

工程研究前沿

Frontiers of Engineering Research

Volume 1 · Issue 3 · August 2024 3060-9054(Print) 3060-9062(Online)



工程研究前沿

Frontiers of Engineering Research

Volume 1 · Issue 3 · August 2024 3060-9054(Print) 3060-9062(online)

Nanyang Academy of Sciences Pte. Ltd.
Tel.: +65 62233839

E-mail: contact@nassg.org

Add.: 12 Eu Tong Sen Street #07-169 Singapore 059819



中文刊名：工程研究前沿

ISSN：3060-9054（纸质）3060-9062（网络）

出版语言：华文

期刊网址：http://journals.nassg.org/index.php/foer-cn

出版社名称：新加坡南洋科学院

Serial Title: Frontiers of Engineering Research

ISSN: 3060-9054 (Print) 3060-9062 (Online)

Language: Chinese

URL: http://journals.nassg.org/index.php/foer-cn

Publisher: Nan Yang Academy of Sciences Pte. Ltd.

《工程研究前沿》征稿函

期刊概况：

中文刊名：工程研究前沿

ISSN：3060—9054（Print） 3060—9062（Online）

出版语言：华文刊

期刊网址：http://journals.nassg.org/index.php/foer-cn

出版社名称：新加坡南洋科学院

出版格式要求：

- 稿件格式：Microsoft Word
- 稿件长度：字符数（计空格）4500以上；图表核算200字符
- 测量单位：国际单位
- 论文出版格式：Adobe PDF
- 参考文献：温哥华体例

出刊及存档：

- 电子版出刊（公司期刊网页上）
- 纸质版出刊
- 出版社进行期刊存档
- 新加坡图书馆存档
- 谷歌学术（Google Scholar）等数据库收录
- 文章能够在数据库进行网上检索

作者权益：

- 期刊为 OA 期刊，但作者拥有文章的版权；
- 所发表文章能够被分享、再次使用并免费归档；
- 以开放获取为指导方针，期刊将成为极具影响力的国际期刊；
- 为作者提供即时审稿服务，即在确保文字质量最优的前提下，在最短时间内完成审稿流程。

评审过程：

编辑部和主编根据期刊的收录范围，组织编委团队中同领域的专家评审员对文章进行评审，并选取专业的高质量稿件进行编辑、校对、排版、刊登，提供高效、快捷、专业的出版平台。

Database Inclusion



版权声明/Copyright

南洋科学院出版的电子版和纸质版等文章和其他辅助材料，除另作说明外，作者有权依据Creative Commons国际署名—非商业使用4.0版权对于引用、评价及其他方面的要求，对文章进行公开使用、改编和处理。读者在分享及采用本刊文章时，必须注明原文作者及出处，并标注对本刊文章所进行的修改。关于本刊文章版权的最终解释权归南洋科学院所有。

All articles and any accompanying materials published by NASS Publishing on any media (e.g. online, print etc.), unless otherwise indicated, are licensed by the respective author(s) for public use, adaptation and distribution but subjected to appropriate citation, crediting of the original source and other requirements in accordance with the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) license. In terms of sharing and using the article(s) of this journal, user(s) must mark the author(s) information and attribution, as well as modification of the article(s). NASS Publishing reserves the final interpretation of the copyright of the article(s) in this journal.

Nanyang Academy of Sciences Pte. Ltd.

12 Eu Tong Sen Street #07-169 Singapore 059819

Email: info@nassg.org

Tel: +65-65881289

Website: http://www.nassg.org



工程研究前沿

Frontiers of Engineering Research

Volume 1 Issue 3 August 2024
ISSN 3060-9054 (Print) 3060-9062 (Online)

主 编

虞 斌

Bin Yu

编 委

王振波 zhenbo Wang

赵希强 Xiqiang Zhao

刘永军 Yongjun Liu

张新儒 Xinru Zhang

1	水利工程在极寒环境中防冻胀施工技术探讨 / 唐兴举	61	天然气长输管道工程施工探讨 / 祝江松
4	防爆电气设备存在的重点问题及对策 / 王超	64	煤炭洗选加工过程中的粒度控制难点及解决措施 / 王志鹏
7	长输管道工程防腐涂层技术的优化实践 / 侯艳冲	67	高层建筑施工中的悬挑式外脚手架搭设技术探讨 / 丁振学
10	环保工程评估工作方法及措施探究 / 田雪 周莹	70	电气工程中的人工智能技术应用探索 / 李梓维
13	地质工程找矿中的大比例找矿技术应用研究 / 谭钊 段景军	73	大藤峡水利枢纽右坝肩工程边坡与加固处理分析 / 张锦朝
16	瞬变电磁法在探测煤矿采空区中的应用 / 王经纬 胡永涛	76	高压电气试验中的局部放电检测技术探讨 / 赵鹏
19	高速公路改扩建工程交通安全管理探究 / 王巍巍	79	10kV 及以下配电线路的检修与运行维护 / 史聚龙 罗松涛 蒋忠春
22	输变电工程项目风险管理及应对策略分析 / 王宝宝	82	火力发电厂汽轮发电机组安装要点 / 安洪坤
25	输变电工程技术创新对电网稳定性的提升作用探究 / 查干门肯	85	矿山机械设备管理及维修保养技术探讨 / 赵从宽
28	浅析机械工业自动化中的运动控制新技术 / 张俊琪	88	机械工程及自动化技术的发展研究 / 吕宝志
31	土木工程房屋建筑工程混凝土后浇带施工技术研究 / 马巧兰	91	智能化电气设计在配电工程中的应用实践探究 / 段延宁
34	供配电系统中的电气自动化应用 / 刘士伟	94	通信光缆运维检修中的关键技术 / 李颖
37	煤矿采掘中的高强支护技术研究 / 耿万蛟	97	重介系统煤泥减量化的探究与开发 / 曾毅航 赵明伟
40	钢铁冶金工程中项目管理遇到的挑战及对策 / 梁杰	100	化工企业安全系统中的抗晃电技术运用研究 / 王小 冯碧辉 刘汉宇
43	高层建筑工程中深基坑支护加固施工技术研究 / 张激潇	103	公路工程施工管理中的创新技术应用研究 / 王润枫
46	环氧树脂地坪漆施工及其机器人应用探索 / 罗继明	106	装配式建筑施工工艺在房建工程中的应用研究 / 冯文朋
49	山区狭窄地形桥隧相连移动模架快速拼装技术 / 范晓东	109	论建筑暖通和给排水常见质量通病防治措施 / 贾玉冉
52	城市地下管线信息系统的安全管理措施研究 / 郑睿博	112	水利施工管理中存在的安全风险及改进措施 / 王晓明
55	集装箱装卸设备吊具维修保养的安全管控措施 / 芦进 刘毅	115	洗煤设备安装技术要点及安装质量控制 / 李跃飞
58	浅谈大型场馆屋面防水的施工工艺——以天津工业大学体育馆为例 / 王世彤 鲁海波	118	建筑节能技术在施工中的应用探讨 / 李金涛
		121	建筑工地雨水收集与生态利用体系构建

	/ 尹彦君		/ 王清正 谢莉 牛培飞 张功雄
124	新时期公路沥青路面养护技术分析	139	涡轮叶片用镍基高温合金研究现状
	/ 高峰		刘航东
127	多渠道筹措背景下城建工程基础设施建设研究	142	建筑工程工程造价预算编制方法与应用分析
	/ 谢永超		/ 郝浪遇
130	浅谈立体仓库焊接式钢结构货架检测的重要性及其检测要点	145	煤矿采煤机的智能化与自动化技术分析
	/ 肖泽锋		/ 王波
133	住宅小区消防安全管理现状分析	148	节能技术在高层建筑给排水设计的应用与效果评估
	/ 李勇强		/ 刘小东
136	直立锁边金属屋面抗风揭性能仿真模拟研究综述	151	矿山开采对土木工程结构稳定性的影响分析
			/ 黄启闯

1	Discussion on Anti-frost Heave Construction Technology of Water Conservancy Project in Extremely Cold Environment / Xingju Tang		
4	Key Problems and Countermeasures of Explosion-proof Electrical Equipment / Chao Wang		
7	Optimization Practice of Anti-corrosion Coating Technology in Long-distance Pipeline Engineering / Yanchong Hou		
10	Exploration of Methods and Measures for Environmental Engineering Evaluation / Xue Tian Ying Zhou		
13	Research on the Application of Large-scale Prospecting Technology in Geological Engineering Prospecting / Zhao Tan Jingjun Duan		
16	Application of Transient Electromagnetic Method in Detecting Goaf in Coal Mine / Jingwei Wang Yongtao Hu		
19	Exploration of Traffic Safety Management in Expressway Reconstruction and Expansion Projects / Weiwei Wang		
22	Analysis of Risk Management and Response Strategies for Power Transmission and Transformation Engineering Projects / Baobao Wang		
25	Exploration into the Enhancing Effect of Technological Innovation in Power Transmission and Transformation Engineering on Grid Stability / Chaganmenken		
28	Analysis of New Motion Control Technologies in Mechanical Industry Automation / Junqi Zhang		
31	Research on Construction Technology of Concrete Post Pouring Strip in Civil Engineering and Building Construction Engineering / Qiaolan Ma		
34	Application of Electrical Automation in Power Supply and Distribution System / Shiwei Liu		
37	Research on High Strength Support Technology in Coal Mining / Wanjiao Geng		
40	Challenges and Countermeasures in Project Management		
			of Iron and Steel Metallurgical Engineering / Jie Liang
43	Research on Construction Technology of Deep Foundation Pit Support and Reinforcement in High Rise Building Engineering / Lianxiao Zhang		
46	Exploration of Epoxy Resin Floor Paint Construction and Robot Application / Jiming Luo		
49	Rapid Assembly Technology of Mobile Formwork Connected to Narrow Terrain Bridges and Tunnels in Mountainous Areas / Xiaodong Fan		
52	Research on Security Management Measures for Urban Underground Pipeline Information System / Ruibo Zheng		
55	Safety Control Measures for Maintenance and Repair of Container Loading and Unloading Equipment Lifting Equipment / Jin Lu Yi Liu		
58	Discussion on the Construction Technology of Waterproofing for Large Venue Roofs—Taking Tianjin University of Technology Gymnasium as an Example / Shitong Wang Haibo Lu		
61	Exploration into the Construction of Natural Gas Long Distance Pipeline Projects / Jiangsong Zhu		
64	Difficulties and Solutions in Particle Size Control during Coal Washing and Processing / Zhipeng Wang		
67	Exploration of Suspended External Scaffolding Installation Technology in High rise Building Construction / Zhenxue Ding		
70	Exploration of the Application of Artificial Intelligence Technology in Electrical Engineering / Ziwei Li		
73	Analysis of Slope and Reinforcement Treatment of Right Dam Shoulder Project of Datungxia Water Conservancy Hub / Jinchao Zhang		
76	Exploration of Partial Discharge Detection Technology in High Voltage Electrical Testing / Peng Zhao		
79	10kV and Below Distribution Line Repair and Operation		

- Maintenance
/ Julong Shi Songtao Luo Zhongchun Jiang
- 82 Thermal Power Plant Steam Turbine Generator Set Installation Points
/ Hongkun An
- 85 Discussion on Mining Machinery and Equipment Management and Maintenance Technology
/ Congkuan Zhao
- 88 Research on the Development of Mechanical Engineering and Automation Technology
/ Baozhi Lv
- 91 Exploration of the Application Practice of Intelligent Electrical Design in Power Distribution Engineering
/ Yanning Duan
- 94 Key Technology in the Operation and Maintenance of Communication Optical Cable
/ Ying Li
- 97 Exploration and Development of Coal Slime Reduction in Heavy Medium System
/ Yihang Zeng Mingwei Zhao
- 100 Application of Anti-shaking Electric Technology in the Transformer and Distribution System of Chemical Enterprises
/ Xiao Wang Bihui Feng Hanyu Liu
- 103 Research on the Application of Innovative Technology in Highway Engineering Construction Management
/ Runfeng Wang
- 106 Research on the Application of Prefabricated Building Construction Technology in House Construction Engineering
/ Wenpeng Feng
- 109 Discussion on the Prevention and Control Measures of Common Quality Problems of Building HVAC and Water Supply and Drainage
/ Yuran Jia
- 112 Safety Risks and Improvement Measures in Water Conservancy Construction Management
/ Xiaoming Wang
- 115 Coal Washing Equipment Installation Technical Points and Installation Quality Control
/ Yuefei Li
- 118 Discussion on the Application of Building Energy Saving Technology in Construction
/ Jintao Li
- 121 Construction of Rainwater Collection and Ecological Utilization System in Construction Sites
/ Yanjun Yin
- 124 Analysis of Maintenance Technology for Asphalt Pavement of Highways in the New Era
/ Feng Gao
- 127 Research on Urban Construction Infrastructure Construction under the Background of Multi-channel Financing
/ Yongchao Xie
- 130 The Importance of Welded Steel Structure Shelf Inspection in Three-dimensional Warehouse
/ Zefeng Xiao
- 133 Analysis of the Current Situation of Fire Safety Management in Residential Area
/ Yongqiang Li
- 136 Review of Numerical Simulation of Wind Uplift Resistance of Standing Seam Metal Roofs
/ Qingzheng Wang Li Xie Peifei Niu Gongxiong Zhang
- 139 Research Status of Nickel-based Superalloy Used for Turbine Blades
/ Hangdong Liu
- 142 Analysis of the Method and Application of Construction Project Cost Budgeting
/ Langyu Hao
- 145 Analysis of Intelligent and Automated Technology of Coal Mine Shearer
/ Bo Wang
- 148 Application and Effect Evaluation of Energy-saving Technology in Water Supply and Drainage Design in High-rise Buildings
/ Xiaodong Liu
- 151 Analysis of Mining Influence on the Stability of Civil Engineering Structure
/ Qichuang Huang

Discussion on Anti-frost Heave Construction Technology of Water Conservancy Project in Extremely Cold Environment

Xingju Tang

Hydrological and Water Resources Management Center of the Seventh Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Huyanghe, Xinjiang, 834034, China

Abstract

With the increasingly prominent impact of global warming, water conservancy projects in extremely cold areas face severe challenges of frost heave prevention. This paper explores the construction technology of frost heave in water conservancy engineering construction in extremely cold environments. By collecting data on climate and soil frost heave characteristics in extremely cold regions, combined with field research, a set of anti freezing construction technology schemes is proposed. The plan includes multiple measures such as improving soil physical properties, abandoning frost heave sensitive materials, and using insulation layers. Practice has shown that this technology can effectively reduce ground temperature, slow down soil freezing rate, improve structural frost resistance, and ensure the safe and stable operation of water conservancy projects in extremely cold environments. This study provides important technical support for similar cold area projects, and provides a practical basis for the optimization and innovation of anti-frost heave measures.

Keywords

water conservancy project; extremely cold environment; anti-frost heave construction technology; soil frost heave characteristics; structural frost heave resistance

水利工程在极寒环境中防冻胀施工技术探讨

唐兴举

新疆生产建设兵团第七师水文水资源管理中心, 中国·新疆 胡杨河 834034

摘 要

随着全球变暖影响日益凸显, 极寒地区水利工程面临严峻的防冻胀挑战。论文针对极寒环境下水利工程施工中的冻胀问题进行施工技术探讨, 通过采集极寒地区气候、土壤冻胀特性等数据, 结合实地调研, 提出了一套防冻胀施工技术方案。方案包括改良土壤物理性能、扬弃冻胀敏感材料、运用保温隔热层等多项措施。实践表明, 该技术能有效降低地温, 减缓土壤冻结速度, 提高结构抗冻胀能力, 从而保证了水利工程在极寒环境中的安全稳定运行。本研究对类似寒区工程提供了重要的技术支持, 并为防冻胀措施的优化与创新提供了实践基础。

关键词

水利工程; 极寒环境; 防冻胀施工技术; 土壤冻胀特性; 结构抗冻胀能力

1 引言

全球气候变暖已涉及多个领域并对许多行业产生深远影响, 水利工程也无法幸免。在极寒地区, 气温变化的挑战使得水利工程的安全运行面临重大防冻胀压力。这引发了一系列技术问题, 这尤其体现在冻胀对土壤物理性能的影响, 以及相应对结构抗冻胀能力的要求提高。近年来, 虽然已有工程技术研究探讨了这方面的问题, 但在实际工作中仍然面临许多挑战。为了解决这些问题, 并改进水利工程在极寒环境中的施工技术, 我们必须从多个角度并更深层次地理解冻

胀影响因素以及挑战, 并研发适应性更强、更具针对性的防冻胀解决方案。论文对此进行深入研究, 基于实地考察和数据分析, 提出了一种全新的防冻胀施工技术方案, 以保障水利工程在极寒环境下的稳定运行。

2 极寒地区水利工程的防冻胀挑战分析

2.1 极寒环境下水利工程的特点

极寒环境下, 水利工程建设面临诸多独特挑战^[1]。极寒地区的气温长期维持在零度以下, 土壤层的冻结深度较深。随着季节变化, 冻结和融化过程会导致土壤体积变化, 从而对工程结构产生显著的冻胀应力。极寒环境常伴有强烈的温度波动和频繁的冻结融化循环, 增加了工程结构的疲劳损伤, 加快了材料的老化与破坏。极寒地区的降水形式多为

【作者简介】唐兴举(1992-), 中国甘肃武威人, 本科, 工程师, 从事低温环境下水利工程的防冻胀施工研究。

积雪,春季融雪时产生大量水分渗透,进一步增加了土壤水分,增强了冻胀潜在风险。针对这些特点,施工过程中须综合考虑土壤冻结特性、温度波动影响以及材料耐寒性能,以确保工程的稳定性与安全性^[2]。

2.2 冻胀对极寒地区水利工程的影响

冻胀是指土壤中水分在低温下冻结并膨胀,从而引起地面隆起和土壤结构破坏的现象。在极寒地区,冻胀效应对水利工程的影响是多方面的。冻胀引起的土壤体积变化会导致地基的不均匀沉降,破坏基础设施的稳定性。管道和渠道等结构在冻结过程中受到的应力作用,易产生裂缝和渗漏,严重影响其功能和寿命。冻胀对工程材料的侵蚀和磨损也不可忽视,易加剧混凝土和金属材料的老化。冻胀还会导致路基和堤坝的变形及失稳,增加工程维护成本和风险。防冻胀技术的有效应用对于保障极寒地区水利工程的正常运行和结构安全至关重要。

2.3 极寒地区水利工程的防冻胀需求分析

极寒地区水利工程的防冻胀需求主要体现在以下几个方面:由于低温和冻胀作用,工程材料和结构面临变形和破坏风险,需提高材料和结构的抗冻胀性能。施工过程中需采取有效措施降低地基土壤的冻胀效应,确保施工质量。再者,为了保证工程的长期稳定性和安全运行,需要设计和应用适宜的保温隔热层以控制地温和冻结深度。有效的防冻胀措施是极寒地区水利工程顺利实施和运行的关键。

3 极寒地区土壤冻胀特性研究

3.1 极寒地区气候条件及土壤类型展示

极寒地区的气候条件具有极低的气温、长时间的冰冻期和显著的温度波动,这些特点对土壤冻胀产生了深远影响。极寒地区的气温通常可降至 -30°C 以下,冰冻期长达半年以上,在这种环境下,土壤的冻结和融化反复进行,导致冻胀现象频繁发生。

土壤类型是影响冻胀的重要因素。极寒地区的土壤多为冻土,包括永久冻土和季节性冻土。永久冻土常年处于冻结状态,具有高冰含量和低热导率;季节性冻土在冬季冻结,夏季解冻,土壤结构相对不稳定。黏土和粉土等细粒土壤因为孔隙水含量高,更易发生冻胀。碎石土和砂土因颗粒较大,冻胀特性相对较弱,但仍需考虑其冰冻对工程带来的潜在风险。了解这些气候条件和土壤类型为有效制定防冻胀施工技术提供了基础。

3.2 极寒地区土壤冻胀特性研究

极寒地区土壤的冻胀特性显著受温度、含水量和土壤颗粒组成等因素影响。温度的骤降导致土壤冻结,水分凝结成冰增加体积,进而使土壤产生胀缩变形。含水量是影响冻胀程度的关键因素,高含水量土壤在冻结时容易产生显著冻胀。土壤中的微小颗粒和孔隙结构也对冻胀起到重要作用,细颗粒土壤更易形成冰晶,导致冻胀现象更加严重。对这些

因素的研究为防冻胀技术的开发提供了科学依据。

3.3 极寒地区土壤冻胀影响因素分析

极寒地区土壤冻胀的影响因素包括土壤颗粒组成、含水量、冻结温度及冻融循环频率。土壤中黏粒和粉砂成分较高时,更易形成冻胀^[3]。含水量对冻胀程度有显著影响,含水量越高,冻胀越严重。冻结温度的变化直接影响土壤的冻结速度和深度,较低的温度使土壤冻结更快,导致冻胀增加。冻融循环频率也对冻胀作用有重要影响,多次循环会使土壤结构不断变化,导致冻胀累积效应增强。应综合考虑这些因素以制定有效防冻胀策略。

4 极寒环境下水利工程防冻胀施工技术探讨

4.1 改良土壤物理性能的防冻胀策略

极寒环境下,土壤的物理性能直接影响水利工程的抗冻胀能力。改良土壤物理性能的防冻胀策略主要包括调整土壤颗粒组成、增加土壤密实度以及增强土壤的排水性能^[4]。通过掺加砂砾等粗颗粒材料,可以改变土壤的粒径分布,降低细颗粒土壤的冻胀潜力。采用夯实、压实等方法提高土壤的密实度,减少土壤中的孔隙率,从而减少水分的迁移与冻结。在土壤中掺入透水性良好的材料,如砂或砾石,有助于增强土壤的排水性能,减少土壤中水分含量,从而降低冻胀风险。这些措施有效地改良了土壤的物理性能,显著提升了水利工程在极寒环境中的抗冻胀能力。

4.2 扬弃冻胀敏感材料的防冻胀策略

在极寒环境下的水利工程施工中,选择施工材料对防止冻胀至关重要。冻胀敏感材料如含水量高的黏性土壤容易在低温下产生冻结膨胀,从而对工程结构造成破坏。为此,应优先使用粒径较大、含水量低的非冻胀材料,如粗砂、砾石等,这些材料在冻结过程中膨胀幅度小,能有效减少地基变形。通过添加改性剂如水泥和石灰,可改善土壤稳定性和减少冻胀效应。施工过程中需结合当地地质和气候条件,选择合适材料并进行适当处理,以提高工程的抗冻胀性能。

4.3 运用保温隔热层的防冻胀策略

在极寒环境下,运用保温隔热层是防冻胀施工的关键技术策略之一。此技术通过在土壤表层或结构外围布置保温材料,减少地面热量流失,降低土壤内部热量交换频率,从而延缓地温降低的速度。常用的保温材料包括泡沫塑料板、聚乙烯发泡板和建筑用保温毯等。这些材料具有良好的隔热性能和耐寒性,能够有效阻挡冷空气的侵入,减少冻胀现象的发生。实际工程应用中,需根据实际地质和气候条件选择合适的保温材料,并确保其施工质量和长期可靠性。

5 结构抗冻胀能力研究与提高

5.1 结构抗冻胀能力的影响因素

结构抗冻胀能力受多种因素影响。土壤类型是关键因素,不同土壤对于冻胀的敏感度存在显著差异。含水量对冻胀现象有直接影响,含水量越高,冻胀效应越明显。温度变

化是决定冻胀速度和程度的重要因素,极寒气候下温度波动频繁,加剧了冻结和融化过程,对结构造成重复应力。材料选择对结构抗冻胀性能有重要影响,使用抗冻胀材料能显著提高结构的稳定性和耐久性。施工工艺也影响结构的抗冻胀能力,科学合理的施工方法可有效减缓冻胀对结构的破坏。各因素综合作用下需进行全面优化和考虑,以提高结构抗冻胀能力。

5.2 极寒环境下提高结构抗冻胀能力的措施

极寒环境下提高结构抗冻胀能力的措施包括通过优化设计、材料选择和施工工艺等多方面进行提升。在设计阶段,采取深埋结构基础、加大基础埋深和调整结构布局的方法,有效降低结构受冻胀的影响。材料选择上,避免使用易冻胀材料,引入高抗冻性能的混凝土和增强纤维,显著提升结构耐寒能力。施工工艺方面,注重土壤改良和排水措施,减少土壤水分含量,降低冻胀发生的概率。采用预防性维护策略,定期监测地温和冻胀情况,及时采取应对措施,确保结构长期稳定运行。

5.3 提高抗冻胀能力措施的实例分析

通过对某极寒地区水利工程的具体实例进行分析,验证了提升结构抗冻胀能力的有效措施。该工程采用了改良土壤物理性能技术,具体方法是添加非冻胀敏感材料,如高密度聚乙烯。施工过程中运用了多层保温隔热材料,包括聚苯乙烯泡沫板和聚氨酯泡沫,以降低土壤冻结速度^[5]。在实际应用中,监测数据显示,地温显著下降,土壤冻结深度减少,冻胀幅度降低。工程结构在极寒环境中表现出良好的稳定性,未出现明显变形或损伤,从而大大提高了结构的抗冻胀能力。

6 防冻胀施工技术方案的优化与创新

6.1 防冻胀施工技术方案的现状分析

防冻胀施工技术在极寒地区水利工程中的应用已有多多年积累,目前形成了一些相对成熟的方案。这些方案主要包括利用改良土壤物理性能、选择低冻胀性材料、设置保温隔热层等措施。这些技术在不同工程实例中显示出较好的抗冻胀效果,有助于降低地温,减缓土壤冻结速度,提升结构的抗冻胀能力。在实际施工过程中,也存在一些不足之处,如材料选择不当、施工细节不到位以及技术适应性差异等问题。这些不足限制了防冻胀技术的全面推广和应用,导致部分工程在极寒条件下仍然面临冻胀风险。现有防冻胀施工技

术方案仍需进一步优化与创新,以提高其在极寒环境中的适用性和稳定性。

6.2 防冻胀施工技术方案的优化探讨

优化防冻胀施工技术方案在极寒环境中至关重要。当前技术在实际应用中存在部分局限,如材料耐久性不足、施工工艺复杂、成本较高等问题。优化措施需着眼于提高材料性能、简化施工流程、降低成本。开发新型环保材料,通过实验验证其抗冻胀效果和长期稳定性;引入智能施工机械,实现高效精确作业;加强跨学科合作,运用信息技术实时监测与调控施工过程。强化技术培训与推广应用,确保一线施工人员熟练掌握新技术,为优化防冻胀施工提供全方位支持。

7 结语

本次研究成功探讨并应用了一种全新的防冻胀施工技术,对于寒区水利工程建设,尤其是在现如今全球变暖的大背景下,有着非常重要的现实意义。利用这种技术,我们可以有效地降低土壤冻胀速度,增强结构的抗冻性,从而大大提高了水利工程的安全性。此外,此项技术应用广泛,对极寒区的各类工程建设都具有借鉴意义。然而,防冻胀施工技术的创新和应用还有一些困难和挑战需要我们去面对和解决,如如何精准地调控地温,如何选择和使用合适的保温隔热材料等问题,都需要我们进行深入研究和探讨。未来,我们将继续对防冻胀施工技术进行研究和改良,力图将其优化和完善到最大程度,使之更好地服务于我们的国家和社会。我们深信,在科技进步的推动下,我们能够不断攻克这些技术难题,让更多的水利工程在极寒环境中得以安全稳定运行。最后,我们期待和欢迎更多的相关研究者和工作者加入我们,共同推进这一领域的科学研究和技术应用。

参考文献

- [1] 余鹏,孙典和,郑伟.地下室低温冷库防冻胀施工技术[J].建筑施工,2022,44(8):1839-1842.
- [2] 张龙.某小型农田水利工程渠道抗冻胀分析[J].水利技术监督,2021(11):178-180.
- [3] 张晔.引水干渠衬砌结构冻胀破坏分析及防冻胀设计[J].水利水电快报,2019,40(7):31-33.
- [4] 刘利强,杨利剑.强冻胀地区光伏支架基础管桩防冻胀施工技术[J].建筑施工,2019,41(1):70-71.
- [5] 周京,朱寒玉.极寒地区地基基础防冻胀设计与施工探讨[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2020(12):202-203.

Key Problems and Countermeasures of Explosion-proof Electrical Equipment

Chao Wang

CNOOC Security Technology Service Co., Ltd., Tianjin, 300000, China

Abstract

Explosion-proof electrical equipment plays an important role in the production process of many fields such as the petrochemical industry. However, with the increase of the complexity of production environment, explosion-proof electrical equipment is facing more and more challenges. This paper studies the problems existing in the current explosion-proof electrical equipment in China, such as: non-standard use, inadequate maintenance, defects in its own design, etc. Combined with the relevant national standards of explosion-proof electrical equipment, a series of countermeasures are proposed, such as strengthening professional training, standardizing operation, improving equipment maintenance quality and optimizing design, in order to provide reference for improving the safety and reliability of explosion-proof electrical equipment. The implementation of these countermeasures in actual work can effectively reduce the failure rate of explosion-proof electrical equipment, improve production safety, and provide an important guarantee for the safety of people's lives and the stability of enterprise production.

Keywords

explosion proof electrical equipment; improper use; maintenance and upkeep; design flaws within oneself; safety; reliability

防爆电气设备存在的重点问题及对策

王超

中海油安全技术服务有限公司，中国·天津 300000

摘 要

防爆电气设备在石油化工行业等多个领域的生产过程中发挥着重要的安全保障作用。然而，随着生产环境复杂程度的提升，防爆电气设备面临着越来越多的挑战。论文通过对当前中国防爆电气设备存在的问题进行研究，如使用不规范、维护保养不到位、自身设计存在缺陷等问题，并结合防爆电气设备的相关国家标准，提出了一系列对策，如加强专业人员培训、规范使用操作、提高设备维护质量以及优化设计等，旨在为提高防爆电气设备的安全性和可靠性提供参考。在实际工作中实施这些对策，可以有效减少防爆电气设备的故障率，提高生产安全性，为保障人民生命安全和企业生产稳定提供重要的保障。

关键词

防爆电气设备；使用不规范；维护保养；自身设计缺陷；安全性；可靠性

1 引言

防爆电气设备是保护工人和设备安全的重要工具，常在石油化工等危险的工作环境中使用。现在，这些设备遇到了许多新问题，如使用不正确、保养不足和设计上的问题，这些问题可能会导致事故。虽然有一些规则 and 标准来管控这些设备的使用和管理，但现在的解决办法并不好。因此，笔者想更好地理解这些设备现在的问题，并提出一些建议，比如更好地训练使用这些设备的人员，正确使用这些设备，提高设备的保养质量和改进设备设计。这样，我们可以提高设备的安全性和可靠性，减少事故，保护人们的生命安全，

保证生产的稳定。

2 防爆电气设备在工业中的应用与当前存在的问题

2.1 防爆电气设备的基本概念与功能

防爆电气设备是一类专门设计用于危险环境中，能够防止设备自身产生的电火花、表面高温等点燃周围爆炸性混合物的电气装置^[1]。其基本概念涉及两方面：一方面是设备本身的防爆能力，另一方面是其在复杂和危险环境中的可靠性和安全性^[2]。防爆电气设备的设计和制造基于严格的技术标准和规范，确保在高温、高压、易燃、易爆等极端条件下仍能稳定运行，不会成为引发事故的潜在源。

在功能方面，防爆电气设备被广泛应用于石油化工、煤炭开采、天然气加工等高风险行业，为这些行业的生产安

【作者简介】王超（1981-），男，中国黑龙江人，本科，工程师，从事电气研究。

全提供了坚实保障。这些设备包括防爆电动机、防爆电器元件、防爆控制箱等，其共同的特点是在正常工作状态下不会产生能引发爆炸的电弧或高温。这些设备还必须在出现故障或超负荷运行的情况下，能够通过设计上的防护措施（如防爆壳体、压力释放装置等）来避免火花或高温外泄，从而防止周围易燃易爆气体或粉尘被点燃。

防爆电气设备在功能实现上依赖于其高精度的制造工艺和严格的质量控制。例如，防爆电机通常采用无火花设计，其内部所有可能产生摩擦火花的部件都经过特殊处理；防爆控制箱则采取了多重密封和隔爆设计，确保在外部环境恶劣的情况下，内部电气元件仍能安全工作。这些功能和设计特点使防爆电气设备在保障工业生产安全方面发挥着至关重要的作用。

2.2 主要应用领域及其安全保障作用

防爆电气设备在多个工业领域得到了广泛应用，尤其在石油化工、煤矿、天然气处理以及化工制造等高风险行业中，扮演着关键的安全保障角色。石油化工领域对防爆电气设备的需求尤为迫切，其生产环境中存在大量可燃气体和液体，任何电气设备的微小火花均可能引发爆炸。防爆电气设备通过特殊的设计和施工，防止电气火花外泄，确保生产过程中电气设备的安全运行。

煤矿和地下矿井领域也是防爆电气设备的重要应用场所，这些环境中弥漫着甲烷等易燃易爆气体，防爆电气设备的应用对于减少矿井爆炸事故具有重要意义。天然气处理及化工制造过程中，许多工艺流程涉及高温、高压及有毒有害气体，防爆电气设备能够有效避免电气火源导致的灾难性事故。

这些设备还被广泛应用于制药、食品加工等对环境安全要求较高的行业，通过降低爆炸风险，保障生产安全和人民生命安全。防爆电气设备的合理应用不仅提高了生产效率，还在根本上维护了企业的安全经营环境。

2.3 防爆电气设备使用中常见的问题

防爆电气设备在使用过程中常见的问题主要包括以下几个方面。使用不规范，如操作人员缺乏相关知识，导致误操作或操作失误，可能引发电气火花，进而引发爆炸风险。维护保养不到位，设备长期处于高负荷和恶劣环境中，但缺乏定期检修和保养，导致设备老化和性能下降。设备设计存在缺陷，不符合实际使用环境的要求，导致在极端条件下无法正常运行。多方面问题交织使得防爆电气设备在实际应用中面临各种挑战，亟需有效对策提升其安全性和可靠性。

3 对防爆电气设备问题的具体分析

3.1 使用不规范导致的问题分析

防爆电气设备在工业应用过程中，使用不规范是导致设备故障和安全事故的主要原因之一。由于防爆电气设备涉及复杂的操作环境和严格的安全标准，使用不符合规范可能

带来严重后果。例如，安装时没有严格按照防爆要求进行，可能导致密封不良，从而使危险气体进入设备内部，并引发爆炸。操作人员缺乏专业培训也是一个重要因素，可能导致对设备性能和防爆等级的理解不足，进而在高危场合下使用不当。

一些企业在生产过程中存在违规操作，出于降低成本或提高效率等目的，忽视对防爆电气设备的正确使用和定期检查^[3]。尤其在更换部件时，使用不合规的替代品，可能削弱设备的防爆性能，增加隐患。使用不规范导致的频繁故障和维护需求，也为企业造成了额外的经济压力，影响生产的连续性和稳定性。

为解决使用不规范的问题，必须增强人员的安全意识和操作技能，确保操作人员能够严格按照相关操作规程进行工作。通过规范的使用和定期培训，不仅能提升设备的使用寿命，还有助于有效降低事故风险，为保障生产安全和设备可靠性奠定基础。合理的管理措施和制度也应得到重视，以确保防爆电气设备在高标准下运行。

3.2 维护保养不到位的影响

维护保养不到位会对防爆电气设备的性能和安全性产生显著影响。设备在长期运行过程中，不可避免地会出现磨损、老化等问题。如果维护保养不足，设备的防爆性能将大打折扣，极易引发安全事故。例如，未能定期检查电气连接点会导致接触不良，从而引发电弧或过热现象，这些现象在易燃易爆的环境中可能会直接引发火灾或爆炸事件^[4]。

维护不到位容易导致设备故障率升高，影响生产效率和设备使用寿命。在某些高危行业中，设备突然失效不仅会导致生产中断，还可能造成极其重大的安全隐患。忽视日常的维护保养可能会导致设备失去防护等级，不能正确发挥其设计功能，这对防爆电气设备尤为关键。

必须重视防爆电气设备的维护和保养，定期进行设备检测，及时修复或更换故障部件，以确保其在各种苛刻环境中安全稳定运行，提高整体生产安全性和设备可靠性。维护的规范化和制度化是降低故障发生率，保障安全生产的重要措施。

3.3 设备自身设计缺陷及其后果

防爆电气设备的设计缺陷是引发安全隐患的重要因素。设计上的不足可能导致防爆性能不达标，比如密封性欠佳可能致使易燃气体进入设备内部，从而引发爆炸事故。选材不当亦是常见问题，许多设备在制造过程中未选用符合防爆标准的材料，导致在恶劣环境下耐久性和防护性不足。结构设计不合理，导致设备在高温高压环境中承受力不均，可能出现物理损坏。设计过程中未充分考虑使用环境的特殊性，容易导致设备在实际应用中无法满足特定安全需求。这些设计缺陷的存在不仅影响设备的运行可靠性，还可能带来严重的安全风险。优化设备设计，确保符合相关标准和实际应用需求，是提升防爆电气设备安全性的关键所在。相关部门需

加强设计环节的质量控制,避免因设计缺陷导致的安全事故发生。

4 针对防爆电气设备的对策建议

4.1 加强专业人员的培训与教育

加强专业人员的培训与教育是提升防爆电气设备安全性和可靠性的关键措施之一。专业人员在设备的设计、安装、操作和维护中起着至关重要的作用,而其能力直接关系到防爆设备的整体性能和使用寿命。制定系统化的培训计划对提高人员的专业水平尤为重要。

培训内容应包括国家相关法规、标准熟悉度以及设备基础理论知识,确保技术人员具备扎实的理论基础。针对不同岗位的需求,培训课程应更具针对性。例如,对于安装和维护人员,应注重传授实践操作技能及故障排除能力。加强对新技术、新产品的学习与应用,确保从业者与科技进步同步。

教育方式宜采取多元化形式,可通过组织定期的专题研讨、技术交流会、实操培训等,不断提升人员素养,在实践中加深理解^[5]。鼓励人员通过考取相关资质认证,形成良好的激励机制,把提升培训效果具体化。

建立完善的评估机制也至关重要,以便及时跟进培训效果,针对不足之处进行调整和改进。只有通过长期、持续的培训与教育投入,才能确保人员始终具备高水平的专业知识和技能,从而有效减少防爆电气设备故障的发生,提高整体生产安全性。

4.2 规范使用操作和提升设备维护质量

为了规范防爆电气设备的使用操作并提升其维护质量,需要采取一系列有效的措施。在设备使用过程中,应严格按照操作规程和相关标准进行操作。操作人员需熟悉设备的性能参数和使用要求,避免超负荷运行和不当使用。定期组织设备操作培训,并将其纳入人员绩效考核体系,确保操作人员具备足够的专业知识和技能。

在设备维护方面,需建立完善的设备维护管理制度,包括定期检查、故障预警和预防性维护等内容。通过制定详细的维护计划和检修方案,可以提前发现设备的潜在问题,避免因设备故障导致的生产中断和安全事故。应用现代化的维护检修技术,如状态监测和故障诊断技术,可以进一步提高设备检测的准确性和维护的有效性。

企业应加强对维护保养工作的监督与考核,确保每项

维护工作都能够按时、按质、按量完成。设置专业的维护团队,并提供相应的技术支持和资源保障,加强与设备制造商的技术交流,及时获取最新的维护技术和设备信息。

4.3 设备设计优化及执行相关国家标准的重要性

防爆电气设备的设计优化和执行相关国家标准至关重要。设计优化能够在根本上提升设备的防爆性能,包括选择耐用材料、改善密封性能、增强电气绝缘效果等,有效预防设备在恶劣环境中的故障。加强对国家标准的执行可以确保设备在设计、制造、安装、维护等环节都符合法律法规要求,从而避免因标准不达标而导致的安全隐患。国家标准的严格实施不仅有助于规范市场秩序,还能推动防爆电气设备整体技术水平的提升,保障工业安全生产。

5 结语

论文阐述了防爆电气设备在我国石油化工等产业中存在的主要问题,如使用不规范、维护保养不到位以及自身设计存在缺陷等,这些问题无疑给防爆电气设备的安全性和可靠性带来严重威胁。然后,结合相关的国家标准,论文提出了一系列的解决对策,如加强专业人员的培训、规范设备的使用操作、提升设备的维护质量以及优化防爆电气设备自身的设计等,以此为提高防爆电气设备的安全性和可靠性提供参考。论文的研究对策旨在通过有效减少防爆电气设备的故障率,提高生产安全性,以保障人员的生命安全和企业的生产稳定性。虽然论文提出了一些切实可行的对策,但防爆电气设备的研究与实际应用仍然面临诸多挑战,如如何进一步优化设计,提升专业人员对于防爆电气设备的技术理解和操作能力等,这些都需要我们在今后的工作中继续深入研究。

参考文献

- [1] 孙先国.煤矿防爆电气设备存在的重点问题及对策[J].中国科技投资,2021(16):119-120.
- [2] 秦小艳.初探煤矿防爆电气设备存在的重点问题及对策[J].装备维修技术,2021(15):210.
- [3] 于超龙.煤矿防爆电气设备存在的重点问题及对策探讨[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2021(8):107.
- [4] 王鹤.煤矿防爆电气设备存在的重点问题及对策研究[J].中国科技期刊数据库 工业A,2020(5).
- [5] 戚高启,左一平.浅析防爆电气设备存在问题及建议[J].船电技术,2023,43(10):23-25.

Optimization Practice of Anti-corrosion Coating Technology in Long-distance Pipeline Engineering

Yanchong Hou

National Pipeline Network Group Engineering Quality Supervision and Inspection Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510710, China

Abstract

Based on the special needs of China's long-distance pipeline engineering, this paper focuses on the harsh operating environment and high requirements for anti-corrosion performance. It deeply studies the anti-corrosion coating technology and modifies and optimizes the existing anti-corrosion coating technology. Research has shown that the use of optimized anti-corrosion coatings can effectively reduce the erosion effect of corrosive environments on pipelines, improve the salt spray resistance, oil resistance, and chemical resistance of pipelines; At the same time, it can also significantly improve the adhesion and anti-corrosion strength of the coating. The practical application of optimization schemes shows that they can maintain the long-term stability of pipelines, thereby meeting the requirements of anti-corrosion coating technology for long-distance pipeline engineering. This effective solution is significant for optimizing the anti-corrosion scheme of long-distance pipeline engineering, improving the technical level of the anti-corrosion industry, and providing reference for related practices.

Keywords

long distance pipeline engineering; anti-corrosion coating technology; technology optimization; corrosion resistance; engineering safety

长输管道工程防腐涂层技术的优化实践

侯艳冲

国家管网集团工程质量监督检验有限公司, 中国·广东 广州 510710

摘 要

根据中国长输管道工程的特殊需要, 论文针对其使用环境的恶劣和对防腐性能要求极高的问题, 深入研究了防腐涂层技术, 对现有的防腐涂层技术进行了改造与优化。研究表明, 采用优化后的防腐涂层可以有效减弱腐蚀环境对管道的侵蚀作用, 提高管道的耐盐雾性能、耐油性能和耐化学品性能; 同时, 也可使涂层的附着力和防腐强度获得大幅度提升。优化方案的实践应用显示, 其可以维护管道的长久稳定, 从而满足长输管道工程防腐涂层技术的需求。这一有效解决方案对优化长输管道工程防腐方案, 改善防腐行业技术水平显著, 也为相关实践提供参考。

关键词

长输管道工程; 防腐涂层技术; 技术优化; 耐腐蚀性能; 工程安全性

1 引言

随着中国石油天然气等能源产业发展的需求, 长输管道建设日益增加, 其工程的技术要求已经成为决定这些基础设施安全稳定和寿命长短的重要因素。在长输管道的工程实施过程中, 管道保护技术, 尤其是防腐涂层技术, 无疑是至关重要的。由于中国广大的地域和复杂的地质条件, 使得不同地方的长输管道所处的使用环境存在着巨大的差异, 这为防腐涂层技术的研究和实践提供了硬性要求。尽管目前常规的防腐涂层技术已经娴熟, 但对于满足长输管道工程种种复

杂的环境条件, 常规的防腐涂层技术表现出的总体性能仍然有待提高。因此, 对防腐涂层技术进行改造与优化对进一步提升中国长输管道工程的质量具有重要意义。论文就此问题进行深入研究, 以期能为相关实践提供有效参考。

2 长输管道工程的特殊要求及防腐涂层技术的现状

2.1 长输管道工程的环境以及防腐性能需求

长输管道工程对防腐涂层技术有着苛刻的要求, 这主要源于其特殊的使用环境和对防腐性能的严格需求^[1]。长输管道通常铺设在复杂而多变的地理环境中, 包括但不限于潮湿、酸碱度变化剧烈、有盐雾侵蚀以及存在多种化学物质等。这些环境因素对管道的防护层提出了多重挑战: 一是需要防

【作者简介】侯艳冲(1987-), 男, 中国河南洛阳人, 本科, 工程师, 从事长输管道工程建设期避免管道腐蚀研究。

护层具有卓越的抗腐蚀性性能，能够在极端状况下长期有效地阻挡介质对管壁的侵蚀；二是需要防护层具有良好的机械性能，如附着力强、硬度高，能够在复杂的地质运动和外部机械冲击下保持稳定^[2]。

长输管道的防腐系统还要满足高耐久性要求。管道通常铺设时间长，维护与检修难度大，任何一点防护涂层的失效都可能导致大面积的腐蚀蔓延，进而引发严重的环境污染、经济损失，甚至安全事故。防腐涂层材料不仅需要初期施工时就具备优良性能，更重要的是需要在长期运行中保持其防腐效果，这对材料的耐老化、耐磨损性提出了更高的要求。

长输管道的工程规模和投入巨大，要求所选防腐技术不仅要具备优异的性能，还需在成本控制和施工便捷性上表现突出。这要求防腐涂层技术在提升自身性能的同时，必须兼顾经济性和操作性，能够实现大面积连续涂覆并保证施工质量的可靠性。在这一系列要求下，现有的防腐涂层技术在实际应用中暴露出诸多不足，亟须通过优化和改进来满足实际需求。

2.2 目前防腐涂层技术的概述

目前，防腐涂层技术在长输管道工程中应用广泛，主要包括外防腐涂层和内防腐涂层两大类。外防腐涂层主要有熔结环氧粉末涂层（FBE）、3层聚乙烯涂层（3LPE）、3层聚丙烯涂层（3LPP）等。这些技术在提升管道耐腐蚀性能、延长管道使用寿命方面表现突出。FBE涂层具有良好的附着力和耐化学品性能，被广泛应用于埋地管道。3LPE涂层则因其优异的机械强度和抗湿热性能，在长输管道工程中获得重视。内防腐涂层常采用环氧煤沥青涂料和环氧粉末涂料等，以减少管道内壁的腐蚀和结垢，保障流体输送的效率和管道使用的安全性。目前的防腐涂层技术已经取得一定成效，但尚存在一些问题，如附着力不足、施工复杂性高等^[3]。不同涂层在特殊环境下的适应性存在差异，急需进一步优化和改进。

2.3 防腐涂层技术存在的问题

现有的防腐涂层技术在长输管道工程中的应用面临多个挑战。对恶劣环境的适应性不足，尤其是在极端温度和高湿度条件下，涂层的耐久性和稳定性欠佳。涂层在长期使用过程中容易出现脱落和龟裂，导致防腐性能下降。现有技术在抵抗化学侵蚀和机械损伤方面的能力有限，影响了管道的整体耐用性。不仅如此，防腐涂层的施工工艺复杂，成本偏高，也限制了其广泛应用。亟需针对这些问题开发更加高效、经济的涂层技术，以满足工程需求。

3 防腐涂层技术的改革与优化实验研究

3.1 改革优化的方法及步骤

在长输管道工程中，为应对使用环境的严峻挑战以及防腐性能的要求，需对现有防腐涂层技术进行改革与优化。

选用了多种创新材料，通过实验室测试确定其耐腐蚀性能，尤其是在高盐分和多油多化学品的环境下的表现。进行涂层配方的调整，以确保涂层在各种环境下拥有更强的耐久性和附着力。对不同涂层材料进行合并实验，以找到最佳组合。

应用新型纳米技术对涂层微观结构进行改良，使其在提高耐磨性的同时，兼顾抵抗化学腐蚀。在研究过程中，重点考察在涂层应用后的界面特性，通过显微扫描电镜和能谱分析等方法，深入分析涂层与管道表面之间的结合力和化学稳定性。

在实际操作中，采用标准化施工工艺进行涂料的应用，以减少现场施工中可能遇到的变异和不一致性^[4]。在应用过程中，严格控制施工参数，确保涂层的一致性和稳定性。通过对实验和现场应用数据的对比分析，验证了优化后的涂层技术在实际工况中的优异表现。这一优化方法和步骤为提升长输管道的防腐能力提供了可靠依据和有效路径。

3.2 改革优化实验过程及其结果分析

在实验过程中，选取了几种常用的防腐涂层材料作为基础样本，对其进行成分分析与结构改造。对这些改造后的涂层进行了多项测试，包括耐盐雾性、耐油性和耐化学品性等。实验在模拟长输管道的复杂腐蚀环境中进行，以确保结果的可靠性与适用性。

在耐盐雾实验中，使用盐雾试验箱对涂层的抗腐蚀能力进行了深入评估。测量显示，改进后的涂层在盐雾暴露后的失重率显著降低。而在耐油性测试中，涂层样本浸入标准矿物油中一定时间后，观察到其物理性质保持稳定，没有明显的降解现象。在化学品耐受性试验中，涂层经受了多种酸碱溶液的侵蚀，结果表明其化学稳定性得到了有效提升。

通过拉伸与剪切测试对涂层附着力进行了评估^[5]。结果显示，优化后的涂层在不同基材上的附着力均显著增强。所有测试结果共同表明，经过优化的防腐涂层技术能够在有效抵御恶劣环境腐蚀的提升涂层的附着力和整体性能，为长输管道工程的安全稳定运行提供了有力的技术保障。

3.3 优化后防腐涂层的性能评价

优化后的防腐涂层性能评价主要从几个关键指标展开。是耐盐雾性能，通过盐雾试验，测试后的结果表明，该防腐涂层在长时间的盐雾环境中未发生明显的腐蚀点，有效延长了管道在高盐分环境中的使用寿命。是耐油性能，在油浸试验中，涂层的物理和化学性质保持稳定，表面无明显变化，证明其在油类介质中的稳定性。耐化学品性能通过不同化学品的侵蚀实验得到了验证，优化后的涂层在强酸、强碱环境中显现出较强的抗腐蚀能力，提高了管道系统应对复杂介质的能力。

附着力评估采用划痕试验，显示涂层附着力相比优化前有显著提升，保证了涂层在管道上长久不脱落。防腐强度通过电化学阻抗谱分析，优化前后的对比数据证明，优化后的涂层电化学阻抗显著增加，表明其防腐性能大幅度改

善。这些性能指标的提升，验证了优化后的防腐涂层在实际应用中具有更高的防护效果，为长输管道的稳定运行提供了坚实保障。

4 优化后防腐涂层在长输管道工程中的应用效果

4.1 应用效果的评估方法

在评估优化后防腐涂层在长输管道工程中的应用效果时，采用了一系列科学的方法。通过现场试验和实验室模拟相结合的方式，分析涂层在实际环境中的耐久性和稳定性。现场试验涉及在典型运行条件下的无损检测和定期监测，以评估涂层抵御腐蚀介质侵害的能力。

使用加速老化测试来模拟涂层在恶劣环境中的长期性能。这包括耐盐雾测试、耐湿热测试及耐化学品性测试等，意在快速评估涂层在不同腐蚀介质和环境条件下的防护能力。

为了评估涂层与基材的附着力及其对机械损伤的抵抗力，进行了一系列力学性能测试，如附着力测试、抗冲击测试和柔韧性测试。这不仅能验证涂层的附着牢固程度，还可观测其在外力作用下的完整性。

在这些定量指标之上，应用科学的统计分析方法，量化涂层性能的提升幅度，并与传统涂层技术的参数进行对比，确保优化方案在实际应用中具备明显优势。为了全面体现涂层的适应性，还进行了长期观察，以记录其在不同环境中表现的综合效能。

4.2 应用效果的实例分析

在分析优化后防腐涂层在长输管道工程中的应用效果时，某重点项目提供了显著的案例支持。该项目位于盐雾腐蚀严重区域，对管道防腐性能要求极高。优化后的防腐涂层通过严格的条件模拟测试，展现出卓越的耐盐雾性能，涂层有效阻止了盐雾对管道基体的侵蚀，维持了管道的完整性。长期现场监测数据进一步表明，管道在实际应用中的防腐性能显著增强，腐蚀速率显著降低。结果显示，涂层的附着力保持良好，无明显剥落和损坏现象，管道外观无显著变化，这一结果与实验室测试数据相符。应用该涂层的管道在输送高腐蚀性化学品过程中亦无不良反应，显示出优秀的耐化学品性能。由此可见，优化后的防腐涂层技术不仅有效增强了管道的耐久性，还显著提高了工程的安全性和经济性，为长输管道工程的防腐方案提供了坚实保障和有力支持。

4.3 防腐涂层的效能与工程安全性的关联

优化后的防腐涂层在长输管道工程中的应用，不仅在

防腐效能方面取得了显著提升，也在工程安全性方面展现出强大关联。防腐涂层的增强能有效减少管道因腐蚀导致的物理损坏，从而降低管道运行中的事故风险。良好的耐盐雾性能使管道能够在潮湿和高盐环境中保持稳定，有效避免腐蚀穿孔的发生，保障管道的结构完整性。

增强的油性能和耐化学品性能意味着防腐涂层能够更好地抵御外界油污和化学品的侵蚀，这在一些特殊作业环境中显得尤为重要。由于涂层附着力的提升，管道在剧烈的物理应力下也能保持涂层的完整，不易脱落。这种附着力的增强不仅保护了管道本体，也减少了因涂层剥落所需的人力和维修成本，加强了工程的经济性和可靠性。

涂层技术的改进进一步巩固了管道的使用寿命，使管道在漫长的使用周期中更能保持性能稳定，显著提升了工程的整体安全性。这种防腐涂层技术的应用在实际工程中提供了一个可靠的解决方案，使得长输管道工程在面临极端环境时能更长久地平稳运行。

5 结语

论文着重对长输管道工程防腐涂层技术进行了研究与优化，旨在满足长输管道工程在恶劣环境下防腐性能的严苛需求。结果表明，优化后的防腐涂层技术能够显著提高管道的抗腐蚀能力和耐化学品性能，同时提升了涂层的附着力和防腐强度，因此能够有效保障长输管道的长期稳定性和工程的安全性。尽管取得了一定的研究成果，但我们必须清醒地认识到，管道工程涂层防腐技术是一个包含众多完善和研究方向的复杂系统，其中的许多具体问题仍然需要我们进一步的研究和探讨。总体看来，本研究取得的结果既为优化长输管道工程防腐方案，改善防腐行业技术水平提供了重要参考，也对中国管道工程防腐技术的发展打下了坚实的基础，但面临的挑战仍然不小，还需要我们持续不断的努力和深入研究。

参考文献

- [1] 郭银. 油气长输管道工程安全评价及其确定方法[J]. 化工管理, 2021(35):175-176.
- [2] 牛胜彬. 加强油气长输管道工程线路施工安全管理[J]. 现代职业安全, 2019(11):79-80.
- [3] 薛延丰. 长输管道工程施工测量技术[J]. 科技创新导报, 2020, 17(7):10-11.
- [4] 唐志华. 长输管道工程中的水工保护探讨[J]. 智能城市, 2019, 5(9):183-184.
- [5] 李洋. 石油天然气长输管道工程建设技术探讨[J]. 中国化工贸易, 2020, 12(2):184-185.

Exploration of Methods and Measures for Environmental Engineering Evaluation

Xue Tian Ying Zhou

Wuhan Zhonglianheda Environmental Technology Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract

The paper provides an overview of the definition and scope, purpose and role, current status and challenges of environmental engineering assessment; Analyzed the main working methods of environmental engineering evaluation, including monitoring data collection and analysis methods, environmental impact assessment methods, engineering design and operation parameter evaluation, facility reliability and safety inspections; This paper introduces key technical measures for environmental engineering evaluation, such as evaluation techniques for wastewater treatment projects, evaluation methods for waste gas emission control projects, evaluation and optimization of solid waste treatment facilities, evaluation measures for noise and environmental protection facilities, and evaluation and improvement strategies for comprehensive engineering effects. The comprehensive application of these measures can fundamentally promote the green and healthy development of environmental engineering projects, better address environmental issues, and achieve a win-win situation between environmental protection and engineering construction.

Keywords

environmental engineering assessment; working methods; technical measures

环保工程评估工作方法及措施探究

田雪 周莹

武汉众联合达环境技术有限公司，中国·湖北 武汉 430000

摘 要

论文概述了环保工程评估的定义与范围、目的与作用、工作现状与挑战；分析了环保工程评估的主要工作方法，包括监测数据采集与分析方法、环境影响评价方法、工程设计与运行参数评估、设施可靠性与安全性检查；介绍了环保工程评估的关键技术措施，如废水处理工程的评估技术措施、废气排放控制工程的评估方法、固体废物处理设施的评估与优化、噪声与环境保护设施的评估措施、工程综合效果的评估与改进策略。这些举措的综合应用，能够从根本上促进环保工程项目的绿色健康发展，更好地应对环境问题，实现环境保护与工程建设的双赢。

关键词

环保工程评估；工作方法；技术措施

1 引言

随着全球经济的快速发展，环境问题日益严重，如何在推动经济增长的同时确保生态环境不受破坏，成为当今社会面临的核心挑战。在环境保护的整体框架下，环保工程评估工作的有效开展，可确保环境治理项目实现预期的环保效果，全面揭示工程在资源利用、污染物去除、运行成本等多个方面的综合表现，为环境治理和社会可持续发展提供有力支撑，具有重要意义。论文将探讨环保工程评估的主要工作方法和关键技术措施，希望能为利益相关者提供有效参考。

2 环保工程评估的概述

2.1 环保工程评估的定义与范围

环保工程评估涵盖了污水处理厂、垃圾焚烧厂、大气污染治理设备等，其目的是确认其是否符合环境标准，是否具备持续的治理效果。评估涉及技术性能的检验，同时包括工程运行的稳定性、长效性和对周边环境的整体影响。通过一系列评估，环保工程的真实效果得以呈现，这不仅是一种技术审核，更是一种对环境负责的承诺^[1]。评估工作涵盖广泛，通过具体而细致的评价过程，确保工程在技术层面的达标，让整个系统在实际应用中发挥真正的作用。

2.2 环保工程评估的目的与作用

通过环保工程评估，污水处理设施的出水效果、大气污染治理项目的排放质量等具体指标得以量化，从而确保项目在每一个阶段都达到了实际的治理效果。这种评估目的在

【作者简介】田雪（1992-），女，中国湖北孝感人，本科，工程师，从事环境影响评估类研究。

于实现工程指标的符合性，为环境治理的进一步优化提供科学依据。每个评估结果的背后，体现的是对环境的细致关照，是对资源有效利用的精准支持。通过有效评估，社会可以根据环保工程的效果调整相应的环保政策，优化资源的合理配置，更好地加快环保工程建设。

2.3 环保工程评估的工作现状与挑战

环保工程评估通过监测、分析和系统性检查，使废水、废气和固体废物处理项目在设计和运行上趋于科学化。然而，实际工作中仍然面临巨大挑战。例如，高精度监测设备的获取与操作技术的推广不平衡，尤其在资源有限的地区，难以获得全面准确的数据支持。评估过程中难以形成统一标准，因为不同工艺的复杂性与环境特性造成了数据的多变性，评估的科学性受到约束。工程设施的稳定性和长效性难以保障，工程在不同时间段和外界条件下的表现往往差异显著，需要大量数据累积支持深入分析。随着污染物排放标准的日趋严格，传统评估方式已不足以满足实际需要，智能化、自动化的评估手段成为关键需求。只有不断突破这些瓶颈，才能使环保工程评估真正发挥长期效力，推动环境治理的深远发展。

3 环保工程评估的主要工作方法

3.1 监测数据采集与分析方法

监测数据采集是环保工程评估的核心起点。不同环境因素的数据，如空气中的颗粒物浓度、水体污染物含量等，经过精确的采集和细致的分析，揭示出工程运行的真实情况。这不仅是简单的数据罗列，更是对数据背后环境状况的深入挖掘。科学的采集方法与先进的分析技术，为评估过程奠定了坚实的基础。数据的处理需要精准的模型和算法，从而能够提炼出项目运行中的关键表现。这种数据分析，不仅帮助了解项目当前的表现，还为未来环保工程的优化提供了清晰的指引。

3.2 环境影响评价方法

环境影响评价是从整体上检视环保工程的作用，它不仅关注项目本身的性能，还探讨其对周边环境的深远影响。评价方法通过对空气、水体、土壤等多种环境要素的影响分析，呈现出项目对环境的整体改变。这种评价并非仅在项目建成后进行，更多是在项目设计、建设初期即引入，以确保工程能在全生命周期内符合环境保护目标^[2]。环境影响评价不仅是对影响程度的确认，也提供了治理和改进的方向，使项目运行不只是达标，而是对环境的真正改善。

3.3 工程设计与运行参数评估

工程设计与运行参数评估侧重于技术层面的检视，确认项目设计和运行中每一个环节的合理性和科学性。通过对设备选择、处理工艺、流程设计等细节的评估，确保每一项技术参数都符合环保标准。这不仅是对工艺效果的验证，更是对设计理念的实践考核。这种参数评估能够识别出项目设

计和运行中的潜在问题，提供改进依据，从而提升工程的实用性和环境效益，确保设计之初的环保承诺能真正落地。

3.4 设施可靠性与安全性检查

设施可靠性与安全性检查的意义在于保障项目的持续性与风险控制能力。这不仅是对设备本身运行状态的观察，更是对设施在突发情况下的安全性评估。通过可靠性与安全性检查，可以识别出项目可能存在的故障风险，从而减少对环境和周边社区的潜在威胁。这种检查通过对设备结构、维护频率、使用寿命等的综合考察，提升了项目的安全保障，使工程不仅在短期内有效运作，还能在长期运行中保持稳定的环境保护能力。

4 环保工程评估的关键技术措施

4.1 废水处理工程的评估技术措施

废水处理工程的评估是一项严谨而复杂的过程，涉及广泛的技术和数据分析。评估的核心在于系统性监测废水处理的实际效果，尤其是污染物去除率、出水达标情况以及系统的运行稳定性。评估过程通常从水质检测入手，包括对化学需氧量（COD）、生化需氧量（BOD）、悬浮固体（SS）、氨氮、总磷等多项指标的监测与分析。通过监测这些关键污染物的浓度和去除效果，可以深入了解废水处理工艺的实际性能。水质分析要求具备专业仪器和准确的数据分析手段，精确反映污染物去除效率、污泥产生量及其处理效果。在监测的基础上，评估技术还需要针对水处理系统的设计参数和运行负荷进行深入分析，尤其在高负荷运行和突发情况下的工艺稳定性尤为重要。废水处理工程中的关键技术如活性污泥法、膜分离技术、生物滤池等在不同情况下的表现，需要通过长时间的跟踪数据来验证其效果与可靠性^[3]。此外，设备的维护频率、能源消耗、运行成本等经济性指标也在评估过程中占据重要地位。通过细致的数据分析和系统性对比，评估不仅仅停留在污染物去除的效率上，还需考虑整个系统的性价比和持续运行的经济合理性。这些技术措施的综合评估，最终为废水处理工程的优化、故障预防和技术升级提供了科学依据。

4.2 废气排放控制工程的评估方法

废气排放控制工程的评估方法着眼于气体污染物的去除效果和环境影响，评估对象包括烟尘、二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机物等排放物。为精准评估废气处理效果，监测系统通常使用连续排放监测系统（CEMS），该系统可以实时获取各类污染物的浓度变化，确保数据的连续性和精度。在评估过程中，污染物去除效率是一个重要的考量指标。采用的工艺，如湿法脱硫、选择性催化还原（SCR）等，需要结合设备参数，确认其在各种运行条件下的效果。评估废气排放不仅关注短期数据，更需结合气象条件和空气扩散模型，评估废气在不同环境条件下的扩散路径与范围。例如，借助空气质量模型预测废气在不同风速、湿度等气象条件下

的扩散范围,有助于判断项目是否对周围空气质量造成影响。这种方法不仅能够帮助检测当前排放效果,还为未来污染物扩散预测和排放标准制定提供支持。整体评估的目标是让废气排放控制设施在严格达标的同时,还能保证经济合理性与环保效益的平衡。

4.3 固体废物处理设施的评估与优化

固体废物处理设施的评估集中在处理工艺的达标性、资源利用的合理性以及处理后的环境影响。评估涵盖了多方面的技术环节,包括焚烧、热解、堆肥、填埋等处理方式的效率与效果。对垃圾焚烧而言,评估的重点在于污染物去除效果和热能利用效率,监测系统需要跟踪重金属、二噁英等有害物质在焚烧后的残留量,并评估焚烧残渣的无害化处理。特别是二噁英的检测,需要精密仪器和长时间的采样分析,因为其对环境 and 人体的潜在威胁极大。资源化利用效果也是评估的核心。处理设施需要在固体废物处理过程中实现能源的回收和再利用,例如通过焚烧产生的余热用于发电、供暖,或将有机废物转化为有机肥。设施的能源转化效率、余热回收率等指标会直接影响资源利用的经济性和环境效益。同时,设施的优化不仅在技术层面,还要从运营管理出发,通过对设备运行参数的调整,确保其不同在不同负荷和环境条件下都能保持良好的运行效果。固体废物处理设施的评估与优化工作,为资源的合理利用、污染物的无害化处理以及成本的合理控制提供了有力的技术支持。

4.4 噪声与环境保护设施的评估措施

噪声控制在环保工程中是一个细致且专业的评估领域,尤其在居住区附近的噪声控制工程措施更为关键。噪声的评估方法主要通过监测噪声源、模拟传播路径,分析噪声控制设施的效果。对噪声源的监测需要选择适当的点位,覆盖噪声传播的各个方向,尤其是夜间和设备运行高峰期的噪声值。通过对不同频段噪声的监测,可以识别噪声源的具体特性,便于进一步的降噪设计。针对不同类型的噪声源(如风机、泵等),噪声控制设施的评估还需确认其隔声、消声效果。降噪措施可包括消声器、隔音罩、降噪墙等。通过现场数据的监测和噪声扩散模型的模拟,判断设施的噪声控制效果是否能够达标,特别是在敏感环境下是否能够实现长期稳定的降噪效果。此外,噪声防治设施的可靠性评估同样重要,设施在不同的环境条件下是否能够有效工作,设备维护是否及时等,都需纳入评估考量。这种全面的评估方法为工程设施在运行过程中对噪声的有效控制提供了科学支持。

4.5 工程综合效果的评估与改进策略

环保工程的综合效果评估是一个系统性的过程,旨在从整体角度考察工程的多重环境效益和经济效果。评估不仅涉及对水、气、固废等污染物的去除效果,还包括资源回收、二次污染、能源消耗等多方面的因素。通过综合数据分析,评估工作揭示了环保工程项目在实际操作中的环保效能与经济合理性。例如,在废水处理项目中,不仅仅是出水水质达标,设施在节能、排污费削减等方面的经济效果也需要考量。综合评估的另一重要维度在于确定项目在多种环境因子下的协同效果。通过整合不同的监测数据,利用多维分析手段发现处理环节之间的相互影响和潜在问题。例如,废气治理的同时可能导致废水中污染物浓度变化,噪声控制设施的设计可能影响废气扩散模式。这些因素的协同分析为环保工程的深度改进提供了依据。在改进策略方面,技术升级是常见的方法之一,如采用更先进的污染物处理设备或智能控制系统,进一步提高设施的综合处理能力。管理优化也至关重要,例如将监测系统联网,实现对关键参数的实时监控和快速响应,降低故障发生率和处理成本。通过系统性、科学化的评估与改进,环保工程项目能够更好地实现其环保目标,为未来的工程提供数据支持和实践参考。

5 结语

总而言之,环保工程评估作为环境保护工作中的重要一环,承载着确保环保工程项目达标运行、减少污染物排放、提升资源利用效率等重任。评估工作必须考虑设施设计和初步效果,关注其不同在不同环境条件下的长期性能和经济性,确保项目工程在生命周期内的效能最大化。评估更应通过细致的数据分析和系统的技术优化,揭示项目中的潜在问题,为其优化改进提供科学指导。未来,随着技术的不断进步,评估方法将更加智能化、精确化,也将进一步提升环保工程的整体效能和可靠性,使环保工程项目更好地应对环境问题,为生态环境的持续改善做出积极贡献,谱写人与自然是和谐共生的新画卷。

参考文献

- [1] 陈亚男.环保材料在装饰工程中的应用与可持续性评估[J].建设科技,2024(13):95-97.
- [2] 刘春莉.环保工程中生态恢复与植物修复的效果评估[J].工程与管理科学,2024,6(2).
- [3] 龚梦莉.基于Schwartz-Moon模型的科创板环保工程企业价值评估[D].重庆:重庆理工大学,2023.

Research on the Application of Large-scale Prospecting Technology in Geological Engineering Prospecting

Zhao Tan Jingjun Duan

Heilongjiang Sixth Geological Exploration Institute, Jiamusi, Heilongjiang, 154002, China

Abstract

With the rapid development of the global economy, the demand for mineral resources is increasing. As a big resource country, China has rich mineral resources, but the uneven distribution of resources, the difficulty of development and other problems become increasingly prominent. In order to improve the efficiency of prospecting, reduce the cost of prospecting and realize the sustainable utilization of mineral resources, the large proportion prospecting technology of geological engineering prospecting came into being. Large-scale prospecting technology refers to the realization of efficient, accurate and rapid location and evaluation of mineral resources through deep mining and analysis of geological information. This paper aims to discuss the application of large proportion prospecting technology in geological engineering prospecting, and analyze its advantages and limitations in geological prospecting through the study of its principle, method and practical application cases, so as to provide reference for improving the efficiency and accuracy of geological prospecting.

Keywords

geological engineering prospecting; large scale prospecting technology; apply

地质工程找矿中的大比例找矿技术应用研究

谭钊 段景军

黑龙江省第六地质勘查院, 中国·黑龙江 佳木斯 154002

摘 要

随着全球经济的快速发展,对矿产资源的需求日益增加。中国作为资源大国,拥有丰富的矿产资源,但资源分布不均、开发难度大等问题日益凸显。为了提高找矿效率,降低找矿成本,实现矿产资源的可持续利用,地质工程找矿中的大比例找矿技术应运而生。大比例找矿技术是指通过对地质信息的深度挖掘和分析,实现矿产资源的高效、精确、快速定位和评价。论文旨在探讨地质工程找矿中大比例找矿技术的应用,通过对该技术的原理、方法和实际应用案例的研究,分析其在地质找矿工作中的优势和局限性,为提高地质找矿的效率和准确性提供参考。

关键词

地质工程找矿; 大比例找矿技术; 应用

1 引言

大比例找矿技术在中国矿产资源勘查领域具有重要作用。通过对大比例找矿技术的研究,可以提高找矿效率,降低找矿成本,为中国矿产资源的开发利用提供有力保障。此外,大比例找矿技术的研究成果还可以为国际矿业市场提供有益借鉴。论文针对地质工程找矿中的大比例找矿技术进行研究,旨在为中国矿产资源的勘查和开发提供技术支持。

2 大比例找矿技术的原理与方法

2.1 大比例找矿技术的概念和特点

大比例找矿技术是指在地质找矿过程中,通过高精度、

高效率的勘探手段,对特定区域进行详细、深入的研究,以期在较短的时间内找到具有较大经济价值的矿产资源。大比例找矿技术注重地质信息的精确获取,通过地质填图、地球物理勘探、地球化学勘探等多种手段,对目标区域进行细致的地质构造、岩性、矿物分布等方面的研究。该技术采用先进的勘探方法,如航空遥感、地面遥感、三维地震勘探等,能够在较短的时间内收集到大量地质数据,提高找矿效率。大比例找矿技术强调地质、地球物理、地球化学等多学科交叉融合,综合运用多种技术手段,形成一套完整的找矿技术体系。通过精确的勘探,减少不必要的勘查成本,提高矿产资源评价的准确性和可靠性,为矿产资源的开发利用提供科学依据。大比例找矿技术注重环境保护和资源可持续利用,通过合理规划勘查活动,降低对生态环境的影响。大比例找矿技术不断吸收国内外先进技术,如数字地质、大数据分析、人工智能等,以提高找矿的成功率和矿产资源评价的准确性。

【作者简介】谭钊(1986-),男,中国甘肃人,工程师,从事资源勘查工程研究。

2.2 常用的大比例找矿技术手段

2.2.1 地质填图法

地质填图法是一种基础而重要的找矿技术，通过对一定区域内地质构造、岩石类型、矿产分布等进行详细调查和记录，从而绘制出地质图。该方法主要依靠地质人员的实地考察和地质知识，调查研究区域地质背景和成矿条件；选择合适的勘探路线，进行实地考察；收集地质样品，进行实验室分析；整理和分析数据，绘制地质图；根据地质图，预测矿产分布及成矿有利地段。

2.2.2 地球物理勘探法

地球物理勘探法是利用地球物理场的变化来发现和评价矿产资源的找矿技术。根据不同的地球物理场，可分为重力勘探、磁法勘探、电法勘探、地震勘探等几种方法。重力勘探通过测量地球重力场的变化，发现重力异常区域，从而推断出矿产分布。磁法勘探利用地球磁场的变化，发现磁性异常区域，有助于识别磁性矿产^[1]。电法勘探通过测量地球电场的变化，发现电性异常区域，适用于导电性矿产。地震勘探利用地震波在地球内部传播的速度差异，发现地震波异常区域，有助于发现油气、天然气等矿产。

2.2.3 地球化学勘探法

地球化学勘探法是利用地球表面及其内部元素和化合物的分布规律，通过分析土壤、岩石、水等样品中的元素含量，来寻找和评价矿产资源的勘探方法。该技术根据地质、地球化学背景和区域成矿规律，选取具有代表性的样品进行采集。对采集到的样品进行实验室分析，测定其中的元素含量。将分析结果进行统计分析，建立地球化学异常图。结合地质、地球物理等其他勘探方法，对地球化学异常进行解释和评价，确定矿产资源的分布和规模。

2.2.4 遥感技术

遥感技术是利用航空、卫星等远距离传感器获取地球表面信息的一种技术。在找矿勘探领域，遥感技术可以快速、高效地获取大范围地球表面的信息，有利于发现区域性的成矿规律。随着遥感技术的发展，高分辨率遥感影像可以揭示地表细微的地质现象，有助于寻找隐伏矿床。遥感影像与其他地球物理、地球化学等数据相结合，可以实现对成矿条件的综合分析，提高找矿勘探的准确性。

2.3 大比例找矿技术的工作流程

大比例尺找矿技术的工作流程涉及多个阶段，从地质调查、数据处理与分析、找矿靶区确定，到施工勘探、矿产资源评价、开发利用等，环环相扣，以确保矿产资源的合理开发利用。根据国家资源规划和市场需求，结合区域地质背景和矿产分布特点，确定找矿目标和区域。对选定的找矿区域进行详细的地质调查，包括遥感地质调查、地面地质调查、地球物理勘探、地球化学勘查等，收集各类地质数据。对收集到的地质数据进行整理、处理和分析，提取有用信息，建立找矿模型，为下一步找矿工作提供依据。根据数据处理与分析结果，结合地质、地球物理、地球化学等多学科信息，确

定找矿靶区。在确定的找矿靶区内，进行钻探、槽探、硐探等施工勘探，进一步查明矿产资源的赋存状态、规模、质量等。对施工勘探结果进行综合评价，包括资源量、品位、开采技术条件等，为矿产资源的开发利用提供依据。根据勘探结果，编制找矿报告，提交相关政府部门审批。在获得矿产资源开发利用许可证后，按照国家相关法律法规和矿产资源开发利用规划，进行矿产资源的开采、加工和利用。在矿产资源开发利用过程中，注重环境保护，实现矿产资源开发利用与生态环境保护的协调发展。对矿产资源开发利用项目进行定期监督与检查，确保项目符合国家法律法规和环保要求。

3 大比例找矿技术在地质工程找矿中的应用

3.1 矿产资源勘查中的应用

3.1.1 预查阶段

在预查阶段，大比例找矿技术主要用于初步了解区域的矿产资源分布情况。通过地质调查、遥感、地球化学、地球物理等手段，对区域进行大比例尺的勘查，确定潜在矿产资源类型、分布范围和规模^[2]。这一阶段的主要任务是确定勘查区域内的矿产资源类型和成矿地质条件，圈定成矿远景区，为后续勘查工作提供依据，筛选出具有较大找矿潜力的区块，为普查阶段提供重点勘查区域。

3.1.2 普查阶段

普查阶段是在预查阶段的基础上，对已圈定的成矿远景区进行进一步的勘查。大比例找矿技术在普查阶段的应用主要包括进一步查明成矿地质条件，确定成矿有利部位，查明矿产资源类型、赋存状态、规模、品位等基本特征，对矿产资源进行初步评价，为详查阶段提供依据。

3.1.3 详查阶段

详查阶段是在普查阶段的基础上，对已确定的矿产资源进行深入勘查，为矿产资源开发利用提供科学依据。大比例找矿技术在详查阶段的应用主要包括详细查明矿产资源赋存状态、规模、品位等特征，确定矿产资源开发利用的技术方案，进行矿产资源经济评价，为矿山建设提供决策依据。

3.2 矿山开采中的应用

3.2.1 矿山深部找矿

在矿山开采过程中，深部找矿是确保矿山资源可持续利用的关键。大比例找矿技术通过精确的地质调查和勘查，能够在深部地质结构中定位新的矿产资源。利用先进的地球物理勘探技术，如地震勘探、电磁勘探等，对深部地质构造进行细致分析^[3]。运用地质遥感技术，从空中对深部矿床进行识别和定位。结合岩心钻探和钻探工程，对深部矿床进行验证和评价。

3.2.2 矿山周边找矿

矿山周边找矿对于扩大矿山资源规模和延长矿山寿命具有重要意义。大比例找矿技术在矿山周边找矿中的应用主要包括对矿山周边的地质构造进行详细分析，寻找可能的成矿带和矿床。通过地表和浅部地质勘查，预测深部可能的矿化富集区。结合地质填图、地球化学勘查等技术，对矿山周

边的潜在矿床进行综合评价。

3.3 地质灾害防治中的应用

大比例找矿技术在地质灾害防治中扮演着重要角色,通过地质勘查,识别和评估矿山区域的地质灾害风险,如岩溶塌陷、滑坡、泥石流等。利用地球物理勘探和遥感技术,对地质环境进行监测,及时发现地质灾害的预警信号。基于大比例找矿技术的成果,制定科学的地质灾害防治措施,降低地质灾害对矿山开采和周边环境的影响。

4 地质工程找矿中的大比例找矿技术的优势及局限性

4.1 优势

4.1.1 提高找矿效率

大比例找矿技术通过对地质体进行高精度、高密度的勘探,可以迅速缩小找矿范围,提高找矿效率。与传统的小比例找矿方法相比,大比例找矿技术能够更加快速地揭示地质体的内部结构,为后续的勘探工作提供有力依据。

4.1.2 降低找矿成本

由于大比例找矿技术能够提高找矿效率,减少不必要的勘探工作量,从而降低找矿成本。此外,该技术还能减少对地质环境的破坏,有利于实现可持续发展。

4.1.3 提高找矿准确性

大比例找矿技术采用先进的勘探设备和手段,对地质体进行精细观测和分析,能提高找矿的准确性,有助于避免因勘探不准确而导致的资源浪费,提高矿产资源勘探的成功率。

4.2 局限性

4.2.1 技术要求高

大比例找矿技术涉及多个学科领域,如地球物理、地球化学、地质力学等,对技术人员的要求较高。不仅需要具备扎实的理论基础,还要具备丰富的实践经验。此外,技术的应用还需依赖于先进的设备和技术手段,这对技术人员的专业素养提出了更高的要求^[4]。

4.2.2 数据解释难度大

大比例找矿技术采集到的地质数据量庞大,且具有复杂性。在数据解释过程中,需要综合考虑地质背景、地球物理场、地球化学场等多种因素,从而提高找矿预测的准确性。然而,由于数据本身的复杂性和多解性,使得数据解释难度较大,对技术人员的能力提出了挑战。

4.2.3 受地质条件影响较大

大比例找矿技术的应用效果受地质条件的影响较大。不同地质背景、不同矿床类型的找矿目标,对大比例找矿技术的适用性和准确性具有不同的影响。因此,在实际应用过程中,需要针对具体地质条件进行技术优化和调整,以提高找矿效果^[5]。

5 地质工程找矿中的大比例找矿技术应用案例分析

5.1 案例介绍

中国某大型矿产资源开发项目位于我国某地质构造复

杂、成矿条件良好的区域。项目涉及的大比例找矿技术主要包括航空遥感技术、地球物理勘探技术、地球化学勘查技术以及钻探技术等。通过综合运用这些技术手段,实现了对该区域矿产资源的有效勘查和评价。

5.2 技术应用过程

利用高分辨率遥感影像,对研究区域进行大范围、高精度的地质构造解译,为后续找矿工作提供基础资料。采用地面电磁法、地震勘探、重力测量等方法,探测地下地质构造和矿产资源分布情况。通过土壤地球化学测量、水系沉积物地球化学测量等手段,圈定地球化学异常区,为找矿工作提供线索。在地球化学异常区、地质构造有利部位进行钻探,验证找矿成果,获取矿产资源样品。具体技术应用过程如下:

①利用航空遥感技术获取研究区域的高分辨率遥感影像,解译地质构造,确定找矿有利部位。②采用地球物理勘探技术对地质构造有利部位进行勘探,初步了解地下地质构造和矿产资源分布情况。③结合地球化学勘查技术,圈定地球化学异常区,进一步缩小找矿范围。④在地球化学异常区和地质构造有利部位进行钻探,验证找矿成果,获取矿产资源样品。

5.3 找矿成果与效益分析

通过综合运用大比例找矿技术,成功发现并评价了多个矿产资源床,其中包括大型、中型、小型矿产床。找矿成果为中国矿产资源开发提供了新的资源储备,为中国经济发展提供了有力支撑。找矿成果的取得,有助于提高中国地质勘查技术水平,促进地质勘查行业的发展,为地方经济发展和民生改善做出贡献。通过合理开发利用矿产资源,实现资源、环境与经济的协调发展,促进区域生态环境改善。

6 结论

大比例找矿技术在中国矿产资源勘查领域具有重要作用,能够提高找矿效率,降低找矿成本。地球物理、地球化学、遥感、地理信息系统等技术在找矿中的应用,有助于提高找矿精度和效率。研究大比例找矿技术装备,为找矿提供技术支持,有助于实现矿产资源的可持续利用。未来,应进一步研究大比例找矿技术,提高找矿技术水平,为中国矿产资源勘查和开发提供有力保障。

参考文献

- [1] 张六虎.地质找矿勘查技术原则及方法研究[J].冶金与材料,2023,43(12):52-54.
- [2] 王月强.新形势下地质矿产勘查及找矿技术的分析[J].世界有色金属,2023(24):87-89.
- [3] 孙观伟,杨璐颖.地质勘查技术在找矿中的应用及发展前景[J].世界有色金属,2023(24):96-98.
- [4] 吴东.物探技术在地质找矿中的应用分析[J].中国金属通报,2023(12):28-30.
- [5] 赵超.现代遥感技术在地质找矿中的应用[J].中国金属通报,2023(12):37-39.

Application of Transient Electromagnetic Method in Detecting Goaf in Coal Mine

Jingwei Wang Yongtao Hu

Kuqa Kexin Coal Industry Co., Ltd., Kuqa, Xinjiang, 842000, China

Abstract

Coal mine goaf refers to the hollow area left behind during the coal mining process, which has strong concealment and poor spatial distribution regularity, bringing huge hidden dangers to coal mine safety production. Accurately detecting the location and scope of goaf is of great significance for preventing catastrophic accidents such as coal dust spontaneous combustion, underground water inrush, and ground collapse. Traditional detection methods have problems such as low efficiency and low accuracy, while transient electromagnetic law has become the preferred method for detecting coal mine goaf due to its high construction efficiency and sensitivity to low resistance geological bodies. The paper aims to explore the application strategy of transient electromagnetic method in detecting coal mine goaf, such as selecting appropriate devices, data acquisition, data processing, etc., in order to provide technical support for coal mine safety production.

