusses the cost control strategies of the key links such as design optimization, bidding management, construction management and so on. This paper proposes the concrete measures of benefit optimization from the aspects of technology innovation, management innovation and financing innovation. The research shows that the economic benefits and social benefits of electric power engineering projects can be significantly improved through scientific cost control and benefit optimization methods. This study has an important reference value for guiding the practice of electric power engineering.

Keywords： electric power engineering project; cost control; benefit optimization

引言

电力工程项目作为国民经济发展的基础设施，其建设质量和运营效益直接关系到社会经济发展和人民生活水平。近年来，随着我国电力需求持续增长，电力工程投资规模不断扩大，但同时也面临着成本上升、效益下降等挑战。如何在保证工程质量的前提下，有效控制成本，提高投资效益，成为当前电力行业亟须解决的关键问题。本研究聚焦电力工程项目成本控制与效益优化，旨在通过系统分析成本构成及影响因素，探索全过程成本管理方法，提出创新性的效益优化策略。研究不仅涉及工程建设阶段的成本控制，还延伸至运营维护阶段的全生命周期成本管理。同时，本文将结合大数据、人工智能等新技术，构建成本预测模型，为决策提供科学依据。本研究的意义在于：一方面，可为电力企业提供实用的成本控制方法和效益优化思路；另一方面，对于推动电力行业高质量发展，提高资源利用效率，实现经济效益与社会效益的统一具有重要价值。^[1]

一、电力工程项目成本控制与效益优化的研究意义

电力工程项目成本控制与效益优化研究对于提高企业经济效益、促进行业技术创新和管理升级、支持国家能源战略实施都具有重要意义。通过不断深化这方面的研究，我们可以为电力行业

的高质量发展提供有力支撑，同时为国家能源安全和社会可持续发展做出积极贡献。

（一）提高电力企业经济效益，增强市场竞争力

在当前激烈的市场竞争环境下，电力企业必须不断提高经济效益才能保持持续发展。成本控制与效益优化是提升企业竞争力

作者简介：黄文超，出生年月：1986年9月10日，汉族，湖南省湘潭县，本科，工程师，上海能源科技发展有限公司，工程专业：电力工程技术。

的关键手段。通过科学的成本控制方法，企业可以有效降低生产成本，提高资金使用效率，从而增加利润空间。以南方电网公司的“数字化管理降本增效”项目为例，该公司通过建立全面预算管理体系、优化采购流程、加强项目全生命周期管理等措施，仅2020年就实现降本增效超过100亿元。^[2]这不仅直接提升了企业的经济效益，还增强了其在电力市场的竞争优势。此外，效益优化研究可以帮助企业发现新的利润增长点。例如，国家电网公司通过开展“多能互补”研究，在传统输配电业务基础上，拓展了新能源接入、电动汽车充电等新兴业务，实现了经济效益和社会效益的双重提升。

（二）促进电力行业技术创新和管理升级

成本控制与效益优化研究不仅关注经济层面，还能推动电力行业的技术创新和管理升级。通过深入研究成本构成及影响因素，可以发现技术和管理中的薄弱环节，从而激发创新动力。以三峡集团的智慧工程建设为例，该集团在长江白鹤滩水电站项目中应用了大数据、人工智能等新技术，建立了智能化工程管理平台。这不仅优化了工程建设流程，还实现了全过程、精细化的成本管控。据统计，该项目通过智能化管理，工程造价降低了约5%，相当于节省了数十亿元的投资。同时，效益优化研究也推动了管理模式创新。例如，华能集团在火电机组运营中引入了“经济运行”理念，通过优化机组负荷分配、改进燃料管理等措施，显著提高了发电效率，年节约标煤数十万吨。^[3]这种管理创新不仅降低了成本，还减少了环境污染，实现了经济效益和社会效益的双赢。

（三）支持国家能源战略实施，推动电力行业可持续发展

电力工程项目成本控制与效益优化研究对支持国家能源战略实施、推动电力行业可持续发展具有重要意义。通过优化资源配置、提高能源利用效率，可以有效支持国家“碳达峰、碳中和”目标的实现。以国家电网公司的特高压工程为例，通过深入的成本控制与效益优化研究，该公司不断降低特高压工程的建设成本和运营成本。以青海-河南±800千伏特高压直流工程为例，通过优化设计方案、改进施工工艺等措施，工程造价比同类工程降低了约10%。^[4]同时，该工程每年可输送清洁电力400亿千瓦时，相当于减少标煤消耗1200万吨，减少二氧化碳排放3100万吨，为实现国家能源战略目标做出了重要贡献。另外，效益优化研究还推动了电力行业的结构调整和转型升级。例如，华电集团通过开展“煤电联营”模式研究，在保障电力供应的同时，有效控制了燃料成本，提高了煤电一体化运营效益。这种模式不仅增强了企业的抗风险能力，还为传统火电企业的转型发展提供了新思路。^[5]

二、当前电力工程项目成本控制与效益优化方面所存在的主要问题

当前电力工程项目在成本控制与效益优化方面面临成本控制意识薄弱、全生命周期管理不足以及新技术应用滞后等主要问题。这些问题不仅影响了单个项目的经济效益，也制约了电力行

业的整体发展水平。要解决这些问题，需要电力企业从观念、管理机制和技术应用等多个层面进行系统性改革和创新。只有这样，才能真正实现电力工程项目的精细化成本控制和全面效益优化，推动电力行业向更高质量、更可持续的方向发展。

（一）成本控制意识薄弱，管理机制不健全

许多电力企业在项目管理中仍存在成本控制意识不足的问题。管理层往往过分关注项目进度和质量，而忽视了成本控制的重要性。同时，由于缺乏完善的成本控制机制，各部门之间协调不畅，导致成本管理效果不佳。

以某省电力公司的500kV变电站扩建工程为例，该项目原计划投资3.2亿元，工期18个月。但由于缺乏有效的成本控制机制，项目实施过程中出现了多次设计变更和材料浪费，最终导致工程造价超支15%，达到3.68亿元，工期也延长至24个月。事后分析发现，如果在项目初期就建立健全的成本控制体系，并加强各部门间的协调，至少可以避免8%的成本超支。^[6]

这个案例反映出，成本控制意识薄弱不仅导致直接经济损失，还会影响项目进度和整体效益。因此，加强成本控制意识，完善管理机制，是当前电力工程项目急需解决的问题。

（二）全生命周期成本管理不足，效益评估体系不完善

目前，许多电力工程项目的成本管理仍停留在建设阶段，缺乏对项目全生命周期成本的系统考虑。同时，效益评估体系也不够完善，难以准确衡量项目的长期效益。

以某大型风电场项目为例，该项目在立项阶段主要考虑了设备采购和安装成本，忽视了长期运维成本。项目投运后，由于风机选型不当，维修频率远高于预期，年运维成本超出预算30%。^[7]此外，由于缺乏科学的效益评估体系，项目实际发电量和经济效益均低于预期。如果在项目前期就进行全面的生命周期成本分析和效益评估，选择更适合当地风况的风机型号，并制定合理的运维策略，可以显著提高项目的长期效益。

这个案例说明，全生命周期成本管理和完善的效益评估体系对于电力工程项目的长期成功至关重要。只有将视角扩展到项目的整个生命周期，才能做出更科学的投资决策，实现真正的效益优化。

（三）新技术应用不足，数字化转型滞后

在数字经济时代，许多电力企业在新技术应用和数字化转型方面仍然滞后，导致成本控制和效益优化的潜力未能充分发挥。

以某省电力公司的输电线路工程为例，该公司仍然采用传统的人工巡检方式进行线路维护。每年需投入大量人力和时间，不仅成本高昂，还难以及时发现潜在故障。相比之下，邻省电力公司在同类项目中引入了无人机巡检和大数据分析技术。通过实时监测线路状态，预测性维护，该公司将年度维护成本降低了40%，同时大幅提高了线路可靠性。

另一个例子是某火电厂的锅炉优化项目。传统的锅炉控制系统难以适应煤质变化，导致燃烧效率低下。该电厂引入人工智能控制系统后，通过实时优化燃烧参数，将锅炉效率提高了2.5个百分点，每年节省燃料成本近千万元。^[8]

这些案例表明，新技术的应用对于提高成本控制水平和优化

运营效益具有重要作用。然而，许多电力企业在这方面的投入仍然不足，数字化转型进程缓慢，这严重制约了成本控制和效益优化的效果。

三、电力工程项目成本控制与效益优化的有效应用策略

针对当前电力工程项目成本控制与效益优化中存在的问题，可以从以下三个方面采取有效策略。

（一）建立全面的成本控制体系，强化全过程管理

电力企业应建立覆盖项目全生命周期的成本控制体系，从项目规划、设计、采购、施工到运维的各个阶段实施全过程管理。同时，要加强各部门间的协调，形成统一的成本控制意识。

以国家电网公司的特高压工程为例，该公司在±1100kV淮东—皖南特高压直流输电工程中实施了全过程成本控制策略。具体措施包括：

- (1) 设计阶段：采用价值工程方法，优化线路路径和塔型选择，降低工程造价。
- (2) 采购阶段：实施集中招标采购，利用规模效应降低设备和材料成本。
- (3) 施工阶段：应用精益化施工管理，减少物料浪费和返工。
- (4) 运维阶段：引入预测性维护策略，降低长期运营成本。

通过这一系列措施，该工程比同类项目节省投资约10%，相当于节约了数十亿元。同时，工程质量和可靠性也得到了保证。

这个案例说明，全面的成本控制体系不仅能有效降低项目成本，还能提高工程质量和运营效率，实现多方面的效益优化。

（二）引入先进技术和方法，推动数字化转型

电力企业应积极引入大数据、人工智能、物联网等先进技术，推动工程项目的数字化转型，提高成本控制精度和效益优化水平。

以南方电网公司的智能电网建设为例，该公司在广东电网升级改造项目中大规模应用了数字化技术：

- (1) 利用BIM技术进行三维设计和施工模拟，减少设计变更和施工冲突。
- (2) 应用物联网技术实现设备和材料的全程跟踪管理，提高资源利用率。
- (3) 建立基于大数据的智能调度系统，优化电网运行效率。
- (4) 引入AI辅助决策系统，提高投资决策的科学性。

通过这些数字化措施，该项目实现了显著的成本控制和效益提升：工程造价降低7%，电网线损率降低0.3个百分点，年节约运营成本超过2亿元。

这个案例表明，数字化转型能够为电力工程项目带来全方位的效益提升，是实现精细化成本控制和效益优化的有力工具。

（三）优化项目融资结构，创新商业模式

电力企业应积极探索多元化融资渠道，优化资本结构，降低融资成本。同时，创新商业模式，提高项目整体收益。

以华能集团的海上风电项目为例，该集团在江苏如东海上风电项目中采取了创新的融资和商业模式：

(1) 采用“股权+债权”混合融资模式，引入保险资金和社会资本，降低整体融资成本。^[9]

(2) 实施“风电+制氢+储能”一体化运营模式，提高项目整体效益。

(3) 开展碳资产管理，通过碳交易获得额外收益。

(4) 探索“风电+渔业”立体开发模式，实现土地资源的多重利用。

通过这些创新举措，该项目不仅降低了融资成本约1个百分点，还实现了比传统风电项目高15%的投资回报率。同时，项目的社会效益和环境效益也得到了显著提升。

这个案例说明，通过创新融资方式和商业模式，可以有效降低项目成本，提高整体收益，实现经济效益和社会效益的双赢。

这些策略的实施需要电力企业在观念上重视成本控制与效益优化，在组织上建立跨部门协作机制，在技术上持续投入和创新。只有这样，才能在日益激烈的市场竞争中保持优势，推动电力行业的可持续发展。同时，这些策略的成功应用也为其他基础设施项目的管理提供了有益借鉴，有助于提升整个国家的基础设施建设水平和运营效率。^[10]

结论

综上所述，本研究深入探讨了电力工程项目的成本控制与效益优化问题，分析了成本构成及影响因素，揭示了当前成本控制中存在的主要问题，并提出了全过程管理、动态监控和科技创新等多方面的改进策略。通过借鉴如南方电网和华能集团等企业的成功案例，本研究证明了科学的成本控制和效益优化方法对提升项目经济效益和社会效益的显著作用。全面的成本控制体系、先进技术应用和创新商业模式是优化电力工程项目的重要手段，为电力行业高质量、可持续发展提供了坚实的理论和实践指导。

参考文献

- [1] 陈圆圆. 电力工程项目成本控制与优化的关键因素分析[J]. 广西电力, 2023,(07): 15-18.
- [2] 钟伟斌. 电力工程项目施工成本控制与优化研究[D]. 湖北工业大学, 2018.
- [3] 李建平. 电力工程项目成本控制的误区分析[J]. 科技视界, 2013,(20):127+163.
- [4] 肖飞. 电力工程项目管理中的成本控制及优化措施[J]. 工程技术研究, 2016,(07): 135+139.
- [5] 陈斌. 电力工程项目管理中的成本控制与优化措施[J]. 科技与企业, 2015,(11):25.
- [6] 马红昌. 论电力工程项目成本控制[J]. 今日财富, 2017,(14):174.
- [7] 刘蓉. 电力工程项目管理中的成本控制与优化[J]. 中国新技术新产品, 2016,(23): 146-147.
- [8] 刘智勋. 浅谈电力工程项目成本控制[J]. 金融经济, 2011,(16):157-158.
- [9] 谢旭峰, 陈上上, 潘攀, 等. 电力工程项目造价管理研究[J]. 中国招标, 2024,(06):99-101.
- [10] 杜妍. 电力工程项目管理中的计划管理与企业战略协同[J]. 现代企业文化, 2024,(06):40-42.

火电机组发电厂电气检修中的常见故障及分析研究

张杨

中电投蒙东能源集团有限责任公司通辽发电总厂，内蒙古 通辽 028011

摘 要： 电力在现代社会中的作用日益突出，而火力发电厂又是整个电网的关键。所以，火力发电厂的电气维修工作的好坏，对电网的正常运转和企业的经济效益都有很大的影响。所以，为了保证火力发电厂的电力维修工作能够顺利地进行，提升电力维修工作的质量与水平，就需要制定一个健全的电力维修管理体系，对电力维修过程中出现的问题进行及时的检测 and 解决，从而保障了火力发电厂电力维修工作的质量。

关 键 词： 火电机组；发电厂；电气检修；常见故障

Research On Analysis And Analysis Of Common Faults In Electrical Maintenance Of Thermal Power Units

Zhang Yang

China Power Investment Mengdong Energy Group Co., LTD. Tongliao Power Plant, Inner Mongolia, Tongliao 028011

Abstract： The role of electric power in the modern society is increasingly prominent, and the thermal power plant is the key to the whole power grid. Therefore, the quality of the electrical maintenance work of thermal power plants has a great impact on the normal operation of the power grid and the economic benefits of the enterprise. So, in order to ensure the power plant power maintenance work smoothly, improve the quality and level of power maintenance work, you need to develop a sound power maintenance management system, the problems in the process of power maintenance timely detection and solution, to ensure the quality of thermal power plant power maintenance work.

Keywords： thermal power unit; power plant; electrical maintenance; common faults

引言

火力发电厂用电设备的维修与检修是确保其正常运转的重要环节，若不能及时维修，就会导致电力设施的损伤，从而使电厂的正常运转受到极大的影响。为了保障火力发电厂的电力设施的正常运转，需要做好电力维修工作，以便在出现故障时，能及时采取措施。针对火力发电厂在电力设备维修过程中容易出现的一些问题，提出了一些看法，希望能对以后的电力维修工作有所帮助。

一、火电机组发电厂电气检修的特点

1. 复杂性

随着时代的发展，电力科技得到了飞速的发展，电力设备的类型日益增多，其工作原理也日趋复杂。但是，与过去用电装置相比，在实际工作中，用电设备呈现出越来越复杂的特点，从而造成了频繁的电气故障。特别是发电厂，里面有很多电器，如果有一个地方出了问题，那就会导致整个发电厂的正常运转，所以才会有那么多的电器故障。因此，在对电力系统进行维修时，一定要仔细地分析、研究各类电力设备，了解它们的工作原理、工作原理，并依据这些原理制订出相应的解决办法。此外，检修人员还需要结合实际情况制定合理的检修计划，从而提高检修效率。

2. 危险性

电力设备作为电力系统的主体，对其进行维修保养具有十分重要的意义。但是，电力设备的维修又具有一定的危险性。^[1]

（1）电器维修过程中，工人有受伤的危险，严重的还会造成触电等危险。由于在维修时，要将电器内的电线及配件拆掉，若不慎将电器内的接线或部件拆开，则有可能造成触电事故。（2）维修作业是有风险的，因此，在检修电器时，工作人员必须具备一定的安全意识，并具备良好的安全防护能力。（3）因为在对电器进行维修时，要把不同的工具放在电器里进行操作，这样的话，就有可能出现事故。

3. 高精度要求

对高精度的要求有三个方面的：一是利用高精度的测试设备，对信号进行放大，使其达到指定的幅度；二是在测量时，要保证

作者简介：张杨出生年月：1984年2月，男，汉族，内蒙古通辽市，本科，工程师，研究方向：火力发电厂电气设备检修。

测量结果的偏差不能超出所要求的限值；三是测量结果要符合仪器的示值要求，能够正确反映被测物体的实际状况。

二、火电机组发电厂电气检修的必要性

1. 保障发电设备稳定运行

火电厂要持续健全和完善电力设备的维修管理体系，建立一套完整的维修、维护规章制度，并严格执行，以保证发电设备的正常运转。在电力系统中，经常对其进行检查和维修，是保证其正常工作的重要环节。在电网中，发电装置的应用十分频繁，一旦发生故障，将会给电网带来巨大的冲击。为此，需要对发电设备进行定期的检修与保养，严格执行维修制度，以防止由于电力故障而导致的设备损坏，甚至是断电。

2. 提高发电效率

提高发电效率是改善火电机组发电厂电气检修工作的关键，不仅能够提升发电厂的经济效益，还能增强电力系统的稳定性和可靠性。通过优化发电流程和加强设备维护，可以有效降低能耗，减少环境污染，同时延长发电机组的使用寿命，确保电能供应的连续性与安全性。因此，提高发电效率对于推动经济发展和社会进步具有重要意义。因此，电厂必须针对具体情况制定出一系列的改善措施，从而确保电厂的正常运行，并且减少故障发生的概率。^[2]

3. 降低安全事故风险

在火电厂中，电力设备的维修是保证发电正常运转的一个重要步骤。所以，在电力系统的维修工作中，一定要注意安全隐患。首先，在对电气设备进行维修时，要对电器进行彻底的检测，并在维修结束后，对其进行彻底的检测。其次，对电力设施的维修要有计划，要有预案，有计划。最后，在电力设备的维修过程中，要注重对工作人员的安全保护，比如在高空作业时，一定要穿好安全防护用品，同时，还应维修人员进行相关的安全教育与训练。只有做好这些工作才能避免电气检修过程中出现不必要的安全事故。

4. 延长设备使用寿命

用电设备在使用中，受多种因素的作用，难免会出现磨损、损坏等情况。这些损坏可以是机械疲劳，也可以是线路老化造成的。如果不能在早期对其进行有效的修复与维护，则其性能会逐渐退化，直至出现严重损伤，从而影响到整机的正常运转，从而降低企业的经济效益。所以，对电力设备的定期检测与检修是保证其长期稳定运行的关键。从而保证了设备在任何时候都处于最好的工作状态，以满足生产需要，降低安全隐患。

三、火电机组发电厂电气检修中存在的问题

1. 检修人员技术水平参差不齐

电气检修工作涉及多个技术领域，其专业性要求极高。然而在实际操作过程中，由于检修人员之间的技术水平参差不齐所导致的差异，常常成为影响检修工作效率和质量的重要因素。这种

不均衡的技能水平不仅限制了检修作业的精细化管理，也在一定程度上对发电厂的电气设备维护和安全运行构成挑战。若检修人员的专业能力无法满足生产需求，就可能导致设备故障频发，影响到发电系统的正常运转，进而对整个电力供应的稳定性和可靠性产生负面影响，严重时甚至会威胁到公共安全。因此，提升电气检修人员的整体技术水平，确保他们能够熟练掌握各类电气维修技术，对于保障发电厂电气设备的稳定运行至关重要。^[3]

2. 检修设备老化和不足

电站用电设备在长时间的使用过程中，不可避免地存在着老化问题，尤其是某些电器的部件以及重要部件，如果得不到及时的维修，将会导致电力设备发生故障。所以要加强对电力设备的检查，并对出现的问题进行及时解决。

3. 检修计划不合理

在电力维修工作中，要制订一套科学、合理的维修方案，根据维修工作的规定和程序，对电力设备进行定期的巡视与维修。然而，在实际的维修工作中，一些发电厂却忽视了对电力设备的日常维修与检查，致使许多发电厂设备老化，故障频发，给机组的正常生产带来了极大的困难。另外，为了节约成本，提高效率，一些发电厂在进行电力维修时常采取“粗放型”的方法。这不但造成了电力设备长时间的高负荷运转，而且还会增加设备的故障率和维护成本，给电力公司带来巨大的经济损失。因此，在进行电气检修时必须合理制定检修计划，减少由于电气检修计划不合理所造成的影响。

4. 故障诊断技术落后

由于故障诊断手段的落后，常规的故障诊断手段不能及时掌握故障状态，导致维修人员的决策出现盲目性，给维修工作带来很大的影响。为此，应继续加大对电气设备的研发力度，使其在电力系统中的应用水平和质量得到进一步的提升。在此基础上，提出了一种新的电力设备故障诊断方法，并提出了相应的解决方案。与此同时，还应该建立一个事故的预警体系，及时发现电气设备故障并采取相应措施进行处理。

5. 缺乏有效的质量控制

电力维修是一项难度大、危险性大的工作，若不对其进行严格的质量管理，很容易造成维修工作得不到应有的效果。所以，在进行电力维修时，一定要严格遵循电力维修工作程序。首先，针对各类故障，要有科学、合理的维修计划；其次，要严格遵守有关规范，避免发生安全事故；最后在电力维修工作中，要明确职工的岗位职责，加强职工的业务素质，要强化维修设备的质量管理。再次是对设备的维修前、后进行检查，当电器维修工作完成后，应立即检查并修理电气设备，才能保证电气设备能够正常运行。

四、火电机组发电厂电气检修的策略

1. 加强检修人员培训

要提高维修工人的业务素质，提高他们的能力，提高他们的维修能力，就有必要对他们进行培训。首先，要强化对维修工人

常见电气故障分类



的理论训练，提高他们对电力设备维修的认识；其次，要强化对电工的技能训练，提高他们的使用水平；最后，要强化实践训练，提高他们的维修能力。

2. 更新和完善检修设备

火力发电厂的检修设备由于服役年限较长，其服役性能得不到很好的保障，需要不断地更新、改进，以达到延长其使用寿命、提升维修质量的目的。首先，在对电力设备进行改造与改进时，必须对电站用电设备进行综合分析，以判断它能否满足目前的发展需要。其次，在电厂的电力设施维护中，必须对其维修工艺有深入的认识，以确保维修方法的正确性和可行性。最后，在检修过程中，要全面仔细地检查、分析电厂的电器设备，看看它们有没有什么缺点。如果发现有问题和缺陷，要对检修设备进行更新和改进，只有这样才能延长火电厂电气设备的使用寿命，提高检修质量。^[4]

3. 优化检修计划

火力发电厂用电维修方案是用来指导火力发电厂用电维修的主要依据，因此，在制订用电维修方案时，要遵循一定的规范和程序。在制订电力维修计划时，要注意：一是要结合生产实际，确定设备维修时间；二是对电力设备的预防维修期的确定，要考虑到发生的频率、设备的状态和造成的影响；三是对电器设备进行维护费用的计算，要考虑到维护成本和维修成本，同时还要考虑零部件成本；四是要科学地组织维修队伍，要从职工素质、技术能力、技术改造等方面综合考虑；五是对检修方案进行合理优化。

4. 引入先进的故障诊断技术

在当今社会，由于信息技术的飞速发展，许多高科技产品已开始应用于电力设备的故障诊断和在线监控。在深入的电力维修实践中，我们必须充分认识到不同类型设备故障的特点与规律，不断更新维修理念和技术。因此，及时引入并应用先进的故障诊断技术显得尤为重要。这样不仅可以提高诊断的准确性，还能大幅提升维修工作的速度和效果。通过精准的故障诊断，能够迅速定位问题所在，采取恰当的修复措施，从而保证电力系统的稳定运行，确保电网的安全可靠。这种方法对于保障供电的连续性和可靠性至关重要，同时也是推动电力维修行业进步的关键所在。

5. 建立严格的质量控制体系

为了确保电力维修工作的质量，需要制定一套完善的质量管理制度，确保电力维修工作的各个环节都能按照规范进行，确保电力维修工作的质量。为了保证电力维修工作的正常进行，应制定健全的维修制度、维修计划和维修记录等管理制度。

6. 强化安全管理措施

在电力设备的维修中，要严格遵守相关的规程，防止各种故障发生，确保电力维修工作的正常进行。电力维修人员要做好工作，要严格遵守《安全规范》，保证电力设备维修的安全。对电力设备的维修，要按相关级别的要求，遵循一定的规程和规程。在对高压电气设备进行维修时，要有相关的专人负责，并且要用好绝缘的工具。高压电气设备检修时，应将有关工作内容写在工作单上，对检修内容、检修时限等都要有具体的记录。同时，应配备独立的安全监护人员，对电器设备进行彻底的检修。在施工过程中，需要对某些重要部位采取相应的隔热措施。

结语

总之，要提高火力发电厂的电力维修工作质量与水平，就需要建立健全的电力维修管理体系，对电力维修过程中出现的问题进行及时的检测和处理。在此基础上，提出了在电力系统中开展电力维修工作的必要性，并提出了相应的对策。另外，要建立电力维修人员的定期轮岗制度，让电力维修人员及时掌握电力科技发展的最新动态，充分发挥他们的专业技术优势。另外，还要加强对电力企业的电力维修工作的监管，健全电力维修监管体制和管理体制，制定一套科学、高效的火电机组电厂电气维修评估系统，促进我国火电机组发电厂电气检修水平的提高。

参考文献

- [1] 张方明, 张瑞明. 火电机组电气节能降耗措施的研究 [J]. 中国设备工程, 2022, (09): 128-130.
- [2] 王萍利. 探析火电厂发电机组常见电气故障及维修 [J]. 装备维修技术, 2021, (02): 31-32.
- [3] 杨燕. 1000MW级火电机组电气整组启动保护配置和励磁系统设计 [D]. 江苏大学, 2020.
- [4] 康建华. 论火电厂发电机组常见电气故障与维修 [J]. 数码世界, 2020, (05): 275-276.

