

工程研究前沿

Frontiers of Engineering Research

Volume 1 · Issue 4 · September 2024 3060-9054(Print) 3060-9062(Online)

工程研究前沿

Frontiers of Engineering Research

Volume 1 · Issue 4 · September 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 4 September 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	长输管道腐蚀原因分析及工程期防腐策略探讨 / 侯艳冲	46	浅谈超高压输电线路防污闪研究 / 李军
4	建筑工程深基坑支护结构选型原则与应用 / 张激潇	49	机械装配工艺与效率提升研究 / 杨明齐 史剑
7	建筑工程给排水施工技术要点分析 / 贾玉冉	52	电力工程建设项目精细化管理解析 / 廖李清
10	水利施工中软土地基处理技术 / 王晓明	55	水利工程设计中的常见问题及解决对策浅析 / 文艳萍
13	工程机械管理技术研究与应用研究 / 季洪涛	58	煤矿井下综掘工作面高效供电系统设计及优化策略 / 赵勇 龚勋
16	全面安全管理在煤矿安全管理中的应用 / 张凯	61	球墨铸铁排水管道施工技术研究 / 孙斌 谭敏
19	浅谈创新和充实煤矿安全管理工作内容 / 高跃龙	64	浅谈全面降低钢铁料消耗的攻关实践 / 云茂帆
22	探讨新时代煤矿安全管理当中大数据管理技术应用 / 柳双雄	67	石油化工工程中机电安装工程施工技术与质量管理措施研究 / 周红奎
25	煤矿区队安全管理及自主管理研究 / 武斌	70	碳中和背景下热电联产机组全背压运行的思考 / 李用武
28	基于煤矿安全管理存在问题及应对策略研究 / 杨赟	75	矿山灾害治理与应急处置技术分析 / 曹家红
31	石墨烯薄膜的制备及其在电子材料中的应用 / 孙立恒	78	电厂锅炉风机性能优化及节能技术研究 / 路广亚
34	景观园林施工设计及绿化养护技术要点分析 / 林冠文	81	建筑工程管理施工过程中质量控制与进度控制策略分析 / 周欣然
37	围岩监测中隧道雷达与自动化预警技术的整合应用现状与展望 / 李昊阳 刘伟建 袁振霞 彭仲凯 袁碧琦 焦利娟	84	革命类纪念馆陈列设计研究 / 陈佳堃
40	建筑工程地基基础检测存在的问题及解决方法 / 仲海蓓		
43	建设项目全过程跟踪审核对工程造价的影响及应用		

1	Analysis of corrosion causes of long distance pipeline and anti of corrosion strategy during engineering period / Yanchong Hou		tracking and audit of the construction project on the project cost / Wenjing Huang
4	Selection principle and application of deep foundation pit supporting structure in construction engineering / Lianxiao Zhang	46	Study on anti-pollution flash of ultra-high voltage transmission line / Jun Li
7	Analysis of technical points of water supply and drainage construction of construction projects / Yuran Jia	49	Research on mechanical assembly process and efficiency improvement / Mingqi Yang Jian Shi
10	Soft soil foundation treatment technology in water conservancy construction / Xiaoming Wang	52	Fine management analysis of electric power engineering construction projects / Liqing Liao
13	Research and application of construction machinery management technology / Hongtao Ji	55	Analysis of Common Problems and Solutions in Water Conservancy Engineering Design / Yanping Wen
16	Application of comprehensive safety management in coal mine safety management / Kai Zhang	58	Design and Optimization Strategy of Efficient Power Supply System for Comprehensive Mining Face in Coal Mine Underground / Yong Zhao Xun Gong
19	Talking about innovating and enriching the content of coal mine safety management / Yuelong Gao	61	Research on construction technology of ductile iron drainage pipeline / Bin Sun Min Tan
22	Exploring the Application of Big Data Management Technology in Coal Mine Safety Management in the New Era / Shuangxiong Liu	64	Talking about the practice of comprehensively reducing the consumption of steel materials / Maofan Yun
25	Research on safety management and self-management of coal mining teams / Bin Wu	67	Study on the construction technology and quality management measures of electromechanical installation engineering in petrochemical engineering / Hongkui Zhou
28	Based on the research on the existing problems and countermeasures of coal mine safety management / Yun Yang	70	Consideration on full back pressure operation of cogeneration units under carbon neutral background / Yongwu Li
31	Preparation of graphene thin films and their applications in electronic materials / Liheng Sun	75	Analysis of Mining Disaster Management and Emergency Response Technologies / Jiahong Cao
34	Analysis of Key Points in Landscape Architecture Construction Design and Greening Maintenance Technology / Guanwen Lin	78	Research on performance optimization and energy saving technology of boiler fan in power plant / Guangya Lu
37	Integrated application status and prospect of tunnel radar and automatic early warning technology in surrounding rock monitoring / Haoyang Li Weijian Liu Zhenxia Yuan Zhongkai Peng Biqi Yuan Lijuan Jiao	81	Analysis of quality control and schedule control strategies in the construction process of construction project management / Xinran Zhou
40	Problems and solutions of construction engineering foundation testing / Haibei Zhong	84	Display and design research of revolutionary memorial hall / Jiakun Chen
43	The influence and application of the whole process of		

Analysis of corrosion causes of long distance pipeline and anti of corrosion strategy during engineering period

Yanchong Hou

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

Abstract

Long-distance pipeline is the main means of transportation of energy and commodities in China, but the corrosion problem of pipeline poses a serious threat to its safe operation. Through the induction and analysis of the existing scientific research data, we find that microbial corrosion, electrochemical corrosion and stress corrosion produced by water molecules and salt ions are the main causes of the damage of long-distance pipeline. Secondly, combined with the specific engineering situation, we put forward strategies such as design optimization, material selection, anti-corrosion layer addition and electrochemical protection for how to effectively prevent long-distance pipeline corrosion during the engineering period, and conducted empirical tests on these strategies. Research shows that the above strategies can significantly reduce the corrosion rate of long distance pipelines, prolong their service life, prevent safety problems caused by corrosion, and help us to use and manage long distance pipeline resources more effectively.

Keywords

long distance pipeline; corrosion cause; anti-corrosion strategy; electrochemical protection; safety management

长输管道腐蚀原因分析及工程期防腐策略探讨

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

长输管道是我国能源和商品的主要运输工具, 而管道的腐蚀问题却对其安全运行构成严重威胁。本文通过对已有的科研资料进行归纳和分析, 我们发现微生物腐蚀、水分子和盐离子产生的电化学腐蚀、应力腐蚀等是造成长输管道损伤的主要原因。其次, 结合具体的工程情况, 我们对于如何在工程期有效防止长输管道腐蚀提出了设计优化、材质选择、防腐层的添加、电化学保护等策略, 并对这些策略进行了实证检验。研究显示, 以上策略能显著降低长输管道的腐蚀速率, 延长其使用寿命, 防止因腐蚀导致的安全问题, 有助于我们更有效地利用和管理长输管道资源。

关键词

长输管道; 腐蚀原因; 防腐策略; 电化学保护; 安全管理

1 引言

长输管道是一个非常重要的运输工具, 它像我们身体中的血管一样, 把能源和商品送到各个地方。但是, 就像身体会生病一样, 管道也会出现腐蚀的问题, 这会使得管道运行出现不稳定情况。文章里讲述了管道为什么会腐蚀, 主要是因为一些微小的生物、电的作用和应力。我们需要采取一些有效的方法来保护管道, 比如用合适的防腐材料、给管道穿上保护层和用电化学的方式来防止腐蚀。这样可以让管道用得很久。希望通过这些办法, 我们能够更好地保护这些重要的“运输血管”。

2 长输管道的腐蚀原因分析

2.1 微生物腐蚀的原理与影响

微生物腐蚀是长输管道腐蚀中一个不容忽视的重要因素, 其主要由微生物在管道表面附着并代谢生成腐蚀性物质, 从而对金属材料产生破坏作用^[1]。这种腐蚀通常发生在埋地或水下管道环境中, 特别是在缺氧条件下更加活跃。参与腐蚀的微生物主要包括硫酸盐还原菌、铁细菌和硝酸盐还原菌。这些微生物通过其生物代谢活动, 产生如硫化氢、酸性物质等腐蚀性产物, 破坏管道的金属结构。硫酸盐还原菌通过还原硫酸盐生成硫化氢, 这种气体能够与金属铁反应生成硫化铁, 从而加速金属的腐蚀速率。铁细菌则通过氧化亚铁生成铁锈状沉淀, 加速腐蚀进程。微生物腐蚀不仅能够引发点蚀、局部均匀腐蚀, 还会导致应力腐蚀开裂, 严重时甚至可能造成管道泄漏等安全隐患。腐蚀速度不仅取决于菌种

【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。

类型，还与环境温度、湿度、管道材质等因素相关。研究微生物腐蚀的机理以及其影响因素，对于制定有效的防腐策略至关重要，从而尽可能地降低管道腐蚀风险，保障长输管道的安全运行。

2.2 电化学腐蚀的过程与效应

电化学腐蚀是长输管道腐蚀的主要形式之一，其过程涉及多个复杂的电化学反应。管道材料通常为金属，曝光在土壤、水分和空气中的不同环境条件下时，会构成一个原电池系统。原电池系统包括阳极、阴极和电解质。阳极区域的金属失去电子发生氧化反应，形成金属离子。这些金属离子通常与环境中的水和氧气等反应生成腐蚀产物，如铁锈。电化学腐蚀的基本反应可表示为 $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$ （在阳极），以及 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$ （在阴极）。

电解质（例如水和土壤中的离子）在阳极和阴极之间传导电流，使得电化学反应得以持续进行。电化学腐蚀的速率和形式受到诸多因素影响，包括金属的成分、环境的pH值、氧气的浓度和温度等。当金属表面存在裂纹或缺陷时，电腐蚀的速率往往更高，腐蚀产物也可能更为严重。

长输管道的电化学腐蚀不仅影响其结构完整性，还可能产生严重的安全隐患。腐蚀产物如氧化铁（铁锈）通常会在管道表面形成一个疏松的层，这一层不仅不能有效防止进一步腐蚀，反而可能促进腐蚀进程。电化学反应导致的离子迁移和电子流动会引发金属的溶解和剥落，最终可能造成管道的穿孔或断裂。

为了控制电化学腐蚀，必须采取有效的监测和防护措施。例如，应用阴极保护技术，通过附加电源使整个金属表面成为阴极，从而防止金属失电子。使用合适的防腐涂层也可以将管道与腐蚀性环境隔离^[2]。

2.3 应力腐蚀的形成及其负面影响

应力腐蚀是长输管道腐蚀中一种极具破坏性的形式，其发生机制复杂且隐蔽，往往给管道的安全运行带来严重威胁。在长输管道的服役过程中，由于材料内部或外部存在的应力，与特定的腐蚀介质相互作用，导致金属在低于其强度极限的条件下发生开裂。这种开裂通常沿着晶界或穿晶扩展，具有突发性和不可预测性，一旦发生，往往迅速导致管道的失效。应力腐蚀的形成受到多种因素的共同影响，包括管道材料的化学成分、组织结构、应力状态以及腐蚀介质的性质等。在复杂的外部环境中，如高温、高压、高湿度或含有腐蚀性离子的土壤和水体中，应力腐蚀的风险显著增加。此外，管道的焊接接头、弯头、三通等几何形状变化处，由于应力集中，也更容易成为应力腐蚀的敏感区域。

预防应力腐蚀需要从多个方面入手，包括优化管道材料的选择，以减少对应力腐蚀的敏感性；改善管道设计和制造工艺，以降低应力水平；加强管道的腐蚀监测与评估，及时发现并处理潜在的应力腐蚀隐患。通过这些措施的综合应用，可以有效降低长输管道应力腐蚀的风险，保障其安全稳

定运行。

3 工程期防腐策略

3.1 设计优化的重要性及实施策略

设计优化在长输管道的防腐策略中起着至关重要的作用。合理的设计可以有效减少腐蚀因素的影响，从而延长管道的使用寿命。设计优化需要考虑多种因素，包括地质条件、环境因素和管道材料特性等。

在管道路径的选择过程中，应尽量避免腐蚀性较强的土壤和水体。路径设计时，还需综合考虑地形变化，以避免管道长时间处于应力较大的环境中。应采用科学的地质与环境评估手段来支持路径的选择和设计。

对于管道壁厚的设计，应根据输送介质的类型、压力和温度等因素进行计算。在腐蚀风险较高的区域，适当增加壁厚不仅能提高抗腐蚀能力，还能提升管道的耐久性。

设计阶段还应重视管道的接头和焊缝设计，这是腐蚀易发的薄弱环节。采用符合标准的焊接工艺和材料，通过多重检测手段确保接头和焊缝的质量。

在防护设施的设计中，应根据实际情况布设阴极保护系统，以降低电化学腐蚀的发生率。管道设计需确保其与其他地下设施有足够的距离，以防止杂散电流对管道的腐蚀。

通过这些设计优化策略的实施，可以在施工初期有效降低腐蚀风险，为管道的长期平稳运行奠定坚实基础。

3.2 材质选择的原则与建议

材质选择在工程防腐策略中具有至关重要的作用。适当的材质选择不仅可以大幅降低管道的腐蚀速率，还能延长管道的使用寿命，减少维护成本。为实现这一目标，需遵循以下几个原则。

第一，应选择耐腐蚀性能优异的材料。目前，常见的耐腐蚀材料包括不锈钢、合金钢以及某些高分子复合材料。不锈钢因其具有良好的抗氧化和抗腐蚀性能，广泛应用于腐蚀环境较为严峻的地区。其成本较高，需权衡经济与实际应用的关系。合金钢通过调整成分可增强其抗腐蚀能力，适用于多种环境，但在高盐高湿地区仍需防腐层保护。

第二，应考虑材料的力学性能和可操作性。在实际铺设和维护过程中，管道材料需具备良好的机械强度和韧性，以适应外界的机械应力。材料的可焊接性和加工性能也需纳入考虑，以确保施工方便快捷，减少工程时间和风险。

第三，应考虑环境因素对材料的影响。长输管道分布广泛，受地理环境和气候条件的影响明显。需结合具体的环境条件选择材料，例如，在酸性土壤或咸水地区，宜选用抗腐蚀性能更强的材料，并进行实验验证其适应性。

通过遵循上述原则，结合具体工程案例和数据支持，可以为长输管道的防腐提供科学可靠的材质选择方案，显著改善管道的防腐效果，达到经济与安全的双重目标^[3]。

3.3 防腐层添加的方法与注意事项

防腐层的添加是长输管道防腐策略中的关键环节。高

质量的防腐层能够有效隔离腐蚀介质，保护管道表面，延长使用寿命。在实施过程中，需选用适合管道所处环境的防腐涂料，如环氧树脂、聚乙烯等。施工时，表面处理至关重要，应确保管道表面清洁、无油污和锈蚀，这能提高防腐层的黏附力和耐久性。施工环境的温湿度条件需得到严格控制，以避免防腐层性能降低。防腐层的厚度应符合设计标准，以保证其足够的屏蔽效果和机械强度。定期维护和检测亦是保障防腐层长期有效的重要措施。

3.4 增加电化学保护的基本原理与实施步骤

电化学保护是针对长输管道腐蚀问题的重要策略之一，其基本原理基于通过外部电流改变金属与环境的电位差，以削弱腐蚀反应的进行。常见的电化学保护方式包括阴极保护和阳极保护。阴极保护通过外加电流或牺牲阳极材料，使管道表面成为阴极，从而抑制腐蚀反应。阳极保护则提升金属电位，使其进入钝化状态，实现自我保护。

在实施步骤方面，需要对管道材料及周围土壤进行详细的电化学分析，以确定施加保护的参数。选择合适的保护方式后，需进行设备安装与调试，如在管道周围埋设临时牺牲阳极带，随后进行初步的电位测量以确保保护电流的有效性和稳定性。

4 工程期防腐策略实施

4.1 长输管道的安全管理措施与方案

工程期采取的管道保护措施是长输管道后期平稳运行的重要环节。需实施定期检测和监控系统，以实时掌握管道的运行状态，及时发现潜在的腐蚀问题。检测手段包括使用智能传感器、超声波检测等技术手段获取管道内部及表面的数据。建立应急响应机制，通过制定详细的应对预案，确保在面临突发腐蚀问题时能够快速应对，降低事故风险。同时应加强管道沿线的巡查管理，及时清理易导致腐蚀的累积物。通过数据分析与先进技术的结合，优化腐蚀防护措施，以延长管道使用寿命，保障输送安全。

4.2 长期腐蚀评估与保护策略

为了确保长输管道的长期安全，必须定期进行腐蚀评估。这包括使用先进的检测技术，如超声波检测、漏磁检测等，对管道的内外部进行全面检查，及时发现并定位腐蚀区域。同时，结合管道的运行数据和历史腐蚀记录，利用大数

据分析技术，可以预测未来的腐蚀趋势，为制定针对性的保护措施提供科学依据。在保护策略方面，除了传统的防腐层添加、电化学保护等手段外，还应注重管道的维护和管理。例如，建立定期的维护计划，对防腐层进行修补和更新，确保其始终处于良好状态。此外，对于电化学保护系统，应定期进行性能检测和参数调整，以确保其保护效果。

电化学保护的效果评估方法是保障长输管道防腐效果的重要环节，通常包括多种技术手段和分析方法。通过电位测试，可以直接检测管道及其周围环境的电化学状态，从而判断阴极保护的有效性。管道电位需要保持在特定的标准范围内，确保防腐系统处于有效运行状态。如果电位值偏离标准，则可能意味着保护不足或过度，需要及时调整。

数据的长期积累和分析可帮助识别潜在的腐蚀风险和保护系统的薄弱环节，不仅有助于提高防腐策略的效率，还能延长管道的使用寿命，确保其安全运行。通过持续的监测和调整，电化学保护的效果将更为显著，管道的安全性和可靠性也能得到进一步提升。

5 结语

本文主要研究了长输管道为什么会受到腐蚀的问题。发现，一些微小的生物、水分子和盐分是导致腐蚀的主要原因。为了防止管道被这些因素腐蚀，文章提出了几种保护管道不受损害的方法，比如改进设计、选择更好的材料、增加防腐层和使用电化学保护技术。通过实际试验，这些方法被证实可以有效地减慢管道的腐蚀速度，从而让管道使用时间更长，让我们更有针对性地管理和使用这些重要的资源。但是，文章中也提到，现有的研究还未包含所有类型的腐蚀和防腐策略，未来还需要进一步的研究。希望未来能有更多的科技创新来帮助我们更好地保护管道，确保能源和商品安全、高效地运输。

参考文献

- [1] 于福东,孙丽丽,王振业.浅析长输管道腐蚀泄漏原因[J].石化技术,2022,29(07):178-179.
- [2] 史安亮,王晓冬,翟羽佳.油气田长输管道腐蚀分析及防腐措施[J].当代化工,2022,51(09):2097-2100.
- [3] 郭小强.探究长输天然气管道腐蚀的形成与防腐保护策略[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2021,(06).

Selection principle and application of deep foundation pit supporting structure in construction engineering

Lianxiao Zhang

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

Abstract

This paper focuses on the selection of deep foundation pit supporting structure in construction engineering, expounds the main principles and key factors affecting the selection, including geological conditions, foundation pit shape, surrounding environment, engineering economy, etc., and makes a detailed comparative analysis of the mainstream type of deep foundation pit supporting structure. In addition, based on the engineering examples, the advantages and disadvantages of various deep foundation pit support structure types in the practical application are discussed, so as to provide a reference for the engineering designers in the actual design. Through the analysis of several practical engineering cases, it is concluded that the high-quality supporting structure can significantly reduce the safety risk in the foundation pit construction, improve the engineering efficiency, and reduce the construction cost. The research in this paper can provide the theoretical basis and the selection reference for the actual engineering implementation, in order to maximize the project benefit under the premise of ensuring the engineering safety.

Keywords

supporting structure of deep foundation pit; principle of structure selection; engineering safety; project benefit; construction cost

建筑工程深基坑支护结构选型原则与应用

张潋潇

山西梁晟建设工程有限公司, 中国 · 山西 太原 030000

摘 要

本文围绕建筑工程深基坑支护结构选型, 阐述了影响选型的主要原则和关键因素, 包括地质条件、基坑形状、周边环境、工程经济等, 并对主流的深基坑支护结构类型进行了详尽的对比分析。此外, 基于工程实例, 探讨了各种深基坑支护结构类型在实际应用中的优缺点, 从而为工程设计者在实际设计中提供参考。通过对多个实际工程案例的分析得出, 优质的支护结构可以显著降低基坑施工中的安全风险, 同时提升工程效率, 降低施工成本。本文的研究可以为实际工程实施提供理论依据与选型参考, 以期在确保工程安全的前提下, 最大限度提高工程效益。

关键词

深基坑支护结构; 结构选型原则; 工程安全; 工程效益; 施工成本

1 引言

建筑工程中的深基坑工程是难度和风险都较大的工程项目之一, 其支护结构选型直接影响到工程的安全性和经济效益。影响深基坑支护结构选型的因素繁多, 包含地质条件、基坑形状、周边环境、工程经济等多个层面。在这些影响因素中, 地质条件是基坑支护结构选型的基础; 基坑形状和大小将直接影响支护结构的设计和选型; 周边环境状况则将影响到基坑支护的施工操作和安全等级。此外, 工程经济原则也是决定支护结构选型的重要因素之一, 选型过程中, 要尽可能将工程成本降到最低。然而, 伴随着建筑工程项目复杂性的增加, 深基坑支护结构的选型变得越来越具有挑战性。

此研究旨在基于工程实例, 细致探讨各种不同类型的深基坑支护结构在实际应用中的优缺点, 将为工程设计者选择最合适的基坑支护结构提供有力的参考。

2 背景及重要性

2.1 深基坑支护结构的定义和重要性

深基坑支护结构是建筑工程领域中的重要组成部分, 其主要功能是确保深基坑开挖过程中的稳定性和安全性^[1]。深基坑通常指的是基础底面或开挖面与周围地表有较大高差的深度, 可达到几米至几十米不等。在开挖过程中, 由于土壤性质差异、水文状况复杂及荷载条件变化, 深基坑往往面临滑坡、坍塌等一系列潜在风险。设计合理且经济高效的支护结构至关重要。深基坑支护结构能够提供足够的侧向支撑力和抗滑移能力, 使边坡保持稳定, 从而防止基坑侧壁土体失稳和坍塌, 为施工活动提供安全的操作环境^[2]。

【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。

除了基本的保护作用，深基坑支护结构还具有其他重要意义。其一，支护结构能够有效地控制土体变形，减少对周边建筑物、道路和地下管线的影响，维护社区环境的稳定性。其二，合理的支护结构可以优化材料使用和施工工序，降低工程总成本，提高施工效率。通过科学选型，还能够尽量减少对周边生态环境的破坏。支护结构的设计还需满足长期稳定性要求，确保基坑在后续施工及运营阶段保持安全状态。深基坑支护结构的有效设计和选型不仅仅关系到工程的施工安全，也对城市建设和社会经济产生长远的积极影响。

2.2 深基坑支护结构选型的必要性

深基坑支护结构的选型在建筑工程中具有重要的必要性，直接影响到工程的安全性、经济性和施工效率。因其复杂的地质和环境条件，深基坑工程在建设过程中面临诸多技术挑战。选择合理的支护结构是保障基坑稳定和施工安全的关键因素。地质条件的多样性，如土层的结构、不均匀的地质沉降等，要求针对不同条件选择合适的支护类型，以最大限度地减小环境对基坑稳定性的影响。

在经济因素方面，支护结构的选型直接关系到项目的成本控制和投资效益。一个好的选型方案可以降低不必要的开支，提高工程的经济效益。选型还需要考虑施工便捷性和后期维护成本。错误的选型可能导致施工难度增加、工期延长以及后期维护频繁等问题，从而增加总体花费。

而在安全性方面，深基坑支护结构的合理选型可以有效降低事故风险，保护施工人员及周边环境的安全。尤其在城市密集区域，合适的支护结构方案能减少对周边建筑（构筑物）的影响，避免次生灾害的发生。在深基坑工程设计中，支护结构选型至关重要，直接关系到工程的成败。

2.3 深基坑支护结构选型对工程效益和安全的影响

深基坑支护结构的选型对工程效益和安全具有显著影响。选型合理的支护结构能够有效抵抗地下水、土压力等不利因素，确保施工安全。优质的支护结构减少塌方等潜在风险，提高基坑边坡稳定性，从而保障施工人员与设备的安全。在工程效益方面，适宜的支护结构选型可以加快施工进度，减少因安全事故而产生的延误和额外成本。正确的选型还能够优化资源配置，降低材料与人工投入，最终实现降低工程总体成本的目标，提升项目的经济效益。

3 影响深基坑支护结构选型的主要原则和关键因素

3.1 地质条件对深基坑支护结构选型的影响

地质条件是深基坑支护结构选型过程中至关重要的因素之一。地层的物理力学性质，如土的粒径分布、密实度、含水率和黏聚性，对支护结构的设计有显著影响。在基坑工程中，不同的地质条件将导致基坑周边土体的承载力和稳定性差异，从而决定了适合的支护结构形式。例如，在软土地区，地层的承载能力较弱，易发生沉降和滑移，采用加深桩

基、板状墙等刚性强的支护方式可以有效增强结构的稳定性。而在岩质地层中，可能由于岩层的硬度和完整性较好，开挖时土体变形较小，通常可选用锚杆支护或喷射混凝土支护等。

地下水位对基坑工程的影响也是不容忽视的重要地质因素^[1]。高地下水位可能引发基坑突涌，导致基坑失稳，恶化施工环境，甚至危及施工安全，选择基坑降水措施以及适当的防渗支护形式尤为关键。地质构造中断层、褶皱等因素可能引起不均匀沉降或地裂缝，在选型时需要进行重点关注并采取适当的加固措施。

地质勘察是确保准确评估地质条件的必要手段，通过详尽的勘察和试验，可以获得对基坑土体参数的全面了解，为支护结构选型提供科学依据。整体而言，针对不同地质条件选择合适的支护方式，是实现基坑工程安全、经济目标的重要保障。通过合理的选型，可以有效降低基坑围护的施工风险，提高工程质量和施工效率，优化建设成本。

3.2 基坑形状对深基坑支护结构选型的影响

在深基坑支护结构选型过程中，基坑形状是一个至关重要的考虑因素。基坑形状不仅直接影响支护结构的类型选择，还决定了支护结构的受力特征及稳定性。不同的基坑形状，比如长方形、圆形、多边形等，会产生不同的应力分布，进而影响到支护结构的设计方案。长方形基坑中，承载力集中于直线段，易导致边坡失稳，在设计中常采用悬臂式支护结构或内支撑体系。而圆形或曲线型基坑，由于受力均匀，相对较容易实现稳定，但其周长较大时需要考虑采用连续墙或组合支护结构以提高整体抗变形能力。

基坑形状的复杂性也要求在支护结构设计中考虑连接节点的处理与应力传递的合理性。异形基坑在转角处和凹凸位置常产生应力集中，需通过加强节点设计、优化支护刚度等方式予以解决。基坑形状的不规则性还会影响施工工艺的选择及施工难度的控制。在实际设计中，基坑形状必须与地质条件、工期、成本等其他因素综合考量，以确保支护结构的安全性和经济性。通过对基坑形状的科学分析与合理设计，可以有效提高深基坑工程的整体效益。

3.3 周边环境对深基坑支护结构选型的影响

周边环境是深基坑支护结构选型的关键因素之一。邻近建筑物、道路、地下管线等都会对支护结构的设计和施工产生重要影响。若基坑周围存在历史建筑或重要基础设施，要求支护结构需具备更高的稳定性和抗扰性，以防止对其造成影响。周边环境中的地下水位高低也是影响选型的重要因素，需考虑降水或防水措施，以避免基坑施工对周边地下水系统的扰动。环境噪声和振动限制也需纳入考量，以确保施工过程对周边居民和建筑的影响降至最低。这些因素需要在设计阶段进行综合评估，以选择合适的支护结构，保障安全、经济和环保要求。

4 深基坑支护结构类型的对比分析及其实际应用

4.1 深基坑支护结构类型的概述及其对比分析

深基坑支护结构的选择对于建筑工程的整体安全性和经济性具有重要影响。在对不同类型的深基坑支护结构进行概述时,需要考虑其性能、适用条件以及施工难易程度等多个维度。主要的深基坑支护结构类型包括护坡桩、地下连续墙、排桩支护等。

护坡桩通常由钢筋混凝土板和支护桩组合而成,其抗震能力强,适用于土层均匀且地下水位较低的地基。其施工相对简单且成本较低,适合于中小型基坑工程。在高地下水水位或较为复杂的地质条件下,可能会面临渗水及变形难以控制等问题。

地下连续墙则是通过泥浆护壁法施工的钢筋混凝土墙体结构,适合用在地质结构复杂、高地下水位或周边环境较为敏感的区域。虽然地下连续墙能够提供良好的止水性和高度的结构稳定性,但其施工技术要求较高,工期较长且成本较高。

排桩支护常用于不允许出现较大变形的基坑,其多用于软土层或复杂的地质条件下。其支护效果优良,能够有效限制基坑变形。施工过程中需要密切关注桩身的垂直度和桩间土体的处理,以避免不均匀沉降等问题。

通过对不同类型深基坑支护结构的概述与对比,可以为工程项目中支护结构的选型提供科学依据,从而在保证安全性的前提下最优地实现施工成本与工期的控制。

4.2 深基坑支护结构类型的实际应用及其优缺点分析

深基坑支护结构的实际应用中,常见的支护类型包括挡土墙、桩与锚杆组合结构、地下连续墙和撑杆体系等。这些结构在不同的地质条件和工程需求中表现出独特的优缺点。

挡土墙适用于中小型坑壁的支护,其优点是施工简单、成本相对较低。挡土墙的承载能力有限,不能适用于高地应力或不良地质条件下的深基坑工程。桩与锚杆组合结构在复杂地质条件中表现突出,特别适合承受水平和垂直荷载的基坑环境。这类结构的缺点在于施工周期长且成本较高,适用性需要具体项目分析。

地下连续墙以其优良的防渗效果和高强度被广泛应用

于大深度基坑中。其施工难度较高,且需要专业设备,投入较大资金。撑杆体系在城市地下空间开发中广泛应用,能有效限制基坑变形,减小对周边建筑物的影响。撑杆在施工过程中可能影响基坑内的操作空间,不适用于过于狭小的作业环境。

4.3 优质支护结构对工程效率和施工成本的影响

优质的深基坑支护结构在工程施工中具有显著优势。在工程效率方面,优质支护结构能够显著缩短施工周期,降低施工过程中的不确定性。由于支护结构的稳定性提高,施工工序之间的协调性和连续性得以增强,从而减少工序间的等待时间和资源浪费。优质支护结构提供了更加安全的施工环境,减少了因支护失效或地质灾害导致的施工中断和返工现象。在施工成本方面,尽管优质支护结构初期设计和材料投入较高,但通过减少施工时间、降低人力成本和避免由于支护结构不足而产生的额外修复费用,其整体经济效益表现突出。合理选择和设计优质支护结构可以在提升施工安全的显著提高工程整体经济效益。

5 结语

本文通过详尽分析多个建筑工程深基坑支护结构选型的主要原则,探讨了各种因素如地质条件、基坑形状、周边环境和工程经济等对于支护结构选型的影响,对主流的深基坑支护结构类型进行对比,并阐述了各类结构在实际应用中的优缺点。实际工程案例表明,恰当的支护结构能有效降低施工中的安全风险,提高工程效率,降低总体施工成本。基于此,本文提供了实际工程中基坑支护结构选型的一系列理论和实践参考,期望能最大限度地提高工程效益。当然,本文的研究还存在一些局限性,比如没有考虑到更多特殊情况下的支护结构应用,这依赖于具体实施的实际场景和具体条件,需要更具体的研究和讨论。

参考文献

- [1] 许红运.建筑工程深基坑支护结构选型原则与应用[J].城市建设理论研究:电子版,2023,(19):68-70.
- [2] 吕钦飞.某建筑工程的深基坑支护选型方案[J].中国建筑金属结构,2023,22(06):43-45.
- [3] 吴玉标.市政工程深基坑支护结构选型分析[J].城市周刊,2019,0(38):62-62.

Analysis of technical points of water supply and drainage construction of construction projects

Yuran Jia

China Electronic System Engineering Second Construction Co., Ltd., Wuxi, Jiangsu, 320214, China

Abstract

With the rapid development of the construction industry, the building water supply and drainage system plays a vital role in ensuring the function of the building and ensuring the safety of water quality. This paper first introduces the importance of water supply and drainage engineering construction. Secondly, the article also puts forward the common problems of water supply and drainage engineering in construction projects at this stage. Finally, according to the common problems, the key technical points of water supply and drainage construction in construction projects are analyzed, and the optimization measures of strengthening the layout of water supply and drainage pipelines, optimizing the design of pipeline supports, rationally designing water storage devices and pipeline flushing are emphatically discussed. Through the systematic analysis of these technical points, it aims to improve the construction quality, reduce the maintenance cost, and ensure the long-term stable operation of the water supply and drainage system, so as to provide theoretical support and practical guidance for improving the comprehensive performance of the building water supply and drainage system.

Keywords

construction engineering; water supply and drainage construction; Technical points

建筑工程给排水施工技术要点分析

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

随着建筑行业的快速发展, 建筑给排水系统在确保建筑功能、保障水质安全方面起着至关重要的作用。本文首先介绍了给排水工程施工的重要性。其次, 文章还提出现阶段建筑工程中给排水工程常见问题。最后, 根据常见问题对建筑工程中给排水施工的关键技术要点进行分析, 重点探讨了加强给排水管线布设、优化管道支架设计、合理设计储水装置以及管道冲洗等环节的优化措施。通过系统分析这些技术要点, 旨在提高施工质量, 降低维护成本, 确保给排水系统的长期稳定运行, 以此为提升建筑给排水系统的综合性能提供理论支持与实践指导。

关键词

建筑工程; 给排水施工; 技术要点

1 引言

建筑工程中的给排水系统是保障建筑正常使用的重要基础设施, 其施工质量直接影响到建筑的耐久性。然而, 给排水工程施工过程中常常面临各种问题, 例如管道渗漏、防水工程质量不足等。这些问题不仅影响到建筑物的使用性能, 还可能引发严重的经济损失。因此, 研究和优化给排水施工技术, 提出科学有效的解决方案, 对建筑工程行业具有重要的现实意义。

2 建筑工程中加强给排水施工的重要性

给排水系统是建筑工程中至关重要的基础设施, 其设计施工质量直接影响到建筑的使用功能、安全性以及经济效益。在现代建筑中, 随着功能需求的多样化, 给排水施工的技术要求也日益提高。加强给排水施工的重要性体现在以下几个方面: 首先, 给排水系统是保证建筑物正常使用的基础。无论是生活用水、消防水, 还是排水系统, 都是建筑物能够正常运作的前提。水是人类生活中不可或缺的资源, 建筑中的给水设施需要确保水源的稳定供应; 而排水系统则需要及时排除生活污水、雨水, 避免水流回流、积水现象的发生。给排水施工的质量直接影响到居民的日常生活质量。其次, 合理的给排水施工能够有效提升建筑的安全性。给排水系统不仅仅涉及日常用水, 还包括消防用水系统、防水措施。例如, 在火灾情况下, 稳定、充足的消防水源能够帮助消防人

【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。

员及时扑灭火灾，保障建筑物的安全。而防水工程的完善，则能避免地下水或雨水渗入建筑物内部，避免因水渗漏造成的结构性损害，减少因渗水引发的安全隐患。通过加强给排水系统的施工，能够有效防止水患事故，确保建筑的长期使用安全。

3 建筑工程中给排水工程常见问题

3.1 地下管线漏水

地下管线漏水是建筑工程中常见的给排水施工问题，严重影响建筑物的安全性、舒适性。地下管线一旦发生漏水，不仅会导致水资源浪费，还可能引发一系列的次生问题，如基础沉降、土壤污染等。首先，地下管线漏水的一个主要原因是施工过程中的操作不当。在管道的安装过程中，若施工人员没有严格按照设计要求进行操作，可能会导致管道接口连接不紧密，密封不良，从而引发漏水。例如，管道接头未使用合适的密封材料容易在使用过程中发生渗漏。管道的切割不规范也会导致接口处的缺陷，造成水流泄漏。此外，在地下管线的埋设过程中，如果没有严格控制施工环境，如土壤湿度、温度变化等，也容易造成管道的损坏。其次，地下管线漏水还可能与管材的质量问题有关。市场上部分管材质量不合格，尤其是低质量的塑料管道、钢管，容易受到外部环境的影响，产生脆裂、老化现象。腐蚀性土壤是导致管材早期损坏的主要原因，管道在长期使用过程中，受腐蚀的影响，逐渐失去原有的耐水性、密封性能，从而发生漏水现象。

3.2 防水技术工艺不符合规定要求

工程施工中，技术工艺不符合对应的要求是当前建筑工程中常见的问题，建筑给排水工程中尤其是在地下室、屋顶、卫生间等易受水侵害的区域。给排水工程中的防水技术工艺好坏将直接影响建筑物居住的舒适性，若施工不当，防水效果无法达到设计要求，可能导致渗漏、水渍、霉变等一系列问题，甚至威胁建筑结构的安全。首先，防水工程施工过程中常常存在材料选择不当的问题。市场上防水材料种类繁多，但部分建筑项目为了降低成本，选用了低质量的防水材料。这些劣质材料通常具有较差的耐候性、耐腐蚀性和抗渗性，容易在施工过程中出现黏结不牢、开裂、老化等现象。其次，员工的操作水平的差异也是导致给排水工程防水技术不符合要求的重要原因。在施工过程中，防水层的铺设、涂刷及其接缝处理等工序要求精细，且需要专业的技术人员进行操作。然而，由于部分施工队伍技术水平较低，施工人员缺乏经验，操作不规范，造成防水层不均匀，接缝处处理不当，或存在气泡、空鼓等现象^[1]。

4 建筑工程中给排水施工技术要点分析

4.1 一般操作要求

在建筑工程中，给排水施工是一项复杂且至关重要的工作，涉及给水、排水等多个方面。为了确保施工质量，给排水工程的施工必须严格遵循一系列操作要求，确保各环节

的精准实施。首先，给排水施工应严格按照设计图纸进行，施工过程中不得随意更改设计方案。设计图纸上通常明确管道的规格、布置、坡度等技术要求，施工人员需要逐项检查，确保施工方案与设计一致。在管道布置上，给水管道应合理设置，避免交叉干扰，保证水流畅通；排水管道则应设置足够的坡度，确保污水能够顺畅排出。施工时必须使用水平仪、测量工具等设备，确保管道的坡度，避免由于不当设置造成水流不畅的问题。其次，管道连接是给排水施工中的关键环节。管道的接口必须进行严密的处理，以防渗漏。在进行管道连接时，施工人员需要根据管材的类型选择合适的连接方式，如塑料管道通常采用热熔连接，而金属管道则常用焊接连接。无论使用何种方式，都必须确保连接处牢固、密封良好，避免因接口不严密而导致的漏水。特别是在管道穿越楼板、墙体时，应使用合适的套管进行保护，避免管道因外力作用发生损坏。另外，给排水施工过程中的操作要求还包括对施工现场的管理。施工人员需严格按照安全操作规程进行作业，佩戴必要的个人防护装备，特别是在进行管道焊接、电气操作等危险作业时，要采取必要的防火、防电措施。施工现场应保持整洁有序，避免材料堆放杂乱，影响施工进度。同时，施工过程中要定期检查各环节的施工质量，及时解决施工中的问题，确保工程按时保质完成^[2]。

4.2 加强建筑给排水管线布置

建筑给排水管线的布置是确保水资源合理利用和废水顺畅排放的关键环节，其设计和施工质量直接影响建筑的功能性、经济性。加强给排水管线布置，不仅能够提升管道系统的使用效率，还能有效减少后期维护中的问题，保证建筑长期的稳定性。首先，合理的管线布置能够确保水流的顺畅。给排水管道的布置需要根据建筑物的结构、使用功能进行合理规划，确保水流在管道中流动时不受阻碍。给水管道的布局要尽量避免交叉，以减少管道的数量和铺设长度，从而降低系统的复杂性。同时，应考虑管道的管径，合理配置水泵、阀门等设备，保证水流的压力和流量满足建筑物使用需求。排水管道的布置则要特别注意管道的坡度要求，确保废水能够顺畅流出，避免污水回流的现象发生。其次，管道布置时要充分考虑建筑的实际情况，包括房屋的结构、功能区分以及未来可能的改造需求。在高层建筑中，给排水管道的布置尤其复杂，需要合理分配各个楼层的水源供应和污水排放，避免管道交错混乱造成的空间浪费。在设计阶段，应根据建筑物的整体布局，对给水和排水管道的布置进行优化，避免管道穿越承重墙或楼板，以减少施工难度和隐蔽工程的风险。此外，管道布置还需要考虑未来使用中的方便性，特别是在维修和更换管道时，必须保证管道的可达性和可操作性。在地下管线的布置过程中，要特别关注防水要求。地下给水和排水管道需要承受一定的外部压力，特别是在地质条件较为复杂或水位较高的地区。管道材料的选择应考虑到地下水位、土壤的腐蚀性以及外部负荷的影响。对于容易发生

水土流失的区域,管道应采取更加稳固的防护措施,避免发生管道破裂现象。在这种情况下,管道的布设需要更加精确,以避免因不合理的布置引发后期问题^[3]。

4.3 管道支架制安优化措施

在建筑给排水系统中,管道支架的安装是保证管道安全、稳定运行的关键措施。管道支架不仅要承受管道的自重,还需要应对水流引起的振动、温度变化导致的膨胀、收缩等力学作用。首先,管道支架的设计应充分考虑管道的种类、尺寸、重量以及安装环境的特殊要求。对于大口径、高压力的管道,支架需要设计得更加坚固,以承受更大的负荷。而对于小口径管道,则可以使用较轻便的支架设计。支架的选材也非常关键,通常采用钢材、不锈钢等耐腐蚀性强的材料,以确保在腐蚀性较强的环境中长时间使用。其次,管道支架的安装位置和数量要合理安排。支架不宜过少,避免承重不均或局部压力过大,导致管道变形。通常,支架的间距应根据管道的材质、尺寸和重量进行设计,并参考行业标准规范。过大的支架间距不仅增加了管道的自由度,容易导致管道的弯曲振动,而且还可能增加管道的维护难度。合理的支架布局可以确保管道的稳定性,减少长时间使用后产生的形变。此外,支架的安装方式和固定方法也是优化管道支架制安的重要方面。在安装过程中,应根据管道的热膨胀特性,合理设计支架的伸缩空间,避免因温度变化引起管道的热胀冷缩造成支架的变形或管道的损坏。对于高温管道或特殊工况下的管道,支架的设计需要考虑到管道的膨胀和位移情况,避免产生过大的应力。在支架与管道的连接部位,应使用高质量的固定装置,如支架座、夹具等,确保管道和支架之间的连接牢固而不松动。在优化支架安装过程中,还要特别重视支架的防腐处理。对于地下管道或暴露在恶劣环境中的管道支架,应对支架进行防腐涂层处理,避免长期暴露在湿气或化学品环境中造成腐蚀损坏。支架的防腐处理不仅可以延长支架的使用寿命,还能够减少管道系统在使用过程中因支架腐蚀导致的隐患^[4]。

4.4 合理设计储水装置

合理设计储水装置是建筑给排水系统中的一个关键环节,能够确保建筑物在用水需求高峰期、供水中断或其他突发情况下,依然能够保证水的持续供应。储水装置的设计不仅关系到供水的稳定性,还涉及节能、环保以及建筑空间的合理利用。因此,优化储水装置的设计方案,对于提升建筑

给排水系统的整体性能具有重要意义。首先,储水装置的容量设计应根据建筑的用水需求进行合理估算。建筑的用水量受多种因素影响,包括建筑的规模、功能、居住人数以及水的使用频率等。在设计储水装置时,必须综合考虑这些因素,确保储水容量能够满足建筑在正常情况下的用水需求,并能够应对高峰时段的用水冲击。此外,储水装置的容量还应考虑到应急需求,如火灾时的灭火用水量和系统可能的泄漏、维修等情况。通常情况下,储水装置的容量应设计为至少满足 24 小时的用水需求,以确保在供水中断期间不会影响建筑的正常使用。其次,储水装置的位置选择和布置也非常重要。储水装置应尽量设置在建筑物的低层,以充分利用水的自流特性,减少水泵的能耗。如果储水装置设置在建筑物的上层,应设计合理的水泵系统,确保水能顺利送至每个楼层。为了减少对建筑空间的占用,储水装置可以设置在地下室或专门的设备层,同时与建筑的其他设施合理布局,避免相互干扰。在选址时,还需考虑储水装置的防水、抗渗措施,防止储水过程中出现漏水现象。最后,储水装置应考虑到维护与管理的便利性。在设计时,应留有足够的检修空间,方便日常检查维护。定期检查储水装置的水位、管道连接、阀门等关键部件,确保系统的正常运行。在需要时,应及时进行清洗、更换,保证水质和供水系统的稳定性^[5]。

5 结语

未来,建筑给排水系统的技术将趋向更加智能化、绿色化。通过采用先进的材料与技术,如智能水表、节水装置、自动化监测系统等,可以进一步提升建筑给排水系统的综合性能。行业相关人员应继续优化施工技术,以推动建筑给排水系统的发展,为建筑行业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1] 章鲁佳.高层建筑工程给排水施工内容与技术要点分析[J].房地产世界,2022(8):93-95.
- [2] 章昱喻.建筑给排水施工中的管道连接技术及施工要点分析[J].智能城市应用,2024,7(4):37-39.
- [3] 管庆伟.高层建筑给排水施工技术要点分析[J].中国科技期刊数据库工业A,2023,4(5):11-14.
- [4] 刘丽芳.高层建筑给排水施工技术要点分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024(001):01-03.
- [5] 贺宾.建筑给排水施工技术要点分析[J].电脑爱好者,2023(6):21-23.