Keywords

coal mine; transient electromagnetic method; goaf

瞬变电磁法在探测煤矿采空区中的应用

王经纬 胡永涛

库车市科兴煤炭实业有限责任公司, 中国·新疆 库车 842000

摘 要

煤矿采空区是指煤矿开采过程中留下的空洞区域,其潜伏性强、空间分布规律性差,给煤矿安全生产带来了巨大隐患,准确探测采空区的位置和范围对于预防煤尘自燃、井下突水和地面塌陷等灾害性事故具有重要意义,传统的探测方法存在效率低、精度不高等问题,而瞬变电磁法则因其施工效率高、对低阻地质体反应灵敏等优点,成为当前探测煤矿采空区的首选方法。论文旨在探讨瞬变电磁法在探测煤矿采空区中的应用策略,如选择合适的装置、数据采集、数据处理等,以期为煤矿安全生产提供技术支持。

关键词

煤矿; 瞬变电磁法; 采空区

1 引言

瞬变电磁法是一种高效的地球物理勘探技术,特别适用于探测煤矿采空区及其富水性。在具体的应用中,应选择合适的装置,根据探测目标的深度和地质条件选择合适的发射电流大小,同时合理设置采样时间间隔,确保能够准确记录瞬变电磁场的变化。此外,瞬变电磁法应用中还应应对采集到的瞬变电磁数据进行预处理,包括去除噪声、校正误差等,采用数值反演方法,将采集到的瞬变电磁数据转换为地下介质的电性分布图像,根据反演结果识别出采空区的电性异常特征,准确探测出地下采空区的分布情况。

2 应用案例

中国山西省孟县某矿,在探测煤矿采空区中企业采取了瞬变电磁法,成功圈定了多个采空区及其富水情况,通过综合分析视电阻率断面图和顺层切片平面图,判断了9号和15号煤层的采空区分布规律和范围,以下是具体的应用要点。

3 瞬变电磁法在探测煤矿采空区中的应用策略

3.1 选择合适的装置

瞬变电磁法是一种利用电磁感应原理探测地下地质体介质电阻率的方法,在该方法的应用中需要高精度的设备来确保数据的可靠性,因此企业应基于实际情况选择合适的装置,充分考虑发射线框边长、发射频率、发射电流等因素,其中发射线框边长直接影响瞬变电磁法的勘探深度,一般来说,发射线框边长越大,探测深度越深,在选择发射线框边

【作者简介】王经纬(1995-),男,中国河南洛阳人,本科,助理工程师,从事长距离物探、长距离精准钻探研究。

长时,应综合考虑勘探深度要求和工作效率,通常发射线圈边长应为勘探深度的1~1.5倍,同时发射频率的选择也会影响瞬变电磁法的分辨率和勘探深度,较高的发射频率可以提高浅层分辨率,而较低的发射频率则有助于增加勘探深度,企业应根据实际需求选择多个发射频率进行探测,以获取不同深度层次的信息,如可以在时间轴上观测多个门或在不同量级上观测,以解决勘探深度和浅层分辨率之间的矛盾。此外,发射电流的大小直接影响到瞬变电磁法的信噪比和激励磁场的强度,较大的发射电流可以产生更强的激励磁场,从而提高信噪比,有利于探测低阻地质体,企业在选择发射电流时,应考虑到设备的供电能力和地层的导电性,一般来说,发射电流应足够大,以确保能够产生足够的激励磁场,但同时也要避免过大的电流导致设备过载或损坏。瞬变电磁法的接收装置通常分为分离回线、中心回线和重叠回线三种类型,中心回线装置适用于探测较深的地层结构,其信号覆盖范围广,能够穿透更深的地层,这种装置适合于大范围的勘探工作,但会受到地表不均匀性的影响;重叠回线装置提供更详细的近地表信息,适合探测浅层结构,能够减少地表不均匀性对测量结果的影响,但探测深度相对较浅;分离回线装置适合于特定方向上的探测,可以更好地分辨地下结构的横向变化,这种装置适合于需要精确定位特定方向上地质结构的情况,因此企业应掌握这三种装置的特点进行选择,并保证接收装置具有良好的抗干扰能力,进而减少外界电磁场或其他人文电磁场对测量结果的影响。企业在选择装置时,还需要考虑测区的地形条件,对于地形起伏较大的地区,可能需要采用特殊设计的装置或调整装置参数以适应地形变化,除了技术因素外还应考虑装置的成本和工作效率,综合考虑其性价比和使用效率,以确保在满足探测需求的同时降低施工成本并提高工作效率^[1]。

3.2 数据采集

瞬变电磁法应用在煤矿采空区探测中,为了获得施工所需要的一些待定参数,使生产更加合理有效,施工前选择测区内具有代表性的地段进行一定量的试验工作,此次物探工作的主要任务是查清测区内的9号和15号煤层的采空区及其富水情况,根据地质资料和地形情况,在该矿C1线1380~1440号点进行了瞬变电磁法试验,因该测线地形起伏相对较小,试验效果较理想。发射线圈边长会直接影响勘探深度,在其他参数相同的情况下,发射线圈的边长越大探测深度越深,从常规生产经验上判断,其探测深度大约是发射线圈边长的1~1.5倍,通常在满足勘探深度的前提下选择合适的线框,进而提高工作效率,最终综合分析确定:发射线圈大小选为300×320m,发射频率25Hz,发射电流9A。企业在数据采集过程中应根据勘探目标和地形条件,制定详细的测量计划,包括测线布置、测量点间隔等,确保测量计划能够全面覆盖勘探区域,避免遗漏重要信息。企业应根据测区的地形和已知的采空区分布情况,合理布置测线,测线的

间距应适中,既要保证数据的连续性,又要避免不必要的重复测量,在测量过程中,使用发射线圈发送脉冲磁场,并通过接收线圈观测二次场的变化,记录每个测点的视电阻率值,掌握反映地下介质电性特征的重要参数。企业应从测区采集的大量数据里分别筛选出每条测线的数据,绘制出各条测线的视电阻率断面图,在此基础上,绘制出各类综合性图件,依据各测点曲线及测线视电阻率断面图,对测区内存在的异常区域进行断面解释。企业对目的层的顺层视电阻率切片图进行分析,主要看异常区的分布是否符合地质规律,根据视电阻率断面图、顺层切片平面图,与地质资料进行比较,判断采空区的分布规律和分布范围,从而绘制出目的层的采空区分布图,并由已知到未知、由点到面、由简单到复杂、由局部到全局,根据地质规律,并结合钻探资料和地质资料,分析判断出地质断面和物性断面之间的内在关系^[2-4]。

3.3 数据处理

在煤矿采空区的探测中,瞬变电磁法具有高分辨率、对低阻地质体反应灵敏等特点,在进行正式的数据分析之前,企业应对采集到的数据进行预处理,包括去除噪声、校正仪器漂移和误差等,噪声去除中采用高通或低通滤波器对原始数据进行滤波处理,以消除高频或低频噪声,可以使用巴特沃斯滤波器来平滑数据,提高数据的信噪比;可以利用时域门控技术抑制早期和晚期的强电磁干扰,保留中期有用的信号,这种方法可以有效减少由于环境因素引起的电磁干扰,提高数据的准确性;对于高压线等强电磁干扰源的影响,应采取相应的措施进行屏蔽或滤波处理,以提高数据的质量。数据校正中可以采用几何校正的方法,对采集的数据进行几何校正,确保数据的空间位置准确无误,包括对测点的坐标进行修正,以及对测量过程中产生的偏差进行调整,而且还可以采用仪器校正,检查并调整仪器的参数设置,确保其工作状态稳定可靠,对发射线圈和接收线圈的校准,以及对数据采集系统的检查和维护。瞬变电磁法的核心是计算地下介质的视电阻率,是反映地下介质电性特征的重要参数,它与地下介质的电阻率分布有关,相关人员应根据采集到的数据,利用相关的算法计算出每个测点的视电阻率值,并绘制出各条测线的视电阻率断面图,在视电阻率断面图的基础上,对存在的异常区域进行识别和解释,异常通常表现为视电阻率的显著变化或异常分布。此外,还应结合地质资料和已知的采空区信息,对异常区域进行定性分析,判断其是否为采空区或含水体等。企业应根据地质情况建立合适的二维或三维模型,需要考虑地下介质的分布情况以及可能存在的异常体等因素,应用反演算法(如有限元法、有限差分法等)对模型进行求解,模拟地下介质的电性结构,从而推断出采空区的分布情况,并结合地质资料和其他物探方法的结果对反演结果进行解释,确定采空区的位置和范围。数据处理后,企业应编制详细的数据处理报告,包括数据处理步骤、结果分析等内容,报告中应详细记录数据处理过程中的每一个步

骤及其对应的结果,以便后续审查和参考,此外还应在报告中插入相关的图表和图像,增强报告的可读性和说服力,直观地展示数据处理的结果,帮助解释人员更好地理解地下介质的分布情况。瞬变电磁采空区探测电阻率等值线图如图1所示。

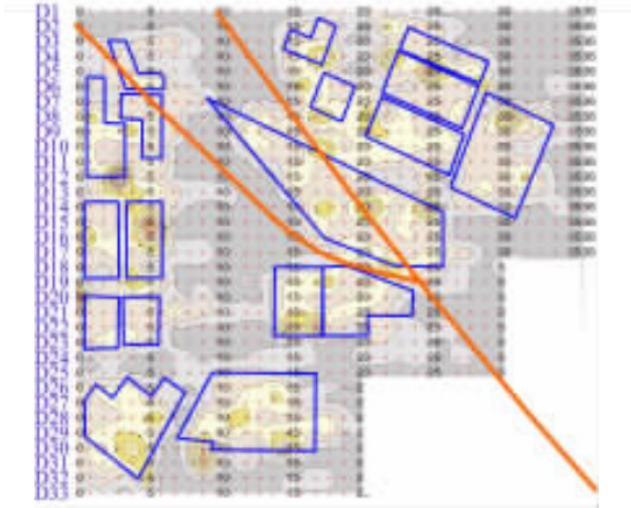


图1 瞬变电磁采空区探测电阻率等值线图

3.4 现场验证与调整

现场验证中,企业应合理选择验证方法,可以通过地面钻探或井下钻探,直接获取煤层及采空区的地质信息,可以利用直流激电测深、活性炭测氦等其他地球物理勘探方法,对瞬变电磁法探测结果进行交叉验证,在具体的验证中应在瞬变电磁法探测结果中选取异常区域作为验证点,在验证点进行钻探作业,获取岩芯样品和地下水样本,分析岩芯样品的矿物成分、结构和构造特征,以及地下水样本的化学成分和物理性质,此外对比瞬变电磁法探测结果与钻探结果,评估探测的准确性和可靠性。验证标准包括高阻电性异常区域应与采空区分布相符,低阻电性异常区域应与含水体分布相符,同时钻探结果应能够证实瞬变电磁法探测的采空区位置、范围和富水性。企业应根据现场验证结果,调整

瞬变电磁法的发射电流、发射频率等参数,以提高探测精度和分辨率,同时优化接收线圈的配置和观测时间窗口,以适应不同深度和电阻率的探测需求,在方法改进中可以结合其他地球物理勘探方法的优点,如地震波探测、重力勘探等,形成多方法联合探测体系,提高探测结果的可靠性,并引入先进的数据处理算法和技术,如深度学习、机器学习等,对瞬变电磁法数据进行更深入的解释。施工调整中应根据现场地形和地质条件的变化,及时调整测线布置和测量方式,确保探测工作的顺利进行,并加强施工现场的安全管理和质量控制,确保数据采集的准确性和完整性,根据探测难度和重要性的不同,合理分配人力物力资源,确保重点区域得到充分探测,确保探测结果的真实性和可靠性。

4 结语

综上所述,瞬变电磁法通过向地下发射一次脉冲磁场,在一次脉冲磁场间歇期间利用线圈或接地电极观测地下介质中引起的二次感应涡流场,从而探测介质电阻率的一种方法,在探测煤矿采空区中展现出了巨大的潜力和应用价值,通过合理的设备选择、参数设定以及数据处理流程,可以准确探测出采空区的位置和范围,并评估其富水情况。为了进一步提高探测精度和可靠性,企业在未来的研究中结合其他地球物理勘探方法进行联合验证,并不断优化数据处理算法和技术手段。此外,还应加强现场验证工作,确保探测结果的真实性和有效性。

参考文献

- [1] 吴俊林.瞬变电磁法和高密度电法在煤矿采空区勘查中的综合应用[J].科学技术创新,2024(11):64-67.
- [2] 谢孔金,谢一鸣,钟欣,等.瞬变电磁法在煤矿采空区勘察中的应用[J].地下水,2024,46(1):148-150.
- [3] 李菊红,孙彦良,娄佰信.瞬变电磁法在某场地煤矿采空区调查中的应用[J].世界核地质科学,2023,40(2):376-387.
- [4] 王蒙,赵志营,邢永.瞬变电磁法在煤矿采空区积水探测中的应用[J].能源与环保,2023,45(3):45-49.

Exploration of Traffic Safety Management in Expressway Reconstruction and Expansion Projects

Weiwei Wang

Handan Transportation Comprehensive Administrative Law Enforcement Detachment, Handan, Hebei, 056000, China

Abstract

With the rapid development of the social economy and the increasing demand for transportation, many existing highways need to be renovated and upgraded. This process requires attention to technical challenges and a focus on the impact on traffic organization and surrounding traffic flow. Especially in projects that maintain lane operation, traffic safety during construction is crucial. How to ensure the safety of vehicles and personnel during construction, reduce or even avoid adverse effects on existing traffic, is an urgent issue that needs to be explored in depth. Government departments and relevant experts should work together to seek solutions to ensure that road construction minimizes disruptions and risks to traffic to the greatest extent possible.

Keywords

expressway; renovation and expansion projects; traffic safety; management exploration

高速公路改扩建工程交通安全管理探究

王巍巍

邯郸市交通运输综合行政执法支队, 中国·河北 邯郸 056000

摘要

随着社会经济的快速发展和交通运输需求的增长,许多现有高速公路需要进行改造和升级。这一过程需要关注技术难题,并重视对交通组织和周围交通流量的影响。尤其是在维持车道运营状态下进行的项目中,施工期间的交通安全至关重要。如何确保施工期间的车辆和人员安全,减少甚至避免对原有交通造成不利影响,是一个迫切需要深入探讨的问题。政府部门和相关专家应该共同努力寻求解决方案,以确保道路施工的同时最大程度地减少对交通的干扰和风险。

关键词

高速公路; 改扩建工程; 交通安全; 管理探究

1 引言

随着中国经济的快速发展,高速公路作为重要的交通基础设施,其建设规模不断扩大。然而,随着城市化进程的加快和交通流量的增长,许多高速公路需要进行改扩建以满足日益增长的交通需求。在高速公路改扩建过程中,交通安全问题尤为重要。论文旨在探讨高速公路改扩建工程的交通安全管理问题,提出相应的解决方案和措施。

2 高速公路改扩建工程交通安全风险分析

高速公路改扩建工程涉及多个环节,包括施工准备、路面施工、桥梁改造、交通安全设施设置等。这些环节都可能对交通安全产生影响。主要风险包括施工区域设置不当、交通标志不清晰、施工现场管理混乱等。此外,施工过程中的车辆、人员活动也可能对正常行驶的车辆造成干扰,引发

交通事故。

3 高速公路改扩建工程交通安全管理措施

3.1 合理规划施工区域

在进行施工前,需充分评估道路实际情况与预期的交通流量,进而规划施工区域的布置与设计。这不仅是保障项目顺利进行的基础,更是确保公共交通安全与便利的关键因素。施工区域的设计应基于专业分析,确保其在宽度、长度以及布局等方面能够满足实际作业需求。这可能包括调整现有的车道分布,为施工机械留出充足的工作空间,同时也预留一定的行人通道和车辆通道,从而避免因施工造成的严重拥堵问题。安全隔离是另一个至关重要的因素,特别是在车流繁忙或复杂交通环境下的项目。通过设置醒目的安全警示标识,并辅以物理围栏或屏障,将施工区与其他道路分离,有助于引导驾驶员和行人,减少因疏忽引发事故的可能性^[1]。此外,还应当安排足够的工作人员,如交通疏导员、警戒人员和监督员,在不同关键区域执行监控任务,并随时提供交通咨询服务及处理突发事件。同时,定期维护和清洁现场是

【作者简介】王巍巍(1980-),女,中国河北邯郸人,本科,助理工程师,从事交通运输工程研究。

必不可少的步骤。施工区域内外均需进行持续保洁，不仅能够维持现场良好的作业条件，而且有助于提高整体道路交通形象和环境美观度。另外，在恶劣天气下（例如大雨天），也应及时加固现有安全措施并采取额外的临时预防手段，以最大限度减少天气条件给交通安全带来的影响。通过这些综合性的规划和管理，可以显著减少因施工而导致的交通阻塞，提升公众对于施工现场安全的信任感。

3.2 清晰标识交通标志

为了有效指引车辆安全通过施工区域，并防止潜在的交通事故，设置醒目的交通标志至关重要。这些标志需涵盖各种关键的信息点，如施工提示、限速要求、禁停区域及绕行指引等。标志应当按照相关交通标准进行合理布设，位置显眼且方向明确，以便所有道路使用者都能够快速准确地识别，从而采取正确的驾驶行动。尤其在弯道、交汇处或容易发生视线遮挡的区域应特别增设提示标识，强化指引效果。除了交通标志之外，施工现场照明也是保证夜间车辆通行安全的重要手段。尤其是在缺乏自然光源覆盖的地方，强化夜间照明尤为关键。通过采用高质量、防雨防水的 LED 灯具或专用反光材料，在整个施工区域构建均匀的亮度分配，不仅能显著增强可见性，还有助于提高驾驶人员和其他交通参与者的感知能力。此外，在主要出入口附近及工作区域内还应考虑使用高架灯、投射灯甚至动态监控系统，以便全天候监视情况，及时应对各类紧急事件。与此同时，施工团队还应定期检测照明设备的状态，确保其始终保持最佳功能状态，特别是在极端天气条件下，应增强设备耐久性和防护等级，避免因设备故障而引起的交通混乱和安全隐患^[2]。

3.3 加强施工现场管理

在建筑行业的发展过程中，规范化的施工现场管理具有十分重要的作用。施工现场的管理水平直接影响到工程项目的进度、质量和安全等方方面面。为此，我们必须建立严格的施工现场管理制度，以确保施工过程的有条不紊和安全无虞。

为创建一个高效的作业环境，施工项目必须制定明确且具体的安全生产规章制度，以此约束和引导全体施工参与者的行为规范。施工现场应当配置足够的安全标识与警示牌，并定期组织全体工作人员进行安全培训和演练，使其掌握必要的防护措施与应急技巧。这样不仅能加强个人安全意识，还能提升整体团队的响应速度，最大限度地保障现场工作人员的生命安全。例如，所有现场工作人员必须严格遵守佩戴安全帽和反光背心的规定，确保在车辆和人员往来频繁的区域能保持高度警觉，避免事故发生。

施工现场应配备完善的安全设备与设施，包括但不限于安全绳索、救生圈及消防器材等。与此同时，还要建立一套完善的应急处置机制，确保在突发状况下可立即启动相应的救援和疏散方案，减少潜在损失。这不仅需要管理层的高度责任感与执行力，同时也需要全体员工的支持与配合，只

有通过各方的共同努力，才能够实现真正意义上的高效、文明施工。通过实施这一系列严谨细致的管理制度与措施，不仅可以保障现场工作的顺利展开，亦有助于塑造企业的良好形象并赢得市场信誉度，为公司创造更丰厚利润奠定扎实的基础。此外，良好的施工管理亦能在很大程度上推动社会和谐稳定与发展繁荣，是建筑业迈向现代化进程不可或缺的重要环节。

3.4 合理安排施工时间

为了避免对城市交通造成不必要的干扰和影响，应当尽量避免在交通高峰期进行施工现场的各项活动。然而，在一些特定情况下，若工程计划不可避免地安排在高流量时段，则必须事先与相关管理部门沟通并获得许可。与此同时，需提前部署和规划合理的临时交通管理方案，以确保公众日常出行顺畅。当项目必须在交通高峰期作业时，施工单位应通过多种渠道对外发布公告或通告，包括主流媒体宣传以及利用网络和移动通信工具广泛传播相关信息。这样可以让周边居民及过往驾驶者了解即将采取的重大改变以及如何规避拥堵点。施工队伍需要协同交警部门和交通管理人员制定详细周全的绕行路线指引，并设置足够数量清晰醒目的指路标志和临时交通管制点，及时调整红绿灯配时策略，减轻主要干道压力，保障次级通道的有效运行。除此之外，还可以增派流动警务车辆在关键路段巡逻监控，以便及时处理交通事故和疏通阻塞节点^[3]。

3.5 强化与相关部门的协作

加强交通安全管理工作是一项至关重要的任务，这不仅关乎每个交通参与者的安全，更涉及社会稳定与和谐。为此，交警、路政及相关部门需紧密合作，共同致力于构建一个安全可靠的交通环境。加强沟通是这一工作中的关键一环，通过多渠道、多元化的交流合作形式，能够确保信息的实时互通与资源共享。具体实施中，各部门可建立固定的信息交流平台与会议机制，便于及时解决各类突发状况，并分享管理经验与技术手段。在制度层面，则要明确各机构间的职责范围，确保权责分明，行动一致，避免工作中可能出现的职责不清、相互推诿等问题。比如，交警部门侧重现场安全管理及应急处理；而路政管理部门则负责道路建设与日常维护等长期性的规划与工作。双方的合作不仅限于事故发生后的救援，更重要的是预防和控制事故的发生，这就要求双方在制定长远发展规划和应急预案方面深入配合，做到未雨绸缪。

4 高速公路改扩建工程交通安全管理的挑战与对策

4.1 加强项目前期规划

在项目的早期筹备阶段，充分评估并考虑到交通安全因素，对于保障施工和交通的高效顺畅运行具有重大意义。制定详细的施工计划和交通安排是保证项目有序推进的前提条件。在此阶段，相关部门和团队必须进行全面的安

险分析,确保每一个环节都考虑到最可能影响到公共交通安全的因素。在设计初期便纳入先进的交通工程理论和最新研究,确保项目的基础设施符合国际先进标准。同时,根据施工区域的现状进行详细的实地考察,以便在施工开始前就确定最佳路线和施工时的安全防护方案,避免在实际操作中发生无法预料的安全问题。除此之外,还应当采用科学的方法进行流量预测分析,提前预设应对高峰时期可能出现的各种问题的解决方案,合理分配有限资源,提高资源利用率。

在此过程中应重视交通设施的设计与选型。例如,在施工道路沿线增设明显的标识标线和警示标志,并配置有效的交通信号系统,帮助车辆驾驶员清晰理解行驶指令。同时,还需要为施工区周边的道路设计适当的导行路线,设立临时停车场或引导区缓解车辆停放和通行的压力,从而降低潜在的风险。另外,需要建立健全紧急响应预案及协同联动的工作机制。通过预先编制并定期演练各类交通事故的处理程序及疏散计划,确保所有工作人员熟知自己的角色职责与应急处理步骤,在突发事件发生时能迅速启动响应程序,减少二次事故概率并及时疏散受困人群。

4.2 引入专业化安全管理团队

为了保障施工过程中的交通安全,确保各项工作的顺利进行,组建一支专业的安全管理团队显得尤为重要。这支团队将全面负责施工区域的交通安全管理工作,确保各项安全措施得到有效执行。安全管理团队的成员应具备丰富的专业知识和实践经验,他们应熟悉交通安全法规和相关标准,掌握施工现场的安全管理技巧。在团队组建过程中,应充分考虑成员的专业背景和技能水平,确保团队成员能够各司其职,相互协作。

安全管理团队应制定详细的安全管理计划和措施,包括施工现场的交通安全布局、交通标志的设置、安全警示标识的摆放等。同时,团队还应建立有效的安全监控和应急响应机制,确保在突发状况下能够迅速、有效地应对。此外,安全管理团队还应与相关部门和施工单位保持密切沟通,共同协作,确保施工过程中的交通安全管理工作得到有力支持。通过组建这支专业安全管理团队,将有效提升施工过程的交通安全水平,保障施工项目的顺利进行。

4.3 采用先进的施工技术

为了提高施工效率并减少施工对交通的影响,采用先

进的施工技术显得尤为重要。这些先进技术不仅有助于提高施工过程的精确度和效率,还能有效减少施工时间,降低对周边交通的干扰。具体而言,先进的施工技术包括但不限于预制装配技术、自动化施工设备以及数字化施工管理方法等。这些技术的应用将使施工更加精确高效,缩短工期,从而减少施工现场的交通压力和对交通流量的影响。同时,施工部门还可以通过现代化的管理和组织方式提高整体协调水平,最大限度地发挥先进技术的作用。这不仅提升了工程质量和工作效率,同时也满足了城市管理和市民需求的需求,有效地保障了周边交通的顺畅和安全。

4.4 加强监督检查

为了确保施工现场各项安全措施得到有效执行,对施工现场进行定期或不定期的监督检查至关重要。这种监督检查不仅可以确保施工现场遵守相关安全规定和标准,还能及时发现潜在的安全隐患并采取相应的措施进行整改。监督检查的内容应包括现场环境、施工设备、施工人员等多个方面。通过检查现场安全措施是否完善、施工设备是否符合安全标准、施工人员是否严格遵守安全规程,可以全面评估施工现场的安全状况。此外,监督检查结果应及时反馈并跟进,确保问题的及时整改和改进措施的落实。这样不仅可以保障施工人员的生命安全,也能确保施工项目的顺利进行。因此,定期或不定期地监督检查是保障施工现场安全必不可少的环节。

5 结语

高速公路改扩建工程交通安全管理工作至关重要,关系到人民群众的生命财产安全。因此,应高度重视高速公路改扩建工程的交通安全管理工作,采取切实有效的措施,确保施工过程中的交通安全。同时,加强与相关部门的沟通协作,共同为高速公路改扩建工程的顺利进行提供保障。

参考文献

- [1] 马艳,黄文静,李东虹,等.基于高速公路改扩建工程的交通安全设施再利用研究[J].公路,2023,68(11):317-325.
- [2] 石文生,司锋超.高速公路改扩建工程项目施工安全管理分析[J].大众标准化,2023(15):97-99.
- [3] 李润山.高速公路改扩建工程道路交通安全管理策略[J].西部交通科技,2023(2):197-199.

Analysis of Risk Management and Response Strategies for Power Transmission and Transformation Engineering Projects

Baobao Wang

Ordos Power Supply Engineering Service Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017010, China

Abstract

Power transmission and transformation project is a key part of power system construction, but the implementation process is full of many risk factors. This paper takes the power transmission and transformation project as the research background, adopts the risk management theory and field research, deeply analyzes the possible risk sources of the project, including engineering design, construction, finance, management, external environment and other aspects, and puts forward the corresponding risk assessment index system. The results show that through effective risk identification and evaluation, and adopt scientific risk response strategies, not only can effectively reduce the risk of the project, improve the project efficiency, but also help to improve the overall performance and stability of the power system. The results of this paper may provide a useful reference for the risk control work of power system engineering projects, and have an important application value for ensuring the smooth progress of power transmission and transformation engineering projects.

Keywords

power transmission and transformation project; risk management; risk assessment index; risk response strategy; power system stability

输变电工程项目风险管理及应对策略分析

王宝宝

鄂尔多斯市供用电工程服务有限公司，中国·内蒙古 鄂尔多斯 017010

摘 要

输变电工程项目是电力系统建设的关键部分，但在实施过程中充满诸多的风险因素。论文以输变电工程项目为研究背景，采用风险管理理论和实地调研，深入剖析了项目的可能风险源，包括工程设计、施工、财务、管理以及外部环境等多个方面，并提出相应风险评估指标体系。结果显示，通过有效的风险识别和评估，并采取科学的风险应对策略，不仅能有效降低工程项目的风险，提升项目效益，而且有利于提升电力系统整体性能和稳定性。论文结果可能为电力系统工程项目的风险控制工作提供有益的参考，对保障输变电工程项目的顺利进行具有重要的应用价值。

关键词

输变电工程项目；风险管理；风险评估指标；风险应对策略；电力系统稳定性

1 引言

输变电工程项目，作为电力系统建设的核心环节，在其实施的过程中，往往伴随充满诸多的风险。其中，工程设计、施工、财务、管理以及外部环境都可能成为风险源，这些风险在很大程度上影响着输变电工程项目的正常进行，也影响到电力系统的整体性能和稳定性。因此，如何有效识别和评估这些风险，及时科学地采取相应的应对策略，成为电力系统工程项目在实施过程中必须解决的核心问题。同时，风险管理在输变电工程项目中的应用，不仅能有效降低工程

项目风险，提升项目效益，也对保障电力系统整体性能和稳定性的提升具有重要的促进作用。

2 输变电工程项目风险源深度剖析

2.1 工程设计风险源

在输变电工程项目中，工程设计阶段的风险源是影响项目成败的关键因素之一^[1]。在此阶段，设计方案的合理性和完整性直接关系到项目的后续施工质量和运行稳定性。工程设计风险源主要体现在设计方案的不确定性、技术标准的使用不当以及设计过程中的协调不畅。

设计方案的不确定性可能来自初始数据的不准确、设计需求的变化以及现场条件未能完全预见。这些因素导致设计方案在实施过程中需频繁调整，增加了项目的复杂性和成

【作者简介】王宝宝（1986-），男，中国内蒙古鄂尔多斯人，本科，工程师，从事输变电工程建设研究。

本。技术标准的使用不当涉及对现有技术规程和标准的理解偏差，或对新技术应用的不熟悉，可能引发设计误差，影响安全性能和质量保障。设计过程中的协调不畅表现为设计各专业间沟通不足以及设计团队与施工方信息传递不及时，从而导致设计偏差，严重时可能导致返工和资源浪费^[2]。

为有效应对这些工程设计风险源，必须加强设计阶段的全面风险分析与控制，确保数据采集准确、需求明确，强化设计团队的技术能力和沟通效率。这种主动的风险管理方法有助于提高设计质量，降低后续施工阶段的变更风险，为输变电工程项目的成功实施奠定坚实基础。通过有效地设计风险鉴别和规避措施，可以显著提升项目的整体效益和安全性。

2.2 施工过程中风险源

施工阶段是输变电工程项目实施过程中的关键环节之一，其风险主要体现在以下几个方面。施工技术与施工质量的复杂性可能导致工程质量问题。输变电工程往往涉及多种专业技术，任何施工技术不当或技术故障均可能影响项目的整体质量。施工安全风险也需重视。高空作业及电力设备安装过程中，由于人员操作不当或安全措施缺失，可能引发安全事故，造成人员伤亡和财产损失。施工进度风险同样重要，由于环境变化或施工条件的限制，项目可能面临进度滞后的风险，影响整体工程的如期完工^[3]。材料供应和成本控制的风险也不能忽视，材料短缺或价格波动可能导致施工暂停或成本超支，需要有效管理与控制。外部环境的变化，包括政策法规调整、自然灾害等不可控因素，也对施工活动及其顺利推进构成潜在风险。针对这些风险，需要制定全面的施工计划和应急预案，并定期进行风险评估，以确保项目顺利实施和按期完工。

2.3 财务风险源

在输变电工程项目中，财务风险源是不可忽视的重要组成部分^[4]。由于资金的调配及使用直接影响到项目的实施进度和质量，其风险主要表现在多个方面。资金不足或融资渠道不畅可能导致项目中途停工，影响整体工期，这对资金密集型的输变电工程来说尤为关键。财务管理不善容易导致成本超支，增加项目负担，影响盈利水平。市场环境的波动，如物价上涨、利率变化等，也可能导致项目预算失衡，进而增加财务风险。特别是在合同管理中，如果条款不清晰或者执行不到位，可能引发法律纠纷，进一步加剧财务压力。在风险管理中，需强化财务监控，确保资金流的有效管理与控制，及时调整财务策略以应对市场变化，从而保障输变电工程项目的顺利推进。

3 输变电工程项目风险评估指标体系的构建

3.1 风险识别

在输变电工程项目中，识别风险是风险管理的首要步骤，这一过程旨在明确影响项目实施的潜在风险因素。工程

设计阶段的风险主要来源于设计方案的不完整或错误，这可能导致后续施工中出现返工情况、材料浪费等问题。技术方案未能有效考虑自然环境和地理条件，也可能引发难以预测的挑战。在施工过程中，项目往往面临施工人员的技术水平不足、设备故障和工期延误等风险，这些因素会直接影响工程的进度和质量。

财务风险辨识则聚焦于项目资金管理的不确定性，如投资计划的不周全、资金短缺和成本超支等问题。资金链的断裂可能造成项目停工或延误，从而大幅增加项目的经济负担。而管理风险更多体现在组织内部沟通不畅、项目协调不力以及决策失误等方面，这些问题可能导致资源分配不合理、项目管理效率低下。

外部环境因素如政策变化、自然灾害以及市场供需变化等，也是不可忽视的风险来源。政策法规的调整可能会对项目的合规性造成挑战，加强对这些因素的识别和监控，将有助于制订更为完善的风险应对策略。通过深入识别和细致分析这些潜在风险源，能够为后续的风险评估和应对策略提供坚实基础。

3.2 风险量化评估

风险量化评估是输变电工程项目风险管理中的关键步骤，其核心在于将识别出的风险因素进行系统量化，以便于精准评估和管理。在量化评估过程中，可采用诸如概率—影响矩阵、模糊综合评价法以及层次分析法等方法。概率—影响矩阵通过评估每个风险事件发生的概率和可能带来的影响程度，形成二维矩阵，从而明确风险的优先级。模糊综合评价法则借助模糊数学，综合考虑多种不确定因素，将定性分析转化为定量评价，以克服传统评价方法的局限性。层次分析法通过构建多层次、多指标的评估模型，利用专家判断和经验，以层层分解的方式，将复杂的风险因素进行层次化分析和归一化处理，确保评估结果的可靠性与科学性。这一过程中借助大量工程数据和专家经验，采用数学模型和计算机模拟，确保评估的准确性。通过风险量化评估，可以为输变电工程项目提供精确的风险画像，明确潜在风险的严重程度，为后续的风险应对策略制定奠定基础。这不仅提升了风险管理的科学性和有效性，也为工程项目的成功实施提供了坚实保障。

3.3 风险等级划分

在输变电工程项目风险评估中，对风险等级的划分是决定风险管理策略的重要环节。风险等级的确定通常根据风险发生的可能性和其潜在影响的严重程度进行。这一过程需要综合考虑多方面因素，包括技术复杂性、施工环境的变动性、财务风险的波动性及外部环境的不确定性。具体的风险等级划分可分为高风险、中等风险和低风险三类。高风险通常指那些可能导致项目重大延误或成本大幅增加的风险；中等风险指那些对项目进度或预算有一定影响，但不至于造成无法挽回后果的风险；低风险则指那些对项目整体影响较

小,且易于控制的风险。通过这种分级,可以有效分配资源,制定针对性的风险管理措施,提高风险管理的效率和效能。

4 输变电工程风险应对策略与效果分析

4.1 风险应对策略的选定

在输变电工程中,风险应对策略的选定是确保项目整体安全性与稳定性的重要步骤^[5]。选择适当的风险应对策略需要在充分识别和量化评估各种风险的基础上进行。其中,规避策略、减轻策略、转移策略和接受策略是常用的方法。

规避策略主要适用于识别出高风险源且能够通过变更项目计划或范围有效避免的情境。例如,通过优化设计方案或调整项目执行计划以规避潜在的技术和施工风险。减轻策略则旨在缩小风险的潜在影响,通常通过实施额外的安全措施、增加质量检测频率、改善施工技术或引入先进技术来实现,以降低风险发生的概率与后果。

风险转移策略则通过合同条款、保险或与第三方合作等方式,将特定的风险分担给其他专业单位。例如,通过购买工程保险或与具备丰富经验的承包商合作,减少潜在损失的影响。对于风险影响有限且成本效益合适的情境,接受策略则可以被识别为适当的选择,在此情况下,应制定应急预案以应对风险发生后的可能后果。

策略的选定不仅要考虑风险的性质和严重程度,还应结合项目的特点和具体环境,综合权衡成本、效益、实施可行性及对项目目标的支持程度,以保证风险管理的精准性和有效性。

4.2 风险应对策略的实践应用

在输变电工程项目中,风险应对策略的实践应用是确保项目顺利实施的关键环节。有效的风险管理需要选取适当的策略,并在项目过程中灵活调整。针对工程设计上的风险,建立了严格的审查机制和修改流程,以保障设计的科学性和可操作性。在施工过程中,通过安全管理体系的构建和员工安全培训,降低了施工风险。财务风险得以通过建立完善的预算监控和成本控制体系来进行有效管理,保证了项目的财务健康。针对管理和外部环境等不确定性因素,引入了动态风险监测系统,及时响应可能出现的突发状况。实践中还引入了风险管控的责任制,通过明确各层级的责任,提高风险管理的执行力。此类措施不仅降低了项目风险,还提高了项目的整体效益和质量。

4.3 风险应对策略效果评估及分析

风险应对策略的效果评估及分析是确保输变电工程项

目能够成功规避或减轻潜在风险的重要环节。通过定量和定性相结合的方法,对实施的风险应对措施进行全面评估,有助于判断其在降低项目风险方面的有效性。评估指标包括风险发生频率的降低程度、工程进度的保证、项目成本控制以及质量提升等。在实际项目中,若风险事件的发生率显著下降,且项目能够按时、按预算高质量地完成,则说明所采取的风险应对策略具有良好的实施效果。分析过程中也应关注需改进之处,以及时调整和优化风险管理策略。通过对多个输变电项目实践数据的对比分析,还能识别出共性问题,为后续项目管理提供参考。最终,效果评估不仅为当前项目的风险管理提供了反馈,也为未来项目风险管理策略的制定和实施提供了宝贵的经验积累。

5 结语

在当前社会经济快速发展的背景下,输变电工程项目的风险管控愈发被重视。此次研究围绕输变电工程项目进行深入探讨,利用风险管理理论,结合实地调查,全面识别和评估了工程项目可能面临的多方面风险,包括工程设计、施工、财务、管理以及外部环境等,并建立了相关风险评估指标体系。对于这些风险,我们提出了科学的、有针对性的应对策略,以便于电力行业人员进行风险管理和控制,争取达到风险最小化,效益最大化的目标。结果显示,有效的风险识别、评估和应对策略不仅能降低工程项目的风险,提升项目效益,也有利于提升电力系统整体性能和稳定性。研究结果对于现实中的输变电工程项目具有重要的参考价值,是推动中国电力系统工程项目风险控制,保障输变电工程项目顺利进行的有效途径。然而,如何更有效地监控风险,形成综合性的风险应对策略,以及如何更好地改进和完善风险评估指标体系等,仍有待于我们进一步的研究和探索。

参考文献

- [1] 谷海峰.电力系统输变电工程项目管理要点分析[J].电力系统装备,2019(5):220-221.
- [2] 黄增伟.输变电工程项目风险管理研究[J].消费导刊,2019(44):250-250.
- [3] 张建建.电力系统输变电工程项目管理要点[J].中国科技期刊数据库 工业A,2022(11):47-49.
- [4] 刘芳.分析电力系统输变电工程项目管理[J].中国科技期刊数据库 工业A,2019(7).
- [5] 宋杰.220kV输变电工程项目风险管理研究[J].百科论坛电子杂志,2020(12):1584.

Exploration into the Enhancing Effect of Technological Innovation in Power Transmission and Transformation Engineering on Grid Stability

Chaganmenken

Inner Mongolia Electric Power (Group) Co., Ltd. Ordos Power Supply Branch, Ordos, Inner Mongolia, 017000, China

Abstract

This paper explores the effect of technological innovation of power transmission and transformation engineering on improving the stability of power grid. The stability of the power grid is an important index to ensure the normal operation of the power system. At the same time, the innovation of the power transmission and transformation engineering technology is also constantly improving the stability of the power grid. Through the in-depth research on the technology research and development of power transmission and transformation engineering technology for many years, the power grid stability evaluation system based on technological innovation is designed and implemented, in order to draw conclusions from theory and practice. This paper first analyzes the definition and importance of the power grid stability, and then in detail introduces the content of the transmission and transformation engineering technology innovation and its influence on the stability of the grid, finally through the method of empirical research, before and after the comparison of the technology innovation grid stability, and quantify the specific role of technological innovation of power grid stability. The results show that the technological innovation of power transmission and transformation engineering significantly improves the stability of the power grid and provides a strong guarantee for the operation safety of the power system.

Keywords

power transmission and transformation engineering technology; technology innovation; power grid stability; power system

输变电工程技术创新对电网稳定性的提升作用探究

查干门肯

内蒙古电力（集团）有限责任公司鄂尔多斯供电分公司，中国·内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘 要

论文探究了输变电工程技术创新对电网稳定性的提升作用。电网稳定性是保障电力系统正常运作的重要指标，与此同时，输变电工程技术的创新也在不断提高电网稳定性。通过对多年来输变电工程技术研发的深度研究，设计并实施了以技术创新为基础的电网稳定性评价体系，以期从理论和实践中得出结论。论文首先分析了电网稳定性的定义和重要性，然后详细介绍了输变电工程技术创新的内容以及其对电网稳定性的影响，最后通过实证研究的方法，对比研究了技术创新前后电网稳定性的差别，并量化了技术创新对电网稳定性提升的具体作用。结果表明，输变电工程技术创新显著提高了电网稳定性，为电力系统运行安全提供了有力保障。

关键词

输变电工程技术；技术创新；电网稳定性；电力系统

1 引言

电力系统是现代社会不可或缺的重要组成部分，它不仅直接影响着人们的生活和工作，还涉及整个国家和社会经济的正常运转。其中，电网稳定性是保障电力系统正常运行的重要指标，任何对电网稳定性有影响的因素都会引起社会的广泛关注。近年来，随着社会经济的的发展和电力需求的增长，如何提高电网的稳定性成为电力行业亟待解决的重大问

题。一方面，这需要我们深入研究电网稳定性的问题，理解其本质，掌握影响稳定性的关键因素；另一方面，也需要借助于现代科技手段，推动输变电工程技术的创新，以期通过技术进步实现电网稳定性的提升。而针对电网稳定性问题，论文将基于输变电工程技术创新的视角，从理论上剖析输变电工程技术创新如何影响电网稳定性，同时也将通过实证研究的方式，量化技术创新对电网稳定性提升的具体作用，以期对输变电工程技术创新实践提供科学的理论指导和有效的实施策略。

【作者简介】查干门肯（1971-），男，蒙古族，中国内蒙古杭锦旗人，本科，工程师，从事输变电工程技术研究。

2 电网稳定性的理论分析

2.1 定义及对电网运行的重要性

电网稳定性是电力系统正常运行的关键指标，直接关系到供电的安全性和可靠性^[1]。通常定义为电力系统在受到扰动后，保持其稳定运行状态的能力。这种能力体现在电网抵御异常状况，例如负载变化、发电机故障和线路故障等，同时依然能保持电力供应的持续性和质量^[2]。对于一个高度复杂和集成化的电力系统而言，稳定性不仅关乎个别设备或环节的运行正常，更是整体系统协调运作的结果。

电网稳定性的重要性体现在多个方面。它是确保电力系统安全运行的基础。任何不稳定现象都会导致功率不平衡，从而可能引发一系列设备损坏甚至全网停电的问题。电网稳定性直接影响电能质量，影响电压的稳定和频率的准确，从而涉及用户的用电安全和设备寿命。在现今能源转型和可再生能源比例逐渐增加的背景下，电网稳定性更成为接纳分布式电源、提高能源利用效率的重要条件。

总体来看，电网稳定性不仅关乎当下电力系统的运行安全，更为未来智能电网的发展奠定了基石。在技术创新不断推动输变电工程发展的其对于提升电网稳定性的作用也愈加明显。通过对电网稳定性定义和重要性的深入理解，可以为技术创新的应用提供明确的方向和目标，使其在实践中更有效地提高电力系统运行的安全性和可靠性^[3]。

2.2 电网稳定性的主要影响因素

电网稳定性是电力系统运行中至关重要的一个衡量指标，它直接关系到电能的传输效率和系统的运行安全。影响电网稳定性的因素多种多样，主要包括电网结构、电力设备、外界环境和负荷特性等几个方面。

电网结构的合理性直接影响电力系统的稳定性^[4]。复杂的电网结构往往导致电力传输路径冗长，增加电力损耗和故障风险。简化电网结构、优化电力传输路径有助于提升电网的整体稳定性。电力设备的性能和可靠性也是电网稳定性的重要影响因素。高效能的发电机、变压器、断路器等核心设备在运作中是否能够稳定、高效地运行直接影响电网的持续供电能力。这些设备如果出现故障，很可能导致电力系统的失稳甚至崩溃。

外界环境条件时常对电网运行造成影响。天气变化、自然灾害、地域环境等外部因素可能引发电力设施的损坏，导致供电中断。特别是在台风、地震等极端自然条件下，电网的耐受力 and 修复能力直接考量其稳定水平。负荷特性是另一个影响电网稳定的重要因素。电力需求的变化及负荷波动会对电网的瞬态稳定性产生影响，尤其是在用电高峰或低谷时。如果负荷变化速度过快，电网可能无法迅速响应，导致频率波动、功率失衡，从而影响电网的稳定^[5]。

电网稳定性的提高需要协调处理上述多方面的因素，占据主动地位进行技术改造和创新。通过对电网结构的设计优化、对设备的性能改进、加强对外界环境变化的适应能

力以及对负荷管理的精细控制，能够有效提升电网的稳定水平。

2.3 电网稳定性的评价方法

电网稳定性的评价方法是判断电力系统安全性和可靠性的关键环节。为有效评估电网稳定性，通常采用多种定量与定性相结合的方法。从定量评价角度看，电网稳定性可通过一系列数学模型和算法进行评估，其中最为常用的方法包括暂态稳定分析、动态稳定分析和小干扰稳定分析。这些分析通过模拟电网在不同运行条件下的行为，对系统在故障发生后的响应进行评估，进而量化系统稳定性。

暂态稳定是指电力系统面对大扰动（如短路故障）时，系统能否迅速恢复至预定运行状态的能力。通过时域仿真、能量函数法等方法，可分析暂态过程中各发电机的相对运动，从而判断系统的暂态稳定性。动态稳定通常依赖伪线性系统的状态方程，通过特征值分析等工具，评估系统在小扰动条件下的恢复能力。小干扰稳定则主要涉及系统在运行工况变化或微小扰动下的稳定性，通常通过线性化后的状态空间模型进行分析。

在定性评估方面，专家经验和模糊逻辑等方法也被广泛应用。专家系统基于对大量历史数据和专家知识的积累，通过规则推理等技术实现对电网稳定性的评估。模糊逻辑方法则通过引入模糊集合和模糊规则，帮助决策者在不确定性条件下进行判断和决策。

现代智能技术的发展也推动了电网稳定性评价方法的创新与提升。例如，机器学习和大数据分析技术能利用海量实时监测数据，提升对电网健康状态的动态评估能力。这些新兴技术的辅助作用，使得电网稳定性评价能更加全面、准确地反映电力系统的实际运行状况和潜在风险。

3 输变电工程技术创新对电网稳定性的影响

3.1 输变电工程技术创新的内容及其意义

输变电工程技术创新在电力系统中扮演着至关重要的角色，主要体现在提高电网稳定性和确保能源输送效率两个方面。随着科技的进步，输变电工程技术创新内容日益丰富，涵盖高压直流输电技术、新型材料的应用、大数据与人工智能的结合、智能电网的接口技术等多个领域。

高压直流输电技术的发展，是输变电工程中的一项目重大突破。它相比传统的交流输电方式，具有损耗小、输送距离长、承载能力强等优点，有效提高了长距离电力传输的稳定性与效率。新型材料的应用，如超导材料的研发与应用，大幅降低了电力传输过程中的能量损耗，为电网稳定营造了良好的基础条件。

大数据与人工智能的结合，使电力系统能够更准确地进行负荷预测和故障诊断，从而增强了电网应对突发事件的能力。例如，通过智能算法分析设备的实时运行数据，可以提前发现潜在风险，预防系统不稳定状况的发生，使电网的

自主调节能力和响应速度进一步提升。

智能电网的发展与接口技术的创新，也在全面提升电网的稳定性。通过先进的监控与通信技术，各级电网设备间实现了高效的信息交互与协同工作，增强了电网对外界干扰的抵抗力。分布式能源的接入更加灵活，为电网稳定提供了多样化的支持路径。

输变电工程技术创新的意义不仅在于提升现有电网的稳定性和效率，更在于为未来电力系统的可持续发展提供坚实的技术保障。这些创新促进了资源的合理配置和能源的有效利用，推动了绿色电网及低碳社会的建设，具有重大的经济效益和社会价值。

3.2 技术创新如何提高电网稳定性的理论分析

技术创新在提高电网稳定性方面具有显著作用。输变电工程中的技术创新主要从提升设备性能、优化系统设计和增强控制能力三个方面入手，从而有效提高电网的稳定性。

设备性能的提升是技术创新的关键之一。通过采用新材料、新工艺和新装置，输变电系统的耐压水平、导电性能和断路能力得到显著改善。例如，超导材料的应用提高了输电线路的电流承载能力，使得电网在负荷变化时能够更好地保持稳定。

系统设计优化通过改良输变电网络的拓扑结构，实现电能在不同节点之间的高效分配。智能电网技术的应用，通过实时监控和数据分析，能够快速识别故障并做出相应调整，使电网在遭遇突发事件时仍能保持稳定运行。负荷预测和优化调度算法也大幅度提高了电网的运行效率和可靠性。

增强控制能力是技术创新的另一个重要方面。现代输变电工程中大量应用了自适应控制技术和故障自愈系统，这些技术通过实施实时调节，降低了电压波动和频率漂移的风险，提高了电力系统的动态响应能力。先进的保护和控制设备能够在毫秒级时间内做出反应，有效减少事故对整个电网稳定性的扰动。

通过这些创新，电网的整体抗扰能力和恢复能力得到显著增强。输变电工程技术创新不仅提高了当前电力系统的稳定性，还为未来更高效、更稳定的电力传输奠定了坚实的基础。这些进步为电网应对不断加剧的能源需求和日益复杂的电力环境提供了有力支持。

3.3 创新技术在电网稳定性中的应用实例及影响分析

输变电工程技术的创新在提升电网稳定性方面展示了显著的优势，具体体现在若干应用实例之中。例如，微型同步相量测量单元（ μ PMU）的应用，有效提高了电网的监

测精度，增强了对故障的实时响应能力。该装置可以精确测量电网中的电压和电流相角，实现对电网状态的精准监控和分析，进而提高电网的动态稳定性。

高温超导输电技术的应用是另一个具有突出效果的创新实例。通过使用高温超导材料，输电线路的电阻显著降低，从而减少了电能传输过程中的损耗，提高了输电的效率和稳定性。该技术在高负荷情况下，能够保持电网的稳定运行，避免因过载而引发的电压崩溃风险。

智能电网技术的普及也为电网稳定性带来积极影响。该技术集成了信息通信技术与电力技术，通过建立双向通信的电网系统，实现了能量的智能调度和分配。这一技术创新不仅提高了电网的响应速度，还有效改善了电力资源的利用效率，增强了系统的整体稳定性。

这些技术创新的应用不仅为电网稳定性提供了技术保障，更为未来电力系统的高效、稳定运行奠定了坚实基础。

4 结语

经过本次研究，我们对输变电工程技术创新对提升电网稳定性的效果有了更深入的理解。在论文中，我们首先了解了电网稳定性的定义和其重要性，之后详细分析了输变电工程技术创新内容及其对电网稳定性的具体影响。更为重要的是，通过实证研究的方法，我们对比和量化了技术创新前后的电网稳定性，从而证实了输变电工程的技术创新确实能显著提高电网的稳定性。值得指出，尽管本文取得了一些积极的结果，但在电网稳定性的研究方面，仍有许多潜在问题有待解决。例如，如何依据不同的电网环境和运行条件系统地选择和应用适合的输变电工程技术，以优化电网的稳定性。这些问题需要进一步的研究和实践。展望未来，本研究为电力系统的稳定运行提供了新的理论模型和实际操作策略。而且，随着新型输变电工程技术的不断发展，其对电网稳定性的影响也将成为一个日益重要的研究领域。

参考文献

- [1] 李蕴智. 输变电工程技术的应用及发展[J]. 电脑乐园, 2022(8): 4-6.
- [2] 许棱杰. 电力系统输变电工程项目管理要点探究[J]. 电力系统装备, 2020(17): 157-158.
- [3] 贾永健. 输变电工程接入系统设计及稳定性研究[J]. 电力系统装备, 2020(19): 23-24.
- [4] 周智超. 关于变电站输变电工程技术的研究[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2022(10): 121-124.
- [5] 李建钊, 姜松青. 研究电力系统输变电工程项目管理要点[J]. 市场周刊·理论版, 2020(79): 172-174.

Analysis of New Motion Control Technologies in Mechanical Industry Automation

Junqi Zhang

Baotou Steel Group Energy Conservation and Environmental Protection Technology Industry Co., Ltd., Baotou, Inner Mongolia, 014010, China

Abstract

The development of automation in the machinery industry has promoted the wide application and innovation of motion control technology. This paper starts with the basic concept and composition of motion control technology, analyzes its core role in industrial automation and the limitations of traditional technologies, and focuses on the practical application of new technologies such as Internet of Things and edge computing, digital twins, 5G communication, artificial intelligence in motion control, covering key fields such as real-time data acquisition, virtual device simulation, remote control and collaboration, adaptive learning, etc. The integration of new technologies has improved the performance of motion control systems and promoted the development of automation in the mechanical industry towards intelligence and efficiency.

Keywords

mechanical industry automation; motion control technology; apply

浅析机械工业自动化中的运动控制新技术

张俊琪

包钢集团节能环保科技产业有限责任公司，中国·内蒙古 包头 014010

摘 要

机械工业自动化的发展，推动了运动控制技术的广泛应用与创新。论文从运动控制技术的基本概念和组成入手，分析其在工业自动化中的核心作用及传统技术的局限性，重点阐述了物联网与边缘计算、数字孪生、5G通信、人工智能等新技术在运动控制中的实际应用，涵盖了实时数据采集、虚拟化设备模拟、远程控制与协作、自适应学习等关键领域。新技术的融合，提升了运动控制系统的性能，推动了机械工业自动化向智能化与高效化的方向发展。

关键词

机械工业自动化；运动控制技术；应用

1 引言

机械工业自动化是现代工业发展的关键领域，运动控制技术作为其核心支撑，贯穿了设备制造、生产线运行和智能化升级的各个环节。随着智能制造的快速普及，传统的运动控制技术逐渐暴露出精度不足、柔性较低和适应性有限的问题，制约了自动化系统的发展，新技术在运动控制系统中的应用，可显著提高生产效率与设备性能，加速工业自动化的智能化转型。论文旨在探讨新技术在运动控制中的实际应用和未来发展方向，以供参考。

2 机械工业自动化发展的概述

机械工业自动化是现代制造业发展的核心动力之一，

其快速发展得益于先进技术的不断突破和工业需求的驱动。从最初的机械化到如今的智能化，自动化技术实现了从简单的重复劳动到复杂智能任务的跨越，这一过程中，自动化技术不仅大幅提升了生产效率，显著改善了产品质量，能够优化资源利用率，降低生产成本，成为现代工业发展的重要标志。近年来，随着新兴技术的崛起，比如物联网、人工智能、大数据分析、5G通信等，机械工业自动化迎来了全新的发展机遇，使得生产流程的智能化和柔性化水平不断提高^[1]。

在机械工业自动化发展中，运动控制技术扮演着举足轻重的角色。作为连接控制系统与执行机构的桥梁，运动控制技术承担了对设备运动的精确控制任务，其核心作用体现在对定位、速度、加速度等运动参数的全面掌控中。无论是高精度的加工设备，还是灵活多样的工业机器人，运动控制技术都是其实现高效运作的基础。可以说，运动控制技术不但是自动化系统的核心驱动，还决定着生产设备的智能化和柔性化水平。

【作者简介】张俊琪（1977-），男，中国内蒙古包头人，本科，工程师，从事机械自动化、机械安装、工业机械研究。

3 运动控制技术的概述

运动控制技术是机械工业自动化领域的核心技术之一，其核心目标是对机械设备的运动进行精确控制，实现生产效率与质量的优化。运动控制的主要功能包括定位控制、速度控制和加速度控制。定位控制旨在使设备在设定的空间坐标点精确停留，速度控制则调节运动过程中的运行速度，加速度控制则用于平滑设备的启动和停止，避免过大的机械冲击和误差累积。这三大功能共同作用，保障了设备运动的高精度和高效性。

运动控制系统由多种关键组件组成，具体包括：控制器，这是运动控制系统的“大脑”，负责接收指令、规划运动轨迹、计算控制参数，并发送相应的控制信号；驱动器，将控制信号转换为能够驱动执行机构的动力，例如电流或电压，控制执行机构完成运动；传感器，用于采集设备运行过程中的位置、速度、加速度等数据，实时反馈给控制器，以便调整运动参数；执行机构，具体执行控制器指令的机械部件，如同服电机、步进电机、液压缸等，完成实际的运动任务。通过各组件的紧密协作，运动控制系统实现了对机械设备的精准调节，是工业自动化的重要技术支撑^[1]。

尽管运动控制技术已在机械工业中广泛应用，但传统运动控制技术在面临现代制造需求时，逐渐暴露出了一些局限性：①精度、速度和柔性不足。传统的运动控制技术依赖于预先设定的控制模型和算法，在面对更高精度需求时，其控制能力存在瓶颈。例如，纳米级精度的加工场景，对运动控制的误差要求极低，但传统算法难以做到实时补偿。速度控制方面，由于机械传动的惯性与控制响应的滞后性，传统技术难以实现高速运动与高精度控制的兼顾。柔性不足也是一大问题，许多传统设备设计针对单一任务，面对生产任务变化时适应性较差，难以满足智能制造对多样化生产的需求。②对复杂制造场景的适应能力较低。随着工业场景的复杂化，设备需要在多变量、多自由度和非线性环境下工作，而传统运动控制技术因控制策略单一，无法应对动态干扰和非标环境。例如，在复杂的工业机器人任务中，需要实时应对环境变化并完成灵活动作，传统控制策略难以实现高效响应。上述这些局限性制约了传统运动控制技术的应用范围，迫使行业寻求更加先进的解决方案。通过引入新兴技术，比如人工智能、物联网和边缘计算，能够突破传统技术的瓶颈，为复杂制造场景提供更高效、更智能的解决方案。

4 机械工业自动化中运动控制新技术的应用

4.1 物联网与边缘计算的集成

随着物联网和边缘计算技术的发展，在机械工业自动化中的应用为运动控制系统带来了显著的变革，机械设备的运行效率和智能化水平得到了全面提升。具体应用包括：①实时数据采集与分析，提高决策速度。物联网技术的引入，使得机械设备能够通过传感器网络实现实时数据采集，并将

这些数据传输到边缘计算设备或控制中心。实时数据采集涵盖设备位置、速度、温度、振动等多个维度，为运动控制系统提供全面而精确的运行信息。例如，在数控机床中，传感器能够实时采集刀具位置和加工过程中的力学数据，通过物联网网络传输至控制系统，及时调整加工路径和参数，从而提高生产精度和效率。结合边缘计算的本地化处理能力，数据分析可以在设备现场完成，大幅减少了数据上传至云端所需的时间，显著提高了决策速度^[3]。例如，在自动化生产线上，边缘计算设备可以实时监控设备运行状态，快速处理异常情况并做出调整，避免生产停滞或质量问题，这种实时响应能力，尤其在高动态环境和复杂控制场景中尤为重要，比如高速运行的装配线或多机器人协同工作场景。②边缘计算在复杂控制任务中的应用。传统运动控制系统的运算依赖于中央控制器，面对多设备协同任务时，容易因数据处理延迟和通信瓶颈导致控制效率下降。而边缘计算通过将部分运算任务下沉至本地设备或附近的计算节点，显著提升了控制系统的整体性能和灵活性。例如，在工业机器人群组中，每台机器人通过边缘计算设备可实现独立的运动轨迹规划，并与其他机器人实时通信，完成复杂的协同工作，比如多自由度零部件装配任务。边缘计算在优化运动轨迹设计和复杂控制任务中也具有突出表现，通过本地化分析实时数据，可以动态调整设备的运行轨迹。例如，在激光切割设备中，边缘计算实时感知切割路径的偏差，并快速生成优化的补偿轨迹，确保切割质量达到设计要求，这显著增强了运动控制系统在复杂场景中的适应性。

4.2 数字孪生技术

数字孪生技术是机械工业自动化中一项变革性的新技术，通过创建物理设备的虚拟化模型，使得现实设备的运行状况、性能以及潜在问题，能够在虚拟空间中被模拟和优化。数字孪生技术的引入，使运动控制系统的设计、调试和维护效率得到了显著提升。具体应用包括：①设备虚拟化模拟，优化运动轨迹设计。数字孪生技术的核心在于通过物理设备的实时数据和数学模型，建立一个与真实设备高度一致的虚拟模型。在运动控制领域，虚拟化的设备模型能够模拟设备的运行轨迹、机械动作和环境交互，从而对运动控制系统的设计提供精确的参考。例如，在工业机器人中，可以模拟机器臂的运动轨迹、关节转速以及负载变化，从而对运动路径进行优化设计，确保运动过程中的平稳性和精确性，同时避免机械冲击和能量损耗。虚拟化模拟加快了设备设计的迭代速度，还能够在设备投入实际运行前验证其性能。在复杂制造任务中，通过对运动轨迹的预先优化，数字孪生技术可以显著提升生产效率和产品质量。例如，在数控加工中，虚拟模型能够模拟加工路径，提前发现碰撞或误差，并进行路径修正，从而保证加工过程的顺畅性与高效性。②提高设备调试与维护的效率。通过实时监控设备运行数据并将其与虚拟模型对比，数字孪生可以快速发现设备运行中的偏差或异

常。例如,当某工业机器人在运行中出现速度偏差,数字孪生模型能够实时分析原因,帮助工程师快速定位问题部位并进行调整,极大地缩短了故障排查时间。数字孪生技术还能够预测设备潜在的故障风险,支持预测性维护策略的实施,通过对设备历史数据和运行状态的分析,虚拟模型可以提前识别故障趋势。例如,在高精度伺服电机的使用中,能够根据振动频率和温度变化预测电机的寿命,并发出维护提醒,从而避免设备突然停机导致的生产损失。对于设备维护人员而言,数字孪生还提供了可视化的操作指导,依据虚拟模型的动态展示,就可以精准了解设备的内部状态以及维护步骤,从而提高操作的准确性和效率。

4.3 5G 通信与运动控制的融合

5G 通信技术的引入,为机械工业自动化中的运动控制技术带来了革命性的变化,其超高速率、低延迟和高可靠性的特性,极大地提升了运动控制系统的性能和应用范围。具体应用体现在:①实现远程实时控制和协同作业。5G 通信以毫秒级延迟为特点,使得远程控制的实时性大幅提高,特别适用于对动态响应要求极高的场景。例如,在复杂的工业生产线上,通过 5G 网络,操作人员可以实时远程操控机械臂或机器人群组,完成精细化装配或加工任务,几乎感受不到延迟。工业场景中通常需要多个设备协同完成复杂任务,例如多机器人协作搬运或加工,在 5G 环境下,运动控制系统可以通过超高速通信,实现设备间的实时数据共享和任务分配,使设备动作更精准同步,减少误差,提高整体效率。例如,在智能物流系统中,5G 可支持多个自动导引车实现路径动态调整和任务优化分配,避免路径冲突,提升物流效率。②满足低延迟、高可靠性通信的需求。运动控制系统对通信延迟和可靠性有着极高的要求,因为即使是微秒级的延迟,也会导致设备动作的不一致或生产质量的下降,而 5G 网络的超低延迟特性,使控制信号能够几乎实时到达设备端,从而实现对设备运动的精准调控。例如,在远程精密加工中,操作人员可以通过 5G 实时操控数控机床,确保切割路径或钻孔位置的毫厘不差;在自动化装配线中,5G 确保设备与传感器之间的快速通信,使每个环节无缝衔接。5G 的高可靠性,保障了工业通信的稳定性,即便在复杂电磁环境或网络高负载情况下,数据传输仍然能够保持极高的质

量,这一特性在关键任务场景中尤为重要。

4.4 人工智能与机器学习技术

人工智能(AI)与机器学习技术的引入,为机械工业自动化中的运动控制系统注入了新的活力。通过智能控制算法优化和自适应学习,使运动控制系统在精度提升、环境适应和设备维护方面实现了显著突破。具体而言:①智能控制算法优化,提高精度与适应性。传统运动控制算法,通常依赖于预先设定的规则或模型,面对复杂和动态的工业场景时,难以快速响应变化。而人工智能技术通过机器学习算法,对海量历史数据进行训练,使控制系统能够实时优化参数和策略。例如,在机器人焊接过程中,AI 算法可以基于传感器采集的焊接电弧数据,自主调整焊接路径和力度,确保焊接质量的一致性和精度。AI 还可以通过强化学习,让运动控制系统在动态环境中自主适应,如在物流机器人导航中,可快速应对障碍物和路径变化,实现高效灵活的动态路径规划。②自适应学习用于设备预测性维护。传统的维护方式,依赖于固定的周期或人工检测,容易导致过早或过迟的维护,既浪费资源,又增加停机风险。而通过自适应学习,AI 能够实时监控设备运行状态,包括电机温度、振动频率、功率消耗等,动态分析数据变化并预测潜在故障。

5 结语

总之,机械工业自动化中的运动控制技术,正在迈向更高精度、更强适应性和更高智能化的新时代。通过物联网与边缘计算的实时数据处理、数字孪生的虚拟化模拟、5G 通信的高速协作,以及人工智能的智能优化,运动控制系统已成为推动工业自动化发展的重要动力。未来,随着新技术的持续发展与应用深化,运动控制技术将继续引领机械工业自动化向更高效、更灵活、更智能的方向迈进,为制造业升级提供强有力的支持。

参考文献

- [1] 董杰聪.机械自动化技术在工业生产中的运用[J].今日自动化,2022(11):114-116.
- [2] 高峰.机械工业自动化中的运动控制新技术[J].湖北农机化,2020(20):68-69.
- [3] 杜仲栋.机械自动化中运动控制新技术的应用研究[J].今日自动化,2023(1):110-112.

Research on Construction Technology of Concrete Post Pouring Strip in Civil Engineering and Building Construction Engineering

Qiaolan Ma

Baotou Steel Group Energy Conservation and Environmental Protection Technology Industry Co., Ltd., Baotou, Inner Mongolia, 014010, China

Abstract

Concrete post-pouring belt is a common construction technology in housing construction engineering, which is mainly used for segmented pouring to ensure the stability and durability of the structure. The paper elaborates in detail on the definition, construction technology requirements, and impact on the stability of building structures of post poured concrete strips. The focus is on analyzing the preparation work, construction technology, quality control, and common problems before construction. Among them, the design, construction, and quality control measures of the post pouring strip are crucial for the strength, durability, and waterproofing effect of the concrete joints, ultimately ensuring the smooth implementation and high quality of the project. The paper will analyze the definition, design and construction requirements, construction technology, and quality control of concrete post pouring strips, providing technical guidance and reference for project construction.

Keywords

civil engineering; housing construction works; concrete post-pouring belt; construction techniques

土木工程房屋建筑工程混凝土后浇带施工技术研究

马巧兰

包钢集团节能环保科技产业有限责任公司, 中国·内蒙古 包头 014010

摘 要

混凝土后浇带是房屋建筑工程中常见的一种施工技术, 主要用于分段浇筑以确保结构的稳定性和耐久性。论文详细阐述了混凝土后浇带的定义、施工技术要求, 以及对建筑物结构稳定性的影响。重点分析施工前的准备工作、施工工艺、质量控制及常见问题, 其中, 后浇带的设计、施工及质量控制措施, 对混凝土的强度、耐久性以及接缝的防水效果至关重要, 最终确保项目顺利实施和高质量。论文将从混凝土后浇带的定义、设计和施工要求、施工工艺以及质量控制等方面进行分析, 为项目施工提供技术指导参考。

关键词

土木工程; 房屋建筑工程; 混凝土后浇带; 施工技术

1 引言

在土木工程中, 混凝土后浇带作为一种常见的施工技术, 广泛应用于分段浇筑, 以解决施工过程中温度应力、结构收缩等问题。后浇带能够有效避免大面积混凝土一次浇筑带来的应力不均和裂缝问题, 从而提高建筑物的整体稳定性和耐久性。

2 混凝土后浇带的概述

混凝土后浇带是指在建筑工程中, 因施工进度、技术

要求或其他因素, 预留在建筑结构中, 以便后期浇筑混凝土的一条带状区域。这种设计通常应用于大型建筑项目中, 尤其是在受限的施工条件下, 或是当需要分段施工、避免一次性浇筑导致的温度应力问题时。后浇带可确保建筑的完整性和稳定性, 特别是在结构需要持续受力时。通过这种设计, 施工方可以根据实际情况灵活调整工期, 避免因施工进度不同步而对建筑质量造成影响。后浇带的设置, 不仅仅是为了施工的便利, 还考虑到了混凝土的收缩、变形等因素, 确保结构整体性。

混凝土后浇带的设计, 应根据建筑物的具体情况和结构要求进行调整, 需要综合考虑后浇带的位置、宽度、间距等因素, 确保其合理性和施工的可操作性。后浇带应设在结构受力较弱或可能发生较大变形的部位, 通常出现在楼板与

【作者简介】马巧兰(1986-), 女, 中国内蒙古乌兰察布人, 本科, 工程师, 从事建设工程、土木工程研究。

墙体的连接部位、梁与柱之间的连接处，或是墙体与基础之间的区域，这些地方通常是受力和变形较为复杂的部位，设置后浇带可以减少施工中可能产生的裂缝。后浇带的宽度，要根据结构的受力要求以及实际施工的需要进行确定，通常宽度为100~300mm。间距则依据建筑物的规模和要求来设定，后浇带间距不宜过大，否则会影响混凝土的连接效果及结构的稳定性^[1]。

后浇带的设计和施工，对建筑结构的稳定性和耐久性有着重要影响。若后浇带设置不当，接缝处的质量问题，会引发混凝土的裂缝、渗水、影响结构的强度。因此，合理设计后浇带位置和宽度，确保施工时严格控制质量，是保障建筑物稳定性和耐久性的关键。接缝处理不当，会导致结构在长期使用过程中出现裂缝，影响抗震、抗压等功能。为了确保后浇带能够发挥应有的作用，施工时应遵循严格的工艺规范，确保混凝土的均匀性、密实性，并及时进行接缝处理，从而保证结构的整体性与长期使用中的安全性。

3 房屋建筑工程混凝土后浇带施工技术的应用

3.1 施工前准备

3.1.1 材料准备

后浇带的施工，需要使用优质的建筑材料，特别是混凝土和钢筋。混凝土的配合比需要根据设计要求进行调整，确保其强度、工作性和耐久性能够满足建筑物的使用要求。选择合适的水泥、骨料和掺合料，并严格控制其质量，是确保后浇带施工质量的基础。钢筋的选择同样重要，施工前应对钢筋进行严格的检查，确保其规格、数量和质量符合设计图纸的要求。钢筋应按照规定的方式进行绑扎，并确保与混凝土之间有良好的粘结力，以提供充分的结构强度。

3.1.2 工程测量与放线

施工前，技术人员应依据设计图纸进行详细的测量，并使用高精度的测量仪器，确定后浇带的位置、宽度、深度等参数。放线过程需要严格按照设计要求进行，确保后浇带的位置精准无误，避免因放线不准确导致后期施工过程中出现偏差，影响整体结构的质量和稳定性。在放线时，要特别注意测量工具的校准，确保施工过程中每个环节都能够严格按照设计要求进行。

3.1.3 工程交底与安全措施

在施工前，对施工人员进行详细的技术交底是必要的，交底内容应涵盖后浇带的设计要求、施工工艺、质量控制要点及安全防护措施等，确保每位施工人员都清楚了解自己的职责和操作规范。此外，施工现场的安全措施也必须得到充分重视，施工人员应佩戴合适的安全防护装备，包括安全帽、工作服、防护鞋等，同时加强现场的安全管理，特别是在混凝土浇筑和钢筋绑扎时，防止施工人员遭遇高空坠物、设备故障等潜在危险。

3.2 施工工艺要点

3.2.1 后浇带设置

首先需要进行模板的搭设，搭设要严格按照设计图纸进行，确保模板的尺寸、形状与后浇带的设计完全一致。在搭设过程中，确保模板稳固，不得有位移或变形，以防混凝土浇筑时出现接缝错位或泄漏。模板接缝处应进行密封处理，防止混凝土泄漏。钢筋绑扎是后浇带施工中的关键步骤，钢筋的规格、数量和位置必须符合设计要求，通常在后浇带区域的钢筋网或钢筋骨架上，绑扎时需确保钢筋的布局合理，间距均匀。特别是接缝处的钢筋绑扎，应确保与浇筑部分的钢筋连接良好，使得混凝土后浇带与主体结构之间的结合紧密，避免产生结构弱点^[2]。

3.2.2 混凝土浇筑

混凝土浇筑前，需要根据设计要求进行混凝土的配比。混凝土的配合比要严格控制，水泥、骨料、外加剂等比例，需按照设计要求进行配置，确保混凝土具有足够的强度和抗渗透能力。混凝土浇筑时，应选择合适的方式。常见的方式包括分层浇筑法和振捣法，分层浇筑时，每次浇筑厚度一般控制在30~50cm，以确保混凝土的均匀性和密实度。在浇筑过程中，需要特别注意混凝土的振捣，确保每一层混凝土都能充分振实，避免气泡或空洞的产生，尤其是在后浇带区域，要防止混凝土出现离析或不均匀的情况。振捣时，振动器应保持适当的深度和频率，避免过度振捣导致的离析现象。浇筑完成后，表面应尽量平整，避免出现裂缝和不平整的现象^[3]。

3.2.3 混凝土养护

混凝土浇筑完成后，养护是保证混凝土强度和耐久性的关键环节。养护措施应根据施工环境的温湿度条件进行调整，通常采用湿润养护和覆盖养护两种方式。湿润养护主要是通过喷洒水雾或者铺设湿润麻袋，保持混凝土表面的湿润，防止水分蒸发过快，导致混凝土出现裂缝。覆盖养护则是通过覆盖塑料薄膜或其他保温材料，保持混凝土表面的湿气，减缓水分蒸发速率，促进混凝土的固化。在寒冷季节施工时，还应采取适当的保温措施，避免混凝土因低温而固化不充分，影响其强度。

3.2.4 拆模

拆模的时机和拆除标准，是保证后浇带施工质量的一个重要环节。拆模的时间，一般取决于混凝土的强度，一般来说，拆模应在混凝土达到初期强度后进行。为了确保混凝土的完整性，通常要求拆模时混凝土强度达到设计强度的70%左右。拆模过早会导致混凝土表面未完全凝固，容易出现损坏，而拆模过晚则影响施工进度。拆模过程中，操作人员应轻拿轻放，避免因操作不当对混凝土表面造成损伤。拆模后，还应该对接缝处进行检查，确保无裂缝和缺陷。如果发现接缝处存在问题，应及时修补，并采取进一步的防护

措施,确保后期的使用不受影响。

3.3 施工中的质量控制

3.3.1 材料质量检测

混凝土的质量直接受到所用材料的影响,严格控制水泥、骨料等原材料的质量是确保后浇带施工质量的首要步骤。水泥作为混凝土的主要胶结材料,其质量必须符合国家标准或设计要求,水泥的强度、细度、稳定性等指标应定期检测。水泥的储存条件应满足防潮要求,防止因潮湿环境影响水泥的性能。骨料的粒径、粒形、级配以及含泥量等,都对混凝土的强度、工作性和耐久性产生影响。粗骨料的颗粒应均匀,不得含有有害杂质,细骨料的颗粒大小应符合规范要求,且应定期抽样检测,确保其质量稳定。为了确保材料的符合性,施工单位应设立专门的质量控制部门,对所有进场材料进行严格检验,只有经过检测合格的材料才能投入使用。同时,应按照混凝土配合比设计要求,选择符合标准的外加剂和添加剂,确保混凝土具有适当的流动性、强度和耐久性。

3.3.2 混凝土浇筑质量

为了保证混凝土的密实性,在浇筑过程中必须注意合理的振捣。振捣器应该在规定的深度范围内工作,以确保混凝土的每一层都能够完全填充,避免出现气泡或空隙,保证混凝土的致密性和结构强度。浇筑过程中混凝土的均匀性也非常重要,混凝土需要充分搅拌,确保各成分的分布均匀。特别是对于含有较大颗粒的骨料,混凝土在运输和浇筑过程中应避免发生骨料离析现象。为了确保浇筑的均匀性,可以采用分层浇筑的方式,每次浇筑的厚度不宜过大,并采用适当的振捣方式使混凝土均匀填充。

3.3.3 后浇带接缝质量

后浇带的接缝部位,是混凝土结构中最容易出现质量问题的地方,接缝的密实度直接影响结构的整体稳定性和耐久性。浇筑前,应清除接缝处的杂物、浮尘及残留水分,确保接缝表面干净、粗糙,以便新浇筑的混凝土能够与原有结构充分结合。在接缝的施工中,混凝土的浇筑应保持均匀,避免出现孔洞或裂缝。接缝处的钢筋应与主体结构的钢筋充分连接,确保其整体性和受力传递的连续性。为避免水渗漏问题,在后浇带的接缝处可采用专用的防水材料进行处理,特别是在地下或潮湿环境中的建筑,接缝的防水处理尤为重要。施工人员应严格按照设计要求控制混凝土的浇筑质量,确保后浇带接缝部位的强度达到设计标准。

3.4 施工中常见问题及解决方案

3.4.1 后浇带接缝处的处理问题

后浇带接缝处是混凝土结构中的关键部位,若处理不当,容易出现渗水、裂缝或强度不达标等问题。为有效解决这些问题,首先在接缝处应进行彻底清理。清理工作包括清除接缝处的杂物、浮尘和油污,确保接缝面干净、粗糙。

还可以使用高压气流或水清洗设备清洁接缝处,必要时可使用钢丝刷对接缝进行处理。接缝处的钢筋,应与主体结构的钢筋连接牢固,避免因接缝未能牢固结合而导致的强度不足。为了防止水渗漏,可以在接缝处采用防水带、密封胶等材料进行密封。在混凝土浇筑过程中,要确保接缝处的混凝土密实,避免出现空洞或裂缝。必要时可以使用防水涂料或其他防渗材料进行二次处理,以保证结构的长期耐久性。

3.4.2 混凝土浇筑不均问题

混凝土浇筑不均匀是施工中常见的质量问题,会导致结构强度不足或出现裂缝。造成混凝土浇筑不均的原因,主要包括浇筑过程中混凝土材料分布不均、振捣不足或不当的浇筑方式。为此,需要确保混凝土的配合比和混合均匀。在浇筑之前,要对混凝土进行充分搅拌,保证各组分均匀分布。在实际浇筑过程中,采用合适的分层浇筑方法,每层浇筑的厚度应控制在适当范围内,需要使用振捣器进行充分振捣,确保混凝土的密实性,避免出现空隙或气泡。如果在施工过程中出现浇筑不均的问题,应及时停止施工,查找原因,必要时重新浇筑,确保混凝土的均匀性和密实度。

3.4.3 温度控制与裂缝控制问题

温度变化是混凝土施工中主要的影响因素,尤其是在气温过高或过低的情况下,混凝土容易因温度应力产生裂缝。为了解决温度控制问题,在夏季高温条件下施工时,应采取降温措施,如使用冷却水或冰水调配混凝土、在混凝土表面覆盖湿麻袋、使用反射膜等,减少温度波动的影响。在冬季低温条件下,可以通过加热混凝土材料、使用抗冻剂或覆盖保温材料等方式,确保混凝土能够在适宜的温度条件下硬化。混凝土的裂缝控制同样需要关注,在浇筑后,要及时进行养护,保持混凝土表面的湿润,避免水分过快蒸发。对于较大规模的后浇带,可以设置适当的温控监测系统,实时监测混凝土的温度变化,采取相应的措施进行调整。

4 结语

总之,混凝土后浇带施工是确保建筑结构质量的重要环节,其科学合理的设计和精细施工,有助于提高工程质量,延长建筑物使用寿命。通过有效的施工准备、严格的工艺实施和全面的质量控制,可以确保后浇带施工的成功与安全。面对施工过程中出现的问题,要采取针对性的解决方案有效避免质量缺陷。混凝土后浇带的优化施工技术,将在未来土木工程建设中发挥越来越重要的作用。

参考文献

- [1] 徐博文.后浇带施工技术在混凝土建筑结构中的应用[J].四川水泥,2023(10):180-182.
- [2] 张若飞.后浇带施工技术在房建大体混凝土浇筑工程中的应用[J].工程机械与维修,2022(5):152-154.
- [3] 杨建平.建筑工程混凝土及后浇带施工技术探究[J].工程技术,2023(9):129-132.

Application of Electrical Automation in Power Supply and Distribution System

Shiwei Liu

Bengang Beiyang Iron and Steel (Group) Co., Ltd., Benxi, Liaoning, 117000, China

Abstract

Nowadays, with the rapid development of science and technology, the development of electrical automation technology has also attracted the attention of various industries, because the development of electrical automation technology and everyone's daily life has a close connection. At this stage, the wide application of Internet technology has also greatly promoted the development of electrical automation technology. This technology has also been widely used in power supply and distribution systems. However, many problems have also been exposed during the application. How to solve these problems and optimize electrical automation technology is the primary problem in the current development of power supply and distribution systems.

Keywords

electrical automation; power supply and distribution system; application research

供配电系统中的电气自动化应用

刘士伟

本钢北营钢铁（集团）股份有限公司能源总厂，中国·辽宁 本溪 117000

摘 要

现如今随着科学技术快速发展，电气自动化技术的发展也受到各个行业的关注，因为电气自动化技术的发展与每一个人的日常生活有着紧密的联系。现阶段，互联网技术的广泛应用也极大地促进了电气自动化技术的发展，这项技术在供配电系统中也得到了广泛的应用，但是在应用的同时也有许多的问题暴露了出来，如何解决这些问题优化电气自动化技术，是当前供配电系统发展中的首要问题。

关键词

电气自动化；供配电系统；应用研究

1 引言

电气自动化技术在供配电系统中的应用能够有效提高产品质量，对于供配电系统行业的发展起到了促进作用，但是之前将自动化技术应用到供配电系统的过程相对较晚，这就需要相关的人员在这方面付出努力，对国外优秀的先进技术进行学习，促进供配电系统行业的稳定发展。与传统的自动化技术相比电气自动化技术的应用使得供配电系统行业得到了进一步的发展，电气自动化技术比传统的自动化技术包含的范围更加广泛、功能更加强大。

2 电气自动化技术在供配电系统应用中存在的问题

2.1 技术人员的技术水平不高

现如今对于任何行业来说人才永远是未来行业发展的

第一要素，而对于供配电系统来讲对于优秀人才是十分重视的，因为人才是整个供配电系统的核心，没有优秀的工程技术人才就无法顺利的完工，更不用说保证整个供配电系统的工程质量了。在对电气自动化技术进行应用的工程中，电气自动化系统作为整个自动化技术的核心，其操作过程是十分复杂的^[1]。因此，就需要技术人员具有较高的技术水平，但是根据实际情况发现大部分电气自动化的技术人员的专业水平以及专业素养较低，无法满足现阶段电气自动化在供配电系统中稳定的应用。

随着供配电系统行业的蓬勃前进，对电气自动化技术的应用需求愈发迫切。这一趋势直接促使电气自动化技术人员数量迅速增长。然而，在技术人员数量增加的同时，其专业素养却呈现出参差不齐的状况。现阶段供配电系统对于电气自动化的人才需求量较大，社会对于电气自动化技术人才培养已经无法满足工程发展的需求了。

2.2 系统不符合供配电系统的要求

电气自动化技术在发展过程中被各个行业以及领域进

【作者简介】刘士伟（1974-），男，中国河北丰润人，工程师，从事电气自动化（供配电）研究。

行广泛的应用，但是由于各个行业之间存在不同，就使得电气自动化系统并不能够满足所有行业的要求。

由于供电系统涵盖了广泛的机械电子设备，且这些设备的操控方式和运作模式各不相同，因此存在电气自动化系统无法完全适配部分设备的问题^[2]。这就说明现有的电气自动化系统没有针对不同的设备进行改进，这就会导致部分机电设备无法使用这一系统进行稳定的运转。如果不对这一问题进行解决以致使用不匹配的系统进行设备的运转，这样的行为也会造成许多非常严重的安全隐患，使得供电系统存在严重的质量问题，甚至会发生安全事故，对人民生命财产造成严重的损害。

3 配电系统自动化控制的关键技术

3.1 计算机技术

配电系统作为现代电力网络的核心组成部分，其高效、稳定与安全运行对于保障社会经济的持续发展和民众日常生活的正常进行至关重要。计算机技术之于配电系统自动化控制的重要体现在它能够深入渗透并优化发电、配电、输电等电力生产与传输的每一个环节。在发电环节，通过集成先进的监控系统 and 数据分析算法，计算机技术能够实时监控发电机组的运行状态，预测并调整输出功率，确保电力供应的稳定性和效率。在配电环节，它则通过智能调度系统，精确控制电力分配，减少损耗，提高能源利用效率。而在输电环节，计算机技术更是通过智能电网技术的应用，实现了对输电线路的远程监控与智能调度，有效应对突发故障，保障电力传输的安全与可靠性^[3]。

3.2 智能电网技术

智能电网技术，作为计算机技术中的佼佼者，不仅涵盖了传统的供电、配电、输电功能，更通过集成物联网、大数据分析、云计算等前沿技术，使得配电系统得以全面升级，迈向智能化时代。智能电网能够实时感知电网状态，通过数据分析预测用电需求，自动调整供电策略，实现电力资源的优化配置。尤为重要的是，智能电网技术促进了电网调动自动化的实现，使得不同级别的电网能够依据实际需求进行自主调动传输，形成了国家大电网与地区小电网之间的互补机制。这一机制不仅增强了电网的灵活性和韧性，还在能源短缺或过剩时，实现了资源的双向流动与高效利用，有效提升了整个电网系统的运行效率和经济性。

3.3 PLC 技术

配电系统的自动化控制并非仅凭计算机技术一己之力就能达成，PLC（可编程逻辑控制器）技术的融入同样至关重要。PLC 技术是计算机技术与继电控制技术的完美结合，它通过预设的程序，对配电系统中的各个环节进行精确控制，实现了从数据采集、分析处理到存储的全程自动化。PLC 技术不仅提高了系统的运行效率，还显著降低了能耗，使得配电系统在更加环保、节能的状态下运行。PLC 技术

的优势在于其强大的程序控制能力和模块化的设计思路。通过编写特定的控制程序，PLC 能够指挥计算机执行复杂的数据处理任务，同时，采用顺序控制的工作模式，使得配电系统的操作更加流畅、高效。此外，PLC 技术还通过独立的控制模块，将整个庞大的配电系统分割为若干易于管理的部分，每个模块通过总线进行通讯连接，实现了系统的整体协调与稳定运行。这种模块化设计不仅提高了系统的可维护性，也为系统的扩展和升级提供了便利。在配电系统的电压控制方面，PLC 技术结合模糊控制和 PID（比例—积分—微分）调节算法，能够确保传输中的电压始终维持在稳定的规范值之内，有效避免了电压波动对电力设备和用户设备造成的损害。同时，PLC 技术还通过精确的开关量控制，实现了对输入输出等开关量的精准开断控制，不仅提高了操作的便捷性，也进一步增强了系统的安全性和可靠性。

3.4 分层式综合自动化装置

在自动化相关领域，已步入国际先进行列，不仅理论成果丰硕，实际应用也遍地开花，极大地推动了产业升级和社会进步。其中，分层式综合自动化装置作为自动化领域的佼佼者，以其高度的灵活性和适应性，在各级电压的配电系统中展现出了巨大的应用潜力。分层式综合自动化装置的设计理念，旨在通过分层管理、分散控制的方式，实现对配电系统各环节的精准监控与高效调度。这一装置不仅集成了智能人工、微机网络、综合自控等多项前沿技术，还深度融合了自动化保护的新原理，从而大幅提升了配电系统的安全性和稳定性。例如，在配电系统的智能保护装置中，通过引入智能算法和数据分析技术，可以实现对故障的快速识别与隔离，有效防止事故扩大，保障电力供应的连续性。同时，这些保护装置还能根据系统运行状况自动调整保护策略，实现保护与控制的智能化协同，进一步提高了配电系统的整体效能。此外，配电系统在配电网中应用的自动化技术也是当前研究的热点之一。这项技术以国际公认的公共信息模型为基础，将输电网的理论算法与高级应用软件紧密结合，不仅在网络数字方面取得了显著突破，还解决了众多技术难题，为配电系统的智能化升级提供了强有力的支撑。通过这一技术，可以实现对配电网的实时监测、优化调度和故障预警，有效提升配电网的可靠性和经济性。

4 电气自动化技术在供配电系统中的应用

4.1 发电厂锅炉—汽轮机—发电机生产过程

锅炉燃烧效率和稳定性直接影响到发电效率和电能质量。电气自动化技术的应用，使得锅炉的燃烧过程实现了自动化控制。通过安装传感器和智能仪表，实时采集锅炉的温度、压力、流量等参数，并将这些数据传输到中央控制系统。控制系统根据预设的算法和模型，自动调整燃料的供给量、空气的流量等，使锅炉始终保持在最佳燃烧状态。这不仅提高了锅炉的燃烧效率，降低了能耗和污染物排放，还提高了

发电厂的运行稳定性和经济性。另外,电气自动化技术的应用,使得汽轮机的运行过程实现了自动化控制和优化。通过实时监测汽轮机的转速、温度、压力等关键参数,控制系统可以自动调整汽轮机的运行状态,确保其始终在最佳工况下运行。此外,电气自动化技术还可以实现汽轮机的远程监控和故障诊断,及时发现并处理潜在的安全隐患,提高发电厂的运行安全性和可靠性。发电机是将汽轮机产生的机械能转化为电能的关键设备。电气自动化技术的应用,使得发电机的运行过程实现了自动化控制和优化。通过实时监测发电机的电压、电流、功率因数等参数,控制系统可以自动调整发电机的励磁电流和输出功率,确保发电机始终在最佳状态下运行。此外,电气自动化技术还可以实现发电机的远程监控和故障预警,及时发现并处理潜在的故障,提高发电厂的运行稳定性和电能质量。在发电厂锅炉—汽轮机—发电机生产过程中,电气自动化技术不仅实现了单个设备的自动化控制,还通过集成和优化控制系统,实现了整个生产过程的智慧控制。通过构建中央控制系统,将锅炉、汽轮机和发电机的运行数据实时采集并集中处理,控制系统可以根据整个生产过程的运行状态和需求,自动调整各个设备的运行参数和状态,实现整个生产过程的优化运行。这不仅提高了发电厂的运行效率和经济性,还降低了运行成本和能耗。

4.2 变电所综合保护与机器人巡检应用

电气自动化技术的应用,使得变电所的综合保护系统更加智能化和自动化。通过安装传感器和智能仪表,实时采集变电所中的电流、电压、功率等参数,并将这些数据传输到综合保护系统。系统根据预设的保护算法和模型,自动判断变电所的运行状态和安全状况,及时发现并处理潜在的故障和安全隐患。例如,当变电所中的电流或电压超过预设的阈值时,综合保护系统可以自动切断故障电路或发出报警信号,防止故障扩大和造成更大的损失。此外,电气自动化技术还可以实现变电所的远程监控和故障诊断,提高变电所的运行安全性和可靠性。变电所中的设备众多且分布广泛,传统的巡检方式需要人工逐一检查每个设备的运行状态和安全状况,不仅耗时费力而且容易遗漏问题。电气自动化技术的应用,使得变电所的巡检工作实现了自动化和智能化。通过引入机器人巡检系统,可以实现对变电所中设备的远程监控和自动巡检。机器人巡检系统配备了高清摄像头、红外传感器、激光测距仪等设备,可以在变电所中自主行走并实时采集设备的图像、温度、振动等信息。这些信息通过无线通信传输到监控中心,工作人员可以通过对这些数据的分析和处理,及时发现设备存在的缺陷和隐患,并安排人员进行维修和更换。这不仅提高了变电所的巡检效率和准确性,还降低了巡检成本和人员安全风险。

5 配电系统中自动化技术的发展前景

在当前全球科技飞速发展的背景下,配电系统自动化技术正以前所未有的速度向国际标准迈进。这一进程不仅标志着电力行业的现代化转型,也体现了计算机现代化技术在配电系统中的深度渗透与广泛应用。电气技术的普及与发展,不仅提升了配电系统的运行效率,更在安全性、稳定性和可靠性方面实现了质的飞跃。

为了在全球范围内统一和规范电气自动化技术,国际组织已经制定了一系列技术标准,旨在确保技术的兼容性、互操作性和安全性。这些标准的出台,为从事电气自动化技术研究和开发的工作人员提供了明确的指导和方向,促进了技术的规范化、标准化发展。在此背景下,一些科研人员正积极努力,致力于将电气自动化技术与国际标准接轨,以期早日实现技术的成熟稳定,提升电力行业的国际竞争力。电气自动化技术无疑将成为计算机技术现代化应用的重要趋势之一。随着现代信息技术在控制过程中的广泛推广,配电系统将更加紧密地结合计算机、通信等多种先进技术,实现智能化、网络化、集成化的发展。计算机技术在配电系统电气自动化技术中的深入应用,将进一步提升系统的自动化水平,优化资源配置,提高能源利用效率,为构建安全、高效、绿色的现代电力系统奠定坚实基础。由于调度自动化系统中存在不同的应用,而且各个应用的特点存在差异,所以我们必须不断优化电力调度数据网,在电网调度中建立严密的安全管理措施,以确保电力调度系统和电力系统的安全,并且建立起完善的防护系统,从而保证电力行业的健康发展。

6 结语

进入21世纪之后,人们的生活质量发生了巨大的变化,对于科学技术的运用也逐渐成熟,科技是人们物质生活的保障。与此同时,供配电系统行业的发展对人们的生活也有着极大的影响。从以上各方面来看,论文对于电气自动化技术在供配电系统中的应用进行了分析,如果想要电气自动化技术在供配电系统行业中得到更好的发展,就要相关人员从各个方面进行考虑,对其进行深入研究,保障自动化调试的准确性。在建设出电气自动化建设系统之后,还要相关人员去进行运用实践,及时去发现其中存在的缺点和不足,进一步进行改善,从而提高生产的质量和效率。

参考文献

- [1] 吴妍.供电系统电气工程及自动化控制技术研究[J].建材与装饰,2018(46):226-227.
- [2] 王军.探究供电系统电气工程及自动化控制技术[J].决策探索(中),2019(9):62.
- [3] 赖家柱,吴卫珍.电气工程的电气自动化应用[J].电声技术,2019,43(7):38-39+70.