工程造价管理在电力工程建设中的应用研究

吕振捷

吉林电力股份有限公司, 吉林 长春 130000

摘 要： 探讨工程造价管理在电力工程建设中的应用，深入分析电力工程建设过程中的成本控制策略和实践效果，相关领域的研究和实践提供理论支持和实践指导。电力工程是影响电力供应国家基础设施建设的重要组成部分，工程造价管理关系到工程的经济效益的稳定性和安全性。加强工程造价管理，优化成本控制，提升电力工程建设质量和效率。分析工程造价管理在电力工程建设中的关键环节。梳理当前电力工程建设中工程造价管理的现状、存在的问题和成因。采用定量分析和定性分析相结合的方法，对工程造价管理的有效性进行评估，提出相应的改进措施。^[1]对多个电力工程建设项目的工程造价管理实践进行分析，得出一些有价值的结论。科学的成本预测、严格的成本控制和有效的风险管理是实现电力工程建设经济效益最大化的关键。信息化技术的应用在提升工程造价管理效率和准确性方面发挥重要作用。提出加强成本预算编制、优化合同管理、强化风险评估和推动技术创新等改进建议，为电力建设工程造价管理提供参考和借鉴。为电力建设工程的工程造价管理提供理论依据和实践指导，相关领域提供新的视角和思路。

关 键 词： 工程造价；电力工程；管理应用；成本控制

Research On The Application Of Engineering Cost Management In Power Engineering Construction

Lv Zhenjie

Jilin Electric Power Co., Ltd., Jilin, Changchun 130000

Abstract： This article explores the application of engineering cost management in power engineering construction, analyzes in depth the cost control strategies and practical effects in the process of power engineering construction, and provides theoretical support and practical guidance for research and practice in related fields. Power engineering is an important component that affects the construction of national infrastructure for power supply, and project cost management is related to the stability and safety of the economic benefits of the project. Strengthen engineering cost management, optimize cost control, and improve the quality and efficiency of power engineering construction. Analyze the key links of engineering cost management in power engineering construction. Sort out the current situation, existing problems, and causes of engineering cost management in power engineering construction. Using a combination of quantitative and qualitative analysis methods, evaluate the effectiveness of engineering cost management and propose corresponding improvement measures. ^[1] Analyze the engineering cost management practices of multiple power engineering construction projects and draw some valuable conclusions. The key to maximizing the economic benefits of power engineering construction lies in scientific cost forecasting, strict cost control, and effective risk management. The application of information technology plays an important role in improving the efficiency and accuracy of engineering cost management. Propose improvement suggestions such as strengthening cost budgeting, optimizing contract management, enhancing risk assessment, and promoting technological innovation to provide reference and inspiration for cost management in power engineering construction projects. Provide theoretical basis and practical guidance for engineering cost management in power engineering construction, and offer new perspectives and ideas in related fields.

Keywords： engineering cost; power engineering; management application; cost control

引言

1. 研究背景及现状

电力需求不断增长，电力建设工程项目不断增多，工程造价管理作为项目经济效益和社会效益的关键环节，重要性日益明显。电力工程的复杂性、投资性和成本控制是项目管理中的核心问题，合

理的工程造价管理降低项目成本，提高经济效益，有效控制风险，保障工程的顺利实施。许多国家对电力建设工程的工程造价管理给予高度重视。国外的研究集中在成本预测、成本控制、风险管理等方面，先进的管理理念和方法，不断优化电力工程的造价管理。许多国家立法和政策引导，推动工程造价管理的标准化和规范化。国内工程造价管理逐渐受到关注。国内学者和实践者在电力工程建设

作者简介：吕振捷，出生年月：1990年3月，男，蒙古族，内蒙古通辽市，大学本科，工程师，研究方向：工程造价、技经管理、科技与质量管理。

的工程造价管理方面进行大量研究和实践探索。主要集中在成本预算编制、成本控制方法、合同管理等方面。国内电力工程建设项目普遍采用定额管理和清单计价的方式进行成本控制，市场化进程的加快，传统的管理模式逐渐暴露出一些问题，国内学者和实践者在不断探索和创新，找到更适合中国国情的工程造价管理模式。电力工程建设的工程造价管理是一个复杂不断发展的领域。技术的进步和管理理念的更新，工程造价管理在电力工程建设中的应用在不断深化和拓展。深入分析国内外的研究现状和实践案例，探讨工程造价管理在电力工程建设中的应用策略和方法，为相关领域的研究和实践提供参考和借鉴。

2. 研究方法及意义

深入探讨和分析工程造价管理在电力工程建设中的应用，研究方法和丰富的案例分析，在实际工程中的运作机制和效果，提出有效的管理策略和改进措施。涵盖电力工程建设的全过程，成本预测与预算编制，科学的预测方法和合理的预算编制，达到工程成本的准确性和可控性；成本控制与风险管理，分析在施工过程中运用有效的成本控制手段和风险评估机制，降低成本超支的风险；合同管理与变更控制，研究合同管理在造价管理中的作用，变更控制减少不必要的成本增加；信息化技术在造价管理中的应用，探讨现代信息技术，提升造价管理的效率和准确性。采用文献综述、案例分析、实地调研和专家访谈等多种方式，梳理国内外在电力工程建设造价管理方面的研究成果，提供理论基础；选取具有代表性的电力工程项目，深入分析造价管理的成功经验和存在的问题；实地调研和专家访谈获取第一手资料，了解造价管理在实际操作中的具体情况和挑战。深入分析和研究，电力工程建设的工程造价管理提供理论支持和实践指导，为相关领域的研究和实践提供新的视角和思路。提升电力工程建设经济效益和社会效益，推动电力工程行业的健康发展。促进工程造价管理的标准化和规范化，提高工程造价管理的科学性和系统性，为电力工程建设的可持续发展提供坚实的基础。

3. 研究结构安排

电力工程建设的基本流程和特点进行概述，分析在工程造价管理中的特殊性和挑战。深入探讨工程造价管理的理论基础，包括工程造价的概念、目标、原则和常用的管理方法和工具。对电力工程建设中工程造价管理的现状进行详细分析，包括成本构成、管理现状存在的主要问题和挑战。重点讨论工程造价管理在电力工程建设中的应用策略，包括成本预测与预算编制、成本控制与风险管理、合同管理与变更控制，信息化技术在成本管理中的应用。总结全文，提出研究结论和建议，对论文的局限性和未来研究方向进行展望。系统展示工程造价管理在电力工程建设中的应用，为相关领域的研究和实践提供理论支持和实践指导。

一、电力工程建设概述

1. 电力工程的特点

具有高度的技术性和专业性，涉及电气工程、土木工程、机械工程等多个学科的交叉融合。电力工程的规模非常庞大，大量

的资金投入和人力资源，项目的规划和建设周期较长。电力工程直接关系到公共安全和环境影响，具有显著的社会性和环境敏感性，严格遵守国家的相关法律法规和标准。电力工程具有较高的系统性和互联性，各个组成部分之间相互依赖，构成了一个复杂的电力系统。运行过程中，电力工程保证高度的可靠性和稳定性，满足社会对电力供应连续性和质量的要求。科技的发展和环保意识的增强，现代电力工程越来越注重采用高效、环保、智能的技术，实现可持续发展。电力工程是一个多学科、大规模、高技术、具有社会和环境责任的系统工程，在现代社会中扮演着不可或缺的角色。是现代工业社会的基础，保障国家能源安全、推动经济发展和提高人民生活水平具有至关重要的作用。电力工程建设面临着诸多挑战，加强工程造价管理，优化资源配置，提高建设效率，保证电力工程建设顺利进行。科学的管理方法和先进的技术手段，有效控制成本，降低风险，提升工程质量，实现电力工程的可持续发展。电力工程建设关系到国家的能源战略和经济发展，涉及社会的方方面面。重要性不言而喻，是现代社会不可或缺的一部分。

2. 工程造价管理在电力工程中的关键作用

有效的工程造价管理，关系到工程的经济效益，影响工程的进度、质量和安全，保证工程在预算内完成，减少不必要的成本。有助于优化资源配置，提高施工效率和工程质量。在电力工程阶段，从项目策划、设计、施工到完工验收，工程造价管理发挥着关键作用。在项目策划阶段，工程造价管理帮助决策者进行成本效益分析，评估项目的可行性和经济性。利用科学的预算编制，为项目的顺利实施提供资金保障。在设计阶段，工程造价管理促进设计方案的优化，成本控制引导设计人员选择更经济、合理的设计方案。在施工阶段，工程造价管理利用动态监控和成本控制，保证施工过程按照预算进行，及时发现和处理成本偏差，减少成本。工程造价管理涉及工程的进度控制和质量保证。合理的进度安排和成本分配，保证工程按计划推进，减少延误风险。成本与质量的关联分析，提高工程的整体质量，达到预期的使用效果和安全标准。在工程完工验收阶段，对工程成本的最终核算和审计，保证工程的经济效益和合规性。

二、工程造价管理理论基础

1. 工程造价管理的目标和原则

包括直接成本如材料费、人工费、施工机械使用费，涵盖间接成本。工程造价是衡量项目经济合理性的关键指标，影响到项目的投资效益和经济效益。工程造价管理目标是对成本的科学预测、合理计划、严格控制和有效监督，保证工程项目在满足质量、安全、进度等要求，实现成本的最优化。管理过程综合考虑成本效益、全面性、预测性、控制性、合规性和风险管理等多方面因素，实现项目经济效益的最大化。电力工程建设中，工程造价管理的核心原则是保证成本控制的科学性、系统性和有效性。管理者在项目策划、设计、施工及后期维护等各个环节，实施精细化管理，合理的资源配置和成本分配，优化成本结构，提高资

金使用效率，重视风险评估和应对，提前识别和规避可能影响成本的不确定因素，保障项目顺利实施，实现预定的投资目标 and 经济效益。

2. 工程造价管理的方法与工具

成本预测利用市场调研、历史数据分析和专家咨询，对项目的成本进行初步预测，为后续的成本控制提供基础。预算编制详细编制工程预算，将预测的成本分解到各个分项工程和施工阶段，明确成本控制的目标和责任。成本控制是核心环节。实施动态成本监控，及时调整成本计划，有效避免成本超支。变更管理是必不可少的。工程项目在实施过程中难免会出现变更，合理的变更管理减少因变更带来的额外成本。合同管理要求制定科学合理的合同条款，各方的权利和义务，有效预防和解决合同纠纷，减少不必要的成本损失。风险管理识别和评估项目实施过程中遇到的风险，制定相应的风险应对措施，降低风险对成本的影响。大数据分析和人工智能技术在成本预测和控制中发挥作用，分析历史数据和市场趋势，提供更准确的成本预测和控制建议。综合运用成本预测、预算编制、成本控制、变更管理、合同管理、风险管理和信息化技术等多种手段，实现电力建设工程项目的成本最优化。

三、电力工程建设中的工程造价管理现状分析

许多电力企业开始重视成本预算的编制和执行，科学的成本预测和严格的成本控制，有效降低工程成本。信息化技术的应用提高成本管理的效率和准确性，电力工程建设成本管理仍存在一些问题和不足。一些电力企业的成本管理理念不够先进，成本控制的手段和方法比较落后，缺乏系统的管理流程和有效的控制机制。成本数据的收集和分析不够完善，导致成本预测和控制的准确性不高。一些企业在合同管理和风险管理方面存在缺陷，导致合同纠纷和风险事件频发，增加工程成本。环保要求的提高和新能源的推广，电力工程建设的成本结构在发生变化。一些传统的电力工程建设模式不能适应新的要求，进行技术创新和模式创新，适应新的市场环境和政策导向^[2]。电力工程建设成本管理取得一定的进展，不断改进和完善。加强成本管理理念的培养，提高成本控制的手段和方法，完善成本数据的收集和分析，加强合同管理和风险管理，适应新的市场环境和政策导向，进一步提高电力工程建设的成本管理水平，实现项目的经济效益和社会效益最大化。

四、工程造价管理在电力工程建设中的应用策略：

建立一个科学合理的成本预测体系，利用市场调研、历史数据和专家意见，对项目成本进行准确预测，为后续的成本控制打下坚实基础。强化成本控制机制，建立严格的成本管理体系和流程，实现对工程各个阶段成本的实时监控和动态管理。合同管理的规范化和系统化是控制成本的重要手段。制定详尽的合同条款，明确各方的权利和义务，减少合同纠纷，降低法律风险和额外成本。风险管理不可忽视，识别、评估和应对项目实施过程中遇到的风险，减少不确定性对成本的影响。建立一套完善的风险管理体系，信息化技术的应用极大提升工程造价管理的效率和准确性。实现成本数据的集成管理，提高数据分析和决策支持的能力^[3]。人才培养和团队建设对于工程造价管理至关重要。加强专业培训和团队协作，提升团队成员的成本管理能力和综合素质，为工程造价管理提供强有力的人才支持。工程造价管理在电力工程建设中的应用策略涉及成本预测、成本控制、合同管理、风险管理、信息化技术和人才培养等多个方面。综合运用这些策略，控制和降低电力工程建设的成本，提高项目的经济效益和社会效益。

总结

科学的成本预测、严格的成本控制、规范的合同管理、全面的风险评估和先进的信息化技术应用，电力工程建设项目能够在满足质量、安全、进度等多重要求，实现成本的最优化。当前的工程造价管理在实际操作中面临诸多挑战，问题的存在，影响工程造价管理的效率和效果，制约电力工程建设的整体发展。未来的研究和实践加强成本管理理念的培养和推广，提升管理人员的专业素养和技能；完善成本控制机制，建立更为科学、系统的成本管理体系；规范合同管理流程，减少合同纠纷，降低法律风险；加强风险管理，提高对各种风险因素的识别、评估和应对能力；推动信息化技术在工程造价管理中的应用，提升管理的智能化和精细化水平^[4]；注重人才培养和团队建设，为工程造价管理提供强有力的人才支持。提高电力工程建设的经济效益和社会效益，推动整个电力行业的可持续发展。工程造价管理在电力工程建设中的应用是一个持续发展和不断优化的过程，各方的共同努力和不断创新。在激烈的市场竞争中保持优势，实现电力工程建设的长远发展。

参考文献

- [1] 谢旭峰, 陈上上, 潘攀, 等. 电力工程项目造价管理研究同样 [J]. 中国招标, 2024, (06): 99-101.
- [2] 彭丹. 电力工程管理模式的创新与应用 [J]. 集成电路应用, 2023, 40(05): 48-50. DOI: 10.19339/j.issn.1674-2583.2023.05.019.
- [3] 杨莹莹. 动态成本控制在工程造价管理中的应用研究 [J]. 中国集体经济, 2024, (15): 21-24.
- [4] 申红洁, 张晓娟, 李克鑫. 新形势下电力工程造价分析及控制 [J]. 电气技术与经济, 2024, (06): 271-273.

超临界电厂励磁系统的优化设计与性能分析

于波, 张晏平

华能兰州热电有限责任公司, 甘肃 兰州 730000

摘要： 本研究聚焦于超临界发电厂励磁系统的性能分析，作为电力系统的核心组成部分，励磁系统性能会影响电网。在对励磁系统稳定性分析后，可以确认系统在静态和动态条件下的稳定性，然后评估了系统的小扰动恢复能力，再从特征根分析检验系统面对大扰动的稳定性。

动态响应特性主要研究了系统对变动的快速适应性，在研究PID控制器的优化和附加控制策略的运用后，可以发现其能提升系统对电压波动的控制精度。电磁暂态过程仿真在模拟极端情况下，提供了故障期间系统响应的可视化数据。

关键词： 发电厂励磁系统；扰动恢复能力；附加控制策略

Optimized Design And Performance Analysis Of The Excitation System In The Supercritical Power Plant

Yu Bo, Zhang Yanping

Huaneng Lanzhou Thermal power Co., LTD. Gansu, Lanzhou 730000

Abstract： This study focuses on the performance analysis of the excitation system in supercritical power plants. As a core component of the power system, the performance of the excitation system will affect the power grid. After the stability analysis of the excitation system, the stability of the system under the static and dynamic conditions can be confirmed, and then the small disturbance recovery ability of the system is evaluated, and then the stability of the system facing the large disturbance is tested from the characteristic root analysis. The dynamic response characteristics mainly study the rapid adaptability of the system to changes. After studying the optimization of PID controller and the application of additional control strategy, it can be found that it can improve the control accuracy of the system to voltage fluctuation. The electromagnetic transient process simulation provides visual data of the system response during failure.

Keywords： power plant excitation system; disturbance recovery ability; additional control strategy

引言

现在，能源的高效利用与可持续发展已成为全球关注的焦点。随着工业化进程的加速，不断增长的人口对电力的需求日益攀升，推动了电力行业的技术革新，也促使我们深入探索如何在保证电力供应的同时，实现环境的保护与资源的节约。在此背景下，超临界发电技术就成为现代电力工业的重要组成部分。

超临界发电厂将水加热至超临界状态来提高蒸汽的热力学效率，从而提升能量转换率，减少化石燃料的消耗及温室气体的排放。但这一过程要求电厂各系统之间具备高度的协调性。励磁系统是确保发电机稳定运行的关键部分，其性能直接影响到整个电力系统的可靠性。本论文深入探讨超临界电厂励磁系统的优化设计及其性能分析，将从理论出发对励磁系统的参数进行精细化设计，以期达到最佳的控制效果。希望这一研究可以为超临界发电厂的励磁系统提供更为科学的设计依据，也为电力行业的节能减排和可持续发展贡献力量。

一、超临界电厂励磁系统的基本原理

（一）超临界电厂概述

超临界电厂是工作在水的超临界状态下的火力发电站，在这里，水会加热至超过其临界温度和压力，形成一种既非液体也非

气体的独特状态，从而提升热效率，降低燃料消耗与环境污染。

超临界电厂之所以被称为“超临界”，是因为其工作参数超越了水的临界点（压力221.15 bar，温度374.15°C）。在这样的状态下，水的性质介于液体和气体之间，超临界流体具有极高的热传递效率。当水被加热至超临界状态后，再通过蒸汽涡轮机

作者简介：于波，男，出生日期：1995年9月2日，籍贯：河北省唐山市玉田县，学历：大学本科，职称：助理工程师，工作领域：发电厂继电保护专业。

驱动发电机，能够以更高的热效率（通常超过40%）转换能量，相较于亚临界或常规燃煤电厂，超临界电厂能减少燃料消耗，每kWh煤耗最低约有327g左右。除此之外，在温室气体排放方面，主要成分为氮氧化物和少量其他有害物质，脱硫率更是超98%。

鉴于其高效率 and 环保优势，超临界电厂在世界各地非常受欢迎，尤其是在能源需求旺盛的地区，比如大城市周边、工业集中区域或是国家电网的关键节点，需求非常大。随着全球对可持续能源的重视，超临界发电技术也在不断进步，超超临界技术在内的升级版正逐步成为现代电力行业的重要组成部分^[1]。

（二）励磁系统的构成

励磁系统就是负责向发电机转子绕组提供励磁电流的装置，核心在于维持发电机端电压的稳定，并在系统出现扰动时快速响应，恢复电网的稳定状态。它由励磁电源、励磁调节器、电压互感器和电流互感器等多个关键部件组成。对于一台额定励磁电流为1000安培的发电机来说，励磁电源应能在几毫秒内响应指令，才能适应从500安培到1500安培的励磁电流变化，最终使电压达到稳定的程度。

励磁电源为系统提供稳定的直流电，而励磁调节器则是整个系统的“大脑”，根据发电机端电压的实时变化，调整励磁电流的大小，使得电压稳定在设定值附近。在正常运行条件下，励磁调节器需保持发电机端电压在 $\pm 1\%$ 的范围内波动，即如果设定电压为110伏特，实际电压应在109伏特至111伏特之间。当检测到电压偏离设定值时，励磁调节器通过PID算法计算出适当的励磁电流变化量，使电压迅速恢复至目标值。

电压互感器和电流互感器则分别是使得测量发电机可以输出电压和电流，为励磁调节器提供必要的反馈信息。电压互感器的精度等级至少应为0.5s，即使在轻微电压波动下励磁调节器也能获得准确的反馈信息，电流互感器的测量范围应覆盖从0到150%的额定励磁电流。

（三）励磁控制策略分析

励磁控制策略是励磁系统的核心，在超临界发电厂中，励磁控制策略要考虑电压的稳定，还需兼顾系统的动态响应特性。常见的控制策略包括比例积分（PI）控制、比例积分微分（PID）控制，以及更为先进的自适应控制和模糊逻辑控制等。PID控制的鲁棒性良好，PID控制通过比例项P、积分项I和微分项D三者结合，实现了对电压偏差的快速响应^[2]。

比例积分（PI）控制是最为基础且广泛使用的控制策略之一，它的设计哲学在于即时的比例作用和累积的积分作用，然后再对偏差进行补偿。比例作用能够迅速响应偏差，然后再提供与偏差成正比的控制动作，使得系统的快速响应；而积分作用则主要是为了消除静态误差，然后再利用累积偏差的总和，随着时间的推移逐渐减小偏差直至消除。PI控制在许多稳定且变化缓慢的系统中表现很好，常见的在维持发电机端电压恒定时，就能够提供良好的控制效果。

比例积分微分（PID）控制则在此基础上加入了微分作用，增强了系统对变化的预测能力。微分作用利用检测偏差的变化率，预判偏差的趋势，提前调整控制量，可以有效抑制系统振荡，改

善动态性能。PID控制在处理复杂动态过程时更为出色，特别是在需要快速响应和抑制振荡的场合，PID控制能够更精确地调整励磁电流，最常见的就是在电网突然变化或负载快速波动时保持系统稳定。

自适应控制则代表了控制策略的进一步研发，它能够根据系统运行状态的变化自动调整控制器参数，自动地去适应不同的运行条件。在电力系统中，自适应控制特别适用于那些参数随时间或运行条件改变的场合，自适应控制器能够实时调整保证系统在不同工况下均保持高性能。

模糊逻辑控制是一种基于模糊集理论的智能控制策略，它模仿人类的决策过程，使用模糊语言变量和规则来描述控制逻辑。模糊控制适合处理那些难建模或具有不确定性的问题，在定义输入输出的模糊集合和隶属函数下，模糊控制器能够处理复杂非线性关系。在电力系统中，模糊逻辑控制在处理不确定的负荷变化、电压波动等场合上用处很大。

二、励磁系统优化设计

（一）设计目标与约束条件

在深入探讨超临界电厂励磁系统的优化设计时，首先需明确设计的目标与约束条件。励磁系统的优化设计寻找一组参数配置，使系统在各种运行条件下均能表现出优异的动态特性，同时降低能耗并延长设备寿命^[3]。

设计目标主要包括：（1）提高系统动态响应速度，减少过渡过程中的振荡；（2）增强系统稳定性，特别是在电网扰动或负荷变化时；（3）减少励磁调节器的损耗，提高整体效率，这些目标需在满足特定的物理和电气约束条件下实现。

（二）选择优化算法

选择合适的优化算法是实现上述目标的关键步骤，在励磁系统设计中，可以采用遗传算法（GA），遗传算法有全局搜索能力，适合处理非线性、多变量的问题。遗传算法通过模拟自然选择的过程，迭代地改进解集，直至找到最优或近似最优解。优化算法关系到设计过程的效率与成果的精度，复杂的励磁系统必须基于计算机的智能优化算法。

（三）参数优化

基于选定的优化算法，所以要对励磁系统的各个关键参数，如比例积分微分（PID）控制器的增益系数、励磁机时间常数等，进行反复迭代微调。这一过程需要大量的计算模拟，通过不断地试错修正，最终将得到一组既能满足系统稳定性要求，又能达到最优性能指标的参数集合。

三、性能分析与评估

（一）励磁系统稳定性分析

励磁系统的稳定性是衡量其能否在各种运行条件下保持系统电压恒定、防止振荡和失稳的关键指标，关联到超临界发电厂乃至整个电力网络的安全。稳定性分析通常涉及两个主要方面：静

态稳定性和动态稳定性。

静态稳定性关注的是系统在受到小幅度扰动后恢复到原平衡状态的能力，这一分析依赖励磁系统的静态增益以及系统的开环传递函数。在励磁控制回路中，可以通过 Nyquist 图或 Bode 图来直观地评估系统的静态稳定性。如果系统的 Nyquist 图不穿越 $(-1, j0)$ 点，且具有足够的相位裕度和增益裕度，那么就可以认为系统在静态条件下是稳定的^[4]。

动态稳定性则是系统对较大扰动的响应，动态稳定性分析及系统的小信号模型，通过线性化系统在工作点附近的动态行为，可以得到系统的状态空间模型。利用特征根分析或 Lyapunov 第二方法，可以判断系统是否能够在动态扰动下保持稳定，即所有特征根的实部是否小于零^[5]。

为了确保励磁系统的稳定性，还需要考虑励磁机的惯性、延迟效应，以及励磁调节器的参数。励磁机的惯性会延缓励磁电流的变化，而调节器的参数（如 PID 增益）则影响到系统的响应速度^[6]。

（二）系统动态响应特性

当转向系统动态响应特性的分析时，实际上是在考察励磁系统在不同工况下，如何迅速而准确地响应外部刺激。动态响应特性包括上升时间、峰值时间、超调量和调节时间等指标，指标反映了系统在扰动作用下，从初始状态过渡到新的稳态所需的时间和过程中的振荡程度^[7]。

在励磁系统中，动态响应特性的好坏会影响发电机端电压的稳定性和电力系统的整体可靠性。上升时间和调节时间过长可能导致电压波动过大，影响用户设备的正常运行；而超调量过大则可能引起系统的振荡，甚至导致失稳。因此，为了优化动态响应

特性，励磁系统的调节器设计必须兼顾快速响应和抑制振荡的双重目标^[8]。

（三）电磁暂态过程仿真

电磁暂态过程仿真是通过数值计算方法模拟电力系统在发生快速变化事件（如短路、断路器操作或雷击）时的行为，这些仿真能够预测系统在极端条件下的响应，评估保护装置和控制策略的有效性以及验证系统设计的合理性^[9]。在仿真过程中，必须使用详细的电路模型和电机模型，考虑所有元件的电磁特性，包括电阻、电感、电容和非线性磁化曲线。PSCAD/EMTDC 或 MATLAB/Simulink 的仿真软件可以为研究人员提供强大的计算平台，通过求解微分代数方程组，再现系统的动态行为^[10]。

结语

在电力系统的运行环境中，励磁系统的性能分析是电网稳定的重要环节。励磁系统稳定性分析首先要进行静态稳定性和动态稳定性的考量，前者主要是测试系统对小扰动的恢复能力，后者则侧重于系统在大扰动后的响应。稳定性分析通过 Nyquist 图、Bode 图和特征根分析等方式，可以看到系统在各种条件下能维持电压稳定，避免振荡失稳。动态响应特性评估了系统对变动的反应速度，通过优化 PID 控制器参数和引入先进控制策略，提高了系统对电压波动的控制能力。电磁暂态过程仿真则模拟了系统在极端条件下的行为，研究出了故障期间的电压电流波形。因此，励磁系统的性能分析更依赖于实际的测试与仿真，如此才能达到最优的系统设计，使之运行状态达到巅峰。

参考文献

[1] 朱振青. 励磁控制与电力系统稳定 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1994.
[2] 李基成. 现代同步发电机励磁系统设计及应用 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2002.
[3] 吴光军. 同步发电机励磁控制研究 [J]. 电厂电站设备, 2002(4): 31235.
[4] 黄耀群, 李兴源. 同步电机现代励磁系统及其控制 [M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1993.
[5] 竺士章. 发电机励磁系统试验 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
[6] 王志. 发电机励磁系统波动分析 [C] // 吉林省电机工程学会. 吉林省电机工程学会 2023 年学术年会获奖论文集. 大唐长春第三热电厂; , 2023: 5.
[7] 朱春成, 陶荣. 一起励磁系统非线性电阻柜烧损事故分析 [J]. 电力安全技术, 2023, 25(09): 31-32+36.
[8] 余伟. 励磁系统涉网试验中转子过电压保护动作分析与处理 [J]. 水电站机电技术, 2023, 46(09): 97-98.
[9] 许超财, 刘祖国, 孙志军. 发电厂励磁系统故障分析与处理 [J]. 电工技术, 2023, (14): 123-125.
[10] 马寅兴. 发电机励磁变压器状态监测系统研究 [D]. 西安理工大学, 2023.