Soft soil foundation treatment technology in water conservancy construction

Xiaoming Wang

Tianzhuang Town Water Station, Huantai County, Zibo, Shandong, 256402, China

Abstract

Foundation treatment is related to the quality and safety of the entire project, and also determines the service life of the project. In the construction of water conservancy projects, soft soil foundation is a common type of foundation with relatively low bearing capacity and is prone to significant settlement deformation, making foundation treatment difficult. Therefore, construction units must choose effective soft soil foundation treatment technologies to improve the bearing capacity and safety of the foundation, ensure the stability of water conservancy project structures, promote regional economic development, and guarantee people's quality of life. To further enhance the application effect of soft soil foundation treatment technology, this article starts with the concept and characteristics of soft soil foundation, analyzes the soft soil foundation treatment technology, and proposes technical application precautions, aiming to provide useful reference for relevant personnel.

Keywords

water conservancy engineering; Soft soil foundation; Processing technology

水利施工中软土地基处理技术

王晓明

桓台县田庄镇水务站, 中国 · 山东 淄博 256402

摘 要

地基处理关系着整个工程的质量与安全,也决定着工程使用寿命。在水利工程施工中,软土地基是一种常见地基类型,其承载能力相对较低,而且易出现较大沉降变形,地基处理难度大,因此施工单位必须选择有效的软土地基处理技术来提升地基承载力与安全性,保证水利工程结构更加稳定,从而促进区域经济发展,保障人们生活质量。为进一步增强软土地基处理技术应用效果,文章从软土地基概念及特点入手,分析软土地基处理技术,提出技术应用注意事项,旨在为相关工作人员提供有益参考。

关键词

水利工程; 软土地基; 处理技术

1 引言

近几年来,科学技术不断更新与升级,软土地基处理技术也越来越完善,需要施工单位根据场地条件与工程要求来选择恰当的处理方法,有效提高地基整体承载力与稳定性,减少上部建筑沉降、倾斜与开裂等问题。在水利工程中,软土地基具有一定危害性,会增加工程不稳定性,并且留下诸多安全隐患,所以施工单位通过综合考虑,进一步重视软土地基处理,把握软土地基处理技术要点,提高软土地基处理技术所具有的适用性,保证水利工程品质与安全。因此,对水利施工中软土地基处理技术的探讨十分必要,具有一定现实意义。

2 软土地基的概念及特点

2.1 软土地基概念

软土地基即土壤含水量较大,同时存在大量软弱颗粒,整体压缩性强,而强度相对较低的一种土层。软土地基主要由淤泥、土质松软土体、粉土等部分组成,整体土质较为粗糙且颗粒较大,所以会给水利工程带来危害,引发不均匀沉降、变形、倾斜和坍塌等问题,威胁着水利工程的安全及使用功能。目前软土地基处理技术持续发展与更新,其应用效果良好,已得到广泛推动,同时工程实践不断深入,所以软土地基将会在未来的施工中取得更大进步。^[1]

2.2 软土地基特点

软土地基具有自身特点,主要有①压缩性强,因为土粒间的间隙较大,土体密实度相对较低,一旦遇到较大荷载将出现不同程度压缩变形;②透水性差,因土体颗粒孔隙大,同时彼此连接性差,不利于水分的渗透,往往会形成较高

【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。

水头压力,继而增加土体饱和度,无法有效排水多余水分;③触变性强,在间断性振动下的软土地基会改变原本固态形态,形成流体形式;④分布复杂,软土地基中有多层土层,各土层特性不同,所以整体结构复杂,即使是同一块区域,也会同时出现松散与紧实的情况。^[2]

3 水利工程中的软土地基处理技术

3.1 换填法

换填法选择砂石、矿渣、卵石和灰土等材料,将不同类型的物料加入软土地基中,从而形成填充垫层,可以成功改善软土地基原有性能。在具体应用过程中施工单位要开挖软土地基表层土壤,形成大小合适的凹槽,再填充一定量的砂石、灰土等材料。在选择填充材料时要求结合地基工程实际情况,充分考虑其颗粒含水量、大小与数量,同时确定换砂深度,那么施工单位及技术人员要合理使用软基强度弱化数学模型分析软土地质结构并获得关键参数,同时结合承载荷载与软基滑移关系变化曲线图来确定换填砂深度。在完成换填后软基强度得到较大幅度提升,软基水平滑移量较小,成功控制软基的胀缩性。由于换填法具有极强适应性,常用于季节性冻胀土和低洼区域等软土地基的处理。^[3]

3.2 强夯施工技术

在软土地基处理中强夯施工技术的应用较为广泛,其具体应用如下,①全面勘测水利工程地基所具有的承载力,评估地基稳定性等方面,为后续软土地基处理及其他环节施工提供数据支持与参考。②合理选择起重设备、强夯锤与缓冲器等所需设备,严格检查设备运行状态并根据作业需要进行调试。③提升强夯锤至预定高度,通过自由落地运动夯实地基,注意采用多次夯击方式来保证地基整体密实度。④在强夯结束后填充与平整场地,检测与评估地基质量,保证符合施工标准与要求。以某水利工程为例,其由泵站、电站、调节闸等部分组成,河床覆盖层主要为河流冲积物,其成分主要有中砂和细砂等,地基承载能力弱且密度较低,选择使用强夯法进行地基加固处理。在该工程中施工单位使用推土机平整场地,根据地表层构成情况铺设0.5~2m的松散材料,确保在地表快速形成硬层,用于支撑起重机等设备,同时选择8t与10t的锤重,其落距为10m,夯锤底面积为3m²,加固深度为6m,起重机为履带式。在通过多次夯击后土体空隙减少、孔隙内水顺序流出,成功增强软土地基的整体强度。^[4]

3.3 深层水泥搅拌桩技术

深层水泥搅拌桩技术是使用水泥与土壤等材料混合形成坚固的搅拌桩,以此来实现软土地基整体承载力提升的处理技术。在水利工程施工中该技术的应用需要从以下几个方面入手,①需要施工单位根据软土地基结构特点,安排钻孔作业,注意钻孔机械必须沿垂直方向钻入,直到钻入设计深度,例如,某水利工程施工单位根据软土地基处理需要,选择直径在30~60cm左右的钻头,并且将钻孔深度控制在

30~50m之间。②注入水泥浆料,施工单位要根据最优灰水比来配制水泥浆,优先使用普通硅酸盐水泥,再通过钻杆中心位置的管道注入配制好的水泥浆,使其与土壤充分融合。③待融合成功后缓慢拔出钻杆,并且通过旋转与振动形成牢固的搅拌桩,注意成桩时间在40min以上,喷浆压力不可小于0.4MPa,喷浆与停浆过程要连续,不可中途停止,如果机械突发故障而暂停施工,要记录喷浆深度,尽可能在12h内完成补喷,注意补喷重叠段长度应在1m以上,如果停喷超过12h则考虑重新补桩。^[5]

3.4 排水固结法

在水利施工中排水固结法可以改善软土地基整体稳定性,进一步提高其承载能力。施工单位要从工程实际出发,在需要处理的软土地基中合理设置排水井,其中包括细孔管、井筒等部分,引导孔隙水从排水井中排出,以此来降低地基孔隙排水压力。在此基础之上施工单位要科学连接排水井、水泵等部分,抽出或排出孔隙水,注意排水井系统的设置需要符合软土地基自身特性。在排水过程中孔隙水压力逐渐下降,此时土体开始慢慢固结,施工单位要做好全过程的沉降监测并采取针对性控制措施,提高排水固结技术应用的安全性。在完成排水固结操作后,需要由专业人员进行质量检验,保证处理后的地基承载力符合工程设计要求。正常来讲,排水固结法可以用于淤泥、冲填土、粘性土地基,能够将地基沉降、坍塌等问题有效解决。^[6]

3.5 化学固结法

化学固结法是使用一定量的化学材料来填充软土地基,通过地基改造方式增强地基整体强度,并且有效减缓地基原有压缩性。在水利工程软土地基处理过程中,施工单位可以使用化学固结法对软土地基所具有的承载力增强。在具体应用时,施工单位要明确化学固结法的种类,主要有合成物填充法、硅化加固法等不同方法,无论何种方法均是仿照土的成岩作用,通过化学浆液的拌入和喷入等方式让土料成功胶结,形成牢固固体,因此需要施工单位根据软土地基处理需要对化学固结法进行科学选择。以硅化加固法为例,该技术是选择带孔的金属灌注管,将其打入软土地基内,再通过足够压力在软土中注入硅酸钠溶液,也可以根据需要分别注入硅酸钠、氯化钙溶液,使土壤中原有土粒全面胶结而变成具有坚固性的土体。在使用该方法前需要施工单位进行充分试验与全面评估,才能保证地基加固效果,同时要求施工单位谨遵设计要求与规范标准,以此达到最佳处理效果。^[7]

4 软土地基施工注意事项

4.1 施工前注意事项

在水利施工软土地基处理技术应用前施工单位需要做好全方位施工准备,安排专业人员深入施工区域进行全面勘察,确定软土地基处理的具体方法及流程。在实际勘察中注意考虑水文、地形、气候、地貌等各种因素,还应对施工区

域外部环境进行综合调查,获得翔实资料,为软土地基处理施工的开展提供勘察与测量结果。针对施工区域地质条件的勘察,施工单位要使用螺旋板荷载技术、静力触探技术,还应结合钻探技术完成不同深度软土土层所具有的承载力测定,此外组织模拟实验来确定各项施工参数,减少施工失误。施工单位还应重视气候影响,收集与分析历史气象资料,预测施工期间气候条件,减少气候因素给施工工艺带来的不利影响。^[8]

4.2 施工时注意事项

在软土地基施工中施工单位应从细节入手严格落实施工方案,例如,在使用换填法施工时必须控制换填深度,避免出现超挖等失误,注意机械挖掘与人工挖掘方式相结合,在距离预定位置 0.5m 时应停止机械挖掘,而是由人工进行挖掘。在使用灌浆技术时应做好灌浆速度、压力、时间的控制,同时保证灌浆浓度合理,减少灌浆不均匀问题,进一步提高处理质量与效率,此外施工单位应注意预防桩孔堵塞,不仅要科学控制物料配比,还要定期清孔,让灌浆操作更加顺利。在水利施工软土地基处理中,施工单位应不断完善监督与监控等相关制度,运用信息技术进行实时监控,例如,监测软土地基处理效果,常用监测指标主要有地基沉降、孔隙压力、地表沉降等指标,还应监测施工深度、操作速度、固结剂用量等施工参数,保证施工操作规范、合理与准确。施工单位考虑到技术不断更新和升级,所以及时开展技术人员培训与教育,使得技术人员掌握新技术、新工艺与新材料的使用技巧,从根本上增强软土地基处理技术应用效果。^[9]

4.3 施工后注意事项

在完成软土地基处理后,邀请第三方监测机构对施工质量进行全面评估,提高后续各施工环节的安全性,也能保证水利工程更加稳固,同时相关部门需要重视施工后期的维护与保养,根据水利工程施工特点及质量要求,制定针对性的维护管理制度,并且积极引入复合型人才,运用先进技术与精密设备对水利工程主体及软土地基等关键位置进行安

全性监测,为水利工程长期与稳定运行带来有力保障。^[10]

5 结语

软土地基处理技术在水利工程施工中的应用是保证工程质量、安全及稳定性的关键所在。施工单位通过调查与分析了解水利工程施工现场条件,结合软土地基特性与工程要求,制定有针对性的处理方案,合理选择软土地基处理技术,有效提高地基整体稳定性与排水性,保证地基有足够承载力。未来,施工单位及技术人员要不断探索软土地基处理技术的应用途径,加大技术监测与控制力度,根据施工标准与规范要求来完善技术应用,并及时调整相应措施,发挥出软土地基技术真正作用,打造安全和高品质的水利工程。

参考文献

- [1] 苏强.水利工程BIM+GIS协同管理平台研发与应用[J]. 2024.
- [2] 孙开畅,薛文丽,李婷婷,等.水利工程施工的IT2FS-MARCOS风险评价[J].水力发电学报, 2024, 43(7):109-120.
- [3] 冯乐辉.《新唐书·地理志》所见唐代兴修水利工程官吏考述[J].农业考古, 2024(4):140-148.
- [4] 文波. "基于振动监测的水利工程边坡爆破开挖风险评估." Water Conservancy Science & Technology & Economy 30.7(2024).
- [5] 杨学斌,沈珊珊.水利工程水土保持生态修复技术的应用研究[J]. Water Conservancy & Electric Power Technology & Application, 2024, 6(7).
- [6] 路敏.路桥工程中浆喷桩加固软土地基施工技术的应用研究[J]. 2024.
- [7] 朱兵华.论市政工程施工中软土地基施工技术的应用要点[J]. Engineering Science Research & Application, 2023, 4(14).
- [8] 马飞.公路桥梁施工中软土地基施工的技术要点分析[J].交通世界, 2015.
- [9] 庄妍,王晓东,崔晓艳.真空预压在有轨电车软土地基中的应用及数值模拟研究[J].岩土工程学报, 2016(S1):6.
- [10] 罗满,钟攀.公路桥梁工程施工中软土地基施工技术的应用探讨[J].珠江水运, 2015(23):2.

Research and application of construction machinery management technology

Hongtao Ji

Jiangsu Engineering Consulting Center Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract

This paper deeply discusses the current situation and development of construction machinery management, and its effectiveness in practical application. Through the analysis of common types of construction machinery and traditional management mode, the problems of equipment maintenance and management difficulty, low equipment utilization rate and information asymmetry are revealed. It focuses on the rapid development of informatization, automation and intelligent technology, especially the application of Internet of Things, big data, GPS positioning, remote monitoring and other technologies in construction machinery management, which significantly improves management efficiency and equipment utilization. With the help of cloud computing platform, data analysis and intelligent decision-making system, it can realize accurate scheduling and optimization of equipment, life cycle management, and preventive and predictive maintenance.

Keywords

construction machinery management; Information technology; apply

工程机械管理技术研究与应用研究

季洪涛

江苏省工程咨询中心有限公司, 中国 · 江苏 南京 210000

摘 要

本文深入探讨了工程机械管理的现状、发展, 及其在实际应用中的成效。通过对常见工程机械类型及传统管理模式的分析, 揭示了设备维护管理难度、设备利用率低及信息不对称等问题。重点阐述了信息化、自动化和智能化技术的快速发展, 特别是物联网、大数据、GPS定位、远程监控等技术在工程机械管理中的应用, 显著提高了管理效率与设备使用率。借助云计算平台、数据分析和智能决策系统, 能够实现设备的精准调度与优化、生命周期管理, 以及预防性与预测性维护。

关键词

工程机械管理; 信息技术; 应用

1 引言

随着工程项目规模的不断扩大, 机械设备的管理问题日益突出, 尤其是在设备的维护、调度、生命周期管理等方面存在显著挑战。传统的设备管理模式难以满足现代化生产的需求, 导致设备利用率低、故障频发等问题。采用新兴的信息化、自动化、智能化技术, 对工程机械进行精细化管理, 已成为行业发展的必然趋势。文章旨在探讨有关技术在工程机械管理中的应用, 揭示其在实际应用中的优势。

2 工程机械管理的现状分析

在工程建设中, 机械设备是提高工作效率、缩短工期的重要工具。常见的工程机械, 包括起重机、挖掘机、混凝土泵车等, 这些设备承担着关键的施工任务。随着工程规模

的不断扩大, 现有的工程机械管理模式面临诸多问题, 制约了设备性能的发挥和施工效率的提升。首先, 工程机械的维护管理问题。由于施工环境的复杂性, 设备在高负荷和恶劣条件下作业, 容易导致机械故障。现有的维护模式多依赖人工定期检查和经验性管理, 忽视了设备使用状况的实时监控和数据分析, 这种被动的维护管理方式, 容易错过设备故障的预警时机, 延误维修, 甚至导致设备停机时间过长。其次, 设备的利用率普遍较低且故障率较高。在一些工程项目中, 由于机械设备的调度不够科学合理, 往往出现设备过度集中或闲置的现象, 造成了资源的浪费。同时, 设备的故障率也较高, 频繁的设备故障和停机, 增加了维修成本, 也延误了施工进度。最后, 传统的工程机械管理模式, 还存在管理信息不对称及数据处理滞后的问题。许多企业的机械管理系统分散、信息化程度低, 缺乏统一的数字平台进行数据的采集与分析, 导致各环节之间的信息传递不畅。设备运行状态、故障信息、维修记录等关键信息难以实时共享, 从而会影响

【作者简介】季洪涛(1983-), 男, 中国江苏盐城人, 硕士, 高级工程师, 从事机械行业技术管理研究。

维修、调度等管理决策的科学性和准确性^[1]。总体而言，传统的工程机械管理模式，已经无法满足现代工程建设对设备高效、可靠和智能化管理的需求，亟需借助先进的管理技术和手段提高管理水平。

3 工程机械管理的新技术

3.1 信息化管理技术

随着信息技术的不断进步，工程机械管理技术正在经历一场数字化转型。传统的机械管理模式，逐步向信息化、智能化方向发展，借助先进的技术手段，能够提高设备管理的效率和精确度，为企业节约成本并提高施工效率提供了有力支持。具体要关注：（1）基于物联网和大数据的智能化管理系统。物联网技术为工程机械管理提供了实时监控与数据采集的可能。在机械设备上安装传感器，就可以实时采集设备运行状态、温度、压力、油量等关键信息，并通过无线网络将数据传输至云端平台。大数据技术能够对海量的设备数据进行分析 and 处理，预测设备故障的可能性，优化维护周期，进而实现预防性维护和预测性维修。智能化管理系统可以通过数据分析，帮助管理人员科学合理地进行设备调度，提高设备利用率并减少停机时间。（2）GPS 定位和远程监控技术的应用。借助 GPS 定位技术和远程监控系统，使得工程机械的实时位置和工作状态能够随时被监控与追踪。管理人员能够借助云平台或手机端，实时查看机械设备的位

3.2 自动化与智能化技术

自动化与智能化技术的不断发展，为工程机械管理带来了革命性的变革，提高了设备的工作效率，还提升了设备管理的智能化水平。自动化设备和智能化管理系统的应用，使得工程机械在操作、维护和故障预测等方面实现了高度的自主性与精准性。具体要关注：（1）自动化设备的研发与应用。近年来，自动化设备的研发取得了显著进展，尤其是在起重机、挖掘机等常见设备上，自动化技术的应用，已经成为提升作业效率的重要手段。例如，自动化起重机能够根据设定的程序，自动完成吊装操作，减少人工干预，提高了吊装精度和安全性。自动化挖掘机能够自主完成挖掘、装载等任务，减少了人工操作的误差，提升了施工的速度和质量。自动化设备不仅提升了施工效率，还降低了人为操作失误的风险。

（2）智能化设备的管理与故障预测。智能化设备管理依赖于先进的传感器技术、数据分析和人工智能算法，能够实时监控设备的运行状态，预测设备的故障风险。例如，智能挖掘机和混凝土泵车，借助传感器采集工作环境、机械负荷、振动频率等数据，利用大数据分析技术识别潜在故障，并通过机器学习模型预测可能出现的问题。智能化设备的故障预

测系统，能够提前预警，指导维护人员及时进行检修，有效避免了设备突发故障造成的生产中断和高额维修费用^[3]。

3.3 云计算与大数据分析

随着云计算和大数据技术的不断成熟，工程机械管理进入了一个全新的智能化、数字化管理时代，这些技术不仅提升了设备管理的效率和精确性，也为企业在设备维护、调度优化、成本控制等方面提供了强有力的数据支持和决策依据。具体而言：（1）云平台在机械设备管理中的应用。云平台为机械设备管理提供了一个高效、灵活的集中管理环境。借助云平台，企业可以将分散的机械设备信息汇总至统一的数据中心，实现跨地域、跨设备的集中管理。所有设备的运行数据、维修记录、故障历史等信息，都能实时上传至云端，管理人员可以随时通过互联网访问这些数据，进行远程监控和管理。云平台还支持设备的远程诊断、故障预警和维护调度，极大提高了设备管理的实时性和透明度。企业能够利用云平台，优化设备调度、维护流程和成本控制，提高资源利用率和运营效益。（2）数据分析与决策支持系统。大数据分析技术在机械设备管理中发挥着重要作用，通过对设备运行、维护、故障等海量数据进行深度分析，就可以识别设备的使用规律和潜在问题，预测设备的生命周期和故障点。数据分析结果为决策者提供了科学的依据，帮助其制定更加精准的维修计划、优化设备调度和资源分配，从而提高设备的利用率和降低整体运营成本。决策支持系统将数据分析与企业战略相结合，支持实时决策，能够帮助管理人员根据设备状态、项目需求和市场变化，做出快速、有效的决策。

4 工程机械管理技术的实际应用

4.1 设备的维护与保养管理

在工程机械的管理中，设备的维护与保养，是确保设备高效、安全运行的基础。传统的维护模式主要依靠定期检查和人工判断，存在较多的局限性和风险。而随着信息技术和智能化手段的快速发展，工程机械的维护与保养管理逐渐向更加精准、智能化的方向发展。为设备管理带来了显著的效益。主要应用包括：（1）预防性维护与预测性维护技术。预防性维护是一种基于设备使用时间或运行小时数，进行定期保养的方式。其核心理念是定期检查和更换易损部件，减少设备故障的发生。尽管预防性维护可以有效降低设备故障率，但它的局限性在于，设备的维修周期和内容往往依赖于既定的时间表，而忽略了设备实际运行情况的差异。因此，随着技术的发展，预测性维护逐渐成为主流。预测性维护技术通过对设备的实时监控，收集其运行数据，如温度、振动、压力等关键参数，并利用大数据分析和机器学习模型，预测设备可能的故障点。利用传感器和物联网技术，设备的各项运行数据被实时传输到云平台，智能分析系统能够精准判断设备的健康状态。预测性维护不仅能提前发现设备的潜在问题，还能根据设备的实际运行状态，制定更加科学的维

护计划,避免了预防性维护中可能出现的“过度保养”或“延误维修”的问题,进一步提升了设备的利用率和可靠性。(2) 维修数据的实时监控与分析。在机械设备中安装传感器、监控系统和数据采集模块,能够实时收集和上传设备的运行数据,包括工作时长、负荷变化、温度波动、油耗等信息。这些数据通过云平台进行集中管理和分析,管理人员可以随时查看设备的实时状态和历史运行记录,及时发现设备出现的问题。维修数据的实时监控,不仅有助于故障的早期预警,还能够为后续维修决策提供依据。比如,对某台设备维修频次和故障类型进行分析,可以发现设备中某一部分部件的故障率较高,进而优化维护策略。

4.2 机械设备的调度与优化

在复杂和多变的施工现场,高效的设备调度,不仅能提升生产效率,还能有效控制成本、减少资源浪费。随着信息技术的发展,智能调度系统以及资源配置优化,成为提升机械设备管理水平的关键因素。具体而言:(1) 高效调度系统的设计与实施。传统的设备调度通常依赖人工经验,面对大量设备和动态施工需求时,往往无法做到高效、精确调度,导致设备闲置或调度冲突。为了解决这一问题,现代企业开始采用智能化调度系统,通过数据采集与实时监控,自动优化设备的调度和资源配置。智能调度系统通过对设备使用状态、工地需求、施工进度等多维度数据的实时分析,实现动态调度。系统不仅能够提前预判设备的使用需求,还能实时调整调度方案,确保每台设备都能高效地参与到施工中。(2) 资源的合理配置与优化利用。为了实现设备资源的最大化利用,现代企业采取了基于数据分析和智能算法的资源优化策略。企业通过建立资源管理平台,能够实时监控设备的工作状态、位置、使用时长等信息,进行合理的资源调配和规划。例如,平台可以根据项目需求和设备性能,合理安排设备的工作时间、维修周期、搬运路线等,避免设备因调度不当而出现闲置或浪费。同时,数据分析还能够帮助企业识别出哪些设备的使用频率较低,哪些设备在特定项目中存在过剩情况,从而进行设备的流转和共享,减少重复投资。

4.3 机械设备的生命周期管理

机械设备的生命周期管理,是指从设备采购、使用、维护到最终报废的全过程管理。有效的生命周期管理,能够

延长设备的使用寿命,还能帮助企业降低设备的总拥有成本,提高设备的投资回报率。随着管理技术的进步,机械设备的生命周期管理逐渐实现了从传统手工管理到智能化、数字化管理的转变。具体包括:(1) 从采购到报废的全程管理。在设备采购阶段,企业需要选择合适的设备类型、品牌和配置,确保采购的设备符合项目需求,并具有较高的性价比。选型决策,应综合考虑设备的技术性能、维护成本、预期使用年限等因素。在设备的使用和维护阶段,重点是设备的定期维护与性能监控。通过实时数据采集和远程监控系统,就能够准确掌握设备的运行状况,及时进行保养和维修,避免因设备故障而影响生产进度或导致安全事故。随着技术的不断发展,定期进行技术升级和设备更换,能够提高设备的使用效率。设备在完成其生命周期后,需要进行报废管理。报废管理不仅仅是对设备进行处置,更包括对设备残值的评估、资源的回收利用等。(2) 使用效率与残值管理。企业通常会根据设备的实际使用情况,采取相应的优化措施,比如合理安排设备的工作班次、避免过度使用、及时修复故障等。对设备运行数据进行实时监控,可以精确了解设备的工作负荷、运行状况及故障率。设备的残值不仅包括其市场销售价格,还包括零部件回收价值和再利用价值。在设备即将到达使用寿命的尾期时,企业应通过设备的剩余价值评估,判断是否继续使用、出售或进行再制造。

5 结语

随着信息技术和智能化技术的不断发展,工程机械管理进入了一个全新的时代。数字化、智能化的管理手段,解决了传统管理模式中的诸多问题,从设备的实时监控、预测性维护到精确的资源调度与生命周期管理,技术的应用为企业带来了显著的经济效益。未来,随着技术的进一步成熟和应用普及,工程机械管理将更加智能、精细化,为行业发展提供强有力的支持。

参考文献

- [1] 周义学.工程机械在施工中的应用研究[J].工程建设与设计, 2023(13):260-262.
- [2] 陆菁菁.机电自动化在工程机械制造中的应用[J].中国设备工程, 2023(21):212-215.
- [3] 魏建国.智能化技术在工程机械设备安全管理中的应用研究[J].低碳世界, 2023,13(02):184-186.

Application of comprehensive safety management in coal mine safety management

Kai Zhang

Shaanxi Huadian Yuheng Coal and Power Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract

As an important energy industry, coal mine has always attracted much attention for its safety production. Coal mine safety management is the key to ensuring the safety of coal production and safeguarding the lives and health of employees. As an advanced management idea and method, the application of total safety management in coal mine safety management is of great significance. This paper discusses the application value of total safety management in coal mine safety management, analyzes its challenges, and proposes targeted strategies. In order to build a comprehensive safety management system, enhance the safety awareness of employees, strengthen scientific and technological investment and the implementation of laws and regulations, comprehensively improve the safety management level of coal mines, and provide a solid guarantee for the sustainable development of the coal industry.

Keywords

total security management; coal mine safety management; Apply policies

全面安全管理在煤矿安全管理中的应用

张凯

陕西华电榆横煤电有限责任公司, 中国 · 陕西 榆林 719000

摘 要

煤矿作为重要的能源产业,其安全生产问题一直备受关注。煤矿安全管理是确保煤炭生产安全、维护员工生命健康的关键。全面安全管理作为一种先进的管理思想和方法,在煤矿安全管理中的应用具有重要意义。本文探讨了全面安全管理在煤矿安全管理中的应用价值,分析了其面临的挑战,并提出了针对性的策略。以期通过构建全面的安全管理体系,提升员工安全意识,加强科技投入和法规执行,全面提升煤矿安全管理水平,为煤炭行业的可持续发展提供坚实保障。

关键词

全面安全管理; 煤矿安全管理; 应用策略

1 引言

随着煤炭开采技术的不断进步和开采深度的增加,煤矿安全管理面临着更加复杂和严峻的挑战。传统的安全管理方法已难以满足当前煤矿安全管理的需求,因此,引入全面安全管理思想,构建全面的安全管理体系显得尤为重要。本文将深入探讨全面安全管理在煤矿安全管理中的应用,以期煤矿安全管理提供新的思路和方法。

2 全面安全管理在煤矿安全管理中的应用价值

全面安全管理在煤矿安全管理中的应用具有显著的价值,能够从多方面提升煤矿的安全管理水平。通过全面安全管理理念的实施,能够建立起一个全员参与、全过程覆盖、持续改进的安全管理体系,从而有效提升煤矿整体的安全防

控能力。全面安全管理强调从企业的每个环节到每位员工的安全责任,确保每一个细节都得到足够重视,减少安全隐患的发生。通过加强员工的安全教育与培训,能够在全体员工中树立起安全生产的意识,增强其自我保护能力和应对突发事件的能力,从而有效预防因人为疏忽引发的安全事故^[1]。

同时,全面安全管理注重事前的安全防控与事中的动态监控,使得煤矿企业能够在安全管理的各个环节实现预警与控制。这不仅能够有效预防安全事故的发生,也能在事故发生时迅速采取有效措施进行控制,减少事故的损失和影响。进一步来说,全面安全管理的实施还能够增强煤矿企业的整体竞争力,为煤矿的可持续发展奠定坚实的基础。通过提升管理水平、优化资源配置和技术投入,煤矿企业不仅能够更好地应对日益复杂的安全挑战,还能在激烈的市场竞争中占据有利地位。总之,全面安全管理的应用能够全面提升煤矿的安全管理水平,为煤矿行业的长期发展提供保障。

【作者简介】张凯(1988-),男,中国陕西渭南人,本科,工程师,从事煤矿安全生产管理研究。

3 全面安全管理在煤矿安全管理中面临的挑战

3.1 员工安全意识不足

在煤矿企业中,一些员工对安全管理的认知较为浅薄,尤其是在一些基层作业人员中,安全意识的薄弱问题尤为突出。由于煤矿生产环境特殊,工作压力较大,部分员工往往忽视了日常的安全防护措施,存在“麻痹大意”的心理,缺乏对潜在风险的敏感性。这种情况导致了事故的频繁发生,甚至有些事故是由于员工的不规范操作和安全意识不到位所引起的。提高员工安全意识,不仅需要通过常规的安全教育和培训,还需要在日常管理中强化对员工行为的监督和引导,真正让员工意识到安全管理的重要性并将其落实到每一个工作环节中,从而切实降低安全隐患。

3.2 安全管理体系不完善

尽管很多煤矿企业已意识到安全管理的重要性,但在实际操作中,仍然存在部分煤矿企业安全管理体系不够完善的问题。一些企业的安全管理措施停留在表面,缺乏细化的操作规范和应急预案。管理职责不清、沟通机制不畅、工作流程不规范等问题普遍存在,导致安全工作难以落到实处。这不仅增加了管理的复杂度,还使得许多隐性安全问题难以及时发现和解决。此外,部分煤矿企业未能针对不同环节和不同岗位制定具体的安全管理措施,缺少对安全管理体系的全面评估和持续优化,导致整体安全管理效率低下^[2]。因此,亟需在全企业范围内建立一个科学、完善的安全管理体系,确保从上到下的安全管理责任落实到每个细节。

3.3 科技投入不足

尽管现代煤矿开采技术逐步提高,但在许多煤矿企业中,科技投入仍然不足,尤其是在安全生产领域。先进的安全监测系统、预警设备和智能化安全管理手段尚未普及,许多煤矿仍依赖传统的人工巡查和经验判断,安全保障能力较为有限。随着煤矿开采深度的增加和环境条件的复杂性,传统的安全管理手段已难以应对日益严峻的安全挑战。缺乏科技支撑,使得安全管理中的信息采集、数据分析、事故预测等环节存在较大的盲点,影响了对安全隐患的早期发现和及时处理。因此,加大对安全科技的投入,引入先进的安全监控技术,能够提高事故预警和隐患排查的准确性,为煤矿企业提供更加可靠的安全保障。

3.4 法规制度执行不力

尽管我国煤矿安全生产的法规和政策体系不断完善,但部分煤矿企业在法规执行方面仍存在较大问题。由于监管不严格、责任追究不力等原因,一些煤矿企业未能有效执行相关安全法规和标准。在实际操作中,部分企业为了降低生产成本,存在安全生产规范执行不严格的现象,甚至出现违规操作、超负荷作业等问题。由于缺乏有效的监管手段,安全管理制度和法规难以得到充分落实,导致安全隐患未能及时消除。此外,部分煤矿企业的管理者对法规的重视程度不足,对安全生产法规的执行不力,缺乏有效的监管和约束机

制。这种问题不仅影响了煤矿的生产安全,也阻碍了安全管理水平的提升。

4 全面安全管理在煤矿安全管理中的应用策略

4.1 加强员工安全教育

煤矿安全生产离不开每一位员工的安全意识和操作技能。科学系统的安全教育是提升煤矿整体安全管理水平的基础保障。

煤矿企业应建立分层分类的安全教育培训体系。针对不同岗位人员制定差异化培训方案,采矿工程技术人员重点培训瓦斯、顶板管理等专业知识,井下作业人员着重强化标准操作规程和应急处置能力。培训内容应包含安全生产法规、煤矿安全规程、岗位安全操作规程等,每季度组织一次不少于24学时的专题培训。

另外,构建“理论+实操”的立体化教育模式。利用VR虚拟仿真技术建立安全培训基地,模拟井下灾害事故场景,让员工在逼真环境中掌握救援技能。开发线上培训平台,通过微课、动画等形式,提供便捷的学习渠道。定期组织事故案例分析会,剖析事故原因及防范措施,以案释法、以案说理。再有,推行师带徒帮教制度,发挥技术骨干“传帮带”作用^[3]。选拔优秀老员工担任安全师傅,采用“一对一”帮教方式,对新员工进行为期不少于3个月的实操训练。建立考核评价机制,将安全培训考核结果与绩效考核挂钩,实行末位淘汰制。

与此同时,开展应急演练,提升突发事件应对能力。每月组织一次专项应急演练,涵盖火灾、瓦斯超限、水灾等事故类型。建立应急救援队伍,配备专业救援设备,定期开展实战训练。通过演练查找应急预案中存在的问题并及时完善。

此外,营造“人人讲安全、事事重安全”的文化氛围。在井口、井下等重要位置设置安全警示标识,利用广播、宣传栏等渠道开展安全宣传。开展“安全生产月”等主题活动,评选安全标兵,激发员工参与安全管理的积极性。

4.2 完善安全管理体系

科学完备的安全管理体系是煤矿安全生产的制度保障。建立全方位、多层次的安全管理机制,确保各项安全措施落实到位。

构建“横向到边、纵向到底”的安全管理网络。成立由矿长任组长的安全管理委员会,下设安全监察部、通风部等专业部门。各生产区队设置专职安全员,实行24小时跟班检查制度。建立安全生产责任制,层层签订安全目标责任书,做到职责明确、奖惩分明。另外,制定标准化的安全管理制度。编制安全管理手册,明确各项工作流程和操作标准。建立隐患排查治理清单,实行分级管理、限期整改。对重大隐患实施挂牌督办,确保整改措施落实到位。设置安全生产技术档案,记录设备检修、隐患整改等情况。

再有,推行风险分级管控机制。对采掘工作面、机电

设备等关键环节进行风险评估,建立风险数据库。根据风险等级采取相应控制措施,重点管控瓦斯、水灾等重大危险源。实施“一面一档”动态管理,及时更新风险防控措施。除此之外,完善监督考核机制。组建专业稽查队伍,采用明查暗访方式开展安全检查。运用视频监控、传感器等技术手段,实时监测井下环境参数。建立问责追究制度,对违章违纪行为严肃处理,确保制度执行力。最后,构建闭环管理体系。实行安全例会制度,定期分析安全形势,研究解决突出问题。建立事故隐患报告制度,鼓励员工及时反映安全隐患。健全安全生产档案,做好培训记录、检查记录等台账管理工作。对安全管理效果进行评估,持续改进管理措施。

4.3 加大科技投入

煤矿安全监测技术的革新对提升整体安全管理水平具有决定性作用。科技手段的应用能够实现对危险源的精准识别和超前预警。

构建智能化监测预警平台,部署多层级传感器网络系统。在采煤工作面安装瓦斯、一氧化碳、温度等传感器不少于15个/100米,实现数据24小时实时采集。建立地质灾害预警模型,通过大数据分析技术,对顶板压力、瓦斯涌出等危险源进行动态监测,预警准确率达到95%以上。另外,升级井下通信系统,实现通信网络全覆盖。采用5G专网技术,在井下布设基站,间距不超过300米。配备智能头盔,集成定位、通讯、环境监测等功能,实现人员精准定位,定位误差控制在 ± 1 米范围内。建立井上井下双向视频通信系统,确保关键区域视频监控无死角。再有,引入人工智能辅助决策系统,提升安全管理效能。开发智能巡检机器人,配备高清摄像头和多参数传感器,执行固定路线巡检任务。建立安全风险评估模型,对采集的监测数据进行分析,生成风险等级评估报告,为安全管理决策提供科学依据。

除此之外,推进设备智能化升级改造,提高本质安全水平。采用智能化采煤设备,具备故障自诊断、远程操控功能。安装智能化供电系统,具有过载保护、漏电预警等功能,供电可靠性达到99.9%。配备智能化通风系统,根据环境参数自动调节风量,确保通风系统效率。最后,建设智慧调度指挥中心,实现安全管理可视化。配备大屏显示系统,实时展示井下重点区域监测数据。设置智能分析终端,对异常数据进行实时预警,响应时间控制在30秒以内。建立应急指挥系统,具备多方通信、视频会议等功能,提升应急处置能力。

4.4 加强法规制度执行

健全的法规制度体系是煤矿安全管理的根本保障。严

格的执行力度则是确保各项制度落地见效的关键所在。

完善安全生产责任制度,实行全员安全责任制。制定安全生产责任清单,涵盖各层级、各岗位安全职责,建立责任追究机制。对重大安全隐患实行“一票否决”,连续3次出现重大隐患的单位主要负责人予以免职。每季度开展一次安全责任制考核,考核结果与薪酬挂钩。另外,建立安全生产标准化管理体系,规范作业流程。编制岗位安全操作规程,明确各项作业的安全技术要求。实施标准化作业审核制度,由专职安全员对关键作业环节进行现场验收。每月组织一次标准化作业考评,合格率必须达到95%以上。再有,强化安全检查监督机制,落实隐患排查制度。组建专业检查组,每周开展不少于2次的综合性安全检查。建立隐患等级评定标准,将隐患分为特别重大、重大、较大、一般四个等级。对发现的隐患建立台账,实行挂牌督办,整改完成率必须达到100%。

与此同时,实施安全违规行为“零容忍”政策,严格执行奖惩制度。制定安全生产禁令,对违章指挥、违规操作等行为实行严惩重罚。实行安全积分管理,每月评定安全信用等级,与岗位调整、职级晋升挂钩。例如对发现重大违规行为的举报人给予重奖,最高奖励不低于1万元。此外,推行安全管理公示制度,强化社会监督。在矿区显著位置设置安全生产信息公示栏,公开安全生产责任人、重大隐患整改情况等信息。建立安全生产信息通报制度,定期向上级主管部门和社会公众通报安全管理情况。每季度召开一次安全生产警示教育大会,通报典型事故案例和处理结果。

5 结语

全面安全管理在煤矿安全管理中的应用具有重要意义,有助于提升煤矿安全管理水平、增强员工安全意识、预防和控制安全事故以及促进煤矿可持续发展。然而,在实际应用中仍面临诸多挑战。因此,我们需要不断加强员工安全教育、完善安全管理体系、加大科技投入和加强法规制度执行等措施,以全面提升煤矿安全管理水平。

参考文献

- [1] 薛明宇.安全目标管理在煤矿安全管理中的应用分析[J].内蒙古煤炭经济,2024,6(09):109-111.
- [2] 张刘军.智能化技术在煤矿安全管理中的应用[J].内蒙古煤炭经济,2024,(08):109-111.
- [3] 尹占春.关于安全管理在煤矿采矿工程中的应用分析[J].内蒙古煤炭经济,2023,33(17):94-96.