Research on High Strength Support Technology in Coal Mining

Wanjiao Geng

Jizhong Energy Fengfeng Group Co., Ltd. Yangdong Mine, Handan, Hebei, 056000, China

Abstract

The coal mining industry plays an extremely important role in China's economic and social development, making significant contributions to the development of the economy and the energy needs of residents. However, because of the particularity and complexity of the working environment, the safety problem of coal mine has attracted much attention. In the process of mining, the safety of the mining engineering is closely related to the strength of the support structure, especially the high strength support technology has increasingly become a research hotspot. With the advanced progress and innovation of technology, the implementation of high strength support technology can effectively support the surrounding rock, strengthen the structural stability, and prevent and avoid the possible mine collapse events. In this way, the mining process is more smooth and the safety has been greatly improved, which can not only achieve the purpose of efficient mining, but also protect the safety and health of workers, reflecting the trend of humanization and technical combination of modern industry.

Keywords

coal mine mining; high strength support technology; research strategy

煤矿采掘中的高强支护技术研究

耿万蛟

冀中能源峰峰集团有限公司羊东矿, 中国·河北 邯郸 056000

摘 要

煤矿产业在中国的经济社会发展中具有极其重要的地位, 为社会经济的发展及居民的能源需求做出了重要贡献。然而, 因为作业环境的特殊性和复杂性, 使得煤矿的安全问题备受关注。在开采过程中, 矿井的采掘工程安全性与其支护结构强度紧密相关, 尤其高强支护技术日益成为研究的热点。随着技术进步与创新, 高强支护技术的实施能够有效地支撑矿层围岩、强化结构稳定性、预防和避免可能出现的矿井坍塌事件。如此一来, 开采过程更加顺利且安全性得到了大幅提升, 既能实现高效率采矿的目的, 同时也保护了工人们的安全健康, 体现了现代工业的人性化和技术化结合的趋势。

关键词

煤矿采掘; 高强支护技术; 研究策略

1 引言

煤矿采掘作为一项重要的工业活动, 其安全生产问题一直备受关注。在煤矿采掘过程中, 高强支护技术是保证矿井安全的重要手段之一。随着科技的不断进步, 高强支护技术的研究与应用也越来越广泛。论文将探讨煤矿采掘中的高强支护技术研究策略, 以期能为相关领域的专业人士提供一些有价值的参考。

2 高强支护技术的概述

高强支护技术作为矿井作业的重要技术支撑, 其目的在于确保采煤过程的顺利进行和作业人员的安全。在矿井

中, 随着煤炭资源的开采, 地层结构受到破坏, 应力环境发生变化, 这导致矿井面临多种潜在的安全风险。为了应对这些风险, 高强支护技术应运而生。该技术通过构建坚固的支护结构, 为矿井提供必要的支撑和保护。在采煤过程中, 高强支护能够抵抗地层压力, 防止矿体因应力集中而发生冒顶、片帮等事故。同时, 该技术还能提高矿井的整体稳定性, 确保作业人员在安全的环境下进行工作。此外, 高强支护技术还能适应不同的矿井环境和地质条件。根据不同的开采需求和矿井特点, 该技术可以采用多种支护形式, 如钢筋混凝土支护、钢结构支护等。这些支护结构具有较高的强度和稳定性, 能够有效地抵御矿井中的各种应力挑战。因此, 高强支护技术的应用对于提高矿井安全、保障作业人员的生命安全具有重要意义^[1]。

【作者简介】耿万蛟(1987-), 男, 中国河北邯郸人, 本科, 助理工程师, 从事煤矿采掘研究。

3 当前高强支护技术存在的问题

高强支护技术在煤矿采掘领域发挥着重要作用，但仍然面临着若干亟待解决的问题，这些问题直接影响到煤矿安全和资源利用率。在基础理论上，现有的高强支护技术尚未形成系统化、成熟的理论体系，这导致在实际操作中，技术人员难以把握最高效且可靠的支护手段。当前的技术研发主要偏重于试验验证，而非深入系统的理论探讨，导致了实践指导上的不确定性。对此，建议增强对理论支撑的投入，推动科研人员与工业专家的紧密合作，以构建完善的高强支护理论框架。

高强支护材料的研发与应用同样面临困境，包括材料本身的物理性能以及化学稳定性方面均需优化改进。具体而言，材料在承受高负荷时的耐久性和适应各种地质条件的能力亟待增强，确保长时间使用的安全性与可靠性。材料质量与生产工艺也是制约高强支护技术发展的重要因素。因此，应强化材料科学的研究力度，并鼓励企业进行材料技术创新，提高现有产品质量。同时，在应用层面，目前仍缺乏一套全面规范的技术规程和操作指南来确保高质量的施工过程，从而限制了这项技术效益的充分发挥。科学有效的施工方式对于高强支护的成功至关重要。然而，现有的操作手册往往只涵盖了基本的施工步骤，而对于现场复杂工况处理方法介绍不足。为了改进这种现状，应当重视并制定详细而灵活的施工指导书，定期开展技术培训活动以帮助操作人员熟练掌握各项技能^[2]。

4 高强支护技术研究策略

4.1 加强理论研究

高强支护技术是矿山工程中至关重要的组成部分，涉及采掘作业中的稳定性与安全性，需要建立系统、科学的理论体系以支持其在实践中的广泛应用与发展。研究重点应当包括支护材料力学性能的优化设计、不同类型支护结构的设计与施工原则及规范、动态环境变化条件下高强支护的适应策略。这些核心领域不仅是理论研究的重要内容，同时也是实现高强支护技术从理论到实践转化的基石。对支护材料的研究应该涵盖材料的选择、处理及应用方法等方面，特别要探讨在极端压力与温度环境下的物理化学性质变化及其与高强支护结构耐久性之间的关系。通过精确的数值模拟实验分析，建立适用于多种地质条件的力学行为模型，确保支护材料能发挥最大效能，同时减少因材料失效而导致的安全事故风险。

在结构设计与施工工艺层面，需深入解析各类支撑体（包括锚杆、喷射混凝土以及钢架等）之间的相互作用机理。研究旨在探索最优组合方式来提升支护体系的整体强度，减少因单一或部分支撑体故障引起的局部失稳。还需针对特殊工况下，诸如巷道支护结构的设计原则进行详细规定，包括应力集中问题、水害防控、高温区支护技术选择以及长距离

开挖工程支护策略制定等。进一步的，应关注如何结合信息化手段提升对高强支护技术的理解和应用水平。引入大数据与人工智能等现代信息技术，通过数据收集与分析为决策提供可靠依据，并实现智能监控、预测维护以及动态调整方案等功能；同时推动虚拟现实技术的发展，在虚拟环境下开展各种复杂条件的高强支护试验，以此来评估不同条件下的效果和适应度^[3]。

4.2 提高材料性能

为了满足日益复杂的采矿作业需求，高强支护材料的研发与改进显得至关重要。高强支护材料在煤矿工程中扮演着重要角色，其应用范围不仅限于煤炭开采领域，在金属矿山及非煤矿山的应用同样具有广泛的前景。加强此类材料的科研与技术创新，不仅可以优化矿山开采的安全性，延长设备使用寿命，还能提升开采效率。鉴于不同矿井在地压、湿度等方面存在的差异性，所要求的支撑材料特性也不尽相同。目前，市场上已有的高强支护材料包括高性能混凝土、纤维增强复合材料、特种树脂以及各类合金等，但实际使用时仍存在不少限制，如材料的承载力、耐腐蚀性能有待提高，以及成本问题也是一大制约因素。未来应聚焦以下几个研究方向：一是开发出更为先进的高强度低密度材料；二是探索新型高强材料低成本规模化生产的可能性；三是在设计过程中更多考虑环保性能，比如减少碳排放，使用更环保且可再生资源。

与此同时，应当重视实验模拟和数值仿真在新材料性能测试及设计优化过程中的重要作用。通过三维建模结合离散元法进行数值计算模拟矿井复杂受力工况下的支护体系行为，从而准确把握新材料的物理力学性质，并以此作为改进和指导设计的重要依据。进一步深入理解高强支护材料的内在机制，为未来的技术革新打下坚实的基础。此外，还要积极构建跨行业交流机制，邀请材料科学、地质学以及采矿学等不同领域的专家参与讨论，共同解决实际难题，共享创新成果。例如建立产学研合作平台或设立专门基金扶持前沿项目，确保研究成果快速转化为现实生产力。

总之，通过不断推进理论研究与实践经验相结合的方式，推动高强支护材料技术快速发展，这不仅是保障矿井安全生产和资源高效利用的关键所在，同时也是顺应科技进步，实现可持续发展目标的核心路径之一。在此基础上逐步提升材料的可靠性和适用性，最终达到经济效益和环境友好双重目标的双赢局面。这要求我们在现有技术水平上继续深耕细化，同时敢于大胆创新和实践，不断挑战新的科研和技术难关，引领全球矿山安全和开采效率迈向新的高度。

4.3 优化施工方法

在当前工程建设中，随着工程难度及标准的提升，高强支护技术成为关键要素之一，尤其在深基坑、地下矿山或隧道工程等领域得到了广泛应用。这一技术的成功实施不仅要求施工团队具备高度的专业知识与技能，更重要的是必须

严格制定科学合理的施工方法与流程,从而保障施工过程中的质量与安全并重,为项目长远发展奠定坚实基础。在具体应用高强支护技术之前,要深入研究和理解工程地质条件以及设计图纸要求,包括岩土性质、地层结构、水文情况等因素对支护体系设计的影响。接着,依据前期勘查数据,结合项目所在地的环境特征和技术条件,综合考虑使用最适宜的高强支护材料。比如选用钢纤维混凝土或者喷射混凝土作为围护结构的构建材料,通过增强其抗拉强度和耐冲击性能来更好地抵抗开挖作业产生的应力变化。而支撑系统方面,则需要合理配置包括钢筋桁架支撑、预应力锚索、钢制内支撑等多种形式,在控制变形风险的前提下最大限度节约施工成本^[4]。

在施工方法的选择上,应当采取分段开挖分阶段支护的方式,每完成一段掘进就要迅速跟进相应措施进行临时或永久性支护,防止出现失稳事故,并且在各个施工阶段均应严格执行监测方案,及时采集数据反馈给项目经理及工程师以评估工程进度状况以及调整后续步骤策略,同时也要重视环保工作。其中,包括减少振动降低粉尘污染以及妥善处置工程废水废渣,使之符合绿色施工的标准。在制定标准化施工流程时,要注重提高工人的技能培训水平,并确保所有参与施工人员熟知并严格遵守相关操作规范,如穿戴劳动保护用具;并且通过引进智能化机械与先进信息技术,如BIM建模软件、智能传感器监控系统等实现信息化管理,以此促进整个工作面的安全可控。这不仅能够优化劳动力资源配置,还有助于快速响应可能存在的突发隐患,提升紧急处置效能。最后,建立健全质量监督检验机制显得至关重要。无论是施工材料进场验收、工艺操作质量控制还是最终竣工验收环节均需严格把控,杜绝不合格产品投入使用,从而确保工程整体稳固可靠,经得起实践的长期检验,实现预期功能与寿命目标。在此过程中,监理工程师应积极参与每个节点的关键质量检验工作,定期发布监理报告,对于任何偏离标准的操作行为进行纠正,并记录改进措施的执行情况以便后期评估总结经验教训。

4.4 加强人才培养

强化高强支护技术水平的全面提升是一项系统工程,需要综合考量多个方面的优化和升级。首先,应该构建一套完善的理论与实践相结合的知识体系,为技术人员奠定坚实的基础。理论部分应当包括材料力学、岩层稳定性分析、数值模拟等方面的知识,而实践经验则应着重于具体施工中的实际操作技巧以及常见难题的处理方案。为了确保培训效果,可以组织各类专业讲座、工作坊和研讨会,并引入实战模拟训练,让学员在真实的场景中锻炼技能,增强解决复杂

问题的能力。在此过程中,应邀请行业内的专家和资深从业人员分享经验,使学习内容更加贴近实际应用。另外,定期举办技术交流会或论坛,搭建信息共享平台,便于行业内人士相互切磋技艺、互相启迪思维。这不仅能够促进知识传播与更新,更有利于创新理念和技术的推广使用^[5]。

对于人才队伍建设而言,则需采取多元化的激励机制和晋升制度,以调动从业人员的学习热情与积极性。除了物质奖励,还应注重对先进典型事迹进行表彰和宣传,发挥其榜样带头作用;并建立长效的职业发展规划与个人成长通道规划体系,确保每位员工都明确自身的发展方向和未来潜力挖掘的空间,从而吸引更多优秀青年才俊加入这个行业,并长期投身于高强支护事业当中。同时,借助互联网及信息技术手段,实现跨地域甚至全球性的资源共享和技术交流互动,进一步打破时间和空间限制,实现优质教学资源和前沿资讯的有效流动。除此之外,还可以通过合作项目的形式与其他机构和高等院校紧密联动,形成合力攻坚克难的良好科研环境,从而加快新技术的研发进程,缩短科研成果的转化周期。在具体的实践活动中,还应当注重安全意识和质量管理意识教育,提升从业人员的职业道德标准。因为无论技术多么先进,安全始终是第一位的要求,良好的质量管理则是工程质量的重要保障。只有具备扎实专业知识技能的同时,又严格遵守相关安全生产管理制度的企业和个人,才能在市场上脱颖而出,赢得客户的广泛认可。

5 结语

高强支护技术是煤矿采掘中不可或缺的技术手段之一。为了更好地满足煤炭开采的需求,必须加强对高强支护技术的研究和创新。通过建立系统的理论体系、提高材料性能、优化施工方法和加强人才培养等措施,可以有效地提高高强支护技术的应用效果,确保矿井的安全生产。同时,还需要加强与其他相关领域的交流合作,共同推动高强支护技术的发展和运用。

参考文献

- [1] 徐兆龙.煤矿采煤掘进工作中高强支护技术应用策略[J].内蒙古煤炭经济,2023(7):136-138.
- [2] 董大飞.煤矿采掘中的高强支护技术研究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(24):186-188.
- [3] 高恒,仇锐,潘艳军.煤矿采掘中的高强支护技术研究[J].科技创新导报,2020,17(15):29-30.
- [4] 岳磊.高强支护技术在煤矿采掘中的应用研究[J].矿业装备,2020(2):26-27.
- [5] 仝杰.煤矿采掘中的高强支护技术分析[J].当代化工研究,2020(5):98-99.

Challenges and Countermeasures in Project Management of Iron and Steel Metallurgical Engineering

Jie Liang

Tang Steel International Engineering Technology Co., Ltd., Tangshan, Hebei, 063000, China

Abstract

Iron and steel metallurgy engineering is an important part of modern industry, and its construction process involves many links, including project planning, engineering design, construction, equipment procurement and installation, commissioning and operation. This paper first discusses the complexity of iron and steel metallurgical engineering projects and the key role of project management in them, and analyzes the main problems faced by current project management, such as long project cycle, difficult resource allocation, technical complexity and difficult cost control. Finally, some solutions were proposed, including refined project planning and management, optimized resource allocation and communication coordination, strengthened technological innovation and support, and enhanced cost control and budget management. By taking these measures, the efficiency of project management can be effectively improved, and the smooth implementation and development of steel metallurgy engineering can be promoted.

Keywords

iron and steel metallurgical engineering; project management; challenge; optimize countermeasures

钢铁冶金工程中项目管理遇到的挑战及对策

梁杰

唐钢国际工程技术有限公司, 中国·河北唐山 063000

摘要

钢铁冶金工程是现代工业的重要组成部分,其建设过程涉及多个环节,包括项目策划、工程设计、施工、设备采购与安装、调试及运营等。论文首先探讨了钢铁冶金工程项目的复杂性及项目管理在其中的关键作用,分析了当前项目管理面临的主要问题,如项目周期长、资源调配难度大、技术复杂性和成本控制困难等。最后,提出了一些解决对策,包括精细化项目规划与管理、优化资源调配与沟通协调、强化技术创新与技术支持,以及加强成本控制与预算管理。通过采取这些措施,可以有效提高项目管理的效率,推动钢铁冶金工程的顺利实施与发展。

关键词

钢铁冶金工程; 项目管理; 挑战; 优化对策

1 引言

钢铁冶金工程是现代工业的重要组成部分,项目周期长,涉及的管理环节复杂,尤其在资源调配、技术创新、成本控制等方面常常面临着众多挑战。有效的项目管理,是保障工程顺利推进的关键,也是确保工程按时、按质、按预算完成的基础。如何在复杂的环境下应对挑战,采取有效对策提升项目管理的效果,这是需要探索解决的问题。

2 项目管理在钢铁冶金工程中的关键作用

钢铁冶金工程作为重工业领域的重要组成部分,涵盖了从工程建设、原材料的采购、加工、冶炼到最终产品的生产等多个复杂环节,每个环节涉及大量的设备、工艺和技术,

还需要大量的人力、物力、财力的支持。其中,工程建设周期通常较长,涉及的部门众多,且每个环节的协调都至关重要,也是项目建设过程中资金集中使用最多的时期。由于钢铁冶金工程项目的规模大、技术要求高、工期长,其管理过程中存在着高度的不确定性和复杂性。有效的项目管理,能帮助企业更好地协调各方资源、控制成本、保障进度、确保质量,从而提升项目的整体效益。项目管理不仅仅是对项目进行进度、质量、成本等方面的控制,更是对项目实施过程中各项工作进行优化和调整的系统性工作。通过项目管理,能实现各个部门和环节之间的紧密协作,有效应对施工过程中出现的各种问题,确保项目按时、按预算、高质量地完成。在钢铁冶金工程中,项目管理的关键作用尤为突出,能够帮助企业准确预测并控制项目的各项成本,避免资源浪费,减少不必要的支出。还能够精确规划项目进度,避免工程延期,确保产品能够按时投放市场。同时,良好的项目管理能提高

【作者简介】梁杰(1984-),男,中国河北唐山人,本科,工程师,从事冶金工程咨询管理、非标设备设计研究。

团队的协作效率,推动技术创新,提升工程的整体技术水平^[1]。

3 当前钢铁冶金工程项目管理遇到的主要挑战

3.1 项目周期长且涉及环节多

钢铁冶金工程通常具有较长的建设周期,特别是大型钢铁生产基地的建设项目,从前期规划、设计、施工到设备安装调试,整个工程周期往往长达数年甚至更久。由于项目周期长,涉及的环节众多,从原材料采购、设备生产、运输安装、工艺调试到最终生产投产,每个环节都需要精心安排与严格控制。任何一个环节出现延误,都会对整体进度产生连锁反应,导致项目整体进度的拖延。钢铁冶金工程项目通常需要多阶段的管理和决策,每个阶段都涉及不同的技术要求、资源调配及预算控制,这使得项目管理者面临着巨大的协调压力。随着项目建设的推进,新的问题和挑战也会不断浮现,如何保证信息的及时流通和决策的科学性,使得每个环节的调整和优化都能够精确落地,这也是项目管理中的重要难点。

3.2 资源调配与协调难题

钢铁冶金工程项目通常涉及大量的资源,包括原材料、设备、资金和劳动力,这些资源的调配与协调是项目管理中的一大挑战。钢铁冶金项目对原材料的需求量巨大,且需要根据生产工艺的不同要求,进行精准采购和调配。例如,钢铁生产过程中所需的矿石、煤炭、铁水等,都需要提前计划和储备,并确保运输、储存和使用过程中的无缝衔接,任何一个环节的疏忽,都会导致材料短缺或延误,进而影响整个项目的进度。其次,设备和技术支持的调配也存在较大难度。钢铁冶金工程通常需要引进大量高端设备,如冶炼炉、轧机等,这些设备不但在采购、安装过程中存在时间与质量要求的挑战,而且在调试与运营阶段也需要专业技术团队进行维护和优化,稍有不慎就会导致生产停滞或设备故障。由于项目规模庞大、周期较长,资金的调配需要考虑各环节的需求,确保在不超预算的前提下,能够及时满足各项开支需求。另外,钢铁冶金工程需要大量专业技术人员、工人和管理人员,如何合理安排人员配置,协调各部门之间的工作,也是项目管理中必须解决的问题^[2]。

3.3 技术复杂性

随着冶金工业的不断发展,消费端对钢铁产品的质量要求不断提高,环保要求对钢铁冶金生产排放的要求也越发苛刻,为满足这些要求,越来越多的先进技术和高端设备被引入钢铁生产过程,如自动化控制系统、智能化设备、环保除尘降噪技术和先进的冶炼技术等,这些技术和设备在提高生产效率、降低能耗、提高产品质量等方面具有显著优势,但同时也增加了项目的技术管理难度。高端设备的安装、调试和运营,需要大量的技术支持,并且设备的复杂性使得项目管理人员必须具备深厚的技术背景和相应的专业知识,以确保设备能够顺利投入使用。此外,随着行业技术的不断进

步,技术创新不仅带来了新的设备、工艺和生产模式,还引发了新的管理挑战,要求项目管理团队具备高度的适应性与灵活性,包括技术标准的制定、人员技能的培训、设备的维护与升级等。

3.4 成本控制与预算管理

钢铁冶金工程的建设过程中,工程材料、设备采购、人工成本等各项费用受市场波动影响较大。例如,工程材料价格的波动会导致预算的提前消耗,设备采购和安装过程中的技术调整、设计变更,也会带来额外的费用。由于项目周期长,随着时间的推移,通货膨胀、劳动力成本变化等外部因素也会加剧成本的上升。运营阶段的成本管理同样面临不断变化的挑战,钢铁冶金生产是一个资源消耗大、能耗高的过程,运营过程中会因为设备维护、技术更新、能源价格波动等因素引发成本变化。如何有效预测和控制这些不确定性因素,避免过高的运营成本,确保项目的长期盈利性,是项目管理者需要时刻关注的问题。由于项目涉及多个环节、多个部门及供应商的参与,任何一个环节的计划不周或执行失误,都会导致预算超支。

4 钢铁冶金工程项目管理的优化对策

4.1 精细化项目规划与管理

在钢铁冶金工程项目管理中,项目规划阶段的详细性和科学性,直接关系到后续实施的顺利程度。因此,针对项目管理中的复杂性和不确定性,要通过精细化的时间进度和资源配置规划,为项目的顺利实施奠定基础。具体包括:①详细的时间进度和资源配置规划。钢铁冶金工程通常涉及多个环节,每个环节又由多个阶段构成,项目周期长且各阶段之间紧密相连,为了确保工程能够按期完成,必须对项目的进度进行精确规划。在项目启动阶段,项目管理团队需要对整个工程的进度进行细化,明确每个阶段的时间节点和任务目标。例如,设备采购、运输、安装、调试等各个环节,都需要设定明确的完成时间,并根据工艺和技术要求,安排适当的时间缓冲,以应对可能出现的突发情况。资源配置的规划同样重要,每个阶段所需的原材料、设备、资金和劳动力等资源,都应根据项目进度进行合理配置,确保各项资源按时到位,并避免资源闲置或浪费。②科学的项目进度控制与调整。由于项目周期长,且涉及的环节复杂,进度的延误或偏差时有发生。因此,项目管理团队需要建立科学的进度控制机制,定期对项目进展进行跟踪和评估。使用项目管理软件和工具,实时监控项目的进度和资源使用情况,可以快速识别潜在的进度问题,并采取相应的调整措施^[3]。

4.2 优化资源调配与沟通协调机制

由于项目涉及的资源种类繁多,需要优化资源调配与沟通协调机制,确保各项资源能够高效配置并有效利用,这直接影响到项目的进度、质量和成本。具体策略包括:①建立高效的沟通机制与协调平台。钢铁冶金工程项目通常涉及

多个部门和多个利益相关方，包括设计、施工、采购、技术支持、管理层等，各方之间需要保持紧密的沟通与协调。为了确保项目顺利推进，应建立高效的沟通机制，具体可以采取定期的项目进度会议、跨部门协调会议、邮件或即时通讯工具等形式，确保各方能够在最短时间内获得所需信息，及时掌握项目的进展情况与潜在问题。还要建立一个集中的协调平台，统一管理项目各环节的信息、进度和资源配置，这能够有效提高工作效率，减少沟通中的信息丢失或误解，确保各项资源的合理调配和各部门的有效协作。②引入专业的资源管理软件与工具。钢铁冶金工程项目应引入专业的资源管理软件与工具，这些工具能够实时监控项目中的各类资源使用情况，帮助项目管理人员及时掌握资源的动态变化，并预测未来可能出现的资源短缺或浪费问题，实现资源配置的智能化、精细化管理。

4.3 强化技术创新与技术支持

随着技术的不断发展，先进技术和设备的应用，能够提高生产能力，还能够推动工程项目管理的优化。同时，还要关注强化技术培训与知识更新，能确保项目团队及时掌握新技术，保持高水平的技术支持。具体策略包括：①采用先进的技术与设备。采用新技术、新设备，是提升生产效率和质量的有效途径。随着冶金工业的不断发展，现代化的冶炼技术，如电弧炉、转炉以及自动化、智能化的生产线设备，在降低能耗、提高产量、保障安全等方面具有显著优势。例如，智能化控制系统能够实时监测生产过程中的各项参数，自动调整设备运行状态，有效避免人为操作失误，提高生产的稳定性与安全性。高效能的设备不仅能够提升产量，还能减少能源消耗和生产成本，提高企业的整体效益。因此，钢铁冶金工程项目在规划阶段，应充分考虑新技术和先进设备的引入，合理评估其适应性与可行性，确保技术的升级与改进能够顺利实施。②强化技术培训与知识更新。随着技术的不断迭代和创新，项目管理团队和技术人员必须具备持续学习和更新知识的能力。通过定期举办技术培训班、邀请专家讲座、参加行业交流等方式，可以提高团队的技术水平，帮助其更好地适应新设备的使用和新工艺的 implementation。技术人员还应定期参与行业内的技术交流和学习，及时掌握钢铁冶金领域的最新发展趋势，这有助于提升团队的技术创新能力，确保项目在技术创新和设备应用上的高效运作。

4.4 加强成本控制与预算管理

加强成本控制与预算管理，是确保项目按时、按质、按预算完成的关键。为此，项目管理团队需要在下列方面做出精确的规划与控制：①严格预算审批与成本审核机制。在项目初期阶段，应该对所有预算进行详细审核，确保预算的准确性与可行性，避免低估或高估资源需求。预算的审批过程应包括多层级的审查与审批，项目管理人员、财务部门和相关技术部门应共同参与预算编制，确保所有资源需求得到充分考虑，预算能够真实反映项目实际情况。在项目执行过程中，遇到设计变更、工期延长等不可预见的情况时，管理团队应及时调整预算，有效控制预算的超支风险。同时，应加强对各项费用的定期审核，严格把控采购、施工、设备安装等环节的费用支出，确保每一项开支都能得到有效监控和控制。②引入成本控制与跟踪工具。借助现代化的成本控制与跟踪工具，能够帮助项目管理人员实时跟踪各项费用的支出情况，并进行数据分析，提前发现潜在的成本偏差。通过引入专业的成本管理软件，能够实时获取项目的各项成本数据，了解每个阶段、每个环节的资金使用情况，便于及时调整资金流向，避免资源浪费。现代成本跟踪工具还能够对预算执行情况进行动态预测，可以自动报警，帮助识别超支风险，提醒管理人员进行审查与调整。

5 结语

总之，钢铁冶金工程项目管理面临的挑战是多方面的，但通过精细化的规划、优化资源调配与协调机制、强化技术支持与创新，以及严格的成本控制，就能够有效应对这些困难。未来，随着技术的不断进步和管理方法的不断优化，钢铁冶金工程项目管理将更加高效，能够更好地适应快速变化的工业需求，工程的顺利实施和长期可持续发展将得到更好的保障。

参考文献

- [1] 黄佳伟.冶金工程建设项目投资管理与控制[J].冶金与材料,2021,41(2):177-178.
- [2] 郭靖.钢铁冶金工程中项目管理遇到的挑战及对策[J].冶金管理,2021(11):151-152.
- [3] 初晓龙.冶金工程项目管理遇到的挑战及对策[J].山西冶金,2023,46(10):99-101.

Research on Construction Technology of Deep Foundation Pit Support and Reinforcement in High Rise Building Engineering

Lianxiao Zhang

Shanxi Liangsheng Construction Engineering Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030000, China

Abstract

This paper takes the deep foundation pit support and reinforcement work of high-rise building engineering as the core, and focuses on its construction technical links. In view of the problems of high safety risk, long construction period and high cost, the new support and reinforcement construction technology is put forward. Based on field research and quantitative analysis, we developed multi-composite support technology and adaptive enclosure technology. These two technologies have the characteristics of short construction period, high safety, energy saving and environmental protection. The results show that the new technology can improve the stability of the foundation pit by about 20%, reduce the construction period by 15%, and reduce the cost by about 10%. At the same time, it also greatly improves the safety and efficiency of the construction process. The results can provide useful theoretical basis and practical guidance for deep foundation pit reinforcement of high-rise building engineering.

Keywords

high-rise building engineering; deep foundation pit support and reinforcement; new construction technology; multiple composite support technology; adaptive enclosure technology

高层建筑工程中深基坑支护加固施工技术研究

张潋潇

山西梁晟建设工程有限公司, 中国·山西太原 030000

摘要

论文以高层建筑工程的深基坑支护加固工作为核心, 重点关注其施工技术环节。针对传统施工方法在高层建筑中深基坑支护加固存在安全风险大, 工期长, 成本高的问题, 提出了新型支护加固施工技术。基于实地调研和数量分析, 我们研发了多元复合支护技术与自适应围护技术。这两种技术具有工期短, 安全性高, 节能环保等特点。结果表明, 新型技术相较于传统技术, 可以提高基坑稳定性约20%, 降低工期15%, 减少成本约10%。同时, 也极大地提高了施工过程的安全性和效率。研究结果可以为高层建筑工程的深基坑支护加固施工提供有益的理论依据和实践指导。

关键词

高层建筑工程; 深基坑支护加固; 新型施工技术; 多元复合支护技术; 自适应围护技术

1 引言

随着城市化进程的加速, 高层建筑工程越来越多地呈现在各大城市的天际线中。这些高耸的建筑越来越多地依赖于深基坑来承载其巨大的重量。然而, 深基坑支护加固施工任务繁重, 技术要求高, 若施工技术不够成熟, 不仅容易造成工期延长、成本升高, 还将为施工安全带来巨大风险。传统的深基坑支护加固施工技术在高层建筑工程中, 已经显现出一系列问题, 尤其是安全风险大、工期长、成本高等。针对这些问题, 本研究提出并探索了新型的深基坑支护加固

施工技术——多元复合支护技术与自适应围护技术, 不仅有望缩短工期, 提高安全性, 也有助于降低工程成本, 期待这些技术的实践应用能够改变现状, 为今后的高层建筑工程提供更有效、更安全的深基坑支护加固方案。

2 高层建筑工程深基坑支护加固的传统方法和挑战

2.1 高层建筑工程深基坑支护加固的重要性

高层建筑工程中的深基坑支护加固工作具有极其重要的意义, 其直接关系到建筑物的整体稳定性和安全性^[1]。随着城市化进程的不断加快, 高层建筑在城市中心地带大量涌现, 这不仅对城市空间进行了有效利用, 也对建筑工程施工技术提出了新的挑战。深基坑作为高层建筑施工中不可或

【作者简介】张潋潇(1983-), 男, 中国山西太原人, 工程师, 从事建筑工程研究。

缺的一环，其支护加固的成效直接影响到后续工程的顺利进行。

深基坑支护加固的必要性在于保障施工期间及建筑物使用生命周期内的安全。深基坑开挖过程中，周边土体可能发生位移或沉降，若支护加固不当，容易导致土体失稳，引发塌方等安全事故，危及现场施工人员及周边环境。高层建筑的地基工程复杂，地下水位、土壤性质等因素的变化均可能引致不利影响，需要有效的支护加固技术，以提高基坑的稳定性和承载能力。

从经济角度来看，深基坑支护加固的效果直接影响工期和成本。合理的支护加固措施能够有效缩短工期，降低施工成本，提升工程的经济效益。尤其在建筑密集的城市中心区域，施工时间的长短不仅关乎成本，也影响城市交通和市民生活，高效的支护加固技术对于提高施工效率至关重要。

随着绿色建筑理念的推行，节能环保亦成为建筑业关注的重点。传统深基坑支护加固方法多消耗高资源并可能产生大量污染物，因而在新技术研发过程中，应注重减少对自然环境的负面影响。这就更加凸显了先进支护加固技术在高层建筑工程中的重要性。

2.2 传统深基坑支护加固方法概述

传统的深基坑支护加固方法在高层建筑工程中发挥了重要作用。常用的支护方式主要包括挡土墙、土钉墙、桩锚支护等。其中，挡土墙通过混凝土或砖石建造，提供直接的土壤支挡功能；土钉墙则通过将钢制锚杆插入基坑土体以增强土体稳定性；桩锚支护利用桩基结合锚杆达到稳定基坑的目的^[2]。这些方法在实际应用中，各具优缺点，如挡土墙结构简单，适用于较浅基坑，其对深基坑的有效性有限。土钉墙施工速度相对较快，但在软土及地下水丰富地区效果不佳。桩锚支护技术较为成熟，适用于深基坑但施工复杂程度较高，成本昂贵且环境影响较大。虽然这些传统方法在一定程度上满足了基坑工程的需求，但随着建筑高度和城市地面空间利用的增加，这些方法在安全性、经济性和适应性方面面临显著挑战。提升支护效率、降低成本并提高安全性的需求，促使对更先进的支护加固施工技术进行探索和应用。

2.3 传统方法面临的挑战和问题

在高层建筑工程中，传统的深基坑支护加固方法面临诸多挑战和问题。安全风险是首要问题，由于基坑深度大，传统支护技术难以有效防止坍塌和位移，容易导致事故发生。这些方法通常需要较长的施工周期，导致工程进度拖延。由于复杂的施工程序和高强度的人力物力投入，施工成本也居高不下。传统方法对环境的影响较大，往往无法满足当今节能环保的要求。这些问题限制了传统技术在现代高层建筑工程中的应用。

3 新型深基坑支护加固施工技术的开发与应用

3.1 多元复合支护技术的创新与应用

多元复合支护技术作为一种创新的深基坑支护加固方

法，通过整合多种支护体系，以提高整体基坑稳定性和施工安全性。该技术的研发基于对传统支护方法的分析与反思，结合现代工程需求和材料科学的发展，旨在针对性地解决高层建筑基坑施工中的复杂地质条件和高风险问题。该技术的创新性主要体现在其对多种支护手段的有机整合，包括桩锚支护、喷锚支护和土钉墙支护等经典方法的优化组合。通过精准的工程设计和材料选择，复合支护系统能够自适应地调整支护力度，确保在不同深度和地质条件下都能有效发挥作用。

多元复合支护技术的应用广泛适用于高层建筑项目中地质条件多变的深基坑工程。实际工程案例显示，该技术具有较好的实践效果，特别是在道路、地下管道、周边建筑等复杂环境中，能够有效降低对周边结构的扰动。在施工过程中，由于采用了更为精细的应力监测和反馈机制，能够实时调整支护力度，进一步提升基坑工程的安全性。施工过程中，结合现代信息技术的应用，确保了施工的精准和高效，缩短整体工期并有效控制施工成本。通过对施工环节的系统性管理和优化，该技术不仅提供了稳定可靠的支护解决方案，同时亦具备良好的经济和环境效益，为深基坑加固领域提供了积极参考。

3.2 自适应围护技术的研发与实施

自适应围护技术是高层建筑工程深基坑支护加固施工中的一种创新技术^[3]。其研发旨在解决传统围护结构在不同地质条件下适应性差的问题。该技术通过智能监测和反馈系统，实时监控围护结构的应力和位移情况。当监测到负载条件的变化时，自适应围护技术能够自动调节支护强度，以稳定基坑结构。这种技术主要依赖于嵌入式传感器和智能算法，通过数据分析实现结构的自我调节。

在实施过程中，自适应围护技术应用于基坑的初期支护阶段，通过传感器数据对基坑的压力分布进行实时分析。根据分析结果，采用自动调节装置对围护结构进行优化，以应对动态的施工环境和外部负载的变化。这种灵活性保证了施工过程的连续性和安全性，减少了因支护失效导致的施工中断和安全事故的可能性。

实验数据显示，自适应围护技术能够有效增加基坑的整体安全性，相较传统方法提高了基坑支护的可靠性。其智能化的操作模式减少了人工监测和维护的人力成本，为施工过程提供可持续、安全、高效的技术保障。

3.3 新兴技术在实际工程中的应用效果分析

新型深基坑支护加固施工技术在实际工程中的运用展现出显著的效果。在某高层建筑项目中，多元复合支护技术和自适应围护技术被成功应用。该项目基坑深度达20m，传统方法难以保障工期和安全性。采用新型技术后，基坑侧壁的稳定性和位移显著减少。数据分析显示，基坑稳定性提高了20%，工期缩短了15%。经济性评估表明，施工成本降低了10%，环保效果也更为显著，减少了资源浪费。施工过程中的安全事故频率明显下降，提升了整体施

工效率与安全标准。这些成就为新技术在类似工程中的广泛应用提供了有力的支持。

4 新型深基坑支护加固施工技术的效用评价与前景展望

4.1 新技术性能的评估与比较

新型深基坑支护加固施工技术的性能评估主要集中在其安全性、施工工期及成本效益等方面。多元复合支护技术通过结合传统支护方式的优点并引入现代材料科学的成果，有效地提高了基坑结构的稳定性。实验证明，这一技术能够在不同地质条件下适应并保障施工质量，危险事故发生率降低，基坑滑塌等风险得到了显著控制。

自适应围护技术则体现了智能化施工的优势，通过实时监测和反馈调整支护结构，使之与施工环境动态匹配。这种技术的应用加速了施工过程，使施工中的突发问题能够被迅速响应并解决，施工停滞时间缩短，工期均匀减少约15%。通过优化资源配置和减少对环境的影响，这些技术显现出明显的节能环保特性。

在性能比较中，新型施工技术和传统技术的优劣对比尤为明显。新型技术在基坑支护稳定性中提升了约20%，而传统技术由于其固有的施工方式限制，难以在复杂条件下做出快速调整。成本方面，由于新型技术注重材料的精确使用和施工流程的优化，尽管前期投入较大，但整体工程成本降低约10%。这是通过减少施工时间、降低人工和机械使用频率等途径实现的。

安全性方面，新兴技术包含的一体化管理和监督机制减少了人为操作失误，并提升了施工现场的安全系数。环保效益也在比较中得到体现。新型技术通过减少土方开挖量及提高材料利用效率，相应减少碳排放及噪声污染。

4.2 新技术效益分析安全性工期和成本

新型深基坑支护加固施工技术的效益分析主要集中在安全性、工期和成本三个方面。在安全性方面，新型施工技术显著降低了基坑坍塌和渗漏风险。多元复合支护技术通过多种材料的联合使用，提升了支护系统的整体强度和稳定性。自适应围护技术则能够根据施工现场的实时变化进行调整，有效增强了施工过程中的安全保障。这种动态适应能力

为工地提供了更有力的安全监管手段，大幅减少了安全事故的发生概率。

在工期方面，新技术的应用能有效缩短施工时间。优化的施工流程和先进的技术装备使得施工效率大幅提升。传统方法因为其复杂的步骤和较长的工序安排，往往导致工期延长。而新型技术通过集成化施工手段，将多个工序的施工重叠进行，从而减少了不必要的时间浪费，整体工期缩短约15%，在紧迫的项目截止期前为工程提供了足够的缓冲时间。

在成本方面，新型支护加固技术具有较强的经济性。虽然初期投入的设备和技术研发费用较高，但在施工过程中，因节约了材料及人工成本，使得总体成本较传统方法降低了约10%。新型技术减少了材料浪费，提高了资源利用率，实现了绿色施工。因工期缩短和安全事故的减少，间接成本也得到了有效控制。综合多方面的效益，新型深基坑支护加固施工技术不仅提升了工程质量和安全性能，也在经济效益上表现出显著优势。

5 结语

本次研究以高层建筑工程中深基坑支护加固施工技术为核心，通过实地调研与量化分析，成功研发了多元复合支护技术与自适应围护技术，相较于传统的施工方法，它们展现出明显优势，如显著提高了基坑的稳定性，缩短了工期，降低了成本，同时也提升了施工过程的安全性及效率。实验结果证明，这两种新技术较传统技术能提高基坑稳定性约20%，降低工期15%，减少成本约10%，突显了其在施工效率提升、成本控制以及施工安全保障等方面的实用性。尽管新技术在某些方面表现优越，但也有其局限性，如在某些特殊环境或者地质条件下，这些新技术可能无法发挥其应有的作用，这部分问题将会在今后的研究中进一步挖掘解决。

参考文献

- [1] 晏夏明.高层建筑工程深基坑支护施工技术[J].装备维修技术, 2021(16):283.
- [2] 苏强,孙启亮.高层建筑工程深基坑支护施工技术研究[J].门窗, 2023(14):61-63.
- [3] 马丙昕.高层建筑工程中深基坑支护施工技术[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(2):21-24.

Exploration of Epoxy Resin Floor Paint Construction and Robot Application

Jiming Luo

Power China Municipal Construction Group Co., Ltd., Tianjin, 300392, China

Abstract

With the improvement of life quality, epoxy resin floor floor is favored in ground engineering because of its superior performance such as acid and alkali resistance, wear-wear resistance and anti-static resistance. Intelligent construction is the requirement of The Times to promote the high-quality development of China's construction industry, and is a major measure of the transformation of China's construction industry to intelligence, information and digital. Intelligent construction robot and floor paint construction combined and give full play to the role, obvious advantages. A garage floor project of Zhongke Park in Jinan adopts epoxy resin floor, and uses intelligent construction robot to assist the construction, in order to solve the problems of high manual construction cost and difficult to guarantee the construction quality. Epoxy resin floor paint construction and intelligent building robot application technology has become increasingly mature, strictly follow the construction technology and quality control requirements, can build a comfortable, ideal floor floor, and the construction quality is controllable, efficiency is improved. With the acceleration of urbanization and infrastructure construction, the construction industry has improved its requirements for efficiency and quality, and the epoxy floor floor combined with intelligent construction robot construction has a broad market prospect and is worth promoting.

Keywords

epoxy resin flooring; intelligent construction; robot; construction technology; benefit

环氧树脂地坪漆施工及其机器人应用探索

罗继明

中国电建市政建设集团有限公司, 中国 · 天津 300392

摘 要

随着生活品质提升,环氧树脂地坪因其具有耐酸碱、耐磨、防静电等优越性能在地面工程中备受青睐。智能建造是推动中国建筑业高质量发展的时代要求,是中国建筑业向智能化、信息化和数字化转型的一项重大措施。智能建造机器人与地坪漆施工相结合并充分发挥作用,优势明显。济南中科园某车库地坪工程采用环氧树脂地坪,并应用智能建造机器人辅助施工,以解决人工施工成本高、施工质量难以保证等问题。环氧树脂地坪漆施工及智能建筑机器人应用技术已日趋成熟,严格遵循施工工艺及质量控制要求,可建造出舒适、理想的地坪地面,且施工质量可控、效率提高。随着城市化和基础设施建设加快,建筑行业对效率和质量要求提高,环氧地坪结合智能建造机器人施工具有广阔市场前景,值得推广。

关键词

环氧树脂地坪; 智能建造; 机器人; 施工技术; 效益

1 引言

随着居住环境的改善与生活品质的提升,人们对地坪的质量要求日益严格。环氧树脂地坪凭借其独特的优越性,在车间、车库及商场等地面工程中愈发受到青睐。与此同时,我国社会老龄化问题日益突出,人口红利逐渐消退,建筑业面临高人力成本、高危险性、低生产效率等问题。济南中科园某项目地下车库环氧树脂地坪工程,施工规模较大,为有效化解这些问题,项目应用智能建造机器人辅助施工。

为此,环氧树脂地坪漆究竟有哪些特点,如何控制施

工工艺及重量,智能建造机器人应用能发挥多大作用、产生多大效益,针对这些疑问,本文依托于济南中科园某项目车库地坪工程的实战经验,精炼总结环氧树脂地坪的施工技术,并彰显了智能机器人在施工中的应用成果,为同类工程提供参考与借鉴。

2 环氧树脂地坪漆施工技术

环氧树脂地坪是由环氧树脂为主材、固化剂、稀释剂、溶剂、分散剂、消泡剂及某些填料等混合加工而成的环氧地坪漆涂料,结合特定施工工艺,现场施工分底、中、面三层分别涂敷到地面基体上而成的一类地坪。环氧地坪涂料对地面基体起到封闭、粘结、精平、防护、美化等作用^[1]。

【作者简介】罗继明(1978-),男,中国湖北孝感人,本科,高级工程师,从事建筑施工技术及管理研究。

2.1 环氧树脂地坪的特点

环氧树脂起源于本世纪初的欧美发达国家，已广泛应用于建筑、电子、轻工等领域。随着我国建筑水平和对生态环境要求的日益提高，环氧地坪在我国的使用越来越广泛。

环氧树脂是一种性能优良的树脂，具有极好的粘结强度、机械强度、极高的断裂韧性、极佳的耐磨性能，能够抗强酸碱和许多强溶剂的腐蚀。以环氧树脂为核心材料涂敷的环氧树脂地坪具有附着力强、耐强酸碱、耐磨、耐压、耐冲击、防霉、防水及防静电、电磁波等特性。它采用一次性涂覆工艺，能够大面积施工，形成无缝整体地面。同时色彩多样艳丽、观感效果好、易于维护、施工周期短，是一种优良的长效地面材料。环氧地坪广泛用于工厂、车间、医院、实验室、超级市场、地下停车场等表面涂装。

2.2 环氧树脂地坪漆施工工艺流程

环氧树脂地坪漆涂装在混凝土地面基体上，混凝土地面基体本文简称基层。环氧地坪漆施工工艺流程：基层处理→基层打磨→底涂层施工→中涂层施工→中涂层打磨→面涂层施工→成品保护。

2.3 关键技术及操作要点

基层处理。基层处理主要是进行基层清理、缺陷修补、伸缩缝设置。

清除基层表面混凝土残渣、浮尘、松散颗粒、粘接剂、油腻等污染物，清理切割钢筋头、多余埋件等附着物。

对坑洞、空鼓等局部缺陷，先进行打凿切割，然后用环氧砂浆填充充实。对细小裂缝，需将裂缝切割为1cm以上V字形缝后用环氧砂浆填充充实。

根据车库内柱网、车道、建筑物的布置，合理设置基层混凝土伸缩缝，缝间距不应大于6m，柱子周边可采用菱形方式割缝，伸缩缝的深度为混凝土层厚度的1/3。缝宽3~5mm，缝内先塞入背衬条，然后用填缝胶封闭。基层伸缩缝是否设置合理，直接关系地坪面完成后是否出现开裂，须严格认真对待并妥善处理。

基层打磨。基层打磨主要是为了除去基层混凝土表面浮浆，以及油污等残留物，保证环氧地坪漆与基层有足够的附着力，使环氧地坪形成一个良好的整体。基层打磨采用智能建造地坪研磨机器人进行，具体内容下一节智能建造机器人辅助施工详述。

基层打磨前新浇混凝土不得少于3周，混凝土含水率应小于9%，含水率的测定可采用塑料薄膜法、无线频率测试法等方法。地库施工初期，一般都长时间潮湿，为加快进度，可采取通风、加热、除湿等方法除去空气中的水汽。

底涂层施工。底涂层主要起封闭隔离作用，对基层和上部面层有较高的附着力和黏结力，封闭基材中的有害物质，防止其上渗影响面涂层，相当于上部面层的保护层。

环氧树脂涂料由双组份A与B按照产品说明书比例现场配置，A组分主要成分为环氧树脂，B组分主要成分为固

化剂。

底层涂料配制比例A:B=6:1（该数据为本工程应用实例。其它材料遵守说明书要求），严格按比例进行精确计量。在处理好的基层上按产品说明书要求涂刷，在相互垂直的方向上各涂刷一遍，第一遍干燥后方可涂第二遍，两遍间隔时间不小于60分钟。涂刷均匀，不得有遗漏。底剂剂参考用量0.15~0.2kg/m²。

环氧树脂地坪漆涂刷采用地坪漆涂敷机器人进行，具体内容下一节智能建造机器人辅助施工详述。

底涂层施工前，确保基层混凝土干燥，混凝土含水率宜小于6%。涂刷施工期间及养护时间内管制人员进出，养护时间不少于8小时。

中涂层施工。中涂层是过渡层，起到增厚、增加遮盖、增加抗渗透的作用。

中层涂料双组分配制比例A:B=5:1，A、B双组分混合拌匀后，再加入混合涂料2~3倍的80~120目石英砂搅拌均匀形成环氧砂浆，人工使用镬刀均匀批刮，整体满刮1~2遍，无明显刀痕。中涂层厚1~1.5mm，涂剂参考用量0.7~0.8kg/m²。

环氧砂浆层完全干燥，采用地坪研磨机器人进行打磨。

中涂层打磨。中涂层打磨工艺与混凝土基层打磨施工相同，都采用地坪研磨机器人打磨，不同的是打磨混凝土基层采用金刚石磨片、打磨环氧树脂砂浆中涂层采用树脂磨片。

面涂层施工。面涂层主要作用是承担抵抗外界腐蚀介质（光、氧、水、有害化学物质）侵害，进一步起到美化装饰作用。

面层涂料双组分配制比例A:B=4:1，另外根据需要增加适量环氧色膏，配制出不同色彩的环氧树脂面漆。面漆涂刷采用地坪漆涂敷机器人施工，整体1遍，厚0.5~1.5mm，涂剂参考用量0.4~0.5kg/m²。

成品保护。环氧地坪面漆施工后24小时可上人，72小时方可沉压，一周内不可用水、油、碱、酸等化学物涂粘。在未达到使用条件时应拉设警戒线，禁止无关人员及车辆进入。

3 智能建造机器人辅助施工

3.1 研磨机器人混凝土基层研磨施工

地坪研磨机器人是用于地坪地面研磨的自动化设备，分三部分组成，包括研磨机架，研磨盘，电缆卷盘，并自带配套平板电脑及操控系统。研磨盘里面安装的研磨片，可根据需要在不同材质（金刚石、树脂等）不同粗细程度之间及时更换或更新^[2]。

地坪研磨机器人具有自动作业功能，通过与其配套的平板电脑进行操作，在登录对接机器人的app后，首先应对机器人的作业状态进行检查，待确认状态无误后由操作人员将平面图纸CAD文件导入系统中，系统会自动规划机器人施工路径，合理划分施工区域，规划施工顺序，操作人员只

需按实际情况对作业的起始位置与机器人当前位置进行匹配,待操作界面右上角显示“定位成功”后,机器人将根据系统规划好的作业路径自动作业。

除导入图纸外,机器人还可自动生成地图。在正式施工前由操作人员带机器人绕作业区域进行巡逻,通过使用其顶部搭载的二维导航激光雷达对作业区域进行水扫描,可在APP内获得对应的地图。

施工前要选择合适的作业起始位置和电缆卷盘位置,电缆卷盘应设置于起始位置的上部,避免机器人行走过程中碾压卷盘内甩出的电缆,同时单次作业距离也要充分考虑卷盘内电缆的长度,以及卷盘距离供电箱的距离,避免因考虑不周影响施工范围。

使用地坪研磨机器人对基层进行打磨时,研磨盘采用金刚石磨片,对于研磨盘打不到的地方,应采用人工辅助的形式,用手磨机打磨或用砂纸、钢丝刷处理等方法达到打磨效果。

地坪研磨机器人装备有吸尘桶,桶内安放有振尘器与滤芯,桶下连接有可自由拆卸的扬尘收纳袋,在地坪研磨的同时将研磨过程中产生的大量粉尘进行收集,操作人员需注意扬尘收纳情况,收纳袋满载后应及时清理更换。

3.2 研磨机器人环氧地坪漆涂层研磨施工

与基层研磨施工相同,环氧地坪涂层研磨同样采用地坪研磨机器人施工,但磨盘由金刚石铁磨片替换为树脂磨片。涂层本身厚度较薄,涂层上部将进行环氧地坪面层施工,无需铁磨片过度打磨,使用树脂磨片施工效果更好。

3.3 涂敷机器人环氧地坪底漆涂敷施工

环氧地坪涂敷是本施工工艺中最重要的工序,底涂层、面涂层均采用地坪涂敷机器人施工。与研磨机器人一样,地坪涂敷机器人也可扫描导入地图并使用激光雷达进行定位导航,智能路径规划,然后自动完成环氧地坪的涂敷施工。

地坪涂敷机器人自带漆料桶,作业前将漆料A组分与B组分按比例输送至地坪涂敷机料桶内,启动地坪涂敷机后,漆料在动态混合器内充分搅拌实现A、B组分的自动混合。作业时地坪涂敷机器人通过控制电机转速实现对料量的精准控制,通过液位传感器对料桶内材料进行实时监控,当材料低于设定值时机器自动报警提示操作人员加料。

环氧地坪不同的涂层对施工的要求各有不同,地坪涂敷机器人设置有不同的操作模式来满足不同涂层的施工要求。地坪涂敷机器人有遥控器手动控制和APP程序自动控制两种操作方式,使用者根据自己工况自行选择。

涂敷施工要求效果平整均匀,一次成形。对于墙、柱边等机械臂难以施工的部位可用人工用镬刀进行批刮作为辅助施工。

4 质量控制重点

混凝土基层缺陷处理、伸缩缝设置、基层打磨、混凝土含水率是环氧地坪质量控制中最基础性、最关键性的内容之一,直接关系到地坪后期是否有裂缝、空鼓、剥落等问

题出现,须严格遵照施工技术及工艺流程,采取合理的措施管控。

双组分环氧地坪漆现场配制,严格按照说明书进行,否则配制的漆料可能会出现早凝缓凝甚至作废情况。大规模施工前应先进行适配,试配漆料配比及拌制,适配漆料及涂敷机器人的使用操作,全部合格后再大面积使用。使用前,材料应混合均匀。一次性配料不宜太多,有效时间内用完再配^[1]。

漆料原材料及涂层施工完成后的各项技术指标,如附着力、抗压强度、硬度等,应及时检测并满足技术规范要求。

5 机器人应用效益分析

智能建造机器人的使用,可以长时间不间断地工作,不受天气、时间等自然因素的影响,从而显著提高了施工效率。相较于传统的人工施工方式,机器人能够更快地完成任务,缩短工程周期。本次地坪研磨机器人与地坪涂敷机器人整体施工工效为传统人工1.5倍,研磨机器人8小时可完成1200m²研磨作业任务。如在柱网较少的空间或室外大面积区域作业,施工效率更将显著提升。

本工程两个地块地下车库面积总计5.3万m²,整体采用环氧树脂地坪。通过使用地坪研磨机器人、地坪涂敷机器人等智能建造机械代替人工进行施工,大大提高了施工效率,施工质量、进度、安全均满足规范要求,有效缩短了施工工期。

大规模环氧地坪应用智能建造机器人施工的成功实施,相比传统施工方法极大地改善了施工环境,保障一线作业工人的职业健康,提升了基层员工对新技术的适应能力,同时也使工程施工的机械化程度得到提高,为类似工程的施工提供了有益借鉴,具有良好的社会效益。

6 结语

环氧树脂地坪具有耐强酸碱、耐磨、耐压、耐冲击以及防静电等特性。智能建造机器人能在环氧树脂地坪漆施工的研磨和涂敷作业中充分应用并发挥显著作用。环氧树脂地坪漆施工及智能建造机器人应用技术日趋成熟,严格遵照施工工艺及质量控制要求,不仅能够建造出舒适、理想的地坪地面,而且施工质量可控、施工效率提高,具有较好的经济及社会价值。随着城市化进程的加快和基础设施建设的不断扩大,建筑行业对效率和质量的要求越来越高,智能建造机器人的出现恰好满足了这一需求,具有广阔的市场前景,值得推广。

参考文献

- [1] 袁大伟.建筑涂料应用手册[M].上海:上海科学技术出版社,1999.
- [2] 翟浩博,任宝双.房建施工机器人的应用及展望[J].施工技术(中英文),2023(23).
- [3] 林远,修兴敏.建筑机器人驱动下的智能建造实践与发展研究[J].中国住宅设施,2024(8):56-58.

Rapid Assembly Technology of Mobile Formwork Connected to Narrow Terrain Bridges and Tunnels in Mountainous Areas

Xiaodong Fan

China Railway 12th Bureau Group Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030000, China

Abstract

At present, with the rapid development of high-speed railway construction, the proportion of high-speed railway construction in mountainous areas is getting higher and higher, the proportion of bridge and tunnel is also increasing, the bridge and tunnel connection, terrain fluctuation, beam hole and span layout to the coordination of mobile mold frame assembly and tunnel construction. This paper with west ten iron Sun Jiawan bridge mobile frame assembly as an example, sun Jiawan bridge Xi'an and the cloud ridge 2 tunnel exit, Shiyan and qin chu tunnel entrance, bridge slope is steep, the construction site is narrow, mobile frame assembly and tunnel construction is inevitable contradiction, this paper introduces a related construction technology to solve the conflict between mobile frame rapid assembly and tunnel construction, in order to provide experience for similar projects.

Keywords

mobile mold frame; narrow terrain; bridge tunnel connection; construction of wharf platform

山区狭窄地形桥隧相连移动模架快速拼装技术

范晓东

中铁十二局集团有限公司, 中国·山西 太原 030000

摘 要

目前,随着高速铁路建设的高速发展,高速铁路在山区建设比例越来越高,受地形影响桥隧占比也越来越大,桥隧相连、地形起伏、梁部孔跨布置等给移动模架拼装与隧道协调施工带来了困难。论文以西十高铁孙家湾大桥移动模架拼装为例,孙家湾大桥西安台与云岭二号隧道出口相连,十堰台与秦楚隧道进口相连,桥址两侧边坡较陡,施工场地狭小,移动模架拼装与隧道施工同时进行存在着不可避免的矛盾,论文介绍一种相关施工技术解决了移动模架快速拼装与隧道施工的冲突,以期为类似工程提供经验借鉴。

关键词

移动模架; 狭窄地形; 桥隧相连; 栈桥平台施工

1 概况

西十高铁孙家湾大桥起点里程 DIK178+169.92, 终点里程 DIK178+484.08, 全长 314.16m, 线间距 5.0m, 设计行车速度 350km/h, 该桥位于半径 $R=10000\text{m}$, 平曲线地段, 全桥纵坡 20‰。桥梁孔跨布置为 7-32m+3-24m 简支梁, 桥墩高度 8~43.5m, 现场地形起伏较大, 0# 台~2# 墩及 7# 墩至 10# 台边坡较陡, 其中 0# 台伸入云岭二号隧道明洞段 11.08m, 10# 台伸入秦楚隧道进口明洞 14.08m。简支梁采用 DSZ 320m/900t 移动模架施工。

DSZ32/900 上行自行式移动模架系针对高速铁路双线整孔桥梁施工而设计, 能够自行倒装主支腿。主要由主框架、

后行走机构、后支承、中支腿、前支腿、起吊小车、吊挂外肋、外模及底模系统、端模系统外肋横移机构吊挂外肋横向锁定机构拆装式内模系统、电气液压系统及辅助设施等部分组成。

2 移动模架拼装位置比选

根据施工组织, 云岭二号隧道采用进口单头掘进, 秦楚隧道采用进口工区、横洞工区、出口工区掘进施工, 云岭二号隧道出口末端设置施工场地及施工便道, 不利于移动模架平整, 因此考虑工期及施工场地确定自十堰端向西安端施工。考虑 7# 墩至 10# 台边坡较陡地形, 同时确保移动模架施工不影响秦楚隧道进口施工, 移动模架在 8# 墩~9# 墩进行拼装。

【作者简介】范晓东(1987-), 男, 中国河北保定人, 本科, 工程师, 从事铁路施工研究。

3 移动模架快速拼装技术

3.1 总体拼装方案

移动模架拼装位置在 8# 墩~9# 墩，为确保现场满足拼装场地需要，在 8# 墩~9# 墩桥下设置施工场地及施工便道，同时在 9# 墩~10# 台之间设置 15m 贝雷梁片钢栈桥作为拼装平台。

DSZ32 移动模架安装采用自下而上依次安装的原则，每个步骤全部完成后即可进入下一步骤，具体步骤如下：施工准备→模板验收→地面装导梁→安装主梁、导梁及其横联→两侧同步安装挑梁、吊挂→两侧同步安装底模、侧模→模板调校，验收→预压→开始首跨施工，移动模架在完成最后一孔箱梁施工时开始逐步拆除模架。

3.2 施工准备

移动模架施工前需要在十墩台和 9# 墩之间设置 15m 贝雷梁片钢栈桥作为拼装平台，采用三肢撑基础，基础地基承载力不小于 500kPa 其中为方便拼装施工，在 9# 墩顶设置门式梁及混凝土短柱（C50 混凝土），在其余基础采用钢筋混凝土的条型基础（C35 混凝土），基础顶面设置预埋钢板，1# 及 2# 基础采用 50 双拼工字钢作为分配梁，3# 基础采用 22b 双拼工字钢作为分配梁，分配梁上设置贝雷片，贝雷片上设置 22 工字钢作为横梁间距 60cm，桥面采用 10 工字钢作为纵梁间距 30cm，纵梁上铺设 8mm 钢板。栈桥平台立面如图 1 所示。

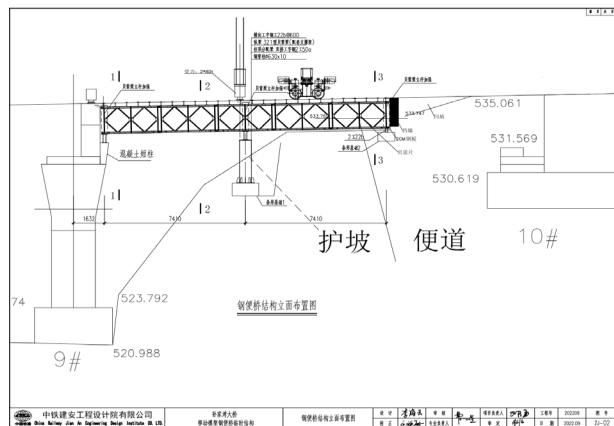


图 1 栈桥平台立面图

桥墩下方拼装场地地基承载力要求 150kPa 以上，吊车站位地基承载力要求 200kPa 以上。移动模架拼装平面场地布置如图 2 所示。

3.3 拼装步骤

步骤一：先进行地面拼装导梁。

采用 50t 吊车安装导梁。导梁位置布置见图 3，按图示位置划线拼装，从尾部定位，调整水平度和直线度和标高。

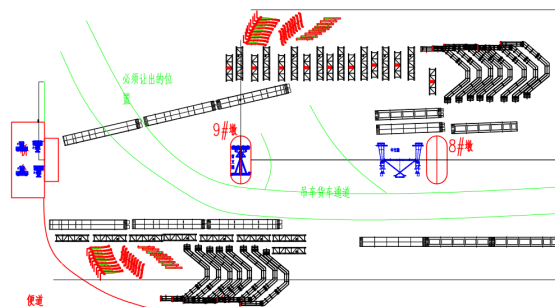


图 2 拼装场地布置图

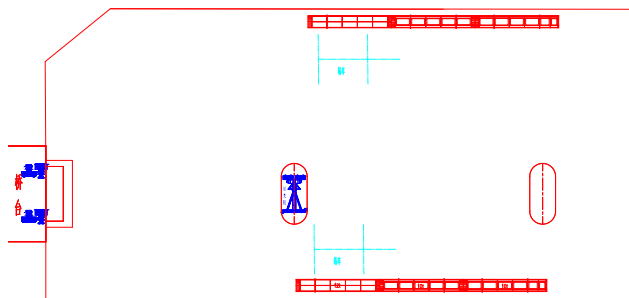


图 3 导梁拼装位置布置图

步骤二：安装主梁、导梁及其横联。

①利用 50t+25t 汽车吊在地面分别组装单侧 3 节主箱梁，单节最大单重 25t。主梁框架重 140t，抬吊作业计算载荷 $140 \times 1.1 \times 1.1/2 = 85t$ ，前端分配 25t，后端分配 30+30t。90t 吊前端，吊车作业半径 9.5m，臂长选择 25m，额定起重量 90t 满足要求。90t 吊前端，吊车作业半径 9.5m，臂长选择 25m，满足要求。采用两台 90t 的汽车吊抬吊。根据 JGJ 276—2012《建筑施工起重吊装安全技术规范》，采用双机抬吊时，选用同类型或性能相近的起重机，单机荷载不得超过额定起重量的 80%。两机应协调起吊和就位，起吊的速度应平稳缓慢。

钢丝绳采用 $\phi 52$ 钢丝绳，长度不小于 22m，兜底起吊。单绳承载收力为 22t。护角保护钢丝绳。 $\phi 52$ 钢丝绳破断拉力为 170t (1770)，安全系数为 $7.7 > 6$ ，满足要求。

②利用两台 50t 汽车吊整体吊装导梁，总重 31t。抬吊作业，计算载荷 $31 \times 1.1 \times 1.1 = 37.5t$ ，采用 2 台 50t 吊车抬吊，单台吊车分配 18.7t，50t 吊车作业半径 6.5m，臂长取 18m，额定起重能力为 20t，满足吊装要求。

主梁拼装如图 4 所示。

步骤三：安装挑梁、吊挂。

①单片挑梁重约 3t，利用 50t 汽车吊分别吊装 8 片挑梁及中间连接系，安装挑梁时按图纸预拱要求设置垫片，一组中 4 片挑梁预拱值均不相同，同时要注意挑梁平联和锚固装置的安装位置。

②分别吊装 16 片曲梁吊挂装置：注意两侧对称同步吊装（单侧曲梁安装完成后可以锚固起来，安装另一侧曲梁）

防止侧倾。

③吊挂系统在地面利用 50t 汽车吊机组装，整体起吊采用 50t 汽车吊吊装，安装吊挂顶部横联系。具体见图 5、图 6。

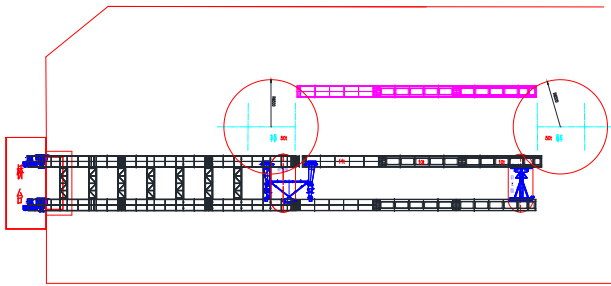


图 4 主梁拼装示意图

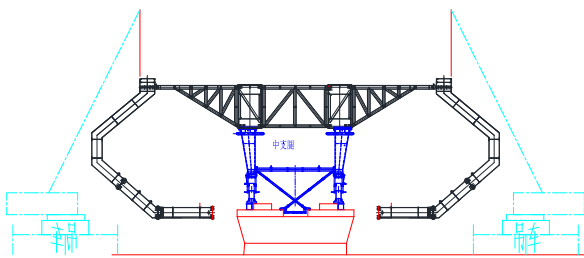


图 5 挑梁拼装示意图 1

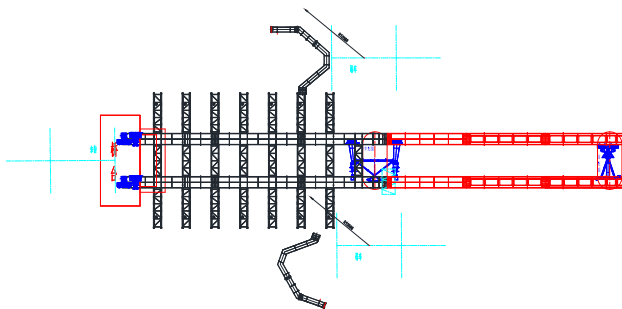


图 6 挑梁拼装示意图 2

步骤四：两侧同步安装底模、侧模。

①从中间向两端拼装底模，并且根据使用说明书中的预拱值要求来设置每一块底模的标高；在安装底模的过程中，底模连接螺栓不必旋紧，便于再次调整预拱值。

②在底模安装完毕后，须再次整体测量并微调每块底模的预拱值，调整完毕旋紧所有底模螺栓。

③安装侧模支撑座和撑杆，从一端向另一端依次安装侧模。由于底模已设置预拱，侧模自然呈现预拱。

底模、侧模安装如图 7 所示。

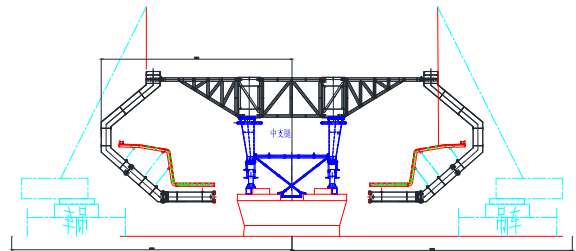


图 7 底模、侧模安装示意图

步骤五：根据梁图及预拱度测量调整模板，穿螺纹钢，全部安装完成状态，准备预压。

4 结语

在山区狭窄地形桥隧相邻移动模架拼装，利用贝雷梁片钢栈桥作为拼装平台扩大拼装场地，很好地解决了由于场地受限制、平面高差大、整体拼装困难的问题，同时确保移动模架拼装与隧道施工互不干扰，体现了很高的实用性，降低了施工成本、缩短了施工周期。

参考文献

- [1] 陈中民.下行式移动模架原位制梁施工技术[J].山西建筑2007,33(17):316-317.
- [2] 赵丕峰.上行式移动模架作业原理及拼装技术[J].山西建筑,2008,34(11):2.
- [3] 廖泽源.移动模架高位拼装施工技术[J].铁道建筑技术,2015(Z1):22-24.

Research on Security Management Measures for Urban Underground Pipeline Information System

Ruibo Zheng

Underground Space Technology Development Co., Ltd. of CNACG, Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

With the acceleration of the urbanization process, the scale of the urban underground pipeline is constantly expanding. In order to ensure the play of the pipeline function, the relevant units design the underground pipeline information system according to the condition of the pipeline, and realize the digital management of the pipeline. However, the scale of the pipeline is large and the distribution is more complex, and there are some security risks in the information system, so the function of the information system still needs to implement security management. Relevant units are required to formulate targeted safety management measures according to the actual situation of the underground pipeline information system and the existing risks, and reasonably study the safety management in combination with relevant parameters, so as to realize the control of the information system.

Keywords

urban underground pipeline; information system; security management; digital

城市地下管线信息系统的安全管理措施研究

郑睿博

中煤（西安）地下空间科技发展有限公司，中国·陕西 西安 710000

摘 要

随着城市化进程的加快，城市地下管线的规模就不断扩大，为了保证管线功能的发挥，相关单位就根据管线的状况设计了地下管线信息系统，实现了管线的数字化管理。然而管线的规模较大、分布也较为复杂，再加上信息系统存在一些安全风险，信息系统功能的发挥还需要落实安全管理。要求相关单位结合地下管线信息系统的实际状况以及存在风险制定针对性的安全管理措施，并结合相关参数合理地安全管理进行研究，实现对信息系统的管控。

关键词

城市地下管线；信息系统；安全管理；数字化

1 引言

城市地下管线主要包括给排水管线、通信线路、电力线路以及燃气管道等多种类型，这些管线的功能不同，管理方式也存在差异。随着城市化进程的加快，社会对于管线的需求不断增长，地下管线的规模也就不断扩大。为了保证管线功能的发挥，管线信息系统已经成为城市发展的关键，要求相关人员加强对其的重视。然而地下管线管理的信息化需要进行大量的信息整理与分析，存在信息风险，再加上人员技术等方面的影响，信息系统的安全性就还存在一些问题，一定程度上制约相关作业的落实。此背景下，论文就从城市地下管线入手，分析管线信息系统的特点以及存在的问题，然后结合实际制定针对性的安全管理措施，充分发挥地下管线信息系统的功能，保证地下管线的质量。

【作者简介】郑睿博（1986-），男，中国江苏徐州人，硕士，高级工程师，从事地理信息系统研究。

2 城市地下管线信息系统概述

2.1 概念

城市地下管线是指埋设在城市地下的各种管道网络，用于供水、排水、燃气、电力、通信等基础设施的输送和分配。常见的地下管线包括给水管道、污水管道、天然气管道、电力电缆、光纤通信线路等。城市地下管线的建设和管理对于城市的正常运行非常重要。它们通常由相关的市政部门或公用事业公司负责规划、设计、施工和维护。在城市规划和建设过程中，地下管线的布局需要充分考虑城市发展的需要，并与其他基础设施相协调，以确保城市功能的顺畅运行。城市地下管线信息系统是一种用于管理和维护城市地下管线网络的信息化系统。该系统通过整合、存储和分析地下管线的相关数据，为城市规划、管线维护和应急响应等工作提供支持。

2.2 功能

城市地下管线信息系统通常包括以下功能：一是实现

管线数据管理，可以记录和管理地下管线的基本信息，包括管线类型、位置、长度、直径、材质等。可以通过地理信息系统（GIS）技术将这些数据与地图相结合，实现空间展示和查询；二是进行管线维护管理，可以跟踪和管理地下管线的维护工作，包括巡检、检修、更换等。系统可以提供维护计划、工单管理、维修记录等功能，帮助提高管线维护的效率和准确性；三是落实管线安全管理，系统可以监测和评估地下管线的安全状况，预防和处理潜在的危险和事故。系统可以结合传感器和监测设备，实时监测管线的压力、温度等参数，并提供报警和预警功能；四是管线规划和设计，还能够基于管线数据和城市发展需求，进行管线规划和设计。系统可以提供多种分析工具和模拟方法，帮助决策者进行管线布局、容量规划等工作。城市地下管线信息系统的建设和应用，有助于提高城市管线网络的管理效率和安全性。

3 城市地下管线信息系统的特点与优势

3.1 数据集成和共享

城市地下管线信息系统能够整合来自多个部门或单位的数据，包括设计图纸、施工记录、维护报告等，实现数据共享和一体化管理。这样可以避免数据重复录入和信息孤岛，提高数据的准确性和一致性。

3.2 空间展示和查询

系统通过地理信息系统（GIS）技术将管线数据与地图相结合，实现空间展示和查询功能。用户可以直观地查看管线的位置、走向、关联设施等信息，并进行地理空间分析。

3.3 维护管理和计划

系统提供管线维护管理模块，支持巡检、维修、更换等维护工作的计划和执行。用户可以制定维护计划、生成工单，并跟踪维护记录和成果，提高维护效率和及时性。

3.4 安全监测和预警

系统结合传感器和监测设备，实时监测地下管线的压力、温度、流量等参数，提供安全监测和预警功能。一旦发现异常情况，系统会及时报警并指导应急响应。

3.5 规划和设计支持

系统可以基于管线数据和城市发展需求，提供规划和设计支持。用户可以进行管线布局、容量规划、风险评估等分析，优化管线的位置和设计。地下管线监控系统如图1所示。

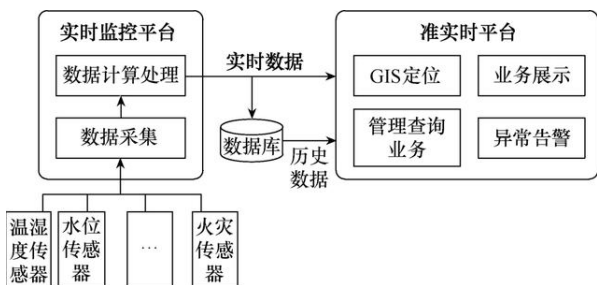


图1 地下管线监控系统

4 城市地下管线信息系统存在的问题

尽管城市地下管线信息系统具有许多优点，但也存在一些问题需要解决，要求相关人员进行分析，为安全管理奠定基础。

4.1 数据质量和完整性问题

地下管线信息系统依赖于准确、完整的数据，但实际上，管线数据的质量和完整性可能存在问题。这包括数据缺失、错误、重复或过时等情况。因此，确保数据的质量和完整性是一个挑战。

4.2 数据来源和共享存在问题

城市地下管线信息系统通常需要整合来自不同部门或单位的数据。然而，由于各个部门之间的信息孤岛、数据格式不一致等问题，数据的获取和共享可能面临困难。

4.3 技术兼容性不强

地下管线信息系统通常需要与其他相关系统（如地理信息系统、设备监控系统等）进行集成。但不同系统之间的技术兼容性问题可能导致数据的不一致性或集成困难。

4.4 维护和更新成本较大

地下管线信息系统需要定期进行数据维护和更新，包括数据采集、验证和更新等。这需要投入较大的人力、物力和财力资源。

4.5 安全和隐私问题不够重视

地下管线信息系统存储了大量的敏感数据，包括管线位置、布局、材质等。因此，确保系统的安全性和数据隐私成为一个重要问题，包括防止未经授权的访问、数据泄露等。

这些问题的存在都很大程度上制约地下管线信息系统的作业，解决这些问题需要政府、企业和技术提供商的合作和努力。

5 城市地下管线信息系统的安全管理措施

5.1 强化访问权限控制

城市地下管线信息系统的访问权限控制是确保系统安全的重要措施之一，可以有效规避不法分子浑水摸鱼的行为。一是要进行用户身份验证，对用户进行身份验证是访问权限控制的首要步骤。使用用户名和密码、指纹识别、智能卡等方式来确认用户身份，并确保只有授权人员可以登录系统。二是进行角色和权限管理，要根据用户职责和需求，将用户分配到不同的角色或权限组中。每个角色或权限组具有特定的系统权限，例如只读、编辑或管理员权限。这样可以限制用户对系统的访问和操作范围。三是遵循最小权限原则，需要遵循最小权限原则，即给予用户所需的最低权限来完成其工作任务。不应该授予过多的权限，以防止误操作或滥用权限导致系统安全风险。四是完善审批流程，对于敏感操作或权限的申请，建立审批流程。需要经过上级或专门的权限管理员批准后，才能授予相应的权限。五是建立访问控制列表（ACL），使用访问控制列表来定义哪些用户或用户

组可以访问特定的资源。ACL可以基于用户标识、IP地址、时间等进行设置,限制特定条件下的访问权限。六是需要进行定期审查和撤销权限,应定期审查用户的权限和访问需求,并根据实际情况及时撤销不再需要的权限^[1]。通过合理的访问权限控制措施,可以限制系统内部和外部用户的访问范围,确保只有授权人员可以访问敏感数据和系统功能,从而提高城市地下管线信息系统的安全性。

5.2 进行数据加密

城市地下管线信息系统中的数据加密是重要的安全管理措施之一,可以有效地保护敏感数据的机密性和完整性。以下是城市地下管线信息系统安全管理的数据加密的几种方法:一是数据传输加密,在数据传输过程中使用安全传输协议(如HTTPS、SSL/TLS等)对数据进行加密,防止网络攻击者窃取或篡改数据。二是数据存储加密,应对数据存储时采用加密算法对数据进行加密,以防止未经授权的访问和数据泄露。此外,还应定期备份加密的数据,以确保数据的可用性和完整性。三是进行磁盘加密,需要对存储敏感数据的磁盘进行加密,以防止数据被盗取。在磁盘加密方案中通常使用硬件加密或软件加密技术。四是数据库访问控制,应对数据库中存储的数据进行访问控制,限制未授权的访问。使用数据库访问控制机制,如角色、用户、权限等,确保只有授权人员可以访问敏感数据。五是重视密码管理,应对系统内部的密码进行管理,包括密码强度要求、不同账户的密码应该不同、密码定期更换等。六是对密码进行加密存储,防止被攻击者窃取。七是还需要进行安全协议选择,需要选择最新的安全协议来实现数据加密,以保证数据传输的安全性。对于不安全的协议和算法,应该禁用或者替换成更加安全的方式。城市地下管线信息系统中采用数据加密技术是非常必要的,可以通过在数据传输和存储过程中使用加密技术、控制数据库访问权限、强化密码管理、使用证书认证等方式来加强数据安全保障。

5.3 落实安全审计

城市地下管线信息系统的安全审计是确保系统安全性和合规性的重要措施之一。通过对系统操作、事件和日志进行监控和审查,可以及时发现异常行为、安全漏洞和潜在威

胁,并采取相应的措施进行处理,要求相关人员加强对其的重视。第一,要进行日志记录,系统应该记录用户登录、操作、配置更改等关键事件的日志。日志记录应包括时间戳、用户标识、操作类型和结果等信息,以便后续审计分析。第二,制定审计策略,需要制定明确的审计策略,包括哪些事件需要进行审计、审计频率和持续时间。根据风险评估和合规要求,确定审计的范围和重点。第三,要合理选择审计工具和技术,应使用适当的审计工具和技术来收集、分析和可视化系统日志数据。常用的审计工具包括日志管理系统、入侵检测系统(IDS)、入侵防御系统(IPS)等。第四,建立实时监控和警报系统,需要建立实时监控系统,对系统的安全事件进行实时监控,及时发现异常行为或安全事件。设置警报机制,当出现异常情况时,及时通知相关人员进行处理。第五,还需要进行合规性审计,确保系统符合适用的法律法规、行业标准和政策要求。例如,对数据保护、隐私保护等方面进行审计,以确保系统的合规性。通过安全审计,可以帮助发现系统中的潜在安全问题,及时采取措施进行修复和改进。同时,审计也有助于确保系统的合规性,提高城市地下管线信息系统的整体安全水平。

6 结语

建立地下管线信息管理系统是数字化城市管理的重要组成部分,只有经过各方共同努力,理顺各方关系,建立有力的协调机构,做好地下管线建设、管理各个环节的工作,制定一套城市地下管线动态更新的机制和规范,掌握和摸清地下管线的现状,建立起综合地下管线信息系统,科学地管理好地下管线的各种信息资源,才能更好地为城市规划、建设和管理提供更好及便捷的服务。

参考文献

- [1] 安聪,吴楚怡.基于三维GIS的城市地下管线管理系统研究综述[J].城市道桥与防洪,2022(1):245-249+27.
- [2] 向祎,李黎,林磊,等.市政工程施工管线信息管理移动终端系统的设计与实现[J].城市勘测,2021(6):36-39.
- [3] 郑李青.加强城市地下管线管理补齐城市地下管线档案信息化短板——枣庄市城区现有地下管线信息化综合管理的研究与对策[J].工程建设标准化,2021(9):83-84+87.

Safety Control Measures for Maintenance and Repair of Container Loading and Unloading Equipment Lifting Equipment

Jin Lu Yi Liu

Wuhan Gangdi Electric Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract

With the rapid development of global trade today, container transportation has become an important means of China's foreign trade. The maintenance of the container handling equipment is an important part of its use safety, which directly affects the service life and efficiency of the equipment. In recent years, port accidents occur from time to time, which also exposes the safety problems of the maintenance of container handling equipment. In order to improve the maintenance quality of the hanger and ensure the safety of the crane, the author puts forward the safety control measures for the maintenance of the wharf crane by analyzing the main problems in the maintenance process of the hanger. After the implementation, the accident rate of crane maintenance is effectively reduced and the wharf crane maintenance safety is ensured.