北方沿海地区水工钢闸门腐蚀与保护研究

梁姝颖

天津市水务规划勘测设计有限公司, 天津 300204

摘 要： 本文先简要介绍水工钢闸门在北方沿海地区的运行情况及腐蚀问题；之后，详细分析钢闸门腐蚀现象及其对安全运行和运维成本的影响；接着，从材料、环境和微生物等多个角度探讨腐蚀发生的原因；进而，提出了相应的保护措施和策略；最终，通过案例研究验证了保护方法的有效性，并展望水工钢闸门防腐蚀未来的发展趋势，提出了优化改进的建议。

关 键 词： 水工钢闸门；北方沿海地区；腐蚀现象；腐蚀原因；保护措施

Study On Corrosion And Protection Of Hydraulic Steel Gate In North Coastal Area

Liang Shuying

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

Abstract： In this paper, the operation and corrosion of hydraulic steel gates in the northern coastal areas are briefly introduced. After that, the corrosion phenomenon of steel gate and its influence on safe operation and operation and maintenance cost are analyzed in detail. Then, the causes of corrosion are discussed from the perspectives of materials, environment and microorganisms. Then, the corresponding protection measures and strategies are put forward. Finally, the effectiveness of the protection method is verified through a case study, and the future development trend of anti-corrosion of hydraulic steel gate is prospected, and suggestions for optimization and improvement are put forward.

Keywords： hydraulic steel gate; northern coastal areas; corrosion phenomenon; corrosion causes; protective measure

引言

水工钢闸门作为水利工程中的重要组成部分，广泛应用于北方沿海地区的河道、水库、船闸等工程。由于北方沿海地区气候特点为寒冷、潮湿，且受海洋环境影响，钢闸门在运行过程中面临着严重的腐蚀问题。这些腐蚀问题不仅影响了钢闸门的正常运行，还可能导致结构安全隐患，增加维修成本，缩短使用寿命。

一、钢闸门腐蚀现象及影响

金属的腐蚀是金属受环境介质的化学或电化学作用而被破坏的现象。金属的腐蚀遍及国民经济各个领域，给国民经济带来了巨大的损失。水工钢闸门作为一种控制和拦截水的设施，为水利枢纽工程中的重要组成部分。近年来，随着国内外水利水电建设的飞速发展，水工钢闸门在水利工程中得到了广泛的应用^[1]。在北方沿海地区，钢闸门的腐蚀问题尤为突出，这不仅关系到工程设施的稳定运行，也直接影响着水利工程的安全性和经济性。

（一）腐蚀现象描述

1. 实地观察和调研中发现的腐蚀现象

在北方沿海地区的水利枢纽中，对钢闸门进行了细致的现场

观察与调研，发现腐蚀现象普遍且明显。钢闸门表面出现了不同程度的锈斑，有些区域甚至出现了锈瘤和层状剥落。特别是在湿度高、盐分含量大的环境下，腐蚀速率显著加快。

2. 腐蚀部位和特征

腐蚀现象在钢闸门的迎水面、水下区域以及暴露在大气中的金属构件上尤为严重。这些区域的腐蚀特征是均匀腐蚀与局部腐蚀的结合，其中局部腐蚀主要体现为点蚀和缝隙腐蚀，这些形态在严重情况下可能导致构件的结构性损坏，甚至断裂。

（二）腐蚀影响分析

腐蚀对钢闸门的影响广泛且深远。它不仅削弱了钢闸门的力学性能，降低了强度和塑性，影响其承载能力和抗动态荷载能力，而且在严重腐蚀下可能导致结构失效和安全事故。腐蚀还增

加了运维成本，因为加速了磨损，缩短了使用寿命，增加了维修和更换频率^[9]。这不仅加重了经济负担，还可能因维修停工影响水利工程的正常运行。从长远来看，腐蚀可能导致连锁反应，增加其他设施的维护成本。

二、腐蚀原因分析

钢闸门的腐蚀是一个复杂的过程，涉及多种因素的相互作用。为了有效预防和控制腐蚀，需要深入分析其成因。以下是对腐蚀原因的详细分析。

（一）材料因素

钢闸门的腐蚀与其所用钢材的化学成分和微观结构紧密相关。碳、硫、磷等元素的含量直接影响钢材的耐腐蚀性，高碳含量虽然提升硬度但降低韧性，增加腐蚀裂纹的风险。晶粒尺寸和位错密度等微观结构特征也在腐蚀中起关键作用，细小晶粒的钢材通常表现出更好的耐腐蚀性。不同类型的钢材在腐蚀敏感性上存在显著差异，例如不锈钢因含有铬、镍等合金元素而具有较好的耐腐蚀性，但在特定环境下也可能发生点蚀^[10]。

（二）环境因素

1. 长期浸于各种水中的环境

钢闸门在各种水环境中长期浸泡时，腐蚀过程受到多种环境因素的影响。溶解氧作为电化学腐蚀的关键因素，海水中的高盐分通过增强导电性，加速腐蚀。同时，水的 pH 值对腐蚀速率有显著影响，无论环境是酸性还是碱性，都可能加速腐蚀。

2. 干湿交替的环境

第一，干湿交替会导致钢闸门表面形成电解质溶液，进而形成局部电池，从而加速电化学腐蚀过程。第二，湿润和干燥区域之间的氧浓度差异也会形成氧浓差电池，这同样会促进局部腐蚀的发生。

3. 高速水流的冲击环境

在高速水流作用下，钢闸门主要受到物理磨损和腐蚀加速的影响。水流中的沙粒和硬质颗粒对钢闸门表面造成冲击磨损，削弱保护层；同时，高速水流可能破坏保护层，使基材暴露，加速腐蚀。

4. 泥沙、漂浮物、冰凌的磨拆环境

在这种环境下，钢闸门的腐蚀特点主要表现为物理磨损和局部腐蚀。泥沙、漂浮物和冰凌的机械作用会刮擦钢闸门表面，破坏保护层，从而暴露出易腐蚀的基材。这种物理磨损可能导致局部磨损和腐蚀，形成凹槽或孔洞^[11]。

5. 水面或水上部分的潮湿气氛和飞溅水雾环境

潮湿环境和水雾中的盐分加速了钢闸门的电化学腐蚀。水蒸气形成的潮湿环境为腐蚀反应提供了条件，而水雾中的盐分形成电解质层，进一步加速腐蚀。此外，湿度导致的电化学不均匀性促使钢闸门表面形成微电池，引发局部腐蚀。

总之，这些环境因素共同作用于钢闸门，导致了复杂的腐蚀现象，因此在设计和维护钢闸门时，必须考虑这些因素以采取适当的防腐措施。

（三）微生物因素

1. 微生物在腐蚀过程中的作用机制

微生物通过其代谢活动，在金属表面形成生物膜，这一过程能够促进局部电池的形成，进而加速腐蚀过程。具体而言，微生物通过其新陈代谢作用，能够在金属表面形成生物膜，这些生物膜不仅为腐蚀反应提供了有利的环境，而且能够直接参与电化学反应，从而导致金属的溶解，进一步加剧了腐蚀过程^[15]。

2. 微生物种类和数量对腐蚀的影响

不同种类的微生物对腐蚀的影响存在显著差异。例如，硫酸盐还原菌（SRB）能够将硫酸盐还原为硫化氢，这一过程显著加速了金属的腐蚀速率。微生物的密度和生物膜的厚度也会影响腐蚀速率，通常情况下，生物膜越厚，其腐蚀作用越显著。因此，有效地控制微生物的生长是减缓钢闸门腐蚀的关键措施之一。

三、钢闸门保护方法探讨

针对钢闸门在北方沿海地区的腐蚀问题，采取有效的保护措施是确保其长期稳定运行的关键。

（一）涂料防腐

涂料防腐技术通过在金属表面形成连续的防护涂层，阻断金属与腐蚀介质的直接接触。环氧类涂料因其耐化学性和附着力而广受欢迎。钢材表面需清洁无油污、无锈蚀，以增强涂料与基材的黏附力。涂料系统设计需考虑使用环境，如海水中盐分浓度、温度变化，以确保适应复杂环境并提供有效防腐。

（二）金属热喷涂

金属热喷涂技术通过高温熔化粉末并高速喷射至钢闸门表面，形成致密保护层。这种涂层与基材结合力强，耐腐蚀性能好。常用的材料如锌、铝及其合金能在表面形成牺牲阳极，有效防腐^[16]，喷锌技术在闸门防腐中广泛应用。然而热喷涂铝锌，要求表面处理及环境条件都十分严格，而且不允许有漏喷，一旦出现露铁点会加速铝层的腐蚀。

（三）阴极保护

阴极保护是通过外加电流的方式，保护金属不受腐蚀的技术，它是利用电化学原理，通过在金属表面施加电流，使金属表面成为电化学反应的阴极，从而抑制金属腐蚀的方法，通常采用外加电流法或牺牲阳极法，从外部向被保护体提供电子，消除露点阴、阳极之间的电位差，没有了电位差也就消除了腐蚀电流，降低了金属表面的腐蚀速率，从而实现对金属结构的保护。

（四）不锈钢材料

采用不锈钢材料是提升钢闸门耐腐蚀性的有效手段之一。通过在钢材中掺入铬、镍、钛等合金元素，可以制造出具备更强耐腐蚀性能的不锈钢材料。不锈钢材料按照基体组织通常可分为奥氏体、铁素体和马氏体等，特别是铁素体相和奥氏体相约各占一半的双向不锈钢，兼备了奥氏体不锈钢的优良韧性、焊接性与铁素体不锈钢的高强度和耐氯化物的两项优点，作为新型可焊接的结构材料在水工闸门海洋环境中得到应用，该材料能够显著增强钢闸门的整体耐久性，但其成本相对较高，并且在极端腐蚀条件下仍可能遭受腐蚀^[17]。

四、案例研究

（一）案例选择与背景

1. 选择北方沿海地区水工钢闸门工程

本案例选取了位于北方沿海地区的一座大型水利枢纽中的钢闸门作为研究样本。该水利工程凭借其独特的地理位置、特定的气候条件以及使用年限，在腐蚀问题上展现出显著的典型性，从而为腐蚀研究提供了具有代表性的研究对象。

2. 工程背景和运行状况介绍

该水利枢纽工程建于20世纪90年代，肩负着防洪、排涝等多重功能。钢闸门作为工程的关键组成部分，长期暴露于海水和高湿度环境中，面临严峻的腐蚀挑战。自投入运行以来，钢闸门已经历了多次维修和防腐处理，以应对其持续的腐蚀问题。

（二）腐蚀状况分析

1. 对选定工程的腐蚀状况进行现场调研和分析

对钢闸门的腐蚀状况进行了详尽的现场调研，采用了宏观检查、腐蚀产物分析、厚度测量以及金相分析等多种技术手段。这些方法的综合应用能够全面地收集和分析钢闸门的腐蚀数据，从而获得了关于其腐蚀状况的详细信息。

2. 腐蚀部位、程度和原因的详细分析

调研结果显示，钢闸门的腐蚀现象主要集中在迎水面和水下区域，特别是铰链和密封部位。腐蚀的程度从轻微的表面锈蚀到严重的局部侵蚀不等，表明腐蚀问题具有多样性和复杂性。分析原因发现，海水中的盐分、温度变化、微生物活动，以及钢闸门材料本身的缺陷是导致腐蚀的几个关键因素^[8]。这些因素的相互作用，加剧了腐蚀过程，对钢闸门的长期稳定运行构成了挑战。

（三）保护措施实施与效果评估

1. 在选定工程中实施保护措施

为应对腐蚀挑战，对其实施了包括涂料防腐、阴极保护和金属热喷涂在内的综合防腐策略。这些措施的实施旨在为钢闸门提供长期、高效的防护，以保障其结构的完整性和功能的持久性。

2. 对保护效果进行定期评估和跟踪

在保护措施实施后，对钢闸门的防腐效果进行了持续地跟踪和评估。通过对比分析腐蚀速率、维护周期和成本，观察到这些保护措施有效地降低了腐蚀速率，并显著延长了钢闸门的使用寿命，从而验证了其防腐效果的持久性和有效性。

（四）案例分析总结

1. 总结案例分析中的成功经验和不足之处

案例分析揭示了综合防腐措施在钢闸门保护中的有效性和重要性。成功的经验涵盖了准确的问题诊断、合理的保护方案设计和严格的施工质量控制。尽管如此，也存在一些不足之处，例如保护措施的实施成本较高，某些技术操作较为复杂。

2. 提出改进措施和建议

基于对案例的深入分析，提出以下建议：应进一步优化防腐方案，通过成本控制和施工效率的提升，实现更经济、高效的防腐效果。之后，加强对新型防腐材料和技术的研发与应用，以应

对日益加剧的腐蚀挑战^[9]。最终，建议建立一个长期的腐蚀监测系统，以实现钢闸门腐蚀状况的实时监控和预测，从而为腐蚀防护提供更加精准和有效的支持。

五、发展趋势与建议

（一）结合当前科技水平和市场需求预测未来发展趋势

当前，钢闸门防腐技术正向着高效、环保和智能化方向发展，得益于材料科学、腐蚀科学和信息技术的进步。市场需求对长效、低成本防腐解决方案的增长，以及对环境保护的重视，推动了绿色防腐技术的发展。未来，高性能防腐材料、智能化腐蚀监测、环保型防腐技术和综合防腐策略将成为主流，共同推动钢闸门防腐技术的进步。

（二）分析新材料、新技术在钢闸门保护中的应用前景

新材料和技术的进步为钢闸门提供了创新的防腐方法。自修复材料能自动修复损伤，延长防腐涂层的寿命，降低维护成本。纳米技术，尤其是纳米涂层，提供高密度的保护层，有效防止腐蚀^[10]。随着技术进步，阴极保护技术变得更加高效和精确，能实时监控腐蚀状态。环保法规的加强也推动了绿色防腐技术的发展，如生物源防腐剂和水性涂料，减少了对环境的影响。

结束语

在钢闸门腐蚀保护的探索过程中，不仅积累了宝贵的经验，也见证了科技进步为防腐保护带来的新机遇。面对北方沿海地区特有的腐蚀挑战，坚信通过不懈的努力和创新，可以有效预防和控制腐蚀问题，确保水利工程的安全与长效运行。呼吁行业内外加强合作，推动新材料和新技术的研发与应用，提升腐蚀保护的水平和效率。同时，也期待政策层面的支持和引导，为防腐技术的发展创造有利条件。

参考文献

- [1] 刘兴燕. 关于水工钢闸门的防锈喷涂施工工艺探讨 [J]. 江西水利科技, 2023, 49(06): 460-465.
- [2] 蔡一平, 杨良泽, 许旭东, 等. 水工钢闸门局部腐蚀演化特征分析 [J]. 江苏水利, 2023, (10): 56-60. DOI: 10.16310/j.cnki.jssl.2023.10.015.
- [3] 杨林. 平面钢闸门维修养护实践与建议 [J]. 治淮, 2024, (06): 59-60.
- [4] 王飞雁. 浅谈水电站钢闸门的腐蚀原因及防腐处理技术 [J]. 小水电, 2023, (03): 62-64.
- [5] 郭建斌, 孙鹏, 陈吉丰, 等. 闸门受蚀构件的力学性能衰减特性 [J]. 腐蚀与防护, 2023, 44(04): 113-118.
- [6] 唐璇, 周靖. 静水条件含腐蚀缺陷钢闸门静力特性分析 [J]. 水电与抽水蓄能, 2022, 8(02): 103-109.
- [7] 张凤来. 锈蚀因素对弧形钢闸门静力性能影响的研究与分析 [J]. 水利科学与寒区工程, 2022, 5(01): 116-118.
- [8] 梁健伟. 浅谈西河水（船）闸门防腐工程的设计方案 [J]. 珠江水运, 2021, (14): 68-70. DOI: 10.14125/j.cnki.zjsy.2021.14.032.
- [9] 王姣, 朱振寰, 胡强. 锈蚀对弧形钢闸门静力性能的影响分析 [J]. 中国农村水利水电, 2021, (11): 128-135.
- [10] 陈金. 浅谈水工钢闸门的防腐及维修养护 [J]. 清洗世界, 2024, 40(06): 186-188.

火电厂施工大型起重机械配备及布置

刘毅

山东电力建设第三工程有限公司, 山东 青岛 266000

摘 要： 本文探讨了火电厂施工中大型起重机械的配备、布置和管理问题。文章分析了火电厂施工特点和对起重机械的需求，并提出了配备策略、布置原则和管理建议，还强调了合理配置和管理起重机械对于保障施工安全、提升效率、降低成本至关重要。

关 键 词： 火电厂施工；大型起重机械；配备策略；布置设计；管理体系

Power Plant Construction Of Large Lifting Equipment And Layout

Liu Yi

Shandong Electric Power Construction Third Engineering Co., LTD., Shandong, Qingdao 266000

Abstract： This paper discusses the equipment, arrangement and management of large lifting machinery in the construction of thermal power plant. This paper analyzes the construction characteristics of thermal power plants and the demand for lifting machinery, and puts forward the equipment strategy, layout principles and management suggestions. It also emphasizes the importance of reasonable allocation and management of lifting machinery to ensure construction safety, improve efficiency and reduce cost.

Keywords： thermal power plant construction; large lifting machinery; equipping strategies; layout design; management system

引言

火电厂施工作为电力基础设施建设的重要环节，对施工技术和组织管理提出了更高的要求。大型起重机械在火电厂施工中发挥着至关重要的作用，负责重型设备和材料的吊装作业，保障施工安全、提升效率、降低成本。然而，如何合理配置和使用起重机械，以满足火电厂施工的特殊需求，成为亟待解决的问题。

一、火电厂施工特点及起重机械需求分析

（一）火电厂施工现状

火电厂施工在电力基础设施建设领域中占据着核心地位，其施工过程呈现出几个显著的特点。施工项目规模宏大，涵盖了土建、安装、调试等多个复杂的施工环节，导致整个施工周期较长，对施工技术和组织管理提出了更高的要求。同时，施工现场环境多变，常常面临高温、高压、高空作业等风险，这些因素共同加剧了施工安全管理的难度。国内火力发电事业迅猛发展，随着发电设备的不断更新，为促进火力发电事业的进步，满足现代火电事业提出的新要求，我国引进使用了大批新型发电设备，导致火电厂施工选用机械设备大型化^[1]。由于施工过程中，所需搬运的设备和材料种类繁多，不仅重量大，而且形状和尺寸各异，这对起重机械的承载能力和操作灵活性提出了更为严苛的标准。另外，火电厂施工还需遵循环保和节能减排的政策导向，施工过程中必须尽量减少对环境的影响。鉴于此，如何合理配置和使用起重机械，以确保施工的安全、高效和环保，已经成为火电厂建设过程中一个亟待解决的关键问题。

（二）大型起重机械在火电厂施工中的作用

大型起重机械在火电厂施工中扮演着至关重要的角色。它们

主要负责重型设备和材料的吊装作业，如汽轮机、锅炉组件、大型管道等，确保这些关键部件准确、安全地安装到位。起重机械的高效作业大幅提升了施工进度，缩短了建设周期。同时，它们减少了人力搬运的需求，降低了劳动强度和施工安全风险。在复杂的高空作业环境中，起重机械的精确操控和强大起重能力，为火电厂施工提供了可靠的技术支持，保障了工程质量和施工人员的安全。此外，大型起重机械的运用还提高了施工的灵活性和适应性，使施工现场的管理更加高效，对于火电厂这样的大型工程项目而言，其作用不可或缺。

（三）火电厂施工对起重机械的特殊要求

火电厂施工过程中，对起重机械的特殊要求极为严格。

1. 由于火电厂施工现场环境复杂，起重机械需要具备较高的稳定性和可靠性。在吊装过程中，起重机械必须能够在各种复杂工况下保持稳定，确保施工安全。

2. 火电厂施工中的设备重量大、体积庞大，这就要求起重机械具有足够的起重能力。例如，在吊装大型锅炉、汽轮机等设备时，起重机械需要承受巨大的重量，保证吊装作业的顺利进行。

3. 火电厂施工现场往往存在高温、高压等危险因素，起重机械需要具备良好的抗高温、抗高压性能。在作业过程中，起重机械

应能在恶劣环境下稳定运行，防止因环境因素导致设备故障^[2]。同时，火电厂施工对起重机械的精度要求极高，如吊装过程中，起重机械的定位精度需控制在毫米级别，以确保设备安装就位。

4. 火电厂施工过程中，起重机械的操作人员需具备丰富的经验和专业技能。因为在火电厂施工中，起重机械的操作难度较大，操作人员需根据现场情况灵活调整作业方案，确保施工安全。

二、火电厂施工大型起重机械配备策略

（一）起重机械配备原则

在火电厂施工中，合理配备大型起重机械是确保工程顺利进行的关键。针对工程的具体特点和施工需求，精心挑选适合的起重机械，如履带式起重机或汽车式起重机。同时，确保所选起重机械的额定起重量不仅能覆盖施工中的最大吊装重量，还要预留充足的安全余地。在配备过程中，还需考虑以下原则：

1. 为确保施工效率和安全，必须合理规划施工区域与起重机械作业半径，确保起重机械能够充分覆盖整个施工区域，避免作业死角^[3]。
2. 在施工过程中，起重机械的行走速度、起升速度等关键参数需要精心调整，以确保它们能够满足项目施工进度要求，从而保障工程按时完成。
3. 在施工现场，必须充分考虑地形、地质等实际条件，以确保起重机械的稳定性和安全性，防止因地面不平或承载力不足导致的机械倾覆事故。
4. 起重机械的安装、拆卸及运输便捷性，降低施工成本。
5. 为贯彻节能环保理念，施工时应优先选择能耗低、排放少的起重机械，以减少对环境的影响，促进绿色施工的发展。

（二）起重机械选型依据

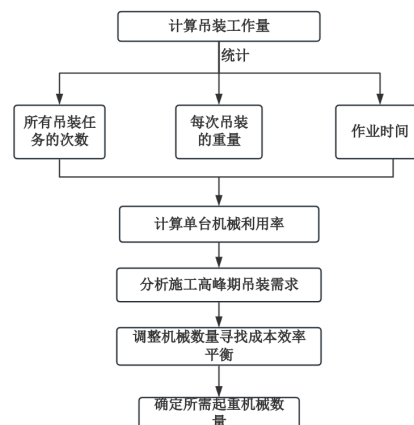
在火电厂施工中，大型起重机械的选型是一个复杂而专业的过程，它涉及对工程特性的深入分析和对机械性能的精确匹配。选型依据首先在于工程本身的规模和施工难点，如锅炉、汽轮机等大型设备的吊装重量和安装位置，这些因素直接决定了起重机械的额定起重量和作业半径^[4]。同时，施工现场的地形地貌、空间限制和地基承载力等环境因素，对起重机械的稳定性和安全性提出了具体要求。同时，施工进度计划的紧凑性对起重机械的作业效率提出了更高要求，必须选用那些具备快速装卸和灵活移动能力的机械，以适应施工中的时间压力和动态变化。例如，对于一座位于山区或地况复杂的火电厂，可能需要选用履带式起重机，因其具有良好的地形适应性和稳定性，能够应对不平整的地面和复杂的施工环境。而在城市或空间受限的施工现场，汽车式起重机可能更为合适，其机动性强，便于快速部署和撤离。此外，起重机械的选型还需考虑其操作的便捷性和维护的可行性，以及机械的能耗和排放标准，以符合绿色施工和可持续发展的要求。

（三）起重机械数量确定方法

1. 大型起重机械数量确定方法

随着能源需求的不断增长和电力基础设施建设的持续推进，火电厂作为重要的能源供应基地，其建设过程中的大型起重机械配置显得尤为重要。合理确定起重机械的数量，不仅关系到工程建设的进度和质量，也对项目成本控制和安全管理产生直接影响^[5]。以下

是确定大型起重机械数量的具体方法，如下图所示：



2. 案例分析

（1）项目背景

某地计划建设一座火力发电厂，项目总投资100亿元，预计施工周期为3年。在施工过程中，涉及大量大型设备的吊装作业，为确保施工进度和效率，需合理配置起重机械数量。

（2）吊装工作量计算

在火电厂施工项目的调查中，发现该项目总共需要完成50次大型设备的吊装任务。根据设备清单显示，这些吊装任务的重量范围从10吨到150吨不等，平均每次吊装的重量约为80吨。同时，预计每次吊装作业将耗时大约2小时。

（3）单台机械预计利用率计算

在项目的总进度计划中，吊装作业主要安排在第2年和第3年，覆盖了24个月的时间段。为了完成这些吊装任务，项目选定了某品牌型号为QAY500的起重机械，该型号机械的额定起重量为500吨，足以应对项目的吊装需求。经过对施工进度和机械性能的综合考量，预计QAY500起重机械在施工周期内的利用率将达到60%。

（4）施工高峰期吊装需求分析

在第2年和第3年施工高峰期，预计每月有5次大型设备吊装任务，且部分作业时间存在重叠。为确保施工进度，需配置多台起重机械。

（5）起重机械数量调整及成本与效率平衡

项目在初步配置阶段，依据吊装工作量和单台机械的预计利用率，计划了3台QAY500起重机械的部署。然而，在施工高峰期，为了应对作业时间重叠的问题，起重机械的数量被调整至5台。尽管这一调整导致了机械使用成本的上升，但它确保了施工进度和效率的稳定，从而在成本与效率之间实现了最佳平衡。