Talking about innovating and enriching the content of coal mine safety management

Yuelong Gao

Shaanxi Huadian Yuheng Coal and Power Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract

Coal mine safety management is an important part of ensuring the safety of coal production and maintaining the life and health of workers. At present, with the continuous progress of coal mining technology and the increase of coal mining depth, coal mine safety management is facing new challenges. This paper will discuss the current situation of coal mine safety management, analyze the principles that should be followed in innovating and enriching coal mine safety management, and put forward targeted strategies. In order to optimize the safety management system, improve the quality of personnel, strengthen investment in science and technology, improve the laws and regulations and other measures, and then comprehensively improve the safety management level of coal mines, and provide a solid guarantee for the sustainable development of the coal industry.

Keywords

innovation; Plenum; coal mine safety management; Job description; tactics

浅谈创新和充实煤矿安全管理工作内容

高跃龙

陕西华电榆横煤电有限责任公司，中国·陕西 榆林 719000

摘 要

煤矿安全管理是确保煤炭生产安全、维护职工生命健康的重要环节。当前，随着煤炭开采技术的不断进步和煤矿开采深度的增加，煤矿安全管理工作面临着新的挑战。本文将探讨煤矿安全管理工作的现状，分析创新和充实煤矿安全管理工作应遵循的原则，安全管理工作内容显得尤为重要，并提出针对性的策略。以期通过优化安全管理体系、提升人员素质、加强科技投入及完善法规制度等措施，进而全面提升煤矿安全管理水平，为煤炭行业的可持续发展提供坚实保障。

关键词

创新；充实；煤矿安全管理；工作内容；策略

1 引言

煤矿安全管理工作是煤炭生产过程中的重要一环，直接关系到企业的生产效益和职工的生命安全。近年来，随着煤炭资源的不断开发和利用，煤矿安全管理面临着日益复杂和严峻的挑战，传统的管理模式和手段已难以满足当前煤炭行业的需求。本文将从煤矿安全管理工作的现状出发，探讨如何遵循科学的原则，采取有效的策略，以全面提升煤矿安全管理水平。

2 煤矿安全管理工作的现状

煤矿安全管理工作当前面临一系列突出问题，影响了安全生产的整体水平。许多煤矿企业的安全管理体系尚不完善，导致安全职责划分不清晰，管理流程缺乏规范性。这

种缺乏系统化的管理模式，使得安全措施的执行力度大打折扣，责任追究难以落实，进而增加了煤矿作业的安全隐患。安全管理人员的素质和技术水平参差不齐，尤其是一些基层工作人员在安全意识和操作技能方面存在显著差距。尽管部分企业已开展安全培训，但培训效果和覆盖面仍然有限，导致部分职工缺乏足够的应急处理能力，安全事故的预防工作常常无法落实到位。与此同时，科技应用的滞后也是当前煤矿安全管理中的一大瓶颈。很多矿区依然依赖传统的人工巡查和简单的安全监测设备，未能有效应用现代科技手段，如自动化监测系统和大数据分析，这使得对潜在隐患的识别和处理缺乏实时性和精准性。加之，煤矿行业在法规制度执行上的不足，尤其是在一些小型矿井，安全检查和监督力度不足，导致安全管理存在漏洞，无法有效排查并消除隐患。这些因素共同作用，使得煤矿安全管理工作仍然面临较大挑战，急需创新和提升^[1]。

【作者简介】高跃龙（1988-），男，中国内蒙古乌海人，

本科，助理工程师，从事煤矿安全生产管理研究。

3 创新和充实煤矿安全管理工作遵循的原则

3.1 科学性原则

科学性原则要求煤矿安全管理必须建立在扎实的理论基础上,运用科学的管理方法和技术手段来指导实际工作。煤矿的安全管理不仅仅依赖经验和直觉,更需要通过数据分析、风险评估和预测性技术来进行决策。在实际操作中,应根据煤矿的实际情况,制定科学合理的安全管理体系,确保每一项安全措施都具备可操作性和可执行性。科学性原则强调系统化的思维方式,要求管理人员通过全面了解和分析煤矿安全的各个环节,明确每个环节的潜在风险,从而有针对性地采取防范措施。通过科学的手段可以提高事故预测的准确性,降低人为失误的发生率,从根本上提升安全管理的效率与效果。这一原则为煤矿安全管理提供了一个理性、系统、可持续的框架,是提升煤矿安全管理水平的关键。

3.2 系统性原则

系统性原则强调煤矿安全管理应当被视为一个整体系统来运行,各环节的安全措施和管理动作应当互相配合、互为支持。在煤矿安全管理中,不同的环节如人员培训、设备维护、作业规程、应急预案等,都有其独立的重要性,但单一的措施往往难以取得预期效果。通过系统性原则,可以确保各个环节在时间、空间和层级上的紧密衔接与协同工作。这一原则的核心在于,通过全面、综合的管理方式,使煤矿安全管理能够应对复杂的生产环境和多变的安全威胁。例如,通过构建全员参与的安全文化、搭建完善的沟通平台,以及形成有效的反馈机制,使得每个环节的安全问题都能迅速得到解决。煤矿企业应当建立起跨部门、跨层级的协作体系,确保信息流、物资流和决策流的顺畅,从而实现整体安全管理目标。

3.3 实用性原则

实用性原则强调安全管理措施要切实可行,符合煤矿的实际情况。安全管理不仅仅依赖理论的指导,更需要结合实际工作中的具体问题,采取简单有效、易于执行的措施。许多煤矿企业在制定安全管理方案时,往往存在脱离实际、过于复杂的情况,导致最终的安全措施难以落实。因此,实用性原则要求管理者在设计安全措施时,必须充分了解煤矿的生产状况、技术条件及职工的实际能力,以确保所采取的措施具备可操作性。针对煤矿的特殊性,应当制定针对性的安全策略,而不是套用通用的标准化模板。通过采取符合实际的安全管理措施,能够降低实施过程中的复杂性和阻力,提高措施的执行率和效果,进而更好地保障矿工的生命安全和矿井的生产安全^[2]。

4 创新和充实煤矿安全管理工作内容地位有效策略

4.1 优化安全管理体系

煤矿安全管理体系是确保生产安全的基石,其系统性

和完整性直接关系到整个矿井的安全生产水平。优化安全管理体系需要从组织架构、制度建设、流程优化等多个维度进行深入改革,建立起全方位、多层次的安全防控网络。

可以建立“四位一体”的管理架构,即安全生产决策层、安全监督层、安全执行层和安全保障层。决策层由矿长负责,下设安全生产委员会,成员包括各部门负责人,每月召开不少于2次安全例会。监督层设立专职安全监察组,配备不少于数名具有10年以上井下工作经验的安全监察员,采用“网格化”监管模式,将矿区划分为若干个责任区,实现全覆盖、无死角的安全监督。与此同时,完善安全管理制度体系,建立涵盖多个方面的具体制度的安全管理制度库。包括井下作业规程、设备管理制度、应急救援预案等核心制度,每项制度都配备详细的操作指南和考核标准。制度执行实行“积分制”管理,设置100分基准,违反制度扣分,季度考核低于80分的部门主管需接受培训,连续两次不及格将调整岗位。

另外,构建智能化安全管控平台,建设安全管理信息系统。系统整合井下安全监测数据、人员定位信息、设备运行状态等信息,实现实时监控和预警。并设置多个关键监测点,覆盖采煤工作面、运输巷道、通风系统等重要区域。系统具备自动报警功能,当监测参数超过设定阈值时,自动启动应急预案。最后,优化安全管理流程,实行“双预控”机制。即风险预测和隐患预控,建立风险分级管控数据库,包含多个风险点,并制定相应的控制措施。每个班组配备1名安全员,负责日常安全检查和隐患排查。建立隐患整改闭环管理制度,要求24小时内完成一般隐患整改,重大隐患必须立即停产整改^[3]。

4.2 提升人员素质

煤矿安全管理水平的提升,核心在于人员素质的全面提高。通过系统化的培训体系和科学的考核机制,不断增强安全管理人员的专业能力和一线职工的安全意识,实现人员素质的整体提升。

实施分层分类培训计划,按照管理人员、技术人员、一线工人三个层次设置培训内容。例如:管理人员培训以安全法规、管理技能为主,每年不少于120学时;技术人员培训侧重专业技术和设备操作,每年不少于180学时;一线工人培训突出实操技能,每年不少于240学时。同时,培训采用“线上+线下”模式,建立在线学习平台,开发微课程。另外,打造专业化培训团队,从高校、科研院所选聘数名专家组建专家库,定期开展专题讲座。设立内部培训师制度,选拔多名技术骨干担任内训师,配备先进的培训设备,包括VR安全体验系统、设备操作模拟器等。

除此之外,建立全员安全素质档案,记录每位员工的培训经历、考核成绩、安全表现等信息。实行安全素质评估制度,从理论知识、操作技能、应急处置三个维度进行评估,满分100分,85分以上可参与年度评优。每半年组织一次综合考核,成绩与薪酬待遇和职业发展挂钩。再有,开展“师

带徒”培养计划,选择35名高级技师担任导师,采用“一对一”帮扶模式。导师需具备15年以上工作经验,无重大安全事故记录。指导期不少于12个月,其间需完成不少于20项实操任务。最后,设立安全文化建设专项基金,用于开展安全文化活动。组织安全知识竞赛、案例分析会、应急演练等活动,每月不少于2次。通过多样化的活动,增强员工安全意识,培养良好的安全习惯。

4.3 加强科技投入

煤矿安全管理的科技化水平直接影响安全生产能力。现代化煤矿安全管理需要依托先进的科技手段,通过智能化、信息化的技术应用,全面提升安全管理效能。

首先,需要构建井下安全监测预警系统,实现对瓦斯、一氧化碳、温度、风速等关键参数的实时监控。布设智能传感器网络,在采煤工作面、运输巷道、通风系统等重点区域设置多个监测点,数据采集频率达到每秒4次。系统具备自主学习功能,通过大数据分析建立安全预警模型,可提前72小时预测潜在安全风险。建立三级预警机制,将预警信息实时推送至相关责任人移动终端。另外,推进井下机器人巡检技术应用,研发适应井下环境的巡检机器人。机器人配备高清摄像头、红外热成像仪、多参数传感器,可在井下连续工作16小时,巡检路线覆盖率达95%。通过视觉识别算法,自动识别设备故障、巷道变形等异常情况,识别准确率超过88%。每台机器人每班可完成8公里巷道的巡检任务,相当于3名人工巡检人员的工作量。

再有,开发矿山三维可视化管理平台,实现井下工作面、设备、人员的实时定位和管理。平台采用BIM技术构建精确到厘米级的三维模型,可动态显示采掘工程进度、通风网络状态、设备运行参数等信息。配备AR远程指导系统,专家可通过平台对现场作业人员进行远程技术指导。此外,升级井下通信系统,建设高速光纤网络和无线通信网络。光纤网络总长度达到156公里,覆盖所有生产区域,数据传输速率达到10Gbps。建设漏泄电缆无线通信系统,实现井下全域4G信号覆盖,支持视频通话和高清图像传输。并配备防爆智能通信终端,具备语音通话、视频监控、应急求助等功能。

4.4 完善法规制度

煤矿安全法规制度是规范生产行为、预防安全事故的重要保障。科学合理的法规制度体系需要在实践中不断完善和创新,以适应新时期煤矿安全管理的需要。

制定分级分类的安全管理标准体系,涵盖采煤、掘进、机电、运输、通风等多个专业领域。每个领域细分为岗位标

准、操作标准、检查标准三个层次。标准内容具体明确,将安全管理要求量化为可考核的指标,如采煤工作面支护密度不小于每米1.2个支架,巷道变形量每月测量不少于4次。另外,建立安全责任追究制度,实行“四级追责”机制。将安全责任细化为企业主要负责人、分管负责人、部门负责人和岗位操作人员四个层级,明确各级人员的责任范围和追责标准。例如,设置12类重大违规行为和36类一般违规行为,对应不同级别的处罚措施。一般违规采取警告、罚款、培训教育等措施,重大违规直接追究当事人和相关负责人责任。与此同时,完善隐患排查治理制度,建立“两单两报告”工作机制。两单即隐患排查清单和整改责任清单,两报告即整改进度报告和验收报告。排查清单包含多个检查项目,按照日检查、周检查、月检查分类实施。要求班组自查率100%,专业检查组抽查率不低于30%,发现的隐患必须在规定时间内完成整改。

此外,健全应急管理制度,构建“1+3+N”应急预案体系。1个总体预案,3个专项预案(重大灾害事故、重大设备事故、重大人身事故),N个现场处置方案。每季度组织不少于2次应急演练,参与人数不少于作业人员总数的85%。同时,建立24小时值班制度,配备专职应急救援队伍,应急响应时间不超过30分钟。最后,制定安全管理绩效考核办法,采用“百分制”评分标准。例如,将安全生产指标分解为15个一级指标、48个二级指标。考核周期为一个月,考核结果与部门绩效和个人薪酬挂钩。设置安全生产奖励机制,对安全管理成效显著的单位和个人给予表彰,每季度评选“安全标兵”“安全示范岗”等荣誉称号。

5 结语

煤矿安全管理工作是煤炭行业的重要组成部分,关系到企业的生产效益和职工的生命安全。面对当前煤矿安全管理面临的挑战,我们需要不断优化安全管理体系、提升人员素质、加强科技投入及完善法规制度等措施。通过这些措施的实施,可以全面提升煤矿安全管理水平,为煤炭行业的可持续发展提供坚实保障。

参考文献

- [1] 张文全. 煤矿安全与采矿技术应用问题[J]. 西部探矿工程, 2023, 35(10): 184-186+190.
- [2] 张艳, 张兵战. 创新班组安全管理 夯实煤矿安全基石[J]. 中国煤炭工业, 2023,(06):60-61.
- [3] 贺军. 安全培训教育在煤矿安全管理中的作用探究[J]. 内蒙古煤炭经济, 2022,(11):103-105.

Exploring the Application of Big Data Management Technology in Coal Mine Safety Management in the New Era

Shuangxiong Liu

Shaanxi Huadian Yuheng Coal and Power Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract

As an important part of the national energy industry, the safety production of coal mines is directly related to national energy security and social stability. With the rapid development of information technology, big data has become an important driving force for the transformation and upgrading of all walks of life. In the field of coal mine safety management, the application of big data management technology is gradually changing the traditional management mode, and the safety and efficiency of coal mine production have been significantly improved through real-time data analysis, risk early warning and intelligent decision-making. This paper will discuss the application value, challenges and coping strategies of big data management technology in coal mine safety management in the context of the new era, in order to provide theoretical reference and practical guidance for the intelligent and safe development of the coal mining industry.

Keywords

New Era; coal mine safety management; big data management technology; Apply policies

探讨新时代煤矿安全管理当中大数据管理技术应用

柳双雄

陕西华电榆横煤电有限责任公司, 中国·陕西 榆林 719000

摘 要

煤矿作为国家能源产业的重要组成部分,其安全生产直接关系到国家能源安全与社会稳定。随着信息技术的飞速发展,大数据已成为各行各业转型升级的重要驱动力。在煤矿安全管理领域,大数据管理技术的应用正逐步改变传统管理模式,通过实时数据分析、风险预警与智能决策,显著提升了煤矿生产的安全性及效率。本文将探讨新时代背景下,大数据管理技术在煤矿安全管理中的应用价值、面临的挑战及应对策略,以期煤矿行业的智能化、安全化发展提供理论参考与实践指导。

关键词

新时代; 煤矿安全管理; 大数据管理技术; 应用策略

1 引言

煤矿作业环境复杂多变,安全隐患众多,传统安全管理方式难以全面覆盖与精准应对。随着大数据技术的日益成熟,其在煤矿安全管理中的应用潜力逐渐显现,为煤矿安全管理带来了革命性的变革。本文将从大数据管理技术的应用价值出发,深入分析其在煤矿安全管理中的实践挑战,并阐述具体的应对策略。

2 煤矿安全管理当中大数据管理技术的应用价值

在煤矿安全管理中,大数据技术的应用正逐渐展现出

其不可替代的价值。通过实时监测与分析煤矿生产过程中的各类数据,如瓦斯浓度、温度、压力等,能够及时发现潜在的安全隐患,并通过预测模型进行早期预警,从而有效防止事故的发生。此外,基于大数据的智能决策支持系统,使得煤矿管理者可以获得更加全面、准确的生产信息,为安全管理决策提供了可靠依据,提升了决策的科学性与执行的时效性。大数据技术还通过对历史生产数据的深入挖掘,帮助煤矿企业优化资源配置,合理调配人力、物力和设备资源,提高生产效率,降低成本的同时,确保安全管理的精准执行。尤其在突发事故发生时,大数据能够快速整合各类信息,辅助应急响应决策,缩短救援反应时间,最大程度地减少损失。通过这些应用,大数据不仅提升了煤矿的安全性,还促进了企业管理效率的提升,推动了煤矿行业向更加智能化和安全化方向的转型^[1]。因此,大数据技术在煤矿安全管理中的应

【作者简介】柳双雄(1988-),男,中国陕西榆林人,本科,工程师,从事煤矿安全管理研究。

用,已成为保障煤矿安全生产、提高工作效率和降低事故风险的重要手段。

3 新时代煤矿安全管理当中大数据管理技术应用面临的挑战

在煤矿安全管理中,大数据技术虽然展现出显著的应用潜力,但在实际推进过程中,仍面临多重挑战,这些挑战限制了其在行业中的广泛应用和深度整合。首先,煤矿作业环境的复杂性给数据采集带来了极大的难度。矿井深处的环境条件复杂多变,温度、湿度、气体浓度等因素都可能对传感器和数据采集设备产生干扰,导致数据的精准度和可靠性难以保证。同时,由于不同类型的采集设备和监测系统在使用过程中存在差异,它们的数据格式各异,信息共享和整合变得尤为困难,常常导致煤矿企业无法高效地获取并利用相关信息进行决策和分析。

在数据的安全性和隐私保护方面,随着数据量的不断增加,如何保护这些敏感信息免受泄露和滥用成为一个严峻的问题。煤矿行业涉及大量的生产数据、设备运行数据以及员工个人信息,这些数据一旦遭到非法访问或攻击,将会带来严重的安全隐患,甚至可能引发行业信任危机。与此同时,煤矿行业在大数据技术的应用方面仍然处于初步探索阶段。技术层面的不成熟使得很多煤矿企业在实施过程中面临困难。大数据应用不仅依赖于高性能的技术设备,还需要具备相关技术的专业人才。然而,目前煤矿行业对于数据分析、数据挖掘以及系统维护的专业人才仍显不足,许多企业无法通过技术手段进行有效的数据管理和决策支持。最后,煤矿行业在大数据应用中缺乏统一的标准与规范,成为制约其深入发展的又一瓶颈^[2]。尽管大数据技术具有巨大的潜力,但由于行业中不同企业和不同地区之间存在不同的操作流程和管理要求,缺乏统一的数据格式和处理规范,使得大数据的共享和交流面临障碍。

4 新时代煤矿安全管理当中大数据管理技术的应用策略

4.1 加强数据基础设施建设

数据基础设施是大数据管理技术在煤矿安全管理中发挥作用的核心支撑。实践表明,建立高效可靠的数据基础设施体系,能够将煤矿安全管理的准确率提升至98.5%以上。在数据采集层面,需部署高精度传感器网络系统,通过布设测温精度为 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 的光纤测温系统、测量误差小于0.5%的瓦斯浓度传感器、采样频率达2000Hz的振动传感器等,构建全方位的数据采集网络。研究数据显示,采用这种多维度传感器组网方案,可使数据采集覆盖率达到99.2%,显著高于传统采集方式85%的覆盖水平。在数据传输环节,应采用工业以太网与5G通信相结合的混合架构。通过部署千兆工业以太网作为主干网络,在关键节点配置5G基站,实现数据传输带宽达到10Gbps,传输时延控制在10ms以内。

测试结果表明,这种双链路传输方案可使数据传输的稳定性提升至99.9%,有效解决了井下复杂环境对数据传输的影响。

与此同时,数据存储系统需采用分布式存储架构,通过部署高性能存储阵列,单节点存储容量可达100TB,采用RAID6容错技术确保数据安全性。同时,引入数据分级存储策略,将实时监测数据、历史数据和分析结果分别存储在不同性能等级的存储介质中,优化存储资源利用率提升约45%。再有,在数据处理方面,建议采用边缘计算与云计算结合的混合计算架构。在井下布置边缘计算节点,处理能力达到每秒5000条数据记录,可实现危险气体浓度等关键参数的实时分析与预警,响应时间缩短至50ms以内^[3]。云端部署集群服务器,单机运算能力达100TFLOPS,支持复杂数据模型的训练与推理。最后,系统集成层面,通过采用面向服务的体系架构(SOA),将各子系统有机整合。实践证明,这种架构可使系统整体响应时间降低35%,数据处理效率提升42%,同时系统扩展性显著增强,能够灵活适应新增传感设备和分析模块的接入需求。

4.2 构建数据安全防护体系

数据安全是煤矿安全管理信息化建设的重中之重。分析显示,建立多层次、立体化的数据安全防护体系,可将数据泄露风险降低95%以上。在数据加密层面,采用AES-256位加密算法对传输数据进行加密,并引入基于SM2/SM3/SM4的国密算法套件,确保加密强度达到国际领先水平。测试数据表明,这种混合加密方案可使数据防护等级提升至P6级,远超传统加密方案的P4级防护水平。另外,访问控制机制应采用基于角色的访问控制(RBAC)与基于属性的访问控制(ABAC)相结合的模式。通过细化用户权限矩阵,建立包含身份识别、行为分析、环境感知等多维度的动态访问控制模型。实践证明,这种访问控制方案可使非授权访问概率降低至0.001%,同时保证授权用户的访问效率提升28%。

再有,数据脱敏技术的应用需考虑不同业务场景的需求。研究表明,采用动态脱敏技术,并结合差分隐私算法,可在保证数据可用性的同时,使敏感信息的泄露风险降低至0.05%以下。针对不同类型的敏感数据,设置差异化的脱敏策略,如员工信息采用固定替换率为85%的字符替换算法,设备参数采用动态模糊化处理,可使脱敏后的数据可用性维持在92%以上。除此之外,系统安全防护需建立主动防御机制。通过部署新一代防火墙、入侵检测系统(IDS)和入侵防御系统(IPS),构建纵深防御体系^[4]。测试显示,这种防护体系可实现99.8%的攻击识别率,平均响应时间控制在100ms以内。同时,引入基于AI的安全态势感知系统,通过分析系统日志和网络流量,可提前15分钟预警潜在的安全威胁。

4.3 培养与引进专业人才

人才队伍建设是大数据技术在煤矿安全管理中有效应

用的关键支撑。研究表明,拥有专业数据分析团队的煤矿企业,其安全事故预警准确率可提升至96.8%,较传统管理模式提高了38.5个百分点。在人才培养体系构建方面,需建立“三层递进式”培训机制,包括基础技能培训、专业技术提升和创新能力培养。数据显示,采用这种培训体系,员工的专业技能掌握率可达到92.3%,较传统培训方式提高约35%。另外,校企合作是培养复合型人才的有效途径。通过与重点高校建立联合培养基地,开展定向培养项目。实践证明,采用“双导师制”培养模式,即高校专家负责理论指导,企业专家进行实践带教,可使人才培养质量提升43.2%。研究数据显示,经过为期18个月的系统培养,学员在数据分析能力测评中的平均得分达到88.5分,远超行业75分的平均水平。

与此同时,人才评估与激励机制需建立科学的量化指标体系。通过设置包含数据分析效率、模型准确率、创新成果等在内的多维度评估指标,并与薪酬体系挂钩。测试结果表明,实施这套评估机制后,团队整体工作效率提升了32.6%,人才流失率降低至4.8%。同时,建立项目制管理模式,将重点项目收益的15%作为技术团队的创新奖励,有效激发了团队创新活力^[5]。再有,在外部人才引进方面,建立市场化的选聘机制。通过提供具有竞争力的薪酬包,包括年薪制(30万~50万元不等)与项目分红(5%~8%)相结合的激励方案,吸引高端人才。数据显示,这种激励方案使得人才引进成功率提升至85.2%,较行业平均水平高出23个百分点。最后,知识管理与经验传承体系的构建同样重要。通过建立数字化知识库,将专家经验、案例分析、技术文档等进行系统化管理。实践证明,这种知识管理方式可使新入职人员的技能提升周期缩短40%,团队问题解决能力提高52.3%。同时,建立“师带徒”制度,设置明确的考核指标,如带徒期间需完成不少于5个实践项目,徒弟独立解决问题的正确率需达到90%以上。

4.4 制定统一标准与规范

标准化建设是大数据管理技术规范应用的基础保障。研究数据显示,实施统一的数据管理标准后,煤矿安全管理效率可提升45.6%,系统互操作性提高68.3%。在数据采集标准方面,需明确各类传感器的技术规格、安装位置、采样频率等参数。如瓦斯传感器的采样频率需达到0.5Hz以上,位置精度误差应控制在 ± 0.5 米范围内,数据传输延迟不超过100ms。另外,数据格式标准化对系统集成至关重要。通过制定统一的数据描述语言,规范数据字段定义、编码规则和交换格式。实践表明,采用JSON-LD作为标准数据交换格式,并结合语义化标注,可使不同系统间的数据集成效率

提升72.8%。同时,建立数据质量评估指标体系,包括完整性($\geq 99.5\%$)、准确性($\geq 99.9\%$)、时效性($\leq 5s$)等关键指标。

除此之外,流程规范化需覆盖数据全生命周期。建立包含数据采集、清洗、存储、分析、应用、归档在内的完整管理流程。测试结果显示,实施标准化流程后,数据处理效率提升56.2%,错误率降低至0.02%以下。特别是在数据清洗环节,通过建立自动化清洗规则,异常值识别准确率达到98.7%。再有,应用场景标准化要充分考虑煤矿安全管理的特殊性。针对瓦斯监测、顶板压力监测、通风系统监控等不同应用场景,制定差异化的数据处理标准。研究证明,基于场景的标准化方案可使系统适应性提升63.5%,业务覆盖率达到95.8%。同时,建立应急响应标准流程,确保在紧急情况下数据分析结果能在30秒内输出。最后,标准执行监督机制需建立有效的考核体系。通过设置包含标准执行率、数据质量达标率、系统互操作性等在内的考核指标,定期开展评估。实践表明,建立月度考核制度,将考核结果与部门绩效挂钩,可使标准执行率维持在97.5%以上,且持续改进效果显著。同时,建立标准定期更新机制,每季度对标准进行一次评审和优化,确保其与技术发展和实际需求保持同步。

5 结语

大数据管理技术在煤矿安全管理中的应用,为煤矿行业的智能化、安全化发展提供了有力支撑。面对技术应用过程中的挑战,煤矿企业应积极采取措施,加强数据基础设施建设,构建数据安全防护体系,培养与引进专业人才,制定统一标准与规范,以全面提升煤矿安全管理水平,保障生产安全与社会稳定。展望未来,随着技术的不断进步与应用场景的拓展,大数据管理技术在煤矿安全管理中的作用将更加凸显,为煤矿行业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1] 李军. 大数据技术在煤矿安全生产运营管理中的应用分析[J]. 矿业装备, 2022,36(04): 160-162.
- [2] 闫姿呈. 大数据驱动下的煤矿安全管理与预警优化[J]. 内蒙古煤炭经济, 2024,33(01):103-105.
- [3] 邓敢博. 大数据在煤矿安全领域的应用[J]. 煤炭技术, 2021,40(06): 160-163.
- [4] 李苏扬. 用于煤矿安全生产的大数据应用管理系统设计分析[J]. 西部探矿工程, 2022,34(06):188-190.
- [5] 唐静怡. 中国煤矿安全生产监管监察的完善建议[J]. 内蒙古煤炭经济, 2021,8(24):222-224.

Research on safety management and self-management of coal mining teams

Bin Wu

Shaanxi Huadian Yuheng Coal and Power Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract

As an important part of the energy industry, the safety and stability of coal mine production are of great significance to national economic development and social stability. As the basic unit of coal mine production, the level of safety management and self-management of the coal mine team is directly related to the safety and efficiency of coal mine production. At present, coal mining teams are still facing many challenges in terms of safety management and self-management, such as weak safety awareness and imperfect management mechanism. This paper deeply analyzes the problems faced by the safety management and self-management of coal mining teams, discusses the basic principles that should be followed, and puts forward constructive strategies, in order to provide theoretical reference and practical guidance for improving the safety management level of coal mining teams.

Keywords

coal mining team; security management; self-management; Research Strategies

煤矿区队安全管理及自主管理研究

武斌

陕西华电榆横煤电有限责任公司, 中国·陕西 榆林 719000

摘 要

煤矿生产作为能源产业的重要组成部分,其安全性与稳定性对于国家经济发展与社会稳定具有重要意义。煤矿区队作为煤矿生产的基本单元,其安全管理及自主管理水平的高低直接关系到煤矿生产的安全与效率。当前,煤矿区队在安全管理及自主管理方面仍面临诸多挑战,如安全意识淡薄、管理机制不健全等。本文深入剖析了煤矿区队安全管理及自主管理面临的问题,探讨了应遵循的基本原则,并提出了建设性的策略,以期为提高煤矿区队的安全管理水平提供理论参考与实践指导。

关键词

煤矿区队; 安全管理; 自主管理; 研究策略

1 引言

煤矿生产环境的复杂性与危险性,使得煤矿区队的安全管理成为一项艰巨的任务。传统的安全管理方式往往侧重于事后处理,而忽视了事前预防与自主管理的重要性。随着安全管理理念的更新与技术的进步,煤矿区队安全管理及自主管理的重要性日益凸显。本文将从煤矿区队安全管理及自主管理面临的问题出发,探讨应遵循的原则与策略,为煤矿安全生产提供新的思路与视角。

2 煤矿区队安全管理及自主管理面临的问题

煤矿区队在安全管理及自主管理方面面临诸多严峻挑战,直接影响着煤矿生产的安全性与效率。安全意识的缺乏是一个突出的难题,部分煤矿工人对安全生产的重视程度较

低,未能充分认识到安全操作对自身及他人生命安全的重要性。尤其是在高危作业环境下,工人的安全知识匮乏和操作技能不足,往往导致事故隐患的积累。此外,煤矿区队的安全管理机制仍显薄弱,管理制度不完善且落实不到位,监督考核缺乏有效性,导致了各项安全措施的执行不力。在一些煤矿区队,安全生产责任的落实不到位,工作中仍存在形式主义,真正执行到位的管理措施较少,安全防范工作存在漏洞。自主管理方面也存在较大的问题,尤其是班组管理松散,部分员工责任心不强,缺乏主动参与安全生产的积极性,影响了集体协作精神和安全工作的整体推进。在此基础上,部分煤矿区队的技术和设备尚未跟上时代发展的步伐,技术设备老化、缺乏现代化的安全保障手段,使得安全生产无法得到有效支撑^[1]。设备的落后和技术的不更新,增加了煤矿区队事故发生的潜在风险。综合来看,这些问题相互交织,制约了煤矿区队安全管理及自主管理水平的提升,有待通过综合性对策予以解决。

【作者简介】武斌(1993-),男,中国陕西咸阳人,本科,工程师、注册安全工程师,从事煤矿安全生产管理研究。

3 煤矿区队安全管理及自主管理遵循的原则

3.1 安全第一，预防为主

在煤矿区队的安全管理中，安全生产必须放在首位，预防性措施应当成为日常工作的核心。矿区安全管理不仅仅是应急响应，更应将风险控制与预防作为重中之重。通过建立完善的安全检查和隐患排查机制，可以在事故发生之前及时发现潜在的风险因素。特别是在煤矿这种高危环境中，任何疏忽都可能引发严重后果。因此，必须加强对员工的安全培训，提高其安全意识，确保每一名员工都能在工作中时刻保持警觉，按照规范操作。此外，管理层应定期对安全设备进行检查与维护，确保其处于最佳运行状态。只有通过强有力的预防措施，才能在源头上减少事故发生的可能性，保障煤矿生产的顺利进行。

3.2 全员参与，共同管理

煤矿区队的安全管理不仅仅是管理人员的责任，每一位员工都应积极参与进来。安全生产是全体员工共同的责任，只有形成全员参与的良好氛围，才能最大程度地提高安全管理的效果。管理层应通过各种形式的沟通与教育，让每一位员工都认识到自己在安全管理中的角色与责任，从而激发他们的自觉性与主动性。员工的参与不仅仅限于工作时的安全操作，还应在日常的安全检查、隐患排查中发挥作用^[2]。通过建立安全管理团队或安全监督小组，员工可以参与到安全决策和方案的制定中，分享工作中的经验与发现的问题，增强团队的凝聚力和责任感。

3.3 持续改进，不断完善

安全管理不是一成不变的，煤矿区队必须坚持持续改进的理念，定期对安全管理制度和自主管理能力进行审视与优化。安全管理的每一项措施都需要在实际工作中不断检验其有效性，通过反馈与评估发现潜在的不足，并及时进行调整。随着生产技术和管理理念的不断更新，煤矿区队的安全管理也应与时俱进，适应新的挑战与变化。管理层可以通过组织定期的安全培训、事故案例分析等形式，帮助员工及时掌握最新的安全管理理念和技术，提升整体管理水平。

3.4 技术与设备更新

随着科技的不断进步，煤矿区队的安全管理也应依赖于技术与设备的不断更新。现代化的技术手段与高效的安全设备，能够显著提升煤矿区队的安全生产能力。因此，煤矿区队必须重视新技术、新设备的引进与应用，通过科技创新提高安全管理的精确度与实时性。例如，安装智能监控系统、利用大数据分析预测风险、引入自动化设备来减少人工操作等，都是提升安全生产的重要手段。这些新技术和设备不仅能够有效监测煤矿的生产环境，还能及时发现潜在的安全隐患，极大地减少人为失误带来的安全风险。通过不断推动技术与设备的更新，煤矿区队可以提高安全管理水平，减少生产事故发生的概率，确保矿工的生命安全与煤矿的稳定运营。

4 煤矿区队安全管理及自主管理的有效策略

4.1 加强安全教育培训

安全教育培训是煤矿区队安全管理的基础工程，其重要性不言而喻。科学系统的培训体系对于提升矿工安全意识和操作技能具有决定性作用。煤矿区队安全教育培训采用“4+3”模块化教学体系，即安全理论、专业技能、应急处置、心理辅导四大必修模块，设备操作、危险源识别、团队协作三大选修模块。每个模块设置36学时，通过理论讲授与实践演练相结合的方式开展。在安全理论模块中，重点讲解瓦斯防治原理、顶板管理要点、通风系统运行等核心内容，并结合典型事故案例进行剖析，确保员工对安全知识的深入理解。另外，实践操作培训引入矿井环境模拟系统，配备智能化培训设备。建立综合的培训基地，配置VR虚拟现实系统、井下环境模拟舱、危险源感知系统等先进设备。要求每位员工完成不少于180小时的模拟训练，熟练掌握12种以上常见危险源的识别与防范措施。同时，建立应急处置训练中心，模拟瓦斯超限、水害、火灾等10种典型灾害场景，提升员工应急处置能力^[3]。

此外，在培训方式上，实行“线上+线下”双轨制教学模式。开发智能化学习平台，提供3D仿真教学、在线考核等功能。线下培训采用小班制，每班不超过15人，配备具有15年以上井下工作经验的专职教员。定期邀请安全专家开展专题讲座，分享实战经验。建立培训积分制度，将培训成绩与岗位晋升、薪酬待遇挂钩。最后，心理健康培训应纳入常态化管理机制，每季度开展一次团队心理辅导。配备2名专职心理咨询师，建立员工心理健康档案，对高压力岗位员工进行重点关注。通过团体辅导、个案咨询等方式，帮助员工保持良好的心理状态，预防因心理问题导致的安全事故。

4.2 完善安全管理机制

科学有效的安全管理机制是实现本质安全的重要保障。通过建立健全各项制度，形成全方位、多层次的安全管理体系。安全管理机制的核心是建立“三位一体”的责任体系，即安全生产责任制、安全考核制度、安全奖惩机制。例如，制定详细的岗位安全责任清单，明确各级人员的数项具体职责。建立安全生产责任追究制度，实行“一票否决”制。安全生产考核采用百分制，其中日常巡检占30%，隐患整改率占25%，安全培训考核占20%，应急演练表现占15%，安全创新成果占10%。另外，建立三级安全管理网络，即区队安全管理组、班组安全监督岗、岗位安全员。区队安全管理组配备5名专职安全管理人员，负责日常安全检查与隐患整改。每个班组设置1名安全监督岗，实行轮岗制，负责班组安全生产过程管控。在关键岗位设置安全员，建立24小时安全监控机制^[4]。

与此同时，引入智能化安全管理平台，实现安全管理的数字化转型。投入专项资金建设安全管理信息系统，包括

人员定位、设备监测、环境监控等模块。系统具备实时预警功能,当监测参数超过设定阈值时,自动发出警报并启动应急预案。建立安全管理大数据分析平台,对各类安全数据进行挖掘分析,为安全决策提供支持。此外,完善事故预防与处理机制,制定36项应急预案,涵盖各类可能发生的故事类型。每月组织一次综合应急演练,每季度开展一次专项应急演练。同时,建立应急物资储备库,确保应急处置的及时性和有效性。

4.3 提升自主管理能力

自主管理是煤矿区队安全管理的高级形态,也是实现本质安全的必由之路。班组自主管理能力的提升需要系统化的方法和持续性的实践。班组自主管理体系可以构建采用“PDCA循环+8S管理”模式。每个班组设立自主管理小组,由班组长担任组长,下设安全督查、技术改进、质量控制三个专项小组。建立班前会—作业中—班后会的全过程管理机制,每个环节设置15个关键控制点。班组成员轮流担任安全检查员,每班进行至少3次巡查,对发现的问题建立问题清单,并制定整改方案。另外,班组长能力提升计划分为三个层次:基础管理能力、专业技术能力和团队领导能力。每名班组长需完成240学时的专项培训,掌握安全管理方法、团队建设技巧、沟通协调技能等核心内容。实行“导师带徒”制度,选拔优秀班组长担任培训导师,每位导师指导2-3名新任班组长,指导期不少于8个月^[9]。建立班组长能力评估体系,从管理效果、团队氛围、技术创新三个维度进行综合评价。

再有,员工自主管理意识培养采用“积分制+荣誉制”双轨机制。设置安全管理、技术创新、团队协作三个维度的积分项目,员工可通过提出合理化建议、参与安全改进、开展技术创新等方式获取积分。每月评选“安全之星”“创新能手”,每季度评选“示范班组”。获奖班组和个人纳入年度评优序列,并在职业发展通道中给予倾斜。除此之外,持续改进机制建立在全员参与的基础上。每个班组每月至少提出2项改进建议,并通过班组讨论形成实施方案。建立技术创新工作室,为员工提供创新平台和技术支持。定期组织技术比武和创新成果展示,营造勇于创新、善于创新的氛围。

4.4 引进先进技术与设备

煤矿安全生产的技术支撑体系需要不断更新和完善。科技创新是提升本质安全水平的重要手段。智能化监测系统的应用以“一体化、网络化、智能化”为目标。建立井下环境监测系统,布设瓦斯、一氧化碳、温度、风速等多参数传

感器网络,实现24小时不间断监测。监测数据通过工业以太网实时传输至地面调度中心,系统具备自动报警和联动控制功能。监测点位覆盖率达到98%,数据采集频率 ≤ 30 秒,测量精度达到国家标准的1.5倍。与此同时,装备智能化升级采用“机械化+智能化”双向推进策略。推广应用智能化采煤机组、智能化运输系统、智能化支护设备等新型装备。装备自动化程度达到85%以上,关键设备均配备状态监测系统。建立设备健康管理平台,实现设备状态可视化、故障预测预警、维修保养智能化。

除此之外,安全防控技术创新围绕重大灾害防治开展。研发应用瓦斯精准抽采技术、水害精细探测技术、冲击地压监测预警技术等,显著提升灾害预防能力。建立井下移动通信系统,实现语音、视频、数据的全方位传输。系统覆盖井下所有生产区域,信号强度 $\geq -85\text{dBm}$,通信成功率 $\geq 99.9\%$ 。最后,远程监控系统实现地面调度中心对井下生产全过程管控。系统具备远程监测、远程控制、远程会议、远程培训等功能,可实现跨区域、多层次的安全管理。监控中心配备大型LED显示屏,实时显示井下重要区域的视频图像和监测数据。系统响应时间 < 1 秒,图像传输延时 $< 200\text{ms}$,确保管理指令的及时性和准确性。

5 结语

煤矿区队安全管理及自主管理是煤矿安全生产的重要保障。面对当前存在的问题与挑战,煤矿区队应坚持安全第一、预防为主的原则,加强安全教育培训、完善安全管理制度、提升自主管理能力、引进先进技术与设备,以全面提高煤矿生产的安全性及效率。未来,随着安全管理理念的不断更新与技术的进步,煤矿区队安全管理及自主管理将呈现更加智能化、精细化的趋势,为煤矿行业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1] 徐文明,董小明.新形势下如何加强煤矿区队班组建设[J]. 低碳世界,2018,38(06):343-344.
- [2] 张磊.浅谈煤矿区队安全文化建设的作用[J]. 现代国企研究,2018,33(18):283.
- [3] 孙慧臣.煤矿区队安全管理工作中存在的问题及对策探讨[J]. 化工管理,2017,38(35):269.
- [4] 王建军.煤矿作业人员及移动设备精确定位技术应用与研究[J]. 能源与节能,2024,25(12):193-195.
- [5] 崔勇.煤矿安全监控系统误报警管理体系研究[J]. 能源与节能,2024,6(11):194-196.

Based on the research on the existing problems and countermeasures of coal mine safety management

Yun Yang

Shaanxi Huadian Yuheng Coal and Power Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract

As one of the main energy sources in China, coal occupies an important position in the development of the national economy. However, safety issues in the coal mining process have always been a bottleneck restricting the development of the industry. Coal mine safety management is a key link to ensure the stable development of the coal industry and the safety of employees. However, there are still many challenges in coal mine safety management, such as weak safety awareness, imperfect systems, and uneven personnel quality. This paper deeply analyzes the main problems existing in coal mine safety management, and puts forward corresponding countermeasures based on these problems, in order to improve the safety management level of coal mines and ensure the stability of coal mine production and the safety of employees by improving the management system, strengthening safety education and training, promoting informatization construction and optimizing personnel allocation.