Keywords

container; loading and unloading equipment; crane tool maintenance; safety control

集装箱装卸设备吊具维修保养的安全管控措施

芦进 刘毅

武汉港迪电气有限公司, 中国 · 湖北 武汉 430000

摘 要

在全球贸易高速发展的今天, 集装箱运输已成为中国对外贸易的重要手段。集装箱装卸设备吊具的维修保养, 是其使用安全的重要环节, 直接影响着设备的使用寿命和效率。近年来, 港口码头事故时有发生, 也暴露出集装箱装卸设备吊具维修保养的安全问题。为提高吊具维修保养质量, 保障吊具维修保养安全, 笔者通过分析吊具维修保养作业过程中存在的主要问题, 针对性地提出了码头吊具维修保养作业安全管控措施。实施后, 有效降低了吊具维修保养作业事故发生率, 确保了码头吊具维修保养安全。

关键词

集装箱; 装卸设备; 吊具维修保养; 安全管控

1 引言

集装箱装卸设备吊具是集装箱装卸作业中的关键设备, 其性能直接影响着集装箱装卸的效率与安全。然而, 吊具在使用过程中容易受到各种因素的影响, 导致故障的发生。因此, 对吊具进行及时的维修保养至关重要。

2 集装箱装卸设备的定义和分类

集装箱装卸设备是一种用于装卸集装箱的机械设备, 主要包括集装箱起重机、堆高机、岸桥等。根据其功能和用途的不同, 集装箱装卸设备可以分为起重装卸设备、运输装卸设备和装箱设备等几个大类。起重装卸设备主要用于吊运集装箱, 包括港口岸桥、堆高机等, 其主要作用是将集装箱

从船上卸下或者装载到船上。运输装卸设备主要用于运输集装箱, 包括拖车、卡车等, 其主要作用是将装有货物的集装箱从港口区域运到内陆或者从内陆运到港口区域。装箱设备主要用于集装箱的装填、拆卸和堆放, 包括集装箱码头、集装箱场等。对于集装箱装卸设备的维护保养, 要根据不同设备的特点和使用要求, 制定相应的安全管控措施, 确保设备运行的稳定性和安全性。装卸设备统计如表 1 所示。

表 1 装卸设备统计

设备名称	缺点
老式叉车	油耗大, 噪声大, 尾气排放污染大, 需要储存柴油有安全隐患
手推车	容易损坏, 工作效率低, 承重能力低
木托盘	容易损坏, 消耗大, 易污染

3 吊具维修保养的重要性

随着集装箱行业的发展, 集装箱装卸设备的使用越来越

【作者简介】芦进 (1995-), 男, 中国江苏泰州人, 本科, 从事港口起重机电控系统设备及其自动化研究。

越普遍，因此吊具维修保养变得尤为重要。吊具是用于搬运集装箱的关键工具，它们承受着巨大的重量和压力。如果吊具发生故障或损坏，可能会导致工作场所事故或设备损坏。因此，定期维修保养吊具可以确保其始终处于良好工作状态，从而确保工作的安全进行。这样做还有助于延长吊具的使用寿命，减少设备的维修和替换成本。此外，吊具维修保养还可以提高工作效率和减少停工时间。如果吊具在使用过程中出现问题，可能会导致工作的中断和延误。通过定期维修保养吊具，可以及时发现潜在的问题并进行修复，确保吊具的正常运行。这样可以减少设备故障的可能性，提高工作的连续性和效率^[1]。同时，吊具维修保养也有助于预防故障的发生，减少维修和更换部件的次数，从而减少停工时间和成本。集装箱装卸设备成本要素如表 2 所示。

表 2 集装箱装卸设备成本要素

成本属性	固定成本	变动成本
成本项目	折旧成本	日常维修保养费用
	大修成本	燃料及电力费用
	大修成本	人工成本

4 集装箱装卸设备吊具维修保养存在的问题

4.1 设备老化

由于设备的长期使用和常见的磨损，吊具的构件和部件会出现疲劳、裂纹、腐蚀等问题，从而降低了设备的工作效率和安全性。废旧材料和不合格的维修方法也会加速吊具的老化过程。此外，设备老化还可能导致设备的功能和性能下降，影响工作效率和质量。例如，吊具的承载能力可能会受到限制，无法承载过重的货物，从而影响装卸作业的进度和效果。此外，老化的设备可能会出现故障和损坏，导致生产中断和维修费用的增加。同时，设备老化还可能带来安全隐患。老化的吊具可能存在结构松动、失效的风险，这可能导致设备在使用过程中发生意外事故，对操作人员和周围环境造成伤害。

4.2 操作不当

首先，在操作过程中，工作人员可能没有按照正确的方法和顺序进行操作，造成设备受损或安全隐患。例如，他们可能没有正确地调整吊具的角度和位置，导致吊具受力不均衡，增加了设备的负荷，容易出现断裂或损坏的情况。其次，操作时缺乏细心和耐心也会导致一些维修保养步骤被忽略或执行不正确，进而影响设备的安全性和使用寿命。最后，一些工作人员可能会在使用集装箱装卸设备吊具时，超过了设备的额定使用负荷或使用时间，这会对设备造成不可逆转的损害。例如，他们可能会超载吊具，导致吊具的焊接部分出现脆裂或变形，进而影响设备的使用安全。

4.3 维修保养不到位

在实际操作中，我们发现维修保养工作存在不到位的问题。由于设备长期使用导致磨损和故障的潜在风险，如果

维修保养不到位，将会给操作人员和设备带来巨大的安全隐患。维修保养的不到位主要表现为以下几个方面：其一，维修保养计划没有明确制定和执行，没有及时做好设备的例行检查和保养工作。这导致了设备问题无法及时发现和解决，增加了设备故障的风险。其二，维修保养人员的技术力量和维修知识水平不够，无法对设备进行细致全面的维护。他们可能对设备中重要的维修点缺乏认识，或者对维修保养的方法和步骤不够熟悉，这会直接影响到设备的使用寿命和安全性。

4.4 管理制度不健全

目前，在很多企业中，缺乏完善的管理制度和规范流程，导致吊具的维修保养工作缺乏统一的标准和操作规范。这种情况下，各个工作人员往往根据个人的经验和主观意识来进行维修保养，容易出现误操作或疏忽大意的情况。此外，由于缺乏明确的职责分工和工作流程，人员间的沟通和协作存在困难，工作效率低下，甚至可能出现责任推卸的情况。另外，管理制度不完善还会导致维修保养过程中的安全风险无法有效控制。由于缺乏明确的规章制度和安全操作指南，工作人员可能会存在操作不规范、维护不到位的问题，从而导致吊具在使用过程中出现故障或意外事故的风险增加^[2]。此外，如果没有明确规定维修保养过程中的安全操作流程和注意事项，工作人员可能会存在疏忽大意、操作不当的情况，从而导致吊具的损坏或其他意外事故的发生。

5 集装箱装卸设备吊具维修保养的安全管控措施

5.1 采用先进技术

采用先进技术可以是指应用现代化的维修保养设备和工具，如电动螺丝刀、压力测试仪等，以提高维修保养效率 and 安全性。同时，也可以指采用先进的维修保养方法和流程，如预防性维修保养和故障预警系统等，通过提前检测和修复潜在问题，减少设备故障和事故的发生。此外，通过采用先进的信息化管理系统，可以实时监控设备的运行状态和维修保养记录，提高管控能力和响应速度。另外，采用先进技术还可以引入智能化设备和系统，如无人机巡检、远程监控和预测维修等。无人机巡检能够替代人工巡查，避免人员在危险环境下作业，提高工作效率同时降低潜在风险。远程监控系统能够实时监测设备的运行状态，准确把握设备的工作情况，及时发现故障并进行维修，避免因设备故障引发的事故^[3]。预测维修系统则基于数据和大数据分析，能够提前预测设备可能发生的故障，并采取相应的维修措施，减少因故障导致的损失和停工时间。通过采用先进技术，集装箱装卸设备吊具的维修保养过程可以更加高效、智能化和安全，提高运维管理的水平和能力。然而，同时也需要加强人员培训和技术更新，使维修人员熟练掌握新技术和设备的操作和维护，保持技术水平与需求的匹配。此外，定期进行设备的

安全检查和维修保养，确保设备的良好状态和安全运行。

5.2 加强人员培训

在进行维修保养工作之前，必须对相关人员进行系统的培训，包括设备的操作规程、安全操作流程以及应急处置措施等方面的知识。培训内容要全面、系统，涵盖设备的基本原理、安全操作规范、常见故障处理等方面的知识。同时，还应定期组织考试，对培训效果进行评估，并及时补充培训内容，增强人员的技能水平和安全意识。通过加强人员培训，能够确保操作人员在维修保养过程中能够熟练掌握各项操作技能，减少人为失误，提高维修保养的安全性和效率。此外，加强人员培训还需要注重培养人员的安全意识和责任心。通过开展安全教育和培训，引导员工了解集装箱装卸设备吊具维修保养的重要性和危险性，培养他们主动发现和解决安全隐患的能力。同时，强调每个人在维修保养工作中的责任，明确各个岗位的职责和权限，确保人员在操作设备、维修保养时能够严格按照规定操作，杜绝非法操作和违规行为的发生。

5.3 定期检查与维修

在进行定期检查时，首先，需要对吊具的外观进行全面检查，确保吊具没有明显的损坏或磨损现象。其次，还需对吊具的连接部位进行仔细检查，确保吊具与设备的连接牢固可靠。在检查过程中，如发现任何不正常的情况，应及时进行维修或更换。再次，在进行定期检查与维修时，还需要严格按照相关的安全标准和操作规程进行操作。操作人员应该接受专业培训，了解吊具的使用方法和各项安全注意事项。在操作过程中，要严格按照操作流程进行，不得随意更改或省略任何步骤。最后，还应注意个人防护，佩戴必要的安全装备，如手套、护目镜和安全鞋等，确保自身的安全。定期检查与维修的过程中，要保持设备的周围环境整洁有

序，确保没有杂物或障碍物妨碍操作。

5.4 强化安全管理

首先，必须建立完善的安全管理制度，明确各个环节的责任和流程，确保每一次维修保养工作都能够按照规定的安全操作程序进行。其次，通过开展安全意识培训和教育活动，可以提高工作人员对维修保养操作中的安全风险的认识，增强他们的安全意识和防范意识。培训内容可以包括设备操作规程、安全操作技能、急救知识等方面，以便工作人员能够在维修保养过程中快速反应和处理突发情况，保障自身和他人的安全。最后，还可以通过定期组织演练和模拟情景，让工作人员在实际操作中提高应对危险情况的能力，提升他们的应急反应能力。在安全管控过程中，还需要建立健全的安全监督机制。通过设立相关监督机构，进行定期的安全检查和巡视，及时发现和解决存在的安全隐患和问题。

6 结语

总而言之，集装箱装卸设备吊具的维修保养工作对于保障设备安全运行具有重要意义。通过以上安全管控措施，可以有效地提高吊具的使用寿命，降低故障率，保障集装箱装卸作业的安全。然而，这些措施的实施需要相关人员的配合与执行，因此，应加强宣传教育，增强全员的安全意识与责任意识。

参考文献

- [1] 梅应虎.工厂起重机械与吊索具使用的安全管理工作[J].安全, 2017,38(2):53-55.
- [2] 黄森佳,姜桂艳,张露.基于集装箱倒箱和岸桥作业均衡的集装箱船配载优化[J].宁波大学学报(理工版),2019,32(4):109-114.
- [3] 许海亭,曲立杰.探讨港口集装箱装卸设备吊具的安全维修模式[J].装备维修技术,2020(3):177.

Discussion on the Construction Technology of Waterproofing for Large Venue Roofs—Taking Tianjin University of Technology Gymnasium as an Example

Shitong Wang Haibo Lu*

Tianjin University of Technology, Tianjin, 300387, China

Abstract

Roof waterproofing is a construction method that combines building materials with building technology. The paper combines the practice of waterproofing membrane for large venue roofs and introduces some technical characteristics of PVC membrane in the process of roof waterproofing. Due to the complex structure of this project, many necessary technical measures will be adopted during construction, such as the installation nodes of PVC through square channels, the installation of PVC, and the layout of vertical transportation vehicles, all of which have a crucial impact on the construction period of PVC waterproofing membrane roof systems. Therefore, preparing technical solutions for various construction techniques in advance ensures that the installation of PVC waterproofing membrane roof systems will not be affected by inadequate technical preparation, providing technical support and quality assurance for better roof waterproofing construction.

Keywords

waterproofing membrane; construction technology; construction difficulties; construction quality

浅谈大型场馆屋面防水的施工工艺——以天津工业大学体育馆为例

王世彤 鲁海波*

天津工业大学, 中国 · 天津 300387

摘 要

屋面防水是建筑材料与建筑技术相结合的施工方式。论文结合对大型场馆屋面防水卷材做法,介绍了PVC卷材在屋面防水工艺过程中的一些技术特点,由于本工程结构复杂,施工中将会采用许多必需的技术措施,如穿PVC的方通安装节点、PVC的安装、垂直运输工具的布设等均对PVC防水卷材屋面系统的施工工期具有举足轻重的影响。因此,提前对各种施工技术措施做好技术方案的准备,保障PVC防水卷材屋面系统安装不会因技术准备不到位而受到影响,为更好地进行屋面防水施工提供了技术支持和质量保证。

关键词

防水卷材; 施工工艺; 施工难点; 施工质量

1 引言

对大型场馆屋面防水来说,PVC 卷材现大面积应用于屋面防水,PVC 防水卷材严格按照施工工序进行,加强中间环节的质量把控,按质量管理体系管理,屋面 PVC 防水卷材从安装到垂直运输、现场进行安装,以及施工材料的采购、深化设计等方面逐级向上道工序提出具体的交接要求,

使每道工序通过达到下道工序的施工生产需要而保证施工全过程的通畅^[1]。

2 体育馆屋面概况

天津工业大学体育馆工程屋面防水采用柔性卷材。体育馆屋面平面面积为 9683m² (结构平面面积),屋面防水构造层为:

- ① 1.5mm 厚聚酯纤维织物增强型 PVC 防水卷材屋面。
- ② 100mm 厚岩棉保温板 (双层 50mm) 厚错缝铺设,容重 180kg/m³。
- ③ 0.3mm 厚聚乙烯 (PE) 膜。
- ④ 0.8mm 厚压型钢板。

【作者简介】王世彤 (1978-), 男, 中国辽宁大连人, 本科, 助理工程师, 从事建筑工程研究。

【通讯作者】鲁海波 (1978-), 男, 中国山东青岛人, 硕士, 工程师, 从事建筑工程研究。

- ⑤ 50mm 厚容重 12kg/m³ 吸音棉。
- ⑥ 70g/m² 无纺布。
- ⑦ 0.4mm 厚打孔镀锌铝锌钢板。

3 体育馆屋面 PVC 防水屋面施工方法

3.1 屋面特点及构造

本工程 PVC 防水卷材屋面包括吊顶压型钢板、吸音棉及无纺布、支撑压型钢板、屋面隔汽层（聚乙烯 PE 膜）、屋面岩棉保温层、聚酯纤维织物增强型 PVC 防水卷材层。屋面构造如图 1 所示。

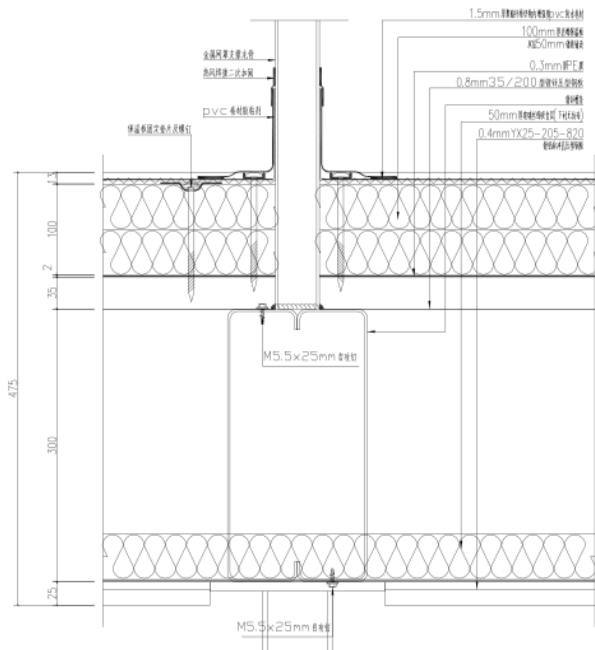


图 1 屋面构造节点

3.2 防水卷材屋面安装流程

本工程屋面采用自下而上的安装顺序进行安装，安装顺序为：吊顶次檩龙骨安装→吊顶防水板安装→吊顶板安装→吸音棉及无纺布铺设→支撑压型板安装→岩棉保温板及 PE 膜铺设→PVC 卷材防水铺设→细部处理。

3.3 PVC 防水卷材施工工艺

3.3.1 施工准备

材料准备：1.5mm 厚 PVC 卷材，PVC 防水卷材焊机，防水卷材固定钉带垫片。

技术准备：

①在进行施工前，应仔细看图，明确各个环节的工艺，对操作人员提前进行技术交底，确保工程质量。

②操作前一定要认真清理基层，如岩棉保温板基层；剔除尖锐物体，避免对卷材造成损坏。焊接前需要仔细检查、清除掉卷材焊接面的污垢、尘土、水滴等杂物。

③材料入场后一定要认真保存，将其平放于四周平整及干燥的区域内，远离火源，防暴晒雨淋等。随后还需要对其进行质量复试，待各项指标达标后，才能够正式施工操作。

④穿透屋内的防水层系统、管道设施、杆件、落水口、预埋件等，需要在防水项目施工前全面安装。

⑤基层和突出屋面的衔接点、基层的转角点，都需要设计成圆弧状，确保其半径 $\geq 20\text{mm}$ 。于阴、阳角等处必须固定已加工好的（阴阳角）预制物。钢支架结构需要以混凝土设计成方状，上层进行“内高外低”设计，坡度 $> 25^\circ$ [5]。

3.3.2 屋面卷材防水施工的技术要求和方法：

①卷材铺设需要根据屋面的坡度灵活调整：如果坡度 $< 3\%$ ，需要与屋脊相平行；如果坡度范围是 $3\% \sim 15\%$ ，需要与屋脊相平行，或者保持 90° 夹角；如果坡度 $> 15\%$ 或屋面存在震动问题，若避免滑动，则需要与屋脊相垂直；如果坡度 $> 25\%$ ，需要预防卷材滑脱，则需要对其实施固定处理。本工程考虑基层为岩棉板，稳固性较差，防水采用垂直屋脊方向铺设 [2]。

②卷材通过长自攻钉穿过岩棉板与屋面压型板固定，后排防水卷材与前排搭接时盖住卷材固定自攻钉钉头。

3.3.3 吊顶板安装

屋面吊顶底板采用 0.4mm 厚 YXB25-205-820 型镀锌铝锌压型彩钢板。体育馆内部为打孔底板，体育馆内部吊顶压型钢板底面固定于钢结构檩条之间。吊顶压型底板采用 ST5.5 $\times$ 25 的自攻钉固定在底板边骨架上。操作期间一定要确保自攻钉施工需要在纵横方向上保持平行，且钉距一致，在自攻钉与屋面保持 90° 夹角固定时，务必要避免倾斜；并且还需要加强其固定力度的有效管控，既不能太大，也不能太小 [3]。

①吊篮制作：

本工程吊篮骨架采用 L50 $\times$ 4 的角钢焊接而成，吊篮长度 5.5m、宽 0.8m、高 1.5m。

②吊篮受力验算：

吊篮自重 $G_{\text{吊篮}} = (5.5 \times 9 + 1.5 \times 12 + 0.8 \times 10) \times 3.06 = 231.03\text{kg}$ 。

木挑板自重 $G_{\text{挑板}} = 0.6 \times 10^3 \times 0.8 \times 0.05 \times 5.5 = 132\text{kg}$ 。

吊篮上最多只允许两个人施工，人自重， $G_{\text{人重}} = 2 \times 75 = 150\text{kg}$ 。

吊篮 + 木挑板 + 人， $G = G_{\text{吊篮}} + G_{\text{挑板}} + G_{\text{人重}} = 513.03\text{kg}$ 。

固定吊篮采用 $\Phi 10$ 钢丝绳，破断拉力不小于 63.5kN。钢丝绳的直径一般按照其最大静拉力值进行计算，根据其所在机构运行等级对应的安全系数，确定其径长。本案例选择的钢丝绳的破断拉力符合 F_0/S 不小于 n 的标准； n 代表着最小安全系数，运行等级是 8 级，其安全系数是 9； F_0 、 S 分别代表着钢丝绳破断拉力、最大工作静拉力。其中， S 值取 5130.3N，那么， $n = F_0/S = 63.5 \times 1000 / 5130.3 = 12.377 > 9$ ，对此，本研究选择的钢丝绳符合安全规定，验算通过。

3.3.4 吸音面、无纺布安装

屋面采用 50mm 厚 12K 吸音棉下铺无纺布，无纺布采

用70g/m²无纺布。无纺布铺设在吊顶底板上,搭接合理均匀。吸音棉覆盖在无纺布上面,搭接符合要求。

3.3.5 支撑层压型钢板安装

支撑层采用0.8mm厚YXB51-250-750型压型钢板,支撑层压型钢板铺设于屋面檩条上表面。压型钢板采用ST5.5×25的自攻钉固定在檩条上表面。压型钢板在固定前需要于檩条上弹出安装边线方可对其实施固定处理,其边线一般按照纵横向为切入点,测完后应进行复查,确保安装边线的方正准确^[4]。

①压型钢板在起吊前必须严格遵循设计要求,确保其板型、尺寸、数量及方位等相一致;接着需要按照主体结构安装流程进行施工,吊运至施工场地进行叠放,一般呈条分散开;其在吊放于梁上时需要确保速度平缓,避免动作粗暴等。

②若要确保在吊运期间钢板不会发生变形问题,则需要选择软吊索或者于钢丝绳和钢板衔接的转角点增设胶皮或在钢板下端铺设垫木,不过其操作必须牢固、避免出现滑动,否则会导致钢板脱落砸伤他人^[5]。

③每隔10块板测放一条压型钢板安装复核线,安装时调整压型钢板误差,压型钢板偏差每十个板块≤10mm的情况下,需要于下步安装期间实施调节,若偏差>10mm,那么已固定的钢板必须返工处理,重新固定。待以上操作结束后,需要把屋面轴线重新引测至压型钢板面上,为后续施工提供控制轴线。钢板在固定前需要于檩条上弹出安装边线方可对其实施固定处理,其边线一般按照纵横向为切入点,顺着横纵方向来测量其边线上的两点,其两点之间的连线就是压型板安装边线,在边线测放之后需要实施复查,达标后再进行操作。安装过程中一定要确保自攻钉施工在纵横方向上保持平行,且钉距均一,在自攻钉与屋面保持90°夹角固定时,务必要避免倾斜;并且还需要加强其固定力度的有效管控,既不能太大,也不能太小。

3.3.6 岩棉板保温层安装

保温材料安装期间必须注意防水,若要避免其长期外露,操作期间一定要严密组织、统一安装,尽可能地缩减吸音或者材料外露时间,并且还需要铺设防雨苫布,每日施工结束后需要第一时间把没有处理的材料进行临时处理。

本工程岩棉保温层100mm厚,由两层50mm厚岩棉保温板错缝搭接而成,以防形成冷桥。容重≥180kg/m³,平均导热系数≤0.039W/m.k,岩棉保温板必须使用专用的系统配件固定于压型钢板上。

3.3.7 卷材施工注意事项

①防水卷材、辅助材料等在入场后需要避免火源,堆

放在干燥且通风之处,在仓库及施工现场都需要禁止烟火,同时还需要配置相应的消防设施,如干粉灭火器等。

②施工期间,防水卷材、辅助材料等必须分类存储,一般将其堆放在不会对施工造成干扰的屋顶之处。

③掌握天气预报,雨天应覆盖已施工完的岩棉板,岩棉板浸水后不宜进行防水层施工。

④在屋面檐口,及天窗部位等高危位置施工期间,技术人员一定要全程捆绑安全带。

⑤施工期间及已安装防水层的非上人屋面,禁止穿戴钉子鞋者自由踩踏;禁止施工设施或建材对已铺设的防水层造成破坏,做好成品保护工作。

⑥在操作期间一定要保障基层远离处理剂、胶黏剂、清洗剂,否则会对已完工的饰面造成污染。

⑦水落口等位置禁止出现尘土杂物,否则极易引起排水通道受阻。

4 体育馆屋面 PVC 防水屋面施工难点

本工程施工难点是施工过程中的防火措施、施工过程及施工完成后的成品保护问题。施工重点是穿屋面防水层杆件处处理,本工程有大量杆件穿出屋面,该部位的防水处理是施工中的重点,还有就是与天窗交接处、山墙女儿墙处、天沟雨水口处等复杂部位的处理必须重点控制,确保施工质量。

5 结语

在进行体育馆屋面防水施工过程中需要注意卷材屋面防水项目在竣工排查的过程中,一定要出具与卷材、黏合剂等相关质量测试报告;屋面禁止出现积水或者渗漏等问题;卷材之间的缝隙处、落水口部位、突出屋面构造的卷材尾部收头处等,一定要稳固衔接,确保密封固定,禁止出现皱褶、翘边、胶层或滑移等问题;其他都需要严格遵循GB50345—2004《屋面工程技术规范》的规范要求。

参考文献

- [1] 李亚洲.建筑施工中屋面防水材料合理选用研究[J].居舍,2024(3):54-56.
- [2] 尹海.屋面防水建筑施工技术探究[J].建材发展导向,2024,22(15):104-106.
- [3] 张吉玄.房建工程施工中建筑屋面防水技术[J].建材发展导向,2024,22(9):112-115.
- [4] 尹韶哲.“闭口型”钢承板组合楼板施工分析[J].价值工程,2009,28(4):80-81.
- [5] 王启帆.高层钢框架结构制作安装关键技术研究[D].郑州:郑州大学,2013.

Exploration into the Construction of Natural Gas Long Distance Pipeline Projects

Jiangsong Zhu

Construction project Management Branch of National Petroleum and Natural Gas Pipeline Network Group Co., Ltd., Langfang, Hebei, 065000, China

Abstract

Under the background of development in the new period, China's social economy has been vigorously developed, natural gas as an important resource to maintain the people's life, its long-term development also has a positive role in China's national economy. Just in this way, the construction of long natural gas pipeline is gradually moving towards scale and high efficiency. However, in terms of practice, due to the characteristics of a long construction cycle, and most of the outdoor and underground operations, higher requirements are put forward for the construction quality and safety of long natural gas pipeline engineering. Therefore, this paper mainly analyzes and discusses the factors and coping strategies affecting the construction of long natural gas pipeline, in order to provide useful reference and suggestions for optimizing the overall construction level of long natural gas pipeline.

Keywords

natural gas; long distance pipeline; construction quality; analysis

天然气长输管道工程施工探究

祝江松

国家石油天然气管网集团有限公司建设项目管理分公司, 中国·河北 廊坊 065000

摘要

在新时期发展背景下, 中国社会经济得到蓬勃发展, 天然气作为维持人民群众生活的重要资源, 其长足发展对中国国民经济也产生积极作用。也正是如此, 天然气长输管道的建设也逐渐迈向规模化、高效化。但就实践情况来看, 由于该项工程存在施工周期长, 且大部分为户外、地下作业居多的特点, 对天然气长输管道工程的施工质量、安全性提出更高的要求。因此, 论文主要就影响天然气长输管道施工的因素及应对策略进行分析与探讨, 以为优化长输管道整体施工水平提供有益参考与建议。

关键词

天然气; 长输管道; 施工质量; 分析

1 影响天然气长输管道工程施工的因素

1.1 天然气管线布置不合理

天然气管线布置不合理在长输管道工程中屡见不鲜。主要表现在设计人员对现场条件掌握不充分, 导致管道交叉, 从根本上增加施工难度。一般情况下, 管线布置建议遵循避让原则, 除非在极限条件下, 才会采用管道交叉设计。因此, 如何在不干扰既有布局、基础设施前提下合理布置管道、顺利施工已然成为重要议题。与此同时, 管线交叉还会增加技术难度, 为了克服这一困难, 需要使用更多施工材料, 进一步增加了工程成本。可见, 天然气管线布置不合理直接影响工程造价。此外, 协同合作是管道布置的关键, 但仍存

在施工队伍沟通不及时、信息孤岛等问题。具体而言, 天然气管道施工辐射多个部门, 包括环境保护部门、交通管理部门、城市规划部门等, 基于每个业务单元、部门的规划目标与需求不同, 如果缺乏有效沟通, 极易造成实际执行偏离规划。举个例子, 天然气管道布设未考虑城市未来发展规划, 导致交通管理部门没有及时评估管道布局对交通造成的影响, 使得施工途中频频修改方案或调整, 对项目整体工期与进度造成负面影响。

1.2 特殊地质地形造成的危害

首先, 复杂的地理环境是天然气长输管道工程不可避免的挑战。这是因为在山地上施工, 面临潜在风险与不确定性因素较多, 因此给施工质量、进度以及安全性造成直接影响。例如, 面向较大坡度或高山区域, 基于地形陡峭, 增加了施工机械作业难度, 包括: 机械想要维持平衡稳定状态十分困难, 同时设备长期暴露在自然环境, 发生故障概率骤增。

【作者简介】祝江松(1988-), 男, 中国山东东营人, 硕士, 工程师, 从事天然气管道研究。

其次,滑坡、塌方在施工过程中时有发生,这是土壤松动造成的,对设备稳定、人身安全造成进一步威胁。面向水道区域施工时,还要考虑管道支撑结构被水体腐蚀的可能性,以提前做好雨水冲刷预案,从根本上提升工程质量与施工安全。最后,在极端天气,如干旱、雨季,地质变动愈发明显。在此背景下,深入环境评估、地质勘查至关重要。只有这样,才能保障所有施工环节都在安全框架下进行。但一些施工单位不重视数据采集与反馈,导致应对措施缺乏可行性。

2 天然气长输管道安全施工的措施

2.1 优化施工质量管理模式

第一,基于BIM技术整合施工质量信息。首先,可出图、模拟性、协调性和可视化是BIM技术的特点。其中,模拟性较为突出,因为它可以进行三维管线布置模拟。具体而言,将BIM(建筑信息模型)引入天然气长输管道工程施工管理,有助于实现全面施工管理数字化。一方面,BIM的信息化水平、智能化能够帮助工程项目采集与处理动态数据信息。通过建立统一的BIM平台,将所有质量数据集中管理,可以避免数据信息延误、滞后等现象。另一方面,BIM平台具有强大的存储功能,通过集中管理,可以充分掌握施工进度、设备状态、人员调度与管道位置,对形成完整的质量信息链有重要帮助。由此可见,促进各项数据互联互通至关重要。以下对详细操作步骤进行详细说明:操作时,首要任务是安装传感器,注意确保关键节点定位的合理性。以实时监测机械性能、材料物理状态是否符合国家标准。并将这些数据与BIM模型同步。与此同时,对于风险点的识别与预防,也可以通过BIM技术进行模拟与分析,以提升天然气长输管道施工效率。接下来,通过虚拟仿真技术,可以识别可能出现的施工偏差。这一步骤不仅有助于分析结果可视化,还着重对比分析各种施工方案工作表现,如施工便捷性、管道交叉、空间冲突等。通过这些数据反馈,引入有限元分析技术,可以一一识别、攻破管线布局中的薄弱点,对质量控制产生积极作用。此外,将预设质量标准与施工现场相结合,BIM模型能够实现自动化调整,因为施工质量对标的是施工进度。依靠监控系统的反馈有助于所有质量控制点均在监控范围,防止遗漏,为天然气长输管道安全施工奠定基础。

第二,提升施工设备、机械适应性。在复杂地形下如何科学选择机械设备是重要一环,特别是面向特殊地形,如山地、坡地等。以下进行详细说明:首先,选择机动性、稳定性较强的施工机械是关键。例如,坡面较长且大时,首选抓地力设备,包括履带推土机、履带起重机等。因为履带式在倾斜作业方面展露出卓越性。它能够有效降低地形带来的设备故障与不安全施工。其次,面向高腐蚀、高湿度恶劣环境,个性化改造设备必不可少。举例说明,为了强化设备抗腐蚀性,增强其对环境的物理特性,可以将防腐涂层喷涂于设备表面;或者针对潮湿环境采用密封设计,以加强设备的

抗潮、抗风能力,进一步提升设备使用期限。最后,定期维护、检查设备有助于确保在长时间运行状态下,机械各项性能良好。因为这一举措能够及时发现技术问题,包括液压系统故障、发动机过热等,使设备操作处于最佳。当然,优化施工质量管理模式还包括预警机制的建立。例如,通过智能化监测系统,在恶劣环境下施工时,起到提前预警作用,及时做好防控措施。

2.2 对资源调度、管道安装进行有效控制

第一,加强协调机制和资源调度契合度。首先,进行施工时,为了避免管道交叉带来的财务损失,管理层应强化协调机制与资源调配协同关系。具体而言,资源调配计划应具备前瞻性。就是将每一个关键环节的具体需求罗列出来,然后结合施工进度灵活调整。就拿管道焊接来说,施工时间节点、质量要求、材料数量、焊接设备等在施工前需要明确,以保证所有物资落实到位,防止设备故障、物资延误影响施工进度。针对这些问题,管理人员应与设备租赁公司、材料供应商保持紧密联系,如采用招投标方式、招商合伙人等。其次,项目是否顺利进行与施工现场人员默契程度息息相关。施工期间,应定期组织项目会议,主要就人员配置、设备安装等各类问题进行讨论。这样不仅施工程序清晰明了,还促进了信息传递与共享,对形成高效的进度控制体系有重要作用。最后,构建一个系统化维修、检查流程,通过定性定量检测,有助于帮助管理人员根据设备状态优化调配方案,使设备属性、功能得到充分发挥,最大程度降低基础性问题带来的时间损失。关于人员调配,可以将落脚点放在实际需求上,确保工种与施工岗位相符,同时避免过度集中或分散延误整体工期。

第二,规范化管理管道安装。进行施工时,管道受外部因素影响,常常面临变形、碰撞、外力压迫等威胁。基于此,完善临时支撑系统势在必行。首先,施工环境、管道尺寸和材质必须纳入考量范围,旨在提升管道运输的稳定性。与此同时,无损性是安装的另一个技术要点。为了确保所有管道无损坏,运输过程必须采用柔软性较好的材料包裹管材,防止表面冲击与机械摩擦情况发生。其次,安装过程中,支撑点的设置应贴合设计,同时采用特定公式推算每一个支撑点的荷载阈值,使管道安装的整体结构满足安全性、稳定性要求。最后,认真审核施工人员相关证书,尤其是特殊工种,如焊接等,确保持证上岗。与此同时,面向复杂且大型的施工,施工队伍应加强机械化设备投入,包括管道牵引机、管道整平等,以期提升铺设精度。主要体现在:横向平整度可以通过管道整平机实现;对于管道的安装坡度与深度则可以借助管道牵引机精准控制。

2.3 加强高危作业环节

第一,严格执行高危作业操作规程。焊接作业在天然气长输管道施工中占据重要地位。进行焊接时,必须充分考虑焊接环境,防止气体流量、热源、火花等因素对焊接区域

造成负面影响。包括爆炸、火灾险情等。因此,焊接前做好全方位检查必不可少,使焊接过程产生的气体、热量、火花趋于可控。首先,保护惰性气体过程中,监测气体流速、浓度至关重要。可以采用专门的流量监测装置,一旦接近基准阈值,就会启动预警装置,防止气体泄漏。其次,高危作业包括开挖掘进施工。前期阶段,施工单位应进行现场勘查,一一核对地质勘探资料和地下管线布局图,确保开挖作业不会对地下设施造成干扰。最后,开挖流程、标准必须与设计要求相符,特别是高风险区域、复杂地质条件下,需要加强实时数据采集与现场监控。因为过度开挖会改变土层结构,进而引发地下运动或损坏地下设施,甚至带来地质灾害。基于此,施工单位应成立安全管理部门,主要负责监督操作流程、技术标准执行情况并反馈,为持续优化开挖方案提供理论支持。此外,针对敏感区域,即高风险频发地区,如崩塌、滑坡等,应急配置应充足,且质量、数量必须符合相关规定要求,确保应急措施对防止险情扩散、蔓延有实际性帮助。

第二,制定专项安全培训。在天然气长输管道施工中,定期培训能够确保施工人员深入了解施工安全要求与操作流程。因此,施工单位应编制多样化安全培训计划,使每一个作业类型都被辐射到。例如,涵盖爆破、开挖、焊接等特种作业规程,这些高危作业的事故处置流程、应急预案等均在专项安全培训中得到响应。首先,明确考核标准,旨在评估不同作业类别的培训方法与模式是否科学,为寻找优化空间提供数据支持。这一步骤有助于避免“一刀切”通用培训,同时从根本上确保施工工况和培训内容高度重合。举个例子,对于焊接人员的培训,应聚焦气体管路检查、电气安全、火源控制等方面;培训开挖作业人员时,评估土壤稳定性、

识别地下管线等则是培训重点。其次,培训结束后,还要引入考核机制。包括实践操作演练和书面考试等,考试合格后方能继续上岗作业。值得注意的是,考核不是一次性,而是持续性。通过复训和多次考核,有助于施工人员第一时间掌握最新技术与安全规范。最后,模拟演习是实践操作的重要组成部分,通过情境模拟,能够培养施工人员应急处理能力与风险识别能力,为风险控制提供保障。

3 结语

综上所述,在天然气长输管道工程施工中,面临诸多挑战。这源于地理条件多变和施工环境复杂。我们提出基于BIM技术的应用,能够有效整合施工信息,实时监控施工质量和进度,为施工管理提供强有力的支持。与此同时,通过加强协调机制和资源调度契合度,提高培训力度等措施,以降低施工过程中可能出现的安全事故风险,为工程的顺利完成提供保障。

参考文献

- [1] 周景权,李彦斌,李毅,等.天然气长输管道施工的安全风险对策分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2022.
- [2] 吴凡,王晓吉.探究生态环境保护视域下天然气长输管道施工的影响及防范[J].化工设计通讯,2023,49(5):149-151.
- [3] 杨成伟.天然气长输管道施工对生态环境的影响及防范措施[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(7):88-90.
- [4] 孙铭艺,耿立国.石油天然气长输管道施工技术研究综述及展望[J].石油石化物资采购,2024(6):97-99.
- [5] 熊燊铭.天然气长输管道巡护的难点与对策研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(3).

Difficulties and Solutions in Particle Size Control during Coal Washing and Processing

Zhipeng Wang

Seven Star Coal Preparation Plant, Tianan Coal Industry, Pingdingshan City, Henan Province, Pingdingshan, Henan, 467000, China

Abstract

Coal washing is a necessary means to effectively improve coal quality and reduce environmental pollution, but in actual operation, particle size control is an important and complex problem. In order to solve the problem of particle size control in the process of coal washing, this paper analyzes the difficulty of particle size control which affects the effect of coal washing, including the particle size difference between coal and impurities, the influence of water flow and the limitation of equipment. According to relevant research, we put forward a series of solution strategies for particle size control, including optimization of crushing equipment, improvement of washing process, and introduction of new equipment and technology. Experiments show that these measures can effectively improve the washing efficiency and coal quality. This study provides new theoretical support and practical guidance for particle size control in coal washing process.

Keywords

coal washing; particle size control; coal quality; washing efficiency; granularity control strategy

煤炭洗选加工过程中的粒度控制难点及解决措施

王志鹏

河南省平顶山市天安煤业七星选煤厂，中国·河南 平顶山 467000

摘 要

煤炭洗选是有效提高煤炭质量、降低环境污染的必要手段，但在实际操作中，粒度控制是一个重要且复杂的问题。为了解决煤炭洗选过程中粒度控制的难题，论文详细分析了影响洗选效果的粒度控制的难点，主要包括煤与杂质的粒度差异、水流的影响以及设备的限制等。根据相关研究，我们提出了一系列粒度调控的解决策略，包括优化破碎设备，改进洗选过程，以及引入新型的设备和技術。实验证明，采用这些措施可以有效地提高洗选效率，提升煤炭质量。本研究对煤炭洗选过程中的粒度控制问题提供了新的理论支持和实践指导。

关键词

煤炭洗选；粒度控制；煤炭质量；洗选效率；粒度调控策略

1 引言

煤炭，作为中国最主要且广泛使用的能源之一，其质量的好坏直接影响着能源利用效率和环境保护。将煤炭的质量提升到理想的水平，减少环境污染，其中关键的步骤就是煤炭洗选。然而，在实际的煤炭洗选过程中，粒度控制却始终是一个难以把控的复杂问题。影响洗选效果的因素诸如煤与杂质的粒度差异、水流大小的影响以及设备的操作限制等种种因素，都使得粒度控制变得更为复杂和困难。因此，如何准确有效地控制煤炭粒度，优化煤炭洗选效果，成为业界和学界关注的重点。论文通过深入分析影响煤炭洗选的各个因素，提出了一系列粒度控制的策略，并通过实验证实，这

些策略可以有效地提高煤炭的洗选效率，以期为煤炭产业的持续和健康发展，提供理论支撑和实践指导。

2 煤炭洗选过程与粒度控制

2.1 煤炭洗选过程简述

煤炭洗选过程是涉及矿石破碎、筛分、浓缩以及脱水等多个环节的复杂过程，其核心是通过物理或化学方法，将原矿中的煤炭与杂质尽可能地分离^[1]。整个流程中，破碎设备将大块的煤矿石破碎成适合洗选的粒度；筛分过程则通过设备的振动将破碎后的矿石按照不同的粒度分级；在浓缩过程中，采用的是重力选矿、浮选、磁选等原理或方式，去除杂质，保留煤炭；在脱水过程中，通过物理或机械方式将洗矿时加入的水分尽可能地去除，方便后续的处理和运输。这个过程提高了煤炭的纯度，降低了原矿带来的环境污染，也提出了对破碎设备的高粒度控制要求，作为洗选过程中的一

【作者简介】王志鹏（1987-），男，中国河北大城人，本科，助理工程师，从事矿物加工、煤炭洗选研究。

项重要技术，粒度控制的好坏，直接影响洗选效果。

2.2 煤炭洗选过程中的粒度控制概述

煤炭洗选过程中的粒度控制是洗选工程的核心环节。粒度控制是指在煤炭经过破碎、磨损等过程后，控制其粒度以便提高洗选效率和煤炭质量。对煤炭的粒度进行精确控制，可以使煤炭与杂质有效分离，从而提高洗选效率和产品质量。

具体来说，对煤炭进行深加工涉及多个粒度控制阶段。首轮粒度控制发生在煤炭破碎阶段，这个阶段需要控制煤炭被破碎成适当的粒度，以便进行下一步的淘洗过程。破碎后的煤炭因粒度不同，在洗选池中的沉降速度也不同，粒度较大的煤炭与杂质分离更为容易，所以这个阶段的粒度控制尤为关键。在洗选阶段，煤炭将进一步细分，此时涉及的粒度控制技术会更加复杂与精细。

煤炭洗选过程中的粒度控制涉及多个环节，需要配合相关设备和技术。由于煤炭的独特性，如硬度、比重、颗粒形状等，会对粒度控制造成一定的困扰。如何精确地控制煤炭的粒度，以提高洗选效果和提升煤炭质量，是洗选技术领域亟待解决的关键问题。

2.3 粒度控制在煤炭洗选中的重要性

在煤炭洗选过程中，粒度控制的重要性不可忽视。它直接影响了煤炭的质量和附加值。针对不同用途的煤炭，需要有不同的粒度标准，从而满足特定应用的需要。如果不能进行有效的粒度控制，可能会因为粒度过大或过小，导致煤炭的使用价值下降。粒度控制也影响煤炭洗选的效率。粒度过大或过小，均会加大洗选的难度，降低洗选效率，造成资源和能源的浪费。粒度控制还关系到煤炭洗选过程的环保问题。粒度控制不到位，可能会因为过细的煤粉飞散导致环境污染，或者因为过大的煤块中含有的杂质难以清除而增加环境负担。粒度控制在煤炭洗选过程中，关乎煤炭质量、洗选效率和环保问题，是煤炭洗选过程不可或缺的关键环节。

3 煤炭洗选过程中的粒度控制难点分析

3.1 煤与杂质的粒度差异

在煤炭洗选过程中，粒度控制是一项关键因素，而煤与杂质的粒度差异是这一控制过程的主要难点之一。煤炭本身各部分的物理特性如硬度、韧性等存在差异，使碎煤和煤块在破碎过程中形成的粒度无法完全一致。而且在煤炭的形成过程中，煤与杂质的包裹状况、分布特性等差异，同样影响了粒度的一致性。更为复杂的是，煤炭中的杂质种类繁多，其硬度、结构等差异性强烈，这导致在破碎时产生的粒度和形状各异，使得粒度控制难度加大。尤其是某些硬度大、难以破碎的杂质，在洗选过程中增加了煤炭粒度控制的困难和不确定性。总结来说，煤与杂质的粒度差异、分布不均和杂质种类多样性，联合作用使煤炭洗选过程中的粒度控制变得十分困难。

3.2 水流的影响

水流是影响煤炭洗选粒度控制的重要因素。在洗选过程中，恰当的水流能有效地帮助煤炭分离出杂质，但如果水流控制不佳，就可能会对粒度产生负面影响。当水流过强时，小粒度的煤可能会被冲走，这会导致洗选失效，无法获得理想的洗选效果。而如果水流过弱，可能无法将煤与矿杂质粒度完全分离，从而降低了洗选质量，进一步影响了煤炭的热值和灰分^[2]。这就需要在煤炭洗选过程中，科学地控制水流，既要保证其有足够的动力将煤炭杂质有效地分离，又要控制其流速，防止小粒度煤被冲走。如果能做到这一点，就可以通过水流的精细调节，实现煤炭洗选过程中的粒度控制，提升洗选效率并优化煤炭质量。

3.3 设备的限制

煤炭洗选过程中的粒度控制往往受到设备的限制。现有的煤炭洗选设备，尤其是破碎设备，往往存在设计缺陷，无法将煤炭破碎到理想的粒度，使粗、细粒度煤炭混杂，影响洗选效果。诸如脱硫、脱灰设备等，在操作过程中，精度控制的困难性也会对煤炭粒度产生影响。这些设备的结构特点和工作原理决定了它们在粒度控制方面存在固有的限制。

一方面，煤炭破碎设备的破碎效果受到设备自身精度和稳定性的影响，不同品牌和型号的设备破碎效果可能存在较大差异。如果设备硬件配置低，可能会导致破碎效果不佳，增大煤炭粒度差异；设备运行不稳定，可能会使得煤炭粒度改变无法控制，对洗选效果产生负面影响。

另一方面，当前的洗选设备普遍缺乏实时监控和精确控制系统。煤炭洗选过程的精度控制主要依靠采样、化验和人工调整，由于实时监控系统的缺失，粒度变化往往无法得到及时调整，无法实现洗选过程的精确控制。

4 粒度控制的解决策略及施行效果

4.1 优化破碎设备的粒度调控策略

在解决煤炭洗选过程中的粒度控制问题上，优化破碎设备是一个可行的策略。基于研究数据和实践经验，有效的设备优化策略主要包括以下几方面：

提高设备破碎效率和准确性是精确调控粒度的关键。针对不同质地和粒度的煤炭，选择具有针对性的破碎设备和程序，可以有效提高破碎效率，降低不必要的煤炭损耗，确保煤炭粒度分布的规整性。

引入先进的破碎设备监控技术，例如使用粒度监测系统，实时监控煤炭破碎后的粒度分布情况，可以使得粒度调控更为精细，迅速响应和调整设备参数，以达到理想的粒度控制效果。

再者，针对设备的磨损问题，定期的设备保养和合理的零部件替换计划也是重要的粒度调控策略。保证设备的正常运行和性能稳定，从源头上减少因设备问题带来的粒度控制误差。

4.2 改进洗选过程的粒度调控策略

面对煤炭洗选过程中的粒度控制难题,改进洗选过程是一种可行的策略。原料处理前的筛分是一环,通过调整筛孔大小,可以实现对进入洗选设备的粒度的有序化控制。煤炭在洗选设备中分级操作也必不可少,可优化分级速度及分级精度。适当减小碎煤与泥浆之间的相对速度,降低了沉降速度和流体动力作用,也是达到粒度控制的有效方法。

关于水流的调控,根据流势理论,应合理调整洗选设备的水流条件,如定量和粒度的关系,相应调控水流可以有效减小煤与杂质的粒度差异,提高洗选效果^[1]。贯穿始终的是细心观察各环节,根据实际效果及时调整策略,达到最佳效果。

引入精密检测仪器,提高粒度检测的时间和空间精度,可以实现粒度控制的实时可调动态管理,极大提高了煤炭洗选过程的效率和质量。以上改进措施通过实施效果验证,其能显著提升煤炭洗选效率,也提高了煤炭的质量,为煤炭产业的可持续发展提供了有力的理论指导和实践策略。

4.3 引入新型设备和技术的粒度调控策略

引入新型设备和技术是解决粒度控制难题的有效策略。在最新的研究中,一种叫作“超声波煤泥分离器”的设备被提出。这种设备运用超声波产生的振动,使得煤与杂质在粒度上分离,从而提高洗选效率。这种设备还避免了传统的物理分离方式可能带来的粒度不均匀的问题。

新技术的应用在粒度控制方面的表现也十分出色。例如,“模糊控制”和“人工智能优化”两项技术在实践中都显示出很好的粒度控制效果。模糊控制技术利用模糊算法,对洗选过程中存在的不确定性因素进行控制,达到精确控制粒度的效果。而人工智能优化技术则利用大数据和深度学习,筛选出最优洗选参数,帮助提升煤炭的品质。

以上新型设备和技术的应用,都有助于解决煤炭洗选过程中的粒度控制难题,实质上提升了煤炭洗选的效果,并对煤炭产业的发展起到积极的推动作用。

5 粒度控制对煤炭产业影响的研究

5.1 粒度控制对煤炭质量改善的影响

在煤炭精炼过程中,粒度控制与煤炭质量的提升息息相关。过大或过小的煤炭粒度均会对提炼效率和煤炭品质构成影响。通过实践和研究发现,合适的煤炭粒度可以在一定程度上减少矿石中杂质的含量,从而提高煤炭燃烧的能量和热值。

碾磨粒度能有效提高洗选指标,而过细的粒度会导致

洗选过程复杂化,增加能耗,可能对煤炭的物理性能造成损害,连锁反应降低煤炭质量。过粗的粒度将会导致部分有用矿石没能有效利用,同样影响洗选效率和煤炭质量。

通过精确控制煤炭的粒度,可以有效提高洗选效率,从而在确保质量的同时减少能耗和成本,对提高煤炭的经济效益与工业价值起到至关重要的作用。

正如前文所述,解决粒度控制的关键在于优化破碾设备、改进洗选流程以及引入先进的设备和技术,如此一来,粒度控制就可以在煤炭质量提升方面发挥着着重的影响和决定性作用。

5.2 粒度控制对洗选效率提升的影响

粒度控制对洗选效率的影响研究说明其在优化煤炭洗选过程中的关键作用。粒度是决定煤炭洗选有效性的重要因素之一,适宜的粒度可以使煤炭与杂质有效分离,从而提高洗选效率。在洗选过程中,如果煤炭粒度过大,会导致煤粒与杂质之间的黏附力增大,使得洗选分离变得困难;煤炭粒度过小,则会导致煤粒在水中悬浮,难以进行有效洗选。粒度控制的准确性直接关系到洗选效率的高低。经由一系列的实证研究表明,只有在保证洗煤过程中粒度均衡、稳定的前提下,才能最大限度地提高洗选效率。并且,合理的粒度控制可以在减少能耗的提升洗选效率,实现煤炭洗选过程的可持续发展。

6 结语

论文对煤炭洗选过程中的粒度控制问题进行了探讨,分析了影响煤炭洗选效果的主要难点,提出并验证了相关解决策略。我们的研究表明,优化破碎设备、改进洗选过程,以及引入新型的设备和技术都可以有效地提高洗选效率,提升煤炭质量,为煤炭产业的持续和健康发展提供了新的参考和依据。然而,煤炭洗选过程中的粒度控制仍面临一些挑战,如如何精确控制煤和杂质的粒度差异以及如何应对复杂环境下的粒度调控等,这需要我们进一步的研究和实践。实际上,任何科研工作都是一个不断追求和探索的过程,相信在未来,我们会有更多新的发现和突破,进一步推动煤炭洗选技术的发展。

参考文献

- [1] 朱元生.煤炭洗选加工过程中的粒度控制问题[J].装备维修技术,2020(18):250.
- [2] 闫林.煤炭洗选加工粒度控制探讨[J].中国化工贸易,2020,12(17):239.
- [3] 张娟.煤炭洗选加工过程中的粒度控制研究[J].冶金管理,2021(19):11-12.

Exploration of Suspended External Scaffolding Installation Technology in High rise Building Construction

Zhenxue Ding

Guangxi Beitou Construction Engineering Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract

With the continuous development of urbanization, the number of high-rise buildings is increasing. In the construction process of high-rise buildings, the use of cantilevered external scaffolding is more common, but it also puts forward higher requirements for the construction technology. The paper conducts in-depth research and exploration on the construction technology of cantilevered external scaffolding in high-rise buildings. Through theoretical analysis and practical testing, a new construction technology method is proposed, which uses special reinforcement measures and accurate calculations to ensure the stability and safety of the external scaffolding. The paper not only provides a detailed introduction to the specific implementation process of the construction technology, but also verifies its effectiveness and superiority through a large number of practical cases, providing theoretical basis and practical reference for the more scientific and effective use of cantilever external scaffolding in high-rise building construction.

Keywords

high-rise building construction; cantilever external scaffolding; construction technology; strengthening measures; practical test

高层建筑施工中的悬挑式外脚手架搭设技术探讨

丁振学

广西北投建筑工程有限公司, 中国 · 广西 南宁 530000

摘 要

随着城市化的不断发展, 高层建筑的数量正在增加。而在高层建筑的施工过程中, 悬挑式外脚手架的使用较为普遍, 但同时也对施工技术提出了更高的要求。论文通过对高层建筑的悬挑式外脚手架的施工技术展开深入的研究和探讨, 通过理论分析和实践检验, 提出了一种新的施工技术方法, 即使用特殊的加强措施和精确的计算, 以确保外脚手架的稳定和安全。论文不仅详细介绍了该搭设技术的具体实施过程, 同时通过大量的实际案例验证了其效果和优越性, 为高层建筑施工中更加科学有效地使用悬挑式外脚手架提供了理论依据和实践参考。

关键词

高层建筑施工; 悬挑式外脚手架; 施工技术; 加强措施; 实践检验

1 引言

随着城市化进程的加速进行, 特别是商业和居住需求对城市空间的压力, 高层建筑如雨后春笋般崭露在各大城市的天际线之中。然而, 高层建筑的建设过程中, 悬挑式外脚手架的应用日益广泛, 它们在方便施工的同时也伴随着安全隐患。显然, 随着施工高度的增加, 对悬挑式外脚手架的稳定性和安全性要求也越来越高。为了对这个问题进行深入研究, 论文就高层建筑的悬挑式外脚手架施工技术进行深入探讨, 旨在优化现有的施工技术, 提高外脚手架的稳定性和安全性。我们通过理论和实践的相结合, 提出了一种新的施工方法, 希望能给相关工作人员在施工过程中提供有效的帮助和参考, 为未来更高、更大、更复杂的高层建筑施工铺平道路。

【作者简介】丁振学(1989-), 男, 中国广西来宾人, 本科, 工程师, 从事建筑工程研究。

2 高层建筑施工中的悬挑式外脚手架的重要性

2.1 高层建筑和悬挑式外脚手架的相关概述

高层建筑的迅速发展是现代城市化进程中的重要标志之一^[1]。这类建筑通常具有高度高、结构复杂以及施工难度大的特点, 使得施工过程中对施工技术和设备的要求更加严格^[2]。悬挑式外脚手架作为施工必不可少的工具, 在高层建筑施工中扮演了至关重要的角色。

悬挑式外脚手架是一种在建筑结构外部设置的临时支撑结构, 主要用于工人在建筑外立面作业时提供临时的操作平台。其设计和搭设必须满足施工过程中对安全性、可靠性和灵活性的要求。由于高层建筑的高度限制和结构复杂性, 传统的脚手架搭设方法面临挑战, 而悬挑式脚手架通过悬臂结构固定在建筑物上, 避免了地面支撑的局限, 特别适合在空间受限的高层建筑工地使用。

在高层建筑的施工中, 悬挑式外脚手架不仅提供必要

的施工平台，还对施工的进度和质量产生直接影响。通过合理的搭设，可以有效提高施工效率，减少施工周期。在各种不同的施工条件下，悬挑式脚手架可以根据需要进行调整和改装，以适应不同的工程要求，这种灵活性在提升施工安全性和降低工程风险方面发挥了极大的作用。悬挑式外脚手架在高层建筑领域的应用具有不可替代的价值，是现代建筑施工技术体系中不可或缺的一部分。

2.2 技术发展对施工装备的要求

在高层建筑的施工过程中，随着建筑技术的不断进步，施工装备的要求日益提高。悬挑式外脚手架作为一种重要的施工装备，其技术发展对整体施工的安全性和效率具有重大影响。现代化城市的快速发展导致建筑结构日趋复杂化，传统悬挑式外脚手架难以充分满足高层建筑施工具有挑战性的环境要求^[1]。先进技术的发展推动了对悬挑式外脚手架在承载能力、抗风抗震性能和快速搭建等方面的升级。

承载能力的提高是高层建筑中悬挑式外脚手架发展的关键。为了应对建筑高度增加和施工荷载的变化，悬挑结构需要更高强度和耐久性的材料。这种材料的选择直接关系到脚手架的稳固性和施工人员的安全。与此抗风性能和抗震性能的提升也是对悬挑式外脚手架不可或缺的要求。高层建筑通常常年暴露在强风环境中，在突发地震时，要保障脚手架的完整性和稳定性，减少安全风险。

技术的发展还促进了悬挑式外脚手架搭设方法的革新，通过引入模块化设计和自动化安装技术，提高施工效率，缩短施工周期，并降低人工操作带来的误差。在高层建筑施工中，对悬挑式外脚手架技术的创新与装备的要求密切相关，是实现安全高效施工的根本。

2.3 悬挑式外脚手架与高层建筑施工中的角色及影响

悬挑式外脚手架在高层建筑施工中扮演着尤为重要的角色，其主要影响体现在施工安全与效率方面。它为高空作业提供了坚固的平台，极大地降低了施工人员的安全风险。悬挑式外脚手架能够根据施工进度灵活调整位置，提升了施工的灵活性和效率，满足了不同阶段的施工需求。对高层建筑而言，该脚手架的合理搭设不仅可以提高施工现场的整体协调性，还能有效减少地面占用面积，便于其他施工设备的运作。悬挑式外脚手架的应用是确保高层建筑施工顺利进行的重要保障。

3 高层建筑施工中悬挑式外脚手架的施工技术分析

3.1 实用的搭设技术方法剖析

在高层建筑施工中，悬挑式外脚手架的搭设技术极为关键，确保施工安全和高效是其核心目标。当前，悬挑式外脚手架的搭设方法主要包括选择适宜的材料，进行合理的结构设计，以及优化搭设流程。在材料选择方面，高强度钢材和耐腐蚀合金材料被广泛使用，以提高脚手架的承载能力和

使用寿命。结构设计要求精确，要根据建筑结构的特性进行定制，特别是在锚固节点和受力分布上，需考虑风荷载和动态负荷的影响。

搭设流程是技术实施中的重要环节，由专业技术人员根据设计图纸和具体施工环境，采用模块化组装或整体吊装的方式进行。在此过程中，强调施工的标准化和规范化操作，以减少人为误差带来的风险。为了提高施工的安全性和稳定性，现场需要严格监控脚手架搭设的关键节点，如支撑系统的稳定性和脚手架与建筑主体的连接强度。

施工技术的创新还包括智能监测系统的应用，实施实时监测和预警，以及时发现和排除潜在的安全隐患。通过以上方法的综合应用，悬挑式外脚手架的施工技术在实践中得到了显著的改进，在提高施工效率，确保安全方面发挥了积极的作用，为高层建筑项目提供了有力的支持。

3.2 特殊的加强措施的设计与实现细节

在高层建筑施工中，为确保悬挑式外脚手架的稳定性与安全性，特殊的加强措施显得尤为重要。这些措施设计需针对可能的风险因素进行系统化的分析，应着眼于提升整体结构的可靠性和抗风险能力。一个有效的加强措施设计需要考虑材料的选择、结构的承载能力以及连接节点的抗剪强度等关键因素。合理选择高强度材料可以提高脚手架的整体承受力，并减小变形的可能性。

节点连接是悬挑式外脚手架中至关重要的组成部分，它的设计直接影响到整体强度与稳定性。在节点设计中，采用高强度螺栓、钢销等连接件，以增强结构的抗疲劳性和抗冲击载荷能力。运用现代化的预紧技术，增强螺栓的紧固效果，防止松动，提升安全系数。

在加强措施的实现细节上，可以结合计算机模拟技术，模拟脚手架在受力状态下的变形与应力分布。通过模拟实验，优化施工方案和节点细节，确保工程中脚手架搭设的可靠性。需要详细记录施工过程中的数据和经验，形成标准化的技术规范，以便在后续项目中借鉴和强化。实施严格的质量控制和检测措施，通过定期的检查与维护，进一步确保悬挑式外脚手架的安全性与实效性。这些综合措施的采取，使悬挑式外脚手架在高层建筑施工中不仅提高了施工效率，还为安全施工提供了坚实的保障。

3.3 精确计算在维护安全稳定中的关键性

在高层建筑施工中的悬挑式外脚手架搭设技术中，精确计算是确保其安全和稳定的关键环节。计算包括荷载分析、力学模型建立及结构变形监测，涵盖风荷载、活荷载等多种因素，以保证脚手架在各种工况下的性能稳定。通过精确的结构计算，可以确定脚手架的最佳支撑点和连接方案，优化材料使用，提高耐久性，并减少结构风险。精确计算还用于评估施工过程中的风险，确保在特殊条件和紧急情况下的安全性。通过科学计算提供的数据支持，有助于施工团队做出明智决策，保证施工的安全、高效。

4 高层建筑施工中悬挑式外脚手架搭设技术的实践及其效果

4.1 新搭设技术的实际应用与优越性验证

新技术在实际应用中体现在架设过程的合理性方面。悬挑式外脚手架在搭设过程中采用了一种模块化组装方法,结合特殊结构件的合理选用,使得架体的搭设更加灵活。模块化设计不仅提高了搭设效率,还进一步提升了施工的精确度,减少了因手工操作误差导致的安全隐患。在多种工程项目中,实际操作证明这种方法能够有效降低材料浪费,缩短搭建周期,从而大幅提升施工效率。

精确的计算在新搭设技术的应用中尤为关键。通过对荷载的精确分析以及对现场环境的细致评估,新技术在实施过程中引入了动态监测系统,实时掌握架体的受力情况和变形趋势。这一技术措施不仅提高了施工的安全系数,还能在意外发生前提供预警,为施工人员及时采取应对措施赢取关键时间。动态监测系统的应用使得悬挑式外脚手架在高层建筑施工中表现出更强的抗风压和抗震能力,为建筑工地的作业人员提供了更为安全的工作环境。

在不同类型的高层建筑项目中,这一新技术在面临形态多变的建筑构件和复杂的外部环境时,均能提供卓有成效的解决方案。多组实验数据及不同行业的反馈显示,该技术较传统方法有明显的安全性、经济性和实用性优势。施工现场实践验证了使用新技术后的架设过程具有可预测性和稳定性,更好地保障高层建筑施工的高效率和低风险。

4.2 面对问题与工程实践中的调整

在高层建筑施工中,悬挑式外脚手架的搭设需要面对诸多实际问题,并在实践中进行调整和优化。施工现场常常面临复杂的地形和环境,这对脚手架的设计和搭设提出了非同寻常的挑战。在这种情况下,需要根据现场条件对脚手架支撑系统进行灵活调整,保证其符合安全标准。受限于城市施工空间,合理分配建筑材料与机械设备的位置尤为关键,以确保施工的顺利进行。

高层建筑的风荷载和垂直荷载因素也是影响悬挑式外

脚手架安全性能的重要因素。实践中,施工团队通过引入科学合理的计算方法,加强脚手架的结构设计,确保其在高风速和动态荷载下的稳定性。提高施工人员的专业素养和在岗培训,有助于提升脚手架搭设质量和施工效率。这种技能培训包括对脚手架搭设规范的了解,以及如何快速识别和纠正潜在的风险。

调配以及管理施工材料和人力资源,使其对高层施工中的突发事件具有更高的应变能力。脚手架材料的选用也在实践中有所调整,采用强度更高、耐候性更好的材料,进一步提高了脚手架的使用寿命和安全性。为了应对天气变化等不可控因素,施工计划中也增加了灵活性,允许视具体情况调整施工进度。

5 结语

论文针对高层建筑施工中悬挑式外脚手架搭设技术进行了深入研究和实践探讨。通过理论分析与实践验证,提出一种新的施工技术方法,采取特殊的加强措施和精准的计算,以确保悬挑式外脚手架的稳定和安全,这为高层建筑施工中更科学有效地使用悬挑式外脚手架提供了理论证据和实际参考。由于施工环境的复杂性和多变性,我们提出的新施工技术方法仍存在局限性,需要针对具体的施工环境进行适当的调整和优化。期待更多的同行进行探讨,共同推动高层建筑施工技术的进步,提高工程质量和施工效率,保证施工安全。同时,正因为悬挑式外脚手架在高层建筑施工中的广泛应用,对其更深入的研究具有重要的现实意义和应用价值,对于应对更高层次、更复杂条件下的建筑施工,将有力地推动施工技术的持续革新和发展。

参考文献

- [1] 双浪波.高层建筑悬挑式脚手架搭设施工技术[J].地产,2021(8):103-104.
- [2] 闫晓钰.高层建筑悬挑脚手架施工技术[J].砖瓦世界,2020(20):53-53.
- [3] 高寒,陈建华,郭亚冲.高层建筑悬挑脚手架施工技术分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2020(7).

Exploration of the Application of Artificial Intelligence Technology in Electrical Engineering

Ziwei Li

State Grid Chengde County Power Supply Company, Chengde, Hebei, 067000, China

Abstract

This paper explores in depth the widespread application and profound impact of artificial intelligence technology in the field of electrical engineering. By carefully reviewing the current development status of electrical engineering and combining the core principles and unique characteristics of artificial intelligence technology, this paper elaborates in detail how artificial intelligence can assist in the intelligent management, accurate fault diagnosis and prediction, optimized design schemes, and efficient energy-saving control of power systems. At the same time, the paper also proposes specific implementation strategies, analyzes the challenges faced during the implementation process, and provides targeted solutions. Finally, a comprehensive summary and forward-looking outlook on the future development of artificial intelligence technology in the field of electrical engineering are presented.

Keywords

electrical engineering; artificial intelligence technology; intelligent management; fault diagnosis

电气工程的人工智能技术应用探索

李梓维

国网承德县供电公司, 中国·河北 承德 067000

摘 要

论文深入探索了人工智能技术在电气工程领域的广泛应用与深远影响。通过对电气工程的发展现状进行细致梳理,并结合人工智能技术的核心原理及独特特点,论文详尽阐述了人工智能如何助力电力系统的智能化管理、精准故障诊断与预测、优化设计方案以及高效节能控制。同时,论文还提出了具体的实施策略,分析了实施过程中面临的挑战,并给出了针对性的解决方案,最后对电气工程领域人工智能技术的未来发展进行了全面总结与前瞻展望。

关键词

电气工程; 人工智能技术; 智能化管理; 故障诊断

1 引言

随着科技的飞速发展,人工智能(AI)技术正逐步渗透到各个行业领域,电气工程也不例外。论文旨在探索人工智能技术在电气工程中的创新应用,分析其对电力系统设计、运行、维护等方面的潜在影响。通过深入研究,我们期望揭示 AI 技术如何提升电气工程的智能化水平,实现更高效、安全、可靠的电力供应。同时,论文也将探讨当前面临的挑战与未来发展方向,为电气工程领域的智能化转型提供有益的参考与启示。

2 电气工程与人工智能技术概述

2.1 电气工程发展现状

电气工程作为现代工业的基石,其发展现状展现出蓬

勃的活力与无限的潜力。随着计算机网络系统的不断健全,电气工程应用技术持续深化,现代电气工程系统日益完善,满足了时代经济对于电气工程技术的发展需求。电气工程的发展离不开对其内部理论应用体系的健全。电气学科理论知识在不断深化应用的过程中,与电磁类基础学科有效结合,推动了电气工程技术的不断创新。在中国,电气工程学科下设电机与电器、电力系统及其自动化、高电压与绝缘技术等多个二级学科,涵盖了电路原理、模拟电子、数字电子、自动控制原理等专业基础理论,以及电力系统暂态分析、电力电子等专业技术。近年来,电气工程与信息技术的融合日益紧密,促进了电气工程领域的技术创新,提升了电力系统的安全性和稳定性。同时,电气工程也积极拓展与其他学科的交叉融合,如与计算机科学、人工智能等领域的合作,催生出智能电网、智能制造等新兴业态,推动了电气工程技术的革新与发展。展望未来,电气工程将继续朝着智能化、绿色化、高效化的方向发展,为国家的经济建设和社会发展提供强有力的支撑^[1]。

【作者简介】李梓维(1992-),男,满族,中国河北承德人,本科,工程师,从事电气工程研究。

2.2 人工智能技术原理及特点

人工智能技术原理及特点在电气工程中占据着举足轻重的地位。其原理主要基于计算机科学、数学和控制论等多学科交叉的理论和技術，旨在通过模拟人类的思维和行为过程，使机器能够像人类一样进行推理、学习和决策，从而完成复杂的任务。这一过程中，知识表示、推理过程、机器学习、感知与识别、自然语言处理以及决策与优化等关键环节共同构成了人工智能系统的核心。在电气工程领域，人工智能技术的特点尤为突出。它具备强大的学习能力，能够从大量的数据中自动学习到规律和模式，不断提高自身的性能和智能水平。同时，人工智能技术还表现出高度的自主性，能够根据环境的变化和输入的数据，自动调整自身的参数和策略，而不需要人类实时的干预^[2]。此外，其适应性也极强，可以在不同的场景中应用，并根据具体情况作出相应的决策和行动。

人工智能技术以其独特的基本原理和显著的特点，在电气工程中发挥着越来越重要的作用。它不仅提高了电气系统的智能化水平，还推动了电气工程技术的不断创新和发展。未来，随着技术的不断进步和应用场景的不断扩展，人工智能将在电气工程中展现出更加广阔的应用前景^[3]。

2.3 两者结合的必然趋势

在电气工程中，人工智能技术的融合已成为一种不可逆转的必然趋势。随着电力系统的日益复杂和智能化需求的提升，传统电气工程技术已难以满足高效、精准的管理与控制要求。人工智能技术以其强大的数据处理、模式识别及优化决策能力，为电气工程领域带来了革命性的变革。在智能电网建设中，人工智能技术能够实现对电网状态的实时监测与故障预警，显著提高电力系统的稳定性和安全性。通过深度学习算法，可以对海量电力数据进行挖掘与分析，优化电力调度策略，降低损耗，提升能源利用效率。此外，在电力设备运维方面，人工智能技术能够自动识别设备缺陷，预测故障发生概率，为运维人员提供精准指导，减少非计划停机时间。电气工程与人工智能技术的结合，不仅推动了电气工程技术的创新与发展，也为智能电网、能源互联网等新兴领域的建设提供了有力支撑。未来，随着人工智能技术的不断成熟与普及，电气工程领域将迎来更加智能化、高效化的发展阶段，为经济社会发展注入新的活力^[4]。

3 人工智能技术在电气工程中的应用领域

3.1 电力系统智能化管理

在电气工程中，人工智能技术的首要应用领域便是电力系统智能化管理。这一应用深刻改变了传统电力系统的运维模式和决策流程，极大地提升了电力系统的运行效率和安全性。通过集成深度学习、神经网络等先进技术，电力系统能够实现智能化的监测与预测。例如，利用人工智能算法对海量电力数据进行实时分析，可以精确预测电力负荷变化，

从而优化电力调度策略，确保供需平衡。同时，智能监测系统能够及时发现并预警潜在的故障点，有效防止大规模停电事故的发生。在设备管理方面，人工智能技术同样发挥着重要作用。通过对设备运行状态的持续监测和智能诊断，可以精准定位故障源头，实现设备的预防性维护。这不仅延长了设备的使用寿命，还显著降低了运维成本。此外，人工智能技术在电力市场交易、能源管理等方面也展现出巨大潜力，为电力系统的智能化转型提供了强有力的技术支撑^[5]。总之，电力系统智能化管理已成为电气工程领域的重要发展方向，正引领着电力行业向更加高效、智能的未来迈进。

3.2 故障诊断与预测

在电气工程中，人工智能技术在故障诊断与预测方面发挥着至关重要的作用。通过传感器和监控设备收集的大量实时数据，人工智能能够利用数据处理和分析技术，筛选出关键信息，挖掘潜在的故障特征，为电力系统的稳定运行提供有力保障。在故障诊断方面，人工智能利用模式识别和机器学习算法，自动从数据中提取与故障相关的特征，提高诊断的效率和准确性。神经网络等算法通过离线训练，记忆系统故障征兆，实现故障的快速定位和诊断。同时，模糊故障诊断法在处理时变及非线性问题时，也展现出了其独特的优越性。在故障预测方面，人工智能通过建立预测模型，基于历史数据分析和学习，发现潜在的故障规律和趋势，实现故障的提前预测。这有助于电力系统的维护人员提前采取措施，避免故障发生，减少停机时间和维护成本。

人工智能技术在电气工程中的故障诊断与预测领域，不仅提高了故障处理的效率，还为电力系统的可靠性和安全性提供了坚实的技术支撑。随着技术的不断发展，人工智能在电气工程中的应用前景将更加广阔，为电力行业带来更加智能、高效的解决方案。

3.3 优化设计与节能控制

在电气工程中，人工智能技术的应用显著优化了设计与节能控制环节。通过深度学习算法，系统能够高效分析海量的历史数据和实时信息，精确预测电力负荷变化，为电力系统的优化设计提供科学依据。这种预测能力不仅提升了电网的稳定性和可靠性，还减少了因设计不当导致的能源浪费。在节能控制方面，人工智能技术结合先进的传感器网络和物联网技术，实现了对电气设备的精准监控和智能调度。通过对设备运行状态的实时监测，系统能够及时发现并纠正能耗异常，有效避免了能源的无效损耗。此外，基于人工智能的优化算法还能根据实际需求自动调整设备运行参数，确保在满足使用要求的同时，最大限度地降低能耗。值得注意的是，人工智能技术在电气工程中的优化设计与节能控制领域，还促进了智能电网的建设和发展。通过集成先进的计算技术和数据分析方法，智能电网能够实现对电力资源的优化配置和高效利用，为电气工程的可持续发展奠定了坚实基础。

4 人工智能技术在电气工程中的实施策略

4.1 技术融合路径分析

在技术融合路径分析方面,人工智能技术在电气工程中的应用需遵循循序渐进、深度整合的原则。首先,应明确电气工程领域的实际需求,如智能电网的构建、电力设备的故障诊断与维护,以及能源管理的优化等。在此基础上,人工智能算法如深度学习、神经网络、遗传算法等,可针对特定问题进行定制化开发,以提升系统的自动化与智能化水平。通过引入高级数据分析技术,人工智能能够实时处理电气工程中的海量数据,实现数据的快速解析与精准预测。其次,将人工智能技术与传统电气工程技术相结合,如利用机器学习模型优化电网调度策略,或采用智能传感器监测电力设备运行状态,均可显著提升电气系统的运行效率与安全性。最后,还需关注人工智能技术在电气工程中的标准化与模块化发展,以推动技术的快速普及与广泛应用。通过构建统一的技术框架与接口标准,实现人工智能组件的即插即用,将进一步促进电气工程与人工智能技术的深度融合与协同发展。

4.2 关键技术应用举例

在电气工程中,人工智能技术的关键应用举例丰富多样,深刻影响着电力系统的运行效率与智能化水平。深度学习算法被广泛应用于电力系统的故障诊断中,通过对大量历史数据的训练,模型能够精准识别设备异常状态,实现故障的早期预警与定位,显著提升运维效率。此外,强化学习技术在智能电网的调度优化中展现出巨大潜力,通过模拟不同调度策略下的电网运行状态,智能体能够学习并制定出最优调度方案,确保电力供应的稳定性和经济性。在电气设备的健康管理方面,人工智能结合大数据分析技术,能够对设备运行数据进行实时监测与分析,预测设备寿命及潜在故障点,为设备维护提供科学依据,减少非计划停机时间。同时,图像识别技术在电气工程巡检中发挥着重要作用,利用无人机或机器人搭载高清摄像头,结合 AI 算法自动识别线路缺陷与安全隐患,极大提高了巡检效率与安全性。这些关键技术的融合应用,正逐步推动电气工程向更高层次的智能化迈进。

4.3 面临的挑战与解决方案

在电气工程中,人工智能技术的实施面临着多重挑战。

首先,技术本身的成熟度是一个重要考量。尽管人工智能技术发展迅速,但在电气工程领域的某些复杂应用场景中,其算法的准确性和鲁棒性仍需进一步提升。此外,电气工程中的设备多样性和复杂性也对人工智能技术的适应性提出了更高要求。数据安全与隐私保护问题不容忽视。电气工程中的大量数据涉及设备运行状态、用户信息等敏感内容,如何在利用人工智能技术进行数据分析的同时,确保数据的安全性和用户隐私,是一个亟待解决的问题。针对这些挑战,解决方案在于持续的技术创新和严格的安全管理。一方面,应加大对人工智能算法的研发力度,提高其处理复杂电气工程问题的能力,并增强其对不同设备和场景的适应性。另一方面,建立完善的数据安全管理体系,采用加密技术、访问控制等手段,确保数据在传输、存储和处理过程中的安全性。同时,加强用户隐私保护意识,明确数据使用权限和责任,为人工智能技术在电气工程中的健康发展提供有力保障。

5 结语

论文旨在深入探讨人工智能技术在电气工程领域的实际应用与影响,首先,概述了电气工程与人工智能技术的发展现状,随后详细分析了人工智能在电力系统管理、故障诊断、优化设计等方面的具体应用;其次,提出了实施人工智能技术的策略,并讨论了技术应用中面临的挑战及解决方案;最后,总结了研究成果,并对人工智能技术在电气工程中的未来发展趋势进行了展望,强调了其在推动电气工程智能化转型中的重要作用。

参考文献

- [1] 张兴莉,高明亮,金劲,等.探索人工智能技术在高等教育改革中的应用[J].科技资讯,2024,22(14):203-206.
- [2] 刘慧刚,石连连.人工智能在电气工程中的应用探索[J].2024(16):70-72.
- [3] 马金龙.人工智能在电气工程自动化中的应用[J].科技资讯,2024,22(12):45-47.
- [4] 贺铮.探究人工智能技术在电气自动化控制中的运用[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(4):4.
- [5] 侯江宇.人工智能技术在电气工程自动化中的应用[J].工程技术发展,2022,3(8):138-140.

Analysis of Slope and Reinforcement Treatment of Right Dam Shoulder Project of Datungxia Water Conservancy Hub

Jinchao Zhang

Guangxi Datungxia Water Conservancy Project Development Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530200, China

Abstract

Datungxia water conservancy project is a key project with comprehensive utilization of flood control, shipping, power generation, water pressure and irrigation. The project is located at the end of the Qianjiang River section of the Xijiang River system in the Pearl River basin, and the dam site is located in Guangxi At 6.6km upstream of Qianjiang Rainbow Bridge in Guiping City, the geographical coordinates are east longitude 110° 01' and north latitude 23° 28', which is the last step in the cascade planning of Hongshui River. The hub buildings mainly include water discharge, power generation, navigation, water retaining, irrigation and fish buildings, etc. The water retaining buildings are composed of the main dam of Qianjiang, the secondary dam of Qianjiang and the secondary dam of Nanmu River. The discharge, power generation and navigation buildings are arranged on the main dam of Qianjiang, and the fish roads are arranged on the main dam of Qianjiang and the secondary dam of mu River respectively. Irrigation water intake and ecological discharge facilities are arranged on the secondary dam of Nanmu River. In the second phase of the right bank, the right bank retaining dam section, the right bank workshop dam section and the right bank discharge sluice are arranged successively.

Keywords

water conservancy hub; slope geology; stability analysis

大藤峡水利枢纽右坝肩工程边坡与加固处理分析

张锦朝

广西大藤峡水利枢纽开发有限责任公司，中国·广西 南宁 530200

摘 要

大藤峡水利枢纽是一座以防洪、航运、发电、补水压咸、灌溉等综合利用的流域关键性工程。工程位于珠江流域西江水系的黔江河段末端，坝址在广西桂平市黔江彩虹桥上游6.6km处，地理坐标为东经110° 01'，北纬23° 28'，是红水河梯级规划中最末一个梯级。枢纽建筑物主要包括泄水、发电、通航、挡水、灌溉取水及过鱼建筑物等，挡水建筑物由黔江主坝、黔江副坝、南木江副坝组成。泄水、发电、通航建筑物布置在黔江主坝上，鱼道分别布置在黔江主坝和南木江副坝上。灌溉取水口及生态放流设施布置在南木江副坝上。其中右岸二期工程从右至左依次布置为右岸挡水坝段、右岸厂房坝段和右岸泄水闸。

关键词

水利枢纽；边坡地质；稳定分析

1 引言

本边坡位于黔江主坝右岸，紧邻右岸厂房坝段，因右岸厂房和挡水坝段坝基开挖而形成，最高处达 147m。在右岸厂房安装间建成后混凝土浇筑至 19.00m 高程，故 19.00m 以下高程为临时边坡，19.00m 以上高程为永久边坡。永久边坡级别为 1 级，临时边坡级别为 5 级。右岸边坡基岩地层为那高岭组 D1n11 层和 D1n12 层，岩层走向与边坡走向基

本一致，其中那高岭组 D1n11 层软弱夹层发育，性状较差；山体内部发现 3 条陡倾角走向 N55° ~80° W 断层破碎带，且节理较发育。右岸厂房和右岸挡水坝段 坝基开挖扰动其坡脚，使其底缘侧临空，构成以软弱夹层为底滑面，陡倾角节理为后缘拉裂面的不利组合，并且侧向冲沟发育，边坡稳定性较差，存在剪切—滑移破坏的可能性。右岸边坡规模范围较大，且临近右岸厂房坝段，若边坡临时施工期失稳，则极大影响施工工期、危及施工人员的人身安全；若边坡永久运行期失稳，则严重影响右岸厂房的正常发电运行。建成右岸厂房安装间和右岸挡水坝段的部分坝基边坡，存在侧向深层稳定问题，若出现失稳，则严重影响工程安全^[1]。

【作者简介】张锦朝（1989-），男，中国广西贵港人，本科，工程师，从事水利水电工程管理研究。

2 右岸边坡基本地质条件

进水渠至右岸厂房安装间的右岸山坡,为一条形山脊,山体相对单薄,地面高程35~100m,地形坡度一般 20° ~ 25° 。右岸山坡覆盖层厚2~8m,由粘土和混合土碎石组成;基岩地层为那高岭组D1n11层和D1n12层,岩层走向 $N25^{\circ}$ E,倾向SE,倾角 17° ~ 22° 。其中那高岭组D1n11层软弱夹层发育,产状同层面;由钻孔和右岸平硐揭露的D1n11层软弱夹层可知,软弱夹层分布密度大,连续性好,组成物多为泥夹碎屑,厚度一般1~3mm,性状较差。该边坡发育3条断层F207、F232和F238,走向为 $N55^{\circ}$ ~ 80° W,均为陡倾角,规模较小。山体内部主要发育四组节理:①组节理走向 $N10^{\circ}$ ~ 20° E,倾向SE,倾角 20° ~ 22° ,为层面节理;②组节理走向 $N50^{\circ}$ ~ 70° W,倾向多为NE,倾角 80° ~ 85° ,节理面平直光滑;③组节理走向 $N30^{\circ}$ ~ 40° E,倾向SE, 65° ~ 75° ,面平直光滑;④组节理走向 $N20^{\circ}$ ~ 30° W,倾向多为NE,倾角 80° ~ 85° ,面平直光滑。山体内部地下水位埋深一般20~35m,由CZK214钻孔2014年地下水位长期观测资料可知,地下水位随季节变化变幅亦较大,雨季地下水位高程63.92m。

3 右坝肩工程开挖边坡抗滑稳定性分析

3.1 工程地质条件分析

大藤峡工程右坝肩自然边坡地形相对完整,地面高程为65~170m,坝轴线处河流流向由SE向转向正S向。自然地形相对平缓,以61.0m为界,在该高程以下的地形坡度为 25° ,以上坡度为 15° 。右坝肩边坡表层为厚度2~8m的覆盖层,由粘土、碎石土组成,下伏基岩为那高岭组D1n13~D1n8等,其岩性主要为细砂岩、灰砂岩、泥岩等,层理与层面发育,岩层产状为 $N10^{\circ}$ ~ 25° E/ $SE10^{\circ}$ ~ 20° ,呈单斜结构^[2]。根据平硐与钻孔资料,在D1n10、D1n11、D1n12、D1n13地层中广泛发育有工程地质性质较差的软弱夹层,延伸长度大,连续性好,多为泥夹碎屑充填,厚度一般为1~3mm,间距一般为3~5m。右坝肩边坡岩体发育有断层F207、F180、F226、F238、F233等,其中断层F207发育规模较大,其他断层发育规模较小。

根据大藤峡水利枢纽总体布置情况,大藤峡工程右岸布置有挡水坝段、厂房等水工建筑物,因布置地面厂房的需要,对右坝肩进行开挖,开挖高程范围为-17.5~130m,开挖坡比为1:1.5~1:2.5之间,最终形成一个最大高度为110m的工程开挖边坡。先采用赤平投影分析方法,对右坝肩工程边坡各部位的可能失稳模式进行定性分析,并在分析结果的基础上,采用规范建议的刚体极限平衡分析方法,对右坝肩工程开挖边坡在不同工况条件下的抗滑稳定性进行定量分析评价。

3.2 抗滑稳定分析计算条件

3.2.1 计算滑动模式

本次稳定分析主要讨论右坝肩工程开挖边坡沿岩体内部发育的软弱夹层整体与局部滑动的稳定状况,具体地说,主要分析以下几种滑动模式的稳定状况:

- ①沿软弱夹层整体滑动。
- ②沿软弱夹层由中部至底部滑动。

根据现场调查情况,右坝肩工程边坡岩体广泛发育有倾向SE、倾角近直立的陡倾角随机结构面。以该结构面为后缘切割面,以层面或软弱夹层为底滑面相互组合是右坝肩边坡的控制性滑动模式,稳定分析主要讨论这一滑动模式的抗滑稳定性。考虑到陡倾角随机裂隙的深度一般不超过10m,故在稳定分析时,在滑裂面顶部设置一个竖直拉力缝,并假定其深度不超过10m,用来模拟后缘切割面的J1或J2的影响。

3.2.2 稳定分析计算工况

根据“水利水电边坡设计规范(SL386—2007)”的要求,并结合右坝肩边坡的实际情况,本次稳定分析复核的工况有:

①开挖边坡施工期,主要复核边坡在天然条件、考虑降雨工况条件下的稳定性。

②开挖边坡正常运行期,主要复核边坡在正常蓄水位、正常蓄水位遭遇降雨以及库水位骤降时的稳定性。

根据设计资料,大藤峡水电站的特征水位为:正常蓄水位61.00m,汛限水位47.60m,死水位47.60m。此外,右岸挡水坝段坝顶高程为64.00m。

对于降雨工况,研究区雨量充沛。根据设计,右岸坝头布置有两个长期地下水位观测孔,即CZK51与CZK214,一年内的水位观测结果如表1所示。

表1 右坝肩水位观测孔的地下水位观测结果

钻孔编号	枯水期地下水位/m	丰水期地下水位/m	水位变幅/m
CZK51	60.0	67.0	7.0
CZK214	47	64.0	17.0

从表1的观测结果可以看出,右坝肩边坡的地下水位受降雨的影响显著,表明了边坡岩体内部竖向裂隙发育。在本次稳定分析计算中,拟通过给定滑裂面上的孔压系数 $yu=0.2$ (即相当于滑裂面以上约有40%的土条高度充水)来模拟降雨对边坡稳定性的影响,同时给定滑裂面上的孔压系数 $yu=0.25$ (相当于滑裂面以上约有50%的土条高度充水)进行敏感性分析。

在稳定分析中,对孔压系数的具体处理方式:

- ①当土条底滑面位于浸润线以下时,按浸润线确定底滑面的孔隙水压力。
- ②当土条底滑面位于浸润线以上时,按孔压系数确定底滑面的孔隙水压力。

根据水位观测孔CZK214的具体位置,当地下水位由

47.0m 上升至 64.0m 时，相当于孔压系数 $y_u=0.20\sim0.25$ 。

此外，在进行降雨工况的稳定性复核时，假定后缘拉力缝充满水。

对于施工期，假定坡外无水，坡体内部的地下水位与开挖前的自然边坡相同，同时稳定分析还将对浸润线的位置开展敏感性分析。对于正常运行期，稳定分析，假定坡体内部的浸润线与正常蓄水位齐平。考虑库水位骤降工况，计算中假定库水位由正常蓄水位 61.0m 骤降死水位 47.6m 时，坡体内部的浸润线与骤降前相同。从抗滑稳定分析的角度，这一处理方式是偏于安全的。

根据抗震安评成果，枢纽区 50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度为 0.054g，相应的地震基本烈度为 VI 度，因此稳定分析不考虑地震荷载对边坡稳定性的影响。

3.2.3 稳定分析参数

稳定分析采用的岩体与结构面的物理力学参数的地质建议值如表 2 所示。

表 2 稳定分析采用的岩体与结构面的物理力学参数的地质建议值

材料类型		抗剪强度参数			天然容重	饱和容重
		f	$\varphi(^{\circ})$	c/kPa	$\gamma/\text{kN/m}^3$	$\gamma_{\text{sat}}/\text{kN/m}^3$
岩体(IV类)		0.70	34.99	700	27.0	27.0
软弱 夹层	连通率	D1n13	0.314	18.0	46.0	25.0
	$n=0.8$	D1n10~D1n12	0.298	17.1	42.0	25.0
	连通率	D1n13	0.28	15.64	20	25.0
	$n=1.0$	D1n10~D1n12	0.26	14.57	15	25.0
层面		0.45	24.23	150	—	—
节理		0.50	26.57	80	—	—
断层		0.28	15.64	20	—	—

注：①分析时忽略条块界面抗剪强度参数对边坡稳定性的影响。

②稳定分析时考虑软弱夹层的连通率 $n=0.8$ 。

3.3 开挖边坡 I 区抗滑稳定分析

3.3.1 典型计算剖面选取

本次稳定分析选取剖面 Q1-Q1、Q2-Q2 与 Q3-Q3 作为典型计算剖面，分析在不同工况条件下沿软弱夹层发生平面滑动的稳定性。此外，地层 D1n10、D1n11 等软弱夹层的间距一般为 3~5m，稳定分析假定软弱夹层的平均间距为 4m，以建立相应的计算模型。为表述方便，各地层中软弱夹层的编号由高至低依次为软弱夹层①、软弱夹层②、软弱夹层③……

3.3.2 计算成果与分析

由于右坝肩开挖边坡 I 区位于大坝下游，水库蓄水与库水位变动对其稳定性影响不大，故稳定分析仅讨论开挖边坡在天然状况、考虑降雨等工况条件下的稳定性。天然状况下，各计算剖面沿软弱夹层整体与局部滑动的安全系数在 1.42~4.80 之间。考虑降雨影响，当滑面的孔压系数 $Y_u=0.2$

时，各剖面的抗滑稳定安全系数在 1.38~4.61 之间；当滑面的孔压系数 $Y_u=0.25$ 时，各剖面的安全系数在 1.40~4.61 之间。计算结果表明，开挖边坡 I 区各计算剖面在不同工况条件下的抗滑稳定安全系数满足规范要求。

3.3.3 软弱夹层连通率的敏感性分析

前文讨论了软弱夹层的连通率取 0.8 时，开挖边坡 I 区不同工况条件下的抗滑稳定分析成果，本节对软弱夹层的连通率进行敏感性分析。这里讨论一种最极端的情况，即假定软弱夹层全连通的情况，软弱夹层连通率 $n=1.0$ 时，右坝肩开挖边坡 I 区各计算剖面在不同工况条件下的抗滑稳定分析成果^[1]。从计算结果可以看出，与考虑软弱夹层连通率 $n=0.8$ 的计算结果相比，考虑软弱夹层全连通的情况下，各计算剖面的抗滑稳定安全系数降低 0.5~1.0 左右，表明软弱夹层的连通率对该部位边坡的稳定性影响显著。此时，除剖面 Q1-Q1 沿 D1n11-7 地层发育的部分软弱夹层剪出以及 Q2-Q2 剖面沿 D1n12 地层发育的软弱夹层剪出的安全系数偏小，略低于规范要求。

4 结语

对施工期边坡开挖过程应力变形分布规律进行计算分析，分析结果表明：

①边坡变形分布规律符合一般规律，位移量值随着开挖深度的增加而增大，边坡开挖后，位移主要集中在开挖面附近，最大 x 向位移为 14.9mm，最大 y 向位移为 13.1mm，最大竖向位移为 63.9mm，均位移软弱夹层在开挖面出露位置附近。

②软弱夹层在开挖面出露对边坡位移影响较大，施工期应对出露部位进行及时加固处理。

③锚索加固后边坡整体位移减小约 20%，边坡表面和软弱夹层塑性区分布范围明显减少，说明锚索具有良好的支护作用。

④三维有限差分强度折减计算结果表明，加固前边坡安全系数为 1.95，加固后为 2.05。

考虑到软弱夹层的连通率对边坡的稳定性影响显著，建议进一步研究软弱夹层的连通率的合理取值。为减少边坡开挖岩体卸荷松弛对边坡扰动的影响，建议在边坡开挖的过程中，在进行下一级马道开挖前对上一级马道进行及时支护处理。

参考文献

[1] 柴永幸.压力分散型锚索在高边坡加固工程中的应用研究[J].价值工程,2024,43(12):143-146.
[2] 袁巧丽.水利工程建设过程中边坡加固的处理路径探讨[J].珠江水运,2024(7):127-129.
[3] 武侯.高边坡稳定问题及加固措施研究[D].天津:天津大学,2015.