通过以上方法，该项目成功确定了所需起重机械数量，为火电厂施工的顺利进行提供了有力保障。

三、火电厂施工大型起重机械布置设计

（一）布置设计原则

在火电厂施工过程中，大型起重机械的布置设计是一项关键工作，它直接影响到施工的效率、安全以及成本。以下是火电厂施工大型起重机械布置设计的原则：

1. 安全性原则：起重机械的布置必须确保施工安全，避免与

现场其他设施或作业发生冲突，同时要考虑到机械自身的稳定性和操作的安全性。

2.效率性原则：起重机械的布置应最大化施工效率，减少不必要的移动和调整时间，确保吊装作业的流畅性和连续性^[6]。

3.合理性原则：根据火电厂施工的具体需求和现场条件，合理规划起重机械的数量和位置，确保每一台机械都能发挥最大的效用。

4.灵活性原则：起重机械的布置应具有一定的灵活性，以适应施工过程中可能出现的各种变化和调整。

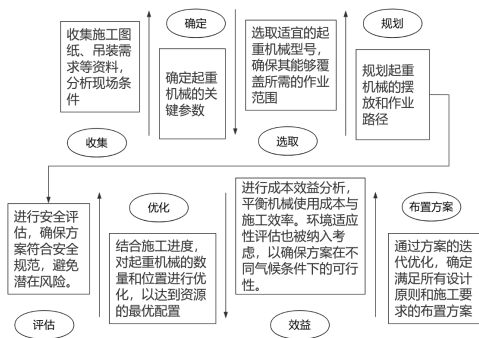
5.环境适应性原则：起重机械的布置应考虑施工现场的环境因素，如地形、气候等，确保机械在各种环境下都能正常工作。

（二）布置设计影响因素

火电厂施工中大型起重机械的布置设计受多种因素的综合影响。施工需求是首要考虑的要素，涉及吊装重量、作业半径和作业高度等关键参数，这些直接决定了起重机械的选择及其在工地的具体布置。现场条件，包括地形地貌、空间限制和现有设施布局，对起重机械的摆放和作业路径提出了具体要求^[7]。施工进度计划的动态变化，要求起重机械的数量和位置能够灵活调整以适应不同阶段的吊装任务。安全性要求在布置设计中占据重要地位，必须避免危险区域，并确保机械的稳定性和操作的安全性。经济性考量，如机械的租赁、运输和维护成本，对布置设计的成本效益有直接影响^[8]。环境因素，如气候条件和季节变化，同样对起重机械的布置和使用提出了特定的挑战。综合这些因素，进行全面的评估，是制定出最佳起重机械布置方案的关键。

（三）布置设计方法

火电厂施工大型起重机械的布置设计方法涉及对施工现场的全面分析、起重机械的合理选择以及方案的优化调整，具体步骤如下图所示：



四、火电厂施工大型起重机械管理

火电厂施工中，大型起重机械的管理是确保工程顺利进行的关键环节。以下从管理体系构建、操作人员培训与管理、维护保养与故障处理以及管理信息化与智能化四个方面进行详细叙述。

（一）操作人员培训与管理

操作人员是起重机械的直接使用者，其技能和素质直接关系到施工安全。因此，必须对操作人员进行严格的培训和考核。培训内容应包括机械操作技能、安全知识、应急预案等。通过理论学习和实操演练，确保操作人员能够熟练掌握机械性能和操作要

领^[9]。同时，建立操作人员资质档案，定期进行技能复训和安全教育，增强操作人员的安全意识和操作水平。

（二）维护保养与故障处理

定期维护保养是延长起重机械使用寿命、保障施工顺利进行的重要措施，应根据机械的运行状况和厂家推荐，制定详细的维护保养计划，并严格执行^[10]。维护保养内容包括日常检查、定期保养、润滑、紧固、更换易损件等。对于发现的故障，应立即上报，并采取相应的措施进行处理，故障处理应遵循“快速反应、准确判断、及时修复”的原则，尽量减少故障对施工进度的影响。

（三）管理信息化与智能化

随着信息技术的发展，起重机械管理的信息化和智能化已成为提高管理效率的重要手段：

1.建立起重机械管理信息系统，实现机械信息的电子化记录和查询，提高信息管理的准确性和效率。

2.利用物联网技术，实现对起重机械的远程监控和实时数据采集，便于管理人员及时了解机械的运行状态。此外，运用大数据分析技术，对机械的运行数据进行深入分析，为维护保养和故障预测提供依据。

3.探索智能化技术在起重机械中的应用，如自动驾驶、故障自诊断等，进一步提高机械的安全性和效率。

结束语

火电厂施工中大型起重机械的合理配置、科学布置和有效管理对于保障施工安全、提升效率、降低成本至关重要。本文通过对火电厂施工特点、起重机械需求、配备策略、布置设计和管理方法等方面的探讨，为火电厂建设提供了参考。然而，火电厂施工环境复杂多变，起重机械管理面临诸多挑战。未来，随着科技的不断发展，起重机械将朝着更加智能化、自动化的方向发展，为火电厂施工提供更加高效、安全的技术支持。

参考文献

- [1]李砚潮. 火电厂施工大型起重机械配备及布置研究[J]. 工程设计与设计, 2019, (02): 146-147.DOI:10.13616/j.cnki.gcjsysj.2019.01.270.
- [2]刘鸿志. 谈起重机械在火电厂施工中的重要性[J]. 沿海企业与科技, 2009, (04): 144-145.
- [3]修瑞科. 火电厂施工大型起重机械配备及布置[J]. 电力建设, 2007, (06): 54-57.
- [4]王贤炯. 浅谈大型施工机械在火电建设中的运用[J]. 科技风, 2019, (16): 178. DOI:10.19392/j.cnki.1671-7341.201916162.
- [5]房韬. 电厂起重机械接地保护及检验研究[J]. 机电信息, 2020, (08): 44-45.DOI:10.19514/j.cnki.cn32-1628/tm.2020.08.025.
- [6]杨薛亮. 火电厂大型施工机械动态调度管理探索[J]. 电力建设, 2007, (02): 65-66+69.
- [7]黄华学. 浅谈对起重机械安全管理的评估[J]. 建筑机械, 2024, (01): 12-14+2. DOI:10.14189/j.cnki.cm1981.2024.01.024.
- [8]李福森, 高源. 起重机械安全评估技术研究与应用[J]. 起重运输机械, 2023, (20): 21-27.
- [9]吴克华, 王建士. 建筑起重机械安全风险与管理实践——以塔式起重机为例[J]. 建设监理, 2023, (10): 65-69.DOI:10.15968/j.cnki.jsjl.2023.10.013.
- [10]板俊, 张之新. 起重设施安全现状与分析[J]. 设备管理与维修, 2023, (14): 1-2. DOI:10.16621/j.cnki.issn1001-0599.2023.07D.01.

火电厂热控系统检修管理模式的优化与实践

王文光

贵州金元茶园发电有限责任公司, 贵州 毕节 551800

摘 要 : 随着电力行业的快速发展和火电厂机组容量的不断增加, 热控系统是火电厂安全、稳定、经济运行的重要组成部分, 检修管理模式的改进和实践尤为重要, 热控系统检修管理模式重要性也应全面了解影响热控系统可靠性的因素, 例如热控系统的误动现象会在一定程度上造成设备停止运行, 甚至停机, 促进火力发电热控系统稳定安全的运行。本文旨在探讨目前火电厂热控系统检修管理模式现状, 分析热控系统检修管理模式的必要性并进行改进, 提出一系列具体的改进策略和工作方法, 以期提高火电厂热控系统检修管理水平, 提供理论参考和实践指导。

关 键 词 : 火电厂; 热控系统检修管理模式; 现状; 优化与实践对策分析

Optimization And Practice Of Maintenance Management Mode Of Thermal Control System In Thermal Power Plant

Wang Wenguang

Guizhou Jinyuan Tea Garden Power Generation Co., LTD., Guizhou, Bijie 551800

Abstract : with the rapid development of the electric power industry and the increasing capacity of thermal power plant unit, thermal control system is an important part of thermal power plant safety, stable and economic operation, maintenance management mode improvement and practice is particularly important, the importance of thermal control system maintenance management mode should also be a comprehensive understanding of the factors affecting the reliability of thermal control system, such as thermal control system to a certain extent, equipment stop, even shutdown, promote the stable and safe operation of thermal power control system. This paper aims to explore the current situation of the maintenance management mode of thermal control system of thermal power plants, analyze the necessity of the maintenance management mode of thermal control system and improve it, and put forward a series of specific improvement strategies and working methods, in order to improve the maintenance management level of thermal control system of thermal power plants, and provide theoretical reference and practical guidance.

Keywords : thermal power plant; maintenance management mode of thermal control system; current situation; analysis of optimization and practical countermeasures

引言

热控系统作为整个火电厂机组的重要组成部分, 仍存着重要的安全问题, 热控系统承担着重要的责任, 主要对热力设备及其系统的工作进行测量和控制, 如果主辅设备出现不可避免的故障时, 热控系统检修管理模式可以起到十分有效的保护作用, 从而避免重大设备发生损坏或者人身伤亡事故。

一、火电厂热控系统检修管理现状分析

(一) 检修计划制定与执行

火电厂热控系统检修管理方案已经制定了很长时间, 并遵循了固定的时间间隔模式, 虽然这种传统方法简单易行, 但其缺点随着时间的推移逐渐显现, 在设备的实际运行状态下, 忽略了对

比度和动态性, 每台设备在运行过程中, 由于环境、负荷状态、维修质量等诸多因素的影响, 磨损程度、故障概率、性能下降的速度各不相同, 因此, 依靠时间周期来制定维修方案往往难以准确反映设备的实际需求。^[1] 此外, 火电厂热控系统的复杂性和规模, 维护工作往往涉及多个部门、多个专业领域的协同工作, 然而, 在实践中, 各部门之间的信息和沟通障碍往往使改革方案难

作者简介: 姓名: 王文光, 出生年月: 1977年9月, 性别: 男, 民族: 汉, 籍贯: 贵州遵义, 学历: 大学, 职称: 中级, 从事的研究方向或工作领域: 热控检修。

以顺利推进，技术水平和审核人员的责任直接影响审核方案的有效实施，如果审核人员缺乏足够的专业知识和工作经验，或者缺乏足够的重视。

（二）检修资源配置

火电厂热控系统的检修工作离不开各种资源的支持，包括人力资源、物力资源、财力资源等，但在目前的热控系统检修管理模式，检修资源的配置往往是不合理和浪费的。人力资源的配置是改革工作的关键，但在实际操作中，由于检修任务的多样性和复杂性，以及检修人员技能水平的差异，人力资源的配置往往难以做到科学合理。一方面，一些关键岗位和任务可能缺乏足够的专业人员支持，另一方面，在一些非关键岗位和非关键岗位上可能存在人力资源的冗余和浪费，这种不合理的人力资源配置不仅降低了检修工作的效率和质量，而且增加了火电厂运行成本。物力和财力资源的配置也面临着类似的问题，在检修过程中，需要消耗大量的材料和资金来购买备件、工具和材料，但是，在制定和实施采购计划方面缺乏科学性和前瞻性，往往会造成材料和资金的浪费和短缺，例如，仓库中一些常见的备件可能会因为过度采购而长期积累，一些急需的备件可能会因为不及时采购而影响正常的维修工作。^[2]

（三）检修技术和方法的创新

在火电厂热控系统检修管理领域，技术和方法的创新是推动检修工作向更高效、准确的方向发展的关键，随着科技的进步和智能化、数字化技术的发展，传统的检修技术和方法已经越来越难以满足现代火电厂热控系统检修管理工作的要求。智能技术的应用使检修工作发生了革命性的变化，通过引入智能传感器、物联网、大数据等先进技术，可以实现对热控系统运行状态的实时监测和数据分析，这些技术能够捕获设备运行中的微小变化，预警潜在故障，为热控系统检修管理提供精确的决策支持，同时，智能技术还可以改善检修过程，减少人为干预，提高热控系统检修管理的自动化和智能化水平。加强数字检修技术也是检修方法创新的重要方向，数字检修技术利用三维建模、虚拟现实等技术手段，将检修工作从传统物理空间转移到数字空间，通过构建设备虚拟模型，检测人员可以在虚拟环境中进行模拟、故障排除、检测培训，提高检测工作的安全性和效率，此外，数字检测技术还可以实现检测数据的数字化管理和共享，为检测工作改进和改进提供有力的数据支持。^[3]

二、火电厂热控系统检修管理模式的实践探索

（一）智能化检修管理的深度应用

A 火电厂作为智能检修管理的先驱，其成功的实践为行业树立了标杆，通过智能传感器网络的广泛部署，使该站能够实时高精度地监测热控系统的关键参数，这些智能传感器如“神经末梢”在火电厂工作，可以捕获设备的任何微小变化，为检修决策提供可靠的基础。在此基础上，A 火电厂还引入了先进的数据分析技术，构建了智能诊断预测模型，通过对大规模运行数据的深入挖掘，这些模型可以提前识别设备潜在的故障风险，并提出相

应的检修建议，这种数据驱动的决策支持使检修工作更加准确高效，有效避免资源浪费和安全隐患。

（二）全面转型数字化检修管理

陕西省某一火电厂选择数字化检修管理作为转型方向，其探索之路值得借鉴，并充分利用数字化技术构建热控系统的三维数字化，该模型不仅重现了设备的真实结构，还集成了设备的运行数据、检修记录和故障信息，为服务人员提供了全方位的视角。^[4]在检修过程中，火电厂通过数字化手段实现了整个检修过程的可视化，检修人员可以在虚拟环境中进行模拟操作，故障排除，设计检修计划，大大降低了操作过程中的风险，同时，数字检修记录系统可以自动记录检修过程的每一个细节，保证了检修工作的跟踪和组织。

（三）精细化管理模式的深度实践

在热控系统检修管理的实践中，B 火电厂注重精细化管理的深入应用，建立了完整的检修管理体系和操作体系，明确了各级人员的职责和权限范围，通过定期的安全培训、技能评估、绩效考核，不断提高检修人员的专业能力和安全意识。在检修工作中，B 火电厂坚持“预防为主”的原则，根据设备运行状况和历史检修数据，制定了详细的检修计划和预防性检修措施，通过应用精确的管理工具，B 火电厂成功地降低了设备的故障率和检修费用，提高了可靠性和经济性。^[5]

三、火电厂热控系统检修管理模式的优化与实践对策分析

（一）推动智能技术应用和深度融合

在火电厂热控系统检修管理模式的优化道路上，智能技术的深入应用和集成是不可或缺的重要组成部分，这不仅是对现有技术体系的创新，也是未来火电厂高效安全运营模式的规划。火电厂应努力构建全面、多层次的智能监控网络，这意味着在热控系统的关键十年中广泛部署高精度、可靠的智能传感器，实现对设备运行状态、环境参数和运行过程的全面实时监控，这些传感器就像火电厂的“眼睛”，捕捉细微的变化，为后续决策提供有价值的信息支持。^[6]在此基础上，火电厂还应积极构建智能检修管理平台，这个平台将成为检修工作的“大脑”，负责整合各方资源，协调各方力量，实现检修任务的自动分配，跟踪进度，评价结果，通过智能管理平台的使用，可以大大提高检修工作的协同效应和标准化水平，确保检修工作的高效有序地进行。^[7]

（二）实施精细化检修策略，提升检修质量

在火电厂热控系统检修管理模式的改进过程中，实施精细检修策略是提高检修质量，保证设备长期稳定运行的关键，精细检修不仅要求精细检修工作，而且强调对检修过程的全面控制和持续改进。火电厂必须制定严格的检修标准和程序，这些标准和程序必须涵盖检修前的准备工作，检修过程中的操作规范，检修后验收标准的各个方面，通过这些标准和程序的明确，可以保证检修工作的有序运行，减少人为因素造成的错误和疏忽。火电厂应加强对检修人员的培训和管理，审核人员是审核工作的直接执行者，他们的专业

素质和技能水平直接影响审核质量，因此，热电站应定期组织审核人员进行专业技能培训和教育安全培训，增强他们的操作能力和安全意识，同时还应建立全面的考核激励机制，客观评价审核人员的绩效，激发他们的积极性和创造性。^[8]此外，火电厂在检修过程中还应注重质量控制和记录管理，在检修过程中，应严格按照标准和程序进行，确保每一步都符合规范要求，还应建立完整的检修记录系统，详细记录检修过程的每一部分，包括检修时间、内容、结果和发现的问题，这些记录不仅有助于后续检修和故障分析，而且还为以后的检修工作提供宝贵的经验。

（三）推动检修管理模式创新与实践

在完善火电厂热控系统检修管理模式的过程中，推动管理模式创新与实践不可或缺，随着技术的不断进步和火电厂运行环境的不断变化，传统的检修管理模式已经越来越难以适应现代火电厂的需求，因此，火电厂必须积极探索新的热控系统检修管理模式和方法来适应新的形势和挑战。火电厂可以借鉴其他行业的先进经验和管理模式，如引进精益管理、六西格玛管理等现代管理方法，这些管理方法注重流程优化、质量控制和持续改进，可以为火电厂的热控系统检修管理提供新的思路和指导。^[9]

四、火电厂热控系统检修管理模式未来趋势分析

（一）智能化与数字化转型的全面深化

在未来的发展中，火电厂热控系统检修管理的智能化和数字化转型将不仅限于当前的技术应用，而且将全面渗透到检修管理的各个方面，随着人工智能技术的不断渗透，火电厂将能够构建更智能、更准确的设备故障预测模型，这些模型将基于大量的运行数据，并将利用深度学习算法不断优化自身，预先识别潜在故障，并将其从负响应转化为主动预防。同时，数字化转型将改变传统的检修管理模式，火电厂将利用云计算和大数据技术搭建监控、分析和决策相结合的智能平台，该平台不仅实时反映设备的健康状况，还通过数据分析为检修策略的制定提供科学依据，此外，数字化工具将极大地提高检修工作的协作效率，实现检修任务的智能分配，实时监控进度和结果的自动评估，使检修管理更加高效透明。

（二）绿色化与低碳化发展的加速推进

面对全球气候变化的严峻挑战，火电厂将不得不加快绿色低碳

碳发展步伐，在检修管理方面，这意味着火电厂将更加注重节能环保，采取更多的绿色低碳维护策略和措施。例如，在材料选择中，火电厂将优先考虑环保、可回收、可降解的材料，在检修过程中，将推广低能耗、低排放的先进技术的使用。此外，火电厂将积极探索与其他能源形式的整合和融合，通过引入储能技术、智能电网技术等先进手段，将能够实现与风能、光伏等可再生能源的协同调度和优化配置，这种多样化的能源组合建设不仅有助于提高电力系统的整体稳定性和可靠性，还有助于将火电厂转向绿色、低碳的方向。

（三）深化国际化和标准化合作

在全球经济一体化的背景下，火电厂热控系统检修管理的国际化趋势将更加明显，为了增强竞争力，火电厂将积极寻求与国际先进企业和组织的合作与交流，这种合作不仅限于技术层面的引进和学习，还包括管理理念、标准体系、人才培养等方面的深度合作。同时，标准化合作将成为推动火电厂热控系统检修管理国际化进程的重要力量，通过参与国际标准的制定和推广，火电厂将增强其国际影响力和话语权，此外，标准化实施也有助于加强检修管理的标准化，降低跨国合作与交流的成本和难度，因此，在未来的发展中，火电厂将更加重视与国际标准化组织的合作与交流，共同加强火电厂热控系统检修管理水平。同时，标准化合作将成为推动火电厂热控系统检修管理国际化进程的重要力量，通过参与国际标准的制定和推广，火电厂将增强其国际影响力和话语权，此外，标准化实施也有助于加强检修管理的标准化，降低跨国合作与交流的成本和难度，因此，在未来的发展中，火电厂将更加重视与国际标准化组织的合作与交流，共同加强火电厂热控系统检修管理水平。^[10]

结语

综上所述，由于火电厂热控系统的复杂性和对整个发电机组运行的重要的影响作用，所以，要从思想上高度重视热控系统，只有对热控系统的可靠性进行提高，才能够有效地提高整个火电厂的工作效率。尤其在如今火电厂设备的智能化和自动化程度越来越高的时代背景下，更要重视热控系统检修管理模式的可靠性，以免发生事故，这就需要从热控的设备控制、测量、逻辑稳定性等一系列环节入手，不断提高热控设备的安全性和可靠性。

参考文献

- [1] 李雪莲. 发电厂电气设备运行效率提升策略研究 [J]. 电气技术与经济, 2024(3):229-231. DOI: 10.3969/j.issn.1673-8845.2024.03.077.
- [2] 王兆杰, 于雷, 熊进辉, 等. 关于 AI 大模型技术赋能船舶领域的认识 [J]. 智能科学与技术学报, 2024, 6(1): 33-40. DOI: 10.11959/j.issn.2096-6652.202408.
- [3] 李桃. 智慧城轨 FAO 模式下的职业院校人才培养路径研究 [J]. 中国现代教育装备, 2024(3): 167-169, 181.
- [4] 康滨. 火电厂热控系统的常见故障和预防对策 [J]. 科学与财富, 2020, 000(002):111.
- [5] 路通. 火电厂热控系统的故障及预防措施研究 [J]. 信息周刊, 2020(3):1.
- [6] 赵春宇. 火电厂热控系统的故障及预防措施研究 [J]. 科技创新导报, 2019, 16(26):2.
- [7] 付东洋. 火电厂热控系统常见故障的改善策略分析 [J]. 科学与财富, 2019, 011(028):371.
- [8] 李磊. 火电厂设备状态检修的优化分析探讨 [J]. 百科论坛电子杂志, 2021(5):1728.
- [9] 高建民. 火电厂电气设备状态检修技术应用研究 [J]. 能源与节能, 2021(8):175-176.
- [10] 张振宇. 火电厂设备状态检修管理模式的研究与探讨 [J]. 能源研究与管理, 2019, 3.

火力发电厂锅炉防磨防爆综合分析

刘成

中国电建集团江西省电力建设有限公司, 江西 南昌 330001

摘 要： 锅炉作为火力发电厂的核心设备，其稳定运行直接关系到电厂的经济效益，但锅炉在长期高温高压的工作环境下，易出现磨损、爆炸等安全隐患，严重影响电厂的稳定运行，所以研究火力发电厂锅炉的防磨防爆研究显得非常重要。基于此，本文分析锅炉防磨防爆在火力发电厂的重要性，探讨了当前火力发电厂锅炉磨损和爆炸的主要原因，包括材料疲劳、腐蚀、热应力等因素。在此基础上，本文提出综合防磨防爆策略，包括材料选择与处理、结构设计优化、智能监测系统的应用以及操作规程的完善。

关 键 词： 火力发电厂；锅炉；防磨；防爆；综合研究

Comprehensive Analysis Of Anti-Wear And Explosion-Proof Boilers In Thermal Power Plants

Liu Cheng

Power China Construction Group, Jiangxi Electric Power Construction Co., LTD., Jiangxi, Nanchang 330001

Abstract： Boiler as the core equipment of thermal power plant, its stable operation is directly related to the economic benefits of the power plant, but the boiler in the long-term high temperature and high pressure working environment, prone to wear, explosion and other safety hazards, seriously affecting the stable operation of the power plant, so the research of thermal power plant boiler wear and explosion protection is very important. Based on this, this paper analyzes the importance of boiler wear and explosion prevention in thermal power plants, and discusses the main causes of boiler wear and explosion, including material fatigue, corrosion, thermal stress and other factors. On this basis, this paper puts forward a comprehensive anti-wear and explosion-proof strategy, including material selection and treatment, structural design optimization, application of intelligent monitoring system and improvement of operating procedures.