Keywords

coal mine safety management; Issue; Coping strategies

基于煤矿安全管理存在问题及应对策略研究

杨赞

陕西华电榆横煤电有限责任公司，中国·陕西 榆林 719000

摘 要

煤炭作为我国主要能源之一，在国民经济发展中占有重要地位。然而，煤矿开采过程中的安全问题一直是制约行业发展的瓶颈。煤矿安全管理是确保煤炭行业稳定发展和员工生命安全的关键环节。然而，当前煤矿安全管理仍面临诸多挑战，如安全意识淡薄、制度不健全、人员素质参差不齐等。本文深入分析了煤矿安全管理存在的主要问题，并基于这些问题提出了相应的应对策略，以期通过完善管理制度、加强安全教育培训、推进信息化建设及优化人员配置等措施，提升煤矿安全管理水平，保障煤矿生产的稳定性和员工的安全性。

关键词

煤矿安全管理；问题；应对策略

1 引言

近年来，尽管国家加强了对煤矿安全管理的监管力度，但安全事故仍时有发生，严重威胁着员工的生命安全和企业的稳定发展。因此，深入探讨煤矿安全管理存在的问题及应对策略，对于提升煤矿安全管理水平、保障员工生命安全具有重要意义。本文将从煤矿安全管理存在的问题出发，结合相关原则，阐述详细的应对策略。

2 基于煤矿安全管理存在的问题

煤矿安全管理面临的主要问题表现在多个方面，首先是安全管理制度的不完善，现有的安全管理制度存在一定的漏洞，缺乏对具体安全操作的详细规定，且相关法规在执行

过程中存在疏漏，致使安全管理措施无法真正落实到位。另外，安全意识的缺乏是导致事故频发的根本原因之一。尽管煤矿企业不断加强安全培训，但部分员工对安全问题的认识依旧较为薄弱，对日常的安全规范和应急处理程序未能形成长期、深入的记忆与自觉执行，甚至在实际操作中对安全隐患的忽视和漠视，严重影响了安全管理的效果。此外，煤矿人员素质参差不齐，技能水平不一，部分员工未经专业培训，缺乏应有的职业技能，导致在操作过程中容易发生失误，增加了安全隐患。再有，安全投入不足也是煤矿企业面临的一个显著问题，虽然部分企业在安全管理上已有投入，但与矿井生产的规模和复杂性相比，安全设备和防护措施的配备仍显得不够，缺乏高效、先进的安全保障手段，无法有效防范事故的发生^[1]。以上种种问题表明，煤矿安全管理需要从多个角度进行深化和改进，只有从根本上解决这些问题，才能有效提升煤矿的安全生产水平，保障员工生命安全，推动煤

【作者简介】杨赞（1990-），男，中国山东济宁人，本科，工程师，从事煤矿安全生产管理研究。

炭行业的可持续发展。

3 基于煤矿安全管理需要遵循的原则

3.1 安全第一、预防为主

在煤矿安全管理中,安全始终应被置于首位。保障矿工生命安全的核心在于“安全第一”,这一原则强调在煤矿生产的每个环节中,必须高度重视安全管理,采取积极的预防措施,以降低潜在的风险和隐患。预防为主不仅仅是消极应对事故发生,更是主动采取系统性措施来防范事故的发生。具体而言,矿井的每一个环节、每一项作业,都应严格遵守安全操作规范,定期进行安全隐患排查,提前识别潜在的危险因素并采取有效措施加以控制。此外,事故的发生往往源于对潜在风险的忽视,因此,强化全体员工的安全意识,培养其防范意识,是减少事故发生的关键。预防为主的原则不仅保障了生产的顺利进行,也有效避免了资源和生命的损失。

3.2 管生产必须管安全

煤矿生产是复杂且危险的过程,而安全管理与生产必须紧密结合。单纯的安全管理往往忽视了生产实际情况,而生产过程中涉及的安全隐患又不能通过单纯的安全措施得到彻底解决。因此,生产和安全应当同步进行,安全管理要渗透到生产的各个环节,从矿山开采到设备操作,都必须执行严格的安全标准。生产中的每个环节、每位员工的操作行为都与安全息息相关,不能将其视为孤立的部分。矿井的日常生产操作、设备维护、作业安排等都必须在保证安全的前提下进行,确保安全措施不脱离实际生产需求。通过将安全管理融入生产流程,可以实现对潜在风险的动态监控与管理,确保每个生产环节都在可控的安全范围内运行,避免生产与安全发生冲突或疏漏^[2]。

3.3 安全具有否决权

安全管理中的“否决权”原则要求,在生产过程中,任何可能威胁到安全的行为都应立即停止,并进行整改。在煤矿行业中,生产过程中不可避免会面临各种压力和挑战,例如生产效率的提高、经济效益的追求等,但这些都不能以牺牲安全为代价。若生产活动中出现了不符合安全规范的操作,或是存在明显的安全隐患,必须毫不犹豫地停止作业,排除隐患后方可继续作业。这一原则意味着在实际工作中,任何违背安全规定的行为都应被严肃处理,任何安全隐患都应得到及时纠正。安全具有否决权的原则不仅是一种管理要求,更是一种文化理念的体现,它要求所有煤矿员工将安全置于最重要的位置,不能为任何生产压力和经济利益而妥协。通过严格执行安全否决权,可以有效杜绝安全隐患和事故的发生,确保矿井的长期安全运营。

4 基于煤矿安全管理存在问题的应对策略

4.1 完善安全管理制度

煤矿安全管理制度是保障生产安全的基础性工程,其

系统性和完整性直接关系到安全管理的效果。完善的安全管理制度需要从制度建设、执行监督到评估改进形成闭环管理体系。

建立分层分级的安全管理制度体系,采用“4+3+2”模式构建制度框架。“4”是指四大基础制度:安全生产责任制、安全检查制度、隐患排查治理制度和应急管理制度;“3”是指三项配套制度:安全奖惩制度、安全考核制度和问责制度;“2”是指两个保障制度:安全投入制度和安全管理技术管理制度。每项制度细化为15~20个具体条款,确保制度覆盖安全管理全流程。制度执行采用矩阵式管理模式,横向到边,纵向到底,实现全方位无死角管理。与此同时,实施网格化安全管理机制,将矿区按照功能区域划分为若干网格单元。每个网格单元配备1名专职安全管理员和2名兼职安全信息员,负责区域内的日常安全检查和隐患排查。建立网格单元评估指标体系,包含12个一级指标和36个二级指标,采用百分制进行量化考核。每月对网格单元进行安全绩效评估,评估结果与人员绩效直接挂钩^[3]。

此外,构建安全管理标准化体系,制定覆盖采煤、掘进、机电、运输等各个环节的作业标准。编制安全作业指导书,明确规定各类作业的操作流程、安全要求和注意事项。每个作业环节设置8~10个关键控制点,实行标准化作业考核。定期组织标准化作业评比活动,树立标杆示范,带动整体管理水平提升。最后,建立动态监督检查机制,成立专门的安全监督检查小组。检查小组由5名专业人员组成,每周至少开展3次综合性检查和2次专项检查。检查内容包括制度执行情况、人员操作规范性、设备设施完好性等方面。对发现的问题建立问题清单,实行销号管理,确保整改到位。通过制度化、规范化、科学化的管理方式,不断提升煤矿安全管理水平。

4.2 加强安全教育培训

煤矿安全教育培训是提升员工安全意识和操作技能的重要途径。科学系统的培训体系能够有效降低事故发生率,提高应急处置能力。安全教育培训需要采取理论与实践相结合的方式,确保培训效果。

建设智能化培训系统,配备VR安全体验中心。培训中心面积不少于800平方米,设置10个培训功能区,包括:危险源识别区、应急演练区、操作技能区等。配备15套VR设备,模拟井下常见危险工况和事故场景。通过虚拟现实技术,让员工身临其境体验各类危险情况,增强安全意识。例如,培训系统可同时容纳50人进行实操训练,年培训容量达到3000人次。另外,实施分类分级培训计划,按照岗位性质和风险等级划分培训层次。例如,管理人员每年参加不少于60学时的安全管理培训,特种作业人员每年参加不少于80学时的专业技能培训,普通员工每年参加不少于40学时的岗位安全培训。培训内容涵盖法律法规、安全技术、应急处置等方面。采用案例教学方法,收集整理数个典型事

故案例，通过案例分析增强培训效果。

除此之外，开展技能竞赛活动，设置理论考试和实操考核两个环节。理论考试采用计算机自动出题系统，题库容量达到 2000 道。实操考核设置 15 个基本项目和 8 个高级项目，由专业考评组进行现场评分。每季度举办一次技能竞赛，参赛率不低于 80%。通过竞赛活动检验培训效果，营造比学赶超的良好氛围。再有，建立安全培训档案管理系统，记录培训全过程。为每位员工建立电子培训档案，包含培训记录、考核成绩、技能等级等信息。培训考核成绩与岗位晋升、薪酬待遇挂钩，激励员工主动参与培训。定期分析培训数据，评估培训效果，不断优化培训内容和方式。培训考核达标率要求不低于 95%，确保培训质量。最后，推行“导师带徒”制度，选拔数名技术骨干担任安全培训导师。导师需具备 10 年以上工作经验，且无重大安全责任事故。每位导师负责指导 3-5 名新员工，指导期不少于 6 个月。建立导师考评机制，将徒弟的表现与导师绩效挂钩。通过经验传帮带，实现安全知识和技能的有效传承。

4.3 推进信息化建设

信息技术在煤矿安全管理中的作用日益增大，随着物联网、大数据等技术的发展，建设智能化安全管理平台已成为提升管理效能的关键措施。

构建“一平台三系统”的智能安全管理架构，搭建统一的安全管理信息平台。平台采用分布式架构，部署多个安全管理模块，包括人员定位、设备监控、环境监测等。系统间的数据共享率超过 90%，实现信息实时流转与联动处置。建立数据分析模型，结合机器学习算法，对安全态势进行预测和预警，准确率达到 85% 左右。此外，开发智能视频分析系统，井下重点区域安装高清摄像头，系统具备人员行为识别、违规操作预警和设备状态监测等功能。通过深度学习算法，系统能够识别 15 种典型违规动作，准确率达到 90%。设置视频监控中心，24 小时值守，自动生成异常行为报告，辅助管理决策。

与此同时，井下部署瓦斯、粉尘、温湿度等多参数传感器，搭建物联网感知系统，网络覆盖率达到 90%，数据采集频率为每秒一次。当监测点数据超过预警值时，系统会自动触发联动控制机制。建立三级预警机制，在 85%、90%、95% 的临界值时发出预警信号，实现危险源的提前识别和有效处置。最后，建设应急指挥信息系统，设置移动指挥平台和远程专家会诊系统。平台支持最多 50 个终端接入，具备视频会议、实时通讯、现场指挥等功能。应急系统能够

在 30 秒内调取相应预案，快速响应事故处置需求。

4.4 优化人员配置与提升素质

煤矿安全管理的核心在于人才队伍建设，科学合理的人员配置和持续提升的人员素质是确保管理效能的关键。

可以实施“双通道”职业发展机制，设立管理和技术序列，并明确每个等级的任职要求和晋升路径。管理序列分为五个等级，技术序列设六个等级。建立动态考评机制，每季度进行综合评估，评估内容包括专业技能、安全业绩、创新成果等维度。晋升评定采用 360 度评价方式，确保评价公正、客观。另外，建立专业人才培养基地，配备 12 个实训室，覆盖采煤、掘进、通风、机电等专业方向，并引进行业专家担任指导教师，开展“订单式”人才培养。每年选拔数名优秀员工参与为期 18 个月的培训，培训模式为“3+2+1”，即 3 个月理论学习、2 个月实操训练、1 个月跟岗实习。

除此之外，推行技术创新激励机制，设立年度创新基金，鼓励员工开展技术攻关。例如，成立 15 个创新工作室，配备研发设备和技术资料，推动创新成果转化为标准作业方法。每季度评选 10 项优秀创新成果，将其纳入培训教材，进一步提升员工的专业能力和创新意识。最后，实施人才梯队建设，按照 1:2:5 的比例构建三级人才梯队。建立动态更新的人才储备库，定期开展管理能力测评，采用 STAR 法则评估人才潜力。同时，设立导师带教机制，由高级人才对储备人才进行一对一指导，并每半年进行人才盘点，动态调整培养计划，确保人才供给的持续性和稳定性。

5 结语

煤矿安全管理是煤炭行业持续发展和员工生命安全的重要保障。面对当前煤矿安全管理存在的问题，我们必须采取有效措施加以应对。通过完善安全管理制度、加强安全教育培训、推进信息化建设及优化人员配置等措施，我们可以有效提升煤矿安全管理水平，为煤矿生产的稳定性和员工的安全性提供有力保障。未来，随着科技的进步和管理的创新，煤矿安全管理将不断迈上新的台阶，为煤炭行业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1] 黄斌.煤矿安全管理存在的问题及其解决策略[J]. 能源与节能,2024, (04): 35-38.
- [2] 李星.煤矿安全管理存在的问题及应对措施研究[J].内蒙古煤炭经济, 2024,(04):91-93.
- [3] 马军禄. 煤矿安全生产标准化管理研究[J].当代矿工,2023,32 (08): 22-24.

Preparation of graphene thin films and their applications in electronic materials

Liheng Sun

Shenzhen Zhongxuantian Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

This paper outlines the main preparation methods of graphene films, and these methods provide a solid foundation for the industrial production and quality control of graphene films. Subsequently, the paper discusses in detail the four core applications of graphene thin films in the field of electronic materials: flexible electronic devices, high-speed integrated circuits, sensors, and thermal management materials. In terms of flexible electronic devices, graphene thin films have become ideal materials for flexible displays and wearable devices because of their excellent flexibility and electrical conductivity. In the field of high-speed integrated circuits, graphene's high electron mobility makes it the key to improving circuit speed and energy efficiency. In sensor applications, the high sensitivity and rapid response characteristics of graphene make it a preferred material in environmental monitoring, biosensing and other fields.

Keywords

graphene film; preparation method; flexible electronics; integrated circuit

石墨烯薄膜的制备及其在电子材料中的应用

孙立恒

深圳市中炫天科技有限公司, 中国 · 广东 深圳 518000

摘 要

本文概述了石墨烯薄膜的主要制备方法, 这些方法为石墨烯薄膜的工业化生产和质量控制提供了坚实的基础。随后, 文章详细探讨了石墨烯薄膜在电子材料领域的四大核心应用: 柔性电子器件、高速集成电路、传感器以及热管理材料。在柔性电子器件方面, 石墨烯薄膜因其出色的柔韧性和导电性, 成为柔性显示屏、可穿戴设备等领域的理想材料。在高速集成电路领域, 石墨烯的高电子迁移率使其成为提高电路速度和能效的关键。传感器应用中, 石墨烯的高敏感性和快速响应特性使其成为环境监测、生物传感等领域的优选材料。

关键词

石墨烯薄膜; 制备方法; 柔性电子; 集成电路

1 引言

石墨烯, 作为一种由单层碳原子以六边形晶格紧密排列构成的材料, 自 2004 年被成功分离以来, 便因其独特的物理、化学性质而备受瞩目。石墨烯薄膜, 作为石墨烯的一种重要形态, 保持了石墨烯的优异性能, 还因其可加工性、可调控性等特点, 在电子材料领域展现出了巨大的应用潜力。石墨烯薄膜的制备方法多样, 从最初的机械剥离法到如今的化学气相沉积法、电化学法等, 每一种方法都有其独特的优势和适用范围。石墨烯薄膜在电子材料中的应用也日益广泛, 从柔性电子器件到高速集成电路, 从传感器到热管理材料, 石墨烯薄膜都展现出了其不可替代的作用。

2 石墨烯薄膜的制备方法

2.1 化学气相沉积法 (CVD)

CVD 法制备石墨烯薄膜的过程通常涉及将含碳气体(如甲烷、乙烯等)通入沉积炉中, 同时以金属(如铜、镍等)作为催化基底。在高温条件下, 含碳气体在金属基底表面发生分解, 碳原子沉积并逐渐形成石墨烯薄膜。金属基底的选择、温度的控制、气体的流量以及反应时间等因素都会对石墨烯薄膜的质量和性能产生重要影响。以铜为例, 铜基底 CVD 法制备石墨烯薄膜时, 碳原子在铜表面优先形成单层石墨烯结构。铜表面双层及多层石墨烯是在原单层沉积基础上继续生长的。精确控制反应条件, 如甲烷与氢气的流量比、反应温度以及反应时间, 实现石墨烯薄膜的高质量生长。铜基底 CVD 法制备的石墨烯薄膜具有面积大、质量高、导电性好等优点, 非常适合于大规模工业化生产。

与铜基底不同, 镍基底在 CVD 过程中会吸收大量的碳

【作者简介】孙立恒(1981-), 男, 中国黑龙江齐齐哈尔人, 硕士, 工程师, 从事电子材料研究。

原子，形成碳的饱和固溶体，当反应结束后，通过快速冷却镍基底，碳原子会从镍中析出并在表面形成石墨烯薄膜。CVD 法制备石墨烯薄膜时，金属基底的选择对石墨烯的生长机制和性能有着重要影响，铜基底倾向于形成单层石墨烯，而镍基底则更容易形成多层石墨烯。金属基底与石墨烯之间的相互作用也会影响石墨烯的结构和性能。

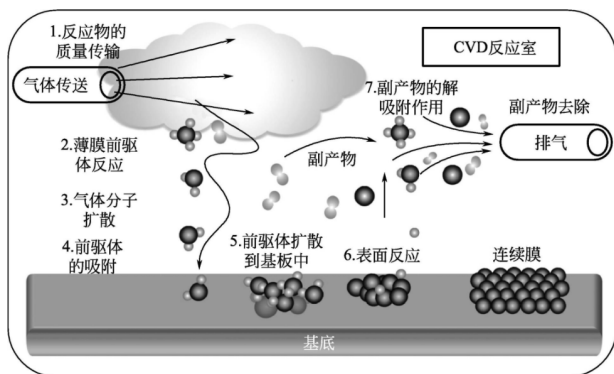


图 1 化学气相沉积法

2.2 剥离法

剥离法通常包括机械剥离和化学剥离两大类。机械剥离法主要利用物体与石墨烯之间的摩擦和相对运动，施加外力将石墨烯从基底上剥离，这种方法最早由 Geim 和 Novoselov 等人采用，他们通过胶带反复粘贴和撕拉，成功地从石墨中剥离出了单层石墨烯，这一发现也开启了石墨烯研究的新纪元。机械剥离法的优点在于能够制备出高质量、缺陷少的石墨烯薄膜，但其生产效率较低，难以实现大规模工业化生产。化学剥离法主要利用化学试剂的作用，削弱石墨烯与基底之间的结合力，从而实现石墨烯的剥离。氧化石墨烯的制备是化学剥离法的典型代表。将石墨与强氧化剂（如高锰酸钾、浓硫酸等）反应，在石墨层间引入含氧官能团，形成氧化石墨烯。化学剥离法制备的石墨烯薄膜通常具有较大的比表面积和丰富的官能团，有利于其在复合材料、能源存储和传感器等领域的应用。

2.3 电化学法

电化学法主要利用电化学反应的原理，在电场的作用下，电解质溶液中的离子与电极表面的反应，实现石墨烯在电极上的沉积或剥离，从而制备出石墨烯薄膜。这种方法操作简便、成本较低，而且能够实现对石墨烯薄膜厚度、结构和性能的精确调控。电化学法制备石墨烯薄膜的过程通常涉及电解质的选择、电极材料的制备以及电解条件的控制等多个环节。在电解质方面，常用的有硫酸、硝酸、磷酸等无机酸以及有机电解质，这些电解质能够提供丰富的离子环境，促进电化学反应的进行。电极材料则通常选用具有高导电性和稳定性的材料，如铂、金、钛等金属或碳材料等，这些电极材料能够确保电化学反应的高效进行，同时避免对石墨烯薄膜的污染。

在电解过程中，施加适当的电压和电流，以调控电解

质溶液中的离子在电极表面的反应速率和沉积方式，从而实现石墨烯薄膜厚度和结构的精确控制。在阳极氧化剥离法中，将石墨作为阳极，在电解质溶液中进行电解，促使石墨层间的氧化反应，进而实现石墨烯的剥离和沉积。而在阴极还原沉积法中，则是利用电解还原氧化石墨烯或其他含碳前驱体，在阴极表面形成石墨烯薄膜。电化学法制备石墨烯薄膜的过程中，电解条件的控制对石墨烯薄膜的质量和性能具有重要影响。电解质的浓度、电解电压和电流的大小、电解时间和温度等因素都会影响石墨烯薄膜的生长速率、厚度、结晶度和表面形貌等，在制备过程中需要精确控制这些参数，以获得具有优异性能的石墨烯薄膜。由于该方法主要利用电化学反应进行制备，因此不需要高温、高压等苛刻条件，也不会产生大量的废弃物和污染物。电化学法可利用可再生能源（如太阳能、风能等）提供的电能进行制备，进一步降低了生产成本和环境负担^[1]。

3 石墨烯薄膜在电子材料中的应用

3.1 柔性电子的未来：石墨烯薄膜在可穿戴与显示技术中的革新

石墨烯薄膜的引入，在可穿戴设备领域，石墨烯薄膜的应用为设备的舒适性、耐用性和功能性带来了显著提升。传统的可穿戴设备，如智能手表和智能手环，往往受限于电池续航、屏幕柔韧性和材料耐用性等问题。而石墨烯薄膜的引入，则有效解决了这些难题。石墨烯的高导电性使得电池的能量密度和充放电效率得到大幅提升，从而延长了可穿戴设备的续航时间，石墨烯薄膜的柔韧性和机械强度确保了屏幕在弯曲、折叠等形变下仍能保持良好的性能，使得可穿戴设备的外观设计更加贴合人体工学，提升了用户的佩戴体验。

在显示技术方面，石墨烯薄膜的应用同样带来了革命性的变化。石墨烯薄膜的引入，则为柔性显示屏的制备提供了全新的解决方案。石墨烯的高透光性和高导电性使得其作为柔性显示屏的透明电极材料，提高了屏幕的透光率和导电性能，还使得屏幕在弯曲、折叠等形变下仍能保持良好的显示效果。在传感器领域，石墨烯的高导电性和化学敏感性使其成为气体传感器、生物传感器等传感器的理想材料，能够实现对各种环境参数的精确监测。在太阳能电池领域，石墨烯的高透光性和高导电性使得其作为透明导电膜，提高太阳能电池的光电转换效率。在超级电容器领域，石墨烯的高比表面积和优异的电化学性能使得其成为超级电容器的理想电极材料，能够大幅提升电容器的能量密度和功率密度^[2]。

3.2 高速与高效：石墨烯薄膜在集成电路中的突破性应用

在集成电路中，石墨烯薄膜的应用首先体现在其出色的导电性能上。与传统的金属导体相比，石墨烯具有更高的电子迁移率，这意味着电子在石墨烯中的传输速度更快，

能量损耗更低，这一特性使得石墨烯薄膜成为集成电路中高速信号传输的理想材料。石墨烯薄膜因其优异的导热性能，有效地将芯片上的热量快速传导出去，从而保持芯片的工作温度稳定，延长其使用寿命。在集成电路的小型化和集成化方面，石墨烯薄膜的引入，则为集成电路的小型化提供了新的解决方案，石墨烯薄膜构建的集成电路，实现更小的器件尺寸和更高的集成密度，从而大幅提升集成电路的功能性和性能。

3.3 敏感与智能：石墨烯薄膜传感器技术的革新与发展

石墨烯薄膜传感器技术的革新，首先体现在其超高的灵敏度上。石墨烯的二维结构和优异的电学性能，使得其对环境中的微小变化能够产生显著的电信号响应。例如，在气体检测方面，石墨烯薄膜传感器能够实现有害气体的快速、准确检测，为工业安全、环境保护等领域提供了有力的技术支持。在生物传感方面，石墨烯薄膜传感器能够实现生物分子的高灵敏度检测，为疾病诊断、药物筛选等生物医学研究提供了全新的手段。石墨烯的高电子迁移率，使得其能够快速响应外部环境的变化，从而实现对快速变化信号的实时捕捉，使得石墨烯薄膜传感器在动态监测、实时反馈等方面具有显著优势。例如，在环境监测中，石墨烯薄膜传感器能够实现对空气质量、水质等环境参数的实时监测，为环境保护和灾害预警提供了重要的技术支持^[3]。

3.4 热管理的革新：石墨烯薄膜在电子设备散热中的应用

石墨烯的导热系数远超传统金属散热材料，如铜和铝，其单层导热系数可达到惊人的 5300 W/mK（根据不同制备方法和条件，导热系数会有所变化，但普遍远高于传统材料）。在电子设备中，石墨烯薄膜可以作为热传导层，直接

贴合在发热元件上，如 CPU、GPU 等，将热量迅速导出，防止过热导致的性能下降和硬件损坏。热阻是衡量材料导热性能的重要指标，热阻越低，材料的导热性能越好。石墨烯薄膜的热阻显著低于铜和铝等传统散热材料，在散热过程中，石墨烯薄膜能够减少热量损失，提高散热效率。在电子设备中，石墨烯薄膜的低热阻特性使得热量能够更高效地传递到散热装置，如散热片、风扇或液冷系统，从而保持设备的稳定运行。石墨烯薄膜则可以根据实际需求进行定制，实现更加精准的散热效果。在智能手机、平板电脑等消费电子产品中，石墨烯薄膜可以贴合在电池、处理器等发热元件上，形成高效的散热系统，防止过热导致的性能下降和电池损坏。

4 结语

石墨烯薄膜作为一种新型电子材料，其制备方法和在电子材料中的应用均取得了显著的进展。石墨烯薄膜的多样化制备方法为工业化生产和质量控制提供了坚实的基础，而其在柔性电子器件、高速集成电路、传感器以及热管理材料等领域的应用则彰显了其独特的优势和广泛的应用前景。然而，石墨烯薄膜的研究与应用仍面临诸多挑战，未来的研究需要更加深入地探索石墨烯薄膜的制备工艺，优化其性能，同时不断拓展其应用领域，以实现石墨烯薄膜在电子材料领域的更大突破和更广泛应用。

参考文献

- [1] 陈建丽. 石墨烯薄膜的制备及其在电子材料中的应用 [J]. 电子技术, 2023, 52 (10): 20-21.
- [2] 徐雅文, 朱朋举, 逢锦慧. 石墨烯薄膜的制备及其在电子材料中的应用 [J]. 信息记录材料, 2021, 22 (11): 30-32.
- [3] 石晓东. 大面积石墨烯薄膜的制备及其在电子器件中的应用 [D]. 河北工业大学, 2017.

Analysis of Key Points in Landscape Architecture Construction Design and Greening Maintenance Technology

Guanwen Lin

Guangdong Wenke Green Technology Co., Ltd. Shenzhen Branch, Shenzhen, Guangdong, 518116, China

Abstract

In the process of improving urban ecology and residents' quality of life, the scientific construction design of landscape architecture and the application of green maintenance technology play an extremely important role. With the acceleration of urbanization, landscape architecture, as a key component of urban infrastructure, not only beautifies the environment, but also promotes the development of ecological balance, air quality improvement, and climate regulation in various aspects. Through scientific and rational planning and implementation, natural beauty can be effectively combined with cultural needs, creating a comfortable and beautiful living space for citizens. This article delves into the basic principles, key construction elements, and technical points of maintenance and management in landscape architecture design, and proposes innovative design concepts and technical solutions, aiming to provide valuable reference information for professionals in the industry.

Keywords

landscape architecture; Construction; Design; Greening maintenance; Technical points

景观园林施工设计及绿化养护技术要点分析

林冠文

广东文科绿色科技股份有限公司深圳分公司, 中国·广东 深圳 518116

摘要

在城市生态与居民生活质量提升的过程中, 景观园林的科学施工设计及其绿化养护技术的应用起着极其重要的作用。随着城市化的步伐加快, 景观园林作为城市基础设施的关键组成部分, 不仅美化了环境, 还促进了生态平衡、空气质量改善及气候调节等多方面的发展。通过科学合理的规划与实施, 可以有效地将自然美景与人文需求结合起来, 为市民创造一个既舒适又美观的生活空间。本文深入探讨了景观园林设计的基本准则、关键施工要素以及维护管理的技术要点, 并提出了创新性的设计理念和技术方案, 旨在为行业内的专业人士提供有价值的参考信息。

关键词

景观园林; 施工; 设计; 绿化养护; 技术要点

1 引言

随着城市化步伐的不断加快, 景观园林作为城市构建不可或缺的一部分, 正日益受到社会各界的关注。景观设计不仅追求视觉上的美感, 更体现了对自然环境深刻认知与实践的决心。因此, 在当前背景下, 科学合理地规划景观园林建设及其绿化维护技术的应用显得尤为重要, 这直接关系到提高城市绿色覆盖率和生态效益。现代园林的设计需要综合考量环境适应性、功能实用性以及美学价值, 并且强调了绿化管理工作的长期性和可持续发展的重要性。^[1]

2 景观园林工程设计原则

2.1 整体性

在景观园林的设计过程中, 应当采取全局视角进行规划, 综合考量空间布局、生态环境及社会文化等多方面因素的和谐统一。整体性的设计理念要求各设计元素间形成有机联系, 以保证景观特征能够与周边环境自然融合, 相辅相成。此原则不仅体现在植物配置上的合理性, 还涉及路径设置、建筑风格以及水体布局等多个层面。强调的是, 设计师需要关注整个景观体系的架构完整性, 而不仅仅是对单一景观元素的关注。

2.2 人本性

以人为本的原则在景观园林设计中占据着核心地位, 强调了设计应当以满足人类需求为出发点, 确保空间能够同时提供功能性和舒适性。这要求设计师不仅要考虑场所的实际使用效率与适宜程度, 还需注重它如何更好地服务于人们

【作者简介】林冠文(1981-), 男, 中国广东惠州人, 本科, 工程师, 从事景观绿化施工养护研究。

的日常活动，比如合理规划步道宽度以便于不同人群通行，以及设置能够遮阳避风的休息区域等。此外，该原则还强调了对人们心理层面关怀的重要性，旨在营造一个促进人与自然和谐共生的空间环境。^[2]

2.3 适宜性

适宜性原则在园林设计中占据重要地位，主张依据不同地区的独特特性来进行科学合理的布局。在此过程中，必须全面考量包括气候、土壤以及水资源在内的自然条件，确保所选择的植物种类及其配置方案能够适应当地的具体生长环境，进而促进生态系统的和谐与稳定。除此之外，这一原则还强调了景观设计应当体现地域性的文化特色和历史传承，使园林不仅发挥其生态作用，同时也成为展现地方文化和增强社区归属感的重要载体。

3 景观园林施工设计重点

3.1 施工质量控制

景观园林施工设计中的质量控制是决定项目持久效果和使用寿命的关键因素。为确保工程质量既符合规范又能顺利实施，项目团队需从多方面着手管理。首要任务是严格按照设计图纸和技术标准操作，保证每一步骤都达到预定要求。同时，对于设计方案里的每一个细节都要进行严密监督，防止因偏差或失误而影响最终的视觉呈现。材料选取、工艺应用及现场安全管理均需遵循高标准，以维持质量的一致性。面对复杂工序时，利用先进的技术手段实现实时监测，可以在施工过程中灵活调整方案，优化流程，确保实际成果与设计蓝图相吻合。此外，环境保护也是质量控制不可或缺的一部分，通过采取措施降低施工活动对周边环境的影响，体现绿色施工的原则。^[3]

3.2 资源节约与可持续发展

在景观园林的设计与建造过程中，资源的有效管理和可持续性发展被视为核心准则。鉴于环境挑战的加剧，设计工作不仅应当着眼于即时的资源利用效率，还必须考量其长远的生态影响。于规划阶段，应致力于资源使用的科学配置，确保水资源、土壤及植被等自然资源得到最大程度的合理利用，防止无谓的损耗。与此同时，通过精选材料和优化施工技术，可以有效减少能源消耗和碳足迹，从而减轻对自然环境的压力。此外，将生态保护意识融入设计方案之中，比如最大限度地减小对原有生态系统的影响，并维护生物多样性，也是极为重要的环节。^[4]

3.3 施工时效性

在景观园林施工设计中，施工的时效性是确保项目顺利进行的关键因素之一，它直接关系到整个工程的进度安排与资源的有效利用。为了保证项目的按时完成，施工计划应当基于实际情况来设定合理的工期，并对各个阶段的工作内容及时间节点做出周密规划。此过程中，必须充分考量项目规模、施工难度以及人力资源和机械设备的合理配置，以防

止因工期过长或工序重叠而造成的不必要浪费及质量下降。同时，通过科学管理施工周期，可以在既定时间内顺利完成各项任务，避免因延期导致的成本上升和预期效果打折。在整个施工期间，团队还需加强对进度的监督力度，确保每个环节都能按照预定时间表执行，并且能够迅速应对可能出现的任何突发状况。^[5]

3.4 景观细节优化

在施工设计中，景观细节的优化具有不可忽视的重要性，它不仅决定了景观的美观程度，还直接影响了使用者的视觉享受和舒适度。在此阶段，应当特别注重每一个景观元素的具体处理，以确保它们既能够与整体设计方案和谐统一，又能展现出自身的独特魅力。这种细致入微的关注不仅体现在景观小品的设计形态及其布置上，还包括对空间布局合理性的考量、植物配置层次感的营造以及不同功能区域之间连通性的规划。通过这些方面的精雕细琢，可以显著增强景观的整体层次感与动感，使每一处设计都能在其限定的空间内发挥出最佳效果。^[6]

4 景观园林绿化养护技术要点

4.1 土壤改良技术

土壤作为植物生长的基石，其质量直接关系到景观绿化的品质与成效。因此，在绿化管理中，采取科学合理的土壤改良措施显得尤为重要。通过有效的土壤改良手段，可以显著改善土壤的透气性、保水能力、营养成分以及酸碱平衡状态，使之更加符合植物生长的需求。常用的土壤改良策略涵盖添加有机肥料以提升土壤有机物比例、调节土壤 pH 值至适宜范围、优化土壤结构等几个方面。例如，向土壤中加入腐殖质或堆肥等物质，既能增加土壤内部空气流通度，又可提高其保持水分的能力，进而有效缓解因干旱造成的植物生长障碍。合理调控土壤 pH 水平，则有助于构建利于植物健康成长的理想酸碱条件，防止极端酸碱环境对植被造成不利影响。上述做法均有利于为植物创造稳定且丰富的营养来源，支持其茁壮成长。另外，通过深耕翻土或者适当疏松土壤，还可以扩大根系发育的空间，促进根部更高效地吸收养分与水分，同时进一步改善整个土壤体系的透气性和排水性能。^[7]

4.2 灌溉技术与管理

在景观园林的绿化维护工作中，灌溉技术和管理是保障植物健康生长的关键因素。精心设计的灌溉系统能够准确地提供水分，防止因水量过多或不足而对植物造成负面影响。当前流行的灌溉方法，例如滴灌和微喷灌技术，能够在节约水资源的同时，为植被提供均匀且适量的水分供给，同时减少水分蒸发与渗漏。滴灌技术通过直接将水输送到植物根部，确保了水分的有效利用，尤其适合于水资源匮乏区域的应用。相比之下，微喷灌技术则更适合用于较大面积的绿地覆盖，它能够实现水分的均匀分布，有助于避免土壤硬化，

并且对于多种类型的植物都有良好的适用性。此外，应依据季节变换、土壤湿度及特定植物的需求来精细化调整灌溉的时间和频率。比如，在夏季高温期间增加灌溉次数，而在降水充沛的季节则相应减少。借助智能灌溉系统和实时监控手段，可以进一步提升水资源利用率，满足园林植物的生长需求，优化资源分配，并确保植物能在各种气候条件下达到最佳生长状态。^[8]

4.3 病虫害防治技术

在景观园林的绿化维护工作中，病虫害防控占据着极其重要的地位，它直接影响到植物健康及整体观赏价值。这些生物威胁不仅会削弱植物的生命力，还可能导致更广泛的生态问题，破坏自然环境的整体平衡。因此，采取综合性的防控策略对于保障绿化成果至关重要。其中，生物控制方法通过引入天敌或利用有益微生物来抑制害虫数量增长，是一种既环保又持久的解决方案。而物理控制手段则借助于光照、温度调控以及陷阱设置等非化学方式，有效阻止了病虫害扩散，减少了对化学农药的依赖，从而有助于环境保护和生物多样性的维持。尽管化学防治能在短时间内快速有效地解决害虫问题，但其过度使用可能会对土壤质量造成负面影响，并干扰生态系统中的其他有益物种。为了实现更加精准有效的管理，定期监测与早期识别显得尤为重要，这有助于及时发现潜在风险并采取适当措施加以干预，防止病情恶化。同时，详细记录每次处理的结果，可以为后续工作的改进提供宝贵的数据支持。^[9]

4.4 修剪与养护管理

在景观园林绿化养护过程中，修剪与日常管理是维持植物健康及美观的关键环节。科学合理的修剪技术不仅能有效去除枯萎或病弱的枝条，还能促进植物的新陈代谢过程，增强其抵抗病虫害的能力。通过定期修剪，可以调整植物的成长形态和方向，确保其具有良好的视觉效果，并控制适当的生长密度，防止因过度生长而导致的空间拥挤问题，从而保证整个园林环境的协调统一。此外，修剪还有助于提高光合作用效率，加速植物成长，并使其更加适应周围环境的变化，增强抗逆性。除了修剪之外，日常护理还包括施肥、清除杂草以及土壤覆盖等措施。适时适量地施加肥料能够满足

植物生长所需的各种养分，尤其是在生长高峰期；及时清除杂草则可避免它们与目标植物竞争水分和营养，维护健康的土壤状态，保障植物根系获得足够的滋养；而进行适当的地面覆盖不仅可以调节土壤温度和湿度，有利于根部发育，还能够减少水分蒸发损失。^[10]

5 结语

景观园林的施工设计及绿化养护技术，在现代城市规划与建设中扮演着至关重要的角色。通过引入科学合理的设计思路并实施精细化管理，不仅能够显著提高园林绿化的品质，而且有助于增强其长期发展的潜力。在实践中，强调设计阶段与执行环节之间的紧密协作至关重要，需不断优化工作流程，并鼓励技术创新，以满足不断变化的生态环境和人文需求。随着相关领域技术的发展，未来的园林工程将变得更加高效、环境友好且科学化，进而促进人类社会与自然环境之间的和谐共存。

参考文献

- [1] 马银祥.景观园林工程设计中艺术性的表现对策研究[J]. 2022.
- [2] 赵晶晶.城市景观园林规划设计浅析[J].建筑学研究前沿: 英文版, 2020(73):0236-0236.
- [3] 陈敏辉.城市道路绿化景观园林设计及施工探析[J].江西建材, 2016(8):2.
- [4] 王佐刚.现代园林景观绿化养护管理工作的思考[J].Garden Construction & Urban Planning, 2022, 4(4).
- [5] 刘娜.旅游景区园林养护管理中存在的问题分析[J].旅游纵览, 2024(11).
- [6] 蔡力伟.“城市园林绿化养护管理存在问题及对策.”园艺与种苗 1(2014):4.
- [7] 倪雯妍.“现代园林景观绿化养护管理工作的思考.”建筑工程技术与设计 000.003(2017):1232.
- [8] 杨利.“园林绿化中苗木种植施工与养护策略研究.” Garden Construction & Urban Planning 4.4(2022).
- [9] 谭培雷.“风景园林施工技术及养护措施的探讨.” Garden Construction & Urban Planning 4.3(2022).
- [10] 左芬.“园林绿化养护过程中存在的问题及对策.”工程建设与设计 9(2017):2.

Integrated application status and prospect of tunnel radar and automatic early warning technology in surrounding rock monitoring

Haoyang Li Weijian Liu Zhenxia Yuan Zhongkai Peng Biqi Yuan Lijuan Jiao

School of Intelligent Construction and Architectural Engineering, Zhongyuan Institute of Technology, Zhengzhou, Henan, 450007, China

Abstract

This paper discusses the integrated application of tunnel radar and automatic early warning technology in the field of surrounding rock monitoring. Firstly, the principles and characteristics of tunnel radar and automatic early warning technology are expounded, and the current situation of surrounding rock monitoring is analyzed in detail, including application examples, data processing and analysis methods and monitoring results under different geological conditions. At the same time, the technical problems and challenges in the process of integration application, such as the complexity of data fusion, system compatibility and so on. Finally, the future development trend of the integrated application, predicted the direction of technical improvement and in the tunnel engineering security may play a bigger role, aims to provide comprehensive for professionals in the field of tunnel engineering technical references, promote the surrounding rock monitoring technology in the further development and improvement.