Exploration of Partial Discharge Detection Technology in High Voltage Electrical Testing

Peng Zhao

State Grid Lvliang Power Supply Company, Lvliang, Shanxi, 033000, China

Abstract

This paper discusses the partial discharge detection technology in high voltage electrical equipment. Partial discharge is one of the main factors causing insulation aging and damage of high-voltage equipment. Timely and accurate detection of partial discharge is of great significance for the safe operation of high-voltage equipment. We have reviewed and compared the formation mechanism, characteristics, and commonly used detection techniques of partial discharge. On the one hand, traditional pulse current methods such as level decay and broadband PD have certain advantages in portability and stability. On the other hand, new non electric detection technologies such as ultrasound, electrochemistry, and spectroscopy provide new possibilities in spatial positioning and sensitivity. The comprehensive application of multiple detection methods and dynamic optimization based on the actual operating status and environment of the equipment can help improve the safety and lifespan of high-voltage electrical equipment.

Keywords

high-voltage electrical equipment; partial discharge; detection technology; safe operation; life improvement

高压电气试验中的局部放电检测技术探讨

赵鹏

国网吕梁供电公司, 中国 · 山西 吕梁 033000

摘 要

论文对高压电气设备中局部放电检测技术进行了探讨。局部放电是导致高压设备绝缘老化、损坏的主要因素之一, 及时准确地检测到局部放电对高压设备的安全运行具有重要的意义。我们对于局部放电的形成机理、特点以及普遍应用的检测技术进行了梳理和比较, 一方面, 电平衰变法、宽带PD法等传统脉冲电流法的便携性和稳定性有一定优势, 另一方面, 新型的超声波、电化学和光谱法等非电检测技术则在空间定位和灵敏度上提供了新的可能。综合应用多种检测手段, 根据设备实际运行状态和环境进行动态优化, 有助于高压电气设备运行安全和寿命提升。

关键词

高压电气设备; 局部放电; 检测技术; 安全运行; 寿命提升

1 引言

高压电气设备的安全运行直接关联到电力系统的稳定和整体社会的正常运作。由于高压环境中的存在, 这类设备不可避免地会出现局部放电现象, 这是引发设备绝缘劣化甚至导致设备损坏的重要因素, 因此其检测技术的研究至关重要。局部放电的形成机理和特性决定了其检测方法的选择, 传统的脉冲电流法如电平衰变法和宽带 PD 法虽然便携稳定, 但在空间定位和灵敏度上却有所欠缺。而新型的非电检测技术比如超声波、电化学和光谱法等, 在某些方面则展现出了优越性。我们需要在理解各种检测技术的基础上, 根据设备的实际运行状态和环境, 动态调整检测方法, 只有这样, 才能更有效地监测局部放电, 从而保障设备的安全运行, 提

高电力系统的可靠性。

2 局部放电的形成机理和特点

2.1 局部放电的定义及成因

局部放电是指在高压电气设备中, 由于局部绝缘受到过高的电场强度而引发的非穿透性放电现象^[1]。其定义为在设备绝缘结构内部或界面处产生的部分放电, 其特性介于正常操作电压下的绝缘状态和绝缘发生击穿之间。局部放电的成因复杂, 通常与绝缘材料内部或表面的缺陷密切相关。这些缺陷可能是由于制造过程中的瑕疵、材料老化或操作环境的影响而产生。绝缘体内部的气隙、杂质、裂纹以及界面的不均匀性都是引发局部放电的潜在因素。在高压状态下, 这些不均匀区域会引起电场畸变, 从而促使局部放电的发生。尤其是在器件老化或者受到机械应力作用时, 更易引发局部放电。这不仅加速了绝缘材料的劣化, 也可能对电气设备的安全运行构成威胁。深入理解局部放电的定义及成因, 对于

【作者简介】赵鹏(1997-), 男, 中国山西孝义人, 硕士, 助理工程师, 从事电气试验(高压试验)研究。

设计出更有效的检测方法和采取适当的预防措施,以保障高压电气设备的长期稳定运行,具有重要意义。

2.2 局部放电的电气特性

局部放电是高压电气设备中一种复杂的电气现象,其电气特性在检测与分析中具有重要意义。局部放电的电流强度通常较小,但其所产生的电脉冲频率却可能达到极高的水平。由于局部放电仅发生在设备绝缘材料的局部区域,其放电电流波形多表现为脉冲性,且持续时间极短。这些短暂的放电脉冲会随时间积累引发设备材料的局部分化。其电气特性通常受到外部条件如温度、湿度及电压应力的影响,导致放电幅值和频率的变化。局部放电往往伴随着电磁干扰信号,这些信号通过高压设备的电路传播,进而影响设备的正常运行。全面掌握局部放电的电气特性,有助于提高检测技术的准确性和高压设备的运行可靠性。

2.3 局部放电对高压电气设备的影响

局部放电对高压电气设备的影响主要体现在绝缘材料的老化和设备运行的可靠性下降。局部放电产生的瞬态高能量电流和强烈的局部电场,可以导致绝缘材料的热击穿和化学分解,从而加速绝缘老化过程。在长期的电场压力下,局部放电引发的小范围热损伤逐渐扩大,可能发展成绝缘层的破坏,最终形成贯穿性放电。局部放电会造成局部温度升高,进一步影响设备的稳定运行。如果不加以有效检测和控制,局部放电可能演变为更严重的电气故障,降低电力系统的整体可靠性,甚至引发重大安全事故。及时有效的局部放电检测对于保障高压电气设备的安全运行至关重要。

3 局部放电的传统检测技术

3.1 电平衰变法的检测原理与应用

电平衰变法是一种应用广泛的局部放电检测技术,其基本原理是通过测量电气设备中的脉冲电流信号来检测局部放电现象的发生^[2]。该方法依赖于局部放电产生的电流脉冲对外电路电平的影响,通过监测电流信号的衰变特征,获取局部放电的活动信息。电平衰变法在检测中时常利用高速示波器和信号分析设备对脉冲电流的幅度、持续时间和频率进行解析。这种方法的一个突出应用是其在辨识局部放电的模式和强度方面的能力,为设备的运行状况评估提供可靠数据支持。电平衰变法由于其检测设备相对简单,便携性和稳定性优越,广泛应用于高压电缆、电力变压器等设备的局部放电监测中。电平衰变法在高噪声环境中易受到干扰,可能导致信号识别的准确性下降,在应用时需结合其他分析手段,以提高检测精度。

3.2 宽带 PD 法的检测原理与应用

宽带 PD 法是局部放电检测中一种重要的传统技术,利用宽频带高灵敏度的检测设备记录并分析放电信号在高压电气设备中的表现。其检测原理基于局部放电产生的高频脉冲会在设备中以电磁波的形式传播,宽带 PD 法通过捕捉这

些信号来判断局部放电的发生及严重程度。此方法可以在不关闭设备的情况下进行检测,从而实现对设备运行状态的实时监测,降低带电检测带来的经济损失。宽带 PD 法的应用已在变压器、电缆和开关设备中广泛开展,通过分析放电信号的幅值、频率和相位等特征参数,能够提供对于设备内部缺陷的详细诊断信息,帮助制定后续的维护计划。由于外部噪声和干扰的存在,该方法在应用中需要结合先进的信号处理技术,以提高检测的准确性和可靠性。即使有其局限性,宽带 PD 法仍然为保障电力系统安全运行提供了有力支持。

3.3 传统检测技术的优势与局限

传统的局部放电检测技术在长期实践中积累了丰富的经验,并展现出一定的优势。电平衰变法和宽带 PD 法等技术,在便携性和稳定性上较为突出,适用于多种复杂工况,并形成标准化的方法体系。这些技术能快速识别放电现象,为工程技术人员提供及时的预警信息。这类技术也存在局限性,如难以精确定位故障源、对环境噪声敏感等,导致在某些精细化检测需求中力所不逮。传统方法的检测精度受限于仪器的灵敏度和信号处理能力,难以适应现代高压设备日益提高的检测要求。在新型检测手段不断发展的背景下,传统检测技术面临挑战,需要在应用中不断优化与创新。

4 新型局部放电检测技术及其分析

4.1 超声波检测法的原理及优势

超声波检测法在局部放电检测中利用了声波在绝缘介质中的传播特性。局部放电活动会产生超声波信号,当设备绝缘体内部或表面产生局部放电时,声信号会穿过介质被传输到外部,利用传感器捕获这些信号能够实现局部放电的检测。超声波检测法的主要优势在于其非侵入性和较高的空间定位精度。与传统的电学检测方法相比,超声波检测不依赖于电流和电压信号,对外部电磁干扰不敏感。超声波信号能够提供更加直观地放电源位置,尤其在复杂结构设备内部,具有显著的应用价值。该技术在检测中能够实现较高频率的信号捕获和分析,从而提高了对微小局部放电的灵敏度和测量精度^[3]。这一方法在不同介质中传播速率的变化以及信号衰减问题也需要进一步深入研究与优化。通过结合其他检测技术,超声波法能够在多方面提升局部放电检测的效率和准确性。

4.2 电化学和光谱法的原理及优势

电化学和光谱法作为新型局部放电检测技术,在局部放电研究中显示出显著优势。电化学法通过检测局部放电过程中产生的化学变化,尤其是电极附近介质的化学特性变化,从而进行局部放电的识别和监测。这种方法能够在一定程度上弥补传统电检测方法的不足,尤其在检测设备复杂环境中提供了新的思路。光谱法通过捕捉局部放电过程中产生的光谱信号,以非接触方式实现对放电现象的实时监测。其高灵敏度使得光谱法能够检测到微弱的局部放电信号,并

实现对其精确定位。这两种方法的结合,可以有效提高局部放电检测的全面性和准确性,不仅提供了更高水平的检测手段,也为高压电气设备的状态监测和故障预警提供了可靠保障,为设备的安全运行和寿命延长提供了支撑。

4.3 多种新型检测手段的综合应用与分析

新型检测技术通过结合超声波、电化学和光谱等多种方法,实现了局部放电的精确检测与分析。这些技术相辅相成,各自发挥其独特优势。在超声波检测中,借助声波的传播特性,能够快速定位局部放电的位置,而电化学方法则敏感识别电气设备内部材料的微观变化,光谱检测因其高灵敏度,对放电过程中产生的光信号进行深入解析。多种手段的综合应用能够弥补单一技术的不足,提供更全面、准确的诊断结果,进一步提升高压电气设备的检测效率与可靠性。

5 高压电气设备的安全运行和寿命提升路径

5.1 根据设备运行状态优化局部放电检测

在高压电气设备的运行中,局部放电的检测应根据设备的具体运行状态进行优化,以增强检测精度和有效性。不同的运行状态可能导致电气设备内局部放电产生的特性变化,需要动态调整检测策略。设备在高载荷运行时,放电活动可能增多,这时宜采用灵敏度高、抗干扰能力强的检测技术,如超声波检测法,以确保可靠捕捉到微弱的放电信号。在低载荷或空载状态下,传统的脉冲电流法可充分发挥其稳定性和简便性。为了获取精准的诊断结果,应结合设备的运行历史和当前表现进行检测数据分析,识别出可能的异常模式。实时监测设备运行状态也能为检测技术选择提供数据支持,从而实现更具针对性的局部放电监测,提高设备的故障预防和寿命管理能力。

5.2 根据设备环境优化局部放电检测

高压电气设备的运行环境对局部放电检测有着重要影响。优化检测手段需充分考虑设备所在环境的特定条件,如温度、湿度、气压和污染等因素。在高湿度环境中,绝缘材料的表面电导率可能增大,加速局部放电现象,此时应选择对湿度不敏感的检测技术,如超声波检测法,因其在潮湿环

境下仍能维持较高精度。在污染严重的工业区,光谱法因其能够识别特定污染物导致的放电特征而具有优势。设备安装在高海拔地区,气压降低可导致放电特性变化,应调节检测仪器的灵敏度以适应此类环境变化。在环境温度极端变化下,需要选用能适应温度波动的检测仪器以保证稳定性。结合环境因素优化局部放电检测技术的选择与应用,能够显著提高检测的可靠性和有效性,进而提升高压电气设备的安全运行及寿命。

5.3 局部放电检测对设备安全运行和寿命提升的贡献

局部放电检测在确保高压电气设备的安全运行和延长其使用寿命方面发挥着关键作用。通过及时监测和识别潜在的局部放电现象,可以避免设备突发故障,减少维护成本和停机时间,提高系统的整体可靠性。局部放电的早期检测能够有效指示绝缘老化问题,从而为寿命预测和维护决策提供科学依据。多种检测方法的综合应用更是能够优化检测精度,提高设备故障预判能力,这些措施均有助于实现设备的长期稳定运行,减少由局部放电引发的意外事故风险。

6 结语

论文对高压电气设备中的局部放电检测技术进行了深入研究。局部放电作为高压电气设备损坏的主要因素,我们不仅分析了它的形成机理、特点,而且对电平衰减法、宽带PD法等传统检测方法,以及超声波、电化学和光谱法等新型非电检测技术做了深入的研究和比较。然而,这些方法均具有其优势和局限性,如何结合设备实车运行情况和环境动态选择和优化检测方法,是我们进一步的研究方向。此外,阳朝轮的研究表明,局部放电检测技术在预防高压电气设备的故障和提高电力系统可靠性方面起到了重要作用。

参考文献

- [1] 张亚龙.变电站高压电气设备局部放电检测技术分析[J].机械设计与制造工程,2021,50(8):105-109.
- [2] 王连智.变电站高压电气设备局部放电检测方法解析[J].中国科技投资,2021(5):110-113.
- [3] 赵明,孙建华,张兰云,等.变电站高压电气设备局部放电检测方法研究[J].电力系统装备,2021(3):117-118.

10kV and Below Distribution Line Repair and Operation Maintenance

Julong Shi Songtao Luo Zhongchun Jiang

Changzhou Sanxin Power Supply Service Co., Ltd. Liyang Branch, Liyang, Jiangsu, 213300, China

Abstract

Along with the rapid development of China's economy, the demand for electric power continues to grow, especially the demand for residential electricity in urban and rural areas. As an important link between the power grid and users, the safe and stable operation of 10kV and below distribution lines is of great significance to ensure the power supply. However, in the actual operation process, 10kV and below distribution lines are faced with many problems, such as equipment aging, line failure, man-made damage, etc., which seriously affect the reliability of power supply. Research on the overhaul and operation maintenance of 10kV and below distribution lines is of great significance for improving the quality of power supply and ensuring the safety of users. This paper mainly discusses the importance, common problems and solutions of the overhaul and operation maintenance of 10kV and below distribution lines, in order to improve the reliability and safety of distribution lines and ensure the stable operation of the power system.

Keywords

10kV and below distribution lines; overhaul; operation maintenance

10kV 及以下配电线路的检修与运行维护

史聚龙 罗松涛 蒋忠春

常州三新供电服务有限公司溧阳分公司, 中国·江苏 溧阳 213300

摘 要

随着中国经济的快速发展, 电力需求持续增长, 尤其是城市和农村地区的居民用电需求。10kV及以下配电线路作为连接电网与用户的重要环节, 其安全稳定运行对保障电力供应具有重要意义。然而, 在实际运行过程中, 10kV及以下配电线路面临着诸多问题, 如设备老化、线路故障、人为破坏等, 严重影响了电力供应的可靠性。针对10kV及以下配电线路的检修与运行维护进行研究, 对于提高电力供应质量、保障用户用电安全具有重要意义。论文主要探讨了10kV及以下配电线路的检修与运行维护的重要性、常见问题及解决措施, 旨在提高配电线路的可靠性和安全性, 保障电力系统的稳定运行。

关键词

10kV及以下配电线路; 检修; 运行维护

1 引言

10kV 及以下配电线路的检修与运行维护是电力系统运行管理的重要组成部分。为了解决实际运行中存在的问题, 论文通过研究, 旨在为中国 10kV 及以下配电线路的检修与运行维护提供理论依据和实践指导, 提高电力供应的可靠性和安全性, 满足日益增长的电力需求。

2 10kV 及以下配电线路概述

作为输电的主要载体, 负责电能的传输。支撑导线, 保持线路的稳定。连接导线与电杆, 保证导线的固定和调整。隔离导线与电杆, 防止漏电和短路。保证线路安全, 防止因绝缘子损坏导致的漏电事故。10kV 及以下配电线路遍布城

乡, 覆盖范围广^[1]。配电线路通常较长, 需要经过多个节点才能到达用户。10kV 及以下配电线路的电压等级较低, 适合城市和农村供电需求。相比高压配电线路, 10kV 及以下配电线路的投资成本较低。由于电压等级低, 线路维护相对容易。

3 10kV 及以下配电线路的检修

3.1 检修的类型和周期

3.1.1 定期检修

定期检修是指按照一定的周期, 对配电线路进行预防性的检查和维护。对配电线路的设备进行日常巡视, 检查设备状态, 如绝缘子、导线、接地线等是否存在异常。利用专业的检测设备对配电线路进行电气性能检测, 如绝缘电阻测试、接地电阻测试等^[2]。对配电线路的设备进行必要的清洁、润滑和紧固等维护工作。定期检修的周期一般根据设备的使用年限、环境条件、负荷等因素确定, 通常为 1~3 年。

【作者简介】史聚龙(1977-), 男, 中国江苏溧阳人, 本科, 工程师, 从事配电线路研究。

3.1.2 故障检修

故障检修是指在配电线路出现故障时,及时进行抢修和修复。在预知可能出现的故障时,提前制定检修计划,进行针对性的检修。在配电线路发生突发性故障时,迅速组织抢修队伍进行修复。故障检修的周期不固定,根据故障发生的频率和严重程度来确定。

3.1.3 状态检修

状态检修是一种基于设备状态和性能的检修方式,通过实时监测配电线路的运行状态,预测潜在故障,从而进行有针对性的检修。利用先进的在线监测技术,实时监测配电线路的运行状态,如温度、振动、电流等。对在线监测数据进行分析,识别潜在故障和异常情况。根据数据分析结果,制定预防性维护计划,对配电线路进行针对性的检修。状态检修的周期相对较长,一般根据设备的使用年限、环境条件、负荷等因素确定,通常为3~5年。

3.2 检修的内容和方法

3.2.1 线路设备的检查

观察设备外观,检查是否有损坏、锈蚀、变形等异常情况。检查线路设备接地是否牢固,接地线是否完好。检查绝缘子串是否完好,绝缘子表面是否存在裂纹、污秽等^[1]。检查线路设备连接部分,如螺栓、接头等,确保连接紧密、无松动。

3.2.2 绝缘子的检测与更换

使用兆欧表检测绝缘子绝缘电阻,确保其符合规定标准。观察绝缘子表面,检查是否存在裂纹、破损、污秽等。对于损坏的绝缘子,应及时更换,确保绝缘性能。

3.2.3 导线的检查与修复

检查导线外观,观察导线是否有腐蚀、破损、断股等现象。使用兆欧表检测导线绝缘电阻,确保其符合规定标准。对于损坏的导线,应及时修复或更换,确保导线安全可靠。

3.2.4 杆塔的检查与维护

观察杆塔外观,检查是否存在倾斜、变形、腐蚀等现象。检查杆塔基础,确保基础牢固,无沉降、倾斜等。检查杆塔绝缘子串,确保绝缘子完好,无破损、污秽等。检查杆塔接地,确保接地线完好、接地电阻符合规定标准。对于损坏的杆塔,应及时修复或更换,确保杆塔安全可靠。

3.3 检修的安全措施

3.3.1 安全操作规程

检修前,应对配电线路进行充分的安全检查,确保设备状态良好,无漏电、短路等安全隐患。检修人员必须熟悉配电线路的结构、原理和操作规程,了解设备的技术参数和性能。在进行检修前,必须先对配电线路进行停电操作,确保安全。停电后,应使用验电器对配电线路进行验电,确认无电压。验电无误后,应对配电线路进行接地操作,确保安全。在进行检修作业时,应使用绝缘工具,防止触电。作业人员应穿着绝缘鞋、绝缘手套等个人防护装备。检修过程中,

应避免直接接触带电部分,如需接触,应使用绝缘工具。

3.3.2 个人防护装备

检修人员必须佩戴绝缘鞋、绝缘手套、绝缘帽等个人防护装备,确保安全。根据实际作业环境,可配备以下防护用品:安全带:用于高处作业,防止坠落。防护眼镜:用于防止电弧、飞溅物等对眼睛造成伤害。耳塞:用于降低噪声,保护听力。防护服:用于防止电弧、高温等对皮肤造成伤害。

3.3.3 现场安全管理

检修现场应设置明显的警示标志,如“高压危险”“检修中”等,提醒他人注意安全。检修现场应设立专人负责现场安全,确保作业人员遵守安全操作规程。检修过程中,如发现安全隐患,应立即停止作业,消除隐患后方可继续进行。检修结束后,应对现场进行清理,确保无安全隐患。定期对检修人员进行安全教育和培训,增强安全意识,确保安全生产。

4 10kV 及以下配电线路的运行维护

4.1 运行维护的任务和职责

运行维护的主要任务是确保10kV及以下配电线路安全、稳定、高效地运行,保障电力供应的可靠性。具体职责包括制定和执行配电线路的运行维护制度;负责配电线路设备的巡视、检查、维护、保养和故障处理;监督和管理配电线路的运行数据,确保运行数据的准确性;对配电线路进行技术改造和技术升级,提高线路的运行效率;定期对运行维护人员进行培训和考核,提高其业务水平。

4.2 运行维护的内容和方法

4.2.1 线路的巡视和检查

根据线路长度、负荷情况、环境因素等,合理确定巡视频率,一般应每月至少巡视一次。巡视内容包括线路杆塔、导线、金具、绝缘子、接地装置、电缆等设备的检查,重点关注杆塔基础、接地装置是否存在倾斜、下沉、损坏等问题;导线是否存在断股、腐蚀、损伤等问题;金具、绝缘子是否存在松动、裂纹、损坏等问题;接地装置是否接地良好;电缆接头、电缆桥架等是否存在异常。可任意采用人工巡视、远程监控、无人机巡视等多种方式,确保巡视全面、准确。

4.2.2 设备的运行监测及维护

监测内容包括电流、电压、温度、湿度、绝缘电阻等参数。采用在线监测、人工测量、遥测等多种方式,实时掌握设备运行状态。加强设备维护保养,定期进行设备检查,发现问题及时处理;优化线路布局,降低故障风险;加强运行人员培训,提高故障处理能力。制定故障处理预案,明确故障处理流程;及时组织抢修队伍,快速排除故障;分析故障原因,采取有效措施防止同类故障再次发生。

4.3 运行维护的技术措施

4.3.1 防雷措施

安装避雷针,降低雷击风险;加强接地系统,确保接地电阻符合要求;对线路绝缘子进行定期检查和更换,提高

绝缘性能；合理选择线路路径，避开易受雷击的地点；加强线路巡检，及时发现并消除安全隐患。

4.3.2 防风措施

选用抗风性能较好的导线；加强线路杆塔的加固，提高杆塔的抗风能力；定期检查线路，确保导线、绝缘子、金具等部件不受风吹损坏；在强风天气来临前，提前做好预防措施，如关闭部分负荷等。

4.3.3 防寒防暑措施

在寒冷地区，对线路进行保温处理，防止导线因低温而脆断；在高温地区，加强线路散热，降低导线温度；对线路绝缘子进行定期检查和更换，确保其在不同温度下均能保持良好的绝缘性能；加强线路巡检，及时发现并消除因温度变化引起的隐患。

5 10kV 及以下配电线路检修与运行维护中存在的问题及解决措施

5.1 存在的问题

5.1.1 设备老化和损坏

早期设计的配电设备可能存在结构不合理、材料选择不当等问题，导致设备在长期运行中容易出现老化现象。设备制造过程中的质量控制不严，可能导致设备在出厂时即存在潜在缺陷，影响使用寿命。日常运行维护不到位，如定期检查、清洁、润滑、更换损坏部件等操作执行不力，加速了设备的老化。恶劣的运行环境，如高温、高湿、腐蚀性气体等，对设备材料造成损害，加速设备老化。

5.1.2 人为破坏和外力影响

部分不法分子为谋取私利，盗窃配电设备，造成设备损坏。在施工过程中，由于施工人员对配电设备保护意识不足，导致设备被无意中损坏。地震、洪水等自然灾害对配电线路造成破坏。部分地区社会治安状况不佳，导致配电设备被破坏。设备损坏严重，影响供电质量和可靠性。增加维护成本，降低经济效益。影响社会稳定，造成不良社会影响。

5.1.3 自然灾害的影响

自然灾害如洪水、台风、地震等具有不可预测性和破坏性，对 10kV 及以下配电线路的检修与运行维护带来了极大的挑战。一旦发生灾害，配电线路可能会受到严重破坏，导致供电中断，影响社会生产和人民生活。自然灾害发生后，配电线路的修复和恢复工作需要较长时间，这期间可能导致供电不稳定，影响用户用电质量。在配电线路的检修与运行维护过程中，可能存在对自然灾害风险评估不足的问题，导致在灾害发生时无法及时采取有效措施，加剧灾害影响。

5.1.4 管理不善

部分地区的配电线路管理存在制度不健全、执行不到位的问题，导致配电线路的检修与运行维护工作难以落实。配电线路检修与运行维护工作需要具备一定的专业知识和技能，但部分管理人员素质不高，难以胜任相关工作。在配电线路检修与运行维护过程中，资源配置不合理可能导致工

作效率低下，影响供电质量。

5.2 解决措施

5.2.1 加强设备更新和改造

对现有的配电线路设备进行全面评估，确定设备的技术状况、运行年限和更新需求，确保设备始终处于良好的运行状态。引进先进的配电技术和设备，提高设备的智能化、自动化水平，降低故障率，提升供电可靠性。加强对设备的日常维护保养，确保设备在运行过程中保持良好的状态，延长设备使用寿命。针对老旧、损坏的配电线路设备，及时进行更新改造，消除安全隐患，提高供电质量。

5.2.2 加大宣传教育和执法力度

加大配电线路检修与运行维护知识的宣传力度，增强广大电力用户的安全意识，引导用户正确使用电力设施。加强对电力工作人员的培训，提高他们的业务水平和应急处理能力，确保在发生故障时能够迅速、有效地进行处理。完善相关法规，明确配电线路检修与运行维护的职责和义务，规范电力市场秩序。加大执法力度，对违法违章行为进行严厉打击，维护电力市场秩序，保障电力设施安全稳定运行。鼓励社会各界对配电线路检修与运行维护工作进行监督，及时发现和举报违法违章行为，共同维护电力设施安全。

5.2.3 加强自然灾害的预防和应对

建立健全自然灾害预警机制，提高对自然灾害的预警和预报能力；定期对配电线路进行巡检，及时发现线路存在的安全隐患，提前做好预防工作；建立应急抢修队伍，配备必要的抢修设备和物资，确保在自然灾害发生时能迅速开展抢修工作；加强与气象、地震等相关部门的沟通与协作，提高对自然灾害的应对能力；加强对配电线路的防雷、防洪、防风等措施，提高线路的耐灾能力。

6 结论

10kV 及以下配电线路的故障原因主要包括设备老化、环境因素和人为因素等。提高配电线路检修与运行维护水平的措施包括加强设备管理、优化线路布局、提高人员素质等。新型配电线路技术和设备的应用有助于提高配电线路的可靠性、安全性。通过借鉴国内外配电线路检修与运行维护的成功经验，中国配电线路的改进将取得显著成效。针对 10kV 及以下配电线路的检修与运行维护进行研究，对于提高电力供应质量、保障用户用电安全具有重要意义。在实际工作中，应充分重视配电线路的检修与运行维护，不断优化管理措施，确保电力供应的稳定可靠。

参考文献

- [1] 喻足龙. 10kV 及以下配电线路运行维护及新型检修技术应用[J]. 电气技术与经济, 2023(9): 360-362.
- [2] 司吉旗. 10kV 及以下配电线路的运行维护及检修[J]. 现代工业经济和信化, 2022, 12(4): 303-304.
- [3] 庄天. 10kV 及以下配电线路运行维护及新型检修技术应用[J]. 工程建设与设计, 2021(20): 38-40.

Thermal Power Plant Steam Turbine Generator Set Installation Points

Hongkun An

Guoneng Hebei Cangdong Power Generation Co., Ltd., Cangzhou, Hebei, 061113, China

Abstract

As the core equipment of the whole power generation system, the installation quality of the turbo-generator set has a direct impact on the operation efficiency and safety performance of the thermal power plant. The installation of steam turbine generator set should strictly comply with the relevant specifications and standards to ensure that each link meets the design requirements. At the same time, in the installation process, in order to reduce the vibration and wear in operation and prolong the service life of the equipment, it is necessary to accurately position and adjust each component of the steam turbine to ensure the moderate accuracy of the unit. In addition, in order to ensure the coordinated operation of the steam turbine and the whole power generation system, the installation work should take into account the actual situation of thermal power plants. In view of this, this paper will combine the relevant literature research and work practice to discuss the key points of steam turbine generator units for reference.

Keywords

thermal power plant; steam turbine generator set; installation; key points

火力发电厂汽轮发电机组安装要点

安洪坤

国能河北沧东发电有限责任公司, 中国·河北 沧州 061113

摘 要

作为整个发电系统的核心设备, 汽轮发电机组的安装质量对火力电厂的运行效率和安全性能有着直接的影响。汽轮发电机组安装工作需要严格按照有关规范和标准, 确保每个环节都符合设计要求。同时在安装过程中, 为了减少运转中的振动和磨损, 延长设备的使用寿命, 必须精确定位和调整汽轮机的各个部件, 以保证机组对中精度。此外, 为了保证汽轮机与整个发电系统的协调运转, 安装工作还要考虑到空间布置、环境条件等火力发电厂的实际情况。有鉴于此, 论文将结合相关文献资料研究以及工作实践, 就火力发电厂汽轮发电机组安装要点进行探讨, 以供参考。

关键词

火力发电厂; 汽轮发电机组; 安装; 要点

1 火力发电厂汽轮发电机组概述

火力发电厂中的汽轮机是将锅炉产生的高温高压蒸汽的热能转化为机械能, 并驱动发电机发电的核心设备。汽轮机的工作原理基于蒸汽膨胀驱动叶轮旋转的过程, 在这一过程中, 汽轮机的转子叶片会受到蒸汽的冲击和推动, 从而带动发电机发电。根据其工作特性, 汽轮机通常分为不同类型, 如抽气式、背压式和凝汽式等, 每种类型的汽轮机在不同工况下有不同的应用。

火力发电厂汽轮发电机组的安装工作具有重要的技术和经济意义。其安装质量直接影响到发电厂设备的运行效

率、能源利用率及设备的长期可靠性。安装不当可能导致汽轮机出现运行不平稳、振动过大、噪声异常等问题, 甚至导致故障停机, 造成巨大的经济损失。同时, 汽轮发电机组的安装对后期的维修和保养也有重要影响, 精确地安装可以减少后期维护的难度, 提高设备的使用寿命。因此, 汽轮机安装的精确度、规范性和安全性对火力发电厂的整体运行效率至关重要。

2 火力发电厂汽轮发电机组安装要点

2.1 汽轮机本体的吊装与定位

本体吊装在火力发电厂汽轮机装过程中占据重要地位。首先, 包括起重機、吊机、吊索及吊具等吊装设备需要经过认真检查。在吊装前要对汽轮机的重量分布、吊点重心位置、起吊路径以及安装空间的限制等进行详细分析, 并对吊装计划进行细化。吊装计划一定要选择合适的吊装方式, 这需要根据本体尺寸、重量、起重设备的能力来确定。大型设备一

【作者简介】安洪坤（1967-），男，回族，中国河北保定人，本科，高级工程师，从事火力发电厂汽轮机安装、维护和检修研究。

般采用多点吊装法进行吊装，这样才能保证在吊装过程中不出现失衡的现象。起重机在吊装过程中，操作人员要根据实际情况对起重机的起吊速度进行控制，切忌由于提升过快而导致汽轮机本体的倾斜或摇摆，这样才能保证其始终处于平稳状态。同时在吊装作业过程中，对汽轮机本体的升降情况必须进行实时监控，以保证其在吊装时的高度、位置、角度都要做到准确无误。对于较大的汽轮机而言，在吊装过程中还需考虑起重机高度、吊具安全距离以及吊机轨道长度等因素，这样才能保证在整个过程中不会与四周物体发生碰撞或干扰。在汽轮机本体吊装就位后，马上使用水平仪和经纬仪再次进行精确定位，这样就可以保证汽轮机本身与基础的对接是准确的，如果定位时出现任何位置偏差，就必须对汽轮机进行重新微调，并通过调整吊索和设备，使本体处于完全垂直和水平状态。定位完毕后，还需进行反复测量，以保证汽轮机在基础腿的位置符合安装方案要求，避免后续安装环节由于吊装位置的偏差而造成精度上的影响。

2.2 汽轮发电机组轴系对中与校验

任何微小的偏差都可能导致汽轮机失衡会影响运行效率及安全，因此轴系对中は保证机组正常运转的重要步骤。因此在安装作业核心在于需要将汽轮机主轴和发电机轴、泵轴等其他轴几者做好对接，这样才能保证轴系实现一致。为保证主轴和连接轴的同轴度误差控制在微米级别，对中工作需要使用高精度的激光对中仪器。具体操作时，首先要定位汽轮机主轴和发电机轴，二者同轴度的测量可采用激光测量。若发现主轴与发电机轴有误差，应依误差值做微调，一是在基础上对轴承位置进行调整；二是利用垫片调整轴承。在多轴对中上，操作者要逐一对各轴，保证各轴之间达到同轴的要求，这样才能保证它们之间的同轴度。在对中过程中也要注意轴承的状态，现场人员需检查轴承与轴的配合面是否光滑，不能有太大的摩擦或由于装配不良或材料问题造成的阻力，以保证汽轮机轴系统安装后高效运转。在完成对中后，就需要进行动平衡校验，利用动平衡仪来平衡汽轮机的转子系统，保证转子在运转时离心力不会太大或振动过大。若发现转子不平衡的问题，一定要通过增重、减重或微调的方法加以解决，这样才能保证在规定的范围内控制平衡误差，避免由于轴线失衡而造成的汽轮机损坏或效率损失的发生。

2.3 汽轮机叶片与转子组装的精度控制

保证汽轮机高效运转的关键环节离不开汽轮机叶片和转子装配的精度控制。在安装前，首先需要对每一片叶片进行严格的质量检查，这其中包括叶片的材质、大小、表面处理等各方面是否达到设计要求，同时针对较大规格的叶片，还借助需要的 X 光或者是其他无损检测方式保证其内部无裂纹、无瑕疵，这样才能保证每一片都能达到质量要求。安装时一般先由转子的中轴位置开始，一步一步地将叶片安装

到外部。每装完一片叶片，都要马上检查一遍，以保证叶片的角度、位置、配合都达到设计要求。在安装作业中，为了保证叶片与转子的连接部位能够精确对位，必须使用专用的定位工具。在叶片装配固定工序当中，需要采用专用紧固件按要求矩值紧固，防止叶片因装配时不恰当造成拉伸或脱落现象发生。在完成叶片的安装以后，为了保证转子系统在高速旋转的时候没有发生太大的振动或不平衡的现象，就需要对其做动平衡试验。在动平衡的时候就需要采用一个高精度的平衡仪来逐步的校正转子，这样就可以在规定的容差的范围内保证了转子的平衡性差值了。如果在存在不平衡的情况下可以通过在转子不同的部位加装上配式重块或者通过对叶片的角部作调校来使转子处于一个平整的状态。最后，针对转子与轴线连接面，为保证接触面光滑无破损以及转子平稳运转，我们还需使用精密工具进行校对及处理。在完成叶片全部装机后再进行最后一次的整体检查，以确认转子与叶片的配合要达到安装方案的精度要求。

2.4 汽轮发电机组轴承系统的安装与调试

轴承系统作为汽轮机重要部件，其安装与调试同样关键。首先安装之前，现场人员要认真地检查轴承的各零件，保证其没有裂纹，变形或破损等现象发生。随后需要按方案对轴承的安装位置进行精度的校准，这样就避免了安装上的误差。在安装的时候先要保证轴承座的底面是平面的，而且和基面二者接触良好。为了保证轴承在运行的稳定性，其安装作业中需用专用精密工具保证轴承与机体的连接精度，以防止在运行的过程中轴承发生不均匀磨损现象。然后在进行轴承安装作业上，需要很好的将润滑油系统连接起来，这样才能保证在运转过程中轴承得到充分的润滑。在润滑油系统安装的时候，保证油路的畅通是必不可少的，同时油管接头一定要严密封，这样就避免了漏油的现象。润滑油泵的试运行需要在润滑油系统连接后进行，对油泵的供油能力和压力进行检查，这样才能保证达到设计要求的油压。应特别注意要按照汽轮发电机组的设计要求及使用条件来确定润滑油种类，一般的润滑油一般是矿物油或合成油，在经过高温高压下可以保持良好的流动性。同时，现场人员要对轴承座温度进行监控，保证轴承在润滑油系统工作后的初期运行阶段不会出现过热的情况。此时还要对轴承进行低速试运行，在启动过程中确认它的转动是否平稳，保证没有不正常的声音或异常振动出现。在低速试运行阶段，为了保证轴承在高温、高压环境下正常运行，在轴承表面温度变化前，必须对其进行仔细的观察，如果发现温度异常升高，就应该马上停车检查润滑油系统工作是否正常。在完成汽轮发电机组轴承系统安装与调试后，为确保其高温、高压环境中正常运转，我们还需正式投入运行前还应开展高温试验，高温试验过程中要保证油品的温度不会超过设计允许的最大值。同时，在高温试验过程中发现问题，在保证轴承长期运行稳定的情况

下,要及时采取调整措施。

2.5 发电机密封瓦及密封油系统的安装与调试

在汽轮发电机组密封瓦安装上,首先现场人员利用千分尺、内径表等测量工具对其外形尺寸、表面光洁度及装配间隙等进行测量,以确保加工精度符合规范。随后,严格按照方案中位置与顺序放入密封瓦并用专用工具均匀紧固,接着在用扭矩扳手逐一拧紧,以避免部件受应力集中出现变形。接下来为保证转子和密封瓦二者同心度和间隙符合方案要求,现场人员手动转动转子检查其运行间隙,并利用塞尺测量间隙分布。

而汽轮发电机组密封油系统安装上,首先针对油箱与油泵地安装,先清理干净前者内壁去除杂质,随后按方案要求将其焊接好并作焊接部位气密性试验;后者安装中须确保轴心对中,以保证其安装后和驱动电机联轴器对中精度达标。密封油系统过滤器滤芯安装要严格按照方案要求拧对方向和紧固,随后将其编号记录下来利于日后维护。

密封油系统调试分别开展启动油泵观察油压变化、检查油路通畅性及冷却器换热性能三方面功能性试验。在调试过程中按照使用手册对密封油压力进行调整,确保其与汽缸蒸汽压力之间的压差合理,以避免泄露蒸汽以及确保良好密封性。同时调试时借助系统内压力表、温度表和流量计对密封油系统运行参数进行实时监测,并通过所记录数据判断其运行状态。而在密封瓦盒密封油系统共同调试上,须将汽轮机启动后让二者在空载运行状态下开展。先对密封瓦间隙分布与密封油系统实际工作性能开展动态监测,随后使用红外测温仪与振动监测装置测量运行时温度上升和振动数据,确认其是否达到良好工作状态,必要时调整系统参数以达到设计标准。

2.6 汽轮发电机组电气系统的接线与调试

汽轮发电机组的电气系统包括很多部件,如发电机、电动机、控制系统、传感器以及自动化控制设备。在对汽轮机电气系统的安装中,首先要按设计图纸布置电缆线路,这样才能保证电缆布线的路径及接驳点的准确无误,同时在电

缆的布置上要有合理的规划,以此避免出现导致电缆在安装的过程中造成线路的交叉或者过度弯曲现象,继而才能够防止因为电气设备的损坏或者由于电缆太早老化而。在电缆的布线过程中,为了使电缆在固定以后不被机械力的破坏需要使用合适的电缆固定装置。同时在布线的时候,要求接头处的接触面要做到干净,保证接触良好。在安装电气系统中每个部件之后,对接头的完整性和正确性进行一一检查,保证接驳和漏接现象的正确。在调试过程中,为了保证每个设备在预定条件下都能正常启动和运行,对控制系统、传感器以及电机等各个电气设备进行功能测试。在电气系统调试过程中,尤其要注意控制系统的反应速度和传感器的信号传输精度,保证系统在运行状态发生变化的情况下,能够及时做出反应。调试完成后,需要对系统进行联动测试,这样才能保证汽轮机准确控制,使电气系统各部分都能协调一致。在最后的检查中,要对电气设备进行绝缘测试和耐压测试,保证系统电气安全达到标准要求。

3 结语

综上所述,火力发电厂汽轮发电机组安装是一个涉及多个专业领域协作和技术要求的复杂工程。通过对汽轮发电机组各部件的详细分析不难看出,通过科学高效地安装不仅能够保证设备稳定运行,而且也有助于火力发电厂实现高效安全的运营。因而,我们在针对火力发电厂汽轮机安装工作中,必须按照方案中的技术要求,实行科学的管理控制,才能保证汽轮发电机组设备长期、稳定、高效地工作。

参考文献

- [1] 谭文,祝朝阳,张治湖,等.火力发电厂汽轮机现场安装的技术改造策略[J].中国设备工程,2023(1):210-212.
- [2] 刘继锋.火力发电厂汽轮机现场安装的技术改造策略[J].电脑校园,2023(6):6228-6229.
- [3] 李传海,葛云双,翟观文.火力发电厂汽轮机设备安装检修技术分析[J].清洗世界,2024(10).
- [4] 郭亮.火力发电厂汽轮机现场安装的技术改造对策分析[J].中国战略新兴产业,2023(8):133-136.

Discussion on Mining Machinery and Equipment Management and Maintenance Technology

Congkuan Zhao

Datun Tin Mine, Yunnan Tin Industry Co., Ltd., Honghe Prefecture, Yunnan, 661100, China

Abstract

This paper first introduces the classification of mining machinery and equipment, and analyzes the basic principles of equipment management, such as prevention first, regular inspection and fine management. Then, the main content and technical methods of the maintenance of mining machinery and equipment were elaborated, and the maintenance of mechanical parts inspection and replacement, lubrication system, electrical system, safety protection facilities and hydraulic system was emphasized. Finally, the key measures for the management of mining machinery and equipment are proposed, which should establish and improve the equipment management system, pay attention to the introduction of intelligent equipment management system and the improvement of spare parts management, and provide effective equipment management solutions for mining enterprises, so as to improve the operation efficiency and safety of equipment.

Keywords

mining machinery and equipment; equipment management; maintenance technology

矿山机械设备及维修保养技术探讨

赵从宽

云南锡业股份有限公司大屯锡矿，中国·云南 红河州 661100

摘 要

论文首先介绍了矿山机械设备的分类，并分析了设备管理的基本原则，如预防为主、定期检查及精细化管理。接着详细阐述了矿山机械设备维修保养的主要内容和 technical 方法，强调了机械零部件检查更换、润滑系统、电气系统、安全防护设施及液压系统的维护。最后提出了矿山机械设备管理的关键措施，应该建立健全设备管理制度，关注智能化设备管理系统的引入和备件管理的完善，矿山机械设备管理及维修保养技术，为矿山企业提供有效的设备管理解决方案，从而提高设备的运行效率与安全性。

关键词

矿山机械设备；设备管理；维修保养技术

1 引言

矿山机械设备在矿山生产中扮演着至关重要的角色，设备的高效运行直接影响着生产效益与安全。然而，由于矿山作业环境复杂、设备使用强度大，设备的维护与管理成为了企业管理中的重要课题。随着技术的进步和管理理念的更新，矿山机械设备的管理逐渐向精细化、智能化方向发展。

2 矿山机械设备的概述

矿山机械设备是矿产资源开采过程中不可或缺的重要组成部分，其种类繁多，主要可分为以下几类：采掘设备，主要用于矿石的开采和采掘，包括钻机、铲车、挖掘机、掘进机等，这些设备负责矿石的挖掘、运输和初步处理，是矿

山生产的核心工具。输送设备，主要用于矿石、碎石、砂石等物料的搬运与运输，如皮带输送机、链斗式输送机等，这类设备的稳定性直接关系到矿山生产的连续性和效率。加工设备，例如锡矿的筛选、洗选与加工至关重要，破碎机、筛分机、分选机、棒磨机、球磨机、摇床等相关设备，负责对原锡矿进行加工、分选与净化，为后续生产提供合格的锡精矿产品。除了以上三大类设备，矿山作业中还涉及大量辅助设备，如通风系统、供水系统、空压机等。

矿山机械设备管理工作具有较高的复杂性和技术性，因此需要遵循一些基本原则，从而确保设备的高效运转和使用寿命。具体要关注：其一，预防为主，定期检查。通过定期检查和维修，及时发现潜在的故障和隐患，防止设备在生产过程中发生重大故障，避免影响整个矿山生产流程。定期检查和保养，可以延长设备使用寿命，提高其运作的稳定性和安全性。其二，精细化管理，减少无效维修。随着技术的

【作者简介】赵从宽（1989-），男，彝族，中国云南大理人，本科，工程师，从事选矿机械设备管理及技术研究。

发展,设备维修保养越来越强调精细化管理。在传统的维修模式下,往往会发生过度维修或不必要的维修,增加不必要的成本和停机时间。精细化管理要求根据设备的实际使用情况、工作环境和运行状态,制定出合理的维修计划,避免无效的维修行为,确保资源的高效利用^[1]。

3 矿山机械设备维修保养技术

3.1 维修保养的主要内容

矿山作业环境复杂、设备运行条件苛刻,设备故障的发生会导致生产停滞甚至安全事故,因此,系统、专业的维修保养尤为重要。维修保养主要包括以下几个方面。

3.1.1 机械零部件检查与更换

随着设备的长时间运行,零部件的磨损、腐蚀和老化不可避免。定期对机械零部件进行检查,是保障设备稳定性的基础。常见的检查项目包括:轴承、齿轮、传动轴、液压元件等的磨损情况。若发现零部件磨损严重、失效或存在裂纹等问题,应及时进行更换或修复,以免故障扩展。对易损件的定期检查和及时更换,能延长设备的使用寿命,有效防止因单一零部件故障而导致的整体设备停机^[2]。

3.1.2 润滑系统的检查与维护

润滑系统的主要功能是减少机械部件之间的摩擦,防止磨损、过热和腐蚀。润滑油的质量与数量,直接影响到设备的运行效率和使用寿命。定期检查润滑油的清洁度、黏度、泄漏情况和更换周期,是确保润滑系统正常工作的必要措施。还应检查润滑油管路和泵的运行状态,及时清理油路,防止油路堵塞或泄漏,确保润滑油能够充分进入各个重要部位,减少磨损,提高设备的工作效率。

3.1.3 电气系统的检查与保养

矿山机械设备的电气系统涵盖了电机、配电装置、电缆线路等多个部分。电气系统的故障,往往导致设备无法正常启动或运转,因此,定期对电气系统进行检查尤为重要。电气系统的检查内容,包括电气接线是否牢固、接头是否有松动、开关是否灵活、电缆是否老化、传感器和控制器是否正常工作等。对于电气设备的保养,需要清理电气元件表面的尘土和杂物,检查电气接触是否良好,并及时排查和更换存在故障隐患的电气组件,防止设备电气故障引发生产停滞或安全事故。

3.1.4 安全防护设施的检查与维护

矿山机械设备在运行过程中涉及较高的危险性,因此,安全防护设施的维护是保证员工生命安全的重要措施。安全防护设施主要包括防护罩、紧急停止装置、警报系统等,要定期检查这些设备的完整性和功能性,确保其正常工作。例如,检查防护罩是否完好、紧急停机按钮是否灵敏、传感器是否能准确检测到异常情况。通过定期维护安全装置,可以在设备出现故障或异常时,及时采取措施避免事故发生。

3.1.5 液压系统的维护

液压系统在矿山机械设备中应用广泛,尤其是在大型

采掘设备中,承载着关键的动力传递任务。液压油的质量、液压管路的畅通、液压元件的工作状态,是影响液压系统运行的关键因素。要定期检查液压油的清洁度、油位和温度,及时更换液压油,防止油液污染或过期,确保液压系统的顺畅运行。同时,需要对液压泵、油缸和阀门等关键部件进行检查,发现泄漏或磨损时及时修复或更换,避免液压系统故障对整个设备的影响。

3.2 维修保养技术方法

针对不同类型的设备和运行环境,维修保养方法应具有针对性和科学性。以下是几种常见的维修保养技术方法。

3.2.1 按照设备手册和使用要求进行

设备手册是设备生产厂家根据长期使用经验总结出的操作与维护指南,包含了设备的技术规格、运行条件、维修周期及注意事项。遵循设备手册和使用要求进行维修保养,能够确保在设备使用生命周期内按照规范进行维护,从而提高设备的可靠性和安全性。设备手册通常会详细列出不同部件的检查和保养周期,如润滑油的更换时间、过滤器的清理周期、易损部件的更换标准等。

3.2.2 结合设备实际情况进行定制化保养

矿山作业环境复杂多变,因此,结合设备实际运行情况进行定制化的保养是非常重要的。例如,矿山机械在高温、高湿、粉尘较多的环境下工作,这些因素会加速设备的磨损,要求更频繁地检查与保养。设备的使用强度和运行负荷,也会影响其保养需求。定制化保养方法,可以根据设备的具体工况调整保养周期和内容,灵活应对设备在实际运行中的不同需求,从而提高设备的可靠性和工作效率。

3.2.3 使用先进检测技术

随着科技的进步,先进的监测技术已广泛应用于矿山机械设备的维修保养中,这些技术可以实时监测设备的运行状态,提前发现潜在的故障隐患,及时采取维修措施,避免大规模故障的发生。振动是机械设备在运行过程中常见的信号,异常振动往往是设备发生故障的前兆。通过安装振动传感器,实时监测设备的振动数据,可以识别出设备的故障类型和故障部位,如轴承损坏、齿轮磨损等。振动监测技术不仅能够在设备发生故障前及时发现问题,还能根据振动信号的变化趋势判断故障的严重程度,从而制定出合理的维修计划^[3]。另外,温度是反映机械设备运行状态的一个重要参数。过高的温度,通常意味着设备的过度摩擦、润滑不良或冷却系统故障。通过温度传感器实时监控设备的温度变化,可以及时发现温度异常情况,避免设备因过热导致损坏。

4 矿山机械设备管理的关键措施

4.1 建立健全设备管理制度

为了确保矿山机械设备的长期稳定运行,必须建立健全的设备管理制度,这不仅包括设备的采购、安装、调试、使用和维修等方面的管理,还要覆盖设备生命周期中的各个环节,形成系统化、规范化的管理体系。具体包括:其一,

建立设备档案管理制度。每一台设备从采购、安装到日常使用,都应该有详细的档案记录,包括设备的基本信息、技术参数、使用要求、维护记录、故障历史等。通过建立设备档案,可以方便地查询设备的运行状态和维护历史,帮助管理人员及时发现设备问题,做到有据可查,有的放矢。其二,明确设备管理职责。应明确各级管理人员、操作工人、维修人员的职责,确保每个人都能按照职责要求开展工作。管理层需要定期检查设备运行情况、制定设备维护计划、评估设备投资回报率等;操作人员则需严格按照操作规程进行作业,减少人为操作失误;维修人员要按时进行设备保养与维修,确保设备的良好运行状态。其三,设备维护保养制度。设备应按照设备手册和使用要求进行定期检查和保养,维护计划应根据设备的实际使用情况进行调整。管理制度中应明确设备保养周期、保养内容、保养标准以及责任人,确保每项维护任务得到落实。对于重要设备和高风险设备,还应制定专项的维修方案和应急预案,确保突发故障时能够迅速响应,最小化停机时间和生产损失。其四,设备报废与更新制度。设备的使用寿命是有限的,随着时间的推移,设备的性能会逐渐下降,维修成本会增加。因此,应定期评估设备的使用状况,依据设备的运行效率和维修成本,判断是否需要进行更换或升级。对于已达到使用寿命的设备,应及时淘汰,避免其继续投入生产,影响整体作业效率和安全性。

4.2 引入智能化设备管理系统

随着信息技术和人工智能的快速发展,传统的矿山机械设备管理方式逐渐无法满足日益复杂的生产需求。为了提升设备管理的效率与精度,引入智能化设备管理系统已成为矿山企业管理的重要发展方向。智能化设备管理系统不仅能够提高管理效率,还能优化设备的全生命周期管理,增强设备运维的精准性和前瞻性。具体而言,智能化设备管理系统通过物联网技术,将设备、传感器和数据采集终端连接起来,实时收集设备的运行数据,包括设备的运行状态、温度、振动、负载、电流、电压等重要参数。通过这些实时数据,管理人员可以全面了解设备的工作情况,及时发现设备潜在的故障隐患,避免故障的发生。物联网技术的应用,使得矿山企业能够实现对设备的全天候远程监控,提升了管理的及时性和精准性,还为故障诊断和维修决策提供了依据。另外,智能化系统结合大数据分析技术,能够对设备的历史数据进行深度分析,找出设备性能波动的规律和故障发生的趋势。

4.3 完善备件管理确保及时供应

设备的正常运转,离不开各种零部件的支撑,特别是关键零部件的及时供应,更是直接影响生产的连续性与安全性。完善的备件管理制度,能够提高设备的维修效率、降低停机时间,并有效控制成本,进而提升矿山生产的整体效益。建立完整的备件管理系统是完善备件管理的基础,矿山企业应建立科学的备件数据库,对所有设备的零部件进行详细的记录和分类。该数据库应包括零部件的型号、规格、库存量、使用频率、采购渠道、价格等信息。通过系统化的管理,能够实时掌握备件的库存状况,及时发现零部件的短缺或过剩,避免因备件供应不足导致设备维修延误,或因过多库存造成资金浪费。备件管理系统还应支持自动化的库存更新和提醒功能,确保关键零部件能够及时补充,保障设备的正常运转。对于关键零部件,如高负荷的传动部件、液压系统的核心组件、发动机等,应设定适当的安全库存水平,确保当设备发生故障时,能够迅速获取所需备件,避免长时间停机。特别是在矿山企业生产周期长、运转高负荷的情况下,确保关键零部件库存的充足性,能够有效降低设备维修时的响应时间和停机时间。通过引入智能化的库存管理系统,可以实时跟踪备件的存储和流转情况,及时调整采购计划,避免库存积压或缺货情况的发生。数字化系统还能够对供应商的交货周期、质量等进行评估,确保供应链的高效运作。

5 结语

总之,矿山机械设备管理的有效性,对于确保矿山生产的稳定性和安全性具有重要意义。通过建立完善的设备管理制度、引入智能化管理系统及优化备件管理,矿山企业能够提高设备的运行效率,降低设备故障率,延长使用寿命。此外,采用先进的维修保养技术和方法,能够更精确地预测和解决设备问题,确保设备的高效运转。随着科技的不断发展,未来矿山机械设备的管理将更加智能化、数字化,推动矿山行业向更加高效、安全的方向发展。

参考文献

- [1] 李海军,朱伟.探讨煤矿运输机械设备加强管理及维修[J].内蒙古煤炭经济,2022(24):124-126.
- [2] 杜举.机械设备管理及维护保养技术探讨[J].中国设备工程,2023(15):48-49.
- [3] 李成.矿山机械设备故障特点及维修养护策略[J].世界有色金属,2023(18):25-27.

Research on the Development of Mechanical Engineering and Automation Technology

Baozhi Lv

Jinxi Industrial School, Huludao, Liaoning, 125000, China

Abstract

With the rapid combination of informatization and intelligent manufacturing, mechanical engineering and automation technology have made great progress, which has greatly improved productivity and saved labor. However, behind this brilliance, there are problems such as technology integration and standardization, the limitations of intelligent and independent decision-making technology, and the shortage of talents and the lag in skill upgrading. In the face of the above bottlenecks, how to achieve greater advantages in the fierce competition is an important issue faced by enterprises. Based on this, this paper sorts out the development process of the mechanical engineering and automation technology industry, analyzes the “bottlenecks” encountered by the industry in depth, and then puts forward corresponding suggestions, hoping to provide theoretical support and practical guidance for the sustainable development of mechanical engineering and automation technology.

Keywords

mechanical engineering; automation technology; development history; bottleneck; suggestion

机械工程及自动化技术的发展研究

吕宝志

锦西工业学校, 中国 · 辽宁 葫芦岛 125000

摘 要

在信息化与智能制造的迅速结合下, 机械工程与自动化技术取得了长足的进步, 在极大地提高了生产率的同时, 也节约了劳动力。但在这光辉的背后, 存在着技术整合与标准化的难题、智能化与自主决策技术的局限性, 以及人才短缺与技能更新滞后等问题。在面临上述瓶颈的情况下, 如何在激烈竞争中取得更大的优势, 是企业面临的一个重要课题。基于此, 论文对机械工程及自动化技术产业的发展历程进行梳理, 对该产业目前所遇到的“瓶颈”进行深度剖析, 进而提出相应的建议, 希望能够为机械工程及自动化技术的可持续发展提供理论支撑与实际指导。

关键词

机械工程; 自动化技术; 发展历史; 瓶颈; 建议

1 引言

机械工程与自动化技术是现代工业的重要支柱, 在工业革命后发生了巨大的变化。机械工程包括机械的设计、分析制造和维修, 自动化技术主要是通过计算机控制系统进行生产流程的自动化控制。在信息化快速发展的背景下, 机械工程与自动化技术深度融合, 催生了智能制造、工业 4.0 等前沿理念。但是, 随着科技的发展, 传统的机械工程模式已日益显现出效率低、响应速度慢等不足, 迫切需要对其进行自动化改造与升级。与此同时, 随着全球经济一体化的不断加剧, 世界范围内各个行业都需要在降低成本与环保的前提下, 不断地改进生产效率与产品质量。在这样的大环境下, 对机械工程和自动化技术的研究和开发就变得越来越重要。

【作者简介】吕宝志 (1973–), 男, 中国辽宁连山人, 本科, 实验师, 从事机械设计及材料性能研究。

2 机械工程及自动化技术的发展历史

机械工程与自动化技术的发展始于工业革命, 为现代机械工程奠定了重要的基础。18 世纪末到 19 世纪中期, 由于蒸汽发动机的发明与使用, 使机械工程得到了极大的发展, 使人类步入了机械化的时代。詹姆斯·瓦特对蒸汽机的改进, 大幅度提升了工作效率, 使其在采矿、纺织、运输等领域得到了广泛的应用, 机械设备的规模化生产得到了极大的推进。在此期间, 机械设计向规范化、精细化方向发展, 机械零部件如齿轮、轴承、连杆等的设计与制造技术有了明显提高。19 世纪末至 20 世纪初期, 由于电能的广泛使用, 使机械工程得到了更大的发展。20 世纪初期, 亨利·福特引进了流水线生产, 推动了汽车工业的跨越式发展, 为机械工程自动化技术奠定了基础。接着, 在第二次工业革命的浪潮中, 伴随着内燃机的推广与炼钢工艺的发展, 新理论与实践层出不穷, 各种工程机械设备也逐渐趋于成熟。

20 世纪中期，随着电子技术的突破，诺伯特·维纳提出的控制论为自动化提供了重要的理论依据。数控机床的问世，极大地提高了机械加工的精度与效率，是机械工程走向智能化的一大里程碑^[1]。同时，随着计算机技术的飞速发展，自动化系统的设计与控制也日趋复杂化、效率越来越高，PLC（Programmable Logic Controller, PLC）的出现与应用，大大提高了工控系统的灵活与可靠性。在 20 世纪末期、21 世纪初期，信息技术与互联网的蓬勃发展，带动了机械工程与自动化技术，并将其推上一个崭新的高度，并以智能制造和工业 4.0 为新的发展趋势。在此期间，随着机器人技术、物联网、大数据和人工智能等技术的不断发展，机械设备具有自主感知、决策能力和执行各种复杂任务的能力，其智能化程度越来越高。在现代社会中，随着机械工程和自动化技术的不断发展，其在航空航天、医疗、能源等行业中得到了越来越多的应用。从长远看，随着科技水平的提高，机械工程与自动化技术一定会向智能化、柔性化、可持续性的方向发展，为人类社会进步做出巨大贡献。

3 机械工程及自动化技术的发展瓶颈

3.1 技术集成与标准化挑战

技术集成和标准化是机械工程与自动化领域中一个非常重要的问题。随着科技的飞速发展，各类新技术不断涌现，多项技术间的兼容与协同已成为制约产业发展的“瓶颈”。目前，各个企业、科研院所都是在自己的专业领域进行研发，缺少一个通用的平台与标准，这既增加了系统整合的复杂度，又存在着安全风险。产业标准的缺失，使得企业对技术方案的选择存在较大的不确定性，影响了其推广^[2]。另外，由于缺乏统一的标准，各终端、各系统难以实现数据的交互与共享，造成了“信息孤岛”现象的频繁发生。此外，由于标准化程度不足，该产业很难实现规模效益，同时也会导致制造成本与时间的增长。技术集成的难点还在于多个学科的交叉与融合，传统的机电工程与新兴的自动化技术在逻辑与实践上都有一定的冲突，对产业从业人员的知识面要求更广更深。而在全球一体化的大环境下，不同国家之间的标准缺乏一致性，更增加了技术集成的复杂程度，为跨界合作与拓展市场带来了挑战。

3.2 智能化与自主决策技术的局限性

近年来，在机械工程和自动化技术方面，虽然已经有了长足的进步，但是仍然存在着不可忽视的局限性。首先，智能化系统的自主决策严重依赖于海量的数据与复杂的算法，而目前的数据采集与处理能力尚不能很好地满足这种要求。不完备、不准确的数据会引起算法的错误判断，从而降低系统的安全与效率。其次，当前的智能决策系统在应对复杂多变的环境时，常常存在自适应能力不强的问题。当面临突发情况或意外情况时，系统往往不能及时地做出相应的调整与优化。再次，由于“黑箱”特性，智能化系统决策过程中的透明性与解释性不足，导致故障诊断与维修困难，并导

致用户信任度下降。最后，目前的研究成果还不能完全代替人的决策，特别是对于一些复杂的判断与伦理决策问题。并且，随着智能化技术的普及，其所面临的法律与伦理问题也日益严峻，如何在保证用户隐私与权益的前提下，促进科技的发展，是业界所面临的重要课题。

3.3 人才短缺与技能更新不及时

随着机械工程和自动化技术的飞速发展，企业对专业人才的需求也越来越高，但人力资源匮乏和员工技能更新滞后已成为制约产业发展的主要原因。首先，在新的技术环境下，传统的人才培养模式已经很难适应产业的快速发展，造成了具有尖端技术能力的专业人才短缺。产业内部的培训制度与机制也比较落后，很多企业没有足够的资金进行技能升级、再培养，使得员工的技能水平很难跟上时代的步伐。特别是随着现代工业的智能化、自动化水平的日益提升，对新技术、新设备的熟练掌握的复合型人才越来越缺乏。其次，人才紧缺的问题也表现在各区域、各国家的差距上，发达国家和地区常常有较大的吸引力，而有些发展中国家却出现了人才外流的情况。这一不均匀的分配使世界各地的技术发展更加不均衡。最后，产业发展对复合型人才的需求与教育体制滞后的矛盾，导致企业员工技能更新滞后问题日益凸显，已成为制约产业创新与竞争力的重要因素。总的来说，人才短缺与技能更新不及时已成为制约产业技术创新与效率提升的瓶颈，也是阻碍产业可持续发展的重要因素。

4 机械工程及自动化技术的发展建议

4.1 推进技术标准化与行业协作平台建设

随着中国机械工程与自动化技术的飞速发展，建立行业协作平台与技术标准化已成为当务之急。在产业内部，要实现有效的协作和资源共享，必须有统一的技术标准。目前，在机械与自动化领域，相关的技术标准大都是分散的，没有一个统一的标准，造成了企业之间信息交流的困难，也制约了相关技术的推广和应用。为此，应该加速推进技术标准化工作，建立覆盖设计、生产、测试、维护等各个阶段的统一标准，保证不同企业、产品间的兼容与互操作。其次，政府、行业协会等要充分发挥主导作用，为企业、高校、科研院所提供一个良好的合作平台。在这个平台上，企业能够迅速地获得最新的技术动向和发展动向，而研究机构能够理解市场的需要，将研究结果转化为生产力，大学也能够根据市场的反馈，对专业课程进行调整，从而达到更深层次的结合。最后，行业协作平台也应为相关政策的制定和技术标准的修订提供重要的参考，从而保证政策的科学合理。通过构建技术标准化和行业协作平台，能够有效地减少研发费用，提升创新效率，加快技术的迭代与更新，促进产业的良性、可持续发展。

4.2 加速智能化系统的研发与应用落地

随着现代机械工程和自动化技术的不断进步，开发和应用智能化系统成为提高产业竞争力的重要途径。通过将传

感器、人工智能算法与大数据分析相结合,实现对设备的自主感知、自主决策与自适应调控,可以极大地提高企业的生产效率与产品品质^[3]。但是,智能体系的开发和应用不是一朝一夕能够实现的,还需要多方面的合作。首先,企业要加强研究与开发,引进高层次的科技人员,建立交叉学科的研究队伍,对智能化系统中的机器学习算法、物联网体系结构、边缘计算等核心技术进行研究。与此同时,企业也要加强与高等院校、科研院所的合作,发挥他们在基础研究上的优势,联合攻关。其次,国家要在政策、财政上给予一定的支持,对智能化系统的研究开发工作给予更多的支持,也要通过税收优惠和补贴等手段来促进智能化技术的发展。最后,要发挥行业协会的作用,建立智能化系统应用示范平台,推动机械工程及自动化产业向智能化发展。通过多个方面的协作,加快智能化系统的研发和应用,能够极大地提高整个制造业的总体水平,促进其向高端化和智能化方向发展。

4.3 加强教育体制改革,培养复合型技术人才

随着中国机械工程与自动化技术的飞速发展,企业对高素质、高技能的复合型人才的需求越来越高。为了促进产业的发展,必须加强教育体制的改革,为企业输送高素质的人才。首先,大学和职业学校要适应产业发展的需要,适时地对专业和课程进行调整,增加一些新兴技术如人工智能、大数据、物联网等,以提高学生的跨领域知识结构,激发他们的创造力。其次,学校要加强与企业的合作,构建校企合作的模式,让学生通过参加企业的实习、研究等活动,提高他们的动手能力和解决实际问题的能力。再次,在教育体系的改革中,要重视对学生综合素质的培养,包括交际能力、团队合作能力、职业道德修养等,为将来的职业生涯打下坚实的基础。最后,政府要积极推进教育改革,制定相应的政策,促进大学和职业教育学校在课程与教学上的创新,对成绩突出的学校,在财政上给予一定的扶持。通过教育体系的改革,可以为现代机械工程和自动化产业的可持续发展奠定坚实的人才基础。

4.4 建立持续学习机制以应对技术快速迭代

在机械工程与自动化技术行业,由于技术更新迅速,

新技术新工艺不断涌现,企业员工需要不断地更新知识,提升岗位胜任力。为了应对技术的快速迭代,构建一个持续学习的机制是一个重要的策略。企业要建立健全的学习培训制度,并定期组织人员参加技术培训、研讨会、学术交流等,使员工能够了解到产业发展的最新情况。同时,企业也要通过建立网络学习平台,充分利用各种学习资源,营造“学习型组织”的文化环境。政府与行业协会也要起到一定的导向作用,促进行业内部的学习机制建设,并通过举办专业技能竞赛、技术交流论坛等形式,提高从业者的学习积极性。最后,教育机构也要积极参与,开展各种形式的继续教育、专业培训,以满足从业者多样化的学习需要。企业员工在持续性的学习机制下,能够坚持更新自己的知识,提高专业能力,维持职业竞争能力,使自己能够更好地适应产业的发展与变化。

5 结语

总之,经历了近百年的发展,机械工程与自动化技术领域迎来了新的发展机遇和挑战。随着第四次工业革命的到来,产业的发展已经不能只依靠某一项技术的突破,而是要实现多个学科的深度融合和协同创新。虽然面临着技术集成、智能化局限性、人力资源匮乏等诸多瓶颈,但其发展趋势仍是清晰的。我们可以通过推动科技标准、加强产业合作、加快智能化系统的运用以及对教育体系进行改革来应对上述挑战。同时,通过建立持续学习机制,使整个产业的从业人员始终处于科技的前沿,并在市场中保持竞争优势。相信通过相关人员的努力,机械工程及自动化技术必将为社会发展与进步提供源源不断的新动能。

参考文献

- [1] 赵俊鹏.自动化技术在汽车机械制造中的应用[J].内燃机与配件,2024(21):115-117.
- [2] 谢龙.自动化技术在冶金机械工程中的应用研究[J].冶金与材料,2024,44(10):31-33.
- [3] 李运权.机电自动化技术在机械制造领域的使用与研究[J].中国设备工程,2024(19):18-21.

Exploration of the Application Practice of Intelligent Electrical Design in Power Distribution Engineering

Yanning Duan

State Grid Pingxiang County Power Supply Company, Xingtai, Hebei, 054500, China

Abstract

With the continuous updating and upgrading of science and technology, the application of intelligent technology in various fields is becoming increasingly widespread, which fully integrates intelligent technology with electrical design, creates a new mode of power distribution engineering construction, further optimizes resource allocation, and ensures the quality, efficiency, and safety of power distribution engineering construction. Therefore, relevant units and management personnel must attach importance to the application of intelligent electrical design, vigorously innovate traditional technological models, and promote the steady and healthy development of the power industry. The paper discusses the application value of intelligent electrical design in distribution engineering, explores the application strategies of intelligent electrical design, and points out the application items of intelligent electrical design, in order to provide useful reference for relevant personnel.

Keywords

intelligence; electrical design; power distribution engineering; application strategy

智能化电气设计在配电工程中的应用实践探究

段延宁

国网平乡县供电公司, 中国·河北 邢台 054500

摘 要

在科学技术不断更新与升级下, 智能化技术在各领域中的应用越来越广泛, 使得智能化技术与电气设计充分融合, 打造全新配电工程建设模式, 进一步优化资源配置, 保证配电工程建设质量、效率与安全。因此, 相关单位及管理人员必须重视智能电气设计的应用, 大力创新传统技术模式, 推动电力行业稳步与健康发展。论文从智能化电气设计在配电工程中的应用价值入分, 探讨智能化电气设计的应用策略, 指明智能化电气设计的应用事项, 以期为相关工作人员提供有益参考。

关键词

智能化; 电气设计; 配电工程; 应用策略

1 引言

电力行业的发展关系着国民经济的发展, 其智能化发展成为一种必然趋势, 但智能化技术的应用需要建立在智能电气线路这一基础之上, 所以必须做好智能化电气设计, 使得智能化技术融入配电工程各环节中, 实现人力与物力等主要资源的合理配置, 最大限度地降低配电工程建设及后期运营成本, 提升配电工程整体效率。为此, 相关单位及管理人员要总揽全局, 在智能设计、智能控制、故障诊断、监控系统与照明系统中应用智能化电气设计, 为配电工程的安全、高效、稳定运行夯实牢固基础^[1]。

2 智能化电气设计在配电工程中的应用价值

2.1 有利于优化建设流程

在配电工程中智能化电气设计的应用可以实现智能设备与系统之间的互联, 构建系统化运行机制, 确保各运行流程具有通畅性、高效性、便捷性, 使得配电工程各环节符合建设标准。这是因为传统配电系统操作模式单一, 数据处理不够深入, 而智能化电气设计会结合配电工程运行原理及特点, 利用智能化技术精准判断故障位置, 分析故障影响因素并提出应对方法, 减少不必要的控制流程, 从而优化传统控制模式, 提高系统运行整体效率^[2]。

2.2 有利于改善运行性能

配电工程系统具有极强复杂性, 传统运行模式存在诸多问题, 影响系统运行效率与安全。智能化电气设计的应用可以从细节入手减少运行过程中的各类隐患问题, 使得系统性能得以提高。因为智能化电气设计会充分考虑控制系统运行需要, 从而重点关注信息的传递、共享、利用, 借助系统

【作者简介】段延宁(1988-), 男, 中国河北平乡人, 本科, 工程师, 从事配网工程管理研究。

平台分析异常数据。技术人员根据数据异常情况及分析结果,制定有针对性的优化方案,落实具体的应用措施,有效解决系统运行问题,不仅保证整体设计水平,还改善系统运行性能^[3]。

2.3 有利于增强控制效果

在传统控制设计环节多是采用人工方式,暴露出信息响应滞后问题,也使得故障问题频发,从而影响配电系统运行质量。在智能化电气设计应用下,融合了自动化与智能化技术,信息收集及数据加工的效率较快,可以在第一时间发现配电工程运行存在的潜在故障及隐患。与此同时,利用智能化技术快速传递相应指令,不再过度依赖人工操作,提高控制工作时效性与精准性,有利于增强控制工作整体效果^[4]。

3 智能化电气设计在配电工程中的应用策略

3.1 在智能设计中的应用

在配电工程的智能化电气设计中,相关工作人员要明确智能化设计思路,运用智能设计技术来优化配电工程电气设计模式,使得配电系统得以高效运行。在智能化设计环节,设计人员要借助现代信息技术对人类思维活动进行模拟,让计算机完成较为复杂与烦琐的任务,提高设计方案所具有的科学性与可行性。在实际设计中,设计人员还做好资源配置,使用有限元分析法完成设计模型的绘制,便于设计人员全面了解设计要点与设计问题,再利用计算机进行特征分析,并且做好图形设计,实现人工智能、计算机绘图、有限元分析等技术的融合,不仅提高智能化电气设计工作效率,也增强智能化电气设计最终效果^[5]。

3.2 在自动控制中的应用

在设计自动控制模块时,优先考虑使用神经网络控制技术,凭借其计算能力与自主学习能力,处理复杂数据并解决简单问题。在实际设计中,智能化自动控制模块可以与空调系统结合,使集中供暖方式转变为自动调节模式,根据场景需要进行能源输送,减少资源过度浪费等问题。在空调运行环节则是通过自动化技术监测电气设备周围的温度与湿度,同时结合使用要求,灵活调整空调风量,保证达到使用标准。在智能化电气设计下,智能化控制技术会根据内外部环境具体变化情况,及时调整设计模块,让设备在稳定条件下安全运行,同时融入精细化理念,提高数据处理精度,保证智能系统当中的自动控制模块可以更好地适应复杂运行环境,增强电气设备整体性能^[6]。

3.3 在故障诊断中的应用

配电系统运行容易受内外部诸多因素影响,也有一定可能突发各类故障,所以要借助智能化电气设计,合理优化系统故障诊断设计模块,保证信息快速响应,以变压器设计为例,通过智能化技术监测变压器运行情况,进一步完善维修模式,减少变压器运行问题,同时变压器维修过程中产生的关键数据与重要信息会上传至数据库平台,便于系统统一

分析、整理、存储、利用,为维护管理措施的制定提供可靠与详实的数据资料。在后续运行过程中智能化及自动化技术会全面监测变压器产生的油分解气体,快速判断故障类型并确定故障位置,借助数据库平台中的信息,优化维修方案,提高故障维修工作针对性与高效性^[7]。

3.4 在监控系统中的应用

在配电工程中监控系统是不可缺少的重要组成部分之一,需要专业人员根据配电室工作情况开展智能化电气设计,运用集成技术、计算机技术、人工智能等技术,设计以智能控制为中心的配电室综合监控系统,便于采集视频、安全、环境等各类数据,做好配电室状态监测与智能环境控制。在具体设计中考虑到电气环境数据种类较多,而且设备管理较为复杂与专业,所以要保证监控系统涵盖环境监控、安防监控、联动控制、电力监控、视频监控、测温监控、消防监控等多个子系统,以此来优化能源环境,减少配电设备运行故障问题,也能够科学延长各类设备的使用寿命。为更好地发挥出智能化电气设计的优势,设计人员还应借助智能化与自动化技术,实现环境的分布式远程控制,提高子系统运行科学性,进一步提高配电工程设计水平。

3.5 在照明系统中的应用

在配电工程中,相关工作人员要结合配电工程特点与照明系统应用要求,合理选择接口输出路径,做好室外灯、住宅照明灯与工作灯等常见设备的控制。为确保路径传输合理与科学,工作人员要考虑实际能耗,以节能降耗为目标选择适宜的节能灯具,设计智能照明系统来控制各类灯具。例如,室外照明控制、室内照明控制等。在智能化电气设计应用下选择串行接口灯,科学处理输入输出线,满足信息传输需要,此外引入先进的信息通信等技术,保证照明系统安全与稳定运行,还要合理利用弱电,用弱电控制强电,以此来增强照明系统自身性能。为进一步优化与完善照明系统,应采用开放式通信接口,并且集成联动智能管理系统,通过智能传感器与调光模块,满足夜间照明需要,还可以根据季节来调节照明,实现智能化照明管理与控制^[8]。

4 智能化电气设计在配电工程中的应用事项

4.1 模糊控制应用事项

在智能化电气设计中,模糊控制是以逻辑模糊、语言模糊等理论为基础,通过信息技术与计算机来进行精准控制,其中模糊控制器为关键,可以满足系统规划与模糊控制的需要,所以在海量计算与数据处理中广泛应用。由于模糊逻辑可以轻松完成数学近似计算,能够获得产生负荷变化的依赖函数,便于工作人员了解发电过程中的不确定因素,而且可以利用模糊集合与相关规则将模糊语言成功转化为精确地控制命令,所以有利于电气自动化控制的智能化发展。在配电工程中,模糊控制可用于电力调度与优化、配电网管理、故障诊断与监测等方面,以配电网管理为例,模糊控制

可以通过自动调节参数的方式,提高电力分配的精准性。

4.2 遗传算法应用事项

遗传算法是以类似“染色体”的顺序来完成每个候选的编程,使用特定编码与适应度函数获得最优解,是一种全局优化算法,其所具有的并行性能力较强,可解决非线性问题,适应于配电工程。在具体应用时要明确实施步骤,先将不同配电设备的各自参数设置为个体,再采用随机方式生成初始种群,然后结合电能质量、经济性等指标对适应度函数进行定义,最后通过交叉操作寻找出最优解。在配电工程中,遗传算法的应用可以优化配置,例如,优化配置分布式电源的优化配置,并且精准选择电信号最佳采样频率,达到提升配电网电能质量与扩大综合效益的目的。此外,遗传算法还优化电机控制系统的PID参数,从而提高控制系统性能指标。

4.3 专家系统应用事项

专家系统在配电工程中的应用较为常见,可以快速解决复杂决策问题,保证解决方案智能化。在配电工程的智能化电气设计中,利用专家系统方法完成配电网输电线路故障的测距,精准定位出现故障的具体位置,有效提高故障处理效率,从而满足配电工程管理自动化需要。在新时期下电力供应需求不断变化,需要在工程范围内扩展电力供应系统,所以要使用专家管理系统,建立专家系统知识库,其中涵盖行业知识、行业规则、行业经验等内容,为配电工程智能化电气设计提供一定支持。此外,在智能化电气设计中专家系统可以分析地方供热、水电等情况,合理设计配电设施建设选址,预测施工技术问题,保证工程质量、效率与安全^[9]。

4.4 神经网络应用事项

神经网络的应用可以有效分析不同用户群体的用电习惯,从而提出精确用电建议,还可以预测负荷实际需求,便于优化与分配各类资源。在配电工程的智能化电气设计中,神经网络可以结合PID控制规律,实现配电自适应调节,提升配电系统控制性能。在故障监测中,神经网络根据监测设备传感器获得的数据,及时识别各类故障,减少故障维修

时的停电时间,还能为预测性维护工作开展提供帮助。此外,神经网络可以采集系统异常数据并进行快速分析,再建立低压分布系统模块,测试现有数据模型,优化智能化电气设计方案,提高智能化控制效果。

5 结语

智能化电气设计在配电工程中的合理运用可以保证电力系统稳定与长期运行,推动电力行业的健康发展。那么,在配电工程中,相关单位及管理人员要结合工程建设具体需要,考虑社会对电能的需求变化,使用智能化电气设计,将其与配电工程的自动控制、监控系统和照明系统等关键环节充分融合,运用模糊控制、遗传算法和神经网络等技术,优化智能化电气设计模式,为配电工程的安全使用提供技术支持,推动电力行业在新时期的高质量发展。

参考文献

- [1] 阎珉,佟圆圆.现代住宅综合小区智能化电气设计[J].建筑建材装饰,2017(4).
- [2] 郑训松.智能化电气设计在配电工程中的应用[J].市场周刊·理论版,2020(30):224-225.
- [3] 黄鹤.智能化背景下建筑电气工程设计——评《建筑电气及智能化工程设计》[J].应用化工,2024,53(1):10004.
- [4] 宁存岱.基于智能化的建筑电气设计的优化策略[J].电子技术与软件工程,2017(17).
- [5] 蒋涛.对输配电工程施工中几个问题的探讨[J].企业技术开发:下旬刊,2013,32(6):2.
- [6] 蒋涛.对输配电工程施工中几个问题的探讨[J].企业技术开发:下旬刊,2018,32(6):2.
- [7] 李媛媛,刘谦.对输配电工程施工中几个问题的探讨[J].中国新技术新产品,2016(23):1.
- [8] 陈云辉.探析10kV配电工程电缆施工中注意问题和质量控制[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2016(9):99-100.
- [9] 李永胜.基于供电企业输配电工程的现场管理[J].建材与装饰,2017(6).

Key Technology in the Operation and Maintenance of Communication Optical Cable

Ying Li

Shanxi Electric Power Company Lvliang Power Supply Company, Lvliang, Shanxi, 033000, China

Abstract

With the development of information and communication technology, optical fiber communication occupies an important position in the modern communication network. In order to ensure the stable operation of optical cable communication network, this paper studies the key technology of operation and maintenance of communication cable. Firstly, the development of optical cable communication technology is reviewed and analyzed, and the main challenges facing the current operation and maintenance are pointed out. Then, the key technologies including fiber optic cable fault positioning technology, fiber optic cable repair technology and preventive maintenance strategy. Among them, the optical cable fault positioning technology can quickly locate after the fault occurs, which significantly improves the repair efficiency and ensures the continuity of communication; the preventive maintenance strategy can detect and handle potential faults in advance to avoid communication interruption.