Keywords： thermal power plant; boiler; abrasion-resistant; explosion-proof; comprehensive study

一、前言

随着工业化进程不断深入，火力发电作为主要的能源供应方式，在全球能源结构中占据着举足轻重的地位。而火力发电厂在长期运行过程中，锅炉设备面临着严峻的磨损、爆炸风险，降低发电效率，甚至威胁到工作人员的人身安全。因此，对火力发电厂锅炉进行防磨防爆的综合研究，已成为当前能源领域研究的热点。锅炉作为火力发电厂的核心设备，其稳定运行直接关系到整个电厂的经济效益，尤其是在高温、高压、高速流动工况下，锅炉内部部件极易发生磨损，如受热面、管道、燃烧器等关键部位，其磨损问题更加严重。同时，由于燃料品质波动、操作不当、设备老化等原因，有时会发生锅炉爆炸事故，给电厂带来巨大的经济损失和安全隐患。因此，开展火力发电厂锅炉防磨防爆的综合研究，旨在通过技术创新和管理优化，提高锅炉设备的安全性，延长设备使用寿命，降低维护成本，保障电厂稳定运行。本研究将从材料选择、结构设计、运行管理、监测预警等多个维度出发，探讨锅炉防磨防爆的有效策略，为火力发电厂的安全生产提供技术支持。

作者简介：刘成，出生年月：1985年8月，男，汉族，江西省都昌县，本科，中级工程，锅炉专业。

二、锅炉防磨防爆在火力发电厂的重要性

（一）在锅炉设计和选型方面

在火力发电厂中，锅炉防磨防爆工作具有重要作用，直接关系到锅炉的使用寿命，一旦出现问题，很容易影响到电厂的运行安全。因此，在锅炉设计、选型过程中，必须充分考虑防磨防爆的要求，控制锅炉在长期运行中保持安全状态。在锅炉设计阶段，设计方需充分调研锅炉型式、燃烧器型式，考察燃用相近煤种的同类型锅炉机组的运行情况，结合煤种差别、水质差别、电网需求等因素进行综合分析。通过这种方式，有利于工作人员全面理解锅炉在实际运行中遇到的问题，从而在设计时采取相应的预防措施。在设备材料性能方面，选择耐磨、耐高温、抗腐蚀的材料，增强锅炉的耐久性；在结构设计上，注重考虑减少磨损区域，优化流体力学设计，降低磨损风险；设计参数选择结合防磨防爆的要求，让锅炉在各种工况下都能稳定运行^[1]。

（二）在锅炉制造和安装方面

在锅炉制造和安装方面，锅炉防磨防爆工作起到重要的保护作用，工作人员严格审查锅炉承压部件“四管”（即水冷壁管、

过热器管、再热器管、省煤器管)所用钢材的质量证明文件,这些文件是证明材料符合设计要求和标准的重要依据,监理人员必须确保所有材料的质量证明文件齐全,防止出现错用管材,诱发火力发电厂锅炉出现严重的安全隐患。同时,仔细查看锅炉“四管”的焊接质量检验报告,焊接质量直接影响到锅炉的使用寿命,监理人员应确保焊接工艺符合标准,焊接接头的质量达到要求,裂纹、未熔合、未焊透等缺陷。还要抽检设备制造质量。在锅炉部件组装前,监理人员按照规定进行外观检测,检查是否有明显的缺陷,测量管子的壁厚均匀性,合理控制管壁厚度,让其符合设计要求,避免因壁厚不均出现局部应力集中,进一步加剧锅炉的磨损程度^[2]。

(三) 在锅炉运行方面

在锅炉运行方面,火力发电厂要建立完善的温度监测系统,实时监控锅炉受热面管壁的温度变化,利用高精度的温度传感器和数据采集系统,及时发现管壁温度的异常波动,避免超温情况给锅炉运行效果带来严重影响,不仅降低管材的机械性能,还可能引发管道的蠕胀和破裂,严重时甚至出现爆炸事故。一旦发现超温现象,工作人员需立即分析产生超温现象的主要原因,如燃烧调整不当、给水系统故障、受热面积灰等原因,针对不同原因,采取相应的对策,如调整燃烧器的运行参数,优化给水系统的运行,定期清理受热面的积灰和结渣等。在日常运行中,工作人员精细化的运行调整,有效避免发生超温问题,包括合理调整燃料和空气的比例,确保燃烧的充分和稳定;优化给水和蒸汽的流量,保持受热面的清洁;以及根据负荷变化及时调整锅炉的运行参数。在机组停运期间,利用这一机会对炉内超温管子部位进行详细检查,检查管材的蠕胀情况,评估过热程度,分析金相组织的变化。根据蠕胀值大小和金相组织变化程度,科学评估管材的剩余寿命,为后续维护和更换提供科学依据^[3]。

三、当前火力发电厂锅炉磨损和爆炸的主要原因

火力发电厂作为能源供应的重要环节,其运行效率直接关系到电力系统的稳定性,锅炉作为火力发电厂的核心设备,其磨损问题一直是影响设备寿命的关键因素。当前,火力发电厂锅炉磨损主要原因包括材料疲劳、腐蚀、热应力三个方面^[4]。

(一) 材料疲劳

材料疲劳是指材料在循环应力作用下,经过一定次数的加载和卸载后,出现不同程度的裂纹,最终导致产生断裂现象。在锅炉运行过程中,由于高温高压的工作环境,管道、炉墙等锅炉部件不断承受循环的热应力和机械应力,工作人员并未及时发现该种问题,一旦这些问题长此以往下去,势必给这些部件材料质量造成严重影响,材料因疲劳过度,从而出现裂纹,严重时甚至产生泄漏事故(如图1所示)。

(二) 腐蚀

腐蚀表示材料与周围环境中的化学物质发生反应,从而降低材料性能的过程。在火力发电厂中,锅炉内部时常接触到含有硫、氯等腐蚀性元素,这些腐蚀性物质会与锅炉材料发生化学反



> 图1 材料疲劳

应,形成腐蚀产物,如硫化物、氯化物等(如图2所示)。当这些物质和锅炉材料相结合,进一步加剧材料的腐蚀速度,减少锅炉部件厚度,降低其自身强度,最终影响锅炉的安全运行^[5]。



> 图2 材料腐蚀

(三) 热应力

热应力是由于材料内部温度分布不均匀,致使材料各部分膨胀不一致,进而产生的应力。在锅炉运行过程中,由于燃料燃烧产生的高温,锅炉各部件经历快速的温度变化,这种快速的温度变化给材料内部产生巨大的热应力,尤其是在锅炉的焊接接头、弯头等结构复杂部位,热应力集中现象较为严重,长期的热应力作用导致材料出现裂纹,甚至产生断裂问题。目前,材料疲劳、腐蚀和热应力是当前火力发电厂锅炉磨损的主要原因,为了延长锅炉的使用寿命,需要合理选择锅炉材料,采用先进的防腐技术和热处理工艺,以及实施有效的维护和监测措施,从而减少磨损带来的负面影响^[6]。

四、火力发电厂锅炉的防磨防爆措施

(一) 材料选择与处理

在锅炉材料选择上,优先考虑高强度、耐高温、抗腐蚀的新型材料,如使用高铬铸铁、耐热钢、陶瓷复合材料等,这些材料具有良好的耐磨性和抗腐蚀性,能在高温高压环境下保持稳定的

性能。高铬铸铁因其高硬度和良好的耐磨性，常用于锅炉的磨损部件，如过热器、再热器、省煤器管道；耐热钢高温强度和抗氧化性较为优异，被应用在锅炉的高温部件，如炉膛、燃烧器等；陶瓷复合材料结合陶瓷的耐高温和金属韧性，常用于锅炉的耐磨衬里和高温隔热层。除了选择合适的材料外，采用表面处理技术也是提高材料耐磨性的有效手段，如热处理、涂层技术、表面硬化处理。热处理通过调整材料的组织结构，提高其硬度和耐磨性。如对高铬铸铁进行淬火和回火处理，显著提高其耐磨性能。涂层技术在材料表面涂覆耐磨、耐高温的涂层，如陶瓷涂层、金属涂层等，有效隔离材料与腐蚀介质的直接接触，延长材料的使用寿命。表面硬化处理喷涂、激光熔覆等技术在材料表面，形成完整的硬化层，提高材料的表面硬度和耐磨性^[7]。

（二）结构设计优化

在结构设计优化方面，流体力学分析是目前最先进的手段，工作人员深入研究锅炉内部流体的运动规律，科学识别出磨损严重的区域，针对这些区域进行结构上的改进，从而减少磨损。在结构设计时，需重新设计锅炉内部流道，改变流体的流动路径，减少流体对锅炉壁面的直接冲击，降低磨损。例如：采用流线型设计，使流体平滑地流过锅炉内部，减少涡流和湍流的产生概率。选用耐磨性能好的材料，特殊处理锅炉内部易磨损部位，如喷涂耐磨涂层，增加表面的硬度；在锅炉关键部位增加支撑结构，提高整体的刚性，减少因振动和热膨胀引起的磨损；安装智能监控系统，实时监测锅炉内部的工作状态，及时发现磨损和异常情况，采取预防措施。通过实施上述措施，显著提高锅炉的防磨防爆能力，延长其使用寿命，保障火力发电厂的安全稳定运行^[8]。

（三）智能监测系统应用

在锅炉运行过程中，工作人员应采用智能监测系统，实时监控的锅炉运行状态，及时发现锅炉异常情况，立即采取合理的解决措施，是保障锅炉长期稳定运行的关键点。而在应用智能监测系统时，要在锅炉关键部位安装高精度的传感器，这些传感器能实时收集锅炉运行过程中的各种数据，如温度、压力、流量、振动等参数。通过实时分析这些数据，帮助系统第一时间发现锅炉运行中的异常情况，如磨损、腐蚀、裂纹等潜在问题。当智能监测系统检测到异常，它会立即向操作人员发出警报，提供可能诱发故障的主要原因，制定科学的应对措施，有利于操作人员迅速

采取行动，如调整运行参数、局部检修、停机维护，避免小问题演变成大故障。另外，智能监测系统具备数据存储和分析功能，全面分析历史数据，帮助工程师了解锅炉的运行规律和磨损趋势，进一步优化维护计划，延长锅炉的使用寿命。通过这种方式，智能监测系统不仅提高锅炉的安全性，还提升整个电厂的经济效益^[9]。

（四）完善操作规程

锅炉在长期高温高压的工作环境下，容易出现磨损和爆炸等安全隐患，所以完善操作规程，强化操作人员的培训和规范操作，是防止锅炉磨损和爆炸的关键措施。操作规程是指导操作人员进行日常工作的标准文件，详细规定操作步骤、安全注意事项、应急处理措施等内容，完善的操作规程能确保操作人员在执行任务时遵循正确的程序，减少人为错误，从而降低设备故障发生的风险。同时，操作人员技能水平直接影响到锅炉的运行安全，对操作人员进行系统的培训至关重要，包括锅炉的工作原理、结构特点、常见故障及处理方法等。通过模拟操作和实际操作训练，提高操作人员的操作熟练度，定期进行安全知识培训，强化操作人员的安全意识，确保他们能够在紧急情况下正确应对。但值得注意的是，在规范操作实施时，操作人员必须严格按照操作规程执行任务，不得随意更改操作步骤，定期检查锅炉，及时处理磨损和潜在的爆炸隐患，要求锅炉使用的材料和备件符合标准，避免因材料问题导致的安全事故。详细记录操作过程和设备运行状态，通过数据分析找出潜在问题，及时采取预防措施^[10]。

五、总结

综上所述，随着我国经济快速发展，火力发电作为主要的能源供应方式，其安全性日益受到重视。锅炉作为火力发电厂的核心设备，其运行稳定性直接关系到电厂的效率和他安全。因此，对锅炉进行防磨防爆的综合研究显得尤为重要。然而，防磨防爆工作属于系统工程，需要电厂管理层的重视，在实际操作中根据锅炉的具体情况，制定个性化的防磨防爆方案，并不断优化和完善。同时，加强技术培训和安全教育，增强员工的安全意识和操作技能，也是确保锅炉安全稳定运行的重要环节。未来，我们期待更多的技术创新和实践探索，共同推动火力发电行业的可持续发展。

参考文献

- [1] 徐士龙. 火力发电厂锅炉避免四管泄漏的防磨防爆工作开展分析 [J]. 福建质量管理, 2020(15):173-171.
- [2] 宋吉平. 火力发电厂锅炉受热面防磨防爆检查专用连体服的设计与应用 [J]. 电力设备管理, 2020(5):74-75.
- [3] 李卫东. 循环流化床锅炉防磨防爆检查重点及技术改进措施 [J]. 清洗世界, 2023, 39(8):175-177.
- [4] 解剑波, 周君良, 关键, 等. 基于火电厂防磨防爆业务需求的系统架构研究 [J]. 电力系统装备, 2020(13):93-96.
- [5] 赵振旭, 杜振华, 张其军, 等. 火力发电厂350MW锅炉受热面管控及使用寿命分析 [J]. 中国高科技, 2023(10):64-66.
- [6] 周洋, 伏文, 宋丽莎, 等. 超超临界1 000 MW机组锅炉水冷壁爆管原因分析 [J]. 材料保护, 2020, 53(12):152-156.
- [7] 刘志强. 锅炉受热面防磨防爆检查与相关问题处理研究 [J]. 大观周刊, 2020(14):289.
- [8] 曾祥甫. 火电厂锅炉“四管”防磨防爆检查与改进措施 [J]. 电脑采购, 2020(8):73-75.
- [9] 毕旺杰. 基于火力发电厂锅炉防磨防爆的有效性探究 [J]. 建筑工程技术与设计, 2020(32):2072.
- [10] 刘建国. 电厂锅炉受热面防磨防爆检查与相关问题处理 [J]. 电力系统装备, 2020(10):57-58.

水利工程施工中的风险管理与控制

孙新¹, 顾浩然², 李毅³, 孙思⁴, 朱莹⁵

1. 江苏淮阴水利建设有限公司, 江苏 淮安 223000

2. 淮安市水利勘测设计研究院有限公司, 江苏 淮安 223000

3. 淮安市水利勘测设计研究院有限公司, 江苏 淮安 223000

4. 江苏淮阴水利建设有限公司, 江苏 淮安 223000

5. 山东元鸿勘测规划设计有限公司, 山东 济南 250014

摘 要 : 水利工程施工过程中, 风险管理与控制是确保工程安全和质量的关键环节。通过识别施工中的潜在风险因素, 制定科学合理的风险评估方法, 可以有效预测和防范可能出现的问题。结合实际案例, 探讨风险应对措施和控制手段, 包括技术、管理和组织等方面的综合策略, 确保工程项目的顺利实施和安全运行。通过不断完善风险管理体系, 提高施工人员的风险意识和应对能力, 为水利工程施工提供坚实保障。

关 键 词 : 水利工程; 风险管理; 风险控制; 施工安全; 工程质量

Risk Management and Control in Water Conservancy Project Construction

Sun Xin¹, Gu Haoran², Li Yi³, Sun Si⁴, Zhu Ying⁵

1. Jiangsu Huaiyin Water Conservancy Construction Co., Ltd., Jiangsu, Huai'an 223000

2. Huai'an Water Conservancy Survey and Design Research Institute Co., Ltd., Jiangsu, Huai'an 223000

3. Huai'an Water Conservancy Survey and Design Research Institute Co., Ltd., Jiangsu, Huai'an 223000

4. Jiangsu Huaiyin Water Conservancy Construction Co., Ltd., Jiangsu, Huai'an 223000

5. Shandong Yuanhong Survey and Planning Design Co., Ltd., Jiangsu, Huai'an 250014

Abstract : Risk management and control are critical aspects in ensuring the safety and quality of water conservancy projects during their construction. By identifying potential risk factors inherent in the construction process and establishing scientific and rational risk assessment methods, it is possible to effectively predict and prevent potential issues. Through practical case studies, this paper explores risk response measures and control techniques, including comprehensive strategies in technology, management, and organization, to ensure the smooth implementation and safe operation of engineering projects. By continuously improving the risk management system and enhancing the risk awareness and response capabilities of construction personnel, a solid foundation is laid for the construction of water conservancy projects.

Keywords : water conservancy project; risk management; risk control; construction safety; engineering quality

引言

水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分, 其施工过程涉及大量的技术和管理环节, 风险管理与控制显得尤为重要。施工过程中, 任何细微的风险都可能对工程安全和质量产生重大影响。为了确保项目的顺利推进和安全运行, 必须对各种潜在风险进行全面识别和科学评估, 制定切实可行的应对策略。本篇通过实际案例分析, 系统探讨了风险管理与控制的有效方法, 旨在为水利工程施工提供参考和指导, 提高工程项目的安全性和可靠性。

一、水利工程施工风险的识别与分类

1. 风险识别的重要性

在水利工程施工过程中, 风险识别是整个风险管理体系的基础。只有准确识别出可能存在的风险, 才能采取相应的管理和控制措施, 确保工程的顺利进行。风险识别的重要性体现在多个方面。首先, 它可以帮助项目管理者提前了解施工过程中可能出现的问题, 从而制定预防措施, 降低风险发生的概率。其次, 通过风险识别, 可以

提高项目团队的风险意识, 使其在日常工作中更加谨慎, 避免因疏忽大意而导致风险的发生。最后, 全面的风险识别可以为后续的风险评估和控制提供数据支持, 确保风险管理工作的科学性和有效性。

2. 施工风险的分类方法

水利工程施工风险的分类有助于更好地理解和管理不同类型的风险。根据风险来源和性质, 可以将施工风险大致分为以下几类:

(1) 技术风险: 包括设计缺陷、施工技术不成熟、设备故障等。技术风险主要影响工程的质量和安全, 需要通过优化设计、

引进先进技术和加强设备维护来控制。

（2）管理风险：涉及项目管理过程中的组织协调、计划安排、资源配置等问题。管理风险可以通过加强项目管理能力、提高管理水平和完善管理制度来降低。

（3）环境风险：指自然环境和社会环境对施工的影响，如天气变化、地质灾害、环境保护要求等。环境风险需要通过详细的环境评估、科学的施工计划和应急预案来应对。

（4）经济风险：包括材料价格波动、资金不足、成本超支等。经济风险的控制主要依赖于合理的预算编制、有效的成本控制和资金管理措施。

（5）法律风险：涉及施工过程中可能遇到的法律纠纷和合规问题，如合同争议、政策变化、法律法规不健全等。法律风险可以通过加强法律意识、规范合同管理和密切关注政策动向来防范。如表1所示。

表1 各类风险及其相应的控制措施

风险类型	风险描述	控制措施
技术风险	包括设计缺陷、施工技术不成熟、设备故障等，影响工程的质量和安	优化设计、引进先进技术、加强设备维护。
管理风险	涉及项目管理过程中的组织协调、计划安排、资源配置等问题。	加强项目管理能力、提高管理水平、完善管理制度。
环境风险	指自然环境和社会环境对施工的影响，如天气变化、地质灾害、环境保护要求等。	进行详细的环境评估、制定科学的施工计划和应急预案。
经济风险	包括材料价格波动、资金不足、成本超支等。	合理预算编制、有效成本控制、严格资金管理。
法律风险	涉及施工过程中可能遇到的法律纠纷和合规问题，如合同争议、政策变化等。	加强法律意识、规范合同管理、关注政策动向。

3. 风险识别的方法与工具

有效的风险识别需要借助科学的方法和工具。常用的风险识别方法包括：

（1）头脑风暴法：通过集体讨论，集思广益，识别出项目可能面临的各种风险。头脑风暴法的优点是可以充分利用团队成员的经验和智慧，但需要有经验丰富的主持人引导讨论。

（2）专家访谈法：邀请相关领域的专家进行访谈，获取他们对项目风险的见解和建议。专家访谈法的优势在于可以获得专业性强、针对性高的风险识别信息，但受访专家的选择和访谈问题的设计需要谨慎。

（3）风险清单法：根据以往项目的经验和文献资料，制定一份详细的风险清单，逐项检查项目中可能存在的风险。风险清单法的优点是系统性强，易于操作，但可能遗漏新的或特殊的风险。

（4）德尔菲法：采用多轮问卷调查的方式，逐步收敛专家意见，识别和评估项目风险。德尔菲法适用于需要综合多方意见且风险识别过程较复杂的项目，但实施周期较长，成本较高。

二、风险评估方法与模型的应用

1. 定性风险评估方法

定性风险评估方法主要依靠专家判断和经验，通过分析风险

的可能性和影响程度来评估风险的严重性。常用的定性方法包括风险矩阵法和德尔菲法。风险矩阵法通过构建风险发生概率与影响程度的二维矩阵，将风险分为高、中、低三个等级，从而帮助管理者快速识别和优先处理高风险事件。德尔菲法则采用多轮匿名问卷调查，综合专家的意见，逐步收敛，最终达成一致意见。这种方法适用于复杂项目的风险评估，但需要较长的时间和较高的成本。定性评估方法的优势在于简单易行，能够快速提供风险评估结果，但其主观性较强，容易受到评估者经验和知识水平的影响。

2. 定量风险评估方法

定量风险评估方法通过数学和统计模型，对风险进行精确量化和分析。常用的定量方法包括故障树分析（FTA）、蒙特卡罗模拟和模糊综合评判法。故障树分析是一种通过构建故障树模型，系统分析工程中各类故障及其原因，评估整体风险的方法。蒙特卡罗模拟通过对风险事件的概率分布进行多次随机抽样模拟，计算风险事件发生的概率和可能损失。模糊综合评判法则利用模糊数学理论，对复杂系统中的多种风险因素进行综合评判，适用于难以用精确数值描述的风险评估。

3. 风险评估模型的应用实例

在实际的水利工程施工中，风险评估模型的应用能够显著提高风险管理的效果。以某大型水利工程为例，该项目在施工初期采用风险矩阵法进行初步风险识别和评估，快速确定了若干高风险环节，如基坑开挖、混凝土浇筑等。随后，项目团队结合故障树分析，对基坑开挖过程中的可能故障进行详细分析，识别出主要风险因素和故障路径，并制定了相应的预防和应急措施。在混凝土浇筑阶段，采用蒙特卡罗模拟，对混凝土强度和质量波动进行概率分析，优化了施工工艺和质量控制方案。通过这些评估方法和模型的综合应用，项目团队能够及时发现和应对潜在风险，确保了工程的顺利进行和安全运行。

三、水利工程施工风险管理策略

1. 技术手段的应用

在水利工程施工中，技术手段是风险管理的重要策略之一。首先，采用先进的工程技术和施工方法，如三维建模和仿真技术，可以在施工前对工程进行全面的风险评估和模拟，提前发现潜在问题。其次，加强施工过程中的质量控制，通过严格的施工规范和标准，确保每一个施工环节都能达到预期要求。例如，利用无损检测技术和实时监测设备，可以及时发现并解决施工中的质量问题，防止因质量缺陷导致的风险。

2. 管理措施的实施

管理措施在风险管理中起着至关重要的作用。首先，建立健全的风险管理体系，包括制定详细的风险管理计划和应急预案，明确各项风险的责任人和处置流程。其次，加强施工团队的培训，提高施工人员的风险意识和应对能力，通过定期的培训和演练，使全体人员了解风险识别和处理的基本方法。第三，实行动态管理，根据施工进度和环境变化，及时调整和优化风险管理策略，确保风险管理措施的有效性。此外，定期召开风险评审会议，汇报和分析风险管理的实施情况，及时发现和解决问题，持续改进风险管理工作。

3. 组织协调与沟通

在水利工程施工中，组织协调与沟通是确保风险管理策略有效实施的重要保障。首先，建立高效的沟通机制，确保项目各方及时共享信息，避免因信息滞后或沟通不畅导致的风险。通过设立专门的沟通平台，如项目管理会议、现场协调会和信息交流系统，及时传递和反馈施工过程中的风险信息。其次，加强与外部环境的协调，包括与政府部门、社区和其他利益相关方的沟通，确保项目施工得到各方的支持和配合，减少外部环境带来的不确定性风险。此外，建立跨部门的风险管理团队，充分发挥各部门的专业优势，协同应对施工过程中的复杂风险。如表2所示。

表 2 工风险管理策略的关键要点及其对应的措施

策略类别	关键要点	措施
技术手段	利用先进技术进行风险评估与模拟	引入三维建模、仿真技术、无损检测技术、实时监测设备等
管理措施	建立完善的风险管理体系和应急预案	制定风险管理计划，加强培训与演练，实施动态管理
组织协调与沟通	建立高效的沟通机制与外部环境协调	设立沟通平台、加强与政府和社区的沟通，建立跨部门团队

水利工程管理团队更加系统和全面地理解并实施风险管理策略，确保工程的顺利进行及高质量完成。

四、风险控制措施与技术手段

1. 预防性控制措施

预防性控制措施是风险管理的首要环节，旨在通过提前识别和消除潜在风险，防止问题的发生。在水利工程施工中，预防性措施包括详细的施工计划编制和严格的设计审查。通过科学合理的施工计划，可以确保各项工程活动有序进行，减少工期延误和资源浪费。此外，采用高质量的建筑材料和先进的施工工艺，可以有效降低施工过程中出现质量问题的可能性。

2. 监控性控制措施

监控性控制措施在施工过程中起着实时监控和及时纠偏的作用。通过建立完善的监控系统，可以对施工过程中的各项活动进行全面监测。例如，安装自动化监测设备，实时监控水位、流量和沉降等关键参数，确保施工参数在安全范围内运行。利用无人机巡检技术，对施工现场进行高效、全面的检查，及时发现并处理潜在问题。

3. 应急性控制措施

应急性控制措施是针对突发风险事件的应对策略，旨在快速、有效地处理和控制在风险，减少损失和影响。在水利工程施工中，应急性措施包括制定详尽的应急预案和组织应急演练。通过定期的应急演练，提高施工人员的应急反应能力和协同作战能力，确保在突发事件发生时能够迅速采取有效措施。

五、实例分析：水利工程施工风险管理实践

1. 项目背景与风险识别

以某大型水库建设项目为例，该项目位于地质复杂、气候多变的山区，施工环境较为严峻。项目初期，通过风险识别，发现主要

风险包括地质滑坡、洪水侵袭和施工设备故障等。针对这些潜在风险，项目团队进行详细的地质勘察，分析滑坡可能性，并结合历史气象数据，评估洪水发生概率。此外，还对施工设备进行了全面检查，制定了设备维护保养计划，确保施工期间设备的正常运转。

2. 风险评估与管理策略

在风险评估阶段，项目团队采用了故障树分析（FTA）和蒙特卡罗模拟等定量评估方法。通过故障树分析，明确了地质滑坡的主要诱因和可能路径，提出了针对性的预防措施，如设置防滑坡支护和加强边坡监测。通过蒙特卡罗模拟，对洪水风险进行多次随机抽样和模拟，确定了最佳的施工窗口期和防洪措施，如设置临时防洪堤和备用排水设备。针对设备故障风险，团队通过引入先进的设备监控系统，实现对关键设备的实时监测和故障预警。

3. 实施效果与总结

在施工过程中，项目团队严格执行风险管理策略，取得了显著成效。施工初期，由于地质滑坡预防措施得力，成功避免了两次潜在滑坡事故，确保了施工现场的安全。中期施工期间，通过合理的洪水防范措施，在一次强降雨过程中有效阻止了洪水侵袭，保护了工程设施和人员安全。设备监控系统的应用，大幅减少了设备故障率，确保了施工进度的顺利推进。通过这次项目实践，项目团队总结出一套有效的风险管理经验，强调了风险识别、评估和控制的系统性和科学性，为后续水利工程施工提供了宝贵的参考和借鉴。

结语

在水利工程施工中，系统的风险管理实践显著提升了项目的安全性和可靠性。通过全面的风险识别和科学的风险评估，项目团队能够提前发现并有效控制潜在风险。具体案例分析展示了预防、监控和应急措施在实际施工中的成功应用，确保了项目的顺利进行和人员的安全。此次经验表明，精细化的风险管理策略不仅是工程质量和安全的保障，更是水利工程顺利实施的重要支撑，为未来类似项目提供了有力的参考和指导。

参考文献

[1] 陈小晶. 论水利工程施工过程中的风险管理及其控制措施 [J]. 水上安全, 2024 (11): 148-150.

[2] 李现云, 张洪明. 农田水利施工中信息化技术的应用模式 [J]. 农业工程技术, 2022, 42(36): 67-68. DOI: 10.16815/j.cnki.11-5436/s.2022.36.026.

[3] 余临颖. 水利工程施工安全管理分析 [J]. 工程建设与设计, 2022(18): 242-244. DOI: 10.13616/j.cnki.gcjsysj.2022.09.279.

[4] 杨德念. 水利施工中的风险识别以及控制方法 [J]. 门窗, 2019(20): 88-89.

[5] 李建国, 慈全红. 水利施工管理中存在的安全风险与对策 [J]. 现代物业 (中旬刊), 2018(09): 130-131. DOI: 10.16141/j.cnki.1671-8089.2018.09.118.

[6] 杨光忠. 水利工程施工合同风险管理的方法 [J]. 工程经济, 2015(10): 57-61. DOI: 10.19298/j.cnki.1672-2442.2015.10.011.

[7] 王辉. 水利工程施工合同风险管理的研究 [J]. 黑龙江水利科技, 2014, 42(06): 239-240. DOI: 10.14122/j.cnki.hskj.2014.06.148.

[8] 魏献明, 张博. 水利工程施工质量风险管理初步探索 [J]. 才智, 2013(35): 349.

[9] 索丽. 谈风险管理在水利工程施工中的应用 [J]. 山西建筑, 2012, 38(21): 274-275. DOI: 10.13719/j.cnki.cn14-1279/tu.2012.21.076.

[10] 马传忠. 中小型水利水电工程施工风险管理研究及应用 [J]. 中国高新技术企业, 2016(14): 127-128. DOI: 10.13535/j.cnki.11-4406/n.2016.14.064.