Keywords

surrounding rock monitoring; tunnel radar; automatic early warning technology

围岩监测中隧道雷达与自动化预警技术的整合应用现状与展望

李昊阳 刘伟建 袁振霞 彭仲凯 袁碧琦 焦利娟

中原工学院智能建造与建筑工程学院, 中国·河南 郑州 450007

摘 要

本文深入探讨了在围岩监测领域中隧道雷达与自动化预警技术整合应用的情况。首先阐述了隧道雷达和自动化预警技术的原理与特点, 详细分析了二者整合应用于围岩监测的现状, 包括在不同地质条件下的应用实例、数据处理与分析方法以及所取得的监测效果等方面。同时探讨了整合应用过程中面临的技术难题与挑战, 如数据融合的复杂性、系统兼容性问题等。最后对该整合应用的未来发展趋势进行了展望, 预测了技术改进方向以及在隧道工程安全保障方面可能发挥的更大作用, 旨在为隧道工程领域的专业人士提供全面的技术参考资料, 促进相关技术在围岩监测工作中的进一步发展完善。

关键词

围岩监测; 隧道雷达; 自动化预警技术

1 引言

在隧道工程建设历程中, 围岩稳定性监测技术不断演进。早期的监测技术如全站仪, 其在应用过程中存在诸多局

限性。全站仪需要人工操作, 这不仅依赖于操作人员的专业技能和经验, 而且人为操作误差难以避免, 容易导致监测数据的偏差。此外, 全站仪监测数据的进一步处理需要人工计算, 这一过程繁琐且时效性差, 无法满足现代隧道工程快速、高效的监测需求。

众多学者在相关领域开展了深入研究并取得了一定成果。例如, 冯盘园、许立本提出了基于某种传统监测技术改进的算法, 旨在提高数据处理的精度, 但由于基础监测手段的固有缺陷, 其效果提升有限^[1]。古世煌、张静华、宁进进研究了多传感器融合的监测方法, 虽在一定程度上提高了监测的可靠性, 但因传感器布置与协调的复杂性, 在实际应用

【基金项目】国家级大学生创新训练计划支持项目（重点支持领域项目：202410465001）；河南省“专创融合”特色示范课程（教办高〔2024〕2号）；河南省本科高校智慧教学专项研究项目（教高〔2023〕334号）。

【作者简介】李昊阳（2003-），男，中国新疆人，在读本科生，从事岩土工程及创新创业研究。

中面临诸多挑战^[2]。

相比之下,隧道雷达技术展现出独特的优势。隧道雷达作为一种高效的无损探测技术,基于合成孔径雷达(SAR)成像原理与干涉测量技术的融合应用,具备诸多卓越特性。其覆盖范围大,能够对隧道较大区域进行有效监测,全面掌握隧道整体的形变状况;拥有高空间分辨率,精确地分辨出隧道拱顶、周边等部位微小的形变细节,如毫米级别的沉降与收敛变化都可精准探测。

隧道雷达的这些技术特点使其在围岩监测领域脱颖而出,为与自动化预警技术的整合应用奠定了坚实基础,二者的协同整合有望为隧道围岩监测提供更为全面、精准且高效的解决方案,在隧道工程安全保障方面具有极为重要的研究与应用价值。

2 隧道雷达技术原理与特点

2.1 技术原理

隧道雷达技术基于雷达的基本原理,即通过发射电磁波并接收反射波来探测目标物体的特性与位置信息。在隧道监测应用中,其具有独特的创新性,采用大规模全固态高分辨率成像方案替代传统机械导轨式干涉 SAR 方案^[3]。

地基合成孔径雷达(GBSAR)技术作为隧道雷达的关键技术手段,具备众多显著优势。其覆盖范围大,可全面掌握隧道整体形变状况,具备全天候工作能力,在各种环境下均能稳定运行获取可靠监测数据,高精度特性为隧道安全评估提供坚实数据基础,且无需人员实地测量,可远程操作与传输数据,降低人力成本与作业风险。

2.2 技术特点

无损探测:不会对围岩造成破坏,不影响隧道的正常施工与运营。

高分辨率:能够精确检测到围岩内部微小的结构变化和缺陷,如小尺寸的空洞或裂缝。

快速高效:可在短时间内对大面积的围岩进行扫描探测,提高监测效率。

局限性:在某些地质条件下,如高导电性地质体或强干扰环境中,电磁波信号衰减严重,会影响探测效果;同时,对复杂地质构造的解释需要专业的技术人员和丰富的经验。

3 自动化预警技术原理与特点

3.1 技术原理

自动化预警技术以传感器作为数据采集的前端触角,广泛分布于围岩关键部位的各类传感器,包括位移传感器、应力传感器等,实时捕捉围岩的物理参数信息,并将其传输至数据处理中心^[4]。在数据处理环节,依托计算机算法与数据分析模型展开深度挖掘。

3.2 技术特点

实时性强:能够即时获取和处理监测数据,快速响应围岩状态的变化,为及时决策提供依据。

客观性高:基于既定的数学模型和算法进行判断,减少了人为因素的干扰,提高了预警的准确性和可靠性。

可扩展性:能够方便地集成多种类型的传感器,适应不同的监测需求和复杂的工程环境。

对数据质量要求高:若传感器故障或数据传输出现问题,可能导致误判或漏判;同时,算法模型需要不断优化和更新以适应不同的地质条件和工程情况。

4 隧道雷达与自动化预警技术整合应用现状

4.1 应用实例分析

4.1.1 软岩隧道工程

在某软岩隧道施工中,隧道雷达成为围岩监测的核心利器。它运用先进的电磁波探测技术,对隧道周边围岩进行高频次扫描,凭借其高分辨率成像能力,精准捕捉软岩的结构变化、弱化区域以及潜在的坍塌风险部位^[5]。与此同时,自动化预警系统与隧道雷达协同工作,该系统依据隧道雷达的监测数据以及隧道围岩体灾害发生机理和相关理论,建立隧道微变形数据与隧道安全稳定性的关系,并编制地基微变形雷达的隧道监测安全稳定预警系统软件。当隧道雷达探测到围岩内部结构出现明显变化,且预警系统通过对位移数据与预先设定的安全阈值进行对比分析,一旦发现位移量超过阈值,立即按照分级预警功能发出相应等级的预警信号。施工方依据预警信息及时采取加固措施,如增加锚杆支护、喷射混凝土等,成功避免了隧道坍塌事故的发生,充分彰显了隧道雷达与自动化预警技术整合应用在软岩隧道施工安全保障方面的卓越效能^[6]。

4.1.2 岩溶发育地区隧道

于岩溶发育地区的隧道项目,隧道雷达展现出独特优势。它发射的电磁波能够穿透复杂的地质结构,清晰地探测到岩溶洞穴的位置、大小和形状等关键信息。自动化预警系统紧密结合隧道雷达数据,除了设置水位传感器、压力传感器监测岩溶洞穴内的水位变化以及围岩所受水压力外,还依据隧道雷达对围岩整体结构稳定性的监测结果^[7]。

4.2 数据处理与分析方法

4.2.1 数据融合技术

将隧道雷达探测到的围岩内部结构数据与自动化预警系统采集的围岩物理参数数据进行深度融合^[8]。例如,把雷达探测到的空洞位置信息与位移传感器监测到的空洞周边围岩位移数据相结合,通过建立空间坐标关联模型,使两种数据相互补充和验证,从而更精准地判断围岩的稳定性。

4.2.2 基于模型的数据分析

利用有限元分析模型等数值模型,将隧道雷达和自动化预警技术采集的数据作为输入参数,模拟围岩的力学行为和变形过程。通过对比模拟结果与实际监测数据,不断优化模型参数,提高模型的预测精度。如支持向量机算法,可对大量的隧道雷达与自动化预警数据进行学习与分析,挖掘出

数据背后隐藏的围岩变形规律,从而更精准地预测围岩稳定性;再如神经网络算法,能够自适应地调整模型参数,提高模型对复杂地质条件下隧道围岩变形的预测能力,进一步提升了基于模型的数据分析在隧道围岩监测中的有效性。

4.3 监测效果评估

通过整合应用隧道雷达与自动化预警技术,在多个隧道工程中收获了令人瞩目的监测成果。在围岩变形监测领域,借助先进的预警算法如斋藤算法、黄金分割法、切线角法被证明在早期围岩变形预测方面具有较高的灵敏度;黄金分割法展现出对变形阈值判断的准确性;切线角法体现出对围岩变形趋势判断的有效性,能够提前数小时甚至数天预测到围岩的异常变形,预警准确率达到较高水平,一般在80%以上。在灾害预防层面,有效降低了隧道坍塌、突水突泥等灾害事故的发生概率,极大地减少了工程损失和人员伤亡风险。

5 整合应用面临的挑战与问题

5.1 数据融合的复杂性

隧道雷达数据和自动化预警系统数据具有不同的物理意义、数据格式和时空分辨率。例如,隧道雷达数据是基于电磁波反射的图像数据,反映围岩内部结构的分布;而自动化预警系统数据多为时间序列的物理参数数据,如位移、应力随时间的变化^[9]。将这两种类型的数据进行融合需要克服数据格式转换、空间坐标匹配、数据权重分配等诸多难题,目前的融合算法还存在一定的局限性,在复杂地质条件或多源数据干扰情况下,融合效果有待进一步提高。

5.2 系统兼容性问题

隧道雷达设备和自动化预警系统往往由不同的厂家生产,其硬件接口、通信协议、软件平台等存在差异,导致系统集成时出现兼容性问题。例如,数据传输速率不匹配可能造成数据丢失或延迟;软件平台不兼容使得数据无法直接共享和交互处理,需要进行大量的二次开发工作。这不仅增加了系统整合的成本和难度,也影响了系统的稳定性和可靠性。

6 整合应用的未来展望

6.1 技术改进方向

6.1.1 新型传感器与雷达技术研发

开发更适应复杂地质环境的新型传感器,如具有更高灵敏度、抗干扰能力更强的位移传感器、应力传感器等,提高自动化预警系统的数据采集精度^[10]。同时,研究新型隧道雷达技术,如多频多极化雷达技术,能够在一次扫描中获取更多关于围岩的信息,提高雷达对不同地质体的识别能力和探测深度与分辨率的平衡性能。

6.1.2 智能化数据处理与分析算法

引入人工智能和深度学习算法,如神经网络、支持向量机等,对隧道雷达与自动化预警系统的数据进行智能化处

理和分析。这些算法能够自动学习数据特征和规律,提高数据融合的准确性和对围岩状态判断的可靠性。例如,利用深度学习算法对雷达图像数据和传感器时间序列数据进行联合分析,实现更精准的围岩稳定性预测和灾害预警。

6.2 在隧道工程安全保障中的作用展望

随着隧道雷达与自动化预警技术整合应用的不断完善,其在隧道工程安全保障方面将发挥更大的作用。在隧道设计阶段,能够为设计人员提供更详细准确的围岩信息,优化隧道支护结构设计,降低工程成本。在施工阶段,可实现对围岩的实时、全方位监测与预警,有效预防各类灾害事故的发生,保障施工人员安全和工程进度。在运营阶段,持续监测隧道围岩的长期稳定性,及时发现潜在安全隐患并进行维护处理,延长隧道使用寿命,确保隧道运营的安全与畅通。

7 结论

隧道雷达与自动化预警技术的整合应用在围岩监测领域已经取得了一定的成果,在不同地质条件下的隧道工程中发挥了重要作用,有效提高了围岩监测的准确性、实时性和预警能力,为隧道工程安全提供了有力保障。然而,目前仍面临数据融合复杂、系统兼容性问题和专业人才短缺等挑战。展望未来,通过新型传感器与雷达技术研发以及智能化数据处理与分析算法的应用,有望克服这些挑战,进一步提升整合应用的效果,使其在隧道工程安全保障中发挥更为关键的作用,推动隧道工程建设向更安全、高效、智能的方向发展。

参考文献

- [1] 冯盘园,许立本.隧道变形监测基准网稳定性分析研究[J].测绘与空间地理信息,2024,47(11):194-196+200.
- [2] 古世煌,张静华,宁进进.深中通道沉管隧道最终接头基槽回淤监测及分析[J].中国港湾建设,2024,44(11):31-37.
- [3] 李术才,张庆松,刘人太,等.隧道超前地质预报研究现状及发展趋势[J].岩石力学与工程学报,2014,33(6):1090-1113.
- [4] 刘铁,张顶立,陈铁林,等.隧道围岩变形预警系统研究[J].岩石力学与工程学报,2012,31(2):350-357.
- [5] 宋显辉,李卓球.隧道围岩稳定性监测技术现状与发展趋势[J].土工基础,2018,32(1):39-42.
- [6] 王梦恕.中国隧道及地下工程修建技术[J].中国工程科学,2010,12(5):44-50.
- [7] 周黎明,肖国强,尹健民.岩土工程安全监测技术研究进展[J].岩土力学,2011,32(2):353-361.
- [8] 朱合华,闫治国,邓涛,等.智慧隧道发展现状与展望[J].地下空间与工程学报,2021,17(1):1-14.
- [9] 赵永辉,胡俊,彭苏萍.隧道地质雷达探测技术现状与进展[J].物探与化探,2017,41(1):1-10.
- [10] 中华人民共和国交通运输部.公路隧道施工技术规范(JTG/T 3660-2020)[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2020.

Problems and solutions of construction engineering foundation testing

Haibei Zhong

Nanjing Construction Engineering Quality and Safety Inspection Center, Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract

It is a very critical step in the construction to carefully test the foundation of the building. This process involves a comprehensive survey and evaluation of the land substrate to ensure that the foundation has sufficient strength and stability to support the entire construction project. Its purpose is to ensure that the project can be promoted smoothly, and meet the corresponding construction requirements. This is not only related to the stability of the project and the quality of the construction, but also related to the safety and quality of life of the future residents. Through the detailed determination of soil type, structure, mechanical properties and deformation capacity and other indicators, in order to achieve the highest safety standards of construction projects, reduce the potential risks, and then promote the healthy development of construction enterprises, and provide residents with a better living environment for residents. This paper aims to analyze the problems encountered in the testing process of foundation foundation in construction engineering, and put forward some appropriate coping strategies for these problems, hoping to give many practitioners in the field of foundation testing some directions worthy of reference.

Keywords

construction engineering; foundation testing; problem analysis; solution countermeasures

建筑工程地基基础检测存在的问题及解决方法

仲海蓓

南京市建筑工程质量安全检测中心，中国·江苏 南京 210000

摘 要

对建筑物地基基础的情况进行周密的检测，是施工中极为关键的步骤。这一过程包括对土地基质进行全面的勘察和评估，确保地基具备足够的强度和稳定性，来支撑整个建筑工程。其目的在于确保工程能够顺畅推进，并符合相应的建设要求。这不仅关乎工程的稳固性和建筑质量，也关系到将来居住者的安全与生活品质。通过详细的土壤种类、结构、力学属性及变形能力等项指标的测定，以求达成建设项目的最高安全标准，减少潜藏的风险，进而促进建筑企业的健康发展，并为居民提供更为优质的生活环境。本篇论文旨在剖析建筑工程中地基基础检测流程所遇到的问题，并就这些问题提出若干合适的应对策略，期盼能给予众多地基检测领域的从业人员一些值得参考的方向。

关键词

建筑工程；地基基础检测；问题分析；解决对策

1 引言

建筑项目的安全稳定直接牵连到广大人民的生命和财产安全，而建筑项目的牢固性又紧紧依托于地基的优良程度。鉴于此，对建筑地基质量进行严格检测变得格外关键。但是，在现行的工程建设实践中，地基检测工作依然面临众多挑战，包括检测方法不够先进、准确度不高以及成本昂贵等问题。这些难题将直接影响到工程项目的整体品质与安全性，我们必须加倍努力去克服这些难题。

2 建筑工程地基基础检测的重要意义

2.1 确保建筑物的安全性

地基基础若存在不牢固或瑕疵，可能引起建筑物坍塌或构造上的问题，危及居者的生命安全。通过对地基基础的检测，潜在的隐患得以提前识别，从而实施必要的预防措施以确保建筑物稳固可靠。

2.2 延长建筑物的使用寿命

符合标准的地基基础能有效分担并支撑结构的重量，减少建筑的负担，进而增加建筑的服务年限^[1]。对地基基础进行质量检测能够保证其质量符合设计要求，有利于增强建筑物的持久性。

2.3 节省维修和修复成本

如果地基未能尽早发现并处理基础性问题，最终可能

【作者简介】仲海蓓（1985-），女，中国江苏如皋人，硕士，高级工程师，从事地基基础工程质量检测研究。

付出更大的维护与重建开销。定时进行地基检查能够在问题加剧前实施防患措施，有效降低未来修复的费用。

3 地基基础检测方法

建筑地基检测应视检测目标具体情形，综合选取深度与浅层搭配、局部与整体相配合、负载测试以及其他现场试验手段进行多元化检测。

对经过更换填土、预先压实、精密打压、紧缩作用、高能夯击、灌注固化等方式进行处理的地基，必须按照相关规定进行土壤（或岩石）基底的承重能力试验。

经过水泥土拌合桩、碎石砂桩、钻孔灌注桩、水泥土夯固桩、水泥飞灰碎石混合桩、混凝土打桩、植根式桩、粉煤灰压实桩、柱状锤击拓宽桩等方式加固的地基，需要进行复合地基承载能力测试。

灌注桩、搅拌桩、夯实桩、灌浆桩包括那些具有结合力的加固结构，需执行竖向荷载检测以评价它们的承载能力。

应针对各异的地基加固状况，决定采用单个墩柱垂直加强体的承载能力试验，或是选用单个墩柱的综合地基承载实验。

为确保天然基岩以及土壤特性、地基处理的均质性和加固体工程施工的质量达标，综合考量地质状况、施工作业的品质保证以及使用过程的需求等多方面因素，应采取包括标准贯入法、静力触探、圆锥动力侦查、十字板剪力试验、平板膨胀检测、多通道瞬态面波探测等一项或多项检测手段进行全面检测。之后，将所得数据与静态荷重试验的结果相对照，综合评估地基情况。

通过实施标准贯入试验、静力触探试验、圆锥动力触探试验、十字板剪切试验、扁铲侧胀试验、多道瞬态面波试验方法来评估地基的承载能力与变形特性，需综合考虑区域实践知识，并依据同类工程装载实验的对比数据来进行分析判断。

水泥土搅拌桩、螺旋喷射桩以及夯固水泥土桩在杆身长度、强度和一致性方面的考核，以及底部承载层岩石或土质特征的识别，可以采用水泥土取芯检验方法。对于那些具有粘合力、截面整齐并且水泥煤灰粗骨料、混凝土等材料构成，桩体强度不低于 8MPa 的垂直加固构件的完整性审查，则可以选用低应变检测方式。

4 当前地基基础检测中存在的问题

4.1 技术手段及设备不够先进

在地基基础检测过程中，部分检测工作人员可能仅凭个人经历与直觉作出判断，而未运用更科学、准确的检测技术和工具，导致检测结果存在不准确、遗漏或误判等风险。仍有些地基检测使用传统方式，比如通过肉眼检查、现场实验等，这些传统手段在实践中有其不足之处，误差难以避免，未能达到现代建筑项目对精度的高要求。尽管科技进步带来

了众多领先技术，例如声波探测、地磁探测、地电探测等，在现实中还广泛存在着对老旧方法与器材的依赖，无法充分利用现代技术带来的检测优势。

4.2 检测人员综合素质不高

检测团队的个人能力是其服务质量的关键软要素，人员若素养不够全面将可能引致工作执行不够彻底。观察现实状况，部分检测机构的职员素养尚未达标，这与该机构评估及监督体系的不完善有着直接联系，同时与工作人员自我素养的高低也存在一定的关系。有的检测机构为了追赶进度，在招募人手时把关不严，忽略了对个人全面能力的严格把控，结果造成工作人员在岗位上无法满足地基检测的具体要求。再者，地基基础检测既需要有丰富的检测经验，还要有扎实的岩土理论知识，一些检测人员只关注试验操作，而岩土理论知识匮乏，在搜集与分析检测数据的过程中，无法利用试验数据做出综合分析，得出科学的检测结论。

4.3 管理与监督不足

建设部第 57 号令第四章明确规定县级以上地方人民政府住房和城乡建设主管部门应当加强对建设工程质量检测活动的监督管理。虽然主管部门会定期组织一些监督检查活动，但仍有部分机构能够逃避监管，或者处罚力度不足以起到震慑作用。部分检测机构，特别是小型检测机构，主体责任落实不到位，自律意识较差，虽然按要求填写了自查表，但大多流于形式，没有认真自查并发现问题。

4.4 检测数据准确度低

诸多因素，例如现场环境的干扰、仪器的故障及人的失误之类，均有可能造成测量数据的扭曲或偏离真实情况。使用的不同测试手段获取的结果往往会体现出一定的差异性与不确定性，针对这些结果如何进行高效的整合与解读，亦构成了目前遇到的一项挑战。倘若测量数据缺乏精确性与信赖度，地基基础检测成果便不能发挥其理应发挥的指导作用及实际运用价值。

5 建筑工程地基基础检测问题解决方法

5.1 加强检测机构管理

通过对检测机构实施严格监管，能够确保检测过程的合规性、提高测评工作人员的专业素质，并增强检测机构的社会信誉，使得测评成果更有信度。因此，应当构建一整套严谨的检测机构监管体系，提高其内部管理的效能。例如，重视检测机构的战略构建，并转变管理层的理念。首先，需确保管理层深刻认识到基础检测的重要性，辅导他们正确认知建设项目的安全隐患，示范引领，培养检测部门一种严肃认真的办公作风。其次，应制订完备的规章制度，对检查步骤和操作标准作出详尽规定；并可考虑为检测人员配备记录设备，比如工作记录器，实时记录其工作情况。此外，有资质的工作人员应对检测过程的规范性执行记录与评估，将评估结果与薪酬挂钩，若检测人员违反操作规定，根据既定规

章严格处罚,以此强化人员的职业精神,降低因操作失误带来的检测问题风险。

5.2 加强检测人员技能培训

检测工作人员的专业素养直接影响着检测成果的精确性。强化其专业能力对提高检测任务的品质大有裨益,进而增进检测数据的确切性。因此,检测机构应当定期举办相应领域的知识培养课程,为那些在专业技术方面需要进步的员工提供深入的培训,以有效弥补他们在该领域知识的不足。在当前阶段,众多先进的检测技术装备投入了地基基础的测评工作中,很多检测工作人员对这些新型设备缺乏足够的操作经验^[41]。针对这种状况,可以开展专项培训,协助他们掌握高科技装备的使用方法,进而拓展他们的工作技巧,提高其专业能力。再者,通过设立培训后的定期考核制度,形成明确的评价标准,以此判断是否应给予奖赏或是施以惩处,能够激发检测工作人员保持持续学习的积极性,确保其技术水平不断迎合地基检测的要求,以此为地基基础建设项目提供更为周到的检测支持。

5.3 引入现代化检测设备

科技进步的步伐催生了建筑业使用现代化机械的增长趋势。为了应对时代的变迁,地基基础的检测过程也应当融入现代化的检测工具,目的是显著提高检测任务的效率。如地基位移检测仪,它是一种用于检测建筑物地基变形情况的仪器,可以实时检测建筑物的位移变化,使用过程很方便,也能及时发现地基变形情况,帮助建筑人员及时采取相应措施,保障建筑物的安全稳定;如BIM技术,有地基基础参数做参照,BIM技术可以对地基的建筑情况进行模拟分析,并利用系统对地基在各种因素下的稳定性和承载力进行模拟,通过模拟,能够在问题具体发生之前做出提前模拟,方便建筑人员在施工过程中及时调整建筑计划,消除问题隐患,使建筑工程的质量有所提升。

5.4 制作严格的检测流程

实施严格的检测程序以确保监控,这样才能使检测工作更具科学性与合理性,从而使得测试的成果更为精确无误。在从最初的检测到最终的结果解析的全部过程里,我们必须保持严格的规范性。比如,首先需依据各地基础检测的具体状况来拟定有针对性的检测计划。由于各建筑项目之间具有不同之处,因此需依照这些不同之处来拟定检测计划,

这样检测活动才能更好地符合实际工程的需求。其次,实行严密的质量监督于现场。诸如环境状况及各项数据诊断设备对测验成果存在明显影响,须设立严格的场所检测管理体系,确保检测流程不遭受外界干扰,进而确保所得数据的真实性;第三,增强数据处理与分析能力。利用专业技术手段与仪器对数据进行精密的筛选与加工,增进数据的精度和实用性;最后,优化检测数据的归档与监督工作。合理存储检测数据,不但能为测验过程提供凭证,并且通过良好的资料管理,帮助从业者在今后的复查与思考中提高其专业修养,发挥积极作用。

6 结语

综上所述,确保建筑项目地基基础检测的质量对工程本身具有极其深远的影响。这一过程有利于确保建筑项目的顺畅施工,提升工程质量的同时,也有助于降低建筑领域的安全隐患,并确保施工现场工人的安全。于是,检测人员必须深入了解目前构筑工艺的基础考察环节所面临的不足,包括但不限于考评机构管理层需进一步优化、检测人员专业素养亟待提高、检测方式缺乏科学性、检测成果的准确性有待提升等诸多问题,并采取增强检测机构的管理力度、提升检测人员的技术训练、采纳更新的检测工具、实行严格的检测流程、强化检测成效的监督等多方面策略,以确保检测工作更为规范、检测方法更显先进、检测人员素质更胜一筹,从而促进检测环节日益优化,考察成果日渐准确,进而有效提升建筑工程的质量标准,推动建筑行业向着更加繁荣的未来迈进。

参考文献

- [1] 刘津成,苗志华.建筑工程地基基础检测存在的问题及解决方法探析[C]//《中国建筑金属结构》杂志社有限公司.2024新质生产力视域下智慧建筑与经济发展论坛论文集(一)。烟台沃华建筑科技有限公司,2024:2.2024.036603.
- [2] 王治雪.建筑工程地基基础检测存在的问题和对策[J].全面腐蚀控制,2024,38(06):27-29.2024.06.027.03.
- [3] 蔡武成.建筑工程地基基础检测存在的问题及解决方法探析[J].大众标准化,2024,(09):179-181.
- [4] 程强.地基基础检测中常见的问题及解决方法[J].企业技术开发,2016,35(26):49-51.2016.34.017.

The influence and application of the whole process of tracking and audit of the construction project on the project cost

Wenjing Huang

Ningxia Zhicheng Boyu Project Management Consulting Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750001, China

Abstract

With the increasing complexity of modern engineering projects and the gradual expansion of the scale, the project cost management is facing greater challenges. In order to ensure the economic and social benefits of the project, the whole process tracking audit, as an effective management means, has been widely used in construction projects. From the perspective of the definition of the whole process tracking audit of the construction project, this paper discusses its important role and application path in the control and optimization of the construction cost. Through analyzing the implementation effect of the whole process tracking audit in each stage, this paper expounds the specific application of the management mode in the project cost control, and makes an in-depth analysis of the problems and challenges it may encounter in the actual operation, and puts forward the improvement measures and development direction. The research results show that the whole-process tracking audit can effectively improve the transparency of the project cost, promote the standardization and scientization of the project management, and thus provide a strong guarantee for the efficient operation of the construction project.

Keywords

whole-process tracking and audit; project cost; project management; cost control; project construction

建设项目全过程跟踪审核对工程造价的影响及应用

黄文婧

宁夏智诚博誉项目管理咨询有限公司, 中国·宁夏 银川 750001

摘 要

随着现代工程项目的日益复杂化和规模的逐步扩大, 工程造价管理面临着更大的挑战。为确保工程项目的经济效益与社会效益, 全过程跟踪审核作为一种有效的管理手段, 已被广泛应用于建设项目中。本文从建设项目全过程跟踪审核的定义入手, 探讨了其在控制和优化工程造价中的重要作用及应用路径。文章通过分析全过程跟踪审核在各阶段的实施效果, 阐述了该管理模式在工程造价控制中的具体应用, 并对其在实际操作中可能遇到的问题与挑战进行了深入剖析, 提出了改进措施和发展方向。研究结果表明, 全过程跟踪审核能够有效提高工程造价的透明度, 促进项目管理的规范化与科学化, 从而为建设项目的高效运作提供了有力保障。

关键词

全过程跟踪审核; 工程造价; 项目管理; 成本控制; 工程建设

1 引言

随着我国经济的快速发展和城市化进程的不断推进, 建设工程的规模日益庞大, 工程造价的管理已成为项目管理中的关键一环。传统的工程造价管理主要集中在项目的施工阶段, 对于项目的前期设计和后期验收等阶段关注较少, 造成了成本控制的不完整性。尤其在工程项目实施过程中, 复杂的设计变更、工程量增加和不合理的资金使用等问题, 使得工程造价经常超预算。为了有效规避这些问题, 全过程

跟踪审核作为一种新型的管理手段逐渐被引入并得到广泛应用。

全过程跟踪审核不仅仅关注施工阶段的造价控制, 它贯穿于项目的立项、设计、施工到竣工验收等全过程, 重点在于对项目各阶段的成本进行实时监控和审核, 确保每个环节的费用支出都在合理范围内。通过对全过程的跟踪审核, 可以及时发现和纠正工程项目中的不合理支出, 有效控制项目的整体成本, 保证项目预算的精准执行。

然而, 尽管全过程跟踪审核在理论上具有显著优势, 在实际操作中仍然面临诸多挑战, 如人员配备不足、技术支持不足、数据管理难度大等问题。本文旨在探讨全过程跟踪审核对工程造价的影响及其在实际项目中的应用, 分析其对成本控制的实际效果, 并提出优化建议。

【作者简介】黄文婧（1989-），女，工程师，中国宁夏人，本科，从事工程造价及全过程审计、建筑工程绩效评价研究。

2 全过程跟踪审核的概念与特点

2.1 全过程跟踪审核的定义

全过程跟踪审核是指在建设项目的各个阶段中，从项目的立项开始，到设计、施工及最终竣工验收阶段，采用系统化的手段对工程造价进行实时监控和审核的管理模式。其主要目的是在项目实施的每个环节中及时发现潜在的成本风险和不合理支出，并通过有效的管理手段进行纠正和控制，从而确保项目预算的精准执行。与传统的造价审核方法不同，全过程跟踪审核强调的是实时性、全面性和前瞻性，其审核不再局限于项目完成后的审计，而是贯穿于项目的各个阶段。

2.2 全过程跟踪审核的主要特点

全面性：全过程跟踪审核覆盖了项目的所有阶段，确保从项目的启动、设计、施工到竣工验收的各个环节都受到严格的成本监控，避免单一阶段的疏漏。

实时性：通过对项目进度的实时监控，审计人员能够在项目实施过程中及时发现问题并进行调整，避免了事后审计中无法改变的成本超支问题。

预警机制：全过程跟踪审核设有成本预警机制，能够在项目的早期阶段就预见到可能出现的风险，提前采取应对措施，有效避免成本的过度超支。

数据透明化：全过程跟踪审核依赖于精确的数据管理系统，所有的成本数据和支出明细都在系统中进行实时记录和更新，确保了项目资金的使用透明、清晰。

3 全过程跟踪审核对工程造价的影响

3.1 促进工程造价的透明化

全过程跟踪审核能够有效地提升工程项目资金管理的透明度。通过专门的管理平台，每一笔支出都能够被详细记录并实时追踪，从而避免了资金使用过程中的不透明与不规范现象。项目资金的流向和使用情况在整个项目生命周期内都处于严格的监管之下，确保了财务数据的准确性和可靠性。审计人员通过实时监控项目进展，能够及时发现潜在的隐性成本，并及时采取措施进行修正和控制。此外，这种透明化的管理模式还增强了项目各方的监督力度，包括项目投资方、管理层、承包商以及第三方审计机构，都能够及时了解项目的资金使用情况，从而在源头上防止了不当支出、虚报费用等不正当行为的发生。这不仅确保了资金的高效利用，也为项目的顺利推进提供了资金保障。

3.2 降低工程造价风险

工程项目中的造价风险常常来源于多个方面，包括低估成本、设计变更、材料采购的成本波动、人工成本的不确定性等。通过全过程跟踪审核，审计人员能够在项目的各个阶段及时发现潜在的成本风险，并及时进行预算调整和费用控制，确保项目成本不会超出合理范围。例如，在施工过程中，通过对项目进展和实际支出的持续监控，审计人员可以

对比预算与实际费用，发现任何超支的迹象，并采取有效措施加以纠正。特别是在出现设计变更时，通过及时跟踪变更引发的费用变动，能够快速进行调整，防止预算失控。同时，审计人员还可以在材料采购、劳动力支出等环节进行成本效益分析，确保每一笔开支都能够物有所值，避免不必要的开支。这些措施有效降低了工程项目的造价风险，确保了项目能够在预算范围内完成。

3.3 优化资源配置

全过程跟踪审核不仅对项目成本进行控制，还能通过全面的资源监控与分析，优化项目资源的配置。在项目实施过程中，审计人员可以实时分析各项资源的使用情况，识别出资源配置中的低效环节，并提出相应的优化方案。例如，材料采购是工程项目中占比重较大的费用之一，在这一环节，审计人员可以通过对供应商的材料质量与价格的比较，及时发现价格偏高或质量不符的采购问题，并通过数据支持调整采购渠道，确保材料的性价比。通过细化资源配置与使用过程中的每一个环节，审计人员能够有效提高资源的利用效率，确保资金的合理分配 [1]。

4 全过程跟踪审核的应用路径

4.1 建立完善的全过程跟踪审核体系

为了确保全过程跟踪审核的高效执行，首先需要在项目管理中构建一个完善的体系结构。该体系应涵盖项目的所有阶段，明确各个阶段的责任分工和任务分配，以确保项目团队中的每个成员都能清楚了解其职责，并在实际工作中落实到位。企业应聘请具有资质的专业审核人员，负责对项目的每个环节进行严格的成本审核和监控，确保工程造价始终处于预算控制范围内。同时，企业应设置项目专门的审核小组，涵盖成本控制、质量管理、进度监督等各个方面的专业人才，确保全过程的审计覆盖无死角。为了提升审核工作的效果，企业可以根据项目复杂性和规模的不同，制定具体的审核流程和标准，确保每个环节都能够得到有效地控制和管理。此外，为了提升管理层对项目动态的掌控，企业还应定期组织项目团队成员进行沟通与协调，保证各部门在成本、进度等方面的一致性。

4.2 信息化管理平台建设

现代信息技术为全过程跟踪审核提供了强有力的技术支持。为了实现高效、精准的审核，企业应建设一个符合项目需求的管理平台，将项目的所有数据进行数字化管理。通过信息化平台，企业能够实时收集、存储并分析项目的各类数据，帮助审计人员迅速获取项目进展的实时动态，及时发现潜在的成本风险。平台可以包括项目的预算、费用支出、材料采购、劳动力成本等信息，系统对数据进行整合和分类，使得每一笔费用都有明确的记录和来源，确保数据的透明度和可追溯性。管理平台还应具备数据分析和预警功能，能够针对项目实施过程中可能出现的风险进行提前预警，为决策

层提供重要的依据。例如,若系统检测到某一项费用支出超过了预算阈值,则会自动触发警报,提醒管理人员及时处理问题。此外,该平台还可以生成动态报告,帮助管理层及时掌握项目的资金使用情况、成本变化趋势以及各类支出的合理性,以便做出相应的调整。通过信息化管理,项目的各项数据将不再是孤立的,而是形成一个全面的监控网络,有效提高审核工作的效率和精确度[2]。

4.3 加强人员培训和专业化能力建设

为了确保全过程跟踪审核的顺利进行,企业应加强对相关人员的专业培训,提升其在成本控制、审计分析等方面的综合能力。在人员素质的建设上,企业应组织定期的专题培训课程,邀请行业内的专家进行讲解,确保审核人员能够及时掌握新的法规、标准和工具。培训内容应涵盖最新的成本管理方法、审计流程、风险评估技术等,并结合实际案例进行分析,帮助人员更好地理解并应对复杂的项目管理环境。尤其对于一些刚入职的员工和基层项目管理人员,培训的重点应放在提高其基础理论知识和实际操作技能方面,确保其能够在项目中独立完成审计任务并提出合理的建议。此外,企业还应积极推动跨部门交流与合作,使得审计人员能够深入了解项目的各个环节,从设计到施工的各个阶段都能够掌握相关的成本控制信息。除了专业技能的提升,沟通和协调能力也是全过程跟踪审核人员必不可少的软技能。审计人员应具备较强的跨部门沟通能力,能够与项目团队、财务部门、采购部门等进行有效的协作,确保信息流通顺畅[3]。

5 面临的挑战与改进策略

5.1 人员素质参差不齐

尽管全过程跟踪审核在理论上具有显著的优势,但在实际操作中,人员素质参差不齐的问题依然存在。特别是在一些基层项目管理人员中,很多人缺乏足够的审计经验和专业知识,导致审计工作出现偏差。由于审核人员的能力差异,审计工作在执行过程中往往缺乏统一的标准和执行力,从而影响项目成本控制的效果。此外,由于一些员工未能深入理解审计的核心目标,审计工作往往只是停留在表面,缺乏深入的分析和探讨,导致很多潜在的风险未能及时发现和处理。

为了解决这一问题,企业可以通过系统化的培训与实践相结合的方式,提高工作人员的专业素养。定期进行针对

性较强的培训,通过项目案例的分析,帮助员工了解审计工作中常见的难点和应对策略。同时,企业应建立定期考核和评估机制,确保每个环节的审核工作都能够达到高标准和高质量。

5.2 技术与系统的落后

尽管信息化管理为全过程跟踪审核提供了技术支持,但许多企业的管理平台和数据分析工具仍然存在技术落后的问题,无法满足日益复杂的项目需求。许多企业仍使用传统的手工审核方式,数据录入和分析效率低下,无法实时监控项目资金的使用情况。同时,现有的管理系统往往无法与其他系统有效对接,信息的传递存在滞后和不完整的现象,从而影响了项目的精准管理[4]。

改进策略:为了应对这一挑战,企业应加强与技术开发公司的合作,投资建设更加先进和智能化的管理系统,提升项目管理的信息化水平。通过引入大数据分析、人工智能等新兴技术,提升系统的数据处理能力和精度。此外,企业应定期对管理平台进行升级与维护,确保平台的高效性和稳定性,以便更好地支持全过程跟踪审核工作的开展。

6 结语

全过程跟踪审核作为一种创新的工程造价管理模式,对于提升项目管理效率和质量具有重要作用。通过全程对工程项目的各个环节进行实时监控和审核,不仅能够有效预防和纠正项目中的潜在问题,还能确保项目资金的合理使用,降低项目成本风险。然而,在实际操作中,仍然面临人员素质不均、技术支持不充分等问题。未来,随着信息技术的不断进步和人才培养的深入,全过程跟踪审核将在更多的工程项目中得到广泛应用,成为提升工程造价管理水平和项目管理水平的重要工具。

参考文献

- [1] 朱建中.房地产开发建设工程项目的成本控制[J].上海建设论苑,1995,(02):20-23.
- [2] 张淑玲.谈高校基本建设预决算审核[J].事业财会,1998,(02):58.
- [3] 童晴,吴玮.建设项目工程造价控制的几点思考[J].岩土工程界,2001,(03):56-58.
- [4] 徐芳,丁晓刚.基建工程全过程跟踪审计初探[C]//上海烟草系统2001年度学术论文选编.上海烟草(集团)公司审计处、投资管理处;上海烟草(集团)公司审计处、投资管理处;2001:3.

Study on anti-pollution flash of ultra-high voltage transmission line

Jun Li

Gansu Longnan State Grid Longnan Power Supply Company, Longnan, Gansu, 742500, China

Abstract

As an important part of the modern power system, the safe and stable operation of the ultra-high voltage transmission line is crucial to guarantee the power supply. Pollution flash is a big hidden danger affecting the operation of the ultra-high voltage transmission line. The flashover phenomenon caused by the filth of the insulator surface in the high humidity environment will cause serious accidents such as line tripping. Based on the formation mechanism of ultra-high voltage transmission lines, this paper analyzes the research progress and existing problems of the current anti-pollution flash technology, and focuses on the comprehensive anti-pollution flash measures, including insulator material improvement, external insulation optimization and intelligent monitoring technology. The research shows that the optimal combination of technical means can effectively reduce the probability of pollution flash and provide reliable guarantee for the reliable operation of ultra-high voltage transmission lines.

Keywords

ultra-high voltage transmission line; pollution flash; insulator; anti-pollution flash technology; intelligent monitoring

浅谈超高压输电线路防污闪研究

李军

国网陇南供电公司, 中国 · 甘肃 陇南 742500

摘 要

超高压输电线路作为现代电力系统的重要组成部分, 其安全稳定运行对保障电力供应至关重要。污闪是影响超高压输电线路运行的一大隐患, 由绝缘子表面的污秽在高湿环境下导致的闪络现象, 会引发线路跳闸等严重事故。本文从超高压输电线路污闪的形成机理出发, 分析了当前防污闪技术的研究进展及存在问题, 重点探讨了包括绝缘子材质改进、外绝缘优化、智能监测技术等在内的综合防污闪措施。研究表明, 通过技术手段的优化组合, 可有效降低污闪发生概率, 为超高压输电线路的可靠运行提供可靠保障。

关键词

超高压输电线路; 污闪; 绝缘子; 防污闪技术; 智能监测

1 引言

超高压输电线路是现代电网的重要骨干, 承担着长距离、高电压等级电力输送任务。然而, 随着环境污染加剧和气候条件复杂化, 污闪问题日益突出, 成为威胁输电线路安全运行的重要因素。污闪主要由绝缘子表面的污秽在湿润条件下形成导电路径引发, 其危害不仅导致供电中断, 还可能损坏设备, 甚至引发大面积停电事故。

针对污闪问题, 国内外学者提出了多种防治技术, 包括改进绝缘子材料、优化线路设计和引入智能监测技术等。尽管如此, 由于实际运行环境的复杂性和污染源的多样性, 现有防污闪技术仍面临一定挑战。因此, 深入研究污闪的形成机理和防治措施, 对保障超高压输电线路的安全运行具有

重要意义。本文旨在系统分析超高压输电线路污闪的成因及现状, 探讨防污闪技术的创新与应用, 为未来技术改进和工程实践提供参考。

2 超高压输电线路污闪的形成机理

2.1 污闪的定义及特征

污闪是指由于绝缘子表面的污秽沉积和湿润作用, 在电场作用下形成导电路径, 导致绝缘子闪络的现象。其发生通常伴随着电弧放电和局部绝缘击穿, 严重时会引起线路跳闸。污闪的特征主要包括以下几个方面: 首先, 污闪具有一定的区域性和季节性, 通常在沿海、工业区或沙尘多发区域更易发生; 其次, 湿度和降雨是污闪的重要诱因, 当污秽表面被湿润后, 其导电性显著增加; 最后, 污闪通常发生在电场强度较高的位置, 例如线路转角处和大跨距区段。

2.2 污闪的形成过程

污闪的形成过程可以分为污秽沉积、湿润形成导电路

【作者简介】李军 (1978-), 男, 中国甘肃华亭人, 本科, 工程师 (高级技师), 从事输电线路运维研究。

径和电弧发展三个阶段。污秽沉积阶段，污染物通过风沙、工业排放或海盐雾沉积在绝缘子表面；湿润阶段，降雨、雾气或露水使绝缘子表面污秽层吸湿或溶解，形成导电路径；电弧发展阶段，导电路径下的电场强度超过击穿电压，形成局部放电，电弧沿绝缘子表面发展，最终导致闪络。

2.3 污闪的影响因素

污闪的发生与多种因素相关，包括绝缘子的材料和形状、表面污秽程度、电压等级、气象条件等。其中，绝缘子的材质和表面特性直接影响其抗污闪性能；环境污染程度和湿度变化则决定了污秽层的导电性和湿润程度；线路设计如绝缘子排列方式、电压分布均匀性等，也对污闪的发生概率具有重要影响。

3 防污闪技术的研究现状

3.1 绝缘子材质与结构优化

绝缘子作为超高压输电线路防污闪的核心部件，其材质和结构的改进是防污闪研究的重要方向。近年来，新型复合材料绝缘子因其优异的抗污闪性能受到广泛关注。例如，硅橡胶复合绝缘子具有较低的表面吸附性和优异的憎水性，可有效减少污秽沉积和湿润导电。此外，优化绝缘子形状设计，如增加伞裙数量和改进伞裙几何结构，可显著提升其抗污闪能力。研究表明，多伞裙设计不仅延长了泄漏路径，还能增强表面排水能力，从而降低污闪风险。

3.2 外绝缘的改良措施

外绝缘的改良是提高防污闪性能的重要手段之一。传统陶瓷绝缘子由于其表面光滑，污秽易于沉积，在潮湿条件下导电性增加。通过在陶瓷表面涂覆憎水性涂层或采用耐污闪的复合材料，可以有效提高外绝缘的抗污闪性能。此外，动态防污闪技术如表面自清洁材料的应用，也为外绝缘改良提供了新思路。这些材料通过光催化或雨水冲刷实现表面污秽的自动清理，从而延缓了污闪的形成过程。

3.3 线路设计与布置的优化

超高压输电线路的设计与布置直接影响其抗污闪能力。在设计阶段，优化线路参数如绝缘子串长度、悬挂角度等，可以有效改善电压分布，降低局部电场强度。同时，合理选择线路路径，避开污染严重或湿度较高的区域，有助于减少污闪发生。此外，采用双回线路和耐污闪绝缘子串的设计，也能够显著提升线路整体的抗污闪能力。

4 智能化防污闪技术的应用

4.1 污秽监测技术的发展

实时监测绝缘子表面的污秽程度是防污闪技术的重要组成部分，也是智能化防污闪技术的关键应用领域。传统污秽监测方式依赖于人工检查，效率较低且难以实现大范围的全面监测。而现代基于传感器和物联网的智能监测系统，克服了传统方法的局限性，为实时、精准地获取污秽数据提供了技术保障。例如，通过在绝缘子表面安装高灵敏度传感器，

可以实时监测其表面电导率、污秽层厚度和湿润程度等关键参数。这些传感器通过无线数据传输与云端平台连接，实现了信息的实时共享与集中处理，为污闪风险评估提供了可靠的数据基础。

此外，结合环境数据的监测，如温度、湿度和降雨量等，可以更加全面地评估污闪发生的可能性。例如，某些智能监测系统能够根据绝缘子表面的污秽沉积速率和环境湿润条件自动生成预警信号，并通过数据平台推送至运维人员终端。这样的技术应用，不仅提高了污秽监测的效率，也为提前采取防护措施提供了科学依据，有效降低了污闪事故的发生概率。未来，随着监测技术的进一步发展，结合高精度传感器和边缘计算的监测系统有望实现更加实时、高效的风险预测和决策支持。

4.2 智能清洁与维护技术

在传统的防污闪技术中，人工清洁绝缘子是一种重要但效率较低的手段，尤其是在超高压输电线路的大范围应用中，人工清洁不仅劳动强度大、成本高，还存在安全隐患。智能清洁技术的兴起，为解决这一问题提供了有效的解决方案。例如，基于自动化机械设计的智能清洁机器人，可以在输电线路运行的情况下，对绝缘子进行精准、全面的清洗。这些机器人通常搭载喷淋系统和刷洗装置，能够利用高压水或特殊清洁剂清除绝缘子表面的污秽。同时，智能导航系统的引入，使机器人能够自主规划清洁路径，确保整个线路的高效覆盖。

智能清洁技术不仅提升了清洁效率，还大幅降低了人工干预的需求。例如，在降雨量较低的地区，清洁机器人可以通过定期作业保持绝缘子表面的清洁度，从而减少污秽积累引发污闪的可能性。此外，某些先进的清洁系统还具备实时监测和反馈功能，可以根据污秽程度调整清洁频率和力度，提高资源利用效率。随着智能化和自动化技术的不断进步，未来智能清洁机器人有望进一步优化其作业能力，例如通过加入人工智能算法，提高污秽识别的精度和清洁效率，为线路运维提供更加高效的解决方案。

4.3 大数据与人工智能在防污闪中的应用

大数据与人工智能技术的应用，为防污闪技术的发展开辟了全新的视野。通过采集和分析大规模的历史污闪数据，人工智能算法能够从中挖掘出潜在的规律，并用于构建污闪风险预测模型。例如，通过分析绝缘子表面的污秽积累速率、湿润条件以及环境污染源分布等因素，人工智能模型可以预测特定时间段内某一区域发生污闪的概率，从而为运维人员提供提前干预的建议。

在实际应用中，人工智能技术还可以与气象数据结合，进一步提升风险评估的准确性。例如，通过将实时气象数据（如降雨量、湿度、风速等）输入预测模型，人工智能系统能够动态调整污闪风险评估结果，并向运维人员推送具体的防护措施建议。这种结合了大数据分析和实时监测的智能化

防污闪技术，不仅提高了风险预测的精度，也增强了线路运维的主动性。

此外，人工智能技术还为防污闪决策提供了强大的支持。例如，通过构建多变量决策模型，系统可以在多个防护策略中选择最优方案，实现资源的合理分配和使用。例如，某些区域由于污染严重且清洁频率不足，可能需要优先安排智能清洁设备进行作业；而在污染较轻的区域，则可以适当延长清洁间隔，从而实现运维资源的最优配置。

5 防污闪技术的现实意义与未来展望

5.1 保障电网安全运行的关键

超高压输电线路作为现代电网的核心，其安全运行直接关系到整个电力系统的稳定性。防污闪技术的有效应用，不仅可以降低污闪事故的发生率，还能够显著提升线路的运行可靠性。例如，通过智能化监测系统的实时预警和清洁技术的高效维护，可以大幅减少污闪引起的线路跳闸和设备损坏。这种提升供电稳定性的作用，对于保障工业生产和居民生活具有重要意义。

此外，防污闪技术的推广应用还能够有效降低线路运维成本。例如，通过引入智能化清洁设备和精准监测系统，可以减少人工检查和清洁的频率，从而降低运维费用。同时，防污闪技术的应用还能够延长设备使用寿命，进一步减少设备更换和维修的支出。这些经济效益的显现，为防污闪技术在电力行业的普及提供了强有力的驱动力。

5.2 未来防污闪技术的发展方向

未来，防污闪技术的发展将更多地关注智能化和可持续性。一方面，随着物联网和人工智能技术的进一步成熟，防污闪系统有望实现更加全面、精准的风险监测和决策支持。例如，通过部署基于边缘计算的智能设备，系统可以在现场完成实时数据处理和风险评估，从而提高决策效率和响应速度。另一方面，环保和可持续发展理念将在防污闪技术中得到更多体现。例如，通过开发更加环保的绝缘子材料和清洁剂，不仅可以提高防污闪效果，还能减少对环境的影响。此外，多学科交叉研究将为防污闪技术带来更多创新，例如通过纳米技术和先进材料科学，开发具有更高憎水性和自清

洁功能的新型绝缘材料，从而进一步降低污闪风险。

总之，未来的防污闪技术将更加注重技术与环境的协调发展，在提升电网运行安全的同时，为实现电力行业的绿色转型和可持续发展做出积极贡献。

6 结语

超高压输电线路的防污闪研究是电力系统稳定运行的重要课题，其对电网安全、供电可靠性和经济效益的影响不可忽视。通过引入智能化监测技术、智能清洁设备以及大数据与人工智能算法，防污闪技术取得了显著进展，为现代电网的高效运行奠定了坚实基础。智能化监测技术能够实时掌握绝缘子表面的污秽程度，并结合气象和环境数据进行综合分析，提供精准的风险预警，这种技术应用不仅大幅降低了人工检查的成本，也提高了防污闪的反应速度与效率。智能清洁设备的广泛应用则有效解决了传统清洁方法效率低、成本高和安全隐患大的问题，尤其是通过引入自动化和智能导航技术，使清洁作业更加高效、可靠和灵活，能够在无人值守的情况下完成大范围的清洁任务。此外，大数据与人工智能技术通过分析历史数据和实时监测数据，为防污闪提供了科学的决策依据。例如，基于机器学习的预测模型能够精准判断污闪的可能性，帮助运维人员制定优化的维护计划，从而实现资源的合理分配和高效利用。未来，智能化技术和环保理念的进一步融合将为防污闪技术的发展注入新的动力。首先，环保材料在绝缘子和防污涂层中的应用将成为重要方向，例如开发具有高憎水性和耐腐蚀性的环保复合材料，不仅可以提高绝缘设备的使用寿命，还能减少对环境的污染。

参考文献

- [1] 陈晓春,周世峰,毛佳莹.超高压输电线路运维及故障排除改进措施探讨[J].华东科技,2024,(07):57-59.
- [2] 刘兆威.高压输电线路运检工作技术难点与应对措施研究[J].电气技术与经济,2024,(03):70-71+74.
- [3] 李和.超高压输电线路绝缘子新型防污闪涂料的应用[J].应用能源技术,2023,(06):7-11.
- [4] 刘磊,史文军,李宝强,等.简要分析新时代下如何做好超高压输电线路安全生产工作[J].科技风,2022,(03):104-106.DOI:10.19392/j.cnki.1671-7341.202203034.