Keywords

optical cable communication technology; optical cable operation and maintenance maintenance; optical cable fault positioning technology; optical cable repair technology; preventive maintenance strategy

通信光缆运维检修中的关键技术

李颖

山西省电力公司吕梁供电公司, 中国 · 山西 吕梁 033000

摘 要

随着信息通信技术的发展, 光纤通信在现代通信网络中占据重要位置。为了保障光缆通信网络的稳定运行, 论文研究了通信光缆运维检修的关键技术。首先, 对光缆通信技术的发展进行了回顾和分析, 指出了当前运维检修面临的主要挑战。然后, 重点研究了包括光缆故障定位技术、光缆修复技术以及预防性维护策略等在内的多种关键技术。其中, 光缆故障定位技术在故障发生后能快速定位, 显著提升了修复的效率, 保证了通信的连续性; 预防性维护策略则能提前发现并处理潜在故障, 避免了通信中断。

关键词

光缆通信技术; 光缆运维检修; 光缆故障定位技术; 光缆修复技术; 预防性维护策略

1 引言

随着信息通信技术的迅速发展和应用, 光缆通信树立了其在现代通信网络中的不可或缺的地位。光缆通信具有传输距离长、抗干扰性强、传输量大、安全可靠等优点, 使得光缆通信在全球范围内获得广泛应用。然而, 在实际运营过程中, 光缆的故障和问题也频繁出现, 这就需要进行精确的故障定位, 高效的故障修复以及严密的预防性维护, 以确保光缆通信网络的稳定运行。论文目的在于深入探讨和分析在通信光缆运维检修过程中的一些关键技术, 包括光缆故障定位技术、光缆修复技术以及预防性维护策略等, 并结合具体实例, 希望能对进一步优化光缆通信网络的运维检修提

供参考。

2 光纤通信技术的发展与挑战

2.1 光缆通信技术的历史回顾

光缆通信技术的发展可以追溯到 20 世纪中期, 当时通信业正经历一场由电缆向光纤的转型^[1]。在 1960 年代, 激光技术的突破为光纤通信铺平了道路。这项技术的出现促使研究人员探索光缆作为信号传输媒介的潜力^[2]。1970 年代, 低损耗光纤的研发成功, 为光纤通信的商业化应用奠定了基础, 这标志着光纤进入实用化阶段。光缆通信在 1980 年代得到了进一步的推广, 随着长距离和公共网络应用中光纤技术的成熟, 包括城域网和骨干网等各类通信基础设施开始大规模采用光缆。20 世纪 90 年代, 光放大器和波分复用技术 (WDM) 的应用, 进一步提升了光缆的传输容量和效率。21 世纪初, 互联网的迅速发展推动了全球对高带宽、低延

【作者简介】李颖 (1998–), 女, 中国山西吕梁人, 硕士, 工程师, 从事网络智能运维研究。

迟通信需求，光纤技术继续快速升级。此时，高速率、大容量的光缆通信网络成为全球通信系统的核心部分，不仅显著提高了数据传输速率，还开启了未来万物互联的新时代。

2.2 当前通信光缆的发展概况

当前通信光缆的发展呈现出显著的技术进步与应用扩展的趋势。光缆在通信行业中扮演着越来越重要的角色，其性能的提升和新技术的应用是发展的主要动力。近年来，随着数据传输需求的急剧增加，高带宽、低延迟的传输性能成为光缆发展的重要方向。优化的光纤材料和改良的生产工艺显著提高了光缆的传输效率和可靠性。先进的光缆设计技术，如新型光纤结构和多芯光缆技术，正在被广泛采用，以满足现代通信网络的复杂性和多样化需求。光缆在长距离干线传输和城域网中的应用也愈加广泛，推动了全球信息基础设施的完善。5G、物联网等新兴技术的快速发展对光缆提出了更高的要求，进一步驱动了这一领域的技术创新和市场规模增长。这些发展不仅增强了通信网络的能力和稳定性，还为未来的通信技术进步奠定了坚实基础。

2.3 运维检修面临的主要挑战

光缆通信运维检修面临的主要挑战包括环境因素、技术复杂性以及设备老化等。环境因素如自然灾害和施工破坏常导致光缆损坏，影响通信稳定性^[1]。技术复杂性也是一大挑战，随着通信技术的快速发展，光缆运维检修需要不断更新新技术，提高运维人员的专业技能。许多通信网络中设备已趋于老化，增加了维护和修复的难度与频率。这些挑战要求在运维检修中采用先进技术和有效策略，以确保光缆网络的可靠性和安全性。

3 通信光缆运维检修的关键技术

3.1 光缆故障定位技术原理与应用

光缆故障定位技术在通信光缆运维中扮演了至关重要的角色。该技术通过光时域反射仪（OTDR）等设备，利用光信号在光缆中的传输特性，可以对故障位置进行精确诊断。故障定位的核心原理基于光信号在传输过程中出现损耗和反射的时空特征分析，通过返回信号的时间差与强度变化，判断故障的具体位置和类型。这一过程不仅提高了故障响应的速度，减少了停机时间，而且降低了维修成本。

故障定位技术的应用能够显著提升光缆运行的可靠性和可用性。在实际操作中，技术人员通过便携式OTDR设备，在现场快速获取故障数据，并进行分析处理。结合先进的数据处理软件，定位结果能够在短时间内反馈，确保快速修复。在网络复杂或光缆密集的区域，该技术尤为重要。通过实践证明，光缆故障定位技术在保障通信网络的稳定性方面具有显著优势，为光缆的及时修复和维护提供了强有力的支持。

3.2 光缆修复技术与效果评估

光缆修复技术在通信光缆运维检修中扮演着至关重要的角色。常用修复方法包括光纤熔接技术、光缆替换和光纤

应力释放技术。光纤熔接技术通过使用熔接机将断裂的光纤重新连接，恢复信号传输，其优点在于损耗低、稳定性高。在遇到光缆严重损坏或损毁情况下，光缆替换成为必需，通过替换受损部分以恢复完整的通信链路。光纤应力释放技术用于消除光缆中因外力作用而产生的应力点，防止因过于紧绷而造成的隐性断裂。在效果评估中，这些技术的应用显著降低了网络的故障率和中断时间，提高了通信网络的可靠性与稳定性，此次评估通过光损耗测试和网络稳定性分析得出结论。实验结果显示，采用先进修复技术的光缆，其损耗值远低于行业标准，且具备良好的长期稳定性，为保障高效、连续的通信服务提供了有力支持。

3.3 预防性维护策略理论与实际操作

预防性维护策略在通信光缆运维检修中起到至关重要的作用。通过提前识别和处理潜在故障，能够有效减少因光缆故障导致的通信中断风险。这一策略包括定期巡检、光缆参数监测以及风险评估等多种技术手段。光缆参数监测技术通过对光缆传输性能的实时监控，及时发现异常信号，以便采取修复措施。风险评估则通过分析光缆老化、环境因素等信息，制定有针对性的维护计划。通过实施全面的预防性维护策略，有效提升了光缆通信网络的可靠性和稳定性，减少了应急维修的频率和成本。

4 关键技术在实际运维检修中的效果分析

4.1 光缆故障定位技术的实际应用研究

在光缆运维检修中，故障定位技术的应用至关重要。其主要目的是快速、准确地确定光缆故障位置，从而减少通信中断时间。实际应用中，常用的光缆故障定位技术包括光时域反射仪（OTDR）、分布式光纤传感系统等。OTDR利用光脉冲反射原理，通过测量光在光纤中的传输时间来定位故障点，具有操作简便、精度高等优点。在多个实际案例中，OTDR成功定位复杂线路上的断点及损伤，提高了维修效率。分布式光纤传感系统则通过实时监测光纤状态，能够在故障发生前检测到异常信号，有效预防故障的发生。此类技术在光缆故障定位中的应用，不仅缩短了故障排除时间，降低维护成本，还提升了网络的整体可靠性，为保障通信光缆的正常运作提供了强有力的技术支持。通过优化和集成多种定位技术，能够进一步提高实际应用中的故障处理效率。

4.2 光缆修复技术的应用效果

在实际运维检修过程中，光缆修复技术的应用效果显著提升了通信网络的稳定性和可靠性。光缆修复技术能够快速、有效地恢复因自然灾害、人为破坏或设备老化等原因导致的光缆中断，确保通信链路的连续性。采用先进的光纤熔接技术和高效的施工工具，修复工作能够在短时间内完成，最大限度地降低了停机时间。光缆修复技术的发展使得复杂环境下的作业得以顺利开展，如在地下管道、水下和高空环境中的修复，大大拓展了应用场景。技术人员通过运用光缆

修复技艺，显著减少了后续因修复不当而导致的重复故障率，提高了网络运维的经济效益和可持续性。光缆修复技术在现代通信运维检修工作中发挥了关键作用，成为光缆维护领域不可或缺的重要组成部分。

4.3 预防性维护策略的成功实践与评估

预防性维护策略在通信光缆运维检修中得到广泛应用，并展现出显著成效。通过对光缆网络的实时监控和数据分析，这一策略能够提前识别潜在的故障隐患，在问题未充分显现前进行处理。实际案例表明，该策略的实践有效降低了因故障导致的光纤中断事件频率，提升了整体网络的稳定性和可靠性。预防性维护大幅度减少紧急维修工作量和相关成本，为运营商提供了更合理的资源分配和安排，缩短了维护周期。在一个大型通信网络中的应用结果显示，采用此策略后，网络维护成本下降了约 15%，通信中断事件减少了 20%。这些成功实践证明预防性维护策略在提升通信网络运维质量方面的重要价值。

5 系统

在通信光缆运维检修中，系统的集成与实现是确保各项关键技术有效运用的基础。为了提升运维检修效率，系统设计需要涵盖光缆故障定位、修复和预防性维护的全面功能。关键技术成功应用依赖于科学合理的系统架构，这要求系统在硬件设备、软件平台和数据管理方面形成高效联动，以支持光缆的全生命周期管理。

系统硬件设备的合理配置是其稳定运行的基本保障。光缆运维检修涉及多种设备，包括光时域反射仪（OTDR）、高精度测试仪、光纤熔接机等。这些设备需要在系统中实现集成，以便在出现故障时迅速检测、定位和处理。设备的集成不仅要求物理上的连接，更强调信息的共享和协作。通过设置统一的接口协议，确保来自不同厂商和不同型号的设备能够无缝对接，从而形成系统的硬件基础。

在软件平台方面，智能化管理系统的开发和部署尤为重要。运维管理系统需要具备友好的用户界面和强大的后台处理能力，以简化运维人员的操作流程，并提高问题处理效率。通过系统平台，实现对设备的远程监控、管理和故障预警。结合数据库技术，对历次检修记录进行分析，形成知识库，以供后续参考和利用。基于大数据分析人工智能算法

的故障预测模块也是软件平台的核心组成部分，可通过机器学习模型对数据进行深入分析，从而实时识别潜在风险，优化维护策略。

数据管理则是系统有效运作的关键。全面完善的数据管理策略不仅支持系统运行，还为后续的故障分析和决策提供重要依据。数据采集需覆盖光缆运维检修中的各个环节，包括故障检测数据、修复过程记录、日常巡检信息以及环境参数等。多源数据通过系统平台进行采集和存储，并在数据中心进行统一管理。为保障数据准确性与时效性，应建立自动化的数据更新机制，消除因手动操作导致的滞后或错误。数据的安全性也是系统设计中不可忽视的一环。采用加密技术和访问控制机制，对数据传输与存储进行严格保护，防止数据泄露与篡改。

综合来看，光缆运维检修系统的设计与实现涉及多方面技术的融合与应用。在硬件设备、软件平台与数据管理三个层面进行深入分析，并通过协同运维技术有效地提升整体运维检修水平。

6 结语

论文作为一项专注于通信光缆运维检修关键技术研究的成果，对现代通信领域具有重要的指导价值。文章首先回顾了光缆通信技术的发展历程，进一步指出了在进行光缆通信网络运维检修过程中所面临的挑战。以此为基础，本研究深度探讨了光缆故障定位技术、光缆修复技术及预防性维护策略等关键技术，证明其在实际运维检修中的应用价值。然而，需注意的是，尽管这些技术对于光缆通信网络的维护起到了重要作用，现阶段它们还存在应对复杂多变故障情况的局限性。因此，未来的研究需继续深化这些核心技术的进一步优化，如通过引入更先进的故障定位算法、更有效的修复方法和更全面的维护策略，以提升通信网络的稳定性和连续性。希望本研究能为光缆通信网络运维检修的进一步研究提供有效的参考，推动其向更高效、更稳定的发展方向前进。

参考文献

- [1] 李要.通信光缆敷设关键技术探讨[J].移动信息,2019(2):42-43.
- [2] 毕红霞.通信光缆敷设的关键技术探究[J].大科技,2019(12):222-223.
- [3] 李函霏.电力通信光缆的故障分析及运维策略[J].电力系统装备,2022(11):141-143.

Exploration and Development of Coal Slime Reduction in Heavy Medium System

Yihang Zeng Mingwei Zhao

Hebei Jizhong Hanfeng Mining Co., Ltd. Wannian Mine, Handan, Hebei, 056000, China

Abstract

To explore how to reduce the amount of thermal coal and increase the amount of reintervention washing, so as to reduce the pressure of coal slime system and increase the efficiency of reintervention washing. Replace the existing cross sieve for 3661 double relaxation sieve, the coal washing plant used in the main problem is that the shaft wear fast, short service life of low screening efficiency, fine particle slime into heavy coal processing system, coal processing pressure, reverse restrict heavy system coal washing production, replacement for 3661 double relaxation sieve can enhance the screening efficiency of raw coal, reduce into heavy medium system of fine particle coal slime, and maintenance cost is greatly reduced, greatly alleviate the coal washing plant coal treatment pressure, further enhance the coal washing efficiency of heavy medium system.

Keywords

coal washing; chi zhang screening; coal slime reduction

重介系统煤泥减量化的探究与开发

曾毅航 赵明伟

河北冀中邯峰矿业有限公司万年矿，中国·河北 邯郸 056000

摘 要

探究如何将万年矿动力煤细颗粒煤泥减量化并增加重介入洗量，从而达到减轻煤泥系统压力、提高重介入洗效率的目的。将现有交叉筛更换为3661双层弛张筛，目前洗煤厂所用的交叉筛主要问题在于轴片磨损快、使用寿命短导致的筛分效率低，细颗粒煤泥大量进入重介系统，导致尾煤处理压力大，反向制约重介系统洗煤生产，更换为3661双层弛张筛后可提高原煤的筛分效率，减少进入重介系统的细颗粒煤泥，且维护成本大幅度降低，极大程度上缓解了洗煤厂尾煤处理压力，进一步提升重介系统的洗煤效率。

关键词

煤炭洗选；弛张筛；煤泥减量

1 引言

随着中国国民经济的高速发展，能源行业的需求也在大幅度的提高。洗煤作为洁净煤生产环境的源头，对煤炭资源的利用具有重要作用。

目前万年矿洗煤厂重介系统入洗量较低，目前制约条件主要受原煤中细颗粒煤泥影响，导致生产过程中产生的煤泥量较大，压滤车间尾煤处理能力不足。针对这一问题，可从增强原煤入洗前分级筛的筛分效率入手，将细颗粒煤泥作为商品煤进行销售，减轻重介洗煤负担的同时还可增加原煤效益。

2 背景介绍

万年事业部原属万年矿井配套项目，煤种属老年无烟

煤，于1987年建成投产，原设计筛选能力为1.50Mt/年，洗选能力0.90Mt/年，入洗粒度为100~13mm，选煤工艺为跳汰选煤。2010年矿井生产能力达到3.00Mt，为了更好的满足市场要求，同时考虑到矿井的扩能要求，后续建设了一座1.50Mt/年的末煤处理系统(其中末煤洗选能力为0.90Mt)，选煤工艺为重介选煤。目前重介原煤分级筛为交叉筛，此筛利用筛片交叉转动的原理将物料分级，由于万年矿煤质较硬，使用中对筛片的磨损较严重，筛片更换较勤，材料成本大，且无法根据生产形式来进行调整筛片间距，灵活性较差。根据以上情况分析，万年矿洗煤厂将交叉筛更换为弛张筛迫在眉睫。

3 设计方案

万年洗煤厂重介车间2302筛机开发研究，目前在用石家庄功倍重型机械有限公司生产的交叉筛一台(型号为CRS2226-3)。目前考虑提高筛机的筛分效率，因此计划将原有交叉筛进行替换。

【作者简介】曾毅航(1998-)，男，中国河北邢台人，本科，助理工程师，从事煤炭洗选研究。

4 设备选型

入筛物料是 50mm 以下的原煤。目前设计处理量在 400t/h。粒度组成为如下：0~3mm：54.8%；13~3mm：30.4%；13~50mm：14.8%。为了达到 3mm 以下物料的分级，同时保证现场基础改动更小、达到更好的分选效果，经过设计计算后，选用：双层筛面直线型弛张筛和单层香蕉弛张筛两种筛型。

AHFDD3661 型双层弛张筛，上层筛缝 13mm、下层筛缝 3mm。

优势：处理量：400t/h；筛分效率 85%，筛板更换方便，激振力大，该筛机更好的对细、粘、湿等难筛分的物料进行筛分。现场原有的筛下溜槽和筛前收料口溜槽都不需要更改，只需在原有的基础上加喇叭口与筛机配合好。现场入料箱需要重新设计。该筛机整体空间摆放比较合理，每个方向位置的空间比较大，对安装筛机和后期的检修来说，比较方便。该型筛机上下两层弛张筛面，上层可将较大的块煤打散和阻拦出去；下层可快速的将粒度以下的物料透过筛面下去。

ABFS3680 型单层弛张筛。筛缝 5mm。

优势：处理量：可达到 400t/h；筛面物料厚度预计达 100mm，筛分效率 70%，筛板更换方便，激振力大，该筛机更好的对细、粘、湿等难筛分的物料进行筛分。现场原有的

筛下溜槽和筛前收料口溜槽都不需要更改，只需在原有的基础上加喇叭口与筛机配合（因受空间的限制，筛机溜槽坡度较双层筛机做的比较小（倾角 50° 左右）。考虑到筛下物粒度小、物料比较黏。后期有堆料风险）。现场入料箱需要重新设计（因受空间的限制，筛机入料箱坡度较双层筛机做的比较小（倾角 50° 左右）。考虑到筛下物粒度小、物料比较黏。后期有堆料风险）。该筛机整体长度比双层筛机更长，安装空间有些受限；在安装筛机时，设计溜槽和入料箱的工作量比双层筛机更大，受空间限制后，设计难度也更大。

经综合评定，最终决定选用双层弛张筛 AHFDD3661 更加适合。

5 筛分试验

外水 6% 时分选试验结果见表 1。

外水 8% 时分选试验结果见表 2。

筛分效率 E 是评价筛分效果的一个重要指标，它的计算公式为 $E = \beta(\alpha - \theta) / \alpha(\beta - \theta)$ ，式中 α ：入料中小于规定粒度的细粒含量， β ：筛下物中小于规定粒度的细粒含量， θ ：筛上物中小于规定粒度的细粒含量。

由公式可知，计算筛分效率还需要原煤资料，所以对原煤取样筛分后得到表 3。

根据原煤粒度组成与限下率、限上率数据代入公式得出筛分效率，如表 4 所示。

表 1 外水 6% 时分选试验结果

采样次数	小时量（t/h）	筛上物采样重量（kg）	< 3mm 限下量（kg）	限下率（%）	均值	筛下物采样重量（kg）	> 3mm 限上量（kg）	限上率（%）	均值
1	250	30.3	2.2	7.4	7.3	21.8	0.69	3.2	3.2
2		34.5	2.3	6.7		12	0.4	3.3	
3		28.8	2.25	7.8		19.5	0.6	3.1	
1	300	22.4	2.7	12.1	11.6	22.6	0.8	3.5	3.3
2		40.1	4.7	11.7		24.8	0.82	3.3	
3		29.6	3.25	11.0		29.3	0.91	3.1	
1	350	36.5	6.45	17.7	18.1	18.2	0.62	3.4	3.2
2		37.9	7.1	18.8		16.4	0.51	3.1	
3		32.5	5.75	17.8		15.6	0.5	3.2	

表 2 外水 8% 时分选试验结果

采样次数	小时量（t/h）	筛上物采样重量（kg）	< 3mm 限下量（kg）	限下率（%）	均值	筛下物采样重量（kg）	> 3mm 限上量（kg）	限上率（%）	均值
1	250	33.6	3.75	11.2	10.2	18.5	0.57	3.1	3.3
2		29.6	2.95	9.9		14	0.5	3.6	
3		36.4	3.4	9.5		20.1	0.64	3.2	
1	300	37.8	7.5	19.8	19.4	21.8	0.72	3.3	3.3
2		40.1	7.65	19.1		22.6	0.77	3.4	
3		35.7	6.9	19.3		18	0.56	3.1	
1	350	46.6	11.9	25.6	23.7	20.3	0.61	3.0	3.4
2		47	10.5	22.4		22.1	0.77	3.5	
3		39.6	9.15	23.1		16.8	0.6	3.6	

表 3 原煤粒度组成

粒级（mm）	末原煤样			
	重量（kg）	产率（%）	硫分（%）	发热量（keal/kg）
> 13	0.58	2.9	1.18	5760
13-6	6.16	30.8	1.23	5579
6-3	5.38	26.9	1.36	5498
< 3	7.88	39.4	1.45	5350
合计	20	100	1.35	5472

表 4 筛分效率表

原煤水分	处理量	限下率	限上率	筛分效率
6%	250t/h	7.3%	3.2%	E=96.8(39.4-7.3)/39.4(96.8-7.3)=88.1%
	300t/h	11.6%	3.3%	E=96.7(39.4-11.6)/39.4(96.7-11.6)=80.2%
	350t/h	18.1%	3.2%	E=96.8(39.4-18.1)/39.4(96.8-18.1)=66.5%
8%	250t/h	10.2%	3.3%	E=96.7(39.4-10.2)/39.4(96.7-10.2)=82.8%
	300t/h	19.4%	3.3%	E=96.7(39.4-19.4)/39.4(96.7-19.4)=63.5%
	350t/h	23.7%	3.4%	E=96.6(39.4-23.7)/39.4(96.6-23.7)=52.8%

由表 4 可以看出当筛分量达到 300/h 时可以达到较好的筛分效率，同时又能兼顾入洗量。经数据推算试验可得结论，系统运行效率、效果完全达到预期目的，干法筛分后，重介系统的筛下细颗粒煤泥大幅度减少，煤泥量降低一半以上，煤泥水的负担大大减少，运行费用大大降低。

6 效益分析

6.1 经济效益

更换弛张筛前煤泥量为 500t/ 日，重介末原煤为 1000t/ 日，优化开发后煤泥量减少为 300t/ 日，重介末原煤增加为 1200t/ 日，根据目前煤泥 300 元 /t，原煤 600 元 /t 计算，每日创效将增加：（1200×600+300×300）-（1000×600+500×300）=60000 元，加上煤泥处理成本约每日 3000 元，加上年事故发生率降低，重介入洗量增加，增加精煤产量约 5000t/ 年，创效约 650 万 / 年。

更换弛张筛后材料成本明显降低，交叉筛轴片为 1050 元，每年需更换约 400 个轴片，年材料成本约为 40 万元，弛张筛筛板价格为 2000 元，每年约更换 20 块，年材料成本约为 4 万元，每年节省材料费约 36 万元

综上所述每年总创效约为：36+650=686 万元。

6.2 社会效益

交叉筛更换为弛张筛后重介系统 3mm 以下细颗粒大幅度降低，降低了煤泥水的处理压力，提高了重介系统的入洗

效率，大幅度减少了事故频次，工艺更加完善合理，提高了系统运行的稳定性和可靠性，真正实现了煤质、设备与工艺的合理配置，为洗煤厂现代化发展提供了宝贵经验。

7 结语

本次技术应用与开发将交叉筛更换为双层弛张筛，提高重介末原煤筛分效率，利用弛张筛不同于普通直线筛振动方式的特点，筛板筛面进行左右伸缩振动，颠覆了普通振动筛只能上下振动的筛分方式，从根本上提高了弛张筛的筛分效率。减少进入重介系统的细颗粒末原煤，达到动力煤煤泥减量化的目的。同时完美解决目前洗煤厂面临的入洗不灵活的处境，可随时根据生产要求调整筛板筛孔大小，适应生产要求。为洗煤厂创造商品煤效益的同时，节约了材料成本，相应了万年矿降本增效的生产理念，为之后洗煤厂的技术革新提供了宝贵经验。

参考文献

[1] 于驰,王新文,宫三朋.中国选煤厂弛张筛应用现状研究[J].煤炭工程,2020,52(1):34-38.

[2] 陈开玲.刘家口选煤厂弛张筛3 mm干法脱粉效果分析[J].选煤技术,2020(6):45-48.

[3] 蔡斌,王博,罗彩勇,等.动力煤洗选煤泥减量化技术开发和实践[C]//中国煤炭学会选煤专业委员会,《选煤技术》编辑部.2015年全国选煤学术交流会议论文集[C]《选煤技术》编辑部,2015:4.

Application of Anti-shaking Electric Technology in the Transformer and Distribution System of Chemical Enterprises

Xiao Wang Bihui Feng Hanyu Liu

Inner Mongolia Huaheng Energy Technology Co., Ltd., Wuhai, Inner Mongolia, 016000, China

Abstract

Due to the frequent start and stop of high-power devices in the production process, it is easy to induce frequent power shaking of the power system, which affects the safety and stability of production. In order to solve this problem, this paper discusses the application of anti-shaking electric technology in the transformer and distribution system of chemical enterprises. First, the main causes of frequent lightning lightning of the system are determined with the help of simulation experiments. Then, the anti-shock electric equipment is used to design a reasonable anti-shock electric scheme and verify it in the actual system. The results show that the anti-sway electric technology can effectively eliminate the sway power, significantly improve the stability of the transformer and distribution system of chemical enterprises, and extend the service life by reducing the loss of electrical equipment, so as to effectively reduce the maintenance cost and production loss of chemical enterprises. So the breakthrough application of this technology in chemical enterprises has achieved great economic and social benefits.

Keywords

chemical enterprise; safety production; system stability; anti-shock electric technology

化工企业安全系统中的抗晃电技术运用研究

王小 冯碧辉 刘汉宇

内蒙古华恒能源科技有限公司, 中国·内蒙古 乌海 016000

摘 要

化工企业的变配电系统因生产过程中大功率装置的频繁启停与负荷变动, 容易诱发电力系统频繁晃电, 影响生产安全稳定。为了解决这个问题, 论文探讨了抗晃电技术在化工企业变配电系统中的运用。借助模拟实验研究确定了系统频繁闪电的主要原因。采用抗晃电设备, 设计出合理的抗晃电方案并在实际系统中进行验证。结果显示, 抗晃电技术能有效消除晃电, 显著提高化工企业变配电系统的稳定性, 并能通过减小电气设备损耗, 延长其使用寿命, 从而有效减少化工企业的维修成本和停产损失。遂突破性应用该技术在化工企业中实现了重大的经济效益和社会效益。

关键词

化工企业; 安全生产; 系统稳定性; 抗晃电技术

1 引言

在当今社会, 化工企业作为制造业的重要部分, 其生产过程中大功率装置的频繁启停与负荷变动, 会导致变配电系统容易诱发电力系统频繁晃电。这不仅影响生产安全稳定, 同时也可能引发严重的电力事故, 牵一发而动全身, 甚至会造成化工企业的巨大经济损失。因此, 解决这一问题显得尤为重要, 同时也具有很高的研究价值。许多研究人员和工程师已经尝试使用抗晃电技术来解决这个问题, 但实际效果如何, 以及如何进一步提高效率, 仍是一个有待探讨的问题。

因此, 论文将通过模拟实验研究, 首次系统地探讨抗晃电技术在化工企业变配电系统中的运用, 旨在为解决化工企业电力系统晃电问题提供有效方法, 以期达到提高化工企业变配电系统稳定性, 降低企业运营成本, 实现社会与经济效益双提升的目标。

2 晃电问题在化工企业变配电系统中的表现和影响

2.1 描述化工企业变配电系统中的晃电问题

化工企业在其生产过程中经常遇到晃电问题^[1]。这种问题主要表现为供电系统电压的短时骤降、骤升或波动^[2]。由于化工企业的生产设施中通常使用大量的大功率设备, 这些设备在启动和停止时会带来显著的负载波动, 极易引发供

【作者简介】王小 (1989-), 男, 中国山西屯留人, 本科, 工程师, 从事化工企业安全供电研究。

电系统的不稳定,导致晃电的发生。变配电系统存在晃电问题,会直接对化工企业的生产线造成严重影响。这种晃电可能导致控制系统错误判断设备状态,引发设备误动停机,影响生产进度,下降化工产品产量。更重要的是,晃电可能导致一些关键设备,如压缩机、泵类设备等无法正常运行,缩短设备寿命,甚至造成设备损坏。光电对于精细化工产品的生产质量也有重大影响,因为许多化工过程对电力供应的稳定性要求极高,电压波动容易导致产品不合格。化工企业考虑作业的连续性和安全要求,晃电问题还可能带来非常大的安全隐患,特别是对于化工性质活泼、对生产环境敏感的产品和流程。随着化工企业自动化程度的提高,晃电问题的影响面也在不断扩大,不仅对主要生产设备电力系统造成困扰,也对信息系统和自动化控制系统的稳定性构成威胁。解决化工企业变配电系统中存在的漏电问题,对于保障生产安全和提升企业经济效益至关重要。

2.2 生产过程中大功率装置启停与负荷变动引发的电力系统晃电

在化工企业的生产过程中,晃电现象常常由大功率装置的频繁启停以及负荷的变动所引发。化工生产中涉及大量如压缩机、泵、风机等大功率设备,这些设备的启停操作会导致电力系统的瞬时电流激增或骤降,直接对电网的电压稳定性造成干扰。这种电压的波动现象,被称为晃电,会引发一系列对电力系统及设备的负面影响。大功率设备在启动时,由于需要克服初始惯性,当前耗电流相对于正常运行状态会增大好几倍,这种瞬时的高电流需求往往超过变电系统的承载能力,使得电网电压在短时间内急剧下降。相反,当这些设备突然停止运行时,系统负荷急剧减小,引发的电压过高也会影响电气设备的正常工作状态。这样的电压波动不但引致设备的额外电耗和磨损,更严重的是,它可能导致控制系统误动、设备停机甚至故障,进而危害生产流程的连续性和稳定性。迫切需要解决由这类启停操作和负荷变动所引发的晃电问题,以保障化工企业生产的安全性和可靠性。

2.3 晃电对化工企业的生产安全稳定的影响

晃电现象在化工企业中会对生产安全和系统稳定产生显著影响。频繁的电力系统晃电导致生产过程中重要设备的非计划性停机,对工艺流程的连续性构成威胁。许多化工装置对电力供应的稳定性具有较高要求,一旦出现晃电,容易造成关键设备如压缩机、泵组等电力驱动设备的跳闸。这不仅可能引发设备损坏,还会导致化学反应过程的中断和异常,进而增加安全风险。更为严重的是,晃电还可能引发电网的保护装置频繁误动作,导致更大范围的停电事故。在一旦处理不当的情况下,晃电可能造成化工产品的质量波动,影响企业的产品交付和信誉。为保证化工生产的经济效益和安全稳定,迫切需要有效的技术手段来缓解或消除晃电对变配电系统的影响。

3 抗晃电技术研究及其在化工企业变配电系统中的应用

3.1 抗晃电技术的原理及设备介绍

抗晃电技术在化工企业变配电系统中的应用,通过对其原理和设备进行深入剖析,可以更好地理解其实际效益。抗晃电技术的基本原理是通过储能装置和能量转换器件迅速补偿电压波动,消除由电力系统故障或大功率装置启停引发的短时电压暂降。该技术的核心在于其快速响应能力,能够在毫秒级时间内调整系统的电力供给,为敏感设备提供持续、稳定的电压支持。

抗晃电设备主要包括不间断电源系统(UPS)、动态电压恢复器(DVR)以及静止无功发生器(SVG)等。不间断电源系统通过蓄电池储能,在电压下降时迅速向负荷供电,保持设备稳定运行。动态电压恢复器则通过串联在电力线路中,实时检测电压波动,以瞬时注入适当电压补偿缺口,确保输出电压的稳定。静止无功发生器则通过动态调节无功功率,提高系统电压稳定性和功率因数。

3.2 通过模拟实验研究验证抗晃电技术效果

在研究抗晃电技术效果的过程中,模拟实验是验证其有效性的重要手段。通过构建化工企业变配电系统的模型,模拟仿真系统中的晃电现象,能够直观地观测到生产过程中因大功率装置启停与负荷变动所引起的电压波动问题。为增强实验的真实性,采用与实际系统相近的负载和电源配置,以准确再现晃电的动态特征。

在模拟实验中,抗晃电设备被接入系统,测试其在不同工况下对电压波动的即时响应能力。实验结果表明,在传统系统中因设备启停造成的电压瞬态失稳现象明显改善,系统的电压曲线趋于平稳。抗晃电设备通过其快速的反应机制,在微秒级时间内实现电压的有效调节,显著降低了晃电现象的频度和持续时间。

实验数据还显示,抗晃电技术降低了电气设备在晃电期间可能承受的过电流冲击,进而减缓设备老化速率。分析实验结果,可以认定抗晃电设备在系统稳定性方面表现出优异性能,这为进一步的实际应用提供了坚实的理论基础和数据支持。通过模拟实验的验证,抗晃电技术被证明是提升化工企业变配电系统可靠性的有效手段。

3.3 抗晃电技术在化工企业变配电系统的实际应用和方案设计

在化工企业变配电系统的实际应用中,抗晃电技术通过配置先进的抗晃电设备,实现了对系统的稳定控制。选用的设备包括动态电压调节器(DVR)、静止无功补偿器(SVC)等,可有效抑制因负荷变动引起的电压波动^[1]。系统设计过程中,考虑到大功率装置频繁启停引发的瞬时电流冲击,通过优化电路配置和强化电网架构,确保电力流动的稳定性。方案中合理配置抗晃电设备,结合实时监测和智能控制技术

术,成功将系统电压波动幅度维持在安全阈值内。实践验证显示,该方案不仅提高了变配电系统的可靠性,还降低了电气设备的损耗,延长了设备使用寿命,显著提升了化工企业的经济效益和生产安全性。

4 抗晃电技术应用效果分析及其推广意义

4.1 抗晃电技术应用后化工企业变配电系统的改变

抗晃电技术在化工企业变配电系统中的应用带来了显著的改善与提升。抗晃电技术有效地提高了系统的稳定性。在实施抗晃电技术之前,化工企业变配电系统常因外部电网波动导致频繁晃电,直接影响到生产设备的正常运行。应用了抗晃电设备后,系统对晃电的敏感性显著降低,能快速响应和抵消电压波动,从而确保生产连续性。

在电气设备的运行维护方面,抗晃电技术的应用降低了设备的损耗率。以前因晃电造成的电流冲击常导致设备过早老化或损坏,而抗晃电技术能够平稳电流波动,改善设备的运行环境,使其寿命得以延长。这直接减少了设备维修与更换的频率和成本,提高了设备的可用性。

在生产效率方面,抗晃电技术的引入减少了因电源不稳导致的生产中断。晃电问题解决后,生产线的开停次数减少,设备的开概率及产能利用得到提升,从而提高了整体生产效率。这对于一些依赖连续生产的化工流程尤为重要,因为减少生产中断可以有效避免不必要的损失,实现更高的生产效益。

抗晃电技术的应用还显著优化了能耗管理。通过降低因晃电导致的能量浪费,系统的能源利用效率更高,电能损耗进一步减少。这种技术的应用提升了变配电系统对环境变化的适应能力,使其在面对不确定因素时能够维持稳定运行状态。

4.2 分析应用抗晃电技术带来的经济效益和社会效益

抗晃电技术在化工企业变配电系统中的应用,不仅在技术层面上取得了显著成效,也带来了卓越的经济效益和社会效益。经济效益方面,化工企业通过应用抗晃电技术,有效减少了生产过程中因电力系统晃电而导致的设备故障和非计划性停机。这种减少设备意外停机的现象,直接降低了企业的维修和保养成本。由于电气设备的稳定运行,设备寿命得到延长,从而减少了设备更换的频率和费用。

电力系统的稳定供电为工艺流程的连续性提供了保障,

避免了生产线因供电中断而进行的停产和重新启动操作。化工生产通常涉及复杂的化学反应过程,晃电导致的不规则停机可能引发产品质量下降,甚至产生安全隐患,通过抗晃电技术的应用,大幅减少了此类生产风险,提升了产品质量,这为企业在市场竞争中赢得了信誉和优势,有助于提高市场占有率。

在社会效益方面,稳定的电力供应减少了电力资源的不必要消耗,对环境保护具有积极意义。化工企业因其特殊的生产工艺,对安全生产的需求尤为严格,晃电时可能导致的意外事故,通过抗晃电技术的应用得到了有效遏制,从而提升了现场操作的安全性,保障了工作人员的人身安全,增强了企业对社会责任的履行力度。抗晃电技术的成功应用,示范效应显著,为其他行业电力系统的稳定性提升提供了借鉴与指导,助力全社会的电力系统安全性提高,为实现“双碳”目标贡献力量。

5 结语

论文以化工企业变配电系统的稳定性问题为研究对象,引入了抗晃电技术,并对其在变配电系统中的应用进行了研究。研究方案的设计、验证和最终的实施,既充分认证了抗晃电技术解决电力系统晃电问题的效果,又证明了该技术在运用中的可行性和效率。这一技术的运用极大地改善了化工企业的电力供应稳定性,为企业经济效益实现了显著的提升,同时还减少了电气设备的维修成本和停产损失,具有明显的社会效益。然而,抗晃电技术对于不同规模、类型的化工企业变配电系统的适应性还有待深入研究,需要针对不同场景下的具体应用做出详细的规划和设计。此外,抗晃电设备的选型和配置也是今后研究的重点,以期进一步提升抗晃电的效果。本研究的成果对于其他有类似晃电问题的电力系统具有借鉴意义,未来我们将持续进行相关实证研究,以期推动抗晃电技术在电力系统中的广泛应用。

参考文献

- [1] 李权峰.抗晃电技术在化工企业变配电系统中的运用[J].冶金管理,2021(11):50-51.
- [2] 吴洪雨.论抗晃电技术在化工企业配电系统中的运用[J].科学与信息化,2019(10):82-83.
- [3] 郝贵元.抗晃电技术在化工企业变配电系统中的实施探析[J].电子世界,2020(16):97-98.

Research on the Application of Innovative Technology in Highway Engineering Construction Management

Runfeng Wang

Xinjiang Trading and Maintenance Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

With the rapid development of social economy, highway engineering construction occupies a crucial position in all kinds of infrastructure construction. However, the traditional construction management method has gradually been unable to meet the needs of modern highway construction, faced with problems such as low construction efficiency, difficult quality control and serious waste of resources. The application of innovative technology has become an important means for highway engineering construction management to improve efficiency, reduce cost and ensure engineering quality. Starting from the current situation of highway engineering construction management, this paper discusses the application of innovative technology in construction management, especially the practice and effect of intelligence, information and green construction. By analyzing the application cases of advanced technologies such as BIM (building information model), big data, Internet of Things (IoT), uav technology and intelligent construction equipment in actual construction management, this paper discusses its advantages and challenges in improving the accuracy of construction management, construction process monitoring and resource management optimization.

Keywords

highway engineering; construction management; innovative technology; BIM technology; intelligence; informationization

公路工程施工管理中的创新技术应用研究

王润枫

新疆交投产养护集团有限责任公司，中国·新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要

随着社会经济的迅速发展，公路工程建设在各类基础设施建设中占据着至关重要的位置。然而，传统的施工管理方法已逐渐无法满足现代公路建设的需求，面临着施工效率低、质量控制难度大、资源浪费严重等问题。创新技术的应用成为了公路工程施工管理提升效率、降低成本、确保工程质量的重要手段。论文从公路工程施工管理的现状出发，探讨了创新技术在施工管理中的应用，特别是在智能化、信息化及绿色施工等方面的实践和成效。论文通过分析先进技术如BIM（建筑信息模型）、大数据、物联网（IoT）、无人机技术、智能化施工设备等在实际施工管理中的应用案例，探讨了其在提高施工管理精度、施工过程监控和资源管理优化等方面的优势与挑战。

关键词

公路工程；施工管理；创新技术；BIM技术；智能化；信息化

1 引言

随着中国经济的持续增长与城镇化进程的加速，公路基础设施建设已成为国民经济的重要组成部分。特别是近年来，随着对公路工程质量、工期和成本控制要求的不断提高，传统的施工管理方式逐渐暴露出其弊端，如管理效率低、信息传递滞后、质量控制难度大、资源浪费等问题，亟需通过创新技术的应用来提升管理水平和施工效果。

公路工程施工管理涉及多个方面，包括施工计划、现场管理、质量控制、安全管理、环境保护等。在这些过程中，

管理者面临着信息不对称、数据冗余、沟通不畅等问题。随着信息技术的迅猛发展，越来越多的创新技术，如建筑信息模型（BIM）、大数据、物联网（IoT）、无人机、智能设备等，开始进入施工管理领域，并在提升施工效率、加强项目可视化、确保工程质量和降低成本等方面发挥重要作用。因此，如何利用这些创新技术优化施工管理，提升公路工程的整体管理水平，成为当前研究的热点。

论文的核心目标是探索创新技术在公路工程施工管理中的具体应用，分析其优势、挑战与发展前景，以期为相关行业提供参考与借鉴，推动施工管理模式的转型升级。

2 公路工程施工管理中的技术创新现状

2.1 传统施工管理模式的局限性

传统的公路工程施工管理模式大多依赖人工经验与纸

【作者简介】王润枫（1979-），男，中国江苏人，本科，高级工程师，从事公路工程研究。

质文档,信息处理和沟通效率低下。施工现场的数据收集、分析与反馈通常存在滞后性,导致施工进度、质量控制、安全管理等方面难以精准把控。尤其是在项目管理的多个环节中,信息不对称和资源浪费成为普遍现象,这不仅增加了项目管理的复杂度,还导致了较高的成本和低效的资源配置^[1]。

2.2 信息技术的引入与应用发展

随着信息技术的迅速发展,许多创新技术被逐步引入到公路工程的施工管理中。建筑信息模型(BIM)作为一种集成化的管理工具,已经在国内外许多公路工程项目中得到应用,极大地提升了设计、施工、运维各阶段的信息共享和协同工作效率。BIM技术不仅能够实现项目的全生命周期管理,还能够优化资源调度、减少错误和返工,提升施工精度和项目可控性。

此外,大数据和物联网(IoT)的应用为施工现场提供了实时数据监控与分析,极大地提高了施工过程的透明度和精准度。通过对施工设备、人员、材料等信息的实时监控与反馈,项目管理者可以及时做出决策,优化资源配置,避免施工过程中的意外风险。

2.3 智能化施工技术的兴起

随着智能化设备的应用,公路工程施工的效率和精度得到大幅提升。无人机技术的应用使得施工现场的勘察、监测和质量检查变得更加简便高效。无人机可以通过实时采集高精度的图像和数据,辅助工程管理人员进行施工进度和质量的监控,并进行地形测量、道路勘察等工作,从而大大提高了施工管理的精度和效率。

3 创新技术在公路工程施工管理中的具体应用

3.1 BIM技术在施工管理中的应用

建筑信息模型(BIM)技术被广泛认为是提升施工管理效率和质量的重要工具。BIM技术通过建立虚拟的三维数字模型,将施工项目的各个环节信息进行整合,实现从设计到施工再到运维的全程管理。在公路工程施工中,BIM可以用于道路设计、施工过程模拟、施工图纸的管理等多个方面,帮助工程人员提前发现潜在的设计问题和施工冲突,从而避免现场修改和资源浪费。

BIM技术的优势还体现在施工过程中的进度控制和成本管理上。通过将项目的施工计划与BIM模型相结合,项目管理者可以在虚拟环境中进行施工进度的模拟,合理安排施工顺序和资源使用,提高施工效率,降低施工成本。

3.2 大数据与物联网在施工现场的应用

大数据技术的应用使得公路工程施工过程中的信息管理更加科学化和精细化。通过在施工现场布设传感器、摄像头等设备,实时采集工程数据,并利用大数据分析技术进行处理,施工管理者能够全面掌握施工进度、材料使用、设备运行状态等关键信息,从而优化施工管理和决策。

物联网技术的引入使得施工现场的资源配置更加高效。

通过联网的设备和传感器,项目经理能够实时跟踪施工进度、监测设备的运行状态和材料的使用情况。物联网技术能够使得施工现场的管理从传统的人工巡查转变为自动化、智能化的实时监控,大大提高了施工管理的响应速度和准确性。

3.3 智能化施工设备的应用

随着智能化施工设备的普及,公路工程施工管理的精度和效率得到了显著提升。例如,智能压路机、自动化摊铺机、无人驾驶卡车等设备的应用,能够有效提高施工现场的作业效率和质量,减少人为操作误差。智能化施工设备通过与施工现场的其他信息系统进行联动,实现了施工设备的自动调度和资源最优配置,从而降低了人工成本,提升了施工速度和质量^[2]。

4 创新技术应用中的挑战与问题

4.1 技术成本与投资问题

尽管创新技术在公路工程施工管理中展现出巨大的潜力,但其广泛应用仍面临较高的技术成本与投资问题。以BIM、大数据、物联网等技术为例,这些技术的实施不仅需要昂贵的设备采购费用,还涉及到高成本的软件开发、系统集成以及技术支持。此外,创新技术的应用还需要投入大量的技术培训,以确保施工人员能够熟练操作和管理新的系统和设备。然而,对于中小型企业而言,初期投资往往成为限制技术应用的关键因素。这些企业通常面临资金短缺的问题,使得它们无法像大型企业那样在技术升级上进行大规模投资。如何平衡技术投资与施工管理效率之间的关系,确保技术的应用不会导致企业资金的过度紧张,成为了许多项目在采纳创新技术时的一大难题。在这一背景下,政策支持、政府补贴以及技术融资等措施的引入,将在一定程度上帮助解决技术投资成本过高的问题。此外,创新技术的逐步普及和技术产品的市场竞争,也有助于推动价格的逐步下降,从而降低施工单位的技术投资负担^[3]。

4.2 技术人才与培训问题

创新技术的应用不仅依赖于高端设备的支持,还需要大量掌握相关技术的专业人才。然而,目前在公路工程施工领域,技术人才的短缺和技术更新速度较快,成为了施工企业面临的一大挑战。许多企业在采用新技术时发现,技术人员的短缺使得其在实施过程中无法充分发挥新技术的优势。与此同时,技术更新的速度也在加快,特别是大数据分析、人工智能和BIM技术等领域的技术进步迅速,要求企业不断地对技术人员进行持续培训和再教育。为了克服这一问题,企业和高校应加强技术人才的培养合作,提升现有工程技术人员的技术水平和信息化素养。高校可与企业合作开展针对性的培训项目,企业可组织员工参与线上或线下的技能提升课程,以帮助员工紧跟技术发展的步伐,提升其应用新技术的能力。此外,企业还可通过引进外部高端人才,增强

技术团队的实力,解决技术人才短缺的问题。

4.3 数据安全和隐私问题

随着信息化技术在公路工程施工中的广泛应用,大量施工过程中的数据被收集、存储和传输,这也使得数据安全性与隐私保护成为了行业关注的重点。施工过程中生成的数据包括施工进度、材料使用情况、设备运行状态、项目资金流向等敏感信息,若这些数据被恶意窃取或泄露,将严重影响项目的正常运行,甚至威胁到客户的隐私和企业的商业机密。因此,如何确保施工现场数据的安全性,防止数据泄露或篡改,成为了亟待解决的问题。为此,公路工程施工企业需要加强数据安全保护措施,包括加密技术的应用、数据访问权限的严格管理、定期进行数据备份等^[4]。

5 创新技术应用的前景与发展趋势

5.1 技术融合趋势

随着技术的快速发展,公路工程施工管理中的创新技术正逐渐朝着多技术融合的方向发展。BIM(建筑信息模型)、大数据、物联网(IoT)、人工智能(AI)等技术在施工管理中的应用已不再局限于单一领域,而是通过深度融合,打破技术间的界限,实现信息流、物资流、资金流等多维度的高度整合。这一趋势不仅提升了施工管理的整体效率,还提高了决策的科学性和执行的透明度。例如,通过BIM技术创建的三维虚拟模型与物联网传感器收集到的实时数据结合,项目管理者能够实时监控施工进度、材料使用情况和设备运行状态。此外,人工智能技术可以通过数据分析,预测施工中的潜在风险,优化施工计划,提升施工精度。这些技术的有机融合,使得施工过程中的每个环节都可以进行智能化、精准化的管理,从而降低了人为错误,优化了资源的配置,提升了工程整体的协同效能。未来,随着更多智能设备的投入与技术的持续创新,施工现场将更加高效、安全,管理过程也将更加智能化和透明化^[5]。

5.2 智能化施工的普及

随着人工智能、机器学习、自动化技术等新兴技术的快速发展,智能化施工将逐渐成为公路工程施工管理的主流趋势。智能化施工设备的应用将极大改变传统施工方式,通过自动化和无人化作业减少人工干预,提升施工效率和质量。例如,智能压路机、自动摊铺机、无人驾驶卡车等设备的使用,不仅提高了施工作业的精度,还能有效降低工地上的人工成本和安全隐患。此外,人工智能与物联网技术的结合,能够实现施工设备的远程控制和实时监测,施工人员可

以通过集中控制平台,实时掌握各类设备的运行状态,及时进行维护与调整。这种技术的普及不仅减少了机械故障和能耗,还能够在施工过程中实现资源的最优配置,降低对环境的影响,推动公路工程朝着绿色施工方向发展。智能化施工还体现在施工数据的自动采集和处理上,通过对施工数据的分析,管理者能够更精准地控制施工进度和质量,预防施工风险和延误。随着智能化设备和技术的普及,公路工程的施工将变得更加高效、精准,并向着更加绿色和可持续发展的方向迈进。

6 结语

随着科技的飞速进步,创新技术在公路工程施工管理中的应用为提高施工效率、降低成本、确保质量提供了重要的技术支持。从BIM、大数据、物联网到智能化施工设备等技术的结合和应用,在提升施工管理效率和质量方面已经取得了显著成果。特别是在信息化和智能化的推动下,施工管理从传统的人工操作向更加精准、自动化的方向发展,极大地减少了人为干扰,提高了工作效率和安全性。然而,技术应用的普及仍面临一定的挑战,尤其是在技术成本、人才培养以及数据安全等方面。高昂的技术投资和设备维护费用,人才短缺与技术更新的快速迭代,以及施工现场数据的安全和隐私问题,仍是当前技术应用过程中亟待解决的难题。因此,为了进一步推进创新技术的广泛应用,政府和企业需要加强政策支持,加大对技术研究与人员培训的投入,推动技术的普及和发展。同时,随着技术不断成熟和应用场景的不断拓展,未来创新技术将在公路工程施工管理中发挥越来越重要的作用,推动行业向更加智能化、精准化和绿色化的方向发展,助力公路工程建设走向更加高效、可持续的未来。

参考文献

- [1] 党晓光.公路工程安全风险动态分级及管控[J].大众标准化,2024(16):135-137.
- [2] 陈颖.公路工程项目管理中存在的问题及优化对策研究[J].运输经理世界,2024(22):17-19.
- [3] 骆文彦.公路工程施工质量监督管理创新措施研究[J].运输经理世界,2024(22):41-43.
- [4] 刘琨.公路工程施工技术创新与施工管理策略研讨[J].汽车周刊,2024(7):115-117.
- [5] 高扬.公路工程施工标准化管理的实践与探讨[J].大众标准化,2024(10):65-67.

Research on the Application of Prefabricated Building Construction Technology in House Construction Engineering

Wenpeng Feng

Guangxi Beitou Construction Engineering Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract

With the rapid development of modern construction industry, prefabricated building, as a new way of construction, has gradually become an important development trend of the construction industry. Through factory production and on-site assembly, the process greatly improves the construction efficiency, reduces the construction cycle, and effectively improves the construction quality. This paper first introduces the definition and characteristics of prefabricated building construction technology, analyzes the application status and challenges in housing construction engineering, further discusses the technical requirements and management measures for the implementation of prefabricated building construction technology, and finally summarizes the potential of prefabricated construction technology in the future development. The research shows that the construction technology of prefabricated buildings plays a significant role in improving the building quality, saving resources and reducing the environmental load, but its application still needs to overcome the difficulties in technology and management.

Keywords

prefabricated building; construction technology; housing construction engineering; applied research; building quality

装配式建筑施工工艺在房建工程中的应用研究

冯文朋

广西北投建筑工程有限公司, 中国 · 广西 南宁 530000

摘 要

随着现代建筑业的快速发展, 装配式建筑作为一种新型的建筑施工方式, 逐渐成为建筑业的重要发展趋势。该工艺通过工厂化生产、现场装配的方式, 大幅提高了建筑施工效率, 减少了施工周期, 并且有效提升了建筑质量。论文首先介绍了装配式建筑施工工艺的定义与特点, 分析了其在房建工程中的应用现状与挑战, 进一步探讨了实施装配式建筑施工工艺时的技术要求和管理措施, 最后总结了装配式建筑工艺在未来发展的潜力。研究表明, 装配式建筑施工工艺对提升建筑质量、节约资源和保护环境负荷具有显著作用, 但其推广应用仍需克服技术、管理等方面的困难。

关键词

装配式建筑; 施工工艺; 房建工程; 应用研究; 建筑质量

1 引言

装配式建筑作为一种以工厂化生产为基础的建筑施工方式, 近年来在全球建筑行业中得到了广泛关注。相比传统的现浇混凝土结构, 装配式建筑能够大幅度提高施工速度, 减少资源浪费, 同时保障建筑的质量和结构的稳定性。随着国家对节能环保要求的日益严格, 装配式建筑因其高效、绿色和可持续性, 成为建筑行业发展的方向。在中国, 装配式建筑施工技术得到了政策的大力支持, 尤其在房建工程中, 应用这一新型施工工艺有助于提高建筑施工的现代化水平。尽管如此, 装配式建筑的推广依然面临一些挑战, 如技术标准不完善、施工人员缺乏专业技能等问题。因此, 研究

装配式建筑施工工艺在房建工程中的应用具有重要的理论和实践意义, 论文旨在探讨装配式建筑施工工艺在房建工程中的应用, 分析其优势与不足, 提出相应的优化建议。

2 装配式建筑施工工艺概述

2.1 装配式建筑的定义与特点

装配式建筑是指通过在工厂预制建筑构件, 运送至施工现场后进行组装的一种建筑方式。这种工艺不仅减少了施工现场的人工操作, 还能够有效提高施工效率和建筑质量。装配式建筑的核心特点包括高度的工厂化生产、现场装配的快速性以及施工过程中对环境的最小化影响。相较于传统建筑方式, 装配式建筑在施工过程中能够减少大量的湿作业和扬尘污染, 符合当代建筑绿色可持续发展的趋势。

2.2 装配式建筑的主要构件与工艺流程

装配式建筑的主要构件包括墙体板、楼板、梁柱等预

【作者简介】冯文朋(1995-), 男, 中国广西桂平人, 本科, 助理工程师, 从事建筑工程研究。

制构件。这些构件在工厂内通过精密的模具和高效的生产线制造而成，具有标准化、高精度和高一致性的特点。施工过程则包括构件的运输、吊装和拼接等环节，主要依赖现代起重设备和施工机械。工艺流程一般包括以下几个步骤：设计、生产、运输、装配和验收。在每一环节中，质量控制都是确保最终建筑质量的关键。特别是在运输和装配过程中，任何一点细微的误差都可能影响到建筑的结构安全和使用功能。

3 装配式建筑施工工艺在房建工程中的应用现状

3.1 装配式建筑在房建领域的推广情况

近年来，随着国家对装配式建筑的政策支持与推广，装配式建筑在各类建筑项目中的应用逐步增加。在房建工程中，装配式住宅的应用尤为显著，许多城市已开展了装配式住宅小区的建设。在此过程中，装配式建筑的优势逐步显现，尤其是在高层住宅、大型公共建筑以及保障性住房项目中，装配式建筑展现了良好的市场前景。

3.2 装配式建筑施工中的技术挑战与问题

尽管装配式建筑在房建工程中的应用逐渐增多，但在实际施工过程中仍然面临许多技术和管理挑战。首先，装配式建筑施工对施工人员的专业技能要求较高，但当前建筑行业普遍存在施工技术人才短缺的问题。其次，装配式建筑的设计标准和施工规范尚未完全统一，各地存在不同的技术要求，导致装配式建筑在实际应用中存在一定的操作难度和质量风险。最后，装配式建筑对施工现场的管理与协调要求较高，需要精确的施工计划和细致的现场调度，这也给项目管理带来了一定的难度。

3.3 装配式建筑施工质量控制与风险管理

在装配式建筑施工过程中，质量控制尤为重要。构件的精度要求、吊装工艺、现场拼接等环节都需要严格按照设计要求进行施工。特别是在吊装和拼接过程中，一旦出现误差，可能导致构件的安装不合格，影响建筑的整体结构安全。因此，装配式建筑施工过程中必须加强风险管理，建立完善的质量管理体系，确保每个环节的施工质量和安全。

4 装配式建筑施工工艺的技术要求与优化措施

4.1 设计阶段的技术要求

装配式建筑的设计阶段是确保整个施工工艺顺利进行的基础，设计的精准与科学性对后续施工至关重要。在设计过程中，首先要精确考虑每一个预制构件的尺寸、形状和连接方式，确保不同类型的构件能够在现场施工时无缝对接。这要求设计人员不仅要要对建筑的功能要求、空间布局和美学效果进行考虑，还要与预制构件生产厂家进行紧密沟通，确保所设计的构件符合生产标准，并能够顺利地从工厂运输到施工现场。设计人员还需要全面了解现场条件，分析建筑物地理位置、气候环境等因素，进而选择合适的吊装设备和运输方式，确保构件安全无损地到达施工现场并能够顺利安

装。此时，设计的精确性、合理性和现场可行性尤为重要。尤其是在一些复杂的工程项目中，预制构件的尺寸和安装方式可能需要针对特殊需求进行调整，设计人员应具备灵活性和创新思维，在确保工程质量的同时，兼顾项目的实际施工条件，从而有效降低施工过程中可能出现的问题。此外，随着装配式建筑设计标准和技术的不断完善，设计阶段的技术要求也愈加严苛，推动设计人员不断提升自己的专业素养和技术能力。

4.2 施工过程中的技术保障与质量控制

装配式建筑施工过程中的技术保障和质量控制是确保项目按时交付、满足质量要求的关键环节。在施工过程中，应充分利用现代化的机械设备和精确的技术手段，以提高施工效率和精准度。例如，利用吊装设备进行构件的高效安装，通过现代化的数控机床进行精密加工，从而确保每一个构件都能在规定的时间内完成生产和安装。施工现场的每一块构件都需要进行精确的测量与定位，确保其在拼接时能够紧密契合，避免因安装误差导致的质量问题。在施工过程中，应采取严格的质量控制措施，如对构件的质量进行多次检查和验收，确保其符合设计标准与技术要求。定期对施工现场的安装过程进行检查，可以及时发现潜在的质量问题，并采取纠正措施，确保每个施工步骤都符合质量标准。此时，项目管理团队应对施工质量进行全方位的把控，从构件生产环节到施工现场的每个细节都不容忽视。此外，为确保施工过程中的质量控制，施工方还需要建立完善的质量管理体系，实行质量责任制，对每一个施工环节进行追踪和管理，确保每一环节都可追溯、可控。通过全程监管和科学管理，最大程度上避免质量隐患的发生，确保装配式建筑的质量与安全。

4.3 施工现场管理与协调机制

在装配式建筑的施工过程中，施工现场管理和协调机制的科学设计至关重要。装配式建筑的施工现场需要高效的调度与精确的时间和空间管理。由于装配式建筑的预制构件种类繁多，且每一块构件的安装顺序和位置都需要进行精细安排，因此施工现场的管理者必须具备强大的组织与协调能力，确保各环节能够高效衔接，避免任何一环的拖延或失误影响整个施工进度。例如，在运输和吊装过程中，施工现场的时间安排非常紧凑，任何延误都可能导致施工进度的滞后，进而影响项目的交付时间。为了确保施工的顺利进行，施工现场的协调工作尤为重要。这就要求施工管理团队在现场管理中实施严格的调度管理，并通过信息化管理手段进行实时监控。利用建筑信息模型（BIM）等先进技术，可以对施工进度、质量、成本等进行全面监控，实时反馈施工中的问题，从而确保施工进度和质量。

5 装配式建筑施工工艺的优势与发展前景

5.1 装配式建筑的环保与可持续性优势

装配式建筑在环保和可持续性方面具有显著的优势，

这也是其在现代建筑业中逐渐成为主流建筑方式的关键因素之一。相比传统建筑,装配式建筑能够显著减少建筑垃圾的产生。在传统建筑施工中,建筑废料往往在现场进行堆积和处置,严重影响环境,甚至对周围生态造成长期的污染。装配式建筑通过在工厂内完成大部分的构件预制,减少了现场施工的湿作业和大量的垃圾排放,同时降低了施工过程中对土壤和空气的污染。施工过程中,施工材料的精确计算和高效利用,也大大减少了不必要的资源浪费,节省了能源消耗。此外,装配式建筑施工周期短,现场施工时间的压缩有效降低了施工过程中对周边环境的干扰,减少了施工噪声、扬尘等污染,符合现代建筑行业对绿色建筑的要求。在全球倡导可持续发展的背景下,装配式建筑在节能减排和环境保护方面具有不可忽视的作用,是推动绿色建筑发展的重要途径。装配式建筑的优势不仅在于其对环境的友好性,还在于能够促使建筑行业在未来的可持续发展中发挥更大的作用。通过进一步的技术改进和工艺优化,装配式建筑必将在绿色建筑领域中占据更加重要的位置。

5.2 装配式建筑的经济效益与社会效益

从经济效益的角度来看,装配式建筑的应用显著缩短了建筑项目的建设周期,提高了施工效率。传统建筑方式需要大量的现场施工和人工操作,工期较长,施工进度难以保证。而装配式建筑通过将大量构件在工厂内预制,大大减少了现场施工的时间,项目周期得以缩短。施工效率的提升不仅降低了人工成本,还减少了建筑材料的浪费,从而降低了整体项目的成本。虽然装配式建筑的初期投入相对较高,主要体现在生产设备、预制构件的运输与吊装等方面,但从长远来看,其高效的施工方式和质量保障系统能够有效降低建筑物的后期维护成本和运营成本,具有较高的经济回报。社会效益方面,装配式建筑的推广应用将推动建筑行业的现代化进程,推动技术创新和工艺的不断提升。通过引入现代化的施工方法和设备,装配式建筑提升了建筑行业的整体技术水平,有助于提高建筑工人的技能水平并增加就业机会。同

时,随着装配式建筑技术的发展,也会促进更多高新技术的研发和应用,推动建筑产业向更加智能化和高效化的方向发展。装配式建筑不仅为建筑行业带来了直接的经济效益,也为社会的可持续发展和绿色环保提供了强有力的支持,促进了整个社会经济的平稳发展。

6 结语

装配式建筑施工工艺在房建工程中的应用,随着技术的不断进步和政策的支持,展现出了巨大的发展潜力。随着国家对绿色建筑、节能环保以及智能化建筑要求的提升,装配式建筑逐渐成为建筑行业的一个重要发展方向。虽然目前装配式建筑在应用过程中仍面临一定的技术挑战和管理难题,如技术标准的不统一、专业施工队伍的缺乏,以及高初期投入等问题,但随着技术的不断创新和产业链的不断完善,这些挑战有望逐步得到解决。特别是在提高建筑施工效率、保障建筑质量、减少环境污染、推动资源节约等方面,装配式建筑的优势愈加明显。因此,随着更多创新技术的引入和施工经验的积累,装配式建筑必将在房建工程中发挥越来越重要的作用,成为推动建筑行业向绿色、智能、可持续发展方向发展的关键力量。未来,随着政策扶持的进一步加大,装配式建筑的技术成熟度和应用广度将得到大幅提升,必将为建筑行业带来更大的经济效益和社会效益。

参考文献

- [1] 张亚利.装配式建筑工程铝合金模板施工要点及受力性能分析[J].砖瓦,2024(7):171-173.
- [2] 杨松,韩雪峰.浅析装配式建筑施工中的成本管理[J].中国集体经济,2023(6):40-43.
- [3] 侯飞.基于BIM的装配式建筑工程结构质量控制研究[D].北京:中国矿业大学,2020.
- [4] 肖阳.BIM技术在装配式建筑施工阶段的应用研究[D].武汉:武汉工程大学,2017.
- [5] 段怡慧.BIM技术在装配式建筑工程施工管理中的应用研究[J].住宅与房地产,2023(8):102-104.

Discussion on the Prevention and Control Measures of Common Quality Problems of Building HVAC and Water Supply and Drainage

Yuran Jia

China Electronic System Engineering Second Construction Co., Ltd., Wuxi, Jiangsu, 320214, China

Abstract

With the rapid development of China's economy and construction industry, people's demand for a better living environment is getting higher and higher, construction enterprises should not only create a better living conditions for the people, but also pay enough attention to every link in the construction process. In the field of construction, HVAC and water supply and drainage construction is a very critical step, and ensuring the quality of building HVAC and water supply and drainage plays a vital role in the stable development of the construction industry. In addition to this, more attention needs to be paid to the problem of water supply and drainage, and further improvements to the plumbing design of water supply and drainage. Only by ensuring that the pipes are laid correctly in the construction project can we provide people with high-quality water services and meet people's high-quality environmental protection requirements. Based on this, this paper first analyzes the common quality problems of building HVAC and water supply and drainage, and then analyzes the prevention and control measures of common quality problems of building HVAC and water supply and drainage for reference.

Keywords

building HVAC; water supply and drainage; common quality problems; prevention control measures

论建筑暖通和给排水常见质量通病防治措施

贾玉冉

中国电子系统工程第二建设有限公司, 中国 · 江苏 无锡 320214

摘 要

随着中国经济和建筑业的飞速发展, 人们对美好生活环境的需求越来越高, 建筑企业不仅要给人民创造一个更好的居住条件, 而且要对施工过程中的每一个环节给予足够的关注。在建筑领域中, 暖通和给排水施工是一个非常关键的步骤, 保障建筑暖通和给排水的质量对于建筑业的稳定发展起到了至关重要的作用。除此之外, 还需要对给排水问题给予更多地关注, 并对给排水的管道设计进行进一步的改进。只有保证在建设工程中正确地铺设管道, 才能为人们提供高质量的用水服务, 从而满足人们的高质量环保要求。基于此, 论文首先分析了建筑暖通与给排水常见的质量问题, 随后分析了建筑暖通和给排水常见质量通病防治措施, 以供参考。

关键词

建筑暖通; 给排水; 常见质量通病; 防治措施

1 引言

当前, 建筑暖通与给排水工程是一项综合性的系统工程, 在住宅内部装修建设全过程中占有特殊的地位。暖通是一种重要的基础设施, 其主要包括三个方面, 即供暖、通风和空调, 目前的供暖供应主要是通过热水所产生的热量来实现的, 因此, 加强对暖通系统中给排水施工质量通病的预防十分必要, 需要相关研究者们给予足够的关注。

【作者简介】贾玉冉(1993-), 男, 中国天津人, 本科, 工程师, 从事通风与空调工程施工研究。

2 建筑暖通和给排水常见的质量通病

2.1 建筑暖通常见的的质量通病

2.1.1 施工材料问题

如今, 中国建筑暖通工程在验收过程中存在着一些缺陷, 导致建筑通风系统不完善的主要原因是对于建筑材料的控制不够严格。目前, 市面上的材料良莠不齐, 在暖通施工过程中为了更好地增强工程的经济效益, 采用低质但美观的建材, 这对建筑暖通工程的施工质量造成了很大的影响。另外, 在建筑暖通施工中, 会使用到很多管道, 如果相关的采购人员不能很好地控制管道的参数, 就很难买到满足设计要求的管道, 从而导致管道渗漏、疏松等问题, 严重影响到整个建

筑的采暖效果,这样的状况不仅会导致产品的品质出现问题,还会影响用户的日常使用^[1]。

2.1.2 技术人员的专业技能较低

在建筑难点施工过程中,普遍会存在对暖通工程的设计工作管理不严格、没有较强的质量意识等问题。同时,由于在工程建设过程中,涉及许多的计算概念,所以在实际的施工过程中,往往会出现一些比较明显的施工问题。其中最突出的就是防烟分区的排风量计算和安装方法上的问题,这使得在实际操作中,排风扇的流量会越来越小,不能达到消防防火的要求。同时,由于部分技术人员缺乏相应的专业知识,导致排气口的测试结果不准确,通常因为小小的差错,便会导致风口处空气流通不畅,从而影响到建筑的整体功能。

2.1.3 系统设计不够合理

在暖通系统中,主要是由一根主管构成,而主干又可以再分成许多条干管,如果没有设置对应的阀门,甚至还有一些暖水管是直接裸露在地上,这会影响到居民的日常生活,而且会给暖通系统管道的运行造成很大的麻烦。另外,有些水源地没有设置阀门,这也给居民的日常生活带来了极大的不便,同时也构成了巨大的障碍,不利于系统的正常运转。

2.1.4 设计图纸不够完善

设计图是项目建设成果的集中体现,在实际的施工中,若无设计图,或存在大量的质量问题,将会给实际的暖通施工造成巨大的质量隐患。同时,也会造成大量的建材浪费,使暖通空调系统在使用过程中常常发生故障。国内许多设计人员对图纸设计的有关规定不够明确,导致图纸没有对实际的施工进行具体细节规定,而且图纸上的表述也不是很到位,会导致施工人员在施工时难以进行有效的施工,从而造成工期的延长。

2.2 建筑给排水常见的质量通病

2.2.1 渗漏问题

渗漏问题是由于在建筑工程中会在地板上开许多孔,特别是厕所地板,这不仅会影响楼板的整体性能,而且还会给防水施工带来一定的困难,在实际使用中就可能会发生渗漏,这不仅对住户的日常生活造成极大的不便,而且对物业公司来说也是一种负担。

2.2.2 管道堵塞

在建筑给排水施工中,室外给排水系统中,常常会发生阻塞,其原因是多方面的。在实际的给排水管道建设过程中,往往存在着为了简化工作流程,而私自对施工设计图纸进行修改的现象,从而导致一系列的质量问题。另外,由于相关的施工人员在日常的施工中,没有严格遵守规范,会导致给排水管道的施工质量达不到最初的设计要求,造成排水管道偶尔发生渗漏,严重的会影响到整栋建筑的正常使用,甚至会导致建筑中的地下设施发生沉降。最后,有些建筑企

业为了获得更大的经济效益,往往会在普通的排水管道建设中选择一些劣质、便宜的材料来进行施工。另外,有些排水管道的接口没有完全清除,连接处的水泥也没有捣实和养护,这些问题都会引起工程建设中的各种安全问题,甚至可能造成整个排水系统在正常使用期间发生阻塞^[2]。

2.2.3 地漏问题

地漏是目前国内使用最多的室内排水系统的一种建筑附件,在建筑工程建设中,90%以上的企业都使用了钟罩式地漏,这是一种水封型地漏。地漏里的积水除了会滋生一些有害生物之外,还会给人们的生活和身体带来很大的危害,下水道里的积水还会散发出一股腐臭的味道,在建筑内部会散发出恶臭、病毒、细菌。

3 建筑暖通和给排水常见质量通病防治措施

3.1 强化建筑暖通与给水排水工程原材料质量控制

要想有效地解决当前暖通和给排水施工中遇到的问题,首先要强化对施工原料的质量控制,从细处入手,对各种原材料进行全面的综合管理,按照暖通给排水施工质检规范,编制相关的表格,对采购的原材料进行严格的控制,根据相关的试验检验标准对其进行详细的检验,并制作出相关的质量测试报告,以便相关的主管部门对其进行检验。其次,要制定一套完善的通风和给排水工程的原材料质量控制体系,明确原材料的检查标准和要点,并且按照有关材料报告和验收制度,对有关的清单、质量证明书、试验报告等进行检验,通过标准化的原材料抽样检验系统,对检验作业进行全程监测,确保检验结果的有效性。在保证建筑材料质量的同时,根据经济原理,提高建筑工程的质量,从而保证施工的效率^[3]。例如,首先要做好暖通、给排水建材的管理,按照暖通给排水分项系统的划分来进行划分,在消防管理模块里,应该确认热镀锌钢管、水力浮球阀、金属波纹管、可曲挠接头、潜水泵、止回阀等型号及规格,并核对其数量及品质。在暖通系统中,需要把纯塑管和复合管区分开来,比如铝塑-PPR管在采购的时候,需要确定供应商的销售资格以及管道的质量,特别是要注意抗压性,按工程要求确定管径,对主管、寸管分别进行检查,并对50mm厚PPR铝塑管产品的质量检测,在此基础上,利用耐压试验,将冷却水管试验压力调至1.5倍,再通过控制出水泵出口压力,从而确定出冷水管的最大耐压极限,对热水管道的测试压力是设计压力的2倍,但在理论上应大于1.3MPa。

3.2 健全建筑暖通与给水排水工程中的计量标准

为提高暖通和给排水工程的适用性和建筑精度,需要保证暖通和给排水施工的规范性。一方面,从暖通工程的采暖、通风、空气调节三个角度出发,制定通用的标准参数,并利用相关的专业设备来获得并分析数据,确保测量项目的完整性。另一方面,还应当对那些需要手工测量的管道和空调施工作业实行标准化管理,制定完善相关的暖通给排水施工测

量计量规范,并将相关的规范内容弄清楚,从宏观上来看,用专业的技术和细致的态度来开展相关的计量工作,要重视测量和计量的过程,严格遵循规范,对暖通管线的数据进行科学的分析,将有很大误差的情况用数学方法加以解决,从而为确保测量过程中的数据精度处理奠定良好的基础^[4]。例如,在暖通和给排水工程供热管线的测定中,当对地热水供暖管线进行计量时,要按照有关施工要求,进行干管的入户量设计,同时要入户干管的规格及阀门、过滤器规格进行有效的对应,并根据外墙表皮厚度和平面图中已进行实测的钢管的2倍(因为要进行供热管道和回水管道的两次铺设),进行加法和运算,来决定所需采用的干管的长度,从而决定出相应的规格和波纹伸缩器的型式。在对支管进行计量和计算时,要根据与过滤器、热量表、阀门和回水管等设备相应的各种管线尺寸,高效率地进行穿壁套管的安装,按照样图中管井与分流管的平面图差以及分流管的地表竖向高,将竖管接水管的高度乘以2,就可以得到所需的分支管的实际水平长度,在此基础上,根据回归分析、变异数分析等原则对资料进行处理,以保证给水排水工程计量的精度。

3.3 做好暖通与给排水施工技术的规范应用

为有效提升暖通及给排水施工技术的使用效果,需要强化相关施工技术的综合运用,并制定完善的技术应用标准体系,对相关技术的应用范围进行科学的分析,针对暖通和给排水工程的施工特点,事先做好必要的准备工作,要邀请有丰富经验的专业人士参与分阶段的安装,以保证整个项目的品质。另外,还需要对暖通管道安装检查试验进行有效的技术交底,确定相关的技术应用要点,在确保实验效果的基础上,强化对建筑工艺的创新和研究,以此来推动暖通和给排水管安装检测技术的全面应用。例如,在确定暖通管线的施工顺序和技术使用方面,就以PVC排水管线安装技术的应用为例,需要做好全面的安装准备工作,检查PVC管的承插口、法兰接口、连接螺栓的大小和密封胶的质量,从而可以在工程开始之前,对工程进行特别的处理^[5]。此外,在PVC管线的安装时,要严格根据设计图,对承插口表面进行平整,使用优质的橡胶密封圈和专用的法兰螺栓将其固定栓接,但是,由于外界温度的变化,管道会发生不同程度的热胀冷缩,从而有效影响到供暖效率的提高,所以管道出口附近应预留合适的伸缩运动裕度。此外,还应该采取管道螺纹、管道焊接和热熔焊接等多种方式,对不同管道进行安装处理,确保管道的适应性。在暖通排水管道的安装检验实验中,以通水试验为例,要对所需的工具如堵头、胶管胶囊等进行气密性检验,同时,在测试过程中,要对胶囊放置的位置进行严格的控制,采用管线通水控制技术,科学地控制注水的速率和水压,并要有专人对漏水现象进行观测和监测,

以便更好地进行灌水测试。另外,要强化试漏囊的工艺处理,避免将试漏囊置于管路连接处,以解决因充入气体引起的气囊内压过高,进而引发爆炸等难题,强化其综合运用^[6]。

3.4 按标准要求定期进行维护保养

建筑物的暖通与给排水是建筑中不可或缺的部分,应在日常的维修与保养中予以注意,保证其正常运转并延长其使用年限。一方面,建筑暖通和给排水系统的运行寿命与维修保养有着紧密的联系。在系统的运行过程中,如果不对其进行定期的检修,就不可避免地会产生设备老化、堵塞等故障,严重时还会给人或设备带来危害。所以,要加强对建筑暖通给排水等系统的检测与维护,才能保证设备的正常运转,延长设备的使用寿命,建筑暖通给排水等设备需要遵守相应的运行规则和维修程序。另一方面,要严格按说明进行保养,防止在使用中出现错误的操作及对设备造成损伤,并经常更换易损零件,以免零件磨损而影响设备的正常运转。在使用时,还要做好保护工作,避免受到外力的猛烈撞击。为了延长建筑暖通和给排水系统的使用年限,应该尽可能地防止非正常的使用,比如,不要往系统内倒垃圾,尽可能地防止可能对系统造成严重损害的行为^[7]。

4 结语

综上所述,随着中国经济的飞速发展,现代建筑数量急剧增长,人民的物质生活水平也日益提高,建筑暖通和给排水建设逐渐成为维系国民日常生活必不可少的一环,因此,需要其对施工技术进行持续改进和创新。针对目前建筑中存在的质量缺陷,应该采取行之有效的措施,更好地发挥建筑暖通和给排水的作用,从而推动中国建筑业的长期健康发展与进步。

参考文献

- [1] 牛汉文.市政建筑暖通及给排水常见质量通病防治措施[J].水上安全,2024(8):34-36.
- [2] 芦海博.建筑给排水和暖通工程施工技术要点研究[J].城市建筑与发展,2023(4).
- [3] 李天舒,郭莹莹.建筑中给排水暖通设计标准及质量控制[J].产城:上半月,2023(1):217-219.
- [4] 王雷.建筑给排水及暖通工程施工质量和造价管理探讨[J].居舍,2023(35):142-145.
- [5] 廖嘉康.绿色建筑暖通与给排水设计节能措施分析[J].2023(34):151-153.
- [6] 黄波涛.市政建筑暖通与给排水常见质量通病防治措施[J].体育,2023(5):161-162.
- [7] 龙祥.建筑暖通及给排水常见质量通病防治措施[J].安防科技,2020(2):62-63.

Safety Risks and Improvement Measures in Water Conservancy Construction Management

Xiaoming Wang

Tianzhuang Town Water Station, Huantai County, Zibo, Shandong, 256402, China

Abstract

Ensuring safety is one of the key elements in water conservancy construction management to ensure the smooth implementation of projects. With the continuous expansion of the scale of such projects and the increasing complexity of technology, the safety hazards faced during the construction phase have shown diverse characteristics. These issues may not only disrupt the normal progress and final quality of the project, but more seriously, they also threaten the safety of on-site workers. Therefore, it is particularly important to establish an effective security management strategy, and a sound risk prevention and control mechanism can quickly respond to emergencies, thereby minimizing damage. This paper explores several common safety hazards in the current field of water conservancy construction management, and based on this, proposes a series of suggestions and measures aimed at improving the level of safety management.

Keywords

water conservancy construction; security risks; improvement measures

水利施工管理中存在的安全风险及改进措施

王晓明

桓台县田庄镇水务站, 中国 · 山东 淄博 256402

摘 要

水利施工管理中, 确保施工安全是保障项目顺利实施的关键要素之一。随着此类工程规模的持续扩大以及技术复杂度的不断提升, 施工阶段面临的安全隐患呈现出多样化的特点。这些问题不仅可能干扰到项目的正常进度和最终质量, 它们还威胁到了现场工作人员的生命安全。因此, 建立一套行之有效的安全管理策略显得尤为重要, 一个健全的风险防控机制能够在突发事件发生时快速响应, 从而将损害降至最低。论文探讨了当前水利建设管理领域内常见的几种主要安全隐患, 并基于此提出了一系列旨在提升安全管理水平的建议措施。

关键词

水利施工; 安全风险; 改进措施

1 引言

作为基础设施建设不可或缺的一环, 水利设施的建设过程中融合了多种技术和管理实践。其中, 施工安全对于确保项目按计划推进及保护人员生命财产安全至关重要。然而, 随着水利工程规模的扩大和技术难度的提升, 施工现场所面临的安全挑战日益严峻。这些挑战不仅源自自然环境带来的不确定性因素, 还包括设备操作、技术应用以及人力资源管理等方面存在的潜在风险。因此, 强化水利工程中的安全管理措施不仅是保证工程质量与进度的基础, 也是维护公众安全和社会稳定的关键所在。

2 水利工程施工安全管理的重要性

2.1 保障施工人员生命安全

在水利工程建设期间, 保障施工人员的安全始终是首要任务。施工现场环境复杂多变, 包括高空作业、重型机械设备操作及不可预测的自然条件等因素, 均显著提升了工作人员面临意外伤害的风险。如果安全管理措施不够严密, 则可能引发严重的人员伤亡事件。因此, 强化安全管理体系, 确保员工在高风险环境下得到充分保护, 不仅能够有效降低事故率, 还为项目的顺利实施提供了坚实的基础^[1]。

2.2 确保工程项目的顺利进行

在水利工程项目的实施过程中, 有效的安全管理对于确保项目顺利进行起着至关重要的作用。施工期间如若发生安全事故, 不仅可能造成人员伤亡, 还会引起工程进度延误及设备损毁等问题, 进而增加项目成本。频繁的安全事故还会影响到工程的整体质量与工期安排, 严重时甚至会导致整

【作者简介】王晓明 (1975-) , 男, 中国山东淄博人, 本科, 工程师, 从事水利研究。

个项目被迫暂停或重新启动,进一步加大经济损失。通过实施严格的安全管理措施,可以有效防止事故发生,保证施工活动有序开展,减少不必要的中断和资源浪费现象。

2.3 提升社会和公众对水利工程的信任

水利设施建设是国家基础架构不可或缺的一环,同时也紧密关联着民众的生活质量。社会大众对其安全性与稳定性的重视程度极高。在建设期间若频繁出现安全问题,则可能削弱公众对于此类工程的信心,从而对项目的社会接受度及认可度产生负面影响。提高安全管理效能能够显著降低事故发生的频率,增强社会各界对水利工程安全保障的信心。这种信任不仅有利于项目本身的顺利实施,还对整个行业的长远发展和正面形象有着深远的影响。

3 水利施工管理中存在的安全风险

3.1 环境因素引发的安全风险

水利工程项目往往处于特定的地理与水文条件下,其中施工区域的气候及地质特性存在较大变数。这类自然环境带来的风险通常超出了工程团队能够完全掌控的范围,容易诱发多方面的安全问题。例如,极端天气事件——包括暴雨和台风,加上不稳定的地质结构,可能会触发诸如泥石流或山体滑坡等自然灾害,直接威胁到工地的安全状况。除此之外,地下水位的变动以及河流流量的变化也有可能造成施工现场遭受洪水侵袭或者土壤稳定性下降的情况^[2]。

3.2 机械设备故障与操作不当

在水利工程项目实施过程中,大型机械设备的应用是不可或缺的。无论是在哪个施工阶段,特别是涉及到起重、搬运等核心操作时,机械性能的不稳定或突发故障往往会引发操作上的失误,进而增加了潜在的安全隐患。此外,如果工作人员对相关设备的操作不够熟练或者未遵循正确的操作指南,同样容易导致事故发生。随着时间推移,机器逐渐老化、维护保养工作不到位加上执行标准流程时缺乏严格性等因素,均有可能促进机械故障率上升,从而给整个施工环境带来严重的安全隐患。

3.3 施工人员管理不善

在水利工程项目中,施工人员管理不当是导致安全问题频发的一个重要因素。具体来说,工人未能严格遵守操作规范、对安全规定不够重视或是长时间高强度工作造成的疲劳状态,都是引发事故的直接诱因。鉴于此类工程通常面临复杂的作业环境以及繁重的任务量,加上工作人员技术水平参差不齐,若再加上监管力度不足,则极易积累起潜在的安全隐患。其中,缺乏足够的安全意识或者对标准流程掌握不充分的情况,在增加误操作可能性的同时也提升了事故发生率。此外,持续性的高负荷劳动不仅消耗体力还会分散注意力,进一步加剧了意外事件发生的可能性^[3]。

3.4 施工技术与工艺不成熟

水利项目的实施涵盖了多种复杂的施工技术和方法。

其中一些较新的技术和工艺,在实际操作中可能尚未完全成熟,或者没有经过充分的安全性验证与测试。这种技术上的不确定性在大型水利设施的建设过程中尤为明显,特别是在新方法被广泛采用之前缺乏足够的现场试验,这可能导致未知的安全隐患。如果在施工期间未能对这些新兴技术进行恰当而全面的评估和测试,则可能会引发技术错误或工艺缺陷等问题,进而影响到工程的整体质量和安全性^[4]。

4 水利施工管理中安全风险管控的改进措施

4.1 加强安全培训与教育

在水利工程的施工管理中,强化对工作人员的安全教育与培训是降低事故率、确保工程安全的重要措施。其一,通过周期性的安全教育活动,增强员工的安全意识,并使他们熟悉施工过程中可能遇到的各种潜在风险及相应的防范策略。这种教育不仅应涵盖基本的安全操作指南,还应当根据具体施工环境的特点提供定制化培训,以确保每位参与者都能掌握必备的安全技能。其二,组织实战演练,模拟真实的现场情况来进行紧急响应训练,可以有效提升员工处理突发状况的能力。为保证安全教育的有效性,应该将之作为贯穿整个项目周期的一部分来实施,采取全面覆盖、层次分明且具有针对性的方法进行。通过持续不断的教育培训,促使所有参与人员始终保持着高度警惕,严格遵循“安全至上”的原则,在实际工作中尽可能减少因人为因素造成的安全隐患^[5]。

4.2 完善安全管理制度

在水利施工管理领域,构建全面的安全管理体系对于保障施工安全至关重要。首要步骤是在项目启动前开展详尽的安全风险评估,针对施工环境、技术应用及设备操作等方面进行综合分析,并据此制定有效的预防策略和应急预案。施工期间,则需建立严密的现场监管机制,通过定期巡查及时识别并处理潜在风险点。一套成熟的安全管理制度应当覆盖工程实施全过程,确保每个环节都有专人负责且各项措施得到有效执行。此外,还需倡导全员参与安全管理文化,明确各级别员工的安全职责,实现责任到人。为保证制度持续有效,必须将其融入日常运作之中,并通过周期性评价来不断调整优化,以适应变化中的实际情况^[6]。

4.3 优化施工技术与工艺

在水利工程项目实施过程中,技术的持续创新对于降低安全风险具有重要意义。因此,在工程启动前,必须对拟采用的技术和施工方法进行全面审查与验证,以确保它们在实际应用中的可靠性和安全性。这一步骤涉及对新兴技术和工艺可行性的评估,以及对潜在安全隐患的事先识别,从而防止因技术尚未成熟或不适应特定现场条件而引发的安全事故。此外,根据每个项目的独特需求,选择最适合的施工方案和技术装备也极为关键。例如,针对不同地质构造、气候特征及水文状况,制定专门的施工策略与措施,可以显著

减少由技术因素引起的潜在风险。尤其在大型、深水或地形复杂的水利工程中,恰当的技术选取与运用显得尤为重要。除此之外,施工期间的技术监督同样不可或缺,通过对技术参数和工程进展的即时监控,及时调整和完善施工流程,从根本上减少技术性安全事故的发生概率,既保证了施工人员的安全,又提升了工程质量^[7]。

4.4 加强现场安全监管与检查

强化施工现场的安全监督与检查,对于确保水利工程项目的安全至关重要。首先,需构建一个全面的现场安全监控体系,该体系应能够实时追踪施工环境状况、机械设备运转情况以及工作人员的操作行为,以保证任何潜在的安全隐患都能被及时识别并迅速处理。此监控机制应当贯穿于工程自启动至竣工的整个周期内,实现全程无死角的安全管理。同时,还应定期执行现场安全审查工作,尤其是针对高风险作业区及关键施工阶段,必须实施更为严格的监察措施,以便及时揭露可能存在的安全隐患。除此之外,应对突发事件的应急演练同样不可或缺,通过模拟各类紧急状况来提高项目管理者及一线员工的快速反应能力,在真正面临事故时能够有效控制局面,减轻损失,并防止事态进一步恶化。持续不断地进行安全监管与检验活动,有助于最大程度地规避由于管理疏忽或操作不当所引发的风险因素,使施工现场始终保持在一个稳定可控的状态之中,从而为项目的顺利推进提供坚实的后盾^[8]。

4.5 加强施工人员心理健康管理

施工人员的心理状况对其工作效率及安全行为有着直接的影响,因此,在水利工程建设中强化心理健康管理显得尤为重要。面对高强度、持久的工作环境,员工可能会遭遇身体上的疲惫和心理压力,这些问题容易导致注意力分散、决策失误以及操作不当等潜在风险。鉴于此,建设单位有必要定期开展心理健康状态的评估工作,以便及时识别并解决员工的心理困扰。同时,构建一个包含心理咨询和支持服务在内的体系也是必要的,为员工提供适当的心理辅导和放松活动,有助于他们维持积极向上的心态。特别是在工程项目

进入高峰期或面临紧迫施工任务时,更加需要密切关注员工的情绪变化。此外,管理层也应当合理规划工作任务量,防止因长期超负荷运转而加重员工的心理负担。通过实施有效的心理健康干预措施,不仅可以改善员工的精神面貌和安全意识,还能够显著减少由心理因素引起的意外事件^[9]。

5 结语

在水利项目的施工管理过程中,确保工程平稳推进并维护施工人员生命安全至关重要。通过加强安全培训与教育、完善安全管理制度、优化施工技术与工艺、加强现场安全监管与检查以及关注施工人员心理健康等措施,可以显著减少潜在的安全隐患,提高施工过程的整体安全性。唯有实施科学且系统的风险管理策略,方能保障水利设施建设的顺利开展,为公众提供既安全又可靠的基础设施服务。

参考文献

- [1] 陈化军.浅析水利施工中的技术改进方法[J].中国新技术新产品,2015(17):1.
- [2] 范曾超,张璐霏,葛超洋.水利施工中软土地基处理技术探讨分析[J].农家参谋,2017(5Z):1.
- [3] 李卓兰.水利施工管理中存在的安全风险及改进措施[J].工程技术:文摘版,2016(5):121-123.
- [4] 胡晓明.建筑工程施工安全风险管理与防范[J].建筑知识,2016(3):2.
- [5] 周欣元.信息安全风险评估综述[J].电子技术与软件工程,2016(20):1.
- [6] 张伟.水利施工中水闸施工管理对策研究[J].水电水利,2021,5(5):38-39.
- [7] 周旻炯.水闸施工管理方法在水利施工中的应用探析[J].中国科技期刊数据库工业A,2024(3).
- [8] 刘娥,秦俊,张宏.浅谈水利施工管理现状与改进[J].Engineering Management & Technology Discussion,2024,6(8).
- [9] 袁久芹,王国兴,袁春华,等.一种水利施工管理用河道垃圾清理装置:CN202121545769.3[P].CN215562918U[2024-11-25].