房建项目优化成本管理及成效分析

黄超

上饶市国有资产发展集团有限公司，江西 上饶 334000

摘 要： 成本管理是房建项目成功的关键因素之一，直接影响项目的经济效益和可持续发展。现代房建项目面临着预算编制不精确、信息不对称、传统管理模式局限等诸多挑战，亟需优化成本管理策略。本文探讨了通过引入先进的管理工具和方法、建立科学全面的预算编制体系及构建高效的信息共享平台，如何有效提升房建项目的成本管理水平。通过具体案例分析，这些策略显著降低了项目成本，提升了经济效益和管理效率。研究结果为房建项目的成本管理提供了新的思路和实践路径。

关 键 词： 房建项目；成本管理；成效分析

Optimization Cost Management And Effectiveness Analysis Of Housing Construction Projects

Huang Chao

Shangrao State owned Assets Development Group Co., Ltd., Jiangxi, Shangrao 334000

Abstract： Cost management is one of the key factors for the success of construction projects, which directly affects the economic benefits and sustainable development of the project. Modern housing construction projects face many challenges such as inaccurate budget preparation, information asymmetry, and limitations of traditional management models, and urgently need to optimize cost management strategies. This article explores how to effectively improve the cost management level of housing construction projects by introducing advanced management tools and methods, establishing a scientific and comprehensive budget preparation system, and building an efficient information sharing platform. Through specific case analysis, these strategies have significantly reduced project costs, improved economic benefits and management efficiency. The research results provide new ideas and practical paths for cost management of housing construction projects.

Keywords： housing construction project; cost management; effectiveness analysis

引言

房建项目的成本管理一直是项目管理中的核心问题之一，直接关系到项目的经济效益和整体竞争力。随着建筑行业的快速发展，项目规模和复杂性不断增加，传统的成本管理方法已无法满足现代房建项目对精细化管理和高效控制的需求^[1]。成本超支、资源浪费和管理效率低下等问题频频出现，严重制约了项目的经济效益和可持续发展。为解决这些问题，提高房建项目的成本管理水平，迫切需要引入先进的管理工具和方法，建立科学全面的预算编制体系，并构建高效的信息共享平台。

一、房建项目建设中成本管理存在的问题

（一）传统管理模式的局限性

传统管理依赖于经验主义和手工操作，缺乏科学的管理体系和现代化技术支持，无法应对现代房建项目中日益复杂和动态的成本变化，导致成本控制效果不佳。信息传递滞后，部门间的信息孤岛现象严重，决策层难以获取准确的成本信息，影响决策的及时性和有效性。传统管理模式中的成本管理工具落后，依赖简单的电子表格和手工记录，难以满足复杂项目的需求，不仅效率

低下，且易出错，进一步增加了成本控制难度^[2]。此外，传统模式缺乏系统的风险管理和应急预案，面对不可预见的成本变动时，往往无法及时采取有效的应对措施。这些局限性表明，引入先进管理理念和现代化工具，提升成本管理的科学性和系统性，已成为实现房建项目经济效益最大化的迫切需求。

（二）预算编制与执行脱节

初期预算编制往往缺乏全面的调研和科学的预测方法，导致预算偏差较大，未能准确反映项目的实际需求和市场变化。此类编制通常基于历史数据和经验判断，忽视了项目的独特性和环境

作者简介：姓名：黄超，出生年月：1990年01月03日，性别：男，民族：汉，籍贯：江西省铅山县，学历：本科，职称：中级，一级建造师，从事的研究方向或工作领域：工程管理。

的动态变化,进而影响了预算的准确性和实用性。在项目执行过程中,预算监督和调整机制的缺乏,使得预算执行难以有效监控^[3]。项目各环节的成本变动未能及时反馈和调整,导致预算超支现象频发。此外,预算执行过程中,缺乏统一的成本控制标准和流程,部门之间的协调不足,信息沟通不畅,进一步加剧了预算执行的困难。这种脱节不仅影响了项目的成本控制,还对整体项目管理产生了不利影响,导致资源浪费和管理效率低下。

(三) 信息不对称导致决策滞后

在房建项目的成本管理过程中,信息不对称导致决策滞后是一个亟待解决的关键问题。各部门之间的信息孤岛现象普遍存在,成本信息无法实现实时共享,导致管理层无法及时获取全面、准确的成本动态数据。这种信息不对称性直接影响了决策的科学性和及时性,导致成本控制难以有效落实^[4]。在项目执行中,信息传递的滞后和不完整使得管理层对项目成本的实际状况缺乏全面了解,无法迅速做出调整和优化决策,从而导致成本超支和资源浪费现象频发。此外,信息系统和管理工具的落后也加剧了这一问题,许多项目仍依赖于手工记录和分散的电子表格,数据的及时性和准确性无法保障。这种低效的信息管理方式不仅影响了项目的成本控制,还阻碍了整体管理水平的提升。

二、房建项目优化成本管理的有效策略

(一) 引入先进的管理工具和方法

现代管理工具如 ERP 系统、BIM 技术和精益管理方法能够显著提高项目成本控制的精度和效率。ERP 系统通过集成项目各个环节的数据,实现成本信息的实时共享和动态监控,帮助管理层快速做出决策。BIM 技术通过可视化和仿真分析,优化设计和施工方案,减少资源浪费和返工成本^[5]。而精益管理则注重流程优化和资源配置,通过持续改进和消除浪费,显著提高项目的经济效益和管理效率。结合这些先进的管理工具和方法,房建项目能够实现全方位的成本控制和精细化管理。

例如,在实际应用中,可以通过 ERP 系统集成采购、施工、财务等多方面的数据,实现成本信息的集中管理和实时监控。在设计和施工阶段,应用 BIM 技术,通过三维建模和仿真分析,优化设计方案,减少资源浪费和返工情况。在材料采购环节,通过 ERP 系统与供应商实时对接,实现材料需求的精准预测和采购计划的科学制定,减少库存成本。在施工现场,通过 BIM 技术的可视化管理,工人能够准确了解施工步骤和注意事项,提高施工效率,减少因信息不对称导致的错误和返工。此外,采用精益管理方法,通过流程优化和持续改进,减少施工过程中的浪费,提升资源利用率。例如,在施工过程中,通过精益管理对每个施工环节进行详细的时间和资源分析,找出各环节的瓶颈和浪费点,然后通过优化施工流程和资源配置,实现对各环节的持续改进和优化,最终提升整个项目的经济效益和管理水平。

(二) 构建科学全面的预算编制体系

科学全面的预算编制体系应基于详细的市场调研和精准的成本预测,结合项目的实际需求和市场动态,制定出切实可行的

预算方案。通过引入现代化预算管理工具和方法,如成本预测模型、敏感性分析和场景模拟等,确保预算编制的精度和合理性^[6]。同时,建立严格的预算执行和监控机制,实时跟踪和反馈项目执行中的成本变化,及时调整预算以应对不可预见的成本波动。通过全过程的预算管理,从项目初期到竣工,确保每一阶段的成本控制在预定范围内,实现项目经济效益的最大化。

例如,在实际操作中,可以首先进行详尽的市场调研和成本分析,获取准确的材料、劳动力和设备成本数据。利用成本预测模型,根据市场趋势和项目特点,进行精确的成本预测^[7]。随后,通过敏感性分析和场景模拟,评估不同条件下的成本变动情况,为预算编制提供科学依据。在预算编制过程中,应用现代化预算管理工具,如 ERP 系统,集成项目各环节的成本数据,实现预算的精细化管理和动态调整。项目执行阶段,建立实时的预算监控机制,利用 ERP 系统对项目各阶段的成本进行实时跟踪和反馈,及时发现和调整偏差,确保预算执行的有效性。比如,在材料采购环节,通过 ERP 系统与供应商实时对接,根据市场价格变化和项目进度,动态调整采购计划,避免因价格波动或库存积压导致的成本增加。在施工阶段,利用实时监控数据,优化资源配置和施工流程,减少资源浪费和返工成本。

(三) 建立高效的信息共享平台

高效的信息共享平台能够实现各部门之间的实时信息交换和协同工作,避免信息孤岛现象,提高决策的及时性和准确性。通过信息化手段,将项目各个环节的成本数据进行集中管理和分析,实现对成本信息的全面掌控和动态监控^[8]。信息共享平台不仅可以提供准确的成本数据,还能通过数据挖掘和分析,发现潜在的成本节约点和管理漏洞,帮助管理层做出科学的决策。利用信息共享平台,可以实现从项目规划、设计、施工到竣工全过程的信息互通,提升项目整体管理水平和经济效益。

例如,在实际操作中,可以通过引入一体化项目管理信息系统,实现成本信息的集中管理和实时共享。首先,项目各部门在统一的平台上录入和更新成本数据,确保数据的及时性和准确性。施工部门可以通过平台实时记录材料消耗和工时,采购部门可以实时更新材料价格和采购进度,财务部门则可以通过平台实时监控成本支出和预算执行情况^[9]。管理层可以通过信息共享平台,实时获取项目各环节的成本数据,进行动态监控和分析,及时发现和解决成本控制中的问题。例如,若发现某一阶段材料成本异常增加,可以通过平台追溯到具体的采购和使用环节,找出原因并采取相应的控制措施。此外,信息共享平台还可以进行数据分析和预测,通过历史数据的积累和分析,建立成本控制模型,指导未来项目的成本管理和预算编制。

三、房建项目优化成本管理成效分析

(一) 成本降低

科学全面的预算编制体系使得项目预算更加精确,减少了由于预算偏差导致的成本超支现象。现代化预算管理工具的应用,如 ERP 系统和成本预测模型,确保了预算编制的科学性和合理

性，降低了材料、劳动力和设备等各方面的成本。

其次，高效的信息共享平台显著提高了各部门之间的协同效率和信息透明度。通过实时的数据共享和动态监控，项目管理层能够及时发现并解决成本控制中的问题，避免了信息滞后和误传带来的资源浪费。例如，在采购环节，通过实时监控市场价格变化和库存情况，优化采购策略，减少了不必要的库存积压和采购超支。此外，BIM技术的应用在优化设计方案和施工流程方面发挥了重要作用，减少了返工和浪费，进一步降低了施工成本。

（二）经济效益提升

优化成本管理不仅直接降低了项目成本，还通过提高资源利用率和减少返工成本，间接提升了项目的经济效益^[10]。例如，通过精益管理方法优化施工流程，施工效率显著提高。采用BIM技术进行三维建模和仿真分析，优化施工方案，减少了设计变更和施工错误，项目工期得以缩短，间接节约了劳动力和设备使用成本。这些改进措施显著提高了项目的投资回报率（ROI），项目利润率得到明显增加。

（三）管理水平提升

信息共享平台的构建极大地提升了项目的管理水平。通过统

一的平台，各部门能够实时共享和更新成本数据，管理层可以随时掌握项目进展和成本动态，做出及时而科学的决策。信息共享平台的应用使得各部门的协作效率显著提高。这种实时的信息沟通和反馈机制不仅提高了项目的管理效率，还减少了信息滞后带来的决策失误和成本浪费。

四、结束语

综上所述，房建项目通过引入先进的管理工具和方法、构建科学全面的预算编制体系以及建立高效的信息共享平台，在成本管理方面取得了显著的成效。这些策略不仅有效降低了项目成本，提升了经济效益，还显著提高了管理水平和工作效率。优化成本管理不仅是实现项目经济目标的重要手段，更是提升项目整体竞争力的关键所在。未来，随着技术的不断进步和管理理念的创新，房建项目的成本管理将会更加科学化、系统化和高效化，从而进一步促进建筑行业的可持续发展。希望通过本文的探讨，能够为同行者提供有益的借鉴和参考，为推动房建项目成本管理水平的不断提升贡献一份力量。

参考文献

- [1] 刘佳佳. 针对房地产开发项目施工现场管理及优化策略分析 [J]. 建筑与装饰, 2022(14):3.
- [2] 白耀荣. 建筑施工成本管理的方法及优化对策 [J]. 居舍, 2022(10):119-122.
- [3] 林蔚然. 房建项目优化成本管理及成效分析 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2022(1):3.
- [4] 仇天雨. 喀麦隆房建项目施工阶段的造价管理策略 [J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(4):165-167.
- [5] 韩桂玉. 房建工程项目施工过程中的成本管理研究——以JZ建筑公司DXSA项目为例 [J]. 中国招标, 2023(9):118-120.
- [6] 邱鸣. 住房建设项目成本风险预测模型研究 [J]. 市场周刊·理论版, 2022(32):0147-0150.
- [7] 李文晖. 精细化成本视角下房建工程预算编制绩效管理模式研究 [J]. 价值工程, 2023, 42(31):17-19.
- [8] 杨军强. 房建设计阶段的工程结构配筋成本优化模型研究 [J]. 佳木斯大学学报: 自然科学版, 2023, 41(3):112-115.
- [9] 徐茂武. 房屋建筑工程造价动态管理与优化策略研究 [J]. 工程与建设, 2023, 37(2):772-775.
- [10] 曹海铭, 周新雨, 姚航. 基于层次分析法的房建项目施工成本优化研究 [J]. 中国新技术新产品, 2023(9):115-118.

房地产管理信息化建设的实践途径

刘洪亮

江门银雁房地产开发有限公司，广东 鹤山 529700

摘 要： 随着新时代的发展和变化，信息化建设在推动行业发展中发挥出了重要的作用。房地产行业是我国经济发展中的重要部分，在该领域中推进信息化建设，能够进一步提高房地产管理水平。在这个行业中，涉及多个领域，主要有房屋建设、销售、租赁、物业管理、土地资源管理等。针对这些环节，通过推进信息化建设，显著提高生产效率，同时还更好地优化服务质量。基于此，文章分析了房地产管理信息化建设的重要性，并就如何推进信息化建设提出具体的实践途径，以供参考。

关 键 词： 房地产管理；信息化建设；实践途径

Practical Approaches To Informationization Construction In Real Estate Management

Liu Hongliang

Jiangmen Yinyan Real Estate Development Co., Ltd., Guangdong, Heshan 529700

Abstract： With the development and changes of the new era, information technology construction has played an important role in promoting industry development. The real estate industry is an important part of China's economic development, and promoting information technology construction in this field can further improve the level of real estate management. In this industry, it involves multiple fields, mainly including housing construction, sales, leasing, property management, land resource management, etc. By promoting information technology construction, we can significantly improve production efficiency and optimize service quality in response to these links. Based on this, the article analyzes the importance of information technology construction in real estate management and proposes specific practical approaches on how to promote information technology construction for reference.

Keywords： real estate management; information technology construction; practical approach

所谓的房地产管理信息化建设，主要是通过现代信息技术手段的应用，对企业的管理模式、业务流程以及决策体系等进行合理优化和完善，从而不断提升房地产企业管理效率和市场竞争能力。结合目前我国房地产行业发展情况，正面临调整和转型。在这一背景下，企业需通过加强信息化建设，积极引发现代化信息技术，以此提高竞争能力，为实现可持续发展目标创造良好的条件，满足现代社会发展需求。

一、房地产管理信息化建设的重要性

首先，结合房地产开发环节，通过采用信息化方式，帮助企业实现对项目数字化管理目标。这既能够有效提高设计效率，还大大减少人为错误情况的发生，进而缩短项目周期。在数字化管理支持下，相关人员能够高效完成对项目各种信息的处理，进而提高设计效率。另外，随着大数据和人工智能技术的应用，帮助企业对市场数据进行全面分析和挖掘，从而精准预测市场趋势^[1]。

其次，在房地产销售环节中，不断推进信息化建设，不仅能够有效提高销售环节的营销效果，还切实提高客户购房体验和满意度。具体而言，就是通过线上平台的使用，为客户实时更新和展示丰富的房源信息，这样能够让客户在该平台的支持下随时掌

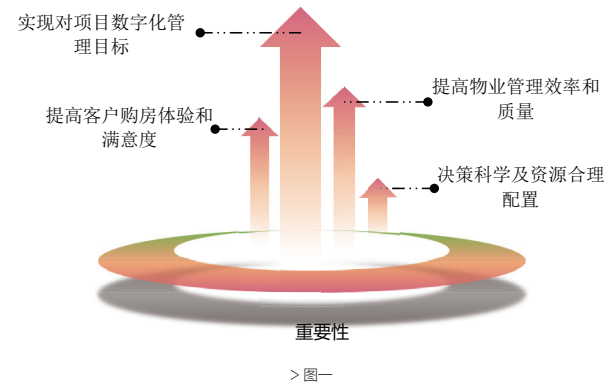
握最新的房源数据。另外，线上平台能够让客户对房源进行随意筛选和对比，结合自身需求，让其在不受空间限制下，通过虚拟现实等技术，直观了解房屋情况。对于这种服务模式，极大地提高客户购房的便捷性。此外，信息化建设还能够帮助企业做好对客户数据的积累和分析。在大数据技术的有效应用下，能够精准把握客户需求，进而为客户推荐相匹配的房源，不断提高销售转化率^[2]。由此可说明，信息化建设在促进房地产行业持续发展中具有重要意义。

再者，在物业管理环节中，通过信息化建设，进一步提高物业管理效率和质量。简单来说就是通过智能化手段的使用，实现设备远程监控，从而不断提升物业服务的响应速度。与此同时，企业还可通过移动办公形式，帮助物业管理人员能够随时进

作者简介：刘洪亮出生年月：1981年12月，男，汉族，安徽人，本科，研究方向：房地产开发管理，无职称，52342857@qq.com。

行事务处理，显著提高工作效率。

最后，在城市规划和土地资源管理环节中，通过不断加强信息化建设，房地产企业决策更为科学与合理，同时还能够对现有的资源进行有效优化。如，借助空间数据分析和模拟，对城市发展进行科学合理的规划；通过对土地数据进行实时监控，实现优化土地资源配置目标^[3]。



二、房地产管理信息化建设的具体实践途径

（一）构建房地产管理信息化平台

在整合房地产管理信息化进程中，信息化平台占据重要地位。这一平台具有丰富的功能，具体表现在项目管理、销售管理、财务管理、物业管理等模块。将这些模块进行集成设计，主要目的是对数据进行集中存储、统一管理和实时共享，以此保障信息能够有效传递在各个部门和层级间。随着这一平台运作系统的构建和应用，对企业而言，既能够有效提高管理效率，还在一定程度上降低运营成本，实现资源最优配置的目的。另外，该平台还能够给管理层提供全面监控企业运作的视角，使得决策人员能够根据获取的最新数据信息进行合理决策。由此说明，这种信息化平台，在提高决策质量的同时，还进一步推动企业可持续发展^[4]。

（二）强化数据管理与分析

随着信息化时代的不断发展，数据在推动社会进步和经济发展中发挥的作用越来越大，同时还是推动信息化建设活动的重要资源。作为房地产企业，应结合实际，建立完善的数据管理制度，以此能够在最大程度上保障企业数据的准确性、完整性和安全性。准确性需要数据能够对业务状况进行真实地反映，完整性则需要数据能够全方位覆盖整个业务流程，而安全性需要做好数据的保护工作，通过采取有效措施，避免数据出现泄露或损坏情况^[5]。

为能够在最大程度上发挥出数据具有的价值，房地产企业要积极引入现代化数据分析工具和技术，如，通过使用大数据技术，企业能够对海量的房地产交易数据、客户信息、市场动态进行高效分析和处理；通过对云计算技术的应用，能够为企业提供具有弹性的计算能力和存储资源，使得企业能够对大规模数据计算任务进行有效处理，为企业决策提供有力支持。

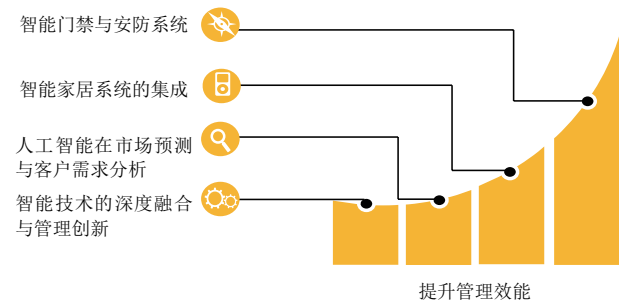
随着这些技术的有效应用，房地产企业能够对内部管理流程进行合理优化，显著提高决策科学性，同时还可可在市场预测、客

户服务等方面发挥重要作用。这使得市场预测更为准确，帮助企业根据市场情况合理调整发展战略；而客户服务也更加具有个性化，极大地满足不同客户需求，从而提高客户满意度。

（三）应用智能技术提升管理效能

在现阶段房地产管理中，智能化技术的应用越发深入，不仅体验用户居住体验，还在管理效率和商业价值方面体现出重要的价值，具体表现在以下几个方面：

一是，智能门禁与安防系统。智能门禁系统，主要是通过多种验证方式，对小区、楼宇入口进行智能化管理，常用的方式主要有人脸识别、指纹识别、二维码扫描等。这一系统的应用，在提高安全性的同时，还大大减少传统钥匙管理的繁琐，给居民日常出入带来更多的便利^[6]。与此同时，该系统还能够结合智能安防系统，具体包括高清视频监控、异常行为检测、周界报警等，对小区内安全情况进行实时监控，这样能够帮助居民及时发现并处理存在的安全隐患，从而给居民营造安全的居住环境。二是，智能家居系统的集成。该系统主要是利用物联网技术，将家中的各种设备，如空调、窗帘、安防以及灯光等进行连接，从而达到远程控制和智能化管理的目的。这样，居民可直接通过手机 APP 或语音助手，随时对家中的设备进行控制，进而享受便捷的居住体验。这对企业而言，通过加强对该系统的推广，不仅能够有效提高房屋品质和附加值，还进一步增强客户黏性，进而提升房屋销售和口碑品牌。三是，人工智能在市场预测与客户需求分析的应用。对于人工智能算法，主要是利用大数据分析，对当前房地产市场趋势、消费者行为等信息进行挖掘，进而给企业提供精准的市场预测和客户需求。如，通过对历史销售数据、市场供需关系以及政策变化等因素的分析，能够帮助企业对今后房价走势合并市场需求变化进行科学预测。在这过程中，通过对客户浏览记录、购买偏好等信息的深入分析，使得企业更为深入了解和把握客户需求，进而制定出满足市场需求的产品和服务。在这种数据支持下进行决策，显著提高企业对市场的敏感度，从而有效降低市场风险。四是，智能技术的深度融合与管理创新。伴随近几年智能技术的深入发展，企业在房地产管理方面实现智能化。具体而言就是通过建立智能管理平台，将涉及的不同模块集成在一起，从而实现数据实时共享和协同工作的目的。同时，还在人工智能、机器学习等先进技术的支持下，帮助房地产企业对大量数据进行深入挖掘和智能分析，进而发现隐藏在数据背后的规律。实践证明，在这种深度融合的管理方式下，促使企业不断提高管理效率和决策能力，实现行业稳定转型升级的目标^[7]。



> 图二

（四）保障信息安全，构建安全防线

在现如今社会发展环境下，信息技术已完全渗透在人们工作和生活中，在这一背景下，信息安全问题备受关注。房地产行业属于信息密集型行业，因而企业有必要结合实际建立完善的信息管理体系，以此保障自身稳定发展。在这方面，企业可采取多种措施，如通过数据加密技术，能够保障数据传输和存储的安全性；实施合理的访问控制策略，只有授权人员能够获取敏感信息；定期对数据进行备份，同时还要制定能够快速恢复的方案，以此能够有效应对数据丢失或损坏风险。随着这些措施的有效实施，能够在最大程度上降低数据遭受非法获取、篡改以及泄露的风险^[8]。此外，作为房地产企业，还要加强员工的信息安全教育。在这个环节中，可通过开展定期培训和宣传活动，不断提升员工对信息安全的认识，促使其能够严格遵守信息安全规定。众所周知，员工是企业信息安全的参与者，其安全意识的高低会对企业信息安全防护能力产生直接的影响。因而，通过开展培训活动，让员工熟练掌握关于信息安全的基本知识和技能，如准确识别钓鱼邮件、不随意点击不明链接等。

（五）促进跨部门协作，实现信息共享

因房地产管理属于复杂的系统工程，涉及多个部门和领域，具体包括城市规划、房屋建设、房产管理、土地使用权以及税务

征收等。这些部门和领域分工不同，但需要紧密协作，从而推动房地产行业稳定发展^[9]。为能够进一步提高房地产管理效率，首先需要企业加强跨部门协作和信息共享。通过改变以往信息孤岛问题，促使各部门更好进行资源配置，提高对资源的利用效率。具体而言，各部门能够共享关键信息和数据，在获取信息后对工作进行有效协调，进而避免重复工作和资源浪费情况的发生。而这一目标的实现，需要房地产企业根据具体情况，建立跨部门信息共享机制。随着这一机制的实施，各部门能够有效进行协同工作。对于制度的制定，需要对项目审批流程进行适当简化，以此能够更好优化服务流程，不断提高房地产行业整体效能，满足现代社会和公众需求^[10]。

结语

综上所述，随着社会经济的持续发展，对房地产行业提出更高的要求。房地产企业要想进一步提高市场竞争能力，则要加强信息化建设。首先要能够认识到信息化建设的重要性，之后根据自身发展情况，选择具体的实践途径，合理应用信息化技术手段，以此不断提高决策质量，提升管理水平，促进房地产行业健康发展。

参考文献

[1] 李国强. “互联网+政务服务”背景下房地产档案数字化管理的探索与应用——以日照市智慧房产信息化建设应用为例[J]. 中国建设信息化, 2022(21):53-55.
[2] 翁磊. 房地产企业信息化建设及管理过程中存在的问题及策略分析[J]. 现代商贸工业, 2023,44(12):70-72.
[3] 余长铃. “互联网+政务服务”背景下房地产档案信息化管理的探索与应用[J]. 中国建设信息化, 2023(21):70-73.
[4] 熊秋容. 房地产企业财务管理信息化建设存在的不足及改进对策探讨[J]. 企业改革与管理, 2023(19):142-144.
[5] 姜承戎. 大数据下房地产企业财务管理信息化建设现状及优化建议[J]. 品牌研究, 2023(14):9-12.
[6] 朱云萍. JY房地产企业存货管理存在的问题及信息化建设探索[J]. 会计师, 2024(1):58-60.
[7] 宁雪莲. 信息化环境下的房地产企业全面预算管理体系构建研究[J]. 现代经济信息, 2022,37(22):143-145.
[8] 余杰. 大数据时代房地产企业财务管理信息化建设难点与对策分析[J]. 中外企业家, 2024(3):74-76.
[9] 祖秋菊. 信息化视域下房地产开发企业的全面预算管理分析[J]. 现代营销, 2024(2):43-45.
[10] 王春艳. 房地产企业财务管理信息化建设的必要性与路径探索[J]. 中外企业家, 2023(30):86-88.