Research on mechanical assembly process and efficiency improvement

Mingqi Yang Jian Shi

Xi'an Institute of Mechanical and Electrical Information Technology, Xi'an, Shaanxi, 710065, China

Abstract

With the deepening development of economic globalization, manufacturing enterprises are ushering in a broader market space, but also facing a more severe competitive environment. At present, improving the mechanical assembly process and production efficiency has become the key to the competition of manufacturing enterprises. In recent years, the increasing level of science and technology, digital, automation, intelligent technology, equipment application in manufacturing more thorough, extensive, strengthen the application of mechanical assembly process has become the manufacturing field to reduce production costs, improve production efficiency, achieve high quality control and flexible production, constantly adapt to the new era of market demand changes. Based on this, this paper makes a related analysis and discussion of mechanical assembly process and efficiency improvement for reference.

Keywords

mechanical assembly process; efficiency; improvement

机械装配工艺与效率提升研究

杨明齐 史剑

西安机电信息技术研究所, 中国·陕西 西安 710065

摘 要

随着经济全球化的不断深入发展, 制造业企业在迎来更为广阔的市场空间的同时也面临着更为严峻竞争环境。当前, 提高机械装配工艺与生产效率成为制造企业竞争致胜的关键所在。近年来, 科技水平的不断提升, 数字化、自动化、智能化等技术、设备在生产制造中的应用越发深入、广泛, 加强对机械装配工艺的应用研究也成为了制造领域降低生产成本, 提高生产效率, 实现高水平质量控制与灵活生产, 不断适应新时代市场需求变化的关键。基于此, 文章对机械装配工艺与效率提升进行了相关分析与探讨, 以供参考。

关键词

机械装配工艺; 效率; 提升

1 引言

随着制造行业的全球化发展, 机械装配工艺应用的重要性显得越发突出, 成为新形势下企业生产效率提升与成本控制的关键。对于电子装配、汽车制造、机械设备生产等领域发展而言, 其关注的核心焦点越发地集中在机械装配工艺的提升与优化方面, 以期能够通过不断对装配流程进行不断的改进和优化, 借助对自动化、数字化设备的应用, 提高生产制造的控制水平, 实现降本增效的同时提高生产品质, 进而在全球化市场竞争中占据优势地位。

对于生产制造领域而言, 机械装配工艺是至为关键的概念, 这一概念全面涵括了将零乱繁多的机械部件、模块、零部件等按照特定顺序、工艺方法等进行组装成为机械产品

的整个系统过程, 如机械装配步骤、工序设计、工艺流程安排、自动化设备应用等都是机械装配工艺的技术要素。而机械装配工艺的优化与提升, 主要是为了实现降本增效, 降低人为失误影响, 确保生产产品质量达标。在机械装配工艺中, 融合了机械工程、材料科学、生产计划、自动化控制等诸多专业领域要点, 是生产制造企业实现核心竞争力提升以及实现可持续发展的重要推动力。

2 机械装配工序的规划与优化

2.1 装配序列规划

装配序列规划要求对各个零部件的组装顺序进行精确确定, 实现生产效率最大化的同时, 尽可能地减少装配时间与人为失误率。一般来说, 在装配生产过程中, 需要综合对产品设计特点、零部件几何特性、人员技术能力、装配工具可用性、生产空间、设备限制情况等诸多因素的分析、考虑, 才能确保装配序列规划的较高有效性。借助对仿真工具、优

【作者简介】杨明齐 (1979-), 男, 中国四川乐山人, 硕士, 高级工程师, 从事机电产品工艺研究。

化算法等的应用,实现对制造装配工艺序列的最佳化配置,进而实现装配效率的最大化。

2.2 零部件匹配和组合

在机械装配过程中,零部件匹配组合是较为关键的技术系列,是装配过程中实现零部件匹配精确互补,将装配误差控制在最小范围,实现高效装配的重要保障。零部件匹配与组合与零部件的形状、尺寸、材料特性以及零部件之间的相互关系有着较为密切的关联性,将其进行正确组装,方可确保产品功能、性能等充分达到设计要求。整个匹配与组合过程,涉及对材料收缩率、零部件表面处理、装配空隙、装配工具设备等因素的综合考虑,也是零部件实现成功装配的关键。唯有实施精确的零部件装配与组合策略,才能有效避免不必要的工序调整,节约装配成本,提高装配时效,以及更好地保障产品的可靠性。当前,数字化技术、计算机模拟技术等已然成为现代制造业进行零部件匹配与组合策略制定实施的重要工具,在计算机建模的辅助下能够实现对零部件特性的精确模拟,通过虚拟装配测试的方式及时发现匹配组合过程中的各种问题,实现对零部件匹配与组合的有效优化^[1]。

2.3 装配工步优化

机械装配过程中装配工步的优化需要结合对装配顺序、工步时间、空间布局、工具设备、技能培训等诸多因素的考虑,实施合理的优化策略。合理的工步优化设计,能够有效精简装配过程中的冗余流程,避免不必要的零部件移动,实现对装配资源、时间等的有效节约。仿真软件、虚拟工具等数字化技术的应用,对制造装配工步进行模拟与优化测试,能够实现对潜在隐患的及时暴露、改进,加上人机协作方式、智能机器人、自动化导航设备等的应用,在进一步优化装配工步方面也发挥着较为重要的作用,有效降低人工劳动强度,节约人力成本。

2.4 自动化装配系统

现代机械装配过程中,自动化装配系统有着较为重要与广泛的应用,在装配工序规划与优化过程中,除了需要明确最优装配顺序之外,还需重视对自动化设备、人员、装配工序之间的一致性协调。对此,往往需要借助对详细工序规划与时间表的配合使用,准确找到各个装配工步协调的最佳方式,实现装配工步协同效率最大化。自动化装配系统的应用,使得制造企业生产线的快速变更,实现批量定制,以及实现按需生产等生产制造策略得到更为高效地实施与灵活控制。借助对自动化系统的编程控制与优化调整的作用,能够确保快速应对产品型号变化、市场需求变化等的不同生产要求,提高了装配生产的灵活性,这也是当前制造企业竞争致胜的关键。自动化系统与装配工序规划、优化的有效结合,提高了制造企业市场变化的应对能力。除此之外,借助对自动化装配系统的应用,能够为机械装配提供大量的生产数据与实现对工艺流程的实施监控,也为生产绩效评估与生产规

划提供有效支持,不断优化工序规划,提高装配效率,实现生产的降本增效。

3 机械装配工艺中自动化设备的应用

3.1 机器人技术

对于机械装配工艺优化而言,机器人技术的应用有着十分重要的作用,能够为机械装配提供生产速度、精度、重复性方面的有效控制,实现生产效率与控制水平的有效提升。机械装配过程中机器人技术的应用较为广泛,包括在零部件搬运、配件焊接、生产涂装、组装等方面的应用,能够有效提高装配工艺应用与控制的灵活性,尤其是机器人技术的可编程特性,很好地满足了各种类型产品生产的要求。例如,在机器人在自动装配流程上的应用,能够实现对零部件的精准抓取、定位、组装,有效降低了人为操作产生的装配误差,提高了机械装配的可靠性。机器人还能够胜任高温、高压等高危环境的作业要求,很好地保障了生产人员的人身安全。除此之外,机器人还能够实现不知疲倦的连续作业,不受人为因素干扰,尤其是视觉系统、传感器、自主导航等的融合应用,使得机器人即便是面对更为复杂的装配任务,也能够在不需预先编程的指令控制,也能够实现有效决策。应对不同产品需求的较好自适应性与学习能力,也是机器人技术在柔性制造、定制制造领域应用越发深入的重要原因^[2]。

3.2 自动化工作站

简单来说,自动化工作站就是集成了多种自动化设备、工具的装配站,能够实现对零部件的自动化装配、检测、测试,大幅精简了人工操作的环节。在自动化工作站中,机器人、自动化工具、传送系统、传感器、视觉系统等自动化设备可以实现高度的协同作业,高效完成各项装配任务。基于自动化协同作业,有效提高了机械装配效率,产品的装配流程的准确性、一致性都得到了较大幅度的提升。同时将检测设备、测试设备集成于自动化工作站,能够实现对装配过程中的潜在问题进行即时识别、纠正,提高产品生产的合格率。自动化工作站的灵活性较高,对于产品型号变化等生产需求变化的适应性较强,只需对夹具等工具进行重新编程、更换,即可以较短时间完成对不同产品生产模式的切换,提高了装配线的利用效率,以及提高了对生产环境适应的可靠性,有效避免生产危险因素与人员之间的接触,有利于改善生产条件。

3.3 智能传感器

机械装配工艺中智能传感器的应用实现了通信、计算、识别等能力的有效集成,能够完成对数据的实时采集、分析、传输,是机械装配实施监控体系中的重要应用。机械装配的零部件定位、环境条件检测、工具状态监测等环节中,智能传感器都有着较为重要的应用。在智能传感器的应用下能够实现零部件位置、特征等的精确测量,提高自动化设备装配的精确性。对于装配异常等的检测、报告方面,智能传感

器的应用也是十分重要,能够及时针对零部件缺陷、装配工具故障等采取妥善处理措施,降低废品产出率^[3]。此外,智能传感器、数据分析系统、自动化设备之间的有效集成,实现了对机械装配过程的实时监控与远程诊断,以便于对装配过程状态的实时查看、分析,通过对潜在问题的预测,采取有效的防控措施,确保生产的安全、高效。

4 机械装配工艺优化与效率提升方法

4.1 仿真与虚拟设计

借助对 CAD、CAE 等先进计算机工具的应用,针对零部件、工具、设备等机械装配工艺应用构建精确的数字模型,在虚拟环境中实施仿真装配,对实际装配过程进行模拟,进而实现对零部件之间的交互性能、装配工艺流程、装配工具适用性等的详细分析,进而对装配过程中的潜在问题以及生产瓶颈及时地发现、处理。在进行实际生产之前,借助这种虚拟环境都可以对生产进行反复多次的测试、优化,避免实际生产错误成本。除此之外,在仿真与虚拟设计环境下,许多不同的装配工艺策略都能得到充分的探索、测试,有利于对机械装配工艺顺序与布局的合理优化,以及通过模拟设备性能评估等,使得零部件移动、生产等待时长、生产效率等都得到合理优化。

4.2 价值流映射

发挥价值流映射作用,使得机械装配工艺中的潜在浪费得到更为深入、全面地挖掘,对生产过程小红价值添加、非价值添加等活动进行精确识别,提高生产水平。价值流映射下的机械装配工艺中的各个环节,如零部件流动、信息传递、生产控制等都得到详细的记录、绘制,为机械装配工艺中的延迟、瓶颈、积压、中断等问题的准确识别提供了可视化的方法,通过对工艺环节流程耗时、资源消耗等情况的可视化分析,明确工艺改进方向,如优化运输距离、材料存储、精简工序、减少冗余检验等,避免不必要的资源浪费。

4.3 供应链优化

加强对供应链的合理优化能够提高机械装配环节之间的协同作业水平,优化库存成本,避免生产时间浪费,提高

机械装配工艺的应用效率。在机械装配过程中,加强需求规划、优化库存盘点、完善供应合作流程等,都是供应链优化的重要内容。对于机械装配而言,所涉及的零部件都需要在正确的时间、地点、数量上实现匹配上线,这就需要确保需求预测的较高准确性,实现最优的库存水平控制,以及确保供应链的较好透明度。供应合作信息的高度共享,为机械装配零部件供应预留了充足的时间与空间,尤其是对交付时间、装配工序时间表等的精确把控,有效避免了供应链中断的风险^[4]。除此之外,有效的供应链优化,还有利于对库存成本的控制,提高资源的利用效率。

4.4 材料、零部件优化

机械装配工艺效率的提升,需要重视加强对材料和零部件的优化。通过对材料的合理选择,实现对产品的轻量化生产,同时降低生产强度,提高成品的耐用性,以及材料性能的提升,还有利于降低装配工序负担。零部件的优化与材料的合理选择能够提高机械装配生产的经济效益。再加上材料、零部件都是供应链中的关键因素,优化材料、零部件的应用也是优化供应链的重要措施,避免出现供应中断或者库存积压等问题。

5 结语

综述可知,机械装配工序的规划与优化,以及自动化设备的应用,成为现代化机械装配发展的重要趋势,通过对仿真与虚拟设计、价值流映射、供应链优化、材料与零部件优化策略的应用,能够有效提高机械装配工艺与效率,推动制造业的智能化发展。

参考文献

- [1] 王擎宇.机械装配工艺与效率提升研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2024(003):000.
- [2] 马冠群.工程机械装配工艺现状与发展趋势研究[J].Mechanical & Electronic Control Engineering, 2023, 5(8).
- [3] 张楠,毕佳.飞机制造企业中机械装配工艺的要点分析[J].中国航班, 2023:17-19.
- [4] 常彦卿,刘文杰.关于机械零部件过盈配合装配工艺探究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2022.

Fine management analysis of electric power engineering construction projects

Liqing Liao

State Grid Yongzhou Power Supply Company, Yongzhou, Hunan, 412500, China

Abstract

In the power industry, the power engineering construction project is a huge and complex system engineering, and the difficulty and challenge degree of its management work are increased accordingly. In view of this situation, the fine management of electric power engineering construction projects emerged at the historic moment. This paper discusses the methods and measures of fine management of power engineering construction projects from the aspects of improving the management system, optimizing the project design, the control of construction quality, the control of construction progress and the control of construction cost, hoping to provide reference for the research and practice in this field.

Keywords

electric power engineering; construction project; fine management

电力工程建设项目精细化管理解析

廖李清

国网永州供电公司, 中国 · 湖南 永州 412500

摘 要

在电力行业中, 电力工程建设项目是一个庞大而复杂的系统工程, 其管理工作的难度和挑战程度都相应地增加。针对这种情况, 电力工程建设项目精细化管理应运而生。本文从完善管理体系、优化项目设计、把控施工质量、严抓施工安全、把控施工进度、控制施工成本等多个方面深入探讨电力工程建设项目精细化管理的方法与措施, 希望能为该领域的研究和实践提供借鉴和参考。

关键词

电力工程; 建设项目; 精细化管理

1 引言

随着电力工程的复杂性和规模的不断增加, 传统的管理方法已经不再适应项目的需求。精细化管理强调对项目各个方面的细致把控和精确管理, 它注重项目前期的全面策划, 也强调设计阶段的深化与优化, 还涵盖了施工过程的精密化管理。因此, 该管理模式能够有效应对电力工程的复杂性和规模, 并通过细致把控和精确管理提高项目的执行效率、降低风险以及提升工程质量和安全性。本文详细探讨了电力工程建设项目精细化管理的相关举措, 为我国电力工程的项目施工提供有利的信息参考, 具体的研究内容如下。

2 完善管理体系

电力工程建设项目的执行过程中, 完善管理体系是精

细化管理中的一个重要措施。管理体系包括规章制度、管理程序、沟通协调机制、信息管理系统以及人员配备等方面。建立科学完善的管理体系有助于提高项目执行效率, 降低风险和提升质量。首先, 需要建立项目管理规程和手册。针对各个阶段制定科学合理的管理流程和标准, 明确各项工作职责、权限、具体实施方案等, 为项目管理提供规范化和流程化保障。其次, 需要建立各类管理程序。例如: 设计变更管理程序、质量问题管理程序以及安全管理程序。这些程序起到了及时发现问题、纠正偏差以及提高协调配合等作用^[1]。而建立信息化管理系统也是完善管理体系的重要措施之一。通过信息化技术, 将项目的各个环节进行系统化而又紧密协调的管理, 实现数据共享、信息整合和追溯等功能, 为制定决策提供科学依据, 为管理层提供准确、及时、全面的信息支持。最后, 要注意人员配备。精细化管理需要专业化的团队来实施, 对项目经理、工程师等各类管理人员的技能水平、管理经验、沟通协调能力等方面有着严格要求。因此, 要注重人员的素质培养、评价机制以及培训机制的建设。完善管

【作者简介】廖李清, 男, (1987-) 汉族, 湖南株洲人, 硕士研究生学历, 工程师, 研究方向为微电网新能源研究。

理体系是精细化管理的重要措施之一。在实际操作过程中，应该充分考虑管理体系所需要的内容和建设步骤，掌握各种工具和方法，不断改进和优化项目管理体系，以实现项目的高效、高质量、低风险、低成本的目标^[2]。



图 1 电力工程施工作业

3 优化项目设计

优化项目设计是电力建设工程项目精细化管理的重要措施之一。通过合理的设计方案和深化设计的实施，可以降低施工风险和成本，提高工程质量和进度的控制能力。首先，在项目设计阶段，需要充分考虑电力工程的实际情况和技术要求，结合相关标准和规范，制定合理的设计标准和技术参数^[3]。例如，在电力线路设计中，可以使用公式如下计算导线截面积： $A = I / (K \times G \times U \times PF)$ 其中，A 表示导线截面积，I 表示电流，K 表示系数，G 表示电流容量计算参数，U 表示电压，PF 表示功率因数。其次，需要进行充分的可行性和优化分析。通过使用现代技术工具和软件，可以进行电力系统模拟和优化计算。例如，使用潮流计算软件对系统的电压、功率分配、潮流路径等进行分析，以确保系统稳定性和安全运行。另外，利用先进的设计工具和技术，如 BIM（建筑信息模型）和 CAD（计算机辅助设计），对电力工程进行全面的三维建模和可视化呈现。这样可以帮助设计人员更好地理解和分析项目的细节，减少设计错误和变更，提高设计效率和质量。还可以采用价值工程（VE）方法，通过评估设计方案中的成本和性能，寻求最佳的设计解决方案。通过建立成本 - 效益分析模型，包括成本公式、效益公式和风险公式等，来评估不同设计方案的经济效益和可行性。因此，通过合理运用公式和数据信息，综合考虑技术、经济和风险等因素，可以提高设计方案的科学性和可操作性，以实现项目的高效、高质量的目标^[4]。

4 把控施工质量

通过对施工环节的严谨监管和质量控制，可以提高工程质量、减少质量问题和安全风险。首先，需要建立质量管理体系。该体系包括施工质量控制计划、验收标准、检测方法等。在电力工程施工过程中，可以利用统计学的方法进行

质量控制的分析和评价。例如，通过过程能力指数（Cp）和过程能力指数（Cpk）来评估工程质量的稳定性和一致性。公式如下： $Cp = (USL - LSL) / (6\sigma)$ 、 $Cpk = \min[(USL - \mu) / (3\sigma), (\mu - LSL) / (3\sigma)]$ 。其中，USL 为上限规格，LSL 为下限规格， σ 为标准偏差， μ 为均值。其次，需要进行全过程监管。通过使用现代技术手段和设备，如智能传感器、无人机和监控系统等，实时监测施工过程中的关键参数和指标，如温度、湿度、振动等。同时，利用数据分析和处理工具，如人工智能和大数据分析，对监测数据进行实时分析和预警，以及对潜在问题进行预测。另外，要加强施工人员的素质培养和专业技能培训。通过提高施工人员的技术水平和安全意识，促使他们严格按照设计要求和标准进行工作，做到工序严密、质量可控。最后，建立健全的质量反馈机制。及时收集、分析和总结施工过程中的质量问题和不良事件，对存在的问题进行分析与改进，以提高施工质量和预防类似问题的再次发生^[5]。



图 2 电力工程施工现场

5 严抓施工安全

通过全面规范的安全管理措施，可以最大程度地保障施工人员的安全和财产安全。首先，需要建立安全管理体系。包括安全管理制度、安全操作规程和安全培训等。安全管理体系可采用风险评估公式来进行评估，例如，风险值（R）的计算公式如下： $R = C \times V \times P$ 。其中，C 表示事故的后果程度，V 表示事故发生的可能性，P 表示事故发生的频率。其次，强化施工现场管理。通过设立施工现场指挥部、设置安全警示标识、划定安全警戒线等，确保施工现场的秩序和安全。另外，要加强安全培训和教育。对施工人员进行安全知识的培训，包括防护措施、紧急应急措施等，并配备必要的个人防护装备，如安全帽、安全鞋等。此外，利用现代技术手段来提升施工安全。例如，使用无人机技术进行施工现场巡查和监测，使用智能传感器和报警装置实时监测施工现场的安全状况。同时，借助大数据和人工智能技术进行施工安全数据的分析和预警，及时发现潜在的安全风险。最后，建立健全的事故报告和处理机制。对施工现场发生的

事故进行及时报告和调查,并采取相应的纠正措施和预防措施,以避免类似事故再次发生^[6]。

6 把控施工进度

把控施工进度是电力工程建设项目精细化管理的重要措施之一。通过科学合理的进度安排与监控,可以确保项目按时完成,高效利用资源,并实现项目目标。首先,需要进行详细的进度计划制定。利用 PERT (项目评估与审计技术) 或 CPM (关键路径法) 等方法,确定项目各个工序的时间节点和工期。其中,CPM 方法可以通过如下公式计算工序的最早开始时间(ES)、最晚开始时间(LS)、最早完成时间(EF)和最晚完成时间(LF): $ES = \text{Max}(\text{前置工序的 EF})$ 、 $LS = LF - \text{工期}$ 、 $EF = ES + \text{工期}$ 、 $LF = \text{Min}(\text{后续工序的 LS})$ 。然后,进行进度监控与控制。通过建立进度控制指标和阶段性里程碑,并利用现代技术手段,如项目管理软件、工程信息系统等,进行实时的进度监控。通过对实际进度与计划进度的对比,及时识别延迟和偏差,并采取相应的调整措施。另外,要加强团队协作和沟通。确保各参与方充分了解项目进度计划与要求,明确各自的职责和工作内容,及时沟通和解决问题,避免任务交叉和进度冲突。最后,建立进度风险管理机制。通过潜在风险的识别、评估与分析,制定相应的应对措施,降低风险对项目进度的影响。其中,风险值(R)的计算公式可参考如前所述的风险评估公式。

7 控制施工成本

通过科学合理的成本管理和控制,可以有效降低项目成本,提高项目经济效益。首先,需要进行详细的成本预算与计划。根据项目的需求和设计要求,制定成本预算,并根据施工进度制定成本计划。成本计划可采用如下成本控制指标: 预算成本(BC): 指根据项目需求和设计要求制定的预计成本。实际成本(AC): 指实际发生的成本。完工估算成本(EAC): 指预计项目完工时的总成本。进度估算成本(SV): 指计划成本与实际成本之间的差异。其中,成本偏差(CV)可以通过如下公式计算: $CV = BC - AC$ 。其次,

进行成本监控与控制。通过建立成本控制指标和阶段性检查点,监控实际成本与预算成本的偏差情况。根据偏差情况,采取相应的成本控制措施,如优化资源配置、调整进度安排、降低成本风险等。另外,要加强供应商和承包商的管理。明确合同中的成本约定和支付方式,加强与供应商和承包商的合作与沟通,确保合理的成本控制和投资回报。同时,采用现代技术手段提高成本管理的效率。如使用成本管理软件、成本监控系统等,实现实时的成本数据收集、分析和报告,为决策提供可靠的数据支持。最后,建立成本风险管理机制。通过潜在风险的识别、评估与分析,制定相应的风险应对措施,降低风险对项目成本的影响。

8 结语

精细化管理需要充分借助信息系统的支持,包括工程进度、供应商管理、工程成本、人员管理等方面的信息化管理。通过借助信息系统的优势,结合完善管理体系、把控施工进度、控制施工成本、严抓施工安全等措施,不仅能够实现对工程建设的全过程的监控,同时也有助于管理者和决策者进行及时的决策,从而实现项目管理高效化、信息化和数字化。

参考文献

- [1] 胡常青. 电力工程施工安全管理与质控路径探讨 [J]. 工程建设与设计, 2023, (18): 211-213.
- [2] 武雅君. 浅析电力工程项目管理模式发展现状 [J]. 电气技术与经济, 2023, (06): 222-223+226.
- [3] 李再丽. 电力工程中的电气自动化技术应用 [J]. 信息系统工程, 2023, (08): 56-59.
- [4] 井维波. 电力工程中的施工技术规范研究 [J]. 自动化应用, 2023, 64 (08): 147-149.
- [5] 黄雪兰. 电力工程系统中自动化技术的应用 [J]. 光源与照明, 2023, (06): 195-197.
- [6] 彭丹. 电力工程管理中的安全策略分析 [J]. 电子技术, 2023, 52 (06): 121-123.

Analysis of Common Problems and Solutions in Water Conservancy Engineering Design

Yanping Wen

Xinjiang Changji Fanghui Hydropower Design Co., Ltd., Changji, Xinjiang, 831100, China

Abstract

Water conservancy engineering is an important link between nature and society, playing a crucial role in resource development, utilization, regulation, and protection. However, with the deepening of economic development and ecological civilization construction, water conservancy engineering design faces complex technical challenges and environmental constraints. This article analyzes common problems in current water conservancy engineering design from the aspects of design schemes, resource management, environmental assessment, hydrogeology, and construction technology, including unreasonable design, unscientific resource utilization, insufficient environmental assessment, and inadequate construction technology management. To address these issues, systematic measures such as optimizing design schemes, strengthening resource management, improving prediction accuracy, enhancing environmental assessment, and improving construction management level are proposed. By introducing cutting-edge technologies such as virtual simulation, artificial intelligence, and big data, we can promote efficient collaboration between design and construction, drive sustainable development of water conservancy projects, and provide strong support for the coordination of ecological protection and social benefits.

Keywords

water conservancy engineering; Design optimization; resource management

水利工程设计中的常见问题及解决对策浅析

文艳萍

新疆昌吉方汇水电设计有限公司, 中国·新疆 昌吉 831100

摘 要

水利工程是连接自然与社会的重要纽带,在资源开发、利用、调节和保护中具有关键作用。然而,随着经济发展和生态文明建设的深入,水利工程设计面临复杂的技术挑战与环境约束。本文从设计方案、资源管理、环境评估、水文地质、施工技术等方面分析了当前水利工程设计中的常见问题,包括设计不合理、资源利用非科学性、环境评估不足及施工技术水平不足等。针对这些问题,提出优化设计方案、加强资源管理、提高预测精度、强化环境评估以及提升施工管理水平等系统性对策。通过引入虚拟仿真、人工智能、大数据等前沿技术,促进设计与施工的高效协同,推动水利工程向可持续方向发展,为生态保护与社会效益的协调提供有力保障。

关键词

水利工程; 设计优化; 资源管理

1 引言

水利工程作为人与自然交互的重要纽带,在防洪减灾、供水保障、生态保护等方面发挥着不可替代的作用。其核心任务是对水资源进行合理开发、科学调度和有效保护,以满足人类社会生产生活的多样化需求。然而,随着经济社会的迅猛发展和生态文明建设的深入推进,水利工程设计在技术、管理及生态协调性方面面临越来越复杂的挑战。传统的设计方法以工程本身的功能需求为导向,往往忽略了区域自然条件、生态承载能力以及长期发展目标的综合考量,导致

资源浪费、环境破坏及经济损失等问题频发。同时,气候变化与极端天气事件的增加,进一步加剧了水利工程设计难度和风险。面对这些挑战,深入研究水利工程设计中存在的问题并提出优化对策,已成为行业发展的迫切需求与学术研究的重点方向。这不仅关乎工程的安全与效益,也对水资源的可持续利用和生态环境的保护具有深远意义。

2 水利工程设计中的常见问题

2.1 设计方案不合理

设计方案的不合理性是水利工程中频繁出现的问题,其核心原因在于对区域自然条件的分析。在选址阶段,许多项目未能深入了解地形地貌特点导致方案偏离实际需要。例如,一些工程在区域地质条件不稳定的地带修建大坝未能充

【作者简介】文艳萍(1986-),女,中国陕西户县人,本科,副高级工程师,从事水利工程规划设计研究。

分考虑滑坡潜在风险。水文特征的忽视也使工程在汛期难以承受洪水压力，枯水期则无法满足生态流量需求。这种前期认知的不足增加后期施工的复杂性，设计方案缺乏对周边自然环境与社会需求的系统性考量，导致工程定位偏差，最终使资源浪费和经济损失成为不可忽视的后果。

2.2 水资源利用不科学

水资源利用的非科学性在很多水利工程中都表现得尤为突出，特别是在追求短期效益和工程规模的情况下。一些设计人员过于关注灌溉供水量或发电能力，而忽视了区域水资源的承载能力。例如，在缺水地区设计大型引水工程，未考虑当地生态用水的最低需求，结果造成河流断流湖泊萎缩甚至湿地退化，生态系统遭受巨大冲击。另外对于区域用水需求的动态变化缺乏科学预判，使得工程建成后难以满足实际需求，导致资源分配矛盾加剧^[1]。

2.3 环境影响评估不足

传统的环境影响评估往往流于表面，未能深入分析工程建设对生态系统的长期影响。特别是在生态脆弱地区，水利工程的建设可能导致生物多样性减少以及区域微气候变化等一系列负面生态效应。

2.4 地质条件与水文气象预测问题

地质条件和水文气象预测的偏差是水利工程设计中不可忽视的难点。这些问题源于传统预测手段在面对复杂自然环境时的局限性。如在地质条件复杂的地区，常规的勘察手段难以全面掌握地下岩层结构的稳定性，导致施工过程中发现基础沉降问题。另外水文气象预测不足可能使工程设计未能充分应对极端气候事件，如超强台风或异常洪水。气候变化加剧了这种不确定性，增加维护成本和社会风险。

2.5 施工技术管理问题

施工技术管理问题往往源于设计方案与施工条件之间的脱节，在实际建设过程中，一些设计方案过于理想化，忽略了现场施工设备的限制，导致频繁的临时性调整。如在设备不足的情况下强行实施高难度施工方案，导致施工效率低下或质量问题频发。此外先进施工技术的缺乏使得某些高精度要求的工序无法达到设计标准，最终影响整体工程的使用性能。这种设计与施工脱节的现象显著增加工程成本，导致工程进度一再延误，造成额外的社会影响。

2.6 设计图纸与实际施工不符

设计图纸与实际施工不符的问题在实践中屡见不鲜，这种不一致性源于设计过程中对现场实际情况把握不足，以及设计人员与施工人员之间缺乏有效沟通。结果是工程质量和效率大打折扣，甚至出现严重的安全隐患。

3 水利工程设计问题的解决对策

针对问题，水利工程设计需要采取系统整体性的方案。

3.1 优化设计方案

优化设计方案是水利工程科技创新的核心突破点，工

程师要构建一个全新的跨学科协同设计生态系统，打破传统单一专业壁垒。如建立虚拟仿真实验室，聚集地质学家、水文专家、生态学者和工程技术人员，共同构建数字孪生平台。此平台将运用超高性能计算技术，模拟区域地质环境的微观和宏观变化。人工智能算法将实时分析海量地质数据，快速识别潜在风险区域。还要引入量子计算技术显著提升数值模拟的精确度。工程师以通过沉浸式虚拟现实系统，直观展示和分析复杂地理环境，为设计方案提供更为精准的技术支撑。这种多维度智能化的设计方法将彻底革新传统水利工程设计模式。

3.2 加强水资源科学管理

实现水资源的科学管理要建立动态化的资源监测与调控体系，贯穿水利工程设计的全过程。利用遥感技术，可定期获取区域水文动态数据，如地表水分布、地下水位波动等，建立实时更新的水资源数据库。大数据分析可整合这些数据并结合气候模型预测未来水资源供需变化，提前为设计方案提供支持。接着设计阶段还需引入人工智能技术，通过模拟不同水资源调配方案的效果，优化水量配置。例如在灌溉水利工程中，利用监测土壤湿度和作物生长需求，动态调整灌溉量达到精准用水的目的。而且水资源管理还需关注生态系统的承载能力，制定区域性的用水上限避免因过度开发破坏自然水循环。同时为应对气候变化带来的不确定性，可设计多层次的水资源调控系统，如利用分布式蓄水装置和梯级调水设施来缓解供需矛盾^[2]。

3.3 强化环境影响评估

环境影响评估正在经历一场技术革命，生态系统技术将成为水利工程环境评估的重大突破。通过综合基因组学和人工智能技术，科研团队可以构建高度拟真的生态系统模拟环境。先进的生态因子建模技术能够精确量化工程建设对生物多样性的潜在影响。基于量子传感技术的生态监测设备，可实时捕捉生态系统中最微小的变化。生态系统服务价值的量化评估方法将环境影响从定性分析转变为数字化精确测算。跨学科生态补偿模型将为水利工程设计提供更为全面的生态保护方案。利用此等建立生态系统碳交易平台，实现经济发展和生态保护的动态平衡。

3.4 提高勘察与预测准确性

为了提升勘察与预测的准确性要借助先进的探测实现数据的全面采集和智能化处理。地质勘察中，大规模应用地质雷达技术可以高效获取地下岩层结构，无人机航测则能够快速扫描地表地形变化，生成精细化的三维地貌图。在水文气象预测中利用高分辨率卫星影像与智能算法结合，构建区域水文模型，精确预测降雨分布。GPS定位技术与实时监测设备的结合，可动态捕捉地质活动与水文要素的变化趋势，为设计决策提供数据支持。还有机器学习技术可以根据历史气象数据，模拟出多种极端气候情境下的工程响应，为工程设计增加安全冗余。利用的综合应用，能够大幅减少信

息不确定性，为水利工程的抗灾能力和长期效益提供保障。

3.5 提升施工技术管理水平

施工技术管理正在步入数字化新纪元，如建筑信息模型技术将实现水利工程设计和施工的全过程数字化协同。基于区块链的智能施工管理平台将提供工程全生命周期的可追溯性。无人机和机器人技术在复杂地形勘察和施工过程中将发挥越来越重要的作用。增强现实技术可以将设计方案精确叠加到实际施工现场，帮助施工人员实现毫米级精准对标。人工智能驱动的施工管理系统能够实时识别潜在技术风险并提供智能预警。因此构建虚拟现实培训系统，施工人员可在数字孪生环境中进行技能训练和风险模拟。先进的材料科学技术将为水利工程施工提供更为高性能的新型材料和施工装备^[3]。

3.6 加强设计与施工的协调

设计图纸与实际施工契合度问题将通过前沿技术得到根本性解决，增强现实和虚拟现实技术将实现设计图纸与现场环境的精确匹配。三维激光扫描技术可获取超高精度的地形数据，并与原始设计方案进行实时动态比对。基于人工智能的辅助设计系统将根据现场实际情况自动优化设计方案。区块链技术将为工程档案管理提供不可篡改的数字追踪系统。利用构建智能协同设计平台，设计团队和施工团队可以实现跨时空的实时信息共享。先进的仿生设计算法将从自然界获取灵感，为水利工程设计提供更为智能高效的解决方案。比如在中国新疆某市中引水工程中，设计与施工协调的创新技术应用提供了一个成功案例。该工程是中国西北地区最大的水资源调配工程之一，涉及复杂的地质条件的引水隧洞建设。在施工过程中项目团队采用了 BIM(建筑信息建模)技术，将三维设计图纸与施工现场环境进行精准匹配。通过无人机航测与三维激光扫描技术，实时获取地形地貌变化数据，并动态调整施工方案以适应复杂地质条件。而且增强现

实技术 (AR) 被用于现场施工管理，施工人员通过 AR 设备直观了解设计图纸和施工状态的差异，极大减少施工错误。另外，人工智能算法也在该项目中发挥了重要作用用于分析施工进度，及时识别潜在风险并优化施工计划。为了保证工程档案的完整性与可追溯性，区块链技术被应用于项目档案管理系统，实现了从设计到施工的全生命周期信息管理。这些技术的协同应用有效提升了工程质量，缩短了工期同时降低了成本。该案例展现了科技在水利工程设计与施工协调中的强大潜力，为未来类似工程提供了宝贵经验。

4 结语

水利工程设计作为一项复杂的系统工程，其高质量实施直接关系到社会经济发展与生态环境保护。通过对设计方案优化、水资源科学管理、环境影响评估、勘察预测精准化以及施工技术管理等多方面问题的分析和解决，水利工程设计逐渐摆脱传统模式的局限性，向多学科融合和智能化发展迈进。新兴技术如人工智能、遥感技术和大数据分析的应用，为解决设计与施工中的难点问题提供了创新性支持。与此同时，设计与施工的协调机制不断完善，确保了设计目标与现场实施的高度一致性。水利工程的未来发展需要以生态保护 and 可持续发展为核心理念，在解决技术问题的同时兼顾社会效益与环境效益。只有通过全面的技术创新和管理优化，才能更好地应对复杂的自然条件和社会需求，为经济社会发展提供坚实的水利基础保障。

参考文献

- [1] 周永军. 水利工程设计中的常见问题及解决对策经验分析[J]. 智能城市, 2019, 5(14): 203-204.
- [2] 冯立忠. 水利工程设计中的常见问题及解决对策分析[J]. 居舍, 2018, (34): 170+175.
- [3] 杨杰. 探讨生态水利工程设计中亟待解决的问题和对策[J]. 低碳世界, 2018, (07): 54-55.