Coal Washing Equipment Installation Technical Points and Installation Quality Control

Yuefei Li

China Coal Pingshuo Coal Washing Company, Shuozhou, Shanxi, 036000, China

Abstract

With the rapid development of coal industry, coal washing equipment as a key link of coal deep processing, its installation quality and technical level are directly related to coal washing efficiency and product quality. In recent years, China's coal washing equipment manufacturing technology continues to improve, but the quality control problems in the installation process still exist, such as equipment installation deviation, pipeline connection is not firm, electrical system failure, etc. These problems not only affect the normal operation of coal washing equipment, but also may cause safety accidents and environmental pollution. This paper mainly discusses the technical points of coal washing equipment installation and the methods of installation quality control, aiming at improving the installation quality and operation efficiency of coal washing equipment and ensuring the normal production of coal washing plant.

Keywords

coal washing equipment installation; technical points; installation quality control

洗煤设备安装技术要点及安装质量控制

李跃飞

中煤平朔煤炭洗选公司, 中国 · 山西 朔州 036000

摘 要

随着煤炭工业的快速发展, 洗煤设备作为煤炭深加工的关键环节, 其安装质量和技术水平直接关系到洗煤效率和产品质量。近年来, 中国洗煤设备制造技术不断提高, 但安装过程中的质量控制问题仍然存在, 如设备安装偏差、管道连接不牢固、电气系统故障等, 这些问题不仅影响了洗煤设备的正常运行, 还可能造成安全事故和环境污染。论文主要探讨了洗煤设备安装的技术要点以及安装质量控制的方法, 旨在提高洗煤设备的安装质量和运行效率, 确保洗煤厂的正常生产。

关键词

洗煤设备安装; 技术要点; 安装质量控制

1 引言

深入研究洗煤设备安装技术要点及安装质量控制, 对于提高洗煤设备运行效率、保障安全生产和环境保护具有重要意义。论文针对洗煤设备安装过程中的关键技术要点和质量控制问题进行研究, 通过对现有洗煤设备安装技术的总结和分析, 提出一套科学合理的安装质量控制方法。

2 洗煤设备安装技术要点

2.1 主要设备的安装

2.1.1 破碎机的安装

在进行破碎机安装前, 首先要对安装基础进行检查。检查内容包括基础尺寸、标高、平整度、强度等是否符合设计要求。如发现基础存在问题, 应及时进行加固或处理, 确

保基础稳定可靠。吊装破碎机前, 需确保吊装设备的稳定性, 并严格按照吊装操作规程进行。吊装过程中, 要确保破碎机各部件的相对位置和方向正确, 避免因吊装不当造成设备损坏^[1]。吊装就位后, 应对破碎机进行初步检查, 确保各部件连接牢固、无松动现象。在破碎机就位后, 对其进行找正与找平操作。首先, 调整破碎机底座的水平度, 使其在水平方向上的误差不超过规定范围。其次, 调整破碎机各轴线的垂直度, 确保轴线垂直度误差在规定范围内。连接破碎机的各部件, 如电机、传动装置等, 确保连接牢固。最后, 在连接过程中, 注意检查各部件的间隙, 确保符合设计要求。固定破碎机各部件, 如电机、传动装置等, 使其稳定运行。

2.1.2 筛分机的安装

安装基础应具备足够的强度和稳定性, 能够承受筛分机的重量和运行时的动态载荷。基础表面应平整, 无凹凸不平, 确保筛分机安装后不会出现倾斜或晃动。基础混凝土强度等级应符合设计要求, 且混凝土表面应进行打磨处理, 确

【作者简介】李跃飞 (1984-), 男, 中国山西武乡人, 本科, 工程师, 从事机修研究。

保表面光滑,减少筛分机运行时的噪声。筛分机组装前,应检查筛分机的零部件是否齐全、完好,并按顺序进行组装。组装过程中,注意各部件之间的连接牢固,确保传动部件的啮合良好。吊装前,应根据筛分机的重量和尺寸选择合适的吊装设备,确保吊装过程中安全可靠。吊装过程中,应保持筛分机平衡,避免发生倾斜或碰撞。安装完成后,对筛分机进行整体调整,确保筛分机各部件的间隙和位置符合要求。调整筛分机的张紧装置,确保筛网张紧力适中,避免筛网出现松弛或过紧现象。调整驱动装置,确保电机与筛分机的连接牢固,传动平稳。试运转前,检查筛分机的润滑油是否充足,传动部件是否正常。试运转过程中,观察筛分机的运行状态,检查筛分效果,如有异常,及时进行调整。试运转合格后,进行试生产,检验筛分机的实际工作效果。

2.1.3 浮选机的安装

浮选机安装前,了解浮选机的结构、原理及性能,熟悉安装图纸和技术要求。检查浮选机各部件是否齐全、完好,确认无损坏、变形等现象。检查基础尺寸、标高、平整度等是否符合设计要求。准备安装工具、设备和辅助材料。根据设计要求,对基础进行清理、平整,确保符合安装要求。将支架按设计要求放置于基础上,调整其水平和垂直度。将浮选机放置在支架上,调整其水平和垂直度,确保与支架接触良好。根据图纸要求,连接浮选机的进、出料管道,并确保管道连接牢固、密封良好。按照电气安装要求,安装浮选机的电气设备,并确保接线正确、可靠。根据安全要求,安装浮选机的安全防护装置,如防护罩、防护网等。安装后,检查浮选机各部件是否正常运转,如叶轮、搅拌器等。检查浮选机管道连接是否牢固,无泄漏现象。检查电气设备是否正常工作,如电机、控制柜等。进行浮选机空载试运行,观察浮选机运行情况,确保无异常^[2]。根据试运行结果,对浮选机进行调整,确保其性能达到设计要求。进行浮选机负载试运行,观察浮选机在正常负荷下的运行情况,确保其性能稳定、可靠。完成调试后,进行验收,确认浮选机安装、调试合格。

2.2 辅助设备的安装

2.2.1 给料机的安装

给料机的选型应根据洗煤工艺流程,选择合适的给料机类型,如皮带给料机、振动给料机等。根据物料的粒度、水分、粘性等特性,选择适合的给料机类型。根据生产规模和产量要求,选择合适的生产能力。考虑设备的运行环境,如温度、湿度、腐蚀性等,选择适合的材质和结构。给料机的布置应考虑操作人员的操作方便,便于设备维护和检修。确保物料输送顺畅,避免物料堆积和堵塞。确保设备运行安全,避免因设备故障导致安全事故。

根据给料机的技术要求,预制混凝土基础,确保基础稳固。将给料机安装在基础上,调整水平度和垂直度。安装电动机、减速器等传动装置,确保传动平稳。连接电源、控

制线路等电气线路,确保设备运行正常。安装防护罩、导料板等附件,确保设备安全运行。安装完成后,检查电机运行情况,确保电机启动、停止正常^[3]。调整给料机的振动参数,使物料输送顺畅。根据生产需求,调整给料机的喂料量。检查控制系统的响应速度和准确性,确保控制系统稳定运行。调试完毕后,进行试运行,检查设备运行状况,确保设备运行正常。

2.2.2 输送机的安装

在进行输送机基础施工前,应对施工现场进行实地勘察,了解地质条件、土壤性质、地下水情况等,确保施工方案的可行性。根据设计图纸要求,进行输送机基础的开挖、垫层、混凝土浇筑等工序。基础施工应保证平整度、垂直度和标高精度,以满足输送机安装和运行的要求。基础施工完成后,应对基础进行检查,确保符合设计要求。在输送机安装过程中,输送机支架的安装应牢固,确保输送机在运行过程中不会发生位移。输送机支架的焊接质量应符合国家相关标准,确保支架的承载能力和稳定性。输送机轨道的安装应平直,确保输送带在运行过程中的平稳性。

输送机安装完成后,应进行试运行。输送机启动前,检查各部件是否正常,电源、传动装置等是否安全可靠。输送机启动后,观察皮带运行情况,检查有无异常振动、噪声等问题。试运转过程中,应逐步增加负荷,观察输送机运行状态,确保其稳定可靠。试运转过程中,如发现输送机存在问题,应进行相应调整^[4]。例如,输送机运行不稳定,存在较大振动和噪声,输送带跑偏,无法正常输送物料,输送机运行速度不符合要求等。应调整输送机支架的螺栓,使输送机保持水平。调整输送带张紧度,确保皮带运行平稳。调整输送机驱动装置,使输送机运行速度符合要求。

2.2.3 泵类设备的安装

在洗煤设备中,泵类设备主要用于输送煤浆、水和各种化学药剂。泵的选型应根据输送介质的性质(如煤浆的浓度、温度、腐蚀性等)选择合适的泵型。根据输送介质的流量和压力要求确定泵的规格。考虑泵的效率、能耗及维护保养的便捷性。结合现场空间和布局,确定泵的安装位置,确保泵运行安全、稳定。

对泵的基础进行测量和放线,确保其位置准确。按照设计图纸进行基础混凝土的浇筑,确保其强度和稳定性。待基础混凝土达到设计强度后,进行泵的安装。安装过程中,确保泵的水平度和垂直度,使其运行平稳。在泵的安装过程中,注意检查各连接部位的密封性,防止泄漏。

泵的管路连接与密封是保证泵正常运行的关键环节,选择合适的管材和管件,确保其耐腐蚀性和承压能力。在管路连接处,使用合适的法兰、接头等连接件,确保连接牢固。对管路进行试压,检查是否存在泄漏现象^[5]。对于易泄漏的部位,如法兰连接处,应使用密封垫、密封胶等材料进行密封处理。在整个管路系统中,注意保持各管道的畅通,避免

因管路堵塞影响泵的正常运行。

2.3 管道与阀门的安装

2.3.1 管道设计与布置

根据洗煤工艺流程的要求,合理规划管道的走向,确保物料顺畅流动,减少阻力。依据输送介质的流量、压力及管道材质的承压能力,选择合适的管径,以保证管道在正常工作条件下的安全运行。根据介质的特性、温度、压力以及现场环境等因素,选择合适的管道材质,如碳钢、不锈钢、塑料等。

2.3.2 管道安装

在安装前,对管道进行必要的预制和加工,如切割、弯曲、焊接等,确保管道尺寸和形状符合设计要求。管道采用适当的焊接方法,如电弧焊、气体保护焊等,保证焊接质量;连接方式可根据实际需要选择螺纹连接、法兰连接、焊接连接等。安装完成后,对管道进行试压,以检验管道的密封性和承压能力;试压合格后,对管道进行冲洗,去除管道内的杂质和焊渣。

2.3.3 阀门安装

根据介质的性质、流量、压力及操作要求,选择合适的阀门类型,如闸阀、截止阀、球阀等;对选定的阀门进行外观检查和性能测试,确保阀门符合使用要求。按照设计图纸和规范要求,正确安装阀门,确保阀门安装位置合理,操作方便。熟练掌握阀门的操作方法,定期进行维护保养,防止阀门因磨损、腐蚀等原因造成故障。

3 洗煤设备安装质量控制

3.1 明确安装质量的目标和要求

确保洗煤设备安装符合国家及行业标准,保证设备正常运行,提高洗煤效率。保证安装过程中的安全,防止事故发生。严格控制设备安装误差,确保设备性能稳定、可靠。提高设备使用寿命,降低维护成本。

3.2 完善质量控制内容

3.2.1 安装过程中的质量检验

对设备进行检查,确认设备型号、规格、数量等符合合同要求,外观无损伤。对设备基础进行验收,确保基础尺寸、标高、水平度等符合设计要求。对设备安装进行验收,检查设备位置、固定、连接等是否符合要求。对电气、仪表系统进行检查,确保线路、接线、仪表安装正确、完好。

3.2.2 质量问题的处理与整改

对发现的质量问题,立即进行记录,分析原因,制定整改措施。对设备基础、设备安装、电气、仪表系统等方面的问题进行整改,确保整改措施落实到位。对整改后的设备进行再次检验,确认问题已得到解决。对整改过程进行记录,

形成整改报告,提交相关部门。定期对设备进行检查、维护,确保设备长期稳定运行。

3.3 优化质量控制措施

3.3.1 建立质量管理体系

制定完善的洗煤设备安装质量管理体系,明确各级人员职责,确保整个安装过程的规范化、标准化。制定详细的质量标准,涵盖设备安装的各个环节,如设备选型、安装工艺、检验检测等。建立质量审核制度,定期对设备安装过程进行审核,确保质量管理体系的有效运行。制定质量改进措施,对发现的质量问题进行及时整改,不断提高设备安装质量。

3.3.2 加强人员培训与管理

对安装人员进行专业培训,确保其具备熟练的操作技能和丰富的实践经验。定期组织安装人员进行技能考核,检验其培训效果,不断提高人员素质。建立完善的绩效考核制度,激发员工的工作积极性,确保设备安装质量。加强现场管理,严格执行操作规程,确保安装人员的安全和设备安装质量。

3.3.3 做好质量记录与档案管理

建立设备安装质量记录制度,对设备选型、安装过程、检验检测等环节进行详细记录。建立设备安装档案,对设备安装过程、质量检验结果、整改措施等进行归档管理。定期对质量记录和档案进行检查,确保其完整、准确、及时。建立信息共享机制,实现质量记录和档案的数字化管理,提高工作效率。

4 结论

洗煤设备安装过程中,设备基础浇筑质量是保障设备稳定运行的基础,应严格按照设计图纸和技术规范进行施工。设备安装应严格按照安装图纸和技术要求进行,确保设备安装位置准确、安装精度高。管道布置和连接是洗煤设备安装过程中的重要环节,应确保管道连接牢固、无渗漏,并定期进行检查和维护。安装过程中,应加强施工人员的安全教育和培训,增强安全意识,确保安装过程安全有序。

参考文献

- [1] 陈海海.洗煤生产安全问题分析及应对策略分析[J].西部探矿工程,2023,35(1):188-190.
- [2] 刘志杰.重介洗煤技术在选煤厂的应用[J].能源与节能,2023(7):136-138.
- [3] 党伟男.基于PLC的洗煤设备监控系统的设计[J].自动化应用,2023,64(14):90-91+94.
- [4] 雷佳俊,李富强.智能化洗煤厂建设思路及实践探讨[J].能源科技,2023,21(3):63-66.
- [5] 杨宁.选煤厂洗煤设备电机故障分析[J].矿业装备,2023(4):158-160.

Discussion on the Application of Building Energy Saving Technology in Construction

Jintao Li

Jiangsu Shanda Construction Engineering Co., Ltd., Nantong, Jiangsu, 226100, China

Abstract

With the intensification of global energy crisis and environmental pollution, building energy efficiency has become a key factor to promote green building and sustainable development. By effectively reducing building energy consumption, building energy efficiency technology not only improves the energy efficiency of buildings, but also contributes to the sustainable development of society and economy. This paper discusses the application of building energy saving technology in construction, including the energy saving design of building envelope, the selection of energy saving materials, and the application of intelligent building management system. Through the analysis of the current building energy saving technology, the technical challenges and solutions encountered in the construction process are pointed out, aiming at providing practical reference for future building construction energy saving technology.

Keywords

building energy saving technology; construction application; building envelope; energy-saving materials; intelligent building management system

建筑节能技术在施工中的应用探讨

李金涛

江苏盛大建设工程有限公司, 中国 · 江苏 南通 226100

摘 要

随着全球能源危机和环境污染问题的加剧,建筑节能成为了推动绿色建筑和可持续发展的关键因素。建筑节能技术通过有效降低建筑能耗,不仅提升了建筑的能效,还为社会经济的可持续发展作出了贡献。论文探讨了建筑节能技术在施工中的应用,包括建筑围护结构的节能设计、节能材料的选择,以及智能化建筑管理系统的应用等方面。通过对当前建筑节能技术的分析,指出了在施工过程中遇到的技术挑战和解决方案,旨在为未来建筑施工提供节能技术的实践参考。

关键词

建筑节能技术; 施工应用; 建筑围护结构; 节能材料; 智能建筑管理系统

1 引言

随着全球气候变化问题的日益严峻,建筑能耗成为能源消耗和碳排放的主要来源之一。在这一背景下,建筑节能技术的应用显得尤为重要。建筑节能不仅能够降低建筑运营阶段的能耗,还能有效减少温室气体排放,推动绿色建筑和低碳城市的建设。然而,在建筑施工过程中,如何将节能技术有效地融入设计与施工环节,确保建筑节能效果的最大化,仍然是一个亟待解决的问题。

当前,建筑行业对节能技术的关注日益增加,各种新型节能材料和施工方法不断涌现。尽管如此,建筑节能技术的实施仍面临着诸多挑战,包括施工现场的技术难度、施工人员的技术水平以及节能材料的使用限制等。因此,论文将

围绕建筑节能技术在施工中的应用进行深入探讨,分析其技术实现路径和面临的主要问题,提出相应的解决方案。

2 建筑节能技术概述

2.1 建筑节能技术的定义与分类

建筑节能技术是指通过设计、材料、设备等手段,减少建筑物在建造和使用过程中消耗的能源的技术。根据应用领域和技术特点的不同,建筑节能技术可以分为以下几类:

①建筑围护结构节能技术:通过优化墙体、屋顶、窗户等建筑围护结构的热工性能,减少建筑内外热量的交换,从而降低空调、供暖等能耗。

②节能材料应用技术:采用具有优异热隔离性能的建筑材料,如保温材料、节能玻璃等,提高建筑的节能效率。

③智能化建筑管理系统:通过信息技术和智能化设备,实现对建筑能耗的实时监控和自动调节,进一步降低能耗。

④可再生能源利用技术:如太阳能、风能等可再生能

【作者简介】李金涛(1984-),男,中国河北邯郸人,工程师,从事建筑施工研究。

源的利用,进一步减少建筑物对传统能源的依赖。

2.2 建筑节能技术的目标

建筑节能技术的核心目标是通过减少建筑在使用过程中的能源消耗,实现节能减排。具体来说,其目标包括:

①降低建筑物的能耗:优化建筑的能源利用效率,降低空调、供暖、照明等系统的能耗。

②提升建筑舒适性:通过建筑节能设计,保证建筑内温度、湿度、光照等环境条件的舒适性,同时减少对能源的需求。

③推动绿色建筑发展:通过节能技术的应用,推动绿色建筑和低碳建筑的发展,减少碳排放,降低环境污染。

④延长建筑使用寿命:良好的节能设计能够提高建筑的耐用性,延长其使用寿命,降低维护和更换成本。

3 建筑节能技术在施工中的应用

3.1 建筑围护结构的节能设计与施工

建筑围护结构在节能设计中的作用至关重要,其主要包括外墙、屋顶、地板和窗户等部分,这些围护结构的设计直接影响建筑的整体热工性能。有效的围护结构设计不仅能显著提高建筑的隔热性能,还能减少能源的浪费。在冬季,围护结构的保温性决定了采暖能耗;而在夏季,其隔热性又影响了空调制冷的能效。通过采用先进的节能技术,可以有效减少建筑的能源消耗,并降低环境负担。常见的围护结构节能技术包括:

3.1.1 外墙保温技术

外墙是建筑物热量流失的主要途径,因此外墙保温设计至关重要。通过使用具有高热阻性能的保温材料,可以大幅减少建筑冬季采暖和夏季制冷的能源需求。常用的外墙保温材料包括聚苯乙烯泡沫、聚氨酯泡沫、岩棉、挤塑板等,它们各具优点,如聚氨酯泡沫的保温性能较好,聚苯乙烯泡沫成本较低,适合大规模应用。外墙的保温施工过程中,需确保材料的均匀性和密封性,避免出现热桥效应或施工缺陷,确保保温效果的稳定性。

3.1.2 高性能门窗技术

窗户作为建筑的“薄弱环节”,热量的传递占据了建筑能量损失的很大一部分。因此,采用高性能门窗是提升建筑围护结构节能性能的重要手段。现代高性能窗户通常由多层玻璃、低辐射镀膜和高效密封框架组成,这些设计有效地降低了热量通过窗户的流失。双层或三层中空玻璃窗能有效隔离热量,尤其是在寒冷地区,其保温性能尤为显著。此外,窗框材质的选择也对节能性能有很大影响,如采用热断桥铝合金窗框可以避免金属导热,进一步减少热损失。

3.1.3 屋顶保温与防水技术

屋顶在建筑节能中扮演着重要角色,尤其是在炎热气候或极端气候条件下,屋顶的隔热性能对建筑的整体能效至关重要。通过在屋顶层采用优质保温材料,如挤塑聚苯板、

聚氨酯、岩棉等,可以有效减少外界热量的进入,降低空调制冷的负担。在选择屋顶保温材料时,还需考虑防水性能,以防止漏水导致的结构损害。屋顶防水系统通常通过涂层、卷材等防水技术来实现,确保屋顶不仅具备良好的隔热效果,同时在应对降水和湿气时也能保持建筑的完整性和舒适度。

3.2 节能材料的选择与施工技术

3.2.1 保温隔热材料的应用

保温隔热材料是建筑节能的基础,合理的材料选择能够有效降低建筑的热损失。常见的保温材料包括聚氨酯、岩棉、玻璃棉等,这些材料具有优良的隔热性能,广泛应用于外墙、屋顶、地板等部位。此外,随着材料科技的进步,新型纳米保温材料和气凝胶材料的应用也逐渐开始受到关注。这些新型材料不仅具有更好的保温性能,还能大幅减轻结构自重,降低建筑负荷。

3.2.2 高性能玻璃的应用

玻璃作为建筑外立面的重要组成部分,其热工性能对建筑的节能效益影响巨大。现代高性能玻璃采用了低辐射涂层和多层结构,如双层或三层中空玻璃,可有效阻挡太阳热辐射和外部热量的进入,从而减少空调制冷的负担。同时,这类玻璃的透光性和视觉效果也能保证建筑的美观性。特别是在城市建筑中,低辐射玻璃和隔热玻璃不仅提高了建筑的能效,还增强了舒适性和隐私性。真空玻璃和智能调光玻璃的应用更是推动了节能建筑的创新发展。

3.2.3 智能建筑管理系统的应用

智能建筑管理系统(BMS)是现代建筑节能设计的重要组成部分。通过智能化控制技术,BMS能够实时监控和优化建筑内的能源使用情况,自动调节空调、照明、电梯等系统的运行状态,提升建筑的能源利用效率。智能建筑不仅能够提高建筑的舒适性,还能显著降低能耗,减少环境负担。常见的智能建筑管理系统包括:

3.2.4 智能照明控制系统

智能照明系统通过传感器和光照强度调节装置,实现对室内照明亮度的自动调节。根据室内的实际光照情况,智能系统能够自动开关灯具或调节亮度,从而避免不必要的能源浪费。尤其是在公共建筑、办公室等场所,智能照明系统的应用能够有效减少照明能源消耗,提高能源使用效率。此外,智能照明系统还可与人体感应系统结合,根据人员流动情况自动控制灯光的开启与关闭,实现更精细的能效管理。

3.2.5 智能空调与供暖系统

智能空调与供暖系统能够根据室内外温度和湿度的变化自动调节系统运行状态,确保建筑内部始终处于舒适的环境中。智能系统能够通过数据分析,预测建筑内的温度需求,并根据实际情况优化空调与供暖设备的启停时间及工作强度。这种自动化调节不仅能提升居住者的舒适度,还能有效减少能源的浪费。例如,在无人时段或室内温度适宜时,

系统可自动降低空调或供暖设备的能耗，从而减少不必要的能量消耗。

4 建筑节能技术施工中的难点与挑战

4.1 技术集成的难度

建筑节能技术的应用涉及多个学科和技术领域，如建筑设计、施工工艺、节能材料的选用以及智能控制系统的实现等。这些不同技术的融合往往面临着不小的挑战，特别是在施工过程中，如何确保各类技术的兼容性和协同工作，成为技术实施的关键难题。例如，智能建筑管理系统的集成，通常需要与建筑的现有结构、管线布局以及设备系统进行无缝对接。建筑管理系统能够有效地对建筑的能耗进行实时监控和调节，但其高集成度要求建筑施工时必须考虑到各种系统的协同作用，这对施工人员的专业技术能力和施工团队的协作能力提出了较高的要求。此外，不同技术间的信息交互、数据共享和系统适配等方面也存在一定的技术壁垒。要有效解决这些问题，需要从设计阶段就进行精细化的规划，增强各专业间的沟通与合作，在确保技术功能的同时，避免出现不兼容或冲突的情况。随着建筑节能技术的不断发展和新型建筑材料的不断应用，如何在建筑施工中有效集成这些新兴技术，将是未来建筑行业面临的长期挑战。

4.2 节能材料的应用与施工技术

节能材料的选择和应用直接影响建筑节能技术的效果。现代建筑节能要求通过创新材料来提高建筑的热工性能，减少建筑能耗。然而，节能材料的施工应用需要精细的工艺控制，因为其性能往往与施工质量紧密相关。例如，保温材料的施工质量至关重要。在实际施工过程中，保温层的厚度、连接方式以及接缝的处理等环节，都需要严格按照设计要求进行操作。若施工不当，容易出现热桥效应，导致热量传导问题，反而增加建筑的能耗，降低节能效果。为了保证节能效果，施工团队必须具备较高的专业技术水平，尤其是对节能材料特性和施工技术的深入了解。此外，施工过程中还要加强质量控制，确保每一个施工环节符合节能标准，避免因施工不合格而导致节能效果无法达到预期。节能材料的技术应用不仅要依赖施工工艺的精细化，还要保证材料的选择、加工和存储符合规范要求，这对施工管理提出了更高的标准。

4.3 智能建筑系统的实施

随着建筑智能化的发展，智能建筑系统的实施已经成

为现代建筑节能的一个重要组成部分。智能建筑系统主要通过传感器、控制设备和自动化系统，对建筑的能耗进行监控、管理和调节。实施智能建筑系统的过程较为复杂，它不仅涉及到电子设备、通信技术和计算机系统的应用，还需要对建筑结构和现有设备进行有效的融合。在施工阶段，如何在保证建筑结构完整性的同时，顺利安装这些智能化设备，是一个技术难题。智能建筑系统的实施通常包括对建筑物内温度、湿度、光照、空气质量等多项数据进行实时监测，并根据监测结果自动调节空调、供暖、照明等系统，从而实现建筑能效的优化。然而，在施工阶段，如何将这些设备与建筑物的管线、空间布局等协调匹配，确保设备在后期能正常运行，依赖于精确的施工设计与高效的施工管理。施工人员需要具备一定的智能系统安装与调试能力，以确保系统能够顺利投入使用。此外，智能建筑系统的调试和后期维护也需要专业技术人员的支持，确保系统能够稳定运行，进一步提升建筑的节能效果。

5 结语

建筑节能技术的广泛应用是推动绿色建筑和可持续发展的重要驱动力。随着技术的不断进步，建筑节能在施工中的应用已经取得了显著成效，特别是在建筑围护结构、节能材料和智能建筑管理系统等方面，已经为建筑行业提供了可行的节能解决方案。然而，技术集成、节能材料的应用和智能建筑系统的实施等方面仍然面临一定的挑战。未来，为了更好地推动建筑节能技术的应用，必须加强相关技术的研究与开发，优化施工工艺，提升施工人员的技术水平，并推动技术创新与实践的结合。同时，政策层面的支持和行业标准的完善，也将为建筑节能技术的推广应用提供有力保障。只有从设计、施工到运营管理全方位地推动建筑节能技术的实施，才能为建设绿色、低碳、可持续发展的建筑环境奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 杨斐.建筑外墙保温节能技术在建筑施工中的有效应用[J].四川建材,2024,50(10):39-40+43.
- [2] 李庆国.施工初始阶段建筑施工节能降耗措施探讨[J].四川水泥,2024(7):100-102.
- [3] 王开放,牛宸,袁琪琛,等.建筑施工中节能技术应用分析[J].中国建筑装饰装修,2024(11):83-85.
- [4] 孙东升.浅谈建筑施工技术中节能理念的应用[J].绿色建造与智能建筑,2024(5):36-39.

Construction of Rainwater Collection and Ecological Utilization System in Construction Sites

Yanjun Yin

Sinohydro Fifth Engineering Bureau Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract

With the acceleration of the urbanization process, the construction sites, as an important part of the urban construction, their water resources management and ecological environment protection problems have become increasingly prominent. As a kind of natural and renewable water resources, the rational collection and ecological utilization of rainwater in the construction sites can not only effectively relieve the water shortage at the construction site, reduce the construction cost, but also promote the improvement of the ecological environment, and achieve the goal of green building and sustainable development. This paper aims to explore the construction site rainwater collection and ecological utilization system construction, through the analysis of the importance of rainwater resources and the current situation of the construction site rainwater utilization, design a set of scientific and reasonable rainwater collection system, and put forward the specific strategy and practice of rainwater ecological utilization, in order to provide useful reference for the green transformation of the construction industry.

Keywords

construction site; rainwater collection; ecological utilization; sustainable development; green building

建筑工地雨水收集与生态利用体系构建

尹彦君

中国水利水电第五工程局有限公司，中国·四川·成都 610000

摘 要

随着城市化进程的加速，建筑工地作为城市建设的重要组成部分，其水资源管理与生态环境保护问题日益凸显。雨水作为一种天然、可再生的水资源，在建筑工地的合理收集与生态利用，不仅能够有效缓解工地用水紧张状况，降低施工成本，还能促进生态环境的改善，实现绿色建筑与可持续发展的目标。论文旨在探讨建筑工地雨水收集与生态利用体系的构建，通过分析雨水资源的重要性及当前建筑工地雨水利用的现状，设计了一套科学合理的雨水收集系统，并提出了雨水生态利用的具体策略与实践方案，以期为建筑行业的绿色转型提供有益参考。

关键词

建筑工地；雨水收集；生态利用；可持续发展；绿色建筑

1 引言

建筑工地作为城市建设的临时性场所，其水资源需求量大且集中，而雨水作为自然界中最为丰富的淡水资源之一，其潜在利用价值不容忽视。然而，长期以来，由于缺乏有效的收集与利用机制，建筑工地雨水往往被直接排放或浪费，不仅造成了水资源的浪费，还可能加剧城市排水系统的负担，引发内涝等环境问题。因此，构建建筑工地雨水收集与生态利用体系，实现雨水的资源化、生态化利用，对于推动绿色建筑发展、促进城市生态文明建设具有重要意义。

2 建筑工地雨水收集与生态利用的意义与现状分析

2.1 雨水资源的重要性

雨水资源因其分布广泛、总量丰富及可再生性强的自然属性，成为建筑工地上不可或缺的淡水资源。在建筑工地有效收集与利用雨水，不仅能大幅降低施工对市政供水的依赖性和相应水费，实现经济节约，还能显著减少水资源无谓的浪费。同时，此举对于缓解城市排水系统的巨大压力、减轻雨水径流对环境的潜在污染具有积极作用，有力推动了水资源的循环利用进程^[1]。

2.2 建筑工地雨水利用的现状分析

当前，中国建筑工地雨水利用虽前景广阔，但实践层面仍面临重重挑战。因缺乏系统性规划与设计，雨水收集设施普遍呈现不完善状态，其收集效率难以满足工地实际的水

【作者简介】尹彦君（1986—），男，中国甘肃人，本科，工程师，从事建筑工程研究。

资源需求。同时,施工人员对雨水资源的潜在价值认知匮乏,缺乏主动收集利用的内在动力。加之雨水利用技术尚不成熟,缺乏统一的技术体系与规范标准,这极大地制约了雨水在建筑工地的广泛应用与生态效能的充分发挥。

3 建筑工地雨水收集系统设计

3.1 雨水收集设施配置

3.1.1 屋顶集雨系统设计与材料选择

一个完善的屋顶集雨系统(图1),需巧妙融合集水槽、落水管、储水池等多个组成部分,确保每一滴雨水都能被顺畅地引导、收集并安全储存。材料的选择则直接关系到系统的耐用性与维护成本,因此,应倾向于采用那些耐腐蚀、耐老化且易于清洁的材质,如坚固可靠的不锈钢、灵活耐用的PVC等,它们能为系统的长期稳定运行提供坚实保障。此外,屋顶集雨系统的设计还需充分考量与建筑结构的和谐共生,既要确保雨水收集的高效性,又不能破坏建筑的整体美观与安全性,实现功能性与审美性的完美统一^[2]。

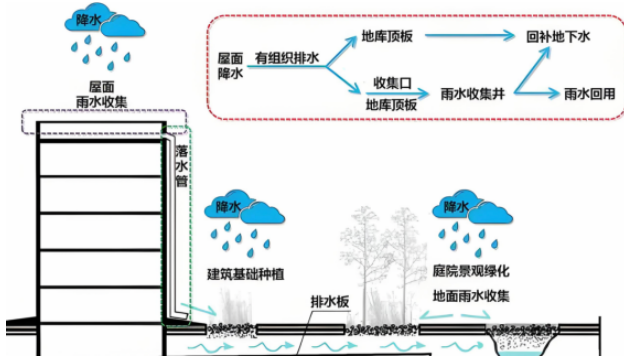


图1 屋顶集雨系统

3.1.2 地面渗透与导流设施规划

建筑工地雨水收集系统中,地面渗透与导流设施的规划扮演着至关重要的角色。通过精心布局地面铺装材料,巧妙设置渗透井、导流沟等关键设施,可以显著提升雨水资源的渗透率与收集效率,为雨水的有效利用奠定坚实基础。在规划阶段,需深入考量地形地貌的复杂多变以及土壤类型的差异,因地制宜地选择最为合适的渗透与导流方案。无论是促进雨水自然渗透入地,还是引导其顺畅流向储水设施,都需确保整个过程的流畅与高效,从而实现雨水资源的最大化收集与利用。

3.1.3 初期雨水弃流与过滤装置设置

由于初期雨水往往夹带着大量杂质与污染物,系统需巧妙配置初期雨水弃流装置,以有效排除这部分水质较差的雨水,从而保障后续收集雨水的纯净度。为了进一步提升雨水的清洁水平,系统中还需精心安装过滤装置,诸如砂滤器、网滤器等,它们能够对雨水进行深度过滤处理,有效去除细小杂质与悬浮物。通过这一系列精心设计的处理流程,可以确保最终收集到的雨水水质清澈、符合使用标准。

3.2 收集系统维护与管理

3.2.1 故障诊断与应急处理机制

由于系统运行过程中不可避免地会遇到各类故障与挑战,因此,需设计一套能够迅速且精准定位问题的诊断体系,确保在第一时间发现并解决潜在隐患。同时,配套制定行之有效的应急处理方案,以便在故障发生时能够迅速响应,采取恰当措施,最大限度缩短系统停机时间,保障其持续稳定运行。此外,加强备用设施的建设与管理同样不可或缺,它们能够在紧急情况下发挥关键作用,为系统的快速恢复提供有力支撑,确保雨水收集工作不受影响^[3]。

3.2.2 智能化监控系统的应用

在建筑工地雨水收集系统(如下图)的现代化升级中,智能化监控系统的融入已成为不可逆转的趋势。依托先进的信息技术,通过精心布设传感器、监控设备等关键组件,能够实现对系统运行状态与雨水收集情况的全方位、实时监测。这一智能化监控系统的应用,极大地提升了管理效率,使得管理人员能够足不出户,便可通过远程监控平台对系统进行精准把控。更为重要的是,系统能够智能识别并分析潜在问题,及时发出预警,为管理人员迅速采取应对措施赢得了宝贵时间,从而有力保障了雨水收集系统的安全稳定运行。

4 建筑工地雨水生态利用策略与实践

4.1 雨水回用于施工与降尘

4.1.1 道路喷洒与降尘系统整合

在建筑工地的日常运营中,道路喷洒与降尘工作对于保障施工安全、减少环境污染具有举足轻重的作用。通过将雨水回用系统与道路喷洒系统进行有机整合,开辟了一条雨水生态利用的新路径。收集到的雨水在经过必要的简单处理后,被巧妙地引入道路喷洒系统中,用于施工现场的道路湿润与降尘。这一创新举措不仅显著降低了对市政用水的依赖,实现了水资源的有效节约,还极大提升了降尘效果,有效抑制了施工现场扬尘的扩散。

4.1.2 回用水质标准与安全保障措施

在建筑工地雨水生态利用的过程中,确保回用水的安全性和可靠性是至关重要的一环。为此,需要制定并执行严格的回用水质标准,为雨水的再利用设定清晰明确的质量基准。同时,建立一套完善的水质检测与分析体系,定期对回用水进行全方位的检查,以确保其各项指标均能满足相关标准和要求。在此基础上,加强回用水的管理与监控同样不可或缺,通过严密的管理流程,有效防止因水质问题而对施工环境或人员健康造成任何潜在的不良影响,从而确保雨水生态利用的安全、高效与可持续。

4.2 雨水生态景观构建

4.2.1 临时性生态池塘与湿地设计

在建筑工地的空间内,巧妙利用空闲区域或自然形成

的低洼地带,设计并构建临时性生态池塘或湿地,不失为一种富有创意的雨水生态利用策略。通过精心规划,这些临时水体不仅能够有效收集并自然处理雨水,减少水资源的浪费,还能通过种植多样化的水生植物、巧妙设置生态浮岛等生态措施,逐步构建起一个充满活力的微型生态系统。这一生态系统在净化雨水水质、提升环境质量的同时,也为忙碌的施工人员提供了一个亲近自然、休闲放松的绿色空间,实现了雨水资源利用与人文关怀的双重价值^[4]。

4.2.2 雨水花园与植被恢复技术

雨水花园作为建筑工地生态化改造的亮点,巧妙融合了雨水收集与植被恢复两大核心技术,为施工环境带来了显著的生态效益。通过在工地周边或内部空闲区域精心选育耐旱、耐水的植物种类,构建起一片片生机盎然的雨水花园,这些花园如同自然的海绵,有效吸收并储存雨水,大大减少了雨水的径流排放,减轻了城市排水系统的压力。同时,雨水花园的建立还极大地促进了植被的快速恢复与健康生长,更提升了整体的生态质量^[5]。

4.3 雨水资源化与能效提升

4.3.1 雨水能收集与利用探索

超越传统观念中雨水仅作为施工或生态用水的局限,通过创新技术与设施的应用,如安装高效雨水发电装置、雨水热能回收系统等,成功地将雨水这一自然资源转化为电能或热能,为建筑工地提供了清洁、可持续的能源支持。这一举措不仅丰富了雨水的利用方式,提高了资源的综合利用率,还积极响应了绿色、低碳的可持续发展理念,为建筑行业的生态文明建设开辟了新的路径,展现了雨水生态利用的多元化与深远意义。

4.3.2 与太阳能、风能等可再生能源的结合应用

在建筑工地雨水生态利用的深入实践中,将雨水资源与太阳能、风能等可再生能源有机结合,构建多能互补的能源系统,已成为推动工地绿色、低碳发展的重要途径。通过科学规划与设计,能够实现雨水、太阳能、风能等自然资源的精准配置与高效协同利用。这一创新模式不仅大幅提升了建筑工地的能源自给能力,还有效提高了整体的能效水平,

为工地运营注入了强大的绿色动力。在多能互补的能源体系支撑下,建筑工地得以在保障施工需求的同时,实现环境保护与能源节约的目标,为建筑行业的可持续发展树立了新的标杆。

4.3.3 能效评估与优化策略

在建筑工地雨水生态利用过程中,为确保雨水资源化利用能够达到预期效果并保持高水平的能效,需要建立起一套定期评估与优化机制。通过对雨水收集、处理、利用等各个环节进行全面而深入的能效分析,能够精准识别系统中存在的问题与不足之处,进而提出具有针对性的优化措施与改进方案。这些措施可能涉及技术升级、设备调整、管理强化等多个方面,旨在不断提升雨水资源化利用的整体效率。同时,加强能效管理与监控同样不可或缺,它能够有效保障雨水资源化利用系统的长期稳定运行,确保其在不断变化的工地环境中始终发挥最大效益。

5 结语

建筑工地雨水收集与生态利用体系的构建是实现绿色建筑与可持续发展的重要途径。通过科学合理的雨水收集系统设计、生态利用策略的制定与实践,可以有效提高雨水资源的利用率和能效水平,降低施工成本和环境负担,促进生态环境的改善和城市的可持续发展。未来,随着技术的不断进步和意识的不断提高,建筑工地雨水收集与生态利用将得到更加广泛的应用和推广,为构建绿色、生态、宜居的城市环境贡献更大的力量。

参考文献

- [1] 张倩.智能建筑环境下雨水收集与利用技术研究[J].水上安全,2024(21):79-81.
- [2] 奚洪波.绿色建筑雨水收集循环利用关键技术攻关及示范推广[Z].浙江省,恒尊建设集团有限公司,2021-06-16.
- [3] 梁文静,徐杰,何轶,等.建筑雨水收集循环利用工艺探析[J].环境保护与循环经济,2021,41(6):13-15.
- [4] 朱宴青.试论城市建筑的雨水收集与再利用[J].美与时代(城市版),2018(12):35-37.
- [5] 马鹏超.绿色建筑雨水收集与利用方法分析[J].居舍,2018(31):56.

Analysis of Maintenance Technology for Asphalt Pavement of Highways in the New Era

Feng Gao

Emergency Rescue and Specialized Maintenance Team of Alxa League Transportation Development Center, Alxa, Inner Mongolia, 750300, China

Abstract

With the continuous promotion of highway construction in China, asphalt pavement has become one of the important transportation infrastructure. Faced with increasingly severe traffic pressure and extreme weather conditions, asphalt pavement maintenance technology urgently needs innovation and improvement. This paper analyzes the current situation of asphalt pavement maintenance on highways, explores innovative applications in new materials, intelligent maintenance technology, and life extension technology, and focuses on the sustainable development measures for future asphalt pavement maintenance work on highways. Through in-depth analysis of the optimization of maintenance management system and the application of data analysis technology, this paper emphasizes the key role of precise maintenance and environmental protection technology in improving road quality and extending service life.

Keywords

highway asphalt pavement; maintenance technology; new materials; intelligent maintenance

新时期公路沥青路面养护技术分析

高峰

阿拉善盟交通运输事业发展中心应急抢险与专业化养护队，中国·内蒙古 阿拉善 750300

摘 要

随着中国公路建设的不断推进，沥青路面已成为重要的交通基础设施之一。面对日益严峻的交通压力和极端气候条件，沥青路面养护技术亟需创新与提升。论文分析了当前公路沥青路面养护的现状，探讨了新型材料、智能化养护技术及寿命延长技术等方面的创新应用，重点阐述了未来公路沥青路面养护工作的可持续发展措施。通过深入剖析养护管理体系的优化和数据分析技术的应用，论文强调了精准养护和环保技术对提升路面质量和延长使用寿命的关键作用。

关键词

公路沥青路面；养护技术；新型材料；智能化养护

1 引言

公路沥青路面作为现代交通网络的骨架，承担着重要的运输功能。然而，随着交通负荷的加剧及环境条件的变化，沥青路面面临的损坏问题日益严重。传统的养护方法已难以满足高效、长效和环保的需求，因此，如何借助新兴技术和创新材料延长沥青路面的使用寿命，成为当前养护领域亟待解决的难题。

2 沥青路面养护的现状

沥青路面作为现代公路交通的主要形式之一，其养护工作面临着日益严峻的挑战。在过去的几年中，随着交通量的不断增加和路面荷载的增大，沥青路面损伤的类型和频率

也呈现出多样化的趋势。传统的养护方法，如表面封层、裂缝修补等，虽然可以在短期内修复表面损伤，但并未能从根本上解决沥青路面使用寿命延长的问题^[1]。许多养护措施缺乏系统性和长期性，导致路面在修复后往往很快出现新的损害，特别是在温差较大的地区，裂缝扩展和车辙形成的情况尤为突出。因此，现有的养护技术大多局限于表面修复，忽视了结构层的加固与增强，造成了资源浪费和修复效果的不持久。

在养护资金和技术手段有限的情况下，沥青路面的养护方式通常采用定期巡检、局部修复等方法，虽然在一定程度上保障了路面的通行能力，但却未能从整体上提升沥青路面的耐久性与使用性能。许多地区尤其是偏远地区，养护作业缺乏科学规划，容易导致局部路段的超负荷运行。而在一些老旧路段，虽然对其进行了反复修补，但由于养护技术跟不上路面老化的速度，路面质量整体下降严重。整体上看，

【作者简介】高峰（1987-），男，中国内蒙古阿拉善人，本科，工程师，从事公路养护研究。

现阶段的养护技术体系尚未形成系统的长效机制，且由于技术创新的缓慢，无法有效应对新时期公路交通运输发展的需求。如图1所示，这不仅对养护工作本身提出了更高的要求，也对技术人员操作完善和养护周期的设计提出了更大的挑战。

公路养护路面坑槽修补见图1。



图1 公路养护路面坑槽修补

3 新时期沥青路面养护技术的创新应用

3.1 新型材料的应用与优势

近年来，比如高性能改性沥青、纤维增强沥青，以及再生沥青等新型材料的出现，改变了传统养护技术对单一材料的依赖，带来了显著的技术革新。高性能改性沥青由于其优异的抗车辙性、抗低温裂缝及耐老化能力，在各类交通荷载较大的路段得到了广泛应用。相比传统沥青，其分子结构经过优化改性，能够显著提高沥青路面的使用年限，减少养护频率^[2]。因此，这种新型材料不仅有助于降低长期养护成本，也能提高路面的行驶舒适性与安全性。

此外，纤维增强沥青材料的应用，也为沥青路面养护带来了突破性变化，通过在沥青混合物中加入不同类型的纤维材料（如聚丙烯纤维、玻璃纤维等），能够有效改善路面的抗拉强度与韧性，从而增强沥青路面的耐久性和抗裂性能。这种材料尤其适用于交通量大、负荷重的公路，可以有效避免因荷载过重而造成的路面变形和裂纹扩展。在多年的应用实践中，纤维增强沥青显示出了较好的抗疲劳性能，显著减少了车辙和表面裂缝的产生，延长了路面的使用寿命。再生沥青的推广则体现了沥青路面养护技术的环保性和经济性，通过回收利用旧沥青并与新材料相结合，不仅降低了材料成本，还减少了废旧沥青的环境污染。

3.2 智能化养护技术的探索与实践

在新时期，智能化养护技术正逐步成为沥青路面维护中的重要组成部分，其技术探索和实践已经进入了一个新的阶段，传统的养护方式依赖人工巡查与手动操作，这种模式下，不仅耗费大量人力物力，且反应速度较慢，难以应对快速变化的交通环境。智能化技术的引入改变了这一局面，特别是在数据采集与监测方面，智能化设备如路面状态监测仪、传感器和无人机等能够实时获取大量的路面信息，为养

护决策提供精确的数据支持。例如，利用传感器嵌入沥青路面，可以实时监测到路面结构的微小变形和损伤，系统能够通过数据分析预测路面未来的损坏趋势，这一技术的应用大大提高了养护工作的科学性与预见性。通过高精度数据的采集，相关部门能够提前规划养护策略，避免了突发性损坏的发生，进一步提升了路面安全性。而且借助人工智能和机器学习算法，智能养护设备能够进行自我调整和优化。例如，智能压路机能够根据路面情况自动调节压实力度，避免了人工调节带来的误差，并且能够根据实时数据分析自动选择最合适的压实模式，这种技术不仅提高了养护效率，还在很大程度上避免了人为操作的盲目性。此外，基于大数据和云计算的养护平台的建立，也使得路面养护管理从单纯的事后修复转变为预测性养护，这种基于数据驱动的方式不仅能够优化资源的分配，还能为未来的养护工作提供深刻的理论依据和实践指导。

3.3 沥青路面寿命延长技术的突破

近年来，随着公路交通量的逐步增加，沥青路面因高强度的荷载和恶劣气候条件面临严重的退化问题。传统的养护手段虽然能够暂时修复路面裂缝和车辙，但往往未能有效解决路面长期耐久性不足的问题。在此背景下，沥青路面寿命延长技术迎来了突破性进展，尤其是在新型添加剂和改性技术的应用方面。近年来，聚合物改性沥青（PMA）和橡胶改性沥青的使用，明显提高了沥青路面的抗裂性、抗老化性和高温稳定性。与传统沥青相比，聚合物改性沥青由于其更高的分子强度，能有效防止沥青在长时间使用后发生老化和开裂，延长了路面的使用寿命。

在技术突破的另一重要方向上，反应性沥青材料也得到了广泛关注。这些材料能够与路面损伤区域的微裂纹进行化学反应，从而在修复过程中自动填补裂缝，形成具有自愈能力的结构。这种技术特别适用于那些易于发生裂缝的区域，例如受交通荷载较大或气候变化剧烈的路段。在自愈沥青的应用中，裂缝的恢复不仅仅依赖外部修补，而是通过沥青本身的化学性质自我修复，减少了路面再次发生损伤的可能性。随着自愈合技术的不断成熟，沥青路面的维护变得更加高效和可持续^[3]。此外，基于大数据和智能监测技术，结合预测性养护方案，能够实时监控路面状况，提前识别潜在的损坏，优化修复时机和方法，从而最大限度地延长沥青路面的使用寿命。随着这些技术不断的创新与实践，沥青路面寿命延长不再只是一个理想，而是逐步转化为公路养护的现实解决方案。

4 沥青路面养护管理与实施策略

4.1 养护管理体系的优化

现代化的养护管理体系需要更加依赖数据驱动与智能化决策。通过建立基于大数据的养护信息平台，养护决策的科学性和精准性得到了大幅提升。这些平台通过实时监测路面状况、积累历史数据，并结合交通流量、气候条件等多维

度信息,能够为养护工作提供准确的时间节点和养护措施。例如,某些先进的养护管理系统已能够通过智能传感器对路面裂缝、沉降、车辙等病害进行自动识别和分析,从而生成养护优先级清单,确保养护资源得到合理配置,避免了人工评估的误差和盲目性。但是仅有智能化的监控系统并不足以构建一个高效的养护管理体系,如何优化养护过程中的反馈机制同样至关重要。传统养护管理往往存在信息滞后和反馈不及时的问题,导致部分路段未能在最佳时间进行修复,错失最佳养护时机。而通过实施周期性的数据回顾与分析,结合动态调整的管理机制,可以更加灵活地应对不同路段的实际情况。例如,定期对养护效果进行评估,通过与历史数据的对比,分析不同技术和材料的长期效果,从而不断优化养护策略。此外,建立跨部门协同工作机制也至关重要,交通运输部门、养护单位以及地方政府应加强信息共享与沟通,共同制定符合当地实际的养护计划。这种精细化的管理模式不仅提升了养护效率,也确保了有限资源的最大化利用,使得公路养护工作更加可持续,切实解决了“重修不重养”的问题,延长了沥青路面的服务年限。

4.2 养护效果评估与数据分析

随着信息技术的进步,基于大数据分析和智能监测的养护效果评估模式已逐步取而代之。通过精确的数据采集与分析,不仅能够真实反映养护的成效,还能在问题初期及时发现并提出对策,例如,借助高精度的传感器和无人机巡检,能够对沥青路面上的微小裂缝、车辙等病害进行实时监测,并通过数据平台生成详细的养护报告,这为养护单位提供了重要的决策依据。路面状况的定期数据更新使得管理者可以快速了解养护效果,评估各项技术应用的实际成效,并作出针对性调整。在数据分析的过程中,科学的统计方法和智能化分析工具的应用至关重要,以机器学习和人工智能为代表的先进技术,能够对采集的大量历史数据进行深入挖掘,通过分析不同养护手段在不同路段、不同气候条件下的表现,找出最优的养护策略。例如,通过对不同季节、不同交通负荷下的路面损伤数据进行综合分析,可以预测哪些路段可能在未来一段时间内出现较为严重的损坏,从而提前安排养护作业,避免出现突发性事故。

4.3 未来养护工作的可持续发展措施

未来沥青路面养护工作的可持续发展,将依赖于技术

创新和环境友好的养护方案的不断推陈出新。在当前全球面临环境压力和资源短缺的背景下,沥青路面的养护不应仅仅局限于提高工作效率,还应考虑资源的高效利用 and 环境保护。以绿色养护技术为核心的可持续发展措施将成为未来养护工作的主流。例如,废旧沥青的再生利用不仅可以降低养护成本,还能减少对自然资源的消耗。在这一过程中,传统的沥青回收利用技术面临着性能不稳定的问题,因此,如何通过技术改进,提高再生沥青的性能和质量,成为未来养护中的关键一环。通过引入先进的再生技术,将经过处理的再生沥青与新型改性材料相结合,可以实现更长时间的路面使用周期,减少路面的频繁修复和更新。

除了技术创新,基于大数据和智能化技术的精确养护管理模式,将是未来养护工作的重要发展方向。通过实时监测路面状况并结合历史数据,养护部门能够科学预测路面的损坏趋势,并制定个性化的养护策略,从而避免不必要的资源浪费。例如,基于车载传感器和无人机巡检等技术手段,结合深度学习算法,能够全面分析路面在不同使用情况下的性能变化,预测未来损坏的可能性,提前进行针对性养护,这样不仅可以优化资金使用,还能有效延长路面寿命。与此同时,智能化的养护管理平台将能够整合来自不同区域、不同类型道路的养护数据,形成完整的养护数据库,为决策者提供精确的参考信息,进一步提升养护工作的精准性和可持续性。

5 结语

综上所述,公路沥青路面的养护技术在新时期面临着越来越复杂的挑战,亟须通过技术创新和科学管理进行优化和提升。从新型材料的应用到智能化养护技术的探索,再到寿命延长技术的突破,公路沥青路面养护的未来充满希望。智能化监控和数据分析技术将成为未来养护管理的核心,推动公路养护从经验性操作向数据驱动决策转型。

参考文献

- [1] 那振坤.高速公路沥青路面预防性养护技术的应用[J].科学技术创新,2024(23):159-162.
- [2] 申晓明.沥青路面抗车辙养护难点与解决办法[J].城市建设理论研究(电子版),2024(31):132-134.
- [3] 严江峰.沥青路面预防性养护技术在公路养护中的应用研讨[J].交通科技与管理,2024,5(21):85-87.

Research on Urban Construction Infrastructure Construction under the Background of Multi-channel Financing

Yongchao Xie

Mile City Urban Housing Demolition Coordination Center, Mile, Yunnan, 652399, China

Abstract

With the acceleration of China's urbanization process, the construction of urban engineering infrastructure has become an important support to promote economic and social development. However, limited by local financial capacity, single investment channels and other factors, urban construction infrastructure financing faces many challenges. In order to solve this problem, multi-channel financing to accelerate the pace of urban construction infrastructure construction has become an important task of our country's urban construction. This paper discusses the importance and feasible ways of multi-channel financing to accelerate the pace of urban construction infrastructure construction, analyzes the current problems faced by urban construction financing, and puts forward corresponding solutions, aiming at providing useful references for promoting urban construction infrastructure construction.

Keywords

urban construction; infrastructure; collaborative development; multi-channel financing

多渠道筹措背景下城建工程基础设施建设研究

谢永超

弥勒市城市房屋拆迁协调中心, 中国 · 云南 弥勒 652399

摘 要

随着中国城市化进程的加快, 城建工程基础设施建设成为推动经济社会发展的重要支撑。然而, 受限于地方财政能力、投资渠道单一等因素, 城建工程基础设施建设筹措面临诸多挑战。为解决这一问题, 多渠道筹措加快城建工程基础设施建设步伐, 已成为当前我国城市建设的重要任务。论文探讨了多渠道筹措加快城建工程基础设施建设步伐的重要性和可行途径, 分析了当前城建筹措面临的问题, 并提出了相应的解决方案, 旨在为推动城建工程基础设施建设提供有益的参考。

关键词

城建工程; 基础设施; 协同发展; 多渠道筹措

1 引言

近年来, 中国政府高度重视城建工程基础设施建设, 不断加大投资力度。然而, 在资金筹措方面, 仍存在地方财政压力较大, 难以满足城市建设需求, 投资渠道单一, 融资手段有限, 城建工程基础设施建设投资回报周期较长, 企业参与积极性不高等诸多问题。本研究旨在探讨如何通过创新融资模式、拓宽资金来源, 为城市建设提供有力保障。

2 城建工程基础设施建设中多渠道筹措的必要性

2.1 城建工程基础设施建设对城市发展的重要性

完善的基础设施是城市发展的基石, 能够吸引更多企业和人才, 提高城市的吸引力。良好的基础设施有助于提高

城市综合竞争力, 使城市在国内外竞争中脱颖而出。基础设施的完善有助于优化产业结构, 推动城市经济持续健康发展^[1]。在建工程基础设施建设能够提高居民出行、居住、教育、医疗等生活品质, 满足人民群众对美好生活的向往。完善的基础设施有助于降低居民生活成本, 提高居民收入水平。城建工程基础设施建设能够改善城市生态环境, 提升居民生活幸福感。

2.2 多渠道筹措城建资金的必要性

城建工程基础设施建设需要大量资金投入, 仅依靠政府财政难以满足需求。多渠道筹措城建资金, 可以拓宽资金来源, 确保城建工程基础设施建设顺利进行。多渠道筹措城建资金, 可以引入市场机制, 提高资金使用效率。通过市场化运作, 可以降低融资成本, 减轻政府财政负担^[2]。多渠道筹措城建资金, 可以吸引社会资本参与城建工程基础设施建设, 形成多元化的投资格局。社会资本的参与有助于提高城建工程基础设施建设的质量和速度, 推动城市快速发展。

【作者简介】谢永超(1985-), 女, 彝族, 中国云南建水人, 本科, 高级工程师, 从事工程管理研究。

2.3 现有城建资金来源的局限性

2.3.1 财政投入的压力

财政投入是城市建设资金的重要来源之一。然而,随着城市化进程的加快,城市建设项目的数量和规模不断扩大,对财政投入的需求也随之增加。这给财政带来了巨大的压力。一方面,财政支出需要兼顾教育、医疗、社会保障等多个民生领域,城市建设资金的需求与这些领域的资金需求存在一定的竞争关系。另一方面,财政收入增长与城市建设资金需求增长之间存在一定的滞后性,导致财政投入难以满足城市建设资金的实际需求。

2.3.2 单一融资渠道的风险

目前,中国城市建设资金主要依靠政府财政投入和银行贷款。这种单一融资渠道存在一定的风险。银行贷款的审批严格,融资周期较长,难以满足城市建设项目的快速推进需求。银行贷款利率较高,增加了城市建设项目的融资成本。银行贷款存在一定的风险,如贷款违约、信贷风险等,可能对城市建设项目的顺利进行造成影响。

3 多渠道筹措城建资金的途径

3.1 政府财政投入

政府应结合城市发展规划,科学合理编制年度财政预算,确保城建资金投入的稳定性和可持续性。根据在建工程基础设施建设需求,合理确定财政预算规模。优化财政支出结构,提高城建资金使用效率。加强预算执行监督,确保预算资金专款专用。地方政府应积极争取上级政府在政策、资金等方面的支持,加强与上级政府的沟通协调,争取将城市建设项目纳入国家或省级重点支持范围。根据上级政府政策导向,积极申报各类城建专项资金项目^[3]。加强与上级政府相关部门的协作,共同推进城建项目实施。

3.2 债券融资

3.2.1 地方政府债券

地方政府债券是地方政府为筹集资金用于城建工程基础设施建设、公共服务等领域而发行的债券。这种债券通常由地方政府信用担保,具有较高的信用评级,因此能够以较低的成本筹集到资金。地方政府债券的发行,有助于拓宽地方政府的融资渠道,降低融资成本,提高资金使用效率。新增债券主要用于新项目的建设,如交通、环保、教育等领域的投资。再融资债券主要用于偿还到期债务,以维持地方政府的债务平衡。

3.2.2 项目收益债券

项目收益债券是指以特定项目产生的收益作为还款来源的债券。这种债券的发行,要求项目本身具有稳定的现金流,能够覆盖债券的本息支付。项目收益债券的发行,有助于吸引社会资本参与城市建设,提高项目投资效益。项目收益债券的具体特点包括:①项目收益与融资自求平衡:债券发行方需确保项目收益能够覆盖债券本息支付,实现融资自

求平衡。②期限与项目周期相匹配:债券期限通常与项目周期相一致,有利于项目在建设过程中获得稳定的资金支持。③收益率在国债基准利率上小幅上浮:项目收益债券的收益率通常高于国债,以吸引投资者。

3.3 社会资本参与

3.3.1 应用 PPP 模式

政府和社会资本合作(PPP)模式是一种新型的投融资合作方式,它通过政府与私营部门之间的合作,共同承担项目的设计、融资、建设、运营和维护等责任。在城建领域,政府与私营部门共同承担项目风险,降低了单一主体的风险压力。私营部门通常拥有丰富的资金和项目管理经验,能够有效引入外部资金。私营部门的高效管理有助于缩短项目周期,提高建设效率。PPP模式鼓励创新,通过引入市场机制,提高公共服务的质量和效率^[4]。

3.3.2 吸引民间投资

民间投资是推动经济发展的重要力量,吸引民间投资参与城建项目,有助于优化资源配置,提高资金使用效率。政府应出台一系列优惠政策,如税收减免、土地使用优惠等,以吸引民间资本投入。通过搭建全国向民间资本推介项目的平台,向民间投资者展示具有潜力的城建项目。建立健全促进民间投资资金和要素保障机制,确保民间投资者的合法权益。完善市场机制,提高项目透明度,增强民间投资者对项目的信心。

3.4 土地资源利用

3.4.1 土地出让收入的合理利用

科学制定土地出让计划,根据城市规划和经济社会发展需求,合理确定土地出让规模、区域和用途,确保土地出让收入与城市建设需求相匹配。优化土地出让方式,采用招标、拍卖、挂牌等多种出让方式,提高土地出让透明度,确保土地出让收入最大化。加强土地出让收入监管,建立健全土地出让收入管理制度,确保土地出让收入及时、足额上缴国库,防止资金流失。合理分配土地出让收入,将土地出让收入按照国家规定和地方实际情况,合理分配用于城市建设、土地储备、土地开发等用途,确保资金使用效益。

3.4.2 土地增值收益的分配

土地增值收益是指土地在出让过程中,由于市场供求关系、城市规划调整等因素导致的土地价值增加部分。为了合理分配土地增值收益,明确土地增值收益分配原则,坚持公平、公正、公开的原则,确保土地增值收益分配合理^[5]。

3.5 金融机构贷款

3.5.1 与银行等金融机构的合作

城市建设和改造项目通常周期较长,涉及资金量大,因此与银行等金融机构建立长期稳定的合作关系至关重要。这有助于金融机构更好地了解项目需求,提供定制化的金融解决方案。通过与多家银行合作,可以拓宽融资渠道,降低融资成本。例如,可以同时申请政策性银行贷款、商业银行

贷款、外资银行贷款等,实现资金来源的多元化。根据项目特点和需求,合理配置贷款期限、利率和还款方式,降低项目融资风险。同时,金融机构可以提供贷款担保、信用增级等服务,提高项目融资成功率。

3.5.2 创新金融产品和服务

针对城市建设和改造项目中的绿色环保需求,金融机构可以推出绿色信贷、绿色债券等绿色金融产品,支持绿色项目建设。针对城市建设和改造项目中的供应链融资需求,金融机构可以提供供应链融资、保理、票据贴现等供应链金融服务,提高资金周转效率。将城市建设和改造项目中的优质资产进行证券化,通过发行资产支持证券(ABS)等方式,实现资产盘活和融资。

4 加快城建工程基础设施建设步伐的策略

4.1 科学规划基础设施项目

深入调研,明确需求。在规划基础设施项目时,要充分调动区域经济发展需求、居民生活需求以及产业布局需求,确保项目规划的科学性和前瞻性。优化布局,统筹兼顾。在规划过程中,要充分考虑项目之间的相互关系,实现基础设施项目的合理布局,避免重复建设和资源浪费。强化项目论证,确保质量。对基础设施项目进行严格的可行性研究、环境影响评价等论证工作,确保项目建设的质量和效益。创新规划方法,提高规划水平。运用现代信息技术,如大数据、云计算等,提高基础设施项目规划的科学性和准确性。

4.2 提高项目建设效率

优化审批流程,简化手续。简化基础设施项目审批流程,提高审批效率,缩短项目落地时间。加强项目管理,建立健全项目管理制度,加强施工现场管理,确保项目施工质量。在在建工程基础设施建设中,积极推广新技术、新材料、新工艺,提高项目建设效率。加强城建工程基础设施建设领域人才培养,提高施工人员的技能水平。

4.3 加强基础设施运营管理

完善运营机制,提高管理水平。建立健全基础设施运营管理制度,明确运营责任,提高运营效率。加强信息化建设,提高运营效率。运用信息化手段,实现基础设施运营管理的智能化、精细化。在基础设施运营过程中,加强成本控制,提高经济效益。加强安全监管,建立健全安全管理制度,加强安全监管,确保基础设施运营安全。

5 多渠道筹措城建资金与加快城建工程基础设施建设的协同发展

5.1 资金筹措与项目建设的衔接

建立健全资金筹措机制,确保资金来源多元化,包括政府投资、社会资本、银行贷款、债券发行等多种渠道。加强资金监管,确保资金使用规范、透明,提高资金使用效率。

优化资金拨付流程,缩短资金拨付时间,确保项目建设资金及时到位。根据资金筹措情况,合理制定项目建设进度计划,确保项目按期完成。针对资金紧张的项目,优先保障重点、急需项目,确保关键节点工程顺利推进。加强项目动态管理,根据资金到位情况,适时调整项目进度,确保项目建设与资金筹措相协调。加强与金融机构、社会资本的合作,拓宽融资渠道,为项目建设提供有力支持。

5.2 风险防控与可持续发展

加强融资渠道多元化,通过发行政府债券、引入社会资本、开展PPP项目等多种方式,拓宽融资渠道,降低单一融资渠道的风险。完善风险预警机制,建立健全融资风险预警体系,对融资项目进行全面风险评估,及时发现和防范潜在风险。强化风险控制措施,对融资项目实施全过程监管,确保资金安全,防止资金挪用和浪费。加强信用体系建设,完善信用评价体系,提高融资主体信用水平,降低融资风险。优化资源配置,根据地区发展需求和资源禀赋,合理规划城建工程基础设施建设,确保项目效益最大化。创新管理模式,推广PPP等新型管理模式,提高城建工程基础设施建设运营效率,降低运营成本。加强环境保护,在城建工程基础设施建设过程中,注重生态环境保护,实现经济效益、社会效益和生态效益的统一。

6 结论

创新融资模式,探索政府与社会资本合作(PPP)模式,吸引社会资本参与城建工程基础设施建设,实现风险共担、利益共享。拓宽资金来源,积极争取中央财政支持,加大地方政府债券发行力度,引导金融机构加大对在建工程基础设施建设的信贷支持。优化投资结构,合理配置资金,优先保障民生工程、交通、能源等关键领域的在建工程基础设施建设。加强项目管理,提高项目审批效率,加强项目监管,确保资金使用安全、高效。通过以上措施,有望实现多渠道筹措城建资金,加快城建工程基础设施建设步伐,为中国经济社会发展提供有力支撑。

参考文献

- [1] 杨宇坤.政府公共工程投资绩效审计研究[D].南京:南京审计大学,2023.
- [2] 陈辉.浏阳市城建集团公司融资管理改进研究[D].长沙:湖南大学,2022.
- [3] 李鑫均.郑州市地方政府投融资平台债务风险研究[D].北京:北京交通大学,2022.
- [4] 王骁睿.助力城市投融资投资能力发展分析——以南京城建集团为例[J].商业观察,2021(20):46-48.
- [5] 熊晶.浅析城建投融资平台建设的思考[J].现代经济信息,2020(5):138+140.

The Importance of Welded Steel Structure Shelf Inspection in Three-dimensional Warehouse

Zefeng Xiao

Shanghai Junce Testing Technology Service Co., Ltd., Shanghai, 201999, China

Abstract

In recent years, with the rapid development of the e-commerce industry, the installation and use of steel structure shelves in warehouses have increased year by year. In addition, the government's safety production supervision is also shifting to the non-manufacturing industry. Under the promotion of two factors, higher requirements are put forward for the safety of shelves, especially how to identify the hidden dangers and reduce the risks through inspection and testing or professional evaluation in the daily use of steel structure shelves. Based on this, the paper will analyze the importance of steel structure shelf testing, discuss its application in different scenarios, and analyze the steps and methods of steel structure shelf detection, hoping to provide theoretical support and practical guidance for improving the safety and reliability of shelves.

Keywords

three-dimensional warehouse; building steel structure shelf inspection; development prospect

浅谈立体仓库焊接式钢结构货架检测的重要性及其检测要点

肖泽锋

上海钧测检测技术服务有限公司, 中国 · 上海 201999

摘 要

近些年, 随着电商行业的飞速发展, 带动了仓库筑钢结构货架的安装量和使用量的逐年增高, 另外政府安全生产监管视线也在向非制造业转移。在双因素的推动下, 对货架使用安全提出了更高要求, 尤其是钢结构货架在日常使用中如何及早地通过检查检测或专业评估等方式来识别其中的隐患和降低风险。基于此, 论文将分析筑钢结构货架检测的重要性, 探讨其不同场景下的应用, 并对筑钢结构货架检测的步骤以及方法进行分析, 希望能为提高货架的安全性和可靠性提供理论支持和实践指导。

关键词

立体仓库; 筑钢结构货架检测; 发展前景

1 引言

筑钢结构货架检测的目的是确保钢结构货架的安全性、可靠性和耐久性。通过对钢结构货架进行定期的检查和评估, 可以及时发现潜在的结构缺陷、损伤或腐蚀等问题, 从而采取必要的维修或加固措施并防止结构失效或事故发生。货架的定期检测还有助于验证设计和施工质量, 确保结构符合相关规范和标准要求, 同时也为结构的维护和升级提供数据支持。通过这一过程, 可以延长钢结构货架的使用寿命, 减少维护成本并保障人员和财产的安全。

钢结构货架的梁和柱的防火层厚度测定, 在构件长度内每隔 3m 取一截面, 对于梁和柱在所选择的位置中, 分别测出 6 个和 8 个点。分别计算出它们的平均值, 精确到 0.5mm。

【作者简介】肖泽锋 (1987-), 女, 中国江西赣州人, 助理工程师, 从事建筑钢结构货架检测研究。

重型钢卷存储立体库货架系统随着智能工厂数字化的加速推进, 重载仓储的智能化需求也在日益上升。重载高架立体库的搭建难就难在一个“重”字, 比如: 堆垛机在搬运和堆垛卷料的过程中, 容易引起卷料掉落; 重型钢卷等卷料存取难度大, 使用传统的输送设备占用空间多, 存放复杂, 效率低等。重载仓储智能立体库, 主要由重型货架、重载堆垛机、重型输送线、RGV 等核心智能装备以及仓储智能系统管理软件组成。在承重量大的同时, 要保证系统能够平稳、可靠和高效运行, 对货架、堆垛机等硬件设备的结构强度、制造精度和货叉、载货台等都有很高的设计要求。重载仓储智能立体库的应用, 可以解决常规重载物料运输难、存储难、统计难、安全风险高等痛点, 提高卷料的存取效率, 降低人工成本与减少仓库面积, 实现高效智能化的管理。

钢结构货架是通过槽钢和钢材等制作而成的钢柱、钢柱、钢管桁架等构件; 各构件或组件中间采用焊接、螺丝或铆钉连接的结构。广泛应用于大型厂房、化工厂、制造业、

生产型企业等领域。在工程建设领域中，钢结构货架因其高强度、非性能、抗震能力强、资源循环利用高等优点，已广泛应用于各行各业中。然而，钢结构货架的可靠性和安全性问题，则离不开无损检测的科学进行与控制。

2 筑钢结构货架检测的重要性

筑钢结构货架检测的重要性在于确保货架的安全性、评估其承载能力、优化仓储布局、满足法规要求、提升应急响应能力和促进可持续发展。

2.1 确保货架的安全性

定期进行货架检测可以发现潜在的安全隐患，如潜在缺陷、损伤或变形等问题，通常在现场检测时，会采取全站仪检测货架立柱的垂直度和横梁的挠度，通过每根立柱测试3个点来辨别目前柱子的倾斜量。横梁的测试也是一样的，通过测试横梁的3个点，综合对比下挠的程度。对于出现问题的构件及时进行修复或更换，避免货架在承载货物时发生倒塌或坍塌事故，确保仓库内工作人员和货物的安全。

2.2 评估货架的承载能力

检测可以评估货架的承载能力是否符合设计要求，在货架的承载力能力验证当中，通常会委托方提供政府的货架结构图。例如，一个托盘位的承载力为1T，那么在实施的试验过程中相关检验检测团队也会现场准备300KG、400KG以及1T的配重块，逐步增加荷载。在横梁的下方安装百分表，通过一个动态的试验来验证该托盘位以及该组货架的承载能力。以及是否能够满足当前和未来的存储需求。这有助于企业合理规划仓库的存储布局，确保货架能够安全、有效地承载货物。

2.3 优化仓储布局与管理

通过货架安全检测，企业可以全面了解现有货架的使用状况、承载能力及剩余寿命，为仓储布局的优化和管理提供科学依据。例如，对于承载能力不足的货架，企业可以采取加固措施或更换新型货架以提升存储效率；对于布局不合理的区域，可以重新规划以提高空间利用率。

2.4 满足法规要求与行业标准

在许多国家和地区，仓储设施的安全管理受到严格的法律法规约束。定期进行货架安全检测，可以确保企业的经营活动符合相关法律法规的要求，避免因违规操作而面临的法律风险。

2.5 提升应急响应能力

在突发事件如地震、火灾等自然灾害或人为因素导致的意外情况下，稳固的货架结构能够减少商品损坏和人员伤亡的风险。通过货架安全检测，企业可以提前识别潜在的风险点，制定针对性的应急预案，并在必要时进行应急演练，提升应对突发事件的能力。

2.6 促进可持续发展

通过科学合理的货架安全检测，企业可以优化仓储

资源配置，减少资源浪费和环境污染，促进企业的可持续发展。

3 不同场景下的应用

①在钢梁、钢柱焊接过程中，筑钢结构货架承重平台发挥着至关重要的作用。由于大跨度厂房的钢梁、钢柱通常体积庞大且重量较重，需要一个稳定可靠的工作平台来进行焊接操作。而钢结构承重平台能够承受焊接设备、工人以及钢梁钢柱自身的重量，为焊接工作提供安全稳定的作业环境。例如，在一些大型钢结构货架建设项目中，钢结构承重平台的承重能力可达数吨甚至更高，能够满足大跨度钢梁、钢柱焊接的需求。因为施工高度增加，风险也相应增大。另外，钢结构承重平台可以作为施工人员的操作平台和材料堆放平台，方便施工的同时并确保施工安全。据统计，在钢结构货架建设中，采用钢结构承重平台可以提高施工效率30%以上，可以较大的缩短工期并降低成本。

②仓储物流设施中的应用在自动化立体仓库中，筑钢结构货架是关键的组成部分。自动化立体仓库需要高度的空间利用率和存储效率，而筑钢结构货架可以设计成多层结构充分利用垂直空间来增加存储容量。同时，筑钢结构货架的强度和稳定性能够承受大量货物的重量并确保仓库的安全运行。例如，在一些大型自动化立体仓库中，筑钢结构货架的承重能力可达数吨甚至更高能够满足不同类型货物的存储需求，提高货架的稳定性和承重能力。

4 筑钢结构货架检测的步骤

无损检测是一种不会对被检查对象造成破坏的检查方法。而筑钢结构的无损检测主要包括以下步骤：

①预检测：首先对钢结构进行全面的视觉检查以了解其表面状态（如是否有裂纹、缺口、腐蚀等）这将有助于后续无损检测的准确性。

②检测：常用无损检测方法包括射线检测、超声波检测、磁粉检测、渗透检测、涡流检测等。根据检测结果进行数据分析，找出存在的问题。

③结果判定：根据相关标准对结果进行判定。

④报告编写：无损检测完成后，需要编制无损检测报告，以便将检测结果呈现给相关的审查部门或者使用者。报告通常包括：项目名称、结构部位、检测方法、检测结果和结果判定等内容。报告应真实反映检测情况，为能实施修复、维护工作或了解材料状态提供清楚的信息。无损检测的周期安排应根据钢结构的使用环境、使用强度和使用时间来确定。一般状况下，应每隔一定的时期进行一次钢结构的无损检测，以发现潜在的问题并做好预防措施。

5 筑钢结构货架检测的方法

5.1 超声法

原理：利用超声波的脉冲反射特性来检查金属内部缺

陷(如裂纹)的一种方法,其基本过程为:将探头放在待测金属表面后,产生超声波脉冲波,由探头接收后转变为电信号经放大电路放大并送到计数器进行计数。当达到规定次数时发出音响报警或停止工作(一般不超过100次)。

应用范围及特点:适用于各种钢材及非铁合金材料的内部裂纹、分层等缺陷的检验;可对大型工件进行在线实时监测和自动记录;具有操作简便、速度快等特点

5.2 磁粉探伤

原理:利用磁性材料在外磁场作用下显示出的漏磁场来判断缺陷性质的一种方法。

应用范围及特点:可用于检验各种金属材料表面的裂纹和折等缺陷以及缝内部的气孔、夹渣等缺陷;可在常温下进行检验且不受工件大小的影响等优点。

5.3 渗透性射线照相

原理:采用X射线穿透被检物体而形成感光底片的方法进行检查的一种方法,根据不同物质对X射线的吸收能力不同可分为空气成像法和液体成像法两种方式。应用范围及特点:适用于各类钢铁材料表面微小细粒的检查和质量的检查;能准确发现焊缝中存在的气孔砂眼夹杂物等缺陷并能准确地判断出这些故障的位置与程度,具有操作方便灵活等特点。

另外,还有目测法,即通过直接观察货架的外观和结构来初步判断其是否存在损伤、锈蚀、变形等问题,特别关注立柱、横梁、层板等关键部位及连接处。手摸法,通过触摸货架表面感知其是否存在异常痕迹或损伤(如凹凸不平、松动等)。着色试验法,利用不同颜色的染料将待检验的工件染上颜色以发现隐藏的缺陷或故障。射线照相技术,用X射线照射到物体上,通过感光层显现影像检查内部缺陷。涡流探伤,利用液体介质在静止界面处流动的特性进行工件内部质量检查。仪器测量法,使用百分表、千分尺、测厚仪、激光测距仪等测量仪器,对货架的结构尺寸、垂直度、水平度等进行精确测量。动态测试法,模拟实际使用过程中货物

的存取情况,对货架进行动态负载测试并评估其在动态负载下的稳定性和承载能力。

这些方法各有优劣,适用于不同的检测需求和场景。例如,目测法和手摸法适合初步筛查,而超声波检测和射线照相技术则适用于检测隐蔽部位的缺陷。通过综合运用这些方法,可以全面评估钢结构货架的安全性和可靠性。

6 结语

钢结构货架检测属于建筑检测行业的一个重要细分领域。其主要涉及对钢结构货架的材料、焊缝、连接件等进行检测,确保其结构的安全性和稳定性。随着钢结构在高层建筑、桥梁、大型公共建筑等领域的广泛应用,钢结构货架检测的市场需求不断增长,对钢结构承重平台的智能化和自动化要求也将越来越高。这将为企业提供新的发展机遇,促使他们不断创新和升级产品,以满足市场需求。

参考文献

- [1] 赵宪忠,戴柳丝,黄兆祺,等.钢货架结构研究现状与关键技术[J].工程力学,2019(8):14.
- [2] 于子红,刘军,杨泽明,等.仓储钢货架健康管理研究[J].中国储运,2018(6):107.
- [3] 高海珍,张伯俊,于海庆.重型驶入式仓储货架现状分析[J].天津职业技术师范大学学报,2015(9):215.
- [4] 李晓东,李永录.钢货架结构倒塌实例分析[J].钢结构,2012(7):293.
- [5] 范东兴.钢结构构件、大型管道吊装过程中的几类焊缝计算[C]//中国钢结构协会.中国钢结构协会成立二十周年庆典暨2004钢结构学术年会论文集.上海宝冶建设有限公司,2004:4.
- [6] 杨贵勇.钢结构材料的检测技术探析[J].中国新技术新产品,2019(1):82-83.
- [7] 钟立虎.钢结构工程施工质量检测方法探讨[J].中华民居(下旬刊),2013(4):167-168.
- [8] JB/T5323—1991 立体仓库焊接式钢结构货架技术条件[S].

Analysis of the Current Situation of Fire Safety Management in Residential Area

Yongqiang Li

Inner Mongolia Autonomous Region Ulanqab City Fire Rescue Detachment Jining District Brigade, Ulanqab, Inner Mongolia, 012000, China

Abstract

In recent years, frequent fires have occurred in residential buildings across the country, causing significant casualties. Residential communities have become the hardest hit areas for fire accidents. Based on the author's practical work experience, this paper focuses on residential communities, which are closely related to people's lives. It deeply analyzes the current situation of fire safety management in residential communities, the causes of problems, and proposes corresponding solutions, aiming to improve the fire safety level of residential communities, ensure the safety of residents' lives and property, and create a safe living environment.

Keywords

residential area; fire safety; suggestions

住宅小区消防安全管理现状分析

李勇强

内蒙古自治区乌兰察布市消防救援支队集宁区大队, 中国 · 内蒙古 乌兰察布 012000

摘 要

近年来, 全国各地居民楼频繁发生火灾, 造成重大人员伤亡, 住宅小区已经成为火灾事故重灾区, 论文结合作者实际工作经验, 聚焦住宅小区这一与人们生活息息相关的场所, 深入分析其消防安全管理现状, 引发问题的原因, 并针对性提出相应的解决建议, 旨在提升住宅小区消防安全水平, 保障居民生命财产安全, 营造安全的居住环境。

关键词

住宅小区; 消防安全; 建议

1 引言

随着中国经济的快速发展, 城市化进程的逐步加快, 越来越多的居民住宅楼拔地而起, 小区数量不断增多, 规模也日益扩大。住宅小区作为人们生活的重要聚集区域, 其消防安全管理至关重要, 一旦发生火灾事故, 不仅会造成巨大的财产损失, 还可能危及居民的生命安全, 影响社会的稳定和谐。因此, 深入分析和完善住宅小区消防安全管理工作具有十分紧迫的现实意义。

2 住宅小区消防安全管理现状

以本地为例, 全区(市辖区)共有各类住宅小区近 700 个, 结合作者日常工作掌握的情况来看, 整体消防安全形势不容乐观, 火灾致灾因素多, 消防设施故障多。

2.1 消防安全管理严重缺位

大部分住宅小区均有物业公司承担小区管理职能, 物业公司基本只开展日常巡查、检查工作, 整体管理情况不容乐观。一是内部责任不清晰。由于很多小区存在未验先用的情况, 配套设施前期建设不完善, 与物业公司签订物业合同时, 未明确消防安全管理职责, 导致建设单位、物业公司、业委会的消防安全责任没有明确, 管理上互相推诿扯皮。特别是一些物业公司, 以合同内容不包含安全管理为由, 对消防安全工作不闻不问, 能躲就躲。二是管理制度不健全。不论是物业公司管理还是居民自行管理, 在消防安全管理上的重视程度都不高, 没有建立消防安全管理制度体系, 干工作东一榔头西一棒槌, 形不成长效机制, 火灾隐患得不到彻底整治。尤其是无物业管理的老旧小区, 消防安全管理严重缺失, 制度空白, 缺乏相应的管理主体和规范的管理措施, 导致小区内消防隐患得不到及时排查和处理。三是综合监管不到位。按照《中华人民共和国消防法》《内蒙古自治区消防条例》和《内蒙古自治区消防安全责任制实施办法》有关规定, 住房和城乡建设部门、物业行政主管部门、公安派出所、

【作者简介】李勇强(1988-), 男, 中国内蒙古人, 硕士, 工程师, 从事消防工程研究。

苏木乡镇人民政府、街道办事处和住宅物业的业主均有对小区的管理职责,但落实情况不容乐观,有执法权的部门不经常管,街道办事处、社区居委会想管又缺乏手段,物业主管部门对物业公司的约束力不强,物业公司投入精力少。各主体之间又缺乏有效的沟通协调机制,信息传递不及时,难以形成工作合力,最终导致住宅小区消防安全风险居高不下。

2.2 基础设施建设不容乐观

大多数新建住宅小区均能按照相关国家规范和技术标准要求,规划和建设消防车通道、登高作业场地,配备相应的消防设施,但后期使用中问题偏多。一是先天性缺陷较多。早期建设的一些小区,由于受当时规划、审批、监管不到位等因素的影响,在一定程度上存在消防车道宽度不足,没有规划登高车作业场地,没有车棚建设场地等问题,在后续的消防安全管理中难以施策。部分小区存在偷工减料情况,消防设施质量不达标,根本不具备投入使用的条件。二是消防设施问题多。物业公司、建设单位和业委会之间的责任界限不够明确,物业公司不承接安全管理,导致设施出现问题时互相推诿,长期处于无人维护或维护不及时的状态,影响其正常使用。有的物业公司为了节省人力物力,不安排人员值班,不进行维保,甚至直接停用消防设施,导致设施形同虚设。三是维护资金投入少。无论是新建小区还是老旧小区,无论是建设单位还是物业公司,在安全上的投资都存在能省则省的心理,消防设施维护资金投入严重不足,设施得不到经常性维护保养,长期存在故障,时间越久,问题越严重,需要投入的维修费用越大,管理方越不愿意花钱,小区业主也不愿意动用维修基金,结果就是设施彻底瘫痪,消防安全防范措施彻底失效。

2.3 消防违法行为普遍存在

随着消防宣传工作的常态化开展,虽然居民消防安全知识知晓率越来越高,消防安全意识越来越强,但实际上还普遍存在麻痹思想。一是占用消防通道。楼道、楼梯间、管道井内随意堆放物品,当作库房使用,放置废旧家具、衣物、纸箱等可燃物,严重占用疏散空间,而且一旦着火,容易导致火势蔓延扩大,影响人员疏散。不少车主为图方便,将车辆随意停放在消防通道上,紧急情况下影响消防车进出,延误灭火救援的最佳时机。二是电动自行车违规停放充电不绝。很多居民怕车辆丢失,不愿意使用集中充电设施,仍习惯推到楼道、家里充电。受小区条件所限,不具备建设集中停放和充电设施的条件,无法提供充电服务,而且每到冬季,气候寒冷,室外充电效果差,前半夜充电,后半夜跑电,第二天没电,影响正常使用,所以违规停放和充电行为屡禁不止。三是擅自改变使用功能。随着小区经济的发展,很多小区居民楼内出现了饭店、超市、民宿、小饭桌等商业服务网点,有明火作业,有可燃易燃物,还有大量人员聚集,用火、用电、用气管理混乱,火灾危险性增高。此外,有的居民楼与宾馆、医院、娱乐场所等相连通,共用疏散通道,严重不

符合消防规范和技术标准。

3 引发问题的原因分析

结合住宅小区的消防安全管理现状,吸取典型火灾事故教训,研究工作中发现的制约因素,问题出现的深层次原因主要有:

3.1 缺乏强制履职要求

国务院《物业管理条例》和《内蒙古自治区物业管理条例》仅要求物业服务企业应当按照物业服务合同的约定,提供相应的服务。《乌兰察布市物业管理条例》第二十条规定,物业服务人在与建设单位承接物业时,应当对物业共用部位、共用设施设备进行查验,确认物业符合本条例第十七条规定的交付条件,由双方签订承接查验协议,办理交接手续,并与前期物业服务合同一并备案^[1]。物业服务人擅自承接未经查验或者承接不符合交付条件的物业,因物业共用部位、共用设施设备缺陷给业主造成损害的,应当承担相应的赔偿责任。这些规定直接导致物业公司以各种理由不履行消防安全管理职能,不承接消防设施的维护管理职责,小区长期消防设施处于无人维护状态。

3.2 缺乏有效制约手段

虽然《中华人民共和国消防法》第十八条和《内蒙古自治区消防条例》第二十条对物业服务企业的消防安全管理责任进行了明确,但是均没有明确要承担的法律后果。物业公司有不作为情形,执法部门缺少直接适用的法律条款,使用其他法律条款,又容易造成行政复议或行政诉讼,监管力度欠缺。乡镇(街道)、社区等部门,由于没有执法权,日常管理只能是以督促、劝导为主,对刺头、钉子户形不成震慑。

3.3 普法宣传力度不足

在日常的消防宣传工作中,还停留在发发传单,说说话的层面,普法教育做得不够扎实,不论是物业公司还是小区居民,只知道火灾的危险性,但是对法律中明确规定的消防安全职责和法律责任知之甚少,客观上也造成了盲目和被动,有的直接或间接地纵容了各类火灾隐患的滋生。

4 加强住宅小区消防安全管理的建议

4.1 强化法律法规约束,明确责任主体

住宅小区消防安全管理落不到实处的根本原因就是多方推诿,相互扯皮,这种现象的产生就是因为现行法律法规上没有明确划分各方责任。一是要进一步完善法律法规。要在法律上彻底明确住宅小区投入使用后各方要承担的责任,不能以是否完成验收为交付标准,而是以是否入住为依据,避免出现多年不验收,多年不管理的情况。二是要明确责任主体。在法律层面上要明确物业公司作为小区消防安全管理第一责任人,全面负责小区的消防安全,不得以任何理由不承接消防安全管理和消防设施维护等事项。没有物业公司服务的小区要建立消防自我管理组织,负责日常管理和维护。

建设单位要向其移交有关建设资料,并协助做好消防安全管理工作。三是要细化法律责任条款^[2]。住宅小区是消防安全的重要一环,直接关系到社会民生问题,在法律上要考虑细化对建设单位、物业公司等涉及消防安全违法行为的查处依据,确保执法行为有强力法律支撑。

4.2 建立协调管理机制,形成齐抓共管

按照消防工作原则和“三管三必须”的要求,住宅小区的消防安全管理除了责任主体主要负责之外,其他有管理职责的单位也要积极参与。一是部门综合监管。发挥街道、社区在小区消防管理中的积极作用,住建、公安、城管、住保、消防、乡镇(街道)和社区按照各自职责,做好相关的物业监督管理工作,依托消安委联席会议平台,定期开展联合整治,落实综合监管。二是内部沟通协作。建立由物业管理公司、业委会、社区居委会组成的住宅小区消防安全管理联席会议制度,定期召开会议,通报消防安全情况,共同商讨解决消防安全问题的方案,形成工作合力。三是信息共享互通。搭建统一的住宅小区消防安全管理信息平台,各管理主体将涉及消防安全的相关信息及时上传,实现信息共享,便于及时掌握小区消防安全动态,提高管理效率。

4.3 完善配套设施建设,提升管理水平

合理规划配套设施建设,打破影响安全的屏障,推动住宅小区消防安全管理高质量发展。一是早入手杜绝先天性不足。将电动自行车集中停放车棚纳入住宅小区配套建设规划范畴,强制要求新建小区必须同步规划和建设,防止出现后期无处建,无法用的问题。二是加强消防设施维护管理。物业管理部门要健全物业公司消防安全管理评估标准,将是否委托第三方技术服务机构开展小区消防设施维护保养纳入考核评价体系,对不达标的物业公司采取限制措施,坚决杜绝物业公司不维护消防设施甚至擅自停用消防设施的现象。三是探索物防技防管理措施。对占用疏散通道、电动自行车进楼入户等行为除靠传统模式治理以外,要积极探索采取技术手段来进行防控,解放人力。如在电梯安装阻车系统,

改造电梯空间限制电动车进入,楼梯间防火门采取门禁系统等手段达到管理目的。

4.4 加强普法宣传教育,形成群策群力

住宅小区的消防安全不能仅靠管理主体的单方面投入,更是要落实好公民积极参与的原则。一是持续强化普法教育。今年以来,针对电动自行车违规停放充电的行为,消防救援部门持续开展法律宣传,有针对性地发布公告,开展检查,通过一年的努力,很多小区居民知道了电动自行车违规停放充电的法律后果,自觉开始使用集中充电设施,在一定程度上达到了治理的目标^[3]。二是合理选择宣传形式。宣传形式要灵活多变,要根据不同场景、不同受众、防控重点,有针对性地制作宣传资料,利用流动宣传车、户外电子屏、业主微信群、官方公众号等新媒体平台,定期深入住宅小区播放火灾案例警示视频,推送消防安全知识。三是增强重点人群消防安全意识。针对小区不同群体开展针对性宣传活动,为老年人举办消防安全主题文艺演出,为小朋友开展“小手拉大手”活动,通过孩子带动家长学习消防安全知识,进而增强整个家庭的消防安全意识。

5 结语

住宅小区消防安全管理是一项复杂且长期的系统工程,关系到广大居民的切身利益和社会的稳定和谐。虽然目前存在诸多问题,但通过完善法律、建立机制、加强建设和强化教育等手段,逐步改善住宅小区消防安全管理状况,有效预防火灾事故发生,构建平安和谐社会。

参考文献

- [1] 王晰.高层住宅小区防火现状及消防安全管理对策探讨[J].今日消防,2022,7(10):62-64.
- [2] 王鹏.老旧小区消防安全管理现状及防火措施分析研究[J].中国设备工程,2021(13):206-207.
- [3] 陈昊.浅谈住宅小区消防安全管理现状、问题及加强策略[J].消防界(电子版),2021,7(23):89-91.