大数据时代下的信息管理策略研究

朱天民

中国华电科工集团有限公司，北京 100000

摘要： 探讨大数据时代下有效信息管理策略，分析大数据带来的机遇与挑战，提出相应管理对策。现有文献综合分析，大数据环境下信息过载、数据安全和隐私保护等问题，从技术、组织和法律三个层面提出解决这些问题的策略。技术层面，数据存储、处理和分析技术的重要性；组织层面，讨论组织结构调整和人才培养的必要性；法律层面，分析数据治理和合规性的重要性。提出一个综合的信息管理框架，实现信息的有效管理和利用，提升决策质量和业务效率。

关键词： 大数据；信息管理；数据安全；数据治理；组织结构

Research On Information Management Strategy In The Era Of Big Data

Zhu Tianmin

China Huadian Science and Technology Industry Group Co., LTD., Beijing 100000

Abstract： This paper discusses the effective information management strategy in the era of big data, analyzes the opportunities and challenges brought by big data, and puts forward the corresponding management countermeasures. The comprehensive analysis of the existing literature, information overload, data security and privacy protection in the big data environment, and the strategies to solve these problems from the three aspects of technology, organization and law. At the technical level, the importance of data storage, processing and analysis technology; at the organizational level, the necessity of organizational restructuring and personnel development; and at the legal level, the importance of data governance and compliance. Introduce a comprehensive information management framework to realize the effective management and utilization of information, improve the quality of decision-making and business efficiency.

Keywords： big data; information management; data security; data governance; organizational structure

引言

大数据改变信息的收集、存储和分析方式，为组织提供前所未有的洞察力和决策支持。大数据的复杂性和动态性给信息管理带来新的挑战。从信息管理的角度出发，探讨大数据时代下组织制定有效的管理策略，应对信息过载、数据安全和隐私保护等问题^[1]。大数据技术特点、信息管理基本原则和当前面临的挑战进行阐述，后续研究内容和方法论奠定基础。

一、大数据时代下信息管理的重要性

有效的信息管理策略帮助组织海量数据中提取有价值的洞察，提升运营效率，优化客户体验，在市场中获得竞争优势。数据驱动的决策日益普及，信息管理涉及数据的伦理和法律问题，如数据隐私保护和数据安全。组织重视信息管理，数据的质量和和安全，做到最大化数据的价值^[2]。

数据量的增长。数据快速增长意味着信息管理策略更加灵活和可扩展，适应不断变化的数据环境。考虑优化数据的生命周期管理，数据在存储、处理和分析过程中的效率和成本效益。数据量快速增长具备强大数据存储能力^[3-4]。传统存储解决方案在容量和性能上难以满足需求，考虑采用更先进的存储技术，如分布式存储系统，数据高效存储和快速访问。

（二）数据类型多样

现代组织产生的数据包括传统结构化数据，如数据库中表格数据，包括大量非结构化数据，如文本、图片、视频和社交媒体内容。这种多样性要求信息管理系统要能够存储和管理不同类型数据，能够从这些数据中提取和分析信息。采用先进数据挖掘和分析工具，处理和理解非结构化数据，获得更全面业务洞察。培

二、大数据时代的特征及其对信息管理的挑战

（一）数据量大、增长快

不断地扩展存储容量，采用更高效的数据处理技术来应对数

作者简介：朱天民，出生年月：1977年5月，男，汉族，山东省济宁市，中国华电科工集团有限公司，动力工程工程师，本科，研究方向是工程信息化管理及项目优化。

养具备跨领域技能数据科学家和分析师，理解和处理各种类型数据，这些数据转化为有价值洞察和决策支持^[5]。

（三）数据密度价值低

传统数据处理方法依赖人工筛选，数据量较小情况下或许可行，大数据环境下显得力不从心。利用先进数据挖掘技术，如机器学习和人工智能，自动识别和提取数据中有价值信息。海量数据中，有价值信息被大量无关数据淹没。信息管理策略有效识别和提取有价值信息，提高数据价值密度。帮助快速识别数据中模式和趋势，提高信息管理的效率，数据价值密度低意味组织重视数据的预处理和清洗工作。数据被分析，经过严格清洗和整理，去除无效、错误或冗余数据。提高数据质量至关重要，高质量数据为决策提供准确的支持，建立有效的数据评估机制，评估数据价值和相关性。涉及数据准确性和完整性，包括数据时效性和适用性。评估机制，理解数据价值，做出更明智决策，面对数据价值密度低挑战，培养数据驱动文化。管理层到普通员工，每个人意识到数据重要性，在日常工作中利用数据指导决策。培养数据驱动的文化，利用数据，提高决策质量和速度，采用先进的技术、加强数据预处理、建立评估机制和培养数据文化等措施，提高信息管理的效率和效果，在竞争激烈的市场中获得优势，实现可持续发展^[6]。

（四）数据处理要求高

采用高性能计算架构，如分布式计算和云计算，优化的算法提高数据处理速度，数据处理准确性确保决策质量至关重要。数据处理过程中每个环节经过严格的质量控制，避免数据错误或偏差对决策造成影响。包括数据收集、存储、清洗、转换和分析等各个环节。建立数据验证和审计机制，数据的准确性和可靠性，数据安全和隐私保护是数据处理中不可忽视的方面。数据泄露和隐私侵犯事件增多，组织遵守相关的法律法规，采取有效的安全措施保护数据不被未经授权访问或滥用。关注数据处理可扩展性和灵活性。数据量不断增长，数据处理系统轻松扩展适应不断变化需求。灵活处理不同类型数据，鼓励员工利用数据指导决策。提供必要工具和培训，建立一种数据共享和协作文化，促进跨部门数据利用，大数据时代对数据处理提出高速度、高准确性、高安全性和高灵活性要求。采用先进技术、加强数据管理、建立安全机制、提高系统可扩展性培养数据文化等措施，充分利用大数据价值，实现信息管理的优化和业务持续发展^[7]。

三、当前信息管理策略的现状

面临存储、处理、分析和保护海量数据挑战问题，这些数据提取有价值的信息以支持决策制定。信息管理方面仍然依赖过时的技术和流程。系统无法处理大数据规模和复杂性，导致数据处理效率低下，分析结果时效性和准确性受到影响。数据孤岛现象普遍存在，不同部门和系统之间数据共享和整合不足，限制数据潜在价值。数据安全和隐私保护当前信息管理策略面临重要问题，加强对数据保护，遵守相关法律法规。在数据安全方面投入不足，缺乏数据保护措施和应急响应计划，数据质量管理未得到

足够重视。数据准确性、完整性和一致性直接影响到分析结果可靠性。建立严格数据质量控制流程，数据整个生命周期中的质量和可用性。一些组织已经开始采用大数据技术和工具，如Hadoop、Spark等，人才培养是信息管理策略中一个重要方面。大数据技术快速发展，数据科学家和分析师需求日益增加。人才培养和技能升级方面投入不足，人才短缺和技能差距^[8]。

四、大数据时代下信息管理策略的优化方向

（一）构建统一的数据管理平台

提高数据可访问性和透明度，促进跨部门数据共享，提升数据分析深度和广度。统一数据管理平台整合组织内各种数据资源，提高数据可访问性和可用性。构建平台，组织有效管理和分析数据，提高决策质量和速度。加强数据安全与隐私保护优化信息管理策略关键。数据泄露和隐私侵犯事件增多，采取严格安全措施，遵守数据保护相关法律法规，数据处理合法性和合规性。提升数据处理能力是信息管理策略优化一个重要方面。采用先进数据处理技术和算法，提高数据处理速度和准确性。包括利用机器学习和人工智能技术自动化数据分析流程，采用高性能计算架构处理大规模数据集。注重数据质量管理数据分析结果可靠性至关重要。建立严格数据质量控制流程，数据清洗、验证和监控，数据准确性、完整性和一致性。培养数据驱动文化。持续评估和更新其信息管理策略，适应大数据时代不断变化的环境。包括跟踪最新技术趋势，评估新兴工具和平台适用性，根据业务需求和市场变化调整信息管理策略。有效管理和利用大数据，在竞争激烈市场中获得优势^[9-10]。

（二）加强数据安全与隐私保护

包括数据分类和敏感性进行评估，不同数据安全需求。数据访问控制保障数据安全关键。基于角色访问控制策略，授权用户访问敏感数据。数据加密技术应用保护数据传输和存储过程中安全至关重要。静态数据和动态数据，采取相应加密措施，防止数据被未经授权访问或泄露。数据泄露和隐私侵犯事件的增多，加强数据安全和隐私保护成为信息管理重要部分。制定严格数据保护政策，采用先进安全技术保护数据不被未经授权访问或滥用。进行安全审计和漏洞扫描，发现修复潜在安全漏洞。数据备份和恢复机制是数据安全重要部分。制定有效数据备份计划，数据丢失或损坏时能够迅速恢复。应对备份数据安全性给予同等重视，避免备份数据成为攻击的目标，遵循数据最小化原则，收集和处理实现业务目的所必需数据。向用户清晰说明数据收集、使用和共享目的，用户知情权和选择权。加强员工数据安全意识培训，提高他们对数据保护认识和技能。定期安全培训和模拟演练，增强员工对潜在安全威胁识别和应对能力。

（三）提升数据处理能力

采用高性能计算架构，如分布式计算系统和云计算平台，处理大规模数据集。提升数据处理能力应对大数据挑战关键。组织采用更高效数据处理技术和算法，提高数据处理速度和准确性架构提供计算能力和存储空间，支持复杂数据分析和实时数据处

理。引入先进的数据处理技术，大数据处理而设计，提高数据处理速度和可扩展性。机器学习和人工智能应用进一步提升数据处理智能化水平，自动化从数据中发现模式和洞察。数据可视化工具也是提升数据处理能力重要方面。将复杂数据转换成直观的图表和图形，更快速理解数据，做出基于数据决策。培养一支具备数据处理技能专业团队。包括数据科学家、数据工程师和分析师，运用专业知识和技术来处理和分析大数据^[11]。

（四）注重数据质量管理

建立严格数据质量标准，明确数据准确性、完整性、一致性和时效性要求。涵盖数据收集、存储、处理和分析每个环节。实施数据质量监控机制，定期检查数据质量，发现并纠正数据问题。包括数据清洗、去重、格式标准化。包括数据来源评估和控制。数据来源可靠性，不要使用质量不高数据源，影响整体数据质量。数据质量持续改进是必不可少。建立反馈机制，收集用户和分析师对数据质量反馈，不断优化数据质量管理流程。技术工具应用是提升数据质量管理效率的重要手段。利用数据质量管理软件和自动化工具，减少人工操作，提高数据处理准确性和效

率。加强员工数据质量意识培训，提供数据质量管理重要性认识，在日常工作中遵循数据质量管理最佳实践。

结语

技术不断进步和数据环境持续演变，信息管理策略随之更新和演进。建立灵活策略框架，适应不断变化数据需求和挑战。持续关注新兴技术发展，如人工智能、机器学习、区块链等，这些技术为数据管理提出新的视角和解决方案。认识到数据安全和隐私重要性，数据收集、处理和分析过程中遵守法律法规，保护用户隐私。建立严格数据治理机制，赢得用户信任，构建良好品牌形象。组织不断加强数据质量管理，数据准确性、完整性和可靠性。高质量数据有效决策基础。大数据时代下信息管理策略研究是技术层面的探索，对组织运营模式和思维方式的深刻变革。不断优化信息管理策略，在大数据时代中实现可持续发展，释放数据真正潜力。

参考文献

[1]杜栋, 苏乐天. 大数据时代信息管理面临的挑战和应对策略 [J]. 工业和信息化教育, 2015(11):87-89+94.
[2]朱忆涓. 大数据时代信息管理面临的实际问题 and 应对策略 [J]. 中国管理信息化, 2016, 19(18):182.
[3]吕小萍, 石晓敬. 大数据信息管理中的挑战与应对策略分析 [J]. 电子技术, 2023, 52(08):200-201.
[4]王福礼, 曾军. 计算机视觉改进学分银行体系信息管理: 应用、策略和机遇 [J]. 办公自动化, 2023, 28(21):1-3.
[5]曹金华. 计算机信息管理中的网络安全策略分析 [J]. 集成电路应用, 2023, 40(12):57-59.
[6]韩路路, 李自霞. 智能时代背景下企业会计信息管理工作现存问题与优化策略 [J]. 市场周刊, 2024, 37(02):98-101.
[7]张志超. 大数据环境下信息管理类专业学生数据分析能力提升策略研究 [J]. 中国管理信息化, 2024, 27(02):227-229.
[8]解海燕, 朱宁静, 马嘉琦. 大数据时代计算机网络信息安全及防护策略研究 [J]. 科技经济市场, 2022, (08):22-24.
[9]杨勇. 信息系统维护与网络安全漏洞处理策略 [J]. 信息化建设, 2022, (05):64.
[10]陈立. 基于大数据背景的网络安全维护策略研究 [J]. 无线互联科技, 2022, 19(09):22-24+28.
[11]柯丽. 计算机网络信息安全防护策略及评估算法分析 [J]. 佳木斯职业学院学报, 2022, 38(12):137-139.

计算机图像处理技术在建筑工程中的应用

邵亨龙

上饶市国有资产发展集团有限公司，江西 上饶 334000

摘 要：在现代建筑的宏大叙事中，每一砖一瓦都承载着人类对未来的憧憬与追求。而在这座梦想的桥梁上，计算机图像处理技术正以其无与伦比的创造力和精确性，引领着建筑行业迈向全新的纪元。从概念设计的初萌到施工过程的监控，再到后期运营的优化，图像处理技术如同一位无形的工匠，以其独特的视角和手法，将建筑师的灵感与工程师的严谨融为一体，打造出既符合美学又兼顾实用性的建筑作品。在这一过程中，它不仅是辅助工具，更是创新伙伴，推动着建筑艺术与科学的边界不断拓展。

关 键 词：计算机；图像处理技术；建筑工程；应用措施

The Application Of Computer Image Processing Technology In Construction Engineering

Shao Henglong

Shangrao State owned Assets Development Group Co., Ltd. Jiangxi, Shangrao 334000

Abstract： In the grand narrative of modern architecture, every brick and tile carries humanity's aspirations and pursuits for the future. On this dream bridge, computer image processing technology is leading the construction industry towards a new era with its unparalleled creativity and precision. From the initial conception of conceptual design to the monitoring of the construction process, and then to the optimization of later operations, image processing technology is like an invisible craftsman. With its unique perspective and techniques, it integrates the inspiration of architects with the rigor of engineers, creating architectural works that are both aesthetically pleasing and practical. In this process, it is not only an auxiliary tool, but also an innovative partner, driving the boundary between architectural art and science to constantly expand.

Keywords： computer; image processing technology; architectural engineering; application measures

引言

站在数字化浪潮的前沿，我们见证了计算机图像处理技术如何重塑建筑领域的面貌。它不仅提升了设计的效率与精度，更开启了前所未有的创意空间，让建筑师的梦想与现实之间的距离变得触手可及。然而，技术的进步永无止境，未来的建筑将更加依赖于智能图像处理的深度集成，无论是通过虚拟现实为用户提供沉浸式体验，还是借助大数据分析实现建筑物的智能运维，计算机图像处理都将扮演至关重要的角色。

一、计算机图像处理技术概述

计算机图像处理技术是一门融合了数学、计算机科学、物理学等多个学科的交叉领域，它涉及图像的获取、存储、传输、分析和显示等全过程。这项技术的核心在于将图像转换为数字信号，然后通过算法对其进行处理，以实现特定的目标，比如图像的识别、编码、分割、增强、恢复和描述等^[1]。图像处理的第一步是从物理世界中捕获图像，这通常通过摄像头、扫描仪等设备完成。获得的图像可能包含噪声或模糊，因此需要进行预处理，

包括图像增强、去噪和对比度调整，以提高图像质量，为后续处理步骤提供更清晰的数据。图像分割是将图像划分为多个区域或对象的过程，每个区域具有相似的属性，如颜色、纹理或形状。特征提取则是从图像中识别出具有代表性的模式或结构，如边缘、角点或轮廓线，这对于物体识别和场景理解至关重要^[2]。计算机视觉是图像处理的一个分支，它使计算机能够“看”和理解图像，从而实现目标检测、人脸识别、自动驾驶车辆的障碍物识别等功能。模式识别则侧重于从图像中识别特定的模式，如手写体识别、车牌识别等。在娱乐、游戏和电影制作等领域，图像

作者简介：姓名：邵亨龙，出生年月：1990年4月，性别：男，民族：汉，籍贯：江西省广丰区，学历或者职称：大学本科，从事的研究方向或工作领域：建筑工程。

合成技术被用来创建逼真的虚拟场景或添加特殊效果到真实图像中。虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术更是依赖于图像处理来构建沉浸式的交互体验，让用户仿佛置身于另一个世界。在医疗领域，图像处理技术用于分析X射线、CT、MRI等医学影像，帮助医生进行疾病诊断和治疗计划制定。例如，通过图像处理算法可以自动识别肿瘤、血管异常等病症，提高诊断的准确性和效率。

二、计算机图像处理技术在建筑工程中的应用意义

计算机图像处理技术在建筑工程领域的应用，不仅革新了传统的工作流程，还极大地提升了设计与施工的效率 and 准确性。随着科技的进步，这一领域正经历着前所未有的变革。

（一）精确测量与评估

计算机图像处理技术能够从图像或视频中提取并分析建筑结构的几何特征，这对于项目的规划、设计和后期维护至关重要。例如，通过使用无人机航拍获取的高分辨率图像，工程师可以进行三维地形建模，快速准确地测量土地面积、坡度和地形特征，为建筑设计提供基础数据^[5]。此外，图像处理算法还能识别和量化建筑物的裂缝、变形或其他损坏情况，帮助工程师进行结构健康监测，及时发现潜在的安全隐患，从而减少维护成本和避免事故的发生。

（二）可视化与沟通

在建筑项目中，将复杂的概念和设计以直观的方式呈现给非专业人员是一项挑战。计算机图像处理技术通过生成高质量的渲染图、动画和虚拟现实（VR）体验，使得建筑师能够将设计理念生动地展示给客户、投资者和其他利益相关者，促进了有效的沟通和决策过程^[4]。例如，3D模型和虚拟现实技术能够让用户“走进”尚未建成的建筑中，体验空间布局、光照效果和材料质感，这不仅增强了项目的吸引力，也便于及时调整设计方案，确保最终成果符合预期。

（三）自动化与智能化

计算机图像处理技术与人工智能的结合，正在推动建筑行业的自动化水平达到新的高度。通过训练机器学习模型识别和分类施工现场的图像，可以实现对工程进度、资源管理和安全监督的实时监控。例如，智能摄像头可以自动检测未佩戴安全装备的工人，或者识别出堆放不当的建筑材料，从而立即采取纠正措施，提升工地的安全性^[6]。此外，图像处理技术还可以用于自动化测量工程量，如混凝土浇筑量、钢筋数量等，大大减少了人工计算的错误和时间消耗，提高了项目管理的效率。

三、计算机图像处理技术在建筑工程中的应用

（一）计算机图像处理技术在建筑工程设计阶段的应用

计算机图像处理技术在建筑工程设计阶段的应用，极大地提升了设计的效率、精度和可视化程度，使得设计师能够以更加直观和精细的方式表达创意和规划。建筑信息模型是一种集成化的

数字方法，它不仅局限于图形的呈现，而是包含了建筑项目全生命周期的信息数据，如几何尺寸、材料、系统、成本和工时等^[6]。BIM软件通过计算机图像处理技术，能够创建详细的三维模型，不仅有助于设计阶段的协作和决策，还能够在施工和运营阶段提供持续的价值。计算机辅助设计软件是建筑设计的基础工具，它允许设计师创建精确的二维和三维图纸。CAD软件结合了图像处理技术，提供了丰富的绘图和编辑工具，如直线、曲线、多边形等基本图形元素的绘制，以及尺寸标注、视图管理、渲染等功能。设计师可以使用CAD软件快速生成和修改设计方案，同时确保图纸的准确性和一致性。虚拟现实和增强现实技术在建筑设计中的应用，让设计师和客户能够身临其境地体验建筑空间。通过VR头盔或AR眼镜，用户可以在虚拟环境中行走，感受建筑的尺度、光照和材质，甚至可以模拟不同的天气条件和时间变化，这种沉浸式体验有助于在设计早期发现潜在问题并进行优化。在场地分析阶段，无人机航拍和激光雷达扫描等技术可以提供高分辨率的地形图像和精确的三维地形模型。这些数据对于了解现场条件、地形地貌、植被覆盖和周围环境非常重要，有助于设计团队做出更为合理的设计决策。随着机器学习和人工智能的发展，计算机图像处理技术正在进一步推动自动化和智能化在建筑设计中的应用。例如，基于图像的自动识别技术可以用于分析现有建筑的照片，自动生成3D模型或进行结构评估。此外，智能算法能够从海量设计案例中学习，提供设计建议，甚至自动生成初步设计方案，加速设计流程。计算机图像处理技术还促进了设计成果的可视化沟通。设计师可以利用渲染软件创建高质量的图像和动画，向非专业人员展示设计方案，便于客户、投资者和公众理解和反馈^[7]。这种直观的沟通方式有助于减少误解，加快决策过程。通过集成能源分析和成本估算工具，计算机图像处理技术可以帮助预测建筑的能耗和建造成本。基于模型的计算可以提供有关建筑材料、结构系统和机械系统的详细成本信息，同时评估不同设计方案对能源消耗的影响，从而支持绿色建筑设计和可持续性决策。

（二）计算机图像处理技术在建筑工程施工阶段的应用

在建筑工程施工阶段，计算机图像处理技术发挥着日益重要的作用，它不仅提升了工地的管理水平，还提高了施工的安全性和效率。通过部署智能摄像头和先进的图像分析算法，施工现场的每一个角落都被赋予了“智慧”，这使得管理者能够远程监控和即时响应各种情况。人员管理与安全监测是计算机图像处理技术的核心应用之一。借助人脸识别技术和行为识别算法，系统可以实时追踪工地上的工人数量、位置和活动状态。这不仅有助于防止未经授权的人员进入，还能在紧急情况下迅速定位所有人员，提高救援效率^[8]。此外，通过识别不合规的安全行为，如未佩戴安全帽或高空作业未系安全带，系统能够及时发出警报，预防事故的发生。物料与设备跟踪也是图像处理技术的一大亮点。通过分析工地上的图像，系统能够识别和分类不同的建筑材料和机械设备，监测它们的使用频率、存储状态和潜在损耗。这种能力有助于优化物资管理，减少浪费，确保施工所需资源始终处于最佳状态。以往，施工进度的评估往往依赖于人工现场检查，耗

时且主观。现在，通过定期拍摄工地照片，并运用图像处理技术进行对比分析，管理者可以客观地评估工程进度，及时发现可能延误的因素，比如天气影响、物资短缺或施工错误，从而采取相应措施，保持项目按计划推进。计算机图像处理技术能够监测工地周边的环境变化，包括扬尘污染、噪音水平和水源保护，确保施工活动符合环保法规。通过分析图像中的异常模式，系统还能预警潜在的自然灾害风险，如洪水或滑坡，提前做好防范准备。

（三）计算机图像处理技术在建筑工程运营销售阶段的应用

当建筑工程从尘土飞扬的工地蜕变成矗立的城市地标，计算机图像处理技术在运营销售阶段扮演的角色愈发关键^[9]。这一技术不仅帮助建筑项目在市场上脱颖而出，更让潜在客户能够身临其境地感受未来家园的魅力。通过创建高度逼真的3D模型，潜在买家可以“走进”尚未建成的住宅或商业空间，全方位体验内部布局、光照效果以及周边景观。这种沉浸式体验不仅提升了销售展示的专业度，也极大地激发了客户的兴趣和购买欲望。同时，增强现实技术能够让客户在现有环境中预览家具摆放、装修风格等，为个性化定制提供了无限可能^[10]。计算机图像处理技术能够生成高质量的静态渲染图和动态视频，这些视觉资料能够生动展现建筑设计的细节，包括材质质感、色彩搭配以及空间流线，使项目的特点和优势一目了然。对于大型综合体或高端住宅

区，精美的视觉呈现往往成为吸引高端客户的关键因素。在制作营销材料时，设计人员可以利用图像处理软件自动调整色调、对比度和清晰度，确保每一帧画面都达到最佳视觉效果。此外，自动化设计工具能够快速生成多种布局方案，大大缩短了设计周期，提高了工作效率。图像处理技术不仅仅局限于创意层面，它还可以用于数据可视化，将复杂的市场趋势、销售数据和客户反馈转化为易于理解的图表和图形。这种可视化分析有助于营销团队精准定位目标市场，制定有效的销售策略。在社交媒体上，高质量的视觉内容更容易获得关注和分享。通过计算机图像处理技术创作的创意广告、互动帖子和故事集锦，能够有效提升品牌知名度，吸引更多的线上流量，进而转化为实际的销售线索。

结束语

随着技术的成熟与普及，我们可以期待一个更加智能、高效且充满艺术感的建筑环境，让每一栋建筑都成为连接过去与未来的桥梁，讲述着人类文明的故事，同时也预示着更加辉煌的未来。在这一旅程中，计算机图像处理技术无疑将是那把开启新世界的钥匙，引领我们步入一个充满无限可能的建筑新时代。

参考文献

- [1] 戴耀中. 计算机图像处理与识别技术应用 [J]. 电子技术与软件工程, 2023(2):169-172.
- [2] 于金娜. 试论计算机图形图像处理软件在平面设计中的应用 [J]. 信息系统工程, 2023(11):51-54.
- [3] 苑金宝. 图像处理中计算机并行处理技术的应用研究 [J]. 信息记录材料, 2023, 24(8):164-166.
- [4] 张锐, 蒋慧莹. 基于图像处理技术的建筑物沉降研究 [J]. 计算机仿真, 2022, 39(9):5.
- [5] 白云恩, 孙远, 张卓, 等. 计算机图像处理与识别技术在机电设施物联网系统中的应用 [J]. 计算机应用文摘, 2023, 39(12):64-66.
- [6] 刘海艳, 陆映峰. 计算机图像识别的智能化处理技术分析 [J]. 建筑工程技术与设计, 2017, 000(017):219-219.
- [7] 王一琛, 刘慧, 王海涛, 等. 面向遥感图像的建筑物轻量化语义分割方法 [J]. 计算机工程与设计, 2022, 43(9):2646-2653.
- [8] 万泉全. 基于图像传感技术的图像信号处理 [J]. 建筑工程技术与设计, 2018, 000(012):657.
- [9] 张梦迪. 基于计算机技术的数字工具在修复工程中的应用研究——以辽宁近代历史建筑保护调查为例 [D]. 大连理工大学, 2019.
- [10] 武佳维. 浅谈计算机仿真技术与信息处理结合 [J]. 建筑工程技术与设计, 2018.