Design and Optimization Strategy of Efficient Power Supply System for Comprehensive Mining Face in Coal Mine Underground

Yong Zhao Xun Gong

Tiefa Coal Industry Group Construction Engineering Co., Ltd. Mining Construction Engineering Branch, Diaobingshan, Liaoning, 112700, China

Abstract

The stability and reliability of the power system in the comprehensive excavation working face of coal mines are directly related to the safety production and work efficiency of the mine. Although the existing power system can meet basic needs, there are problems such as equipment aging, large load fluctuations, and uneven power supply, which affect the operational efficiency and stability of the system. This article analyzes the current situation and problems of the power system in the comprehensive excavation working face of coal mines, and proposes an efficient power supply system design scheme based on intelligent control, load forecasting, and scheduling optimization. By reasonably configuring redundant power sources, optimizing load distribution, and combining intelligent scheduling and fault diagnosis technology, this study aims to improve the safety, reliability, and economy of coal mine power systems.

Keywords

underground coal mine; Comprehensive excavation working face; Power system; Load forecasting; Intelligent scheduling

煤矿井下综掘工作面高效供电系统设计及优化策略

赵勇 龚勋

铁法煤业集团建设工程有限责任公司矿山建设工程分公司, 中国·辽宁 调兵山 112700

摘 要

煤矿井下综掘工作面电力系统的稳定性和可靠性直接关系到矿井的安全生产与工作效率。现有电力系统虽然能够满足基本需求, 但存在设备老化、负荷波动大、电力供应不均等问题, 影响了系统的运行效率和稳定性。本文通过分析煤矿井下综掘工作面电力系统的现状与问题, 提出了一种基于智能化控制、负荷预测与调度优化的高效供电系统设计方案。通过合理配置冗余电源、优化负荷分配, 并结合智能调度与故障诊断技术, 本研究旨在提高煤矿电力系统的稳定性、可靠性与经济性。

关键词

煤矿井下; 综掘工作面; 电力系统; 负荷预测; 智能调度

1 引言

煤矿井下综掘工作面是煤矿生产过程中至关重要的环节, 涉及大量的机械设备、电力照明、通风等系统的运行。这些系统对煤矿的安全生产、工作效率以及能源消耗具有直接影响。因此, 井下供电系统的设计与管理对煤矿的运营至关重要。本文的主要目的是设计和优化煤矿井下综掘工作面供电系统, 提高其安全性、可靠性、经济性及智能化水平。系统性地探讨煤矿井下综掘工作面电力系统的优化设计, 力求为煤矿行业提供一套具有实用性和前瞻性的供电系统优化方案。

2 煤矿井下综掘工作面电力需求与现状分析

2.1 现有供电系统的组成与问题

当前煤矿井下综掘工作面的电力系统主要由变电所、主配电系统、分配电路、应急电源系统和电气设备等构成。变电所是电力系统的核心组成部分, 其作用是将地面高压电转换为适用于井下设备的低压电, 并通过主配电系统向井下设备提供稳定电力。输配电系统负责将电力传输至各个工作面, 确保采煤机、液压支架等设备能够正常运转。为了提升供电系统的可靠性, 井下电力分配通常采用环网或辐射型结构, 通过电缆和开关设备向各工作面分配电力。尽管现有的电力系统能够在一定程度上满足综掘工作面的基本电力需求, 但仍存在一些突出问题^[1]。由于综掘工作面电力负荷波动大, 现有供电系统在负荷较高时容易出现电力供应不均的

【作者简介】赵勇（1982-），男，中国辽宁法库人，本科，工程师，从事电气工程研究。

情况,造成部分设备电力不足或过载。这种情况尤其在设备启停时表现得尤为明显,电力供应的不均衡严重影响了设备的正常运行和生产的连续性。

设备老化问题也显著影响了电力系统的可靠性。煤矿井下的电气设备长期运行在高温、高湿和高粉尘等恶劣环境下,导致设备的老化速度较快。老化的设备故障频发,尤其在负荷较大的时候,更容易出现电力中断或故障停机的现象。这不仅降低了供电系统的稳定性,还增加了设备维护和更新的成本,进一步影响了系统的运行效率。与设备老化问题相关的是系统的能效问题。现有电力系统的运行效率较低,尤其在负荷较轻时,系统容易出现低功率因数现象,从而造成电能浪费。这种低效率运行不仅增加了能源消耗,还降低了系统的经济性和可持续性。故障频发也是当前电力系统面临的另一大问题。由于缺乏有效的故障预警机制,系统在出现故障时往往无法及时响应,导致电力中断时间过长,影响生产效率和矿井的安全性。

2.2 存在问题的根源分析

煤矿井下综掘工作面电力系统存在的诸多问题,其根源可从技术、管理和外部环境等多个方面进行分析。从技术角度来看,负荷预测和调度技术的滞后是导致电力供应不稳定的关键原因。煤矿井下的电力负荷波动较大,现有的负荷预测模型难以准确捕捉到负荷的动态变化,导致电力资源的配置不合理,系统难以有效应对负荷波动。此外由于电力系统的智能化水平较低,设备运行状态和电力需求的实时监控不足,导致系统在负荷变化时无法及时调整和优化,进而影响供电系统的稳定性^[2]。从管理方面来看,煤矿井下电力系统的管理模式较为传统,依赖人工经验进行故障排查和设备维护,缺乏高效的管理系统。由于没有完善的智能化调度和监控系统,电力系统的管理无法适应井下复杂的作业环境和突发故障。传统的管理模式容易忽视系统的长远发展和优化,导致电力系统难以实现高效、智能化管理。

外部环境的影响也是导致电力系统问题的重要因素。井下环境的高温、高湿、瓦斯气体等因素对设备的影响较大,设备在恶劣环境下长期运行容易加速老化和损坏。此外,煤矿井下复杂的地理条件和作业环境也使得电力系统的设计与运行面临更高的难度。这些外部因素的干扰使得电力系统的稳定性和可靠性大大降低,需要采取更为先进的技术手段和管理方法进行应对。因此解决煤矿井下电力系统存在的问题,必须从技术、管理、环境等多方面着手,通过提升负荷预测与调度能力、优化设备管理和引入智能化控制技术,来提升电力系统的整体性能和可靠性。这些改进措施不仅能够提高煤矿井下生产的安全性和稳定性,还能有效降低电力系统的能耗和运行成本,为煤矿的可持续发展奠定基础。^[1]

3 高效供电系统设计原则与技术路线

在设计煤矿井下综掘工作面高效供电系统时,应遵循

以下基本原则,并明确技术路线,以确保系统的高效、安全、可靠运行。负荷平衡原则是设计中的核心要求。综掘工作面涉及众多设备,这些设备的功率需求差异较大,负荷波动性显著。为了应对这一挑战,必须合理配置电力资源,确保系统在不同负荷需求下保持平衡。通过精确分析设备功率需求、负荷波动规律及工作周期等因素,能够有效避免因负荷不均导致的过载或电力供应不足,确保系统在负荷变化的情况下稳定运行。图1展示了煤矿井下综掘工作面电力系统的智能调度与负荷预测模型框架。此框架图从数据采集、负荷预测、调度优化到实时反馈调节,完整描述了高效电力系统设计中的关键技术流程。通过这一技术框架,能够实现负荷波动的精准预测和电力资源的高效调度,确保煤矿井下综掘工作面电力系统在负荷变化时能够稳定运行。

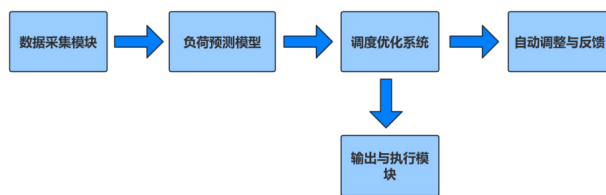


图1 电力负荷预测与调度优化框架图

煤矿井下环境复杂且具有较高的不确定性,这要求电力系统具备较强的应急能力。冗余设计通过增加备用电源、配电线路及关键组件配置,确保在主电源系统发生故障时,备用电源能够迅速切换,保障电力供应不中断。冗余不仅提高了电力系统的可靠性,还能显著降低单点故障的风险,确保矿井生产的连续性。智能调度与负荷预测是应对负荷波动的有效手段。电力负荷的预测技术通过对历史负荷数据的深入分析,能够精确捕捉负荷的变化趋势,进而实现电力需求的提前预判和系统的优化调度。在实际应用中,智能调度系统能够根据实时负荷动态调整电力分配,不仅能够平衡高峰负荷与低谷负荷之间的差异,还能根据负荷波动的预测结果,自动优化电力分配策略,提升整个系统的运营效率^[3]。故障预警与诊断是保障电力系统可靠性的关键环节。在电力系统中,设备故障的预警与及时诊断能够最大限度地减少故障对生产的影响。通过引入智能化的故障诊断技术,结合故障树分析(FTA)和模糊逻辑控制技术,能够有效识别潜在故障并提前发出警报,防止故障发生。此类技术不仅增强了电力系统的监测能力,还能够在故障发生的初期进行快速反应,减少系统停机时间,从而提升系统的应急响应能力和整体可靠性。

为了实现高效供电系统的设计目标,本研究提出了一套系统化的技术路线,涵盖从基础架构建设到智能化调度的多个方面。系统设计将重点构建一个冗余可靠的电力供应链条,确保煤矿井下综掘工作面各类设备在任何环境下均可稳定运行。电力系统的冗余配置将覆盖输配电系统、应急电源和负荷调度等关键环节,通过多层冗余机制增强系统的可靠

性与连续性。在设计过程中,特别强调主电源与备用电源之间的切换机制,以及负荷调度的精确管理,确保在出现突发故障时能够快速恢复供电。智能化控制技术将在系统中发挥重要作用。该技术通过集成传感器、执行器和控制设备,实时监控电力设备的运行状态,快速响应负荷波动并进行动态调节。电力系统将基于这些实时数据进行负荷调度,自动优化电力分配,确保在负荷波动的情况下系统能平稳运行,且电力资源能够得到高效利用。这一智能控制系统不仅能够优化资源配置,还能显著提高电力系统的自适应能力和响应速度。^[2]

负荷预测技术则为电力调度提供了精确的支撑。通过分析历史负荷数据并进行建模,负荷预测模型能够准确预测未来负荷需求的变化趋势。这一预测技术为电力资源的调度提供了科学依据,能够提前预判负荷波动,减少突发电力供应不足的风险。结合人工智能技术,负荷预测模型能够在实时运行中持续优化,提升预测的准确性和时效性,确保系统能够在负荷波动的情况下做出精准响应。综合来看,本研究的设计技术路线不仅注重电力系统的基础架构建设,还通过智能化控制、自动化调度和负荷预测等技术的融合应用,极大提升了系统的智能化水平和动态调节能力。这一系列技术的集成应用将确保煤矿井下综掘工作面电力系统在安全性、可靠性、经济性和智能化方面的全面优化,满足矿井生产对电力系统的高效要求。

4 煤矿井下综掘工作面高效供电系统的设计优化

4.1 电力来源与分配设计

煤矿井下综掘工作面的电力来源和分配是确保供电系统稳定运行的基础。电力来源配置需要充分考虑冗余设计,以应对可能发生的电力故障和供电中断。主电源系统主要来自地面变电站,电力通过井下主配电系统输送至各工作面。为了提高电力系统的可靠性,应设计冗余电源配置,确保在主电源系统发生故障时,备用电源能够迅速接入,保障电力供应不间断。冗余设计不仅仅是电源的配置问题,还涉及电缆网络的布置和配电系统的设计。电缆和配电线路的设计应尽量减少电力供应中断的风险,采用环网结构可以有效提高供电的稳定性和可靠性。当某一配电线路发生故障时,其他线路可以迅速承担起电力供应任务,避免出现电力供应中断

的情况。在电力分配的过程中,必须考虑到综掘工作面各类设备的电力需求差异。设备的负荷波动性要求电力系统在设计时进行精确的负荷预测与调度,以确保不同时间段的负荷能够得到合理分配。而电力分配系统需要具备实时监控和故障诊断能力,及时发现电力系统中的潜在问题并进行调整,确保电力供应的稳定性和高效性。

4.2 电力负荷分析与调度优化

电力负荷波动性是煤矿井下电力系统设计中的一个关键问题。为了有效应对这种负荷波动,必须进行精确的电力负荷分析,并制定优化的调度方案。负荷分析模型能够通过各类设备的功率需求、工作状态以及矿井环境等因素进行综合分析,预测未来电力需求的变化趋势,从而为电力调度提供可靠的依据。调度优化方案的核心目标是通过智能化的手段,提高电力资源的利用效率。基于负荷预测数据,调度系统可以自动调整电力分配策略,确保在负荷高峰时提供足够的电力,在低谷时实现节能降耗。智能调度技术还能够通过实时数据的采集和分析,预测负荷波动并及时调整供电策略,避免电力资源的浪费。在负荷优化调度过程中,系统还需考虑到设备的运行状态和维护周期,合理安排设备的启停时间,以减少设备运行过程中对电力系统的负担。通过智能调度和负荷预测相结合,能够实现煤矿井下电力系统的高效、稳定运行,并减少由于负荷波动带来的电力供应问题。^[3]

5 结语

综上所述,煤矿井下综掘工作面的电力系统面临着负荷波动、设备老化以及管理模式滞后的问题,影响了其安全性、可靠性和经济性。为此本文提出了一种基于智能化控制、负荷预测与调度优化的电力系统设计方案,旨在通过合理配置冗余电源、优化电力分配与调度策略,提升电力系统的整体性能。随着智能化技术的发展和应用,煤矿电力系统的智能化、自动化水平将得到进一步提升,推动煤矿生产的安全、高效和绿色发展。

参考文献

- [1] 任忠.综掘煤巷智能除尘控制系统研究[J].能源与节能,2024,(12):84-86.
- [2] 曹龙.提高煤矿供电系统可靠性的措施与对策[J].矿业装备,2021(04):146-147.
- [3] 丁江明,乔国强,张宝鹏.嵌入式智能分站技术在煤炭供电系统的应用[J].洁净煤技术,2024,30(S1):605-608.

Research on construction technology of ductile iron drainage pipeline

Bin Sun Min Tan

Xinjiang Yurong Construction Engineering Co., Ltd., Karamay City, Xinjiang Uygur Autonomous Region (Province) 834000, China

Abstract

With the continuous acceleration of urbanization, the construction and maintenance of drainage pipes are becoming more and more important. Ductile iron drainage pipes have gradually become an important material commonly used in drainage systems due to their excellent corrosion resistance, strong pressure bearing capacity and long service life. This paper focuses on the construction technology of ductile iron drainage pipeline, and focuses on the analysis of key technical links such as construction preparation, pipeline laying, joint treatment, and closed water test. Combined with the common problems in actual construction, some effective solutions are proposed, and this paper aims to provide theoretical basis and technical support for the construction quality control of related projects, and improve the construction quality of ductile iron drainage pipelines.

Keywords

ductile iron; drainage pipes; Construction techniques

球墨铸铁排水管道施工技术研究

孙斌 谭敏

新疆禹荣建设工程股份有限公司, 中国·新疆 克拉玛依 834000

摘 要

随着城市化进程的不断加快, 排水管道的建设与维护愈发显得至关重要。球墨铸铁排水管道因其卓越的耐腐蚀性、较强的承压能力和较长的使用寿命, 逐渐成为排水系统中常用的重要材料。本文围绕球墨铸铁排水管道的施工技术进行深入探讨, 着重分析了施工准备、管道铺设、接头处理、闭水试验等关键技术环节。结合实际施工中的常见问题, 提出了一些有效的解决方案, 文章旨在为相关工程的施工质量控制提供理论依据和技术支持, 提升球墨铸铁排水管道施工质量。

关键词

球墨铸铁; 排水管道; 施工技术

1 引言

随着城市排水需求的日益增长, 管道系统的建设与维护工作不断面临新的挑战。作为一种新型的排水管道材料, 球墨铸铁因其高强度、抗腐蚀性和良好的工作性能, 在排水系统中得到广泛应用。然而, 球墨铸铁排水管道在施工过程中涉及到多个技术环节, 包括材料验收、管道铺设、接头处理、防腐技术以及压力试验等。每一环节的施工质量直接关系到排水系统的使用寿命与功能表现。

2 球墨铸铁排水管道施工的基本要求

2.1 施工准备与材料验收

球墨铸铁排水管道的施工准备是对工地的清理和工具

的准备, 更是一项涵盖了技术、质量和安全各个层面的系统工作。首先, 由于球墨铸铁管具有较高的强度和耐腐蚀性, 但若在施工过程中使用不合格的材料, 可能会导致管道的安装质量无法保证, 甚至影响整个排水系统的长期使用。因此, 材料验收是确保工程质量的第一道防线, 材料验收不仅限于外观检查, 关键部位如管壁的厚度、管口的平整度和光滑度、球墨铸铁的材质组成等, 都需要通过专业的检测设备进行精准测量。特别是管道的钢材成分和铸造工艺的合规性, 决定了管道在长时间运行中抗压、耐腐蚀的能力。针对这一点, 施工团队应与材料供应商建立紧密合作关系, 确保每批管道都能够按时提供检测报告, 做到“合格即用, 不合格坚决拒绝”的原则。

2.2 球墨铸铁排水管道的规格与标准

球墨铸铁管道标准的核心不只是对管道本身的尺寸和性能进行规范, 更多的是涉及到从原材料采购、生产制造到安装过程中每一环节的质量控制, 例如, GB/T 13295-2013

【作者简介】孙斌 (1978-), 男, 中国江苏新沂人, 本科, 高级工程师, 从事水利市政建筑工程施工研究。

标准规定了球墨铸铁管道的材质要求，特别是对铸铁的化学成分、铸造工艺以及机械性能的明确要求。只有符合标准的球墨铸铁才能保证管道在承受长期水压、气候变化以及外界冲击时不出现裂纹、变形等问题。在实际施工中，常常因为对标准的理解不到位，导致管道使用中出现不必要的故障^[1]。因此，在施工前期，施工单位要确保从供应商处获取所有管道产品的合格证明与检验报告，避免因使用不达标材料而引发的质量问题。

另外，ISO 2531 标准的执行在国际化的工程项目中尤其重要，该标准涵盖了管道的设计和生產要求，还对管道的安装和使用环境提出了相应的指导意见。球墨铸铁管道的承压能力、抗腐蚀性以及对水质的影响，都需要通过这一标准的细致要求进行量化。这意味着施工过程中不仅要遵守尺寸的精度和材质的标准，还要确保管道与接头的兼容性。对于接头的安装与连接，标准中有明确的规定，例如对密封圈的材质选择和安装工艺进行了严格限制，目的是避免因接头漏水而造成的泄漏问题。因此，施工过程中如果忽视了这些标准，尤其是在连接部位的安装与处理上，将直接导致工程质量的隐患。

2.3 现场施工环境与安全管理

在球墨铸铁排水管道的施工过程中，施工环境的复杂性和多变性直接影响施工的安全性和质量。在地下管道施工中，施工人员面临的最大挑战之一是地下水位的控制与土壤稳定性。地下水位过高或土壤松软会导致施工过程中出现塌方、管道变形等问题，尤其是在山区或易受气候影响的地区，施工前对地下水位、土壤类型、施工区域的地质构造必须进行详尽的勘察和风险评估。对于土质较软或地质较复杂的施工现场，施工单位需要提前进行加固处理，如采取深基坑支护、铺设垫层等措施，确保管道安装位置的稳定^[2]。更为重要的是，施工人员要具备较强的应急应变能力，一旦出现突发的环境变化或不稳定因素，能够迅速采取相应的预防和应急措施，防止事故的发生。

此外，在球墨铸铁排水管道施工现场，施工人员需要在较为狭窄和危险的空间内工作，尤其是在深基坑中作业时，一旦出现支护不当或设备故障，很容易发生安全事故。为此，施工人员必须严格佩戴安全防护装备，如安全帽、反光背心、手套等，以减少因操作不当或突发事故带来的伤害。而且在进行重型吊装作业时，必须确保吊装设备经过严格的安全检查，且操作人员经过专业培训，具备一定的应急处理能力，特别是在管道连接和焊接作业时，由于涉及到高温、高压和复杂的操作，必须确保设备稳定，防止发生火灾或爆炸等安全隐患。

3 球墨铸铁排水管道施工工艺与技术要点

3.1 管道连接工艺

在球墨铸铁排水管道的施工中，管道连接工艺的选择

与实施至关重要，尤其是在胶圈密封与承插式安装的广泛应用背景下。胶圈密封系统通过在管道接头处嵌入高质量橡胶圈，以确保管道连接的密封性。该技术因其安装简便、快速，且密封效果良好，广泛应用于现代排水系统中。尽管这种连接方式大大提高了施工效率，但对连接工艺的精确度要求依然非常高，若胶圈安装不当，或者管道端部出现变形，都有可能导致密封失效，从而影响管道的正常排水功能^[3]。此外，承插式连接方式虽然在应用中较为简单，但若未能确保接头内外的清洁与润滑，同样会使密封效果打折，严重时可能引起泄漏或管道错位。因此，在施工过程中，操作人员不仅要对接口的每一段进行精确的对接，还要严格控制安装过程中可能的外力影响。

3.2 管道铺设的精度与定位控制

球墨铸铁排水管道的铺设精度与定位控制是确保排水系统正常运行的关键因素之一。在《给排水管道施工及验收规范》GB/T50268-2008 的指导下，管道铺设要求对每一根管道的垂直度、水平度、坡度等严格控制，更需对管道的纵向与横向定位精度进行精细化管理。管道的铺设必须符合设计图纸的要求，尤其是在复杂的地质条件下，精度的控制尤为重要。对于球墨铸铁管道而言，其材质的特点决定了管道在敷设过程中对于外部负荷的承受能力有限，因此在铺设过程中，任何微小的偏差都可能导致管道变形或错位，进而影响整个排水系统的稳定性和长期使用。

3.3 管道与检查井连接处的密封处理

在球墨铸铁排水管道的施工中，管道与检查井连接处的密封处理是保障系统长期稳定运行的关键，检查井作为管道系统的重要组成部分，其与管道的连接必须确保严密无泄漏，尤其是在雨水排放或污水处理等高压环境下。密封处理主要是为了防止外界水分、杂质或腐蚀性液体渗透入管道系统，随着施工技术的发展，许多施工现场在连接处的密封处理上还是存在一定的问题，比如密封材料选择不当、安装不规范或者是预留接口尺寸不符合标准等，导致水流泄漏污染环境，严重的情况下甚至会影响排水系统的正常运行。因此，针对有腐蚀性介质的环境，应选择具有高耐腐蚀性的材料；而对于高温、高压条件下的使用场合，可以选择具备良好耐高温和密封性能的材料。此外，密封时的预压程度、密封圈的安装方向以及接头位置的调整都需严格按照设计要求进行，确保连接处的平整性与密封性^[4]。如果这些环节出现失误，会影响排水管道的使用效果，甚至带来昂贵的后期维修和更换成本。因此，必须通过精确的施工技术与材料选择来消除潜在隐患。

3.4 球墨铸铁排水管道的闭水试验

在球墨铸铁排水管道施工过程中，闭水试验是确保管道系统安全稳定运行的必要环节，《给排水管道施工及验收规范》GB/T50268-2008 的规定，功能性试验关乎管道的施工质量，还直接影响到系统在实际使用中的可靠性。球墨铸

铁管道的闭水试验通常要求在管道铺设完毕并且连接接头处理完成后进行^[5]。为了防止在投入使用过程中出现泄漏、破裂等严重问题,施工方必须严格按照规范对管道进行内压试验。该试验一般通过充水的方式,将管道系统种的水压提升到一定标准,保持一段时间后,检查是否存在漏水的现象。若管道出现漏水,意味着管道存在质量问题,必须进行修复。此外,施工方还需根据环境变化及时调整试验条件,确保试验结果的有效性。而且规范要求在进行闭水试验前,施工方必须确保管道系统内部无杂质、无空气阻滞,这要求前期清理工作必须严格到位。若管道内存在杂质或气泡,可能导致试验结果没有参考性,甚至无法准确评估管道的承压能力。这些细节虽看似微小,却在实际施工中经常被忽视,进而影响试验结果的可靠性与准确性^[6]。

4 球墨铸铁排水管道施工中的常见问题与解决方案

球墨铸铁排水管道施工中,最常见的问题之一便是管道接头的密封性差,导致管道系统在长期使用中出现渗漏现象,这类问题往往源自多个环节的失误,比如管道连接时未按要求对接,接头处密封圈安装不当,或者在施工过程中由于施工环境不达标而引发的隐患。为解决这一问题,施工单位首先需要对施工现场的温湿度、清洁度等条件进行严格控制,确保管道接头在安装时没有受到外界环境的干扰。接头处密封圈的选择也应严格按照标准执行,确保其材质与管道的适配性^[7]。

另一个常见问题则是管道安装时的精度控制,尤其是在复杂地形中。球墨铸铁排水管道的铺设通常会涉及不同的坡度和不规则的土壤环境,若没有精确的定位与高效的施工技术,往往会造成管道位置的偏移,进而影响水流的畅通与管道的长期稳定运行^[8]。安装过程中,由于施工环境的复杂性和施工人员经验的差异,管道的定位和坡度控制常常出现误差。特别是对于需要精确坡度控制的管道,偏差的积累会导致排水效果不佳,甚至出现管道破裂、积水反渗等问题。为有效解决这一问题,施工团队必须采用现代化的定位设备,如激光水平仪、全站仪等高精度测量工具,保证管道铺设的精准度。此外,对于复杂地形和不稳定土壤,施工单位还需要采用加固措施,以确保管道在施工和使用过程中的稳定性^[9]。

最后,在球墨铸铁排水管道的施工过程中,管道与检查井连接处的密封处理常常是影响系统稳定性与耐久性的

关键环节之一。检查井作为管道系统的重要组成部分,承担着流体转接与分流的功能,其连接部位的密封处理直接关系到整个排水系统的运行安全性。对此,密封材料的选择要依据施工环境和管道系统的运行要求进行精确的选型,例如,橡胶密封圈在高温、高压环境下就可能失效,因此在这类特殊工况下应选用具有更高耐压性与耐温性的密封的材料。同时在密封安装的过程中,施工人员必须对连接面进行彻底的清理,避免尘土、油污等物质导致密封圈与管道的接触不良,进而影响整体的密封效果^[10]。

5 结语

综上所述,球墨铸铁排水管道施工技术涉及的环节比较繁多,要求施工单位不仅要具备高水平的施工经验,还需要借助先进的技术手段以提高施工精度和质量。本文通过对球墨铸铁排水管道施工技术的分析,强调了施工准备、管道铺设、接头处理以及闭水试验等环节的重要性,并提出了针对常见问题的解决方案。随着施工技术的不断发展,只有结合创新与实践,才能进一步提高球墨铸铁排水管道系统的质量与可靠性。

参考文献

- [1] 赵超,石勇,吴远存,等.长距离球墨铸铁压力管道的推力约束设计[J].四川建材,2024,50(09):195-197.
- [2] 白宇轩,叶寒,顾嘉,等.基于热分析技术的球墨铸铁球化率和收缩特性预测[J].铸造,2024,73(07):975-981.
- [3] 黄浩辉,雷宗辉,胡静仪,等.排水管道表面激光制备自清洁仿生结构的工艺与机理研究[J].应用激光,2023,43(11):78-84.
- [4] 陈建华,王强,陈玉娥,等.球墨铸铁排水检查井室的生产工艺[J].现代铸铁,2021,41(04):35-38.
- [5] 杨贺,黄跃明,胡金财,等.大口径球墨铸铁管在沉管施工中的创新性应用[J].中国给水排水,2023,39(16):135-139.
- [6] 施凯,陈志伟,彭秀华,等.冰浆清洗技术对小口径球墨铸铁给水水管道的清洗效果[J].中国给水排水,2021.
- [7] 黄跃明,赵健,李华成,等.球墨铸铁管道穿插法非开挖修复技术探讨[J].中国市政工程,2024(2):70-72.
- [8] 黄狄铭.给排水施工中新型球墨铸铁管的运用解析[J].华东科技(综合),2020(005):000.
- [9] 范伟.市政给水球墨铸铁管道施工技术优化[J].中国高新科技,2022(17):60-62.
- [10] 刘安强,徐军,李亚兵,等.自锚式球墨铸铁管在水平定向钻管道穿越工程中的应用[J].非开挖技术,2018(6):3.

Talking about the practice of comprehensively reducing the consumption of steel materials

Maofan Yun

Xinjiang Tianshan Iron & Steel Bazhou Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830022, China

Abstract

Steel is a key raw material in steel production, which directly affects production cost and energy consumption. With the increase of environmental protection pressure, comprehensively reducing steel consumption has become an important topic for iron and steel enterprises to enhance their competitiveness and achieve sustainable development. This paper focuses on four aspects: optimizing the ratio of raw materials and quality control, improving the accuracy of smelting process, introducing intelligent manufacturing and automatic control technology, and recycling waste heat and resource recycling. Through the implementation of these measures, the waste of steel materials can be significantly reduced, the efficiency of resource utilization can be improved, and the green development and low-carbon transformation of the steel industry can be promoted.

Keywords

iron and steel enterprises; steel materials; Reduced consumption; Practical measures

浅谈全面降低钢铁料消耗的攻关实践

云茂帆

新疆天山钢铁巴州有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830022

摘 要

钢铁料是钢铁生产中的关键原料, 直接影响着生产成本和能源消耗。随着环保压力的增加, 全面降低钢铁料消耗已成为钢铁企业提升竞争力、实现可持续发展的重要课题。本文重点从优化原料配比与质量控制、提高冶炼工艺的精确度、引入智能化制造与自动化控制技术, 以及余热回收与资源循环利用等四个方面, 提出一系列实践措施。通过这些措施的实施, 就能够显著减少钢铁料的浪费, 提高资源利用效率, 促进钢铁行业的绿色发展与低碳转型。

关键词

钢铁企业; 钢铁料; 消耗降低; 实践措施

1 引言

钢铁料消耗是钢铁生产中的重要环节, 直接决定了生产成本和环境影响。传统的钢铁生产工艺, 由于对原料和能源的高消耗, 面临着越来越大的经济和环境压力。随着技术的进步和环保政策的日益严格, 如何降低钢铁料的消耗、提高资源的利用效率, 成为钢铁企业转型升级的关键目标。为了应对这一挑战, 文章研究了钢铁企业全面降低钢铁料消耗的攻关实践措施, 旨在实现节能减排、降低成本。

2 钢铁料消耗降低的必要性

钢铁料是钢铁生产过程中不可或缺的原料, 通常指铁矿石、废钢和焦炭等。它们在高温冶炼过程中转化为钢铁, 是钢铁制造的基础。钢铁料的消耗, 直接影响着生产效率、

成本和产品质量。一方面, 钢铁料的消耗直接关系到生产成本。在钢铁生产中, 原材料费用通常占据企业总成本的较大比例, 钢铁料的价格波动和消耗过高, 都会使生产成本大幅增加, 降低企业的利润空间。尤其是在钢铁市场竞争激烈的背景下, 降低钢铁料的消耗, 成为企业降低成本、提高竞争力的重要手段。通过优化原料配比、提高冶炼工艺精度和采用先进技术, 企业可以有效减少钢铁料的浪费, 从而降低生产成本, 提高市场竞争力。另一方面, 钢铁料的消耗对环境产生了显著影响。钢铁生产是高耗能、高排放的产业, 过度消耗钢铁料加剧了资源的紧张, 也增加了废料和废气的排放。钢铁生产过程中产生的二氧化碳、氮氧化物以及粉尘等有害气体, 对环境造成严重污染。减少钢铁料的消耗, 就可以降低废气排放量, 缓解对环境的负面影响, 从而符合绿色低碳发展理念, 响应环保政策的要求。因此, 降低钢铁料的消耗, 不仅是企业提高效益、降低成本的必要措施, 更是推动行业可持续发展、践行环保责任的重要途径。随着钢铁行业的竞争日益激烈, 企业必须高度关注钢铁料的消耗情况,

【作者简介】云茂帆(1990-), 男, 中国新疆乌鲁木齐人, 硕士, 工程师, 从事炼钢研究。

从而确保经济效益和资源可持续利用^[1]。

3 企业钢铁料消耗现状与面临的挑战

当前,钢铁行业的许多企业在钢铁料消耗方面面临着较大的挑战,虽然一些大型钢铁企业在技术创新和资源优化方面取得了进展,但总体上,行业内仍存在着不少消耗过高、效率低下的问题,这些问题影响了生产成本的控制,还加剧了对资源和环境的压力。具体的问题挑战包括:其一,许多企业仍然采用传统的冶炼工艺和原料配比,导致钢铁料的浪费较为严重。传统高炉冶炼工艺对原料的利用率相对较低,尤其是在原料的选用和配比上,缺乏科学的优化策略,容易出现钢铁料消耗过多的问题。部分企业虽然在冶炼过程中应用了一些新技术,但其覆盖面和技术水平仍然有限,尚未完全解决钢铁料高消耗的根本问题。其二,钢铁料的质量控制问题。部分企业在原料采购和质量管理上存在薄弱环节,导致钢铁料的质量不稳定,影响冶炼过程的效率和稳定性。原料质量差、粒度不均、杂质过多等问题,使得钢铁生产过程中的废料和损耗增多,进一步加剧了钢铁料的浪费。其三,很多企业在生产过程中缺乏精确的监控和数据分析手段,未能实现对钢铁料消耗的精准控制。许多生产环节依赖人工操作,容易出现人为失误或控制不当的情况,导致钢铁料的过度消耗。生产过程中也缺乏对余热回收和废料再利用的有效管理,使得能源和资源的浪费更加严重。可见,尽管钢铁行业正在向智能化、绿色化方向发展,但依然面临着原料消耗过高、技术应用不普及、生产过程管理不精确等挑战,为了解决这些问题,迫切需要企业加强技术研发、优化生产工艺,并完善质量控制和资源管理体系。

4 全面降低钢铁料消耗的攻关实践措施

4.1 优化原料配比与质量控制

通过科学合理的原料配比,并加强钢铁料的质量检测与控制,能够显著提高钢铁生产的资源利用效率,减少无效消耗,从源头上降低生产成本和环境污染。具体而言:(1)选用高效、低消耗的原材料。原材料的选择,直接决定了钢铁生产的效率和资源消耗。选用高效、低消耗的原材料,是降低钢铁料消耗的第一步。例如,选择具有高铁含量、低杂质的铁矿石,可以提高冶炼过程中的铁的还原率,减少对钢铁料的需求。在废钢的选择上,优化废钢的来源和质量,能够避免低质量废钢的使用,减少冶炼过程中因杂质过多而导致的损失。同时,采用高效的冶炼辅助材料,如高效焦炭、优质还原剂等,也能够在保证产品质量的前提下,降低钢铁料的消耗。高效原材料能够优化冶炼反应,减少冶炼过程中的能量损耗,提升钢铁料的利用效率,从而降低整体消耗。

(2)加强钢铁料的质量检测与控制。原料的质量对钢铁生产过程至关重要,因此,加强质量检测与控制,是确保钢铁料高效利用的必要条件。具体而言,要建立完善的质量检测体系,对每批原料进行严格检测,确保其符合标准要求。

特别是在铁矿石和废钢的采购环节,必须对原材料的化学成分、粒度、杂质含量等指标进行严格筛查,避免因不合格原料导致的生产过程中的浪费。在钢铁生产过程中,应实时监控原料的消耗情况,利用现代化的传感器和检测设备,实时跟踪原料的使用情况,确保每一批原料都能被充分、有效地利用。通过数据分析,及时发现不合理的消耗和浪费现象,进行调整和优化。此外,加强原料储存和管理也是提高质量控制的一部分。要合理存放、分类管理原料,进行科学的库存管理,防止原料在存储过程中因潮湿、氧化等原因影响质量,减少钢铁料浪费。

4.2 提高冶炼工艺的精确度与控制

冶炼工艺的精确度和控制,直接影响钢铁料的消耗和生产效率。通过应用先进的冶炼技术和精密的炉温与气氛控制,不仅可以提升冶炼过程的精度,还能有效降低钢铁料的消耗,优化生产过程,减少资源浪费,这些技术的应用对于钢铁企业的成本控制和绿色发展具有重要意义。具体要关注:(1)先进冶炼技术的应用。高炉喷煤技术是一种典型的创新工艺,通过在高炉内喷入煤粉替代部分焦炭,不仅能够减少对焦炭的依赖,还能提高冶炼过程的温度和反应效率。煤粉的燃烧,能够为高炉提供更多的热能,从而加速铁矿石的还原过程,减少对高炉料(如焦炭和钢铁料)的消耗。电炉精炼技术也在钢铁生产中得到了广泛应用,与传统高炉冶炼相比,电炉精炼具有更高的能源利用率和更低的钢铁料消耗。电炉能够利用电能进行冶炼,这避免了高炉中大量化石燃料的消耗,还能够精确控制冶炼过程中的温度和化学成分^[2]。精炼过程中,废钢和其他原料的利用率得到了显著提高,从而减少了冶炼过程中的钢铁料浪费。(2)精密炉温与气氛控制。钢铁生产中的高炉或电炉需要在高温环境下进行反应,通常温度控制在1500℃-1600℃。炉温的稳定性,直接影响着冶炼反应的速率和产物的质量。如果炉温过高或过低,都会导致钢铁料的浪费。采用精密炉温控制系统,能够实时监测炉内温度,并利用自动化调节系统对炉温进行精确控制,避免温度波动对生产过程的不利影响。炉内气氛的控制,也是减少燃料消耗的关键因素之一。在高炉冶炼过程中,炉内的气氛主要由氮气、氧气、二氧化碳等组成,合理控制炉内气氛的成分比例,有助于优化还原反应,提高钢铁料的还原率。例如,在高炉冶炼过程中,可以通过提高氧气浓度来优化燃烧过程,每提高氧气浓度1%,可以减少约1.5%的焦炭消耗。此外,调节炉内气氛的成分,可以减少不必要的还原反应,进一步降低钢铁料的消耗。

4.3 智能化制造与自动化控制技术

随着科技的不断进步,智能化制造与自动化控制技术,已经成为钢铁行业提高生产效率、降低钢铁料消耗的关键手段。企业通过引入自动化控制系统与数据分析,以及生产过程的实时监控与调整,就能够实现钢铁生产的精准控制,最大限度地减少资源浪费和能源消耗,提升生产的整体效益。

具体要关注：（1）引入自动化控制系统与数据分析。自动化控制系统的引入，使得钢铁生产中的各个环节能够得到更精确的调控。例如，在高炉冶炼过程中，引入自动化控制系统，能够实时监测炉内温度、气氛成分、物料流量等关键指标，并自动调整各类参数，确保冶炼过程始终处于最优状态，这种精准控制能够大幅度提高冶炼效率，减少因人为操作失误造成的原料浪费。数据分析技术的应用，通过对生产过程中大量数据的收集与分析，能够深入了解每一环节的资源消耗情况，及时发现冶炼过程中的异常现象或浪费问题，并进行预测和调整。数据分析技术可以帮助企业提高决策的科学性，从而优化生产工艺，提高钢铁料的利用效率。例如，利用历史生产数据和机器学习算法，企业能够预测不同原料配比下的生产效果，从而优化配料方案，降低钢铁料的消耗。

（2）生产过程的实时监控与调整。在生产线上安装传感器和监控设备，就可以实时掌握钢铁生产的各个环节。对于高炉冶炼，实时监控可以帮助生产人员快速识别炉料的消耗速率、燃料使用情况等数据，进而进行调整，确保钢铁料的消耗保持在合理范围内。实时监控还可以帮助企业及时发现设备故障或异常操作，减少生产中的停工时间和损失。例如，通过对炉体、管道、风口等设备的实时监控，一旦发现设备温度或压力异常，系统会自动发出警报，并指导操作人员进行维护或修复，避免设备损坏导致生产延误和原料浪费。

4.4 余热回收与资源循环利用

钢铁生产需要高温冶炼，这不仅消耗大量的燃料，同时还产生了大量的废热和废料，如果这些资源未能得到有效回收和利用，将对环境造成严重负担，并使企业面临更高的生产成本。因此，余热回收与资源循环利用，成为降低能源消耗、促进钢铁生产绿色发展的关键策略。具体措施包括：

（1）提高余热利用效率。钢铁生产过程中，大量的废热以高温气体的形式排放到大气中，浪费了大量的能源。数据显示，钢铁企业的生产过程约有 30% 至 40% 的能量以废热的形式损失。为了降低能源消耗，许多钢铁企业开始采用余热回收系统，将废热转化为可再利用的能源。常见的余热回收方式，包括高温废气余热锅炉、余热发电系统和热回收加热

系统等。安装余热锅炉，就可以将高炉或电炉等产生的废气余热加热水或其他流体，再通过热交换系统将热能转移至其他生产环节，减少燃料消耗。例如，许多企业通过回收高炉煤气，将其用于发电或供热，减少了对外部能源的依赖。据统计，采用余热回收技术后，钢铁企业的能源消耗可减少约 15%-20%，显著降低了生产成本。此外，废气的热量还可以通过热回收系统进行二次利用，供给其他生产环节使用，例如为钢铁加热炉、预热炉等提供所需热量。（2）钢铁废料的回收与再利用技术。钢铁生产中除了产生废气外，还会产生大量的废料，如废钢、炉渣和脱硫剂等，因此，要关注废料的回收与再利用，这是实现资源循环利用的重要环节。废钢的回收再利用是常见的资源循环利用方式，通过收集和加工废钢，就可以将其作为原材料重新投入冶炼过程，减少对铁矿石的需求，降低钢铁料的消耗。废钢的回收利用，能够减少资源开采和运输成本，还能降低冶炼过程中对能源的消耗。研究表明，每吨废钢的回收利用，可以减少约 1.6 吨二氧化碳的排放。炉渣是钢铁生产过程中产生的一种废料，采用先进的炉渣处理技术，废炉渣可以被转化为建筑材料、道路基础材料甚至水泥生产中的辅料，实现资源的再利用。

5 结语

总之，钢铁企业通过实施全面的降低钢铁料消耗措施，不仅能显著提高资源利用效率，还能降低生产成本，提升环保效益。优化原料配比、改进冶炼工艺、引入智能化控制和提高余热回收效率等技术的应用，为钢铁行业的可持续发展提供了有力支持。在未来，随着技术的不断进步，钢铁行业将进一步向绿色、低碳、高效的方向发展，为实现碳达峰、碳中和目标做出更大贡献。

参考文献

- [1] 张鹏, 王亮. 钢铁生产中低消耗技术的应用研究[J]. 钢铁, 2022, (06): 45-50.
- [2] 李建国, 杨芳, 王志强. 高效冶炼技术对钢铁料消耗的影响分析[J]. 钢铁研究与生产, 2021, (12): 112-118.
- [3] 郑勇, 高峰. 先进冶炼技术对钢铁生产成本影响的研究[J]. 冶金工程, 2021, (09): 59-63.

Study on the construction technology and quality management measures of electromechanical installation engineering in petrochemical engineering

Hongkui Zhou

Dagang Oilfield Tianjin Yanda Co., Ltd., Tianjin, 300280, China

Abstract

As the national basic pillar industry, the petrochemical industry has been moving towards the direction of mechanization and automation under the support of modern information technology in recent years. In this process, the relevant mechanical and electrical equipment has played an important role, greatly improving the production efficiency and quality of petrochemical engineering and the management level of petrochemical enterprises. Therefore, the quality of equipment installation in petrochemical engineering is directly related to the production safety and benefit. This paper starts from the petrochemical engineering, analyzes the importance of mechanical and electrical installation engineering, and expounds the difficulties in the installation link, and then synthesizes the relevant data, carry out targeted quality control strategy, to ensure the quality of mechanical and electrical installation, so as to promote the development of petrochemical industry.