Review of Numerical Simulation of Wind Uplift Resistance of Standing Seam Metal Roofs

Qingzheng Wang Li Xie Peifei Niu Gongxiong Zhang

Center International Group Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract

The vertical locking edge metal roof is widely used in industrial buildings and public buildings. At the same time, the wind uncovering accident of the metal roof has also caused serious economic losses and brought adverse effects to the society. Scholars at home and abroad adopt the method of test and simulation, further study of wind resistance upright lock edge metal roof system, on the basis of the existing research from the metal roof plate thickness, plate width, fixed support length, spacing, wind resistance clip five aspects of wind resistance ability, for the vertical lock edge metal roof system scientific research and engineering practice. This paper summarizes the research results of the numerical simulation of metal roof system in the existing literature, summarizes the influence of different factors on its wind resistance performance, and provides a basis for the subsequent numerical simulation research and engineering practice of metal roof system.

Keywords

metal roof with vertical locking edge; wind bearing capacity; numerical simulation model

直立锁边金属屋面抗风揭性能仿真模拟研究综述

王清正 谢莉 牛培飞 张功雄

森特士兴集团股份有限公司, 中国 · 北京 100176

摘 要

直立锁边金属屋面被广泛应用于工业建筑和公共建筑中, 同时金属屋面的风揭事故也造成了严重的经济损失, 给社会带来了不良影响。国内外学者采用试验和仿真模拟等方法, 深入研究直立锁边金属屋面系统的抗风揭性能, 在现有研究基础上从金属屋面板板厚、板宽、固定支座长度、间距、抗风夹5个方面对直立锁边金属屋面系统的抗风揭能力进行说明, 为直立锁边金属屋面系统的科学研究及工程实践提供参考依据。论文总结现有文献中金属屋面系统的抗风揭数值模拟研究成果, 归纳不同因素对其抗风性能的影响, 为后续的金属屋面系统抗风揭数值模拟研究及工程实践提供依据。

关键词

直立锁边金属屋面; 抗风承载力; 数值模拟模型

1 引言

金属屋面具有悠久的历史, 现代金属板材用作建筑外围护系统最早出现在国外, 20 世纪 80 年代中国引入了金属屋面系统, 初期主要应用于工业和民用建筑中, 随着经济的发展, 在一些公共建筑中也得到了广泛使用。当金属屋面系统大量应用在建筑围护工程中时, 各地的风揭事故也常有发生, 如北京国际机场 T3 航站楼先后几次被大风揭开; 2015 年台风造成湛江体育场馆屋面被严重破坏; 营口体育场金属

屋面被大风撕裂。这些风险事故都给中国造成了经济损失, 带来了不良影响。因此有效解决金属屋面抗风能力弱的问题, 对完善金属屋面系统的设计与应用都具有重要意义。

国内外学者都对金属屋面系统的抗风揭承载性能做了相关研究, 研究手段主要有试验研究和数值模拟研究。

Filmon Habte^[1]通过动态抗风揭试验研究两种不同咬合方式的直立锁边金属屋面系统的抗风性能, 研究发现锁边处支座脱扣拔出的破坏模式; 余志敏^[2]通过研究直立锁边屋面系统的动态抗风揭试验, 分析直立锁边金属屋面的破坏机理并给出抗风建议; 刘军进^[3]等人设计了 12 组不同的直立锁边金属屋面抗风揭试验, 系统研究了包括屋面板厚度、宽度、T 形码支座间距等因素对其抗风揭性能影响; 于敬海^[4]等人研究金属屋面关键节点的抗风揭性能, 发现节点处存在 3 种破坏形式: 自攻钉拉出破坏、固定支座拉弯及自攻钉拉出破坏、固定支座拉弯及自攻钉螺帽拉断破坏。秦海鹏^[5]通

【基金项目】国家重点研发计划“零碳建筑及社区可再生能源应用关键技术研究”(项目编号: 2022YFE0134000-09)。

【作者简介】王清正(1995-), 男, 中国河北保定人, 硕士, 从事金属围护结构、建筑光伏一体化研究。

过静态抗风揭试验,研究 400/65 型直立锁边金属屋面的极限承载性能,并提出抗风夹布置密度对金属屋面抗风性能的影响。

通过试验研究能够直观反映金属屋面的承载性能,但是这种方法耗费较大,同时市场上存在的金属屋面种类众多,针对各种规格的屋面板进行试验研究是不现实且耗费财力巨大。

2 直立锁边金属屋面系统仿真模拟

金属屋面系统开始于国外,因此在直立锁边金属屋面系统上研究较早,并且在数值模拟上也取得一定的研究成果,尽管国内研究起步较晚,但研究成果却可观。国内外学者从不同方面展开研究直立锁边金属屋面系统的抗风揭性能,现有文献中主要研究参数包括:屋面板搭接形式、屋面板板厚、屋面板板宽、固定支座长度、固定支座间距、有无抗风夹及划分单元选取等各个影响因素,基于现有直立锁边金属屋面数值模型,下文归纳总结了不同参数的影响。

2.1 屋面板板厚、板宽的影响

金属屋面板的板厚、板宽^[6]都会对整体的抗风揭性能产生影响,目前市场上的板厚主要有 5 种: 0.7mm、0.8mm、0.9 mm、1.0mm、1.2mm。研究表明随着板厚的增加,金属屋面系统的抗风揭性能有着明显提升。贺海建^[7]建立 5 组分析模型,分别研究相同风荷载作用下不同铝合金厚度的金属屋面板跨中位移随厚度变化和不同厚度金属屋面板破坏时的极限荷载,研究发现:相同风荷载作用下,金属屋面板跨中位移会随着板厚的增加而减少;当金属屋面板厚度增加时,铝合金金属屋面板的破坏荷载会随着厚度增加而变大,且呈线性关系。

同样,金属板板宽也会影响整体的抗风揭性能,贺海建^[8]、李松阳^[9]、陈玉^[10]等人都借助数值模拟的方法证明了板宽、板厚对金属屋面系统的抗风揭性能有着极大影响,汪明波^[11]将试验方法和数值模拟相结合,研究得出:对于直立锁边金属屋面,板厚的变化对抗风揭性能影响最大,板宽的影响因素次之。

2.2 固定支座的影响

直立锁边金属屋面系统中,金属屋面板通过固定支座与下部檩条连接在一起,马志杓^[11]通过金属屋面抗风揭试验发现:发生风揭破坏时,屋面板体系在风压差下会对屋面板产生向上的拉力,屋面板的隆起变形会在锁边位置产生竖直方向和水平方向的力,固定支座发生弯曲变形,进而引起风揭破坏。范亚娟^[12]通过数值模拟的方法,研究直立锁边金属屋面单跨模型在风揭作用下的静力和疲劳分析,研究结果表明发生风揭破坏是由于屋面板与 T 形码支座连接处脱开引起,其应力变化也明显超过屋面板其他部分。李颖^[13]建立 T 形码支座精细化模型,研究得出屋面咬合处与 T 形码支座间的受力性能。

李明^[14]等人通过数值模拟的方法发现 T 形码支座间距

会对金属屋面抗风性能存在明显影响;崔忠乾^[15]通过数值模拟的方法发现一定范围内 T 形码支座的改变会影响金属屋面系统的抗风揭性能,且 T 形码支座间距产生的影响(图 1)明显大于 T 形码支座长度改变产生的影响(图 2)

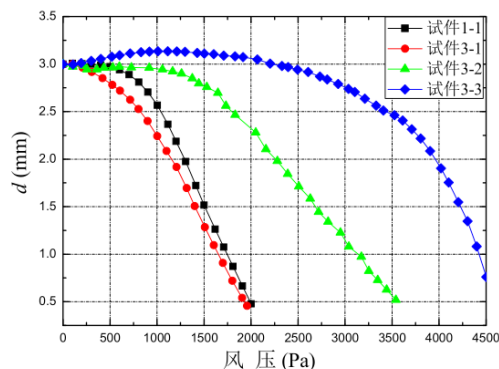


图 1 不同 T 形码间距 - 风压变化曲线

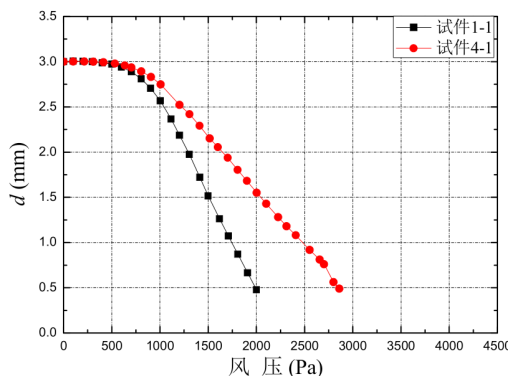


图 2 不同 T 形码长度 - 风压变化曲线

2.3 屋面板间的咬合搭接影响

直立锁边金属屋面板间采取咬合搭接的方式连接在一起,在仿真模拟中相邻屋面板接触和屋面板与固定支座间的接触都会对模拟结果产生影响。

A.A.El Damatty^[16]采用弹簧模拟支座与屋面板间的连接,将最终结果与足尺试验结果进行对比,证明该方法的可行性。罗永峰^[17]等人在直立锁边屋面板咬合处采用切向弹簧和法向约束模拟分析 T 形码支座与屋面板卷边处滑移。李明^[18]等人同样采用弹簧单元等效固定支座与屋面板的咬合作用,研究直立锁边金属屋面的抗风揭承载性能。范亚娟采用接触单元模拟屋面板与支座连接处的咬合作用,建立简化模型研究金属屋面系统的抗风揭性能。

2.4 屋面板单元选取影响

金属屋面板模拟中单元选取对模型计算效率和结果精度都有影响。刘军进等人为了保证结果的真实性,屋面板选取实体单元 C3D8I 进行模拟,有效模拟出屋面板在厚度方向上的应力变化,提供了更精确的模拟结果。关伟梁^[19]采用 S4R 壳单元划分金属屋面板,这种单元对薄壳问题有较好的模拟结果,且可以应用在屋面板这种大变形分析中。王

烁^[20]分析屋面板与固定支座的接触问题,分析壳单元建模计算量较小且符合屋面板薄壁的结构特点,最终屋面板采用壳单元,固定支座采用实体单元,保证了模拟的成功率及计算效率。

2.5 抗风夹的影响

工程应用中一般会对金属屋面板进行加固以提高金属屋面系统的抗风承载力,其中最常用的手段便是增设抗风夹。抗风夹会提高金属屋面系统的抗风能力,但也会带来应力集中等问题,尤其在抗风夹与屋面板交界位置尤为严重,在循环风荷载影响下,这些区域会产生疲劳损坏。

武涛^[21]通过模拟抗风夹在静态风载作用下的变形过程,揭示了增设抗风夹后金属屋面系统的风揭破坏过程。徐启中^[22]等人模拟了增设抗风夹后金属屋面系统整体的抗风揭性能,研究得出抗风夹对整体的抗风揭能力有着显著提升。

3 结论及展望

20世纪80年代,直立锁边金属屋面系统首次引入中国,经历几十年的发展,目前已广泛应用于工业及公共建筑中,国内外学者也对其抗风揭承载性能上有了深入了解。论文归纳总结了直立锁边金属屋面发展过程中的不同因素对该系统的抗风揭性能影响,主要归纳总结如下:

①屋面板的板厚、板宽都对该系统的抗风性能有着重要影响,其中板厚的变化对抗风揭性能影响最大,板宽的影响因素次之。

②固定支座在上部屋面板与下部檩条连接中起着重要作用,固定支座的长度、相邻固定支座的间距都影响整体的抗风揭能力,固定支座间距对抗风能力的影响强于固定支座长度的影响,因此合理的固定支座间距是影响金属屋面抗风能力的重要因素。

③屋面板间的咬合、屋面板与固定支座上部的接触也会影响屋面整体的抗风能力,实际工程中需要做好板间咬合。

④直立锁边金属屋面系统的仿真模拟过程中,各个部件间的网格划分会影响着模型的成败、计算效率和结果精度,因此进行相关的仿真模拟研究时,应该根据不同的研究目的选择合适的网格单元。

⑤抗风夹会提高该金属屋面系统的抗风性能,现有的研究成果对抗风夹的固定作用有着细致研究。

目前的直立锁边金属屋面系统抗风揭承载性能在固定支座与屋面板的研究较为系统,整体在影响该屋面系统抗风能力的各个因素有着深入研究,但对于实际工程应用中,金属屋面系统在真实风荷载的研究较少,建议后续的仿真模拟研究可以进行相关风洞仿真模拟,提出相关模型,推动直立锁边金属屋面系统的工程应用。

参考文献

[1] Habte F, Mooneghi M A, Chowdhury A G, et al. Full-scale testing to evaluate the performance of standing seam

metal roofs under simulated wind loading[J]. *Engineering Structures*,2015,105:231-248.

[2] 余志敏.直立锁边金属屋面系统动态抗风揭试验及抗风性能研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2012.

[3] 刘军进,崔忠乾,李建辉,等.铝镁锰直立锁边金属屋面抗风揭性能试验研究与理论分析[J].*建筑结构学报*,2021,42(5):19-31.

[4] 于敬海,赵或洋,蒋智宇,等.直立锁边金属屋面系统关键连接节点抗拉承载力试验[J].*建筑科学与工程学报*,2019,36(1):112-119.

[5] 秦国鹏,刘美思,刘毅.金属屋面系统抗风揭性能的试验研究[J].*钢结构*,2016,31(3):26-28.

[6] 孙成疆.直立锁边金属屋面系统在模拟极端暴风工况下抗风揭能力测试和分析[J].*建筑结构*,2011(42).

[7] 贺海建.铝合金屋面系统抗风揭性能数值分析[J].*结构工程师*,2020,36(5):58-65.

[8] 李松阳.直立锁边金属屋面系统抗风揭性能的参数研究[D].武汉:湖北工业大学,2021.

[9] 陈玉.直立锁边屋面系统抗风承载能力研究[D].北京:北京交通大学,2015.

[10] 汪明波.两类常用金属屋面板抗风揭性能研究[D].广州:华南理工大学,2017.

[11] 马志杓.金属屋面系统抗风揭试验解析[J].*建筑技术*,2022,8(8):1025-1028.

[12] 范亚娟.金属屋面系统抗风吸力的静力性能和疲劳性能研究[D].北京:北京交通大学,2016.

[13] 李颖.金属屋面T型连接构件受力性能分析[J].*工程设计*,2018,6(33):48-51.

[14] 李明,殷小珠,张伟,等.直立锁边屋面抗风揭性能有限元分析[J].*钢结构*,2017,32(8):72-76.

[15] 崔忠乾.直立锁边金属屋面抗风揭性能试验研究[D].中国建筑科学研究院,2019.

[16] Damatty A A E, Rahman M, Ragheb O. Component testing and finite element modeling of standing seam roofs[J]. *Thin-walled structures*,2003,41(11):1053-1072.

[17] 罗永峰,郑祥杰,郭小农,等.铝合金屋面系统抗风连接受力性能分析[J].*重庆大学学报*,2013,36(10):94-100.

[18] 李明,殷小珠,张伟,等.直立锁边屋面抗风性能有限元分析[J].*钢结构*,2017,32(8):72-76.

[19] 关伟梁.直立锁边金属屋面抗风承载能力研究[D].广州:华南理工大学,2019.

[20] 王烁.直立锁边金属屋面系统精细化有限元模型研究[D].北京:北京交通大学,2022.

[21] 武涛.直立锁边金属屋面板风揭破坏机理与风灾易损性研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2022.

[22] 徐启钟,殷小珠,朱召泉.金属屋面系统抗风揭试验研究及数值分析[J].*粉煤灰综合利用*,2020,34(3):19-22+105.

Research Status of Nickel-based Superalloy Used for Turbine Blades

Hangdong Liu

Nanjing North Road Intelligent Control Technology Co., Ltd. Zhengzhou Branch, Zhengzhou, Henan, 450000, China

Abstract

Since the trial production of the simplest nickel based high-temperature alloy GH3030 in 1956, after more than 60 years of technological accumulation and industry development, many technological achievements have been made, meeting the development needs of Chinese turbine engines. The paper briefly introduces the strengthening methods, repair methods, manufacturing processes, and methods of nickel based alloys used for turbine blades. This paper summarizes the research status of nickel based alloys for turbine blades and elaborates on future development trends.

Keywords

turbine blade; high-temperature alloy; repair; performance

涡轮叶片用镍基高温合金研究现状

刘航东

南京北路智控科技股份有限公司郑州分公司, 中国 · 河南 郑州 450000

摘 要

从1956年开始最简单的镍基高温合金GH3030的试制以来, 经过60多年的技术积累和行业发展, 取得了不少技术成果, 满足了中国涡轮发动机的发展需要。论文简要地介绍了涡轮叶片用镍基合金的强化方式、修复方式、制造工艺及方法。综述了涡轮叶片用镍基合金的研究现状, 并且阐述了今后的发展趋势。

关键词

涡轮叶片; 高温合金; 修复; 性能

1 引言

目前全球 1MW 以上发电燃气轮机 2.1 万台, 总容量 100 万 MW, 燃气轮机电站发电量接近全球发电总量的五分之一。目前燃机本地化制造率达到约 70%, 2010 年底全国燃机电站装机超过 34000MW, 占全国发电总装机容量的 3.5%。由于全球气候环境逐渐变暖的威胁, 二氧化碳等温室气体排放控制是全人类所要面临的巨大挑战, 然而燃用天然气的燃气轮机电站二氧化碳排放量是各种先进燃煤电站的二分之一左右。所以, 国内外科技界与产业界已认识到, 燃气轮机是 21 世纪乃至更长时期内能源高效转化与洁净利用的核心动力装备^[1]。当今燃气涡轮发动机超过 50% 的优质材料由高温合金制成, 其中在发动机材料的含量中镍基高温合金约占整个材料的 40%。因为镍基高温合金长期在中高温环境下所表现出来的优异性能, 发现其良好的气体耐腐蚀性和抗氧化性, 非常适合在高温下长期运行。因此, 它们

最被广泛地用于高温环境下的机械部件, 如涡轮叶片、导向叶片、涡轮盘、燃烧室等。因此, 研究涡轮叶片用镍基高温合金对于航空航天及国防事业和燃气轮机都具有非常重要的意义^[2]。

2 涡轮叶片用镍基高温合金修复研究现状

涡轮叶片在使用运转过程中, 由于长期受到高温腐蚀和强气流的冲刷磨损而发生失效现象。经过技术分析得出, 在众多失效现象中, 其大多数的老化损伤是可修复的^[3]。同时, 如果采用合适的修复手段对老化损伤的涡轮叶片进行技术修复, 不仅可以提高叶片的使用寿命, 同时也可以减少其大量的经济损失。

2.1 激光修复

针对镍基高温合金叶片强化与修复的需求^[4], 我们在高温合金 K438 基体上利用 7kWCO₂ 激光成形系统, 采用同轴送粉的技术方式, 以氩气作为保护气体和粉末载气上激光熔覆 Inconel738 合金涂层, 分析了基体组织及熔覆层中微观缺陷对熔覆层裂纹的影响。研究得出在激光熔覆 Inconel738 合金过程中产生裂纹主要原因与原始组织中沿晶界析出的

【作者简介】刘航东 (1996-), 男, 中国河南汝州人, 本科, 助理工程师, 从事产品结构设计研究。

碳化物、低熔点共晶物有关,裂纹主要萌生于基体一侧及多层熔覆过程中的熔覆层内部。晶界处的($\gamma + \gamma'$)低熔点共晶物是其主要的裂纹源。在激光熔覆冷却凝固过程中,晶界处的 γ/γ' 低熔点共晶物发生液化,形成晶间液膜,在残余拉应力的作用下将被拉开,形成裂纹,并且沿晶扩展。根据上述研究,我们在激光熔覆过程中,采用对基体冷却的方法可以减少甚至避免熔覆层裂纹的产生。

针对镍基高温合金激光熔覆过程中覆层极易产生裂纹的问题,在高温合金 K438 基体上激光熔覆 Inconel738 合金粉,研究了熔覆层的开裂机理以及裂纹控制的方式方法。通过实验得出裂纹由靠近基体端的过渡层产生并扩展到熔覆层,具有典型的沿晶特征,裂纹的形成主要与熔覆层中的热输入和低熔共晶相有关。从减少激光熔覆层中的低熔共晶相出发,通过优化激光熔覆的工艺参数、添加适量 Y2O3 材料以及对基体进行同步冷却,可以在一定程度上减少甚至避免熔覆层裂纹的产生^[5]。

根据定向凝固镍基高温合金叶片的强化与修复需求,研究了在定向凝固镍基高温合金基体上激光熔覆 Inconel738 的裂纹敏感性问题。通过实验得出熔覆过程中激光功率的降低,不仅材料的裂纹灵敏度可以显著降低,而且如果选择合适的制造工艺方法和激光熔覆工艺参数,还可以获得成形良好、无裂纹的定向凝固组织^[6]。

采用短脉冲激光对现 inconel718 高温合金裂纹进行清洗和刻蚀修形,然后利用高功率连续激光进行修复。结果表明:通过控制工艺参数(激光功率、扫描速度、离焦量)可以得到无缺陷的修复试样^[7]。

2.2 焊接修复

研究了选取激光熔化(SLM)Inconel718合金的激光焊接接头的组织和性能。结果表明:SLM Inconel718合金的激光焊接接头的宏观质量较好,没有发现冶金缺陷的存在。同时经过固溶+时效处理后,SLM母材和焊缝显微硬度值分别提高了55.2%和77.3%^[8]。

采用 HGH625, KC20WN 和 HGH3044 焊丝对镍基合金 K438 开展补焊工艺研究。研究发现:焊丝中含有适量的 Al, Ti 元素可以有效改善焊缝组织,提高焊缝性能,但过多的 Al, Ti 元素会增大合金热裂纹的倾向性;晶界热裂纹的产生与晶界形成的碳化物有关,碳化物的存在削弱了晶粒之间作用力,一定程度上诱导合金补焊过程中热裂纹的形成^[9]。

3 涡轮叶片用镍基高温合金的强化研究

3.1 热处理

北京航空材料研究院先进高温结构材料重点实验室张明君等^[10]研究了热等静压(HIP)温度对 K438 合金显微组织和高温力学性能的影响,得出热等静压能使 K438 合金显微疏松闭合,使组织更加均匀化,提高了拉伸伸长率和断面收缩率。且 HIP(1170℃)+ST(缓慢炉冷的方式)确保了

合金高温持久性能,降低了合金的抗拉强度,大幅度提高了塑性。

对沉积态、直接时效态、固溶时效态、均匀化后固溶时效态 4 种状态激光沉积 Inconel718 合金的显微组织和力学性能进行了对比分析。拉伸试验结果显示,直接时效态合金强度最高,均匀化后固溶时效态合金塑性最好。综合考虑 3 种热处理状态的室温和高温拉伸试验结果,均匀化后固溶失效态试样不仅具有高于锻态 AMS 标准的强度,而且有很好的塑性^[11]。

对 Inconel718 合金进行了(920℃~1060℃)×1.5h+(650~850)℃×(6~10)h的固溶时效处理,研究了固溶温度和时效温度、时间对合金组织和力学性能的影响,并获得了较理想的固溶时效工艺^[12]。

研究了热处理对激光立体成形(LSF)Inconel718 微观组织和力学性能的影响规律。结果表明,激光立体成形 Inconel718 经直接时效(DA)处理后,与沉积态相比,硬度和拉伸强度均明显提高。而经均匀化、固溶和双级时效(960STA)热处理后,合金性能得到进一步改善,室温、高温拉伸强度和塑性都达到了高强锻件的技术标准 Q/3B 548—1996(高强)^[13]。

通过热等静压(HIP)消除了激光快速成形(LRF)Inconel718 高温合金件的裂纹,研究了 HIP 处理对 LRF Inconel718 高温合金组织和性能的影响。结果表明,经过 1160℃×2h/200MPa 热等静压的高压、高温处理后,修复成形件的裂纹效果明显。之后进行热处理,在一定程度上提高了拉伸强度和塑性。

实验得出了激光增材再制造 Inconel718 合金的组织及性能在不同时效处理下的表现。

3.2 表面处理

在 K438 高温合金表面制备了 Al-Si 涂层,以提高基体合金的抗高温氧化性能。

4 涡轮叶片用镍基高温合金的性能研究

4.1 疲劳行为研究

在应力比 R=-1, 转速为 5000r/min(83.3Hz)和实验室静态空气介质环境下,研究了抗热腐蚀铸造镍基高温合金 K435 的旋转弯曲疲劳行为,得到其应力-疲劳寿命(S-Nt)曲线,测出其室温旋转弯曲疲劳极限为 220MPa。用扫描电镜观察了疲劳断口形貌,发现裂纹主要萌生在试样表面或近表面缺陷处,断口主要由裂纹萌生区,裂纹稳态扩展区和瞬间断裂区组成;并讨论了 K435 合金疲劳断裂的机制,用透射电镜观察了合金微观组织的变化。

概述高温低周疲劳寿命预测模型,对新型铸造镍基高温合金 K435 金在 900℃下进行了低周疲劳试验,用各种预测公式对试验结果进行拟合,并对塑性应变能和幂指数公式进行了改进,改进公式的拟合效果优于未改进的公式,

尤其是改进的塑性应变能公式在文中所有的预测公式中精度最高。研究结果为燃气涡轮叶片的寿命预测提供了技术支持。

4.2 高温蠕变行为研究

蠕变是材料在一定温度和低于屈服强度的应力下缓慢的塑性变形。了解高温合金的蠕变规律和蠕变机制对于正确使用高温合金及其潜力具有重要意义。

探索 K435 合金在不同蠕变条件下的蠕变定律,观察到蠕变过程中的位错组态,经过全面分析,总结了合金的蠕变变形机制图,为 K435 合金的实际使用提供理论基础,如图 1 所示。

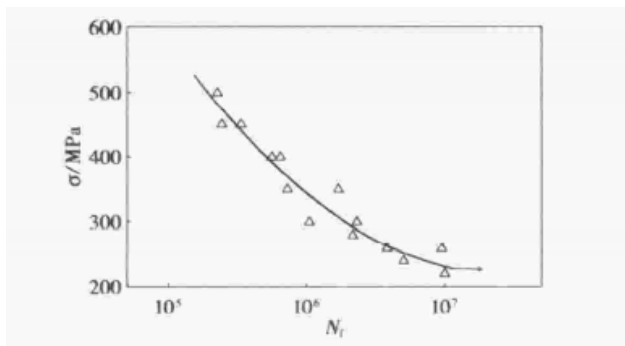


图 1 蠕变变形机制图

对预测蠕变曲线的 θ 映射法和修正的 θ 映射法进行了研究,改进了预测蠕变曲线的双幂指数函数法,并且用高温合金 K435 在 800℃和 900℃时的蠕变试验数据进行了验证,通过分析方程的数学形态和蠕变曲线拟合优度,证明了改进的方法能够描述真实的蠕变曲线,较好地吻合实际的试验数据。

5 结论

众所周知,涡轮叶片不仅是燃气轮机和航空发动机重要组成部分,而且与中国的国防、能源、交通、环保事业有着密切相关的联系,其重要性不言而喻。而目前镍基高温

合金又是航空业、航海业等发动机及轮机叶片制造的重要原料,所以同样有着举足轻重的地位。所以论文分别从修复,强化,性能等方面研究综述了涡轮叶片用镍基合金的研究现状,阐述了中国涡轮叶片用镍基合金的制造工艺和方法。笔者相信随着涡轮叶片技术日臻完善,未来中国现代燃气轮机和航空航天事业必将得到更大的发展。

参考文献

- [1] 蒋洪德.加速推进重型燃气轮机核心技术研究开发和国产化[J].动力工程学报,2011,31(8):563-566.
- [2] 王会阳,安云岐,李承宇,等.镍基高温合金材料的研究进展[J].材料导报,2011,25(S2):482-486.
- [3] 胡乾午,刘顺洪,李志远,等.涡轮发动机叶片的激光表面强化[J].应用激光,1998(2):75-77+66.
- [4] 时阳,陈智君,张群莉,等.镍基高温合金表面激光熔覆Incone 1738合金层的开裂行为[J].金属热处理,2011,36(3):72-76.
- [5] 陈智君,张群莉,楼程华,等.Inconel 738激光熔覆层的裂纹控制方法[J].应用激光,2013,33(1):7-13.
- [6] 孙鸿卿,钟敏霖,刘文今,等.定向凝固镍基高温合金上激光熔覆Inconel738的裂纹敏感性研究[J].航空材料学报,2005(2):26-31.
- [7] 徐子法,焦俊科,张正,等.镍基高温合金激光修复工艺研究[J].材料导报,2019,33(19):3196-3202.
- [8] 唱丽丽,汪涛,申赛刚,等.选区激光熔化增材制造In718合金的激光焊接性能[J].材料热处理学报,2020,41(3):62-69.
- [9] 尹懿,李水涛,晏建武,等.K438精铸件氩弧焊补焊工艺研究[J].焊接技术,2016,45(11):35-37+98.
- [11] 张明军,姜华,孔金令,等.热等静压温度对K438合金显微组织和高温力学性能的影响[J].材料热处理学报,2015,36(12):98-102.
- [12] 吕旭东,温博,杜金辉.热处理对选择性激光熔炼IN718显微组织和力学性能的影响(英文)[J].稀有金属材料与工程,2019,48(5):1386-1393.
- [13] 刘永飞,刘宏亮,赵献益,等.固溶时效对Inconel718合金组织和力学性能的影响[J].机械工程材料,2016,40(3):49-51+56.

Analysis of the Method and Application of Construction Project Cost Budgeting

Langyu Hao

Shizuishan Jiuzhu Urban Development Group Co., Ltd., Shizuishan, Ningxia, 753000, China

Abstract

The purpose of this paper is to discuss the relevant issues related to the method and application of construction project cost budgeting. Firstly, the background and significance of construction project cost budgeting are introduced, and then the commonly used budgeting methods are analyzed, including the quota method, market research method and parameter method. Then, the advantages and disadvantages of these methods and their application scenarios are discussed, and a comprehensive application suggestion is put forward. Finally, through the actual case analysis, the effectiveness of the comprehensive method is verified, and a new idea and method are provided for the budgeting of construction projects.

Keywords

construction engineering; cost budgeting; preparation methods; market research; parametric method

建筑工程工程造价预算编制方法与应用分析

郝浪遇

石嘴山市九柱城市发展集团有限公司, 中国·宁夏 石嘴山 753000

摘 要

论文旨在探讨建筑工程工程造价预算编制方法与应用的相关问题。首先介绍了建筑工程造价预算编制的背景和意义, 然后分析了目前常用的预算编制方法, 包括定额法、市场调查法和参数法等。接着探讨了这些方法的优缺点及适用场景, 并提出了一种综合运用建议。最后, 通过实际案例分析, 验证了该综合方法的有效性, 为建筑工程预算编制提供了新的思路和方法。

关键词

建筑工程; 造价预算; 编制方法; 市场调查; 参数法

1 引言

建筑工程的造价预算编制一直是工程管理中的重要环节, 直接关系到项目的成本控制和效益。然而, 在现实应用中, 如何准确、高效地进行预算编制仍然是一个挑战。不同的预算编制方法各有优劣, 如何选择和综合运用这些方法成为了工程管理者们急需解决的问题。论文旨在探讨不同方法的特点及其适用场景, 并提出一种综合运用建议。通过深入分析和实例验证, 我们旨在为工程管理者提供更有用的预算编制思路和方法, 从而更好地掌控项目成本、提高工程效益。

2 建筑工程造价预算编制背景与意义

建筑工程造价预算编制是建筑项目管理中至关重要的

一环。随着建筑业的不断发展和市场竞争的日益激烈, 项目的成本控制成为了工程管理者们关注的焦点。在建筑工程项目中, 预算编制作为一个早期阶段的关键环节, 直接影响着后续的项目实施和成本控制。造价预算编制的背景根植于对建筑项目成本管理的需求。建筑项目的投资额巨大, 而且项目周期长, 一旦造价预算编制不合理或者不准确, 将直接导致后续工程的成本超支、进度延误, 甚至可能引发纠纷和诉讼, 对项目的整体效益产生不利影响。

在现代建筑工程管理中, 精准的预算编制不仅是对项目成本的有效管理, 更是对资源的合理配置和利用。通过对项目的各项费用进行合理的预算, 能够帮助项目管理者在项目实施的早期阶段就明确项目的投资风险, 及时做出调整和控制措施, 降低项目的投资风险, 确保项目的顺利进行。此外, 合理的预算编制还能够提高项目的竞争力, 降低项目的运营成本, 提高项目的整体效益, 增强项目的可持续发展能力。

因此, 建筑工程造价预算编制作为建筑项目管理中的

【作者简介】郝浪遇 (1990-), 女, 中国山东烟台人, 本科, 工程师, 从事建筑工程工程造价预算编制方法与应用研究。

一个重要环节，其背景和意义不言而喻。通过合理、准确地预算编制，可以有效地管理项目的成本，降低项目的投资风险，提高项目的整体效益。对于建筑工程管理者来说，加强对造价预算编制方法与应用的研究和探索，对于提高项目管理水平，实现项目成功具有重要的指导意义。

3 常用的预算编制方法分析及比较

在建筑工程项目的预算编制中，常用的方法包括定额法、市场调查法和参数法等。定额法是根据建筑工程定额及工程量清单，按照单位工程的定额工程量和定额工程费用，结合项目实际情况进行预算编制的方法。这种方法在编制过程中较为简单，能够快速确定工程量和费用，但定额法也存在着对实际情况适应性较差的问题，可能导致预算偏差较大。市场调查法则是通过对建筑材料、劳务费用等在市面上的实际价格进行调查，结合工程量清单进行预算，相比定额法更加贴近实际情况，能够更好地反映当地市场行情，但需要耗费较多的人力物力，并且受到市场波动的影响较大。参数法则是根据历史工程数据和经验参数，结合项目特点，通过设定参数来进行预算编制，具有较强的灵活性和适应性，能够较好地反映项目特点，但需要对历史数据进行准确的分析和归纳，且参数的设定需要具备一定的经验基础。

在比较这些方法时，需要考虑其适用场景、准确性、灵活性等因素。定额法适用于工程量清单相对稳定，且具有明确定额的项目；市场调查法适用于市场价格波动大，需及时调整预算的项目；而参数法则适用于项目特点复杂，难以直接套用定额或市场调查的项目。在实际应用中，通常会根据项目的具体情况综合运用这些方法，例如先采用参数法初步估算，再结合定额法、市场调查法调整，最后对参数进行对比和纠偏，收集经验数据。这种综合运用的方法能够充分发挥各种方法的优势，提高预算编制的准确性和可靠性，为工程项目的顺利实施提供有力支持。

因此，建筑工程预算编制方法的选择及比较需要综合考虑项目特点、市场行情、历史数据等因素，并在实际应用中灵活运用。通过对各种方法的优缺点进行分析和比较，可以更好地指导工程管理者选择合适的预算编制方法，提高预算编制的准确性和有效性，为工程项目的成功实施提供有力保障。

4 各种预算编制方法的优缺点及适用场景

各种预算编制方法各具特点，拥有各自的优点和局限性，因此在实际应用中需要根据项目情况和需求综合选择。首先，定额法作为一种常用的预算编制方法，其优点在于编制过程相对简单，可迅速根据定额及工程量清单估算工程费用。这种方法适用于工程量清单稳定、工程类型熟悉的项目，能够提供相对快速的预算结果。然而，定额法也存在一些局限性，例如定额具有普遍性，无法充分考虑项目的特殊性，容易导致预算偏差较大。特别是对于新型、复杂工程或特殊

项目，定额法可能难以准确反映实际情况，需要辅以其他方法进行修正。

市场调查法是通过通过对建筑材料、劳务费用等市场价格进行实地调查，结合工程量清单进行预算的方法。其优点在于能够较为准确地反映当地市场行情，能够较好地适应市场价格波动。这种方法适用于市场行情波动较大的项目，能够提供相对真实可靠的预算结果。然而，市场调查法也存在一些局限性，例如调查工作量较大，需要耗费较多的人力物力，并且受市场波动影响较大，可能导致预算结果不稳定。此外，由于市场调查涉及到广泛的市场信息，对调查人员的经验和能力要求较高，因此需要具备专业的团队和丰富的市场调研经验。

参数法作为一种预算编制方法，依靠历史工程数据和经验参数，结合项目特点进行预算。其优点在于灵活性和适应性较强，能够较好地反映项目特点，尤其适用于工程类型复杂、难以直接套用定额或市场调查的项目。参数法的灵活性体现在可以根据项目情况灵活调整参数，使预算更具精确度和针对性。然而，参数法也有一定局限性，参数设定需要具备一定经验基础，对历史数据的准确性和完整性要求较高，否则可能导致预算不准确。此外，参数法在实际应用中需要进行反复验证和修正，以确保参数的有效性和可靠性。因此，在使用参数法进行预算时，工程管理者需要慎重选择参数，并在实践中不断进行调整和修正，以保证预算的准确性和可靠性，为工程项目的顺利实施提供有力支持。

总之，各种预算编制方法各具优缺点，适用于不同类型的项目和不同阶段的预算编制。在实际应用中，通常会根据项目特点和需求综合运用这些方法，以提高预算编制的准确性和可靠性。因此，对于工程管理者来说，了解各种预算编制方法的优缺点及适用场景，能够更好地指导预算编制工作，为工程项目的顺利实施提供有力支持。

5 综合运用建议与方法探讨

综合运用建议与方法探讨在建筑工程预算编制中至关重要，因为单一的预算编制方法往往无法全面考虑到项目的复杂性和特殊性。首先，建议在预算编制过程中采用多种方法相结合的策略，以充分利用各种方法的优势。例如，可以先使用参数方法进行初步估算，快速获取项目的大致预算框架。其次，结合定额法、市场调查法，对建材、劳务费用等具体项目进行实地调查，以获得更准确的价格信息。最后，再采用参数法进行对比和纠偏，考虑项目的特殊要求和历史数据，提高预算的准确性和针对性。通过这种综合运用的方法，可以有效地弥补单一方法的局限性，提高预算编制的全面性和准确性。

对于不同阶段的预算编制，建议采取不同的综合运用策略。在项目初期阶段，由于对项目的了解有限，建议采用多种方法相结合的策略，以快速获取大致预算框架，为项目

后续的深入开展提供参考依据。在项目中期阶段,随着对项目情况的逐步了解和深入,可以逐步深入细化预算编制工作,结合市场调查法和参数法,对各项费用进行详细分析和调整,以确保预算的准确性和可靠性。在项目后期阶段,可以结合实际施工情况,及时调整和修正预算,以应对工程变更和风险事件,确保项目的顺利实施和最终成功。

需要强调综合运用建议与方法探讨的灵活性和实用性。在实际应用中,预算编制工作往往受到诸多因素的影响,例如项目类型、地域特点、市场行情等,因此需要灵活调整和应用预算编制方法。例如,在不同地区或不同类型的项目中,可能会出现各种不同的情况 and 需求,需要根据具体情况选择合适的预算编制方法,并结合实际情况进行调整和优化。此外,预算编制工作还需要紧密结合项目管理的实际需求和实施情况,不断优化和完善预算编制方案,以确保项目的整体效益和可持续发展。因此,对于工程管理者来说,加强对综合运用建议与方法的理解和掌握,能够更好地指导预算编制工作,为工程项目的顺利实施提供有力支持。只有在实践中不断总结经验,不断完善方法,才能更好地应对各种挑战,确保项目的顺利进行和最终成功。

总之,综合运用建议与方法探讨对于建筑工程预算编制具有重要意义。通过采用多种方法相结合的策略,灵活调整和应用预算编制方法,能够充分考虑项目的复杂性和特殊性,提高预算编制的全面性和准确性,为工程项目的顺利实施提供有力保障。因此,对于工程管理者来说,加强对综合运用建议与方法的理解和掌握,能够更好地指导预算编制工作,提高工程项目管理水平,实现项目成功。

6 实例验证与综合方法的有效性分析

实例验证与综合方法的有效性分析是建筑工程预算编制过程中至关重要的一环。通过实际案例的验证,可以评估综合方法在实践中的可行性和有效性,为预算编制提供实际的指导和借鉴。首先,我们可以以一个建筑工程项目为例,如一个新建的商业综合体项目。在项目前期,可以利用参数法快捷地控制建设项目总投资。在招投标阶段,利用定额法对项目进行预算,根据项目的基本特征和定额工程量清单,快速估算出项目的大致费用框架。其次,结合市场调查法,对项目所需的建材、劳务费用等进行实地调查,获取更准确的价格信息,修正预算。最后,运用参数法对工程预算、结算进行审查对比,结合项目的特殊要求和数据进行参数调整及收集,提高参数的准确性和针对性,作为后期工程预算的

经验数据。

通过对实际施工情况的观察和记录,可以对综合方法的有效性进行更深入的分析。例如,在商业综合体项目的实际施工过程中,如果发现某些工程量超出了预期范围,可能需要重新评估预算,并采取相应的措施进行成本控制,比如调整材料选择或施工方法,以确保项目的质量和进度。如果市场价格有所波动,如原材料价格上涨或劳动力成本增加,也可以及时调整预算,以应对市场变化,避免造成项目成本的不可控制上升。此外,如果项目中出现了一些特殊情况或意外事件,如突发工程变更或自然灾害等风险事件,也需要根据实际情况灵活调整预算,及时安排资源和资金,以保障工程项目的顺利实施和最终成功。通过实际施工中的应对措施和调整,可以验证综合方法在预算编制中的有效性,并不断完善预算管理体系,提高工程项目的整体管理水平和综合竞争力。

通过对实例验证和综合方法的有效性分析,可以得出以下结论:综合方法能够充分考虑项目的复杂性和特殊性,提高了预算编制的全面性和准确性;综合方法能够根据项目的实际情况灵活调整预算,提高了预算编制的灵活性和实用性。

7 结语

建筑工程造价预算编制是工程管理中的重要环节,论文通过分析常用的预算编制方法及其优缺点,提出了综合运用的建议与方法。在实际应用中,综合运用不同方法能够充分发挥各自优势,提高预算编制的准确性和可靠性。通过实例验证,证明了综合方法的有效性,为工程管理者提供了更为灵活和实用的预算编制思路和方法,促进了工程项目的顺利实施和成功。

参考文献

- [1] 刘健康,杨亮.建筑工程预算编制方法研究与应用[J].建筑技术,2021,45(1):102-107.
- [2] 徐明,李娜.综合运用建筑工程预算编制方法的实践与探讨[J].建筑科学与技术,2021,38(1):72-76.
- [3] 李文静,王亮.建筑工程预算编制方法及其应用研究[J].城市建设,2021,17(6):25-293.
- [4] 赵明,张伟.建筑工程预算编制方法优化研究[J].建筑科学与工程学报,2021,38(3):121-124.
- [5] 张磊,王丽.市场调查在建筑工程预算编制中的应用[J].建筑管理,2021,5(3):78-84.

Analysis of Intelligent and Automated Technology of Coal Mine Shearer

Bo Wang

Ningxia Coal Capital Construction Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750000, China

Abstract

In the context of rising global energy demand, the intelligent and automated technology of coal mine shearers is gradually becoming the core driving force of mining modernization. With the continuous increase of coal mining machinery and equipment and the continuous improvement of automation and intelligence, the optimization of the performance of shearers, as the main force of mining operations, is particularly crucial. In order to effectively improve the production efficiency of coal mines, we must pay more attention to the coal mining machine, and actively explore how to integrate it with automation and intelligent technology, which can make the operation of the coal mine more stable and efficient, thereby significantly improving production efficiency, reducing operating costs, and effectively reducing the safety risk of miners, which not only promotes the development of the coal mining industry in a safer, more efficient and sustainable direction, but also lays a solid foundation for the modernization and transformation of the mining industry.

Keywords

coal mines; shearers; intelligent; automation technology

煤矿采煤机的智能化与自动化技术分析

王波

宁夏煤炭基本建设有限公司, 中国 · 宁夏 银川 750000

摘 要

在全球能源需求不断攀升的背景下, 煤矿采煤机的智能化与自动化技术正逐渐成为矿业现代化的核心动力。随着煤矿机械设备的不断增加和自动化、智能化水平的持续提升, 采煤机作为采矿作业的主力军, 其性能的优化显得尤为关键。为了有效提升煤矿的生产效益, 我们必须加大对采煤机的关注力度, 并积极探索如何将其与自动化、智能化技术相融合, 这样的结合能够使采煤机运行更加稳定和高效, 从而显著提高生产效率, 降低运营成本, 并有效减少矿工的安全风险, 这不仅推动了煤矿行业朝着更安全、高效和可持续发展的方向, 也为矿业的现代化转型奠定了坚实的基础。

关键词

煤矿; 采煤机; 智能化; 自动化技术

1 引言

随着现代科技的不断进步, 煤矿采煤机的智能化与自动化正成为煤炭产业转型升级的关键。面对巨大的市场需求和严格的环保与安全法规, 煤矿行业必须寻找新的技术解决方案。智能化和自动化的应用不仅能够提高采煤效率, 减少人力资源的依赖, 还能够有效提升作业安全性和环境友好性。论文旨在分析采煤机自动化与智能化控制技术的现状, 探究存在的问题, 并提出优化方案, 为煤矿行业的未来发展提供参考。

2 采煤机自动化与智能化技术的优势

自动化技术的应用使得采煤机能够在井下连续作业, 减少了人工操作的频繁干预, 从而降低了因人为因素导致的操作失误。智能化系统则能够根据地质条件和实时工况自动调整工作参数, 如切割深度、速度和刀具角度, 确保每一步都精确到位。这样一来, 采煤机不仅能在复杂多变的煤层中高效作业, 还能显著减少对周围岩层的误切, 提高资源利用率。更重要的是, 智能化技术大幅提升了煤矿的安全水平。采煤机上的多传感器系统可以实时监测设备状态和环境参数, 如瓦斯浓度、温度、湿度等, 一旦发现异常情况, 立即启动应急措施, 比如自动停止作业或启动通风系统。这种即时反应能力不仅保护了设备, 更重要的是保障了矿工的生命安全。此外, 智能化的故障诊断和预测系统可以在设备出现严重故障之前, 提前发出预警, 减少突发事件的发生, 使维

【作者简介】王波（1986-），男，中国宁夏中卫人，本科，工程师，从事机械工程及自动化研究。

护工作更加主动和高效。智能化和自动化技术的应用还大大改善了矿工的工作条件。智能化系统减少了矿工的体力劳动和危险操作，使他们可以更多地集中在设备监控和故障处理等核心工作上。此外，远程监控和操作技术的发展，使得矿工无需长时间待在井下，而是可以在地面控制室进行操作和管理，大大降低了工作强度和风险。总之，采煤机的自动化与智能化技术不仅在技术层面上实现了突破，更在实际应用中展现了巨大的潜力，为煤矿的高效、安全和可持续发展提供了强有力的支持。

3 采煤机自动化及智能化控制技术的现状

3.1 传统采煤机存在的问题

传统采煤机存在的问题可以说是行业发展的瓶颈，这些问题不仅影响了生产效率，还严重威胁到矿工的安全。传统采煤机主要依赖人工操作，矿工长时间在潮湿、昏暗且充满危险的环境中工作，不仅体力消耗巨大，心理压力也难以承受，稍有不慎便可能引发严重的安全事故。由于技术限制，传统采煤机的维护和检修也变得异常烦琐，一旦设备出现故障，不仅维修成本高，还可能导致长时间的停产，严重影响生产进度。此外，传统采煤机的能耗较高，作业过程中能源浪费现象严重，这不仅增加了企业的运营成本，还对环境造成了极大的负担。在环保法规日益严格的今天，高能耗的设备已经难以满足可持续发展的要求。传统采煤机的采煤精度和效率低下，无法适应现代煤矿对高产高效的需求，这在竞争激烈的市场环境中显得尤为不利。面对这些问题，智能化与自动化技术的应用显得尤为重要，这不仅是技术的进步，更是对矿工生命的尊重，对环境的负责，对整个煤矿行业的巨大提升。

3.2 自动化与智能化技术的应用

自动化与智能化技术在煤矿采煤机上的应用已经取得了显著进展，这些技术的引入不仅大幅提升了采煤效率，还显著改善了矿工的工作环境。例如，现代智能化采煤机配备了先进的传感器和摄像头，能够实时监测煤层厚度、地质条件和设备状态，从而实现精准切割和高效作业。这不仅减少了煤炭资源的浪费，还大大提高了生产的安全性。自动化技术的应用使得采煤机能够在无人干预的情况下自动运行，减少了人工操作的依赖，降低了矿工的工作强度和风险。智能化控制系统还能根据矿井的实际情况，自动调整采煤机的工作参数，使其在不同工况下都能保持最佳状态。此外，大数据和云计算技术的应用使得远程监控和管理成为可能，管理人员可以在地面实时掌握矿井的运行情况，做出及时的决策。智能化和自动化的结合还为设备的预测性维护提供了支持，通过对数据的分析，可以在故障发生前进行预防性维护，大大提高了设备的可靠性和使用寿命^[1]。

3.3 关键技术及现有成果的应用

关键技术及现有成果的应用已经在煤矿采煤机的智能

化与自动化方面取得了许多突破，这些技术包括传感器技术、视觉识别、大数据分析、云计算和人工智能算法等。传感器技术的发展使得采煤机能够实时监测煤层的厚度、硬度和地质条件，同时还能够监测设备的温度、压力和振动情况，确保设备在安全高效的工况下运行。视觉识别技术的应用则解决了传统采煤机在复杂环境中的定位和切割精度问题，使得采煤机能够更精准地识别煤岩边界，减少煤炭资源的浪费。大数据分析和云计算的结合，使得矿井的运行数据能够被快速处理和分析，为管理人员提供了决策支持，大幅提升了管理效率。人工智能算法的应用让采煤机具备了自学习和自适应的能力，可以根据不同的工况自动调整工作参数，实现最优作业。这些技术的应用不仅显著提高了采煤机的智能化水平和自动化程度，还使得煤矿的生产效率达到了一个新高度，更重要的是，这些技术的应用极大地改善了矿工的工作环境和安全性，减少了他们的劳动强度和风险，为煤矿行业的可持续发展注入了新的活力^[2]。

4 采煤机自动化及智能化技术的优化方案

4.1 多传感器融合提升采煤机精准感知

在采煤机上安装多种传感器，如激光雷达、超声波传感器、视觉传感器和惯性测量单元，可以实时采集采煤作业过程中的各种数据，包括煤层厚度、煤岩界面位置、设备姿态和环境参数。这些传感器的数据通过先进的数据融合算法进行处理，能够提供更为全面和精确的环境感知。通过对传感器数据的综合分析，采煤机可以更准确地识别煤层的边界和地质结构，从而调整切割深度和速度，减少对周围岩石的误切，提高采煤效率和资源利用率。此外，多传感器融合还能实时监测采煤机的工作状态，比如刀具的磨损程度、电机的温度和润滑情况，及时发现潜在故障，减少设备的停机时间和维修成本。随着传感器技术的不断进步，融合算法的优化，以及数据处理能力的提升，多传感器融合的应用前景将越来越广阔。这不仅能够提升采煤机的智能化水平，还能为煤矿的安全和可持续发展提供坚实的保障。比如，视觉传感器可以结合深度学习技术，实现对复杂煤岩界面的智能识别和分类，从而进一步优化采煤路径和策略。同时，传感器数据的云端存储和分析，可以支持远程监控和故障诊断，为矿井管理者提供实时的决策支持。

4.2 复杂工况下采煤机自适应控制算法

采煤机在井下作业时，面对的地质条件和环境复杂多变，传统的固定参数控制算法难以应对这种变化，而自适应控制算法则能够实时调整控制参数，使采煤机始终保持最佳的工作状态。例如，可以采用基于机器学习的自适应控制算法，通过收集大量的作业数据，训练算法模型，使其能够自动识别不同的地质条件，并根据这些条件调整采煤机的切割速度、刀具角度和液压系统的压力。这样一来，采煤机在遇到软煤层时可以加快切割速度，减少空转时间，而在硬岩层

中则可以减缓速度,防止刀具过度磨损。此外,自适应控制算法还可以结合多传感器融合的数据,实时监测煤岩界面的位置和厚度,从而动态调整采煤机的切割路径,确保每一步都精准无误。这种智能化的控制方式不仅提高了采煤效率,还减少了对周围岩层的误切,延长了设备的使用寿命。同时,自适应控制算法能够有效应对突发情况,如设备故障和地质突变,通过实时反馈和调整,使采煤机迅速恢复正常运行,这不仅减少了作业中断的风险,还提升了整个煤矿的生产安全性。随着技术的不断进步,自适应控制算法的性能会不断提升,为煤矿采煤机的智能化和自动化提供更加强大的支持。

4.3 智能化采煤机故障诊断与预测

智能化采煤机故障诊断与预测是提升煤矿生产安全和效率的关键环节。一方面,可以利用先进的传感器技术和大数据分析,实时监测采煤机的关键部件和运行参数,如刀具磨损程度、电机温度、液压系统压力和工作电压。这些数据被收集后,通过云端平台进行存储和分析,利用机器学习算法模型,识别出潜在的故障模式和趋势。这样一来,采煤机的故障预警系统可以在设备出现严重问题之前,提前发出警报,提醒矿工进行及时的维护和检修。另一方面,故障诊断系统可以与自动化控制系统紧密结合,实现故障的自动识别和处理。当检测到某个部件出现异常时,系统能够自动调整采煤机的运行参数,以避免故障部件或减缓其工作强度,从而延长设备的使用寿命和减少生产中断的时间。此外,智能化故障诊断与预测系统还可以提供详细的故障分析报告,帮助技术人员更快速地定位问题并制定有效的维修方案。这种技术的应用不仅提高了设备的可靠性和安全性,还大幅降低了煤矿的维护成本和生产风险。随着技术的不断进步,智能化故障诊断与预测系统的准确性将进一步提升,为煤矿的高效和安全运行保驾护航,这不仅是技术上的突破,更是对矿工生命安全和煤矿经济效益的巨大贡献^[3]。

4.4 物联网与大数据构建远程监控平台

物联网与大数据构建远程监控平台,是现代煤矿采煤机智能化和自动化的重要组成部分,这一平台利用物联网技术,将采煤机的各类传感器和监测设备连接起来,实时采集和传输设备的运行数据。大数据技术则可以对这些海量数据

进行存储、分析和挖掘,为矿井的高效管理和风险预防提供支持。想象一下,在遥远的控制中心,工作人员可以实时看到每一台采煤机的状态,从切割头的磨损程度到液压系统的压力,甚至是矿井内的温度和湿度变化。这不仅让管理人员能够及时发现问题并进行处理,还能让矿工们在井下工作时更加安心。此外,远程监控平台还能够自动识别设备的异常运行模式,提前预警潜在故障。这对于保障设备的正常运行和减少维修成本至关重要。以一个实际例子来说,某矿井曾因液压系统故障导致采煤机停机,影响了整个生产进度。而有了远程监控平台,类似的问题可以提前发现并及时修复,大大减少了不必要的损失。更重要的是,这种技术的应用让煤矿生产变得更加透明和高效,提高了整个行业的管理水平和技术含量。虽然在实际部署中面临网络稳定性和数据安全性等挑战,但这些技术的不断发展和完善,为煤矿行业的未来描绘了更加美好的图景。智能采煤机远程监控平台的建设,无疑是推动煤矿生产向智能化、自动化转型的重要一步,这种技术的应用不仅提升了煤矿的生产效率,还为矿工们提供了一个更加安全和舒适的工作环境。

5 结语

煤矿采煤机的智能化与自动化技术为矿井生产带来了革命性的变化,显著提升了生产效率和安全性。然而,这一技术的应用仍面临诸多挑战,如高成本、技术成熟度不足和安全标准需进一步提升等。未来,多传感器融合、自适应控制算法、故障诊断与预测等核心技术的发展将为采煤机的智能化提供更强大的支撑。随着物联网和大数据技术的深入应用,远程监控平台的构建也将进一步保障煤矿生产的高效与安全,这些技术的不断突破将引领煤矿行业迈向更加辉煌的未来。

参考文献

- [1] 张家骏.煤矿采煤机智能化与自动化技术探讨[J].矿业装备,2024(7):159-161.
- [2] 赵晓敏.煤矿采煤机的智能化与自动化技术分析[J].当代化工研究,2024(10):92-94.
- [3] 闵文,安国斌.探讨煤矿采煤机的智能化与自动化技术[J].设备管理与维修,2023(10):127-129.

Application and Effect Evaluation of Energy-saving Technology in Water Supply and Drainage Design in High-rise Buildings

Xiaodong Liu

Gongweibang Group, Ordos, Inner Mongolia, 017000, China

Abstract

With the rapid development of the construction industry, especially the increase of the number of high-rise buildings, the building energy efficiency and resource utilization efficiency have gradually become an important factor in the design and construction. As one of the most basic infrastructure in a building, the energy saving of water supply and drainage system directly affects the energy consumption and water resource utilization efficiency of buildings. Based on the design of water supply and drainage system in high-rise buildings, this paper discusses the application of current energy saving technology, analyzes the implementation effect of different energy saving technologies in high-rise buildings, and evaluates their economic and environmental benefits. Through the evaluation of the energy-saving technology, this paper puts forward some suggestions for the further optimization of the design and application, in order to provide a reference for the energy-saving design of high-rise buildings.

Keywords

energy-saving technology; high-rise building; water supply and drainage design; energy efficiency; environmental benefits

节能技术在高层建筑给排水设计的应用与效果评估

刘小东

工维邦集团, 中国·内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘 要

随着建筑行业的快速发展, 尤其是高层建筑数量的增加, 建筑能效和资源利用效率逐渐成为设计和建造中的重要考量因素。给排水系统作为建筑中最基本的基础设施之一, 其设计的节能性直接影响到建筑的能源消耗和水资源利用效率。论文从高层建筑给排水系统的设计出发, 探讨了当前节能技术的应用, 分析了不同节能技术在高层建筑中的实施效果, 评估了其经济性和环境效益。论文通过对节能技术的评估, 提出了进一步优化设计和应用的建议, 以期为高层建筑的节能设计提供借鉴和参考。

关键词

节能技术; 高层建筑; 给排水设计; 能源效率; 环境效益

1 引言

随着城市化进程的加速, 高层建筑在城市建设中日益普及。然而, 随着建筑数量的增加, 其能耗问题也愈发突出。尤其是给排水系统作为建筑中不可或缺的一部分, 其能耗和水资源消耗占据了建筑整体能耗的较大比例。据统计, 高层建筑的给排水系统能耗约占总能耗的 30% 左右, 尤其是在建筑物的供水、排水、热水供应等方面, 往往需要消耗大量的电力和水资源。因此, 如何通过设计优化和节能技术的应用, 减少高层建筑给排水系统的能耗和水资源浪费, 成为当前建筑设计中亟待解决的重要问题。

节能技术的应用不仅能够降低建筑的能耗, 还能在节约水资源、减少碳排放方面起到积极的作用。近年来, 随着智能化控制技术和新型节能设备的不断创新, 节能技术在高层建筑给排水系统中的应用得到了显著进展。例如, 高效水泵、变频调速技术、雨水回收系统、热能回收装置等技术, 已经在多个高层建筑项目中取得了良好的效果。这些技术的应用不仅提高了系统的能效, 还减少了能源消耗和环境污染, 为建筑行业的绿色可持续发展提供了重要支持。

论文旨在分析节能技术在高层建筑给排水设计中的应用现状, 评估不同节能技术的效果, 并提出优化设计的建议。通过对节能技术的深入研究, 期望为未来高层建筑节能设计提供理论支持和实践经验。

【作者简介】刘小东 (1987-), 男, 中国陕西榆林人, 本科, 工程师, 从事建筑给排水研究。

2 节能技术在高层建筑给排水设计中的应用现状

2.1 智能控制系统的应用

随着智能建筑理念的不断推广，智能化控制系统在高层建筑给排水设计中的应用愈加广泛。智能控制系统能够实时监测建筑给排水系统的运行状态，自动调节设备的工作模式，从而达到节能的目的。通过采用智能水表和控制系统，建筑管理方可以实时监控用水量、水压等数据，自动调整水泵的运行负荷，避免因供水过量或不足而导致的能源浪费和水资源浪费。此外，智能化控制系统还可以根据气候变化、季节变化以及用户需求自动调节系统运行模式，实现供水系统的动态调节和高效运行。例如，在高层建筑中，当气温升高时，系统可以自动增加冷水供应，以保证住户的用水需求；而在低峰时段，系统会减少供水量，避免资源浪费。

智能控制系统的应用不仅提高了给排水系统的运行效率，还能够通过数据分析和预测优化系统设计，进一步提升节能效果。智能化系统能够对历史数据进行分析，预测未来用水趋势，从而优化供水策略，减少能源和水资源的消耗。以某高层商业建筑为例，采用智能控制系统后，系统能效提高了20%以上，水资源消耗量减少了30%，取得了显著的节能效果。

2.2 高效水泵与变频调速技术

水泵是给排水系统中最重要设备之一，其能效直接关系到建筑系统的能源消耗。传统的水泵通常采用定速运行模式，这种运行模式在建筑需求不稳定时，往往会出现能源浪费的现象。随着高效水泵与变频调速技术的引入，供水系统能够根据实时需求自动调节泵的转速，从而有效减少不必要的能源浪费。变频调速技术通过调整泵速和流量，使得供水系统能够在保证足够水压的同时，减少能量消耗，提高能效。

变频调速技术能够精确控制水泵的运行状态，避免了定速水泵的浪费现象。通过这一技术，供水系统能够根据建筑实际用水需求进行调节，确保能源消耗最小化。例如，在某高层住宅小区中，应用变频水泵后，供水系统的能耗减少了30%。此外，该技术的应用还有效避免了水泵频繁启停的现象，减少了机械设备的磨损，延长了水泵的使用寿命，降低了设备维护和更换的成本。

2.3 雨水回收与污水处理技术

在节水方面，雨水回收与污水处理技术的应用在高层建筑给排水系统中得到了广泛推广。雨水回收系统能够将建筑屋面收集的雨水经过过滤和净化处理后，供建筑的绿化灌溉、冲厕等非饮用水用途使用，减少了对自来水的依赖，降低了建筑的用水成本。这一技术特别适用于城市高层建筑，能够充分利用雨水这一可再生资源，有效减轻市政供水系统的压力，提升水资源的利用效率。

污水处理技术同样为高层建筑提供了节水和环保的解

决方案。通过对废水进行处理、净化，建筑可以回收利用洗浴、厨房等产生的污水，用于冲厕、绿化灌溉等非饮用水需求。这样不仅节约了大量的自来水，还减少了废水的排放，对环境保护起到了积极作用。例如，在某高层商业综合体中，设计了雨水回收和污水处理系统，每年可回收雨水约10万立方米，节约了大量自来水资源，并有效减轻了城市排水系统的负担。此外，雨水回收系统的使用还避免了大量雨水流入城市排水系统，减少了城市内涝的发生概率。污水处理系统的应用不仅节省了水资源，还能进一步降低建筑的环境负担，为绿色建筑的实现提供了强有力的技术支持。通过这一系列技术的应用，建筑不仅能够大幅减少水资源消耗，还能够提高水的循环利用率，为城市可持续发展做出贡献。

3 节能技术在高层建筑给排水设计中的效果评估

3.1 经济性评估

节能技术的应用，尤其是在高层建筑给排水设计中的应用，首先需要考虑其经济性。虽然节能技术的初期投入较高，但从长远来看，其能够带来显著的经济效益。例如，变频水泵与智能控制系统的应用，虽然需要一定的设备投入和安装成本，但随着运行时间的增加，节能效果会逐渐显现。根据多个案例的统计数据，节能技术的投资回收期通常为3~5年，在此之后，建筑方可实现较高的能效和成本节约。

此外，节能技术的应用还能够减少建筑后期的维护和运营成本。高效水泵、智能控制系统等设备不仅能减少能源消耗，还能延长设备使用寿命，降低维护频率，从而有效减少长期运营成本。因此，从经济角度看，节能技术的应用不仅具备较好的投资回报率，还具有良好的市场前景。

3.2 环境效益评估

节能技术在高层建筑给排水设计中的应用，直接带来了环境效益的改善。通过高效水泵、变频调速技术、雨水回收和污水处理等节能技术的实施，建筑的能源消耗和水资源浪费得到了有效减少。以某城市的大型商业综合体为例，通过应用节水和节能技术，该建筑每年能够节约水资源约20万立方米，减少了二氧化碳排放约120吨，具有显著的环境效益。

此外，节能技术的应用还能够减少建筑物对市政电力和水资源的依赖，降低对自然资源的消耗，有助于缓解城市能源危机和水资源短缺问题。节能技术的应用推动了绿色建筑和低碳城市的建设，是建筑行业向可持续发展迈进的重要步骤。

4 节能技术的推广与优化建议

4.1 政府政策支持与行业标准引导

节能技术的广泛应用离不开政府的政策支持和行业标准的引导。在推动高层建筑给排水设计中节能技术应用的过程中，政府应通过出台相关政策和措施，为建筑行业提供有

力的支持。例如,政府可以出台节能减排的强制性标准和规定,要求建筑设计和施工企业在项目中强制采用符合节能标准的技术和设备,从源头上确保高层建筑给排水系统能够达到国家的节能要求。这些标准应涵盖水泵、管道、控制系统等关键设备,确保其在施工和运营过程中具有良好的能效表现。

此外,政府可以通过财政补贴、税收减免等措施,降低企业在节能技术实施过程中的初期投资负担,推动节能技术的普及。对创新技术的研发和应用,政府应加大资金投入和技术扶持力度,为新技术的研发、试验和应用提供更为宽松的政策环境。同时,政府还可以鼓励高校和科研院所加强节能技术的科研投入,促进技术成果转化,将先进的节能技术迅速推广应用到高层建筑给排水设计中。

行业协会和标准化组织在推动节能技术的应用中也起着重要作用。通过制定行业标准和技术规范,引导企业在设计和施工中采用符合节能要求的技术。例如,可以推动制定高层建筑给排水系统节能设计指南,建立详细的评估标准,使设计师和施工单位能够清晰地了解不同技术的适用范围、效益和要求,从而帮助他们在项目实施过程中做出合理的选择。

4.2 技术创新与设备升级

随着科技的进步和创新,新的节能技术和设备不断涌现,为高层建筑的节能设计提供了更多可能性。在给排水系统中,传统设备和技术往往不能充分满足节能需求,因此,建筑设计师需要不断关注节能技术的发展动态,及时将新技术、新设备融入设计中,不断优化建筑能效。

例如,智能控制系统的应用使得高层建筑的给排水系统得到了更高效的管理。通过对给排水系统运行状态的实时监测和控制,智能化系统可以根据建筑的用水需求、气候条件以及水压等因素,自动调节设备的运行模式,从而实现精确的节能控制。这种智能化的系统能够有效减少设备的无效运行,避免过度供水和过度排水,显著降低能耗和水资源的浪费。

除了智能控制系统,高效水泵与变频调速技术的应用也为节能提供了有效途径。变频水泵通过调节水泵的转速和流量,确保供水系统始终在最佳工作状态下运行。与传统定速水泵相比,变频水泵的能效更高,能够减少不必要的电力消耗,同时避免水泵频繁启停,延长设备的使用寿命。此外,

热能回收装置也是一种创新性的节能技术。通过回收建筑中产生的废热,可以有效提高热水供应系统的能效,减少能源消耗。

未来,节能技术的不断创新将推动高层建筑给排水设计进入一个更加高效、智能的时代。建筑设计师应密切关注行业技术的发展趋势,加强对新型节能设备的了解和应用,为建筑节能提供更多解决方案。在设备升级方面,建筑公司应积极跟进市场中出现的新型节能设备,并结合实际项目需求,进行合理的设备选型和应用,确保建筑系统能够始终保持最佳的节能效果。

5 结语

节能技术在高层建筑给排水设计中的应用,不仅能够显著提高建筑的能源利用效率,还为环境保护、资源节约和可持续发展做出了积极贡献。通过智能化控制、高效水泵、热能回收和雨水回收等节能技术的综合应用,高层建筑在节能减排、节水和降低碳排放等方面取得了显著的成果。在提高建筑能源效益的同时,节能技术的应用还能够降低建筑的运营成本,推动建筑行业实现绿色低碳发展。

随着社会对绿色建筑和可持续发展认识的不断提升,节能技术在高层建筑设计中的应用将会越来越广泛。未来,随着技术的进一步创新和政府政策的逐步完善,节能技术将不断优化,并在更多的建筑项目中得到推广。为实现2030年前碳达峰和2060年前碳中和的目标,建筑行业需要在节能技术应用方面取得更多突破,推动建筑设计向更高效、更环保、更节能的方向发展。

在全球资源日益紧张、环境污染日益严重的背景下,高层建筑的节能设计不仅是建筑行业的责任,也是对社会和环境的贡献。只有通过各方的共同努力,推动节能技术的广泛应用,才能为实现生态文明和可持续发展做出积极贡献。

参考文献

- [1] 梁志广.BIM技术在建筑给排水管道施工中的应用浅析[J].城市建设理论研究(电子版),2024(32):135-137.
- [2] 杨芳泉,陈少林.建筑给排水系统节能优化设计在智能住宅小区的应用[J].中国战略新兴产业,2024(32):116-118.
- [3] 张雪娇.高层建筑给排水施工及管道安装技术[J].中国住宅设施,2024(10):170-172.
- [4] 陈家兴.高层建筑工程给排水和消防给水系统设计分析[J].中国建筑金属结构,2024,23(10):118-120.

Analysis of Mining Influence on the Stability of Civil Engineering Structure

Qichuang Huang

Beijing Zhong Coal Mine Engineering Co., Ltd., Beijing, 100013, China

Abstract

This paper mainly explores the impact of mining on the stability of civil engineering structures. Firstly, explain the main types of geological disasters caused by mining, including ground subsidence, subsidence, ground fissures, and landslides, and analyze the causes and mechanisms of these disasters. Further investigate the impact of mining on the stability of different types of civil engineering structures, and explore monitoring techniques and methods that can be adopted during the mining process. Propose corresponding prevention and control measures, including optimizing mining plans, adopting backfill mining technology to reduce the impact of goaf, and reinforcing affected civil engineering structures, aiming to reduce the negative impact of mining on the stability of civil engineering structures and ensure the safety and normal use of civil engineering facilities in the mining area and surrounding areas.

Keywords

mining; civil engineering structure; stability influence; geological disaster

矿山开采对土木工程结构稳定性的影响分析

黄启闯

北京中煤矿山工程有限公司, 中国 · 北京 100013

摘 要

论文主要探讨矿山开采对土木工程结构稳定性产生的影响。首先阐述矿山开采引发的主要地质灾害类型, 包括地面沉降、塌陷、地裂缝以及山体滑坡等, 分析这些灾害形成的原因与机制。接着深入研究矿山开采对不同类型土木工程结构稳定性的影响, 探讨在矿山开采过程中可采取的监测技术与方法。提出相应的预防与治理措施, 包括优化矿山开采方案、采用充填开采技术减少采空区影响、对受影响的土木工程结构进行加固处理等, 旨在降低矿山开采对土木工程结构稳定性的负面影响, 保障矿山开采区域及周边土木工程设施的安全与正常使用。

关键词

矿山开采; 土木工程结构; 稳定性影响; 地质灾害

1 引言

随着矿产资源的大规模开发利用, 矿山开采活动对周边环境产生广泛而深刻的影响。其中, 对土木工程结构稳定性的影响尤为突出, 不仅关系矿山企业自身的生产安全与经济效益, 也直接影响周边居民的生命财产安全以及区域的可持续发展。研究矿山开采对土木工程结构稳定性的影响, 探讨有效的监测、预防与治理措施, 具有重要现实意义。

2 矿山开采引发的地质灾害类型

2.1 地面沉降与塌陷

在矿山开采过程中, 尤其是地下开采, 当采空区范围不断扩大且未得到有效处理时, 上覆岩层在重力作用下会发

生弯曲、断裂和垮落, 导致地面出现沉降现象。随着开采的持续进行, 如果采空区顶板垮落进一步发展, 就可能引发地面塌陷。这种地面沉降与塌陷通常是一个渐进的过程, 但在某些情况下, 如遇到地质构造薄弱带或开采方式不合理时, 也可能突然发生, 造成严重的破坏 (如图 1) [1]。

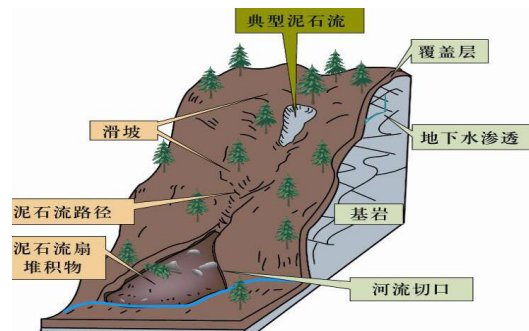


图 1 矿山开采地面沉降与塌陷

【作者简介】黄启闯 (1976-), 男, 中国山东单县人, 助理工程师, 从事土木工程研究。

2.2 地裂缝

地裂缝是矿山开采引发的另一种常见地质灾害，通常与地面沉降和塌陷相伴而生，是由于岩层变形不均匀或土体在应力作用下产生拉伸破坏而形成的。地裂缝的走向和规模各不相同，有的呈线性延伸，有的则呈树枝状或网状分布。地裂缝的出现会破坏地表的完整性，对土木工程结构造成直接损害。地裂缝贯穿公路、铁路路基，导致路基开裂、路面塌陷，严重影响交通运输的安全与顺畅；对于建筑物来说，地裂缝穿过建筑物的基础或墙体，使建筑物结构受力不均，产生倾斜、开裂甚至倒塌的危险^[2]。

2.3 山体滑坡

在山区进行矿山开采时，由于对山体的开挖、爆破等作业，破坏山体原有的地质结构和植被覆盖，使得山体的稳定性降低。特别是在降雨等因素的诱发下，极易发生山体滑坡灾害。矿山开采引发的山体滑坡往往具有规模大、速度快、破坏力强的特点。在一些露天金属矿山，大量的土石方开挖改变了山体的坡度和形态，山坡上的岩土体在重力和雨水冲刷作用下失去平衡，沿着特定的滑动面快速下滑，可能掩埋矿山附近的村庄、公路、桥梁等土木工程设施，造成巨大的人员伤亡和财产损失。

3 矿山开采对不同类型土木工程结构稳定性的影响

3.1 对工业与民用建筑的影响

矿山开采导致的地面沉降、塌陷和地裂缝等地质灾害直接作用于工业与民用建筑的基础。当基础所在的地面发生不均匀沉降时，建筑物的基础会受到不均匀的附加应力，从而使基础产生倾斜、弯曲甚至断裂。在一些老旧矿区周边的居民住宅，由于长期受到附近煤矿开采的影响，房屋基础出现不同程度的下沉，导致墙体出现斜向裂缝，从房屋底部逐渐向上延伸，严重影响房屋的结构安全和居住舒适性。同时，基础稳定性的破坏必然会引起建筑物上部结构受力状态的改变。原本均匀分布的荷载由于基础的变形而重新分布，使得建筑物的梁、柱、墙等结构构件承受的内力增大，超出其设计承载能力时，就会出现裂缝、变形甚至破坏。在一些矿区的工业厂房中，由于地面沉降，厂房的柱子发生倾斜，导致屋顶的钢梁受力不均，出现弯曲变形，屋面防水层被破坏，出现漏水现象，影响厂房的正常使用和内部设备的安全运行^[3]。

3.2 对交通基础设施的影响

矿山开采引起的地面变形，对公路路基稳定性产生严重威胁。路基沉降会使路面出现凹陷、起伏不平，影响车辆行驶的舒适性和安全性。同时，地裂缝穿过路基时，会破坏路基的整体性，导致路基土体流失，降低路基的承载能力。在某矿区附近的公路上，由于地下煤矿开采导致路基沉降，路面出现多处坑洼，车辆行驶时颠簸剧烈，而且在一些路

段的裂缝将路基撕开，公路管理部门不得不频繁进行修补，但效果往往不理想，严重影响公路的正常使用和交通运输效率。对于铁路交通来说，矿山开采引发的地面沉降和地裂缝会导致铁路轨道的变形。轨道的不平顺会增加列车行驶时的冲击力，加速轨道部件的磨损和疲劳破坏，影响列车运行的平稳性和安全性。严重时，可能导致列车脱轨等重大事故。在一些铁路沿线的矿区，由于矿山开采的影响，铁路轨道出现高低不平、轨距变化等问题，铁路部门需要投入大量的人力、物力进行轨道维护和调整，增加了运营成本，也给铁路运输带来了安全隐患^[4]。

3.3 对水利设施的影响

矿山开采活动如果靠近水利工程大坝，会对大坝的稳定性产生严重影响。地面沉降、塌陷或裂缝可能破坏大坝的基础和坝体结构，导致大坝出现渗漏现象。如果渗漏得不到及时控制，会进一步削弱大坝的土体强度，增加大坝溃坝的风险。在某水库周边的矿山开采区，由于长期的地下开采，大坝基础所在区域出现地面沉降，大坝坝体出现裂缝，水库水开始从裂缝中渗出，虽然采取了一些临时封堵措施，但大坝的安全性仍然受到极大威胁，一旦溃坝，将对下游地区造成毁灭性的灾害。此外，矿山开采引发的地质灾害，也会对手渠等水利灌溉设施造成破坏。地面变形可能导致水渠的渠道变形、开裂，影响水渠的输水能力。地裂缝可能切断水渠，使水渗漏流失，无法正常灌溉农田。在一些农田灌溉水渠附近的矿区，由于矿山开采导致地裂缝穿过水渠，大量的灌溉水白白流失，农田得不到及时灌溉，影响农作物的生长和农业生产的收成。

4 矿山开采过程中的监测技术与方法

4.1 地面变形监测

一方面，GPS技术在矿山开采地面变形监测中具有广泛应用，在监测区域内设置多个GPS监测点，能够实时获取监测点的三维坐标信息，精确测量地面的位移变化情况。其优点是监测范围广、精度高、自动化程度高，以实现全天候监测。在大型露天矿山开采区域，布置了一系列GPS监测点，对矿山开采过程中的周边地面沉降、水平位移等变形情况进行实时监测，监测数据通过无线传输系统及时传送到监控中心，一旦发现地面变形超过设定阈值，系统会自动发出预警信号，以便及时采取相应措施。另一方面，水准仪主要用于测量地面的高程变化，通过测量不同时期监测点的高程差，确定地面的沉降情况。全站仪则可以同时测量监测点的水平角、垂直角和距离，从而计算出监测点的三维坐标，用于分析地面的水平位移和沉降情况。水准仪和全站仪测量精度较高，操作相对简便，是传统的地面变形监测常用方法。例如，在矿山开采影响范围内的建筑物周边设置水准仪和全站仪监测点，定期对建筑物基础的沉降和位移进行测量，将测量数据记录并分析，绘制沉降曲线和位移矢量图，直观

反映建筑物基础的变形趋势，为评估建筑物的稳定性提供依据。

4.2 地下岩层监测

利用传感器技术，对地下岩层的位移、应力等参数进行监测。在采空区周围的岩层中安装位移传感器和应力传感器，位移传感器可以实时监测岩层的位移变化情况，当岩层位移超过安全阈值时，说明采空区的稳定性可能受到威胁；应力传感器则可以测量岩层内部的应力分布和变化，了解岩层的受力状态，预测可能发生的岩层破坏和地质灾害。传感器监测数据通过数据采集系统传输到地面监控中心，进行实时分析和处理。此外，钻孔窥视仪是一种用于观测钻孔内岩层情况的仪器，在矿山开采区域的钻孔中插入钻孔窥视仪，可以直接观察钻孔壁岩层的完整性、裂隙发育情况等。在煤矿开采过程中，利用钻孔窥视仪对煤层顶板岩层进行观测，了解顶板岩层的分层结构、节理裂隙分布等信息，为预测顶板垮落的可能性和制定相应的支护措施提供依据。钻孔窥视仪观测可提供直观的岩层内部信息，但观测范围相对有限，通常需要结合其他监测方法共同使用。

5 矿山开采对土木工程结构稳定性影响的预防与治理措施

5.1 优化矿山开采方案

在矿山开采规划阶段，应充分考虑对周边土木工程结构的影响，优化开采方案。合理确定开采顺序，采用由远及近或分区开采的方式，尽量减少对重要土木工程设施的影响。同时，控制开采速度和开采强度，避免在短时间内形成大面积的采空区，降低地面变形的速率和幅度。例如，在城市周边的矿山开采时，根据城市规划和周边建筑分布情况，制定详细的开采计划，先开采远离城市中心和重要建筑的区域，并且严格控制开采量和开采深度，确保城市建筑的安全。

5.2 充填开采技术应用

充填开采是一种有效地减少采空区影响的技术方法，将矸石、粉煤灰、水泥等充填材料充填到采空区，可支撑上覆岩层，防止其过度下沉和塌陷。充填开采不仅可以减少地面沉降和塌陷的发生，还提高矿石回收率，减少废弃物排放。

在一些金属矿山，采用膏体充填技术，将经过配比搅拌后的膏体充填材料通过管道输送到采空区，充填后的采空区保持较好的稳定性，有效保护周边的土木工程结构和生态环境。

5.3 土木工程结构加固

对于已经受到矿山开采影响的土木工程结构，应及时进行加固处理。对于建筑物，可以采用基础加固、墙体加固、结构补强等措施。对基础沉降的建筑物采用锚杆静压桩、灌注桩等方法进行基础加固，增加基础的承载能力；对墙体开裂的建筑物采用碳纤维布加固、钢筋网砂浆加固等方法，增强墙体的抗裂能力和整体性。对于交通基础设施，如公路路基沉降可采用注浆加固、铺设土工格栅等方法，提高路基的稳定性；铁路轨道变形可以通过调整轨道扣件、更换受损轨枕等方法进行修复和加固。对于水利工程设施，大坝出现裂缝可采用化学灌浆、混凝土浇筑等方法进行封堵和加固，确保大坝的安全运行。

6 结论

矿山开采对土木工程结构稳定性产生多方面的重大影响，引发的地面沉降、塌陷、地裂缝、山体滑坡等地质灾害严重威胁着工业与民用建筑、交通基础设施和水利工程设施等的安全与正常使用。通过采用先进的监测技术与方法，如GPS监测、水准仪与全站仪测量、传感器技术监测和钻孔窥视仪观测等，能够及时掌握矿山开采过程中的地质环境变化情况。在此基础上，采取优化矿山开采方案、应用充填开采技术、对土木工程结构进行加固等预防与治理措施，可以有效降低矿山开采对土木工程结构稳定性的负面影响，保障矿山开采区域及周边土木工程设施的安全。

参考文献

- [1] 王永纪,吕前辉,余沛,等.南召县神仙崖露天开采矿山地质环境治理与修复[J].中国锰业,2024,42(4):98-104.
- [2] 张俊萍.某矿山岩体力学性能试验及开采方案优化[D].南昌:江西理工大学,2017.
- [3] 田志超,刘业娇,王荣超.非线性动力学分岔理论在矿山开采应用中的探讨[J].现代矿业,2012(11):54-56.
- [4] 贾玉跃,高毓山.矿山开采诱发边坡变形规律分析及控制对策[J].金属矿山,2017(6):156-159.