营造林技术在林业发展中的应用研究

刘斌

宜春市袁州区林业局, 江西 宜春 336000

摘 要： 营造林技术在现代林业发展中发挥着关键作用，其科学应用对于提升森林生产力、保护生态环境和增强森林抗逆性至关重要。通过综合分析树种选择与配置、土壤与水资源优化、智能化精准营林管理以及综合病虫害防治与应急响应等策略，全面探讨了营造林技术在不同生态环境中的应用实践。研究表明，科学合理的营造林技术不仅能够有效提高森林的生态效益和经济效益，还能显著改善生态系统的稳定性和可持续性。本文为林业实践提供了系统的技术指导 and 理论支持，促进了营造林技术在全球范围内的推广与应用，为生态环境的改善和可持续发展贡献了新的思路和方法。

关 键 词： 营造林技术；林业发展；生态环境保护；生态系统稳定性

Research On The Application Of Afforestation Technology In Forestry Development

Liu Bin

Yuanzhou District Forestry Bureau, Jiangxi, Yichun 336000

Abstract： Forest cultivation technology plays a key role in the development of modern forestry, and its scientific application is crucial for improving forest productivity, protecting the ecological environment, and enhancing forest resilience. Through comprehensive analysis of tree species selection and configuration, soil and water resource optimization, intelligent and precise forest management, as well as integrated pest and disease control and emergency response strategies, the application practice of afforestation technology in different ecological environments was comprehensively explored. The research results indicate that scientifically reasonable afforestation techniques can not only effectively improve the ecological and economic benefits of forests, but also significantly improve the stability and sustainability of ecosystems. This article provides systematic technical guidance and theoretical support for forestry practice, promoting the promotion and application of afforestation technology worldwide, and contributing new ideas and methods to the improvement of ecological environment and sustainable development.

Keywords： afforestation technology; forestry development; ecological environment protection; ecosystem stability

引言

随着全球生态环境的不断恶化和气候变化的加剧，林业作为生态系统的重要组成部分，在应对环境挑战、维护生态平衡和促进可持续发展方面发挥着至关重要的作用^[1]。营造林技术作为提升森林质量和生态效益的核心手段，通过科学的树种选择、土壤与水资源优化管理、智能化精准营林以及综合病虫害防治等多维度策略，实现了森林资源的高效利用和可持续发展。

一、营造林技术的基本原理

营造林技术是指通过一系列人工措施来栽培、管理和维护森林资源的技术体系。其核心目的是提高森林的生产力和生态功能，促进林业的可持续发展。营造林技术涉及多个方面，包括树种选择、栽植方式、土壤管理、水肥管理、病虫害防治等，通过

科学合理的技术手段实现森林的高效经营和生态环境的保护。

（一）营造林技术的分类

- 人工造林：在荒地、废弃地或退化地上，通过人工播种、植苗等方式建立新森林。适用于生态恢复和木材生产^[2]。
- 封山育林：通过封禁或限制人类活动，利用自然力量恢复和促进森林生长。适用于生态脆弱区和天然林保护区。

作者简介：刘斌，出生年月：1986年，男，汉族，江西宜春人，本科学历，宜春市袁州区林业局工程师，主要从事森林资源保护，林学方面工作。

3.抚育管理：对现有森林进行科学地管理和维护，如间伐、修剪、施肥等，以提高森林的健康水平和生产力。

4.混交造林：种植多种树种，构建多层次、多种类的森林生态系统，以提高森林的生态稳定性和抗逆性

5.防护林建设：在防风固沙、水土保持等特定生态功能需求下，通过营造林技术建立防护林体系，以保护农田、牧场和基础设施。

（二）营造林技术的基本原理

1.树种选择：根据当地的气候、土壤和生态条件，选择适宜的树种进行栽植，以确保树木的成活率和生长速度。

2.栽植方式：采用合理的栽植密度和布局，优化林分结构，促进树木健康生长和林地资源的高效利用。

3.土壤管理：通过土壤改良措施如施肥、翻耕、保墒等，提高土壤肥力和保水能力，保障树木的营养需求。

4.水肥管理：科学合理地进行浇水和施肥，满足树木不同生长阶段的水肥需求，促进树木快速生长和提高森林产量。

5.病虫害防治：采取综合防治措施，如物理防治、生物防治和化学防治，保护森林健康，减少病虫害损失。

二、营造林技术在林业发展中的作用

（一）提升森林资源生产力

营造林技术通过科学的树种选择和合理的栽植布局，显著提高了森林的生产力和木材产出。这一技术优化了林地的利用效率，还通过引入高产树种和先进的栽培管理方法，提升了木材质量和产量，满足了社会对木材资源的多样化需求^[3]。通过精准的水肥管理和病虫害防治措施，营造林技术最大限度地提高了树木的生长速率和健康水平，从而在短期内实现了较高的经济效益。

（二）推动生态环境修复

在生态环境保护方面，营造林技术发挥了至关重要的作用。通过实施封山育林、人工造林和混交造林等技术手段，显著改善了生态脆弱区的环境质量。这些措施有效地防止了水土流失、沙漠化扩展和土地退化，增强了生态系统的稳定性和抗逆性^[4]。此外，营造林技术在恢复自然植被和改善土壤结构方面表现出色，通过提升土壤肥力和保水能力，促进了生态系统的整体健康和可持续性发展。

（三）促进生物多样性维护

营造林技术通过多样化的树种栽植和复杂的森林结构设计，构建了丰富的生物栖息地，维护了生物多样性。多层次、多结构的森林生态系统不仅为不同生物提供了适宜的生存环境，还增强了生态系统的抵御能力和自我调节能力^[5]。这种技术手段不仅有助于保护濒危物种，还通过生态位的多样化，提升了整个生态系统的服务功能和稳定性，确保了生态环境的良性循环。

三、营造林技术在林业发展中的应用策略

（一）精细化树种选择与配置

科学合理的树种选择能提高森林的生产力，还能增强其生态

功能和抗逆性。通过对不同树种的生态适应性、抗病虫害能力和生长特性进行深入研究，优化树种配置方案，构建多层次、多结构的森林生态系统，有效提升森林的整体稳定性和健康水平。合理的树种选择应基于生态区域的具体环境条件，结合气候变化趋势和生态保护需求，采用混交造林策略，避免单一树种种植导致的生态脆弱性，确保森林生态系统的可持续发展^[6]。

在实践中，某山区采用了精细化树种选择与配置策略进行营造林工作。首先，对区域内的气候、土壤和水文条件进行了全面的生态评估，确定适宜的树种组合。选择了包括松树、杉树和柏树等耐旱、抗病虫害的树种，同时引入了一些本地阔叶树种如槐树和枫树，以增加树种多样性。通过分区规划和合理密度控制，确保每种树木在适宜的生长环境中得到充分的生长空间和资源利用^[7]。在栽植过程中，采取了混交造林技术，将不同树种按一定比例混合种植，形成多层次的森林结构。为提升整体生态效益，还进行了科学的间伐和修剪管理，改善林分光照和通风条件，促进树木健康生长。此项目在实施后，区域内的森林覆盖率显著提高，生态环境得到有效恢复，水土流失问题大大缓解。同时，多样化的树种配置吸引了更多的野生动物，为生物多样性的保护创造了良好的条件。

（二）综合土壤与水资源优化

土壤是植物生长的基础，土壤结构和肥力直接影响树木的生长速度和健康状态。因此，改良土壤结构、提高土壤有机质含量、优化养分供应是提高造林成效的关键措施^[8]。此外，水资源作为植物生长的必要条件，其管理策略需要结合当地的降水情况、土壤含水量和树种需水特性，采用高效灌溉技术和合理调控灌溉时间，避免因水分供应不均造成的树木生长不良或病虫害问题。通过科学的土壤与水资源管理，确保森林生态系统的稳定和持续发展，提升生态效益和经济效益。

在某个干旱半干旱地区的营造林项目中，综合土壤与水资源优化策略得到了成功应用。项目开始前，对该区域的土壤进行了详细调查，发现土壤有机质含量低、结构松散，导致植被生长缓慢。针对这一问题，采取了施用有机肥、秸秆还田和深耕等土壤改良措施，显著改善了土壤结构和肥力。同时，为提高土壤的保水能力，在地表覆盖了厚层的植物残体和有机覆盖物，减少水分蒸发，保持土壤湿润。在水资源管理方面，项目组引入了先进的滴灌和微喷灌技术，根据树木不同生长阶段的需水特点，精准控制灌溉时间和水量，确保水分供应的均衡。通过监测土壤含水量和树木生长状态，及时调整灌溉策略，有效防止了因过度灌溉导致的土壤盐碱化和水资源浪费问题。经过几年的努力，该地区的森林覆盖率显著提高，树木长势良好，生态环境得到明显改善，水土流失问题也得到有效控制。项目还通过引入抗旱、耐盐碱树种，进一步增强了森林的抗逆性和稳定性，实现了生态效益与经济效益的双赢。

（三）智能化精准营林管理

智能化精准营林管理通过引入先进的科技手段，实现对林地的精细化和动态化管理，从而提升森林资源的利用效率和生态效益。利用遥感技术、无人机监测、物联网传感器和地理信息系

统（GIS）等现代科技，能够实时监控林地的各项生态参数，包括土壤湿度、树木生长状况和病虫害发生情况等。这些数据通过智能分析平台进行处理，为精准施肥、精准浇水和精准病虫害防治提供科学依据。智能化管理提高了营林的科学性和高效性，还能通过大数据分析优化管理决策，实现资源的最优配置和可持续利用。

在某沿海地区的营造林项目中，智能化精准营林管理技术得到了广泛应用。项目团队在林区安装了物联网传感器网络，实时监测土壤湿度、温度和光照强度等关键参数。通过无人机航拍和遥感技术，对树木的生长状况和病虫害发生情况进行定期监控和评估^[9]。所有数据通过无线网络传输到中央控制系统，利用大数据分析平台进行处理和分析，生成详细的管理建议。基于这些数据，项目团队实施了精准灌溉，按照树木的需水量进行自动化控制，避免了过度灌溉或缺水问题。同时，通过智能施肥系统，根据土壤养分状况和树木生长需求，进行精准施肥，提升了肥料利用效率，减少了环境污染。针对病虫害防治，利用智能监测系统，早期预警和及时防治，降低了病虫害的发生率和危害程度。项目还开发了手机应用程序，管理人员可以随时随地查看林区状况并进行远程操作和决策。经过几年的实施，该地区的森林覆盖率显著提高，树木生长健康，生态系统稳定性增强，防风固沙效果显著，生态效益和经济效益均有显著提升。

（四）综合病虫害防治与应急响应

在林业发展的过程中，综合病虫害防治与应急响应是确保森林健康和稳定的重要环节。通过构建完善的病虫害监测预警系统，能够实现早期发现和预防病虫害，降低大规模爆发的风险。综合防治策略应包括生物防治、物理防治和化学防治，充分利用自然天敌、生态调控和安全高效的农药，减少对环境的负面影响。建立科学的病虫害防治档案，记录各类病虫害的发生规律和

防治措施，为精准施策提供数据支持。此外，应急响应机制的建立和完善，确保在病虫害突发时能够迅速采取有效的控制措施，减少损失。

在某热带地区的营造林项目中，综合病虫害防治与应急响应策略得到了成功应用。该地区气候湿热，病虫害高发，严重威胁森林健康。项目团队首先建立了区域性的病虫害监测网络，利用物联网传感器和遥感技术，对森林病虫害进行实时监测和数据采集^[10]。通过大数据分析平台，精准预测病虫害的发生时间和地点，制定针对性地防治计划。在具体防治过程中，综合采用了生物防治和物理防治相结合的策略，引入天敌昆虫控制害虫种群，利用诱捕器和光诱设备减少成虫数量。同时，在病虫害高发季节，适量使用环境友好的化学药剂，严格控制施药范围和频率，减少对非目标生物和生态环境的影响。通过这些综合措施，该地区的病虫害发生率显著降低，森林生态系统恢复了稳定和健康，树木生长状况明显改善，森林覆盖率和生物多样性得到了有效提升。

四、结束语

综上所述，科学合理的营造林技术能够提升森林的生产力和生态功能，还能有效应对环境变化和病虫害威胁，保障森林生态系统的长期健康与稳定。未来，应进一步加强技术创新和实际应用，推动营造林技术的持续发展，为全球林业的可持续发展和生态环境的改善提供强有力的技术支撑和科学指导。通过综合策略的实施，我们将实现林业发展的生态效益、经济效益和社会效益的多重目标，为构建绿色、健康和可持续的生态系统做出积极贡献。

参考文献

[1] 张清平. 新时期营造林技术在林业发展中的应用研究 [J]. 绿色环保建材, 2018(7):179.
[2] 范翠婷, 范进顺. 营造林技术在林业发展中的应用研究 [J]. 园艺与种苗, 2023, 43(7):56-58.
[3] 孔祥宇. 关于营造林技术在林业发展中的应用研究 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 农业科学, 2022.
[4] 浮锐笛, 白雪. 新时期营造林技术在林业发展中的应用分析 [J]. 农村科学实验, 2023(11):145-147.
[5] 薛燕, 魏光平. 林业工程中营造林质量的影响因素及对策 [J]. 中华建设, 2022(24):88-90.
[6] 郑文龙. 林业工程中营造林质量的影响因素及提升对策 [J]. 农家参谋, 2022(5):141-143.
[7] 高耀旭. 新时期营造林技术在林业发展中的应用研究 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 农业科学, 2022(8):71-73.
[8] 吴国钧. 营造林技术在吉安市林业发展中的运用研究 [J]. 农村科学实验, 2023(9):139-141.
[9] 王中宝. 营造林技术在林业发展中的应用及其改进分析 [J]. 农村科学实验, 2023(13):130-132.
[10] 王永虎. 新时期营造林技术在林业发展中的应用分析 [J]. 农家科技: 理论版, 2023(2):124-126.

基于生态理念的园林景观设计施工措施分析

汪金秀

上饶市国有资产发展集团有限公司，江西 上饶 334000

摘 要： 园林景观设计，作为城市与自然之间的关键纽带，其设计理念与实践策略正逐步向生态化方向转型。在园林景观中融入生态理念，不仅旨在提升美学价值，更是对生物多样性保护、生态平衡维护及可持续城市发展目标的积极回应。这一理念强调，在设计施工过程中应尽可能减少对原有生态系统的干扰，借助科学规划和技术创新，促进人工景观与自然环境的和谐共存。这一转变要求设计师与施工者具备扎实的生态学知识，能够深刻理解自然规律，并巧妙运用本土植物、生态友好材料，以及雨水管理等绿色技术，从而创造出既美观又兼具生态功能的园林景观。本文分析园林景观设计定义和原则，探究生态理念下施工路径。

关 键 词： 生态理念；园林景观设计；施工措施

Analysis Of Landscape Design And Construction Measures Based On Ecological Concepts

Wang Jinxiu

Shangrao State owned Assets Development Group Co., Ltd. Jiangxi, Shangrao 334000

Abstract： Landscape design, as a key link between city and nature, is gradually transitioning towards ecological design concepts and practical strategies. Integrating ecological concepts into garden landscapes not only aims to enhance aesthetic value, but also responds positively to the goals of biodiversity conservation, ecological balance maintenance, and sustainable urban development. This concept emphasizes minimizing interference with the existing ecosystem during the design and construction process, and promoting the harmonious coexistence of artificial landscapes and natural environments through scientific planning and technological innovation. This transformation requires designers and builders to have solid ecological knowledge, a deep understanding of natural laws, and clever use of local plants, eco-friendly materials, and green technologies such as rainwater management, in order to create garden landscapes that are both beautiful and have ecological functions. This article analyzes the definition and principles of landscape design, and explores the construction path under ecological concepts.

Keywords： ecological concept; landscape design; construction measures

进入 21 世纪以来，全球气候变化与资源约束的严峻挑战日益凸显，园林景观的设计与建造已不再仅仅局限于传统美学层面的追求，而是越来越多地融入了生态保护的深刻理念。生态理念在园林景观设计中的深入应用，标志着人类对自然环境的认识与尊重达到了一个新的高度^[1]。这一理念着重强调，在园林的每一寸土地规划、每一株植物的选择上，都必须充分考虑其对生态环境可能产生的影响，力求实现人与自然和谐共生的理想状态。它积极倡导采用低影响开发策略，如充分利用自然地形进行雨水收集与循环利用，优先选择适应性强的本土植物以降低维护成本并促进生物多样性，以及广泛采用环保材料和技术来有效降低施工过程中的碳足迹。通过这些具体措施的实施，园林景观设计不仅成功美化了城市空间，更成为了城市生态系统中的重要一环，为城市居民提供了亲近自然、体验生态之美的独特场所。

一、生态理念的园林景观设计概述

伴随着中国现代化，工业化的快速发展，生态环境的承受力面临着空前的挑战并受到不同程度地损害和冲击^[2]。鉴于此，园林景观设计实践必须要放在全球生态系统大背景下全面考虑，才

能保证设计理念先进科学。这就需要设计师在掌握坚实专业知识的同时，还要有开阔的眼界，能把园林景观看成是地球生态系统不可缺少的组成部分，继而达到设计和自然环境和谐相处的目的。

基于此，深刻尊重自然发展进程成为园林景观设计中一项核

作者简介：姓名：汪金秀，出生年月：1984 年，性别：女，民族：汉，籍贯：江西万年，研究方向景观设计与施工。

心原则。这要求在设计实践中，必须充分顾及自然生态的自我修复能力和演替法则，避免不必要的过度干预^[3]。应采纳可持续性的技术手段，例如实施雨水收集与再利用系统、优先选用本土植物等，旨在降低对自然资源的依赖与消耗，进而维护生态系统的平衡状态。采取这些策略，不仅能显著提升园林景观的生态价值，还能增强其长期运营的可持续性。

除此之外，园林景观作为民众日常生活的关键构成部分，其对人们心情及心理健康所产生的影响不容小觑。鉴于此，设计过程中需进一步探究园林景观环境与人类情感反应之间的内在联系，力求打造出既具美感又能引发情感共鸣的空间。这样，民众在领略自然之美的同时，心灵也能得到慰藉与升华^[4]。这种以人为核心的设计理念，极大地推动了生态理念在园林景观设计与施工中的深度融合，确保了园林不仅是一个生态的绿洲，更是心灵的避风港。

二、基于生态理念的园林景观设计原则

（一）因地制宜原则

作为生态理念的核心要素，因地制宜原则强调在园林景观设计时需全面考量并充分利用场地的自然条件、地理特性、气候状况及生态资源，旨在实现设计与自然的和谐共存。该原则要求设计师深入考察场地现状，掌握其生态系统运作机理，规避对原有生态环境的干扰与破坏，并巧妙地将自然元素融入设计之中，以增强景观的生态价值与可持续性^[5]。

（二）以人为本原则

以人为本，作为现代园林景观设计的重要指导原则，着重强调设计需充分满足人的生理需求、心理需求以及社会文化需求，旨在营造一个既安全又舒适、宜人的休闲与生活环境。此原则要求设计师在设计过程中，深入探究人与景观之间的互动关系，确保所设计的景观不仅美观，而且实用，能够有效促进人的身心健康，并增进社会交往。

（三）合理搭配原则

在将生态理念融入景观园林的设计与施工过程中，除了需依据当地气候环境来选择适宜的植物种类外，还需合理地进行植物搭配，以期充分展现园林景观的效果与功能^[6]。在此过程中，植物的颜色与外观是首要考虑的搭配要素，随后则需深入学习并掌握植物的栽种技术，此举有助于生态群落的构建，并对病虫害防治发挥着重要作用。

三、基于生态理念的园林景观施工策略

（一）精准选植，构建生态平衡

城市化进程的加快使得自然生态系统承受了前所未有的压力。因此，如何在有限的空间内，借助科学的规划与植物选择手段，恢复并保持生态平衡，成为了园林施工领域亟待解决的关键问题。精准的选植策略着重于在全面调研与分析的基础之上，依据地区气候特征、土壤状况及生态需求，精心挑选适宜的本土植

物与外来物种，并通过合理的配置，构建起多层次、多功能的植物群落体系。

以某城市生态公园建设工程为例，项目组对公园所在地区自然环境做出详尽评价，涉及气候类型、土壤类型、水文状况及现有植被情形。根据这些评估资料，设计团队深思熟虑地筛选出一系列适应能力和生态效益卓越的本土植物物种，如有稳固土壤及保持水分作用的本地草种、能吸引鸟类及昆虫生长的果树及花卉^[7]。与此同时，为丰富景观层次性，工程中也慎重引进少量经严格挑选的外来树种如观赏价值高的彩色叶树等，并且保证引进这些外来物种不对本地生态系统造成不利影响。该小组在建设过程中严格按照设计方案对植物进行栽培，采用科学栽培技术，合理地安排栽培密度，确保每一株植物都能健康生长。

（二）环保材料，促进资源循环

园林景观施工过程中使用环保材料是促进绿色建造，推动资源循环利用关键策略。与传统园林施工广泛采用的非环保材料相比较，这类材料不仅会对自然资源造成巨大的消耗，而且在生产、运输和废弃处理等环节都会对环境造成二次污染。因此，利用环境友好的材料，如可再生、低碳和可降解的材料，已经变成了园林建设走向生态化的关键路径^[8]。该类材料生产时能耗低，排放少，且能够在园林景观全生命周期中不断发挥作用，在提高资源利用效率的同时有效减少了后期维护费用。

例如：在城市街道绿化改造项目中，环保材料的应用成为了其显著特色。项目团队在景观规划与设计过程中，大量选用了竹材、再生塑料以及本地天然石材等环保型材料。作为一种生长迅速的可再生资源，竹材被用来制作步行道旁的休闲座椅与景观围栏，不仅美观实用，而且减轻了对传统森林资源的依赖。再生塑料则经过加工处理，变身为花坛边饰与指示牌，这些材料均源自废弃塑料的回收利用，有效减轻了废弃物对环境造成的污染^[9]。此外，项目还充分发掘并运用了当地丰富的天然石材资源，经过精细加工后，用于铺设步行道与打造景观节点，既彰显了地域文化特色，又避免了外来石材在运输过程中产生的能耗与排放。在施工实施过程中，项目团队还高度重视材料的节约使用，通过精准计算材料用量、优化施工方案等一系列措施，进一步实现了资源消耗的降低。

（三）地形优化，实现雨水管理

在园林景观的施工过程中，地形的优化不仅关乎美学的布局设计，更是实现生态雨水管理的一项关键措施。鉴于城市化进程所带来的水资源管理挑战日益加剧，如何通过巧妙的地形设计来有效收集、滞留并净化雨水，已成为园林景观设计领域中一个不容忽视的重要环节。地形优化的策略核心在于模拟自然的水循环过程，通过创造多样化的地形特征，例如低洼地带、缓坡地形以及阶梯状地形等，来达到减缓雨水流速、增加雨水下渗量、从而减少地表径流并提升土壤保水能力的目的。

基于此，在城市生态公园项目的推进过程中，设计团队首先对场地进行了全面的水文地质分析，明确了低洼区域与高地的具体分布。针对低坡度地形，团队采取了丰富植被种植的策略，通过多层次、多品种的植物配置方式，构建了密集的植被覆盖区，

这一举措有效减缓了雨水的流速，并且借助植物根系的吸收作用和土壤的过滤机制，进一步实现了对雨水的净化。而对于高坡度地形，设计团队则创新性地提出了分级设置挡土墙的解决方案，这一方案不仅有效稳定了边坡，还通过逐级降低地形高度的方式，延长了雨水在地表的停留时间，从而提高了雨水的下渗效率^[10]。除此之外，团队还精心营造了多坡度的地形景观，使得雨水能够在这些地形中蜿蜒流动，这不仅增加了雨水的下渗时间，还极大地增强了地形的视觉美感。

（四）生态养护，保障植物健康

园林景观施工后的维护管理中，生态养护是一个至关重要的环节，它直接影响到植物的生长情况及园林景观的可持续性发展。传统的养护方法多偏重于对外在形态的修剪与美化处理，却往往忽略了对植物内在生态需求的满足。而基于生态理念的养护策略，则着重强调以植物健康为核心，运用科学的方法来促进植物与环境之间的和谐共生关系。

以社区绿化项目为例，项目团队首要的任务是对园区内的所有植物进行全面调查，并建立详尽的植物档案，该档案涵盖了植物的种类、生长状况、病虫害情况等各类信息。随后，团队依据植物的独特生物学特性，为其量身定制了养护方案。针对新移栽的树木，实施了适度遮荫、频繁浇水、定期施肥等措施，以确保

其成活率；而对于成熟树木，则着重于修剪整形，以保持树冠的通风透光，从而减少病虫害的发生。在病虫害防治策略上，团队秉持“预防为主、综合防治”的原则，将生物防治、物理防治与化学防治相结合，力求将对环境的影响降至最低。此外，项目团队还定期对土壤进行检测，并根据检测结果灵活调整施肥方案，增加有机肥的施用，以期改善土壤结构。经过一年的精心养护，园区内的植物长势喜人，病虫害发生率大幅下降，整体景观效果实现了显著提升。

四、结语

园林景观的设计与施工，秉承生态理念，不仅是对传统园林美学的传承与创新，更是对当代环境挑战的有力回应。我们将生态学原则深入设计的每个环节，旨在创造出兼具美观与生态功能的绿色空间，同时有效增强城市生态系统的韧性和稳定性。随着技术的不断进步和设计理念的深化，生态园林将成为城市可持续发展的重要象征，引领人与自然和谐共生的新型生活方式。因此，不断探索和实践生态园林的设计与施工技术，对于推动社会整体向更加绿色、健康的未来发展，具有不可估量的意义。

参考文献

[1] 胡解平, 王艳, 陈鹏. 基于生态理念的园林景观设计施工措施分析——以武汉仁恒花山为例 [J]. 工程建设与设计, 2023(14): 7-9.

[2] 徐晨. 生态理念融入园林景观设计施工的措施分析 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2022(36): 169-171.

[3] 贾建波. 生态理念融入园林景观设计施工的措施分析 [J]. 建筑工程技术与设计, 2018, 000(019): 4355.

[4] 李鹏, 张鑫. 基于生态理念的风景园林绿色施工措施研究 [J]. 新材料·新装饰, 2023, 5(8): 44-46.

[5] 刘彦英, 成雷. 生态理念下现代城市园林景观设计要点分析 [J]. 建筑·建材·装饰, 2022(015): 000.

[6] 黎雨佳. 基于低碳理念的风景园林景观设计路径分析 [J]. 中文科技期刊数据库 (文摘版) 工程技术, 2022(10): 3.

[7] 黄德军, 黄伟鹏. 生态理念在现代化城市园林景观设计中的应用 [J]. 新材料·新装饰, 2023, 5(4): 87-89.

[8] 吴约院. 探究生态智慧园林理念在公园植物景观施工中的应用 [J]. 花木盆景 (下半月), 2024(1): 97-99.

[9] 王玉洁. 城市园林绿化景观改造工程的设计施工现状与策略——以张掖芦苇湾生态景区为例 [J]. 中国房地产业, 2022(28): 146-149.

[10] 张赞, 陈忠, 杜雨阳, 等. 生态理念下的“园林式”工业景观设计——以梅钢景观改造项目为例 [J]. 现代园艺, 2023, 46(17): 132-134.