Keywords

petrochemical industry; mechanical and electrical equipment; quality control; technology application; on-site control

石油化工工程中机电安装工程施工技术与质量管理措施研究

周红奎

大港油田天津炼达有限公司, 中国 · 天津 300280

摘 要

石油化工产业作为国家基础性支柱产业, 近些年在现代信息技术的支持下不断向着机械化、自动化的方向迈进。在此过程中, 相关机电设备发挥了重要作用, 极大的提升了石化工程生产效率、质量与石油化工企业的管理水平。因此, 在石油化工工程中设备安装质量直接关系到生产安全与效益。本文就从石油化工工程入手, 对该环节机电安装工程的重要性进行分析, 并且阐述安装环节的难点, 然后综合相关数据, 开展针对性的质量控制策略, 保证机电安装的质量, 以推动石油化工行业的发展。

关键词

石油化工; 机电设备; 质量控制; 技术应用; 现场管控

1 引言

石油化工涵盖炼油、化工原料生产等复杂流程, 设备多元、工况严苛, 精准安装设备时保障化工装置平稳、高效、安全运行的前提, 微小安装误差可能引发泄露、振动异常, 甚至爆炸等灾难性后果, 故而石油化工工程中机电安装工程需要对机械设备安装精度进行控制, 以满足石油化工行业的发展需求, 所以石油化工行业发展环节, 管理人员需要深入分析管线安装、设备吊装以及装置就位等工作。要求安装人员综合工程安装需求, 对机电安装整个流程进行分析, 研究安装环节可能存在的难点, 并综合这些信息, 制定合适的施

工方案。而针对机电安装环节可能存在的隐患, 则要求相关人员提高质量管理水平, 及时解决, 保证机电安装工程的顺利开展。

2 石油化工工程机电安装工程概述

2.1 概念

在石油化工工程中, 机电安装工程是项目建设中的关键部分, 主要包括设备安装、管道系统安装、电气系统安装、仪表系统安装和防腐保温工程。

2.2 主要内容

设备安装还该各种石油化工生产设备, 像反应釜、换热器、压缩机、泵等设备的安装, 包括设备的就位、找正、固定以及相关的地脚螺栓埋设等工作。

管道系统安装各种工艺管道, 如输送原油、成品油、

【作者简介】周红奎(1984-), 男, 中国河北保定人, 本科, 工程师, 从事地面建设和油气储运研究。

化工原料、蒸汽等管道的安装。包括管道的组对、焊接、安装，还有阀门、管件的安装，并且要确保管道系统的严密性和强度。

仪表系统安装安装保温温度、压力、流量、液位等各种仪表的安装与调试，确保生产过程中参数的准确测量和控制。

防腐保温工程主要是对设备和管道进行防腐处理，以及为需要保温的设备和管道包裹保温材料，以减少热量损失或防止烫伤等。

综上所述，机电安装工程在石油化工项目中占据着非常重要的位置，涉及的内容广泛且复杂，不仅要求精湛的技术和经验，还需要高效的团队合作与严格的质量管理。通过精确的安装与精密的调试，确保设备和系统的稳定性与安全性，为石油化工企业的正常生产提供保障。

3 石油化工机电安装工程的难点

在石油化工工程中，机电安装工程施工面临许多挑战和难点，这些难点不仅源自工程的复杂性，还与现场条件、技术要求和安全管理等多方面因素有关。首先，石油化工厂通常包含大量的设备（如反应器、换热器、泵、压缩机、储罐等）。这些设备需要按照生产要求精确的布局，以保证设备功能的协调；其次，由于石油化工厂通常是老旧设施的改造，需要在原有设施之上开展安装作业，施工现场空间可能受到限制，导致设备的安装和管道敷设难度加大；之后，机电安装工程还存在一些不规则设备，不规则设备的安装难点主要在于尺寸和形状的多变性，可能导致对接和支撑结构的设计复杂化。而且安装过程中对设备的精确定位和固定要求较高，需要特殊的工具和技术来确保设备的安全性和稳定性，难度较大；此外，石油化工企业通常存在高温、高压、易燃易爆等危险环境，施工过程中如果不严格遵守安全规范，容易发生火灾、爆炸等重大安全事故。尤其在管道法兰连接时，存在泄露风险，要求安装人员严密控制可能的泄漏风险，并进行严格的安全检查。

4 石油化工工程中机电安装工程施工技术

在石油化工工程中，机电安装工程的涉及面较广，还存在上述难点，所以实际作业环节，就需要相关人员合理制定安装的技术方案，保证机电安装工程的顺利完成。

4.1 设备安装技术

设备安装是机电安装中的核心部分，石油化工的部分设备较为复杂、体积不规则、安装位置较高，因此需要采用一系列技术来确保设备精确安装。首先，安装前需要对设备基础进行验收，确保基础的平整度、垂直度、强度符合设计以及地脚螺栓是否匹配要求。安装过程中通过激光仪器、全站仪等高精度测量设备进行设备的精确定位；其次，由于石油化工的部分设备重量大、体积大，需要采用起重机械进行吊装。所以设备吊装前需要对以下进行核实：1、设备的

行进路线，对行进路线中可拆除的障碍物提前进行保护性拆除，对道路需要硬化的地方提前铺设好垫道板等；2、需要对设备的形态（设备是否规则）及设备有无吊耳。对不规则的设备提前核对设备的重心，提前准备好吊装葫芦等辅助设备，对没有吊耳的设备的核实设备是否可以直接增加吊耳，或者制作制作相应的吊装胎具；3、安装位置的核实，包括地面的硬实度，吊车距离，吊装高度，是否有障碍物等，吊装时需根据设备的特性以及吊装环境，吊车的性能参数在安全施工的前提下选择最经济的吊装设备吊装方式，以及考虑如通过电动葫芦、行车等设备进行吊运；然后，设备安装完成后，需要进行二次找正，确保设备水平度、垂直度、中心线地对准^[2]。对于泵、压缩机等高精度设备，要求通过精密仪器进行校验，确保其轴线、水平度和垂直度达到标准。

4.2 管道安装技术

管道安装是石油化工项目中非常重要的一部分，涉及流体的输送系统，需要考虑安全性、可靠性及长周期运行的稳定性。首先，管道的布置需要根据工艺流程图进行合理规划，避免管道交叉、重叠和空间浪费。支架设计需保证管道的稳定性与抗震能力，并考虑温度变化、重力等外力因素。材料选择环节，支架材料一般采用钢材，支架的安装与调整需确保管道的安装角度、位置精确；其次，管道的连接方式通常采用焊接、法兰连接、螺纹连接等方式。焊接要求严格按照焊接工艺评定，包括焊接方法、焊接顺序、焊接电流以及是否需要热处理等。焊接完后，需要进行X光、超声波等无损检测，确保焊接质量；然后，检测完毕后，根据设计说明对管道进行压力试验（如水压试验或气压试验），以检测管道的密封性和抗压强度。试验过程需要严格按照规定的试压方法进行，试验合格后，才能投入使用。

4.3 电气安装技术

电气安装是机电安装中必不可少的一部分，涉及供电、配电、照明和自动化控制系统的安装。电气安装不仅要求安全性和可靠性，还需要考虑到控制系统的高效运行，需要通过以下手段进行设计。首先，电气设备（如配电柜、变压器、开关设备、控制设备等）的安装需要根据设备的规格、安装位置进行精确布置。所有设备的接线需要严格按照电气设计图纸进行，确保每个电气元件连接可靠、标识清晰；其次，电缆敷设是电气安装中的一个重要环节，电缆的敷设需要根据工艺要求选择合适的路径，并确保电缆的规格、型号符合设计要求。敷设过程中要避免电缆受压、拉伸、磨损，并合理安排电缆沟、管道等基础设施；然后，石油化工厂需要完善的接地和防雷系统，以保障设备与人员的安全。安装时需要采用专用接地电缆，并确保接地电阻值符合标准要求。防雷设施（如避雷针、接地网等）也需要按设计要求安装，并定期检查维护。

4.4 自动化控制系统安装技术

随着石油化工企业的现代化，自动化控制系统在提高

生产效率、保障生产安全等方面发挥着重要作用。自动化控制系统的安装技术包括 PLC、DCS 系统、仪表系统等。其中, PLC (可编程逻辑控制器) 和 DCS (分布式控制系统) 是石油化工中常用的控制系统。PLC 主要用于设备的自动控制, DCS 用于整个生产过程的监控与调节。在安装过程中, 需根据设计要求对控制柜、触摸屏、操作面板等设备进行正确安装, 并进行现场布线。系统调试时, 需保证控制逻辑的正确性, 确保系统稳定运行。

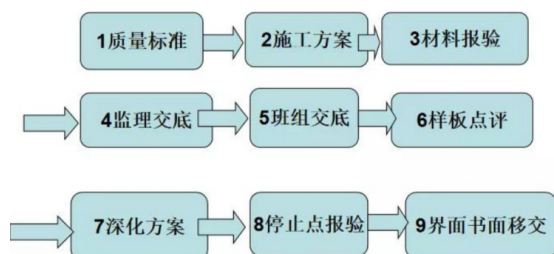


图 1 石化行业机电安装工程一般流程

5 石油化工工程中机电安装工程施工的质量管理措施

5.1 需要重视质量管理体系建设

质量管理体系是保证机电安装工程质量的基础。建立健全的质量管理体系对确保施工全过程中的质量控制至关重要。一方面, 石油化工工程的复杂性和高要求, 机电安装工程的质量管理体系建设需要从多个方面入手, 涵盖组织、流程、技术和人员等多个维度。另一方面, 需要成立质量管理领导小组或项目质量管理部门, 明确每个项目成员的质量职责^[3]。比如, 质量管理部门负责整体质量策划、监督、检查和质量控制的执行。包括项目质量经理、质量控制工程师、技术员等。项目经理及各专业负责人对工程质量负总责, 确保机电安装的各项活动按照质量管理要求执行。施工队伍与技术人员负责落实具体施工质量要求, 包括设备安装、管道布置、电气装置等, 不同岗位分别承担质量管理的不同任务。

5.2 要重视施工前的质量准备工作

在施工前, 进行充分的质量准备是确保质量管理顺利进行的關鍵。质量准备工作包括从施工前的组织、技术、物资、人员等多个方面的准备。首先是质量策划与组织准备, 在施工前, 项目团队需根据合同要求、设计文件和相关标准, 制定详尽的质量管理计划。质量计划应明确质量管理的目标、任务、方法、措施、责任分工等内容, 为整个施工过程提供指导; 其次是技术准备, 施工前要进行详细的技术交底, 对施工人员进行质量要求和施工工艺的详细讲解; 然后是物资准备, 机电安装工程需要大量的材料和设备, 如电气设备、管道、阀门、焊接材料等。在施工前, 需要确保采购材料和设备符合设计规范和质

量要求, 并且对所有材料和

5.3 开展施工现场管理

在石油化工工程中, 机电安装工程施工质量管理的施工现场管理是确保施工质量、进度、安全和成本控制的重要环节。一是要设立质量管理小组, 现场质量管理需要一个专门的团队来负责, 通常由项目经理、质量经理、专业技术人员、质量检验员等组成, 确保质量管理工作落实到每个施工环节; 二是要重视施工过程中的质量监督与检查, 在施工过程中, 质量监督与检查是确保工程质量的关键。一方面, 所有施工所需的材料、设备到场后, 首先需要进行检验, 确保其符合设计要求和质量标准。另一方面, 还需要开展施工过程质量检查, 包括电气设备、管道、泵、风机等的安装质量检查, 确保安装精度、水平、垂直度等符合设计要求。而且项目经理和质量监督员应定期或不定期进行质量巡查, 检查现场施工质量, 及时发现并解决问题, 避免质量隐患的积累。

5.4 需要开展质量检查与验收

施工过程中的质量检查和验收是质量管理的重要环节可以及时发现施工环节的难点, 方便后续的治理, 要求相关人员通过以下手段进行设计。首先, 需要开展分项设计, 每完成一个施工阶段或分项工程, 如管道安装、设备基础安装、电气接线等, 都应进行专项验收。验收合格后方可进入下一个施工阶段。验收的标准应符合施工图纸、设计要求以及相关行业标准; 其次, 项目施工过程中需要进行中间质量评定, 特别是在关键施工节点如设备吊装、管道系统压力试验、电气系统调试等环节, 质量评定应由技术人员和质量管理人员共同参与, 确保施工过程中没有质量隐患^[4]; 然后, 竣工验收是项目质量管理的最终环节。竣工验收时, 施工单位应提供完整的竣工文件, 包括施工日志、技术资料、设备运行记录、试验报告等, 确保项目符合设计标准, 并通过相关部门或第三方的验收。

6 结语

总而言之, 机电安装工程是石油化工工程的重要组成部分, 其施工质量对于石油化工工程整体效益有着决定性的影响, 所以在机电安装工程施工过程中必须加强施工技术和质量管理, 严格按照施工技术方案做好机电安装工程的安装调试工作。

参考文献

- [1] 司才强. 石油化工工程中机电安装要点及注意事项 [J]. 造纸装备及材料, 2023, 52 (03): 35-37.
- [2] 郭振春. 石油化工工程中机电安装工程的质量管理研究 [J]. 造纸装备及材料, 2023, 52 (01): 35-37.
- [3] 马述虎. 石油化工工程中机电安装工程施工技术与质量管理研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42 (08): 39-41.
- [4] 孙建. 石油化工工程中机电安装工程施工技术与质量管理 [J]. 绿色环保建材, 2021, (07): 121-122.

Consideration on full back pressure operation of cogeneration units under carbon neutral background

Yongwu Li

Jiangsu Senda Thermoelectric Corporation, Yancheng, Jiangsu, 224700, China

Abstract

This paper is to talk about the problems related to the total back pressure operation mode of cogeneration units. The effects and requirements of cogeneration under carbon neutrality are described. The economic performance under full back pressure operation is analyzed through the actual transformation operation of our company, including the change of operation mode, efficiency change and carbon reduction impact. At the same time, the strategy to ensure the reliable operation of the unit under the condition of high heating and low load is deeply discussed, and the multi-dimensional thinking is carried out from equipment maintenance and operation parameter adjustment, with the purpose of providing a theoretical basis for the optimization of the operation of the cogeneration unit under the new background, referring to engineering cases and discussing practical operation.

Keywords

carbon neutrality; Combined heat and electricity; Heat supply

碳中和背景下热电联产机组全背压运行的思考

李用武

江苏森达热电总公司, 中国 · 江苏 盐城 224700

摘 要

本文要说的是对热电联产机组全背压运行模式有关问题的思考。描述了碳中和目标下对热电联产的影响和要求, 通过我们公司实际改造运行情况对全背压运行下的经济性能进行分析, 包括运行方式改变、效率变化、降碳影响等方面。同时, 深入探讨在供热高、低负荷情况下保障机组可靠运行的策略, 从设备维护、运行参数调整等多维度展开思考, 目的是为热电联产机组在新背景下优化运行提供理论依据, 参考工程案例和探讨实践运作。

关键词

碳中和; 热电联; 供热

1 引言

随着全球对气候变化问题的重视, 碳中和目标成为能源领域发展的重要指引, 低碳经济就是以低能耗低排放低污染为基础的经济模式。国家“双碳”目标是坚定的, 有一定的实施路径, 在大力发展无碳能源上积极推进, 积极分发展核电、大力发展水电、规模化发展风电和加快太阳能利用等等, 充分考虑经济社会的发展、发电行业的实际情况、市场调节需要等因素, 结合减排目标和行业发展技术特点, 合理设计并不断调整配额方案。健全市场碳配额发放机制, 营造平等开放竞争的市场环境。压实企业降碳责任, 推动企业绿色低碳转型。所以在大力发展可再生能源的基础上, 碳市场交易会越来越严格, 越来越受到各行各业的重视。

【作者简介】李用武（1968-），男，中国江苏盐城人，本科，工程师，从事火力发电、热力生产与供应以及环保超低排放运行和分析等研究。

热电联产作为一种高效的能源利用方式, 在满足供热和发电需求方面有着重要作用。在碳中和这个大背景下, 探索热电联产机组更优的运行模式, 如全背压运行, 对于提高能源效率、降低碳排放具有重要意义。同时, 保障供热过程中机组在不同负荷下的可靠运行, 是确保供热质量和能源供应稳定性的关键。

本文重点分析在碳中和目标的约束下, 热电联产机组发展全背压运行来实现能源的高效利用和碳排放的降低, 同时对其技术可行性、经济性等进行探讨。

2 碳中和目标对热电联产的影响

2.1 政策导向与碳排放限制

各国政府纷纷出台相关政策, 对能源行业的碳排放进行严格限制。中国更是很快明确了碳达峰碳中和的时间表。热电联产机组需要在满足供热需求的同时, 降低发电供热过程中的碳排放。这促使企业寻求更高效的运行模式, 全背压运行因其在特定条件下的优势而受到关注。热电联产企业的

碳排放配额也会逐年收紧，不断科学调整企业配额系数，企业必须通过技术改进来应对。我们首先来了解一些碳排放的理论和政策。

摘我们国家 2023、2024 年各类别机组碳排放基准值
机组类别：

燃煤矸石、煤泥、水煤浆等非常规燃煤机组（含燃煤循环流化床机组）基准值：

发电基准值（tCO ₂ /MWh）		
2023 平衡值	2023 基准值	2024 年基准值
0.8352	0.8285	0.8244
供热基准值（tCO ₂ /GJ）		
2023 平衡值	2023 基准值	2024 基准值
0.1041	0.1038	0.1033

数据调整说明：2023 年平衡值是基于 2023 年碳排放数据，综合考虑履约优惠政策、修正系数计算，是各类机组发电、供热碳排放配额量与应清缴配额量平衡时对应的数值。2023 年 300MW 等级以上常规燃煤机组发电基准值较 2023 年平衡值下降约 0.4%，300MW 等级及以下常规燃煤机组发电基准值较平衡值下降约 0.8%，燃煤矸石、煤泥、水煤浆等非常规燃煤机组发电基准值较平衡值下降约 0.8%，燃气机组发电基准值较平衡值上升约 2.0%，燃煤机组供热基准值均较平衡值下降约 0.3%，燃气机组供热基准值均较平衡值上升约 2.0%。2024 年各类别机组发电、供热基准值再做调整。

了解燃煤机组的 CO₂ 排放配额计算。公式如下：
 $A=A_e+A_h$ 式中：

A—机组 CO₂ 配额总量（tCO₂）， A_e —机组发电 CO₂ 配额量（tCO₂）， A_h —机组供热 CO₂ 配额量（tCO₂）

机组发电 CO₂ 配额量计算方法： $A_e=Q_e \times B_e \times F_l \times F_f$

Q_e —机组发电量，单位 MWh， B_e —机组所属类别的发电基准值，单位 tCO₂/MWh；

F_l —机组冷却方式修正系数，如果凝汽器的冷却方式是水冷，则机组冷却方式修正系数为 1；如果凝汽器的冷却方式是空冷，则机组冷却方式修正系数为 1.05；对于背压机组等特殊发电机组，冷却方式修正系数为 1。

同样品质参数和同质量的蒸汽发出更多的电产出更多的热都是提高效率的具体体现，从计算方法中知道发电越多供热越多自然就会得到更多的碳配额，是科学正确的算法。在国家政策的引导下，如何自己达到中和，或者出现更多的碳盈余是我们追求的目标。对于热电联产企业来讲，同样的耗能发出越多的电，供出越多的热能，那么其能效越高，其降碳效果就越明显。这需要多方面的努力才行。其中，全背压运行就是一个最重要的基础运行方式。作为一个企业如何实现它？作为一个工业产业园区，一个县域供热如何安排部署才能实现？是值得思考的。

2.2 能源结构调整的压力

碳中和目标推动能源结构向可再生能源和低碳能源转型。热电联产机组面临着与其他清洁能源竞争的压力，需要提高自身的经济性和环保性。在这种情况下，全背压运行如果能实现更好的经济性能，将有助于热电联产在能源转型中保持极强的竞争力。比如，太阳能、风能等可再生能源的发展，可能会影响热电联产机组的发电市场竞争力，或者是碳配额影响，促使热电联产优化运行。但在供热上又是太阳能、风能目前难以做到的，这是供热机组的优势。尽管有光能热力机组的运行研究，都是较小的，难以大型化，且是刚刚开始研究试验阶段，当然有理由相信在当今时代不久的将来，也会把光热电力产业做得更好。

3 集团公司改造的工程案例，作为案例促进技改思考

一热电公司 2005 年投产，有 3*75t/h,1*130 t/h（后增加 1*220 t/h）次高温次高压锅炉，2*15MW 抽凝机组。供热由开始的 10 t/h 逐步增长到 80 t/h 左右，考虑到机组的供热能力和效率，在热电联产以热定电政策指引下，2010 年 10 月，1 号 15MW 抽凝机组改 15MW 背压机替代项目启动。13 日通过工程质量监督中心站的质量咨询后具备整套启动试运条件，16 日顺利并网；2011 年 2 号 15MW 抽改背等量替代改造开工，施工历时 3 个月，顺利并网。2017 年随着供热上升，为满足园区需求新上了 1*220t/h 的次高温次高压锅炉、1*15MW 杭汽背压机组于 11 月份投入运行。为 2018 年供热高峰时达到 400t/h 左右实现三台背压机组全部投入运行。

二热电公司，2005 年投产，有 1*75t/h,1*130 t/h 次高温次高压锅炉，2*15MW 抽凝机组，2011 年 6 月 2 号机组完成背压式替代改造投入运行。随着供热上升，2013 年将 1 号机 15MW 抽凝机组改背压机启动。2021 年该公司将第一台 15MW 背压机改成 6MW 背压机组，是由于园区产业调整供热量发生较大变化，供热由原来的 100t/h 多减少到 40t/h 左右，15MW 背压机容量偏大发电机组无法运行，只能用网电运行锅炉，双减供热。效率低、不经济、成本高严重亏损。为响应热电联产政策，提升综合热效率，降低企业运营成本，减少亏损，必须改造。11 月该公司 6MW 机组顺利发电，平均发电 5MW，汽耗平均 11kg/kwh。

4 热电联产机组全背压运行的各种情况

4.1 机理分析

4.1.1 运行控制的差异

全背压运行时，机组的效率、汽耗与蒸汽参数和流量密切相关，也与机组大小、负荷率有很大关系。在不同的负荷下，全背压运行可能需要锅炉时刻精细的调整控制。热电联产机组，对于抽凝机来讲，只要电负荷或者进汽量能满足抽汽的要求，只是热与电的一个转换，根据供热大小通过隔

板或其它方法改变抽汽大小,抽汽供热多,电就发得少,反之一样;除非进汽量不够,抽汽能力满足不了需求时,需要增大锅炉负荷。机组纯背压时,是100%的以热定电,需要随时调整锅炉负荷。低负荷时需要调整给煤量和配风,以确保稳定燃烧和热量供应,如果出现供热瞬时很低,来不及调整就需要释放一部分蒸汽,或者增大疏水,调节平衡,这肯定会增加一定的运行成本[1]。

这样改造后,同样的供热,我们减少了煤炭的用量。比如第一公司,热负荷100吨/时,抽凝机供热时,需要两台15MW机组带额定负荷运行,每台抽汽50-58 t/h,进汽约100 t/h,锅炉需要产汽约200 t/h;

纯背压机供热运行时,锅炉产出110 t/h左右的蒸汽,一台15MW背压机运行满足供热,发电汽耗约12kg/kwh。

抽凝运行时,至少需要一台75t/h和一台130 t/h锅炉,两台15MW抽凝机运行,在背压机运行就用一台130 t/h锅炉和一台15MW背压机。同样的供热抽凝运行时增加近40%的碳排放。

4.1.2 设备投入和维护

纯背压运行,较高的背压和排汽温度增加机本体一次投入成本。同时,相关的管道、阀门等设备在全背压工况下都需要进行增大改造。

但是辅助设备在纯背压运行如凝结水泵、射水泵、抽汽管道等也就没有了,建设和维护上减少了范围,减少了凝结系统、射水系统不稳定带来的风险。

4.1.3 供热参数稳定

纯背压运行监测和控制系统更先进更简化。运行人员接受专业的培训,运行相对简单。一定的负荷,保持基本稳定的进汽参数,其排汽温度和压力基本稳定。实时监测背压、温度、流量等参数,其主要是用户汽量变化,我们根据这些参数变化及时调整出力控制机组的进汽大小,增强科学运行管理。如果是抽背型,提供更多不同等级的蒸汽,那么会有多个抽汽口,其道理是一样,通过调节阀的调整满足各种参数要求。

4.2 效率提升情况

4.2.1 供热收益

总热效率和热电比是热电联产机组2个最重要的热经济性指标。对于背压式热电联产机组,单纯依据这2个指标进行装机方案比选会产生偏差,提出以热电联产年节煤量、年平均热电比,作为背压式热电联产机组热经济性评价辅助指标,实际上就是你的年供热量在什么水平,持续性和发展情况以更准确地进行背压机组的选型。我们目前纯背压运行可提高供热能力和供热质量,完全是100%以热定电,从原来的热效率45-55%左右一下子提升到80%以上。热电比可高达1600%以上,当然这主要与供热大小有关系。除去热损失、机械损失蒸汽在发电完成后所有热力除了自用汽外全部输送供热市场,稳定且高质量的供热可以获得更高的社会

效应。

对于用汽供热品质要求不高的地方,用纯背压运行,更加能体现热能的高效梯级利用。特别在寒冷地区,稳定的高质量供热可以更好地服务和满足工业和居民用户的需求,可以提高了低品位热能的使用,提高效率。纯背压运行热电联产企业在供热上有一定的优势,大大小小的机组配合调度,灵活性大保障性强,通过向用户提供更可靠的热能,在供热面积拓展方面有更好的前景。我们选用杭汽引进德国西门子三系列积木块技术设计的背压式汽轮机,完全依照用户需求设计满足各种负荷、参数的汽轮机,科学又方便设计,机型小巧,汽轮机的通流部分采用反动式、整锻转子结构,效率更高,运行更可靠[2]。

4.2.2 发电消耗情况

虽然是纯背压运行,主要侧重于供热,但在满足供热的时候,通过背压式汽轮机,合理的发电输出能带来收益。不同的设计发电汽耗会不同;主蒸汽参数以及排汽参数不同,发电汽耗也不同。一般情况下低的发电汽耗可以达到7kg/kwh左右,发电汽耗高的12 kg/kwh左右,各不相同。发电量除自用外,售电到电网,这是与减温减压供热不发电明显的差别,也是热电联产提高能效的另一具体体现。通过优化背压控制,提高机组的发电效率,降低汽耗,在电力市场中获取更高的经济回报。

4.3 负荷稳定范围不确定时规划的考虑

纯背压运行在长期来看可以实现更高的经济效益,尤其是在供热需求大且稳定的地区。但在供热负荷波动很大、企业或者园区形势不稳定等情况下,需要更谨慎地对待全部改成纯背压,或者是新背压机上马问题,怎么科学配置必须多思考。机组的机炉配置、大小不同等问题,考虑既能配合供热变化,又不能闲置多,科学性很重要。

在参数考虑上,因为是供热机组,我认为应当不要太在意参数高低。改造的机组以原有锅炉参数作为参考来设计背压机,机组实际运行太长需要淘汰、搬迁等等原因则需要全部改造,完全可以考虑高一级的参数;机组大小依据供热水平高低、峰谷量等情况来定;个人认为作为供热机组,中温中压、次高温高压机组和高温高压都是可以的,无需再高,我们从供热和发电看无疑供热是重点,我们热电联产与大型发电机组是不一样的。如选择高参数因为供热大,机组容量要大,参数越高,满足供热情况下,机组需要的容量会更大,加之高参数对材质的要求,会使得投资加大。供热的灵活性也会打折扣。

5 受供热影响机组高负荷运行下可靠运行的思考

5.1 设备状态监测与维护

5.1.1 关注设备实时监测

在机组运行在高负荷期间,每台机组担负的供热责任

更大,加强对汽轮机、锅炉等关键设备的监控是必不可少的。通过安装更多的检测装置,实时获取设备的温度、振动、压力等参数,保证运转在正常状态,更加注意排汽温度的变化。一般汽机有最大进汽量要求,在供热需求时可以进到最大量。另外对于汽轮机,密切关注轴承温度、瓦温和振动情况,特别是杭汽机顶缸情况,一旦出现异常可以及时预警,保护必须完好投入,防止设备故障扩大。

5.1.2 增强设备可靠性

根据设备的运行时间和状态,定期切换,提前安排预防性维护和大修,大修一般三年一次,可根据设备状态和供热形势适当提前或推迟进行,一般情况下通流部分总会存在这样那样的问题。在供热高负荷来临之前,对可能出现问题的设备部件进行维保或更换[3]。尤其是锅炉,对锅炉的受热面进行检查和清洗,要水压检查、测厚检查,确保良好的热传递效率和安全运行,防止因结垢等问题导致的热效率降低和设备损坏。包括空预器漏风检查等等。汽轮发电机要定期做调速、并网等各种实验。

5.2 运行参数优化

5.2.1 进汽蒸汽参数调整

根据供热负荷的变化,合理调整蒸汽的压力、温度和流量。在机组高负荷时,保证蒸汽参数在额定左右,可适当提高蒸汽参数,以满足供热需求的同时保证机组的稳定运行。但需要注意不能超过设备的设计极限,避免安全事故。纯背压机运行对外供热,对于锅炉的出力很关键,要根据变化调整发挥锅炉的出力,要满足要求更要有一定的余量,不能时刻都在高位运行,也就是高峰要能够满足需要,减少锅炉的启停。在机组低负荷时,调整到可靠运行。

5.2.2 背压控制

合理控制背压对于全背压运行机组至关重要。在机组高负荷下,可能需要适当提高背压,减少管道压降变大对用户的影响,是一个正常科学的做法,不能一成不变,但要综合考虑汽轮机的排汽能力和供热系统的压力需求;在供热低负荷下,在用户要求允许范围内适当降低背压,可以降低汽耗多发电。一般通过进汽量来调节。通过背压保护调节,实现背压的稳定控制,确保机组的安全高效运行。供热分支和用户端都需要阀门来控制,因为用户的压力需求不同、管线流量也高低不同,所以根据需要进行开关调整,以益于生产。

5.3 应急时的处理考虑

5.3.1 故障应急处理流程

制定完善的故障应急处理流程,明确在设备故障、参数异常等情况下的操作步骤,对于运行规定紧急停机的,出现必须果断处理。故障停机的是经过处理,无法解决的应正确判断和执行。如参数异常必须快速降低负荷,直至停机;调整控制参数恢复正常,当汽轮机出现振动突然偏大故障时,运行人员应按照预定流程迅速降低负荷、检查相关系统,分析原因,专业处理降低振动,防止损坏汽封。

5.3.2 备用设备启用方案

确保有足够的备用设备,并制定详细的启用方案。在关键设备出现故障无法短时间修复时,及时启用备用设备,保障供热不间断。各类主设备如备用炉和机组,各种一类设备随时可以投入启动;辅助设备备用完好;减温减压装置必须满足供热容量需求,也需要大小配置,始终在热备用状态下,可立即投入运行。

6 受供热影响机组低负荷情况下机组可靠运行的思考

6.1 低负荷运行对机组的影响

6.1.1 锅炉燃烧稳定性问题

在供热低负荷时,对于燃煤的热电联产机组,燃烧稳定性必然受到影响,同时也会影响到环保设备运行的效果。燃料量减少可能导致燃烧温度下降,燃烧不稳定,容易出现熄火等问题。例如,在流化床锅炉中,低负荷下床温低,可能引起燃烧不完全,增加一氧化碳等污染物的排放,同时影响运行 SNCR 系统氨水的还原反应。

6.1.2 设备效率降低问题

机组在低负荷下,背压机的负荷率问题,需要相适应的的汽机来运行,否则设备的运行效率通常会降低,过低流量,发电汽耗增大。汽轮机在低流量蒸汽下,排汽温度增加,效率下降的同时,也影响到设备以及排汽管道的安全。同时,锅炉等设备在低负荷运行时,燃烧和热损失相对增大,影响整体的能源利用效率。

6.2 保障低负荷可靠运行的措施

6.2.1 燃烧调整

针对低负荷下的燃烧问题,优化燃烧器的运行参数。对于燃煤粉机组,可以调整煤种和配风方式,提高火焰的稳定性。对于燃气机组,通过改进燃气喷嘴和空气调节装置,改善燃气与空气的混合效果,确保稳定燃烧。流化床锅炉必须通过调整达到需要的床温,能够连续稳定运行,要研究锅炉带高负荷和低负荷的能力。

6.2.2 最好配置一定量的大小出力锅炉来配合调整。

根据自身公司各种因素规划锅炉的配置非常重要,我们需要足够的供热能力,又需要有高度的灵活性来保障。考虑的因素很多,每个电厂情况都会不一样[4]。

6.2.3 挖掘自用汽的可调量

对单台机组纯背压运行,或者是两台纯背压机运行而负荷率低情况,为减小供热下降带来的机组运行困难问题,需要增加自用汽的可调力度,例如给水泵改为汽动,排汽进入除氧器,或进高加后再进除氧器(对于背压运行的机组,完全可以考虑高加不再运行),以及其它的一些大的辅机改为工业汽轮机驱动,从而增加供热,提高机组进汽量,从而稳定运行,保障供热和提高效率。即使在高供热状态,也都是汽动给水泵运行,电动泵作为备用,一般可以按照一

比一的比例。

全厂中央空调,利用蒸汽,冬天供热,夏天制冷。用蒸汽锅烧菜;蒸汽箱蒸饭。都是节约电能和增加机组负荷率调节的有效办法。

6.3 负荷调节灵活性提升

6.3.1 热网调节与蓄热装置应用

通过热网的调节,实现供热负荷的灵活分配。根据用户的实际需求调节供热流量,鼓励错峰调节使用。同时,可以结合蓄热装置,如储备热水等,在低负荷时储存多余的热能,在高负荷时释放,提高机组对供热负荷变化的适应能力。

6.3.2 增加自用汽的可调型

在供热低负荷时,用配套的小锅炉和对应的背压机组,通过自用汽的增加和沿途管路的检查调整,保持背压机连续运行,减少热电联产机组的负荷波动,提高整个供热系统的稳定性和可靠性。

7 结论

发展热电联产集中供热是节约能源改善环境的有效措施。只有集中供热提高供热量,才有能力全部变成背压机运行方式,提升供热水平,利于调节。城市与工业园区都应采取集中供热的方式;在碳中和大背景下,热电联产机组纯背压运行,直至全部背压运行,效能的提高,按照现有的国家

平衡标准,全背压运行的机组基本能实现碳中和水平,甚至有碳盈余,发展大小容量背压机配合的方式适应供热负荷变化;集中供热,全部背压运行,提高供热能力、效率和机动性,把发电供应社会的任务交给大型电厂、可再生能源。集中供热距离近运行快,应该是供热的最佳方式。采用高温高压或次高温高压就可以,供热为主,应无需选择高参数;大型机组采取了高参数提高发电效率,承担电力供应和调配;科学客观评估片区供热高、低负荷情况,通过锅炉调节负荷能力、自用汽调整等等手段,保障机组在供热低时机组能够稳定运行。总之紧跟国家产业政策,减少碳排放。发展全部背压运行的方式,提高能效减少能源消耗,降低碳排放,企业率先实现碳中和,追求碳盈余。为大型电厂高参数发电,各种可再生能源发电的发展铺开一条大道,为国家减碳贡献力量。

参考文献

- [1] 颜晓辉,陈世新,洪蕾.背压式热电联产机组选型的热经济性指标探析[J].能源与节能,2021(06):60-61.
- [2] 钟史明 低碳经济与电力能源 2011年中国电机工程学会热电专业学术交流会
- [3] 王振铭 我国近年来集中供热的发展与建议 2011年中国电机工程学会热电专业学术交流会
- [4] 2023、2024 年度全国碳排放权交易发电行业配额总量和分配方案

Analysis of Mining Disaster Management and Emergency Response Technologies

Jiahong Cao

China Aluminum Guizhou Branch Mining Company, Guiyang, Guizhou, 551413, China

Abstract

This article explores the multiple types of mining disasters, such as ground pressure disasters, water disasters, and fires, which pose a serious threat to the safety of miners and environmental stability due to their suddenness, harmfulness, and complexity. The study thoroughly analyzed the causes of the disaster, involving multiple factors such as unreasonable mining activities and poor geological conditions. Meanwhile, the study introduces disaster warning and monitoring technologies, engineering measures, and governance strategies at the management level. At the level of emergency response, the focus was on the formulation and implementation of emergency plans, the provision of emergency response equipment and team building, as well as on-site command and coordination mechanisms. This study aims to provide scientific basis and practical guidance for effective governance and emergency response of mining disasters, thereby reducing disaster risks, improving emergency response efficiency, and ensuring the sustainable development of the mining industry.

Keywords

mining disasters; Governance technology; Emergency response; Early warning monitoring

矿山灾害治理与应急处置技术分析

曹家红

中国铝业贵州分公司矿业公司, 中国·贵州 贵阳 551413

摘要

本文探讨了矿山灾害的多元类型, 如地压灾害、水害及火灾等, 这些灾害因具有突然性、危害性和复杂性, 对矿工生命安全及环境稳定构成严重威胁。研究详细剖析了灾害成因, 涉及不合理开采活动、地质条件欠佳等多重因素。同时, 该研究介绍了灾害预警与监测技术、工程技术措施及管理层面的治理策略。在应急处置层面, 重点讨论了应急预案的制定与执行、应急处置设备的配备与队伍建设, 以及现场指挥与协调机制。此研究旨在为矿山灾害的有效治理和应急处置提供科学依据与实践指导, 进而降低灾害风险, 提升应急处置效能, 确保矿山行业的可持续发展。

关键词

矿山灾害; 治理技术; 应急处置; 预警监测

1 引言

矿山作为国民经济的重要支柱, 其安全生产问题一直备受关注。然而, 矿山灾害频发, 不仅严重威胁矿工生命安全, 也对环境和社会稳定造成巨大影响。因此, 矿山灾害治理与应急处置技术的深入研究显得尤为重要。本文旨在探讨当前矿山灾害的主要类型、成因及影响, 并综合分析现有的灾害治理与应急处置技术。通过对比不同技术的优缺点, 为矿山安全生产提供科学依据, 以期降低灾害发生概率, 提高应急处置能力, 保障矿山可持续发展。

2 矿山灾害概述

2.1 矿山灾害的类型与特点

矿山灾害概述中的矿山灾害类型与特点是一段复杂且重要的内容。矿山灾害类型多样, 主要包括地压灾害、水害、火灾、爆破伤害、中毒与窒息等。地压灾害通常表现为露天滑坡、地下采场顶板大范围垮落等, 主要由不合理的采矿方法、缺乏有效支护、地质条件差等因素引发^[1]。水害则多因采掘过程中遇到含水地质构造、未及时发现突水征兆等造成, 具有突发性强、发展快的特点。矿山火灾分为内因火灾和外因火灾, 内因火灾主要由矿岩氧化自热引发, 而外因火灾则多因明火、电气设备损坏等引起, 火灾在有限空间和空气中燃烧, 易产生有毒有害气体, 造成重大事故。此外, 矿山还存在粉尘、电危害、噪音与振动等多种危险因素。矿山灾害的特点主要体现在突然性、危害性和复杂性上。灾害

【作者简介】曹家红(1969-), 男, 中国贵州黔西人, 本科, 高级工程师, 从事安全技术与管理研究。

往往突然发生,信息传递到社会层面难以预料。同时,灾害具有巨大的危害性,不仅造成经济损失,更常危及矿工生命安全。灾害造成的创伤类型复杂多样,现场处置困难,施救过程常面临各种阻碍^[2]。因此,矿山灾害的治理与应急处置技术的提升显得尤为重要,以保障矿山生产安全,减少灾害损失。

2.2 矿山灾害的成因分析

矿山灾害的成因分析是一个复杂且多维度的过程。矿山灾害主要包括岩土体变形灾害、地下水位改变引起的灾害以及矿体内因引发的灾害等。岩土体变形灾害,如矿山地面和采空区塌陷,主要由不合理的开采活动导致,如保留矿柱不足或矿柱受损失去支撑能力。这种灾害不仅破坏土地资源、建筑物,还可能直接导致矿山某些地下巷道的塌毁,造成重大损失。地下水位改变引起的灾害,如矿坑突水涌水,是矿山开采中常见的灾害类型。其突发性强、规模大,常因对矿坑涌水量估计不足,采掘过程中打穿老窿、贯穿透水断层等导致地下水或地面水大量涌入,造成井巷被淹、人员伤亡^[3]。此外,坑内溃沙涌泥也是与矿坑突水相伴而生的灾害,给矿山安全带来严重威胁。矿体内因灾害,如瓦斯爆炸和矿坑火灾,则常见于煤矿和一些硫化矿床。瓦斯爆炸是在极短时间内大量瓦斯被氧化,造成热量积聚,形成高温高压后急剧向外扩散,产生巨大冲击波和声响,破坏力极大。矿坑火灾则因硫化物氧化生热,热量积聚到一定程度时发生自燃,不仅损耗地下矿产资源,还严重恶化矿区环境。

2.3 矿山灾害的影响与危害

矿山灾害的影响与危害深远且广泛。在矿床开采活动中,大量采掘井巷导致岩土体变形,矿区地质、水文地质条件与自然环境发生严重变化,对人类生命财产安全构成重大威胁。矿山地质灾害不仅破坏采矿工程设备和矿区资源环境,还严重影响采矿生产。一旦发生矿山地质灾害,如地面塌陷、地裂缝、滑坡、崩塌等,会直接威胁矿区及周边居民的生命安全^[4]。同时,灾害还会造成采矿设施的严重损坏,导致生产中断,经济损失巨大。此外,矿山地质灾害对地质环境的破坏也是不可忽视的,它破坏植被,影响水资源,进而对区域生态环境造成严重影响。在井下作业中,矿山灾害的危害更为突出。冒顶、突水、瓦斯爆炸等灾害不仅会造成人员伤亡,还会产生大量有毒气体,如一氧化碳、硫化氢等,对人体健康构成极大威胁。矿井火灾、煤尘爆炸等灾害同样会造成严重的人员伤亡和设备损失。矿山透水事故则可能淹没作业区及通道,导致被困者因淹溺、缺氧、饥饿与脱水而伤亡。因此,矿山灾害的治理与应急处置显得尤为重要,必须采取有效措施,加强监测预警,提高防灾减灾能力,确保矿山安全生产。

3 矿山灾害治理技术

3.1 灾害预警与监测技术

灾害预警与监测技术体系通过集成多种高精度传感器、

先进的检测系统和高效的信息管理系统,实现了对矿山环境和采矿作业过程的实时监测与预警。灾害预警与监测技术主要依赖于地球物理方法、数据分析方法和地质灾害监测方法。地球物理方法利用地层岩体、矿体和地质构造等地球物理特征的变化,进行矿山灾害的预警,如电法、地震法和重力法等。数据分析方法则运用统计分析、神经网络等现代数学方法,对矿山生产过程中采集的大量数据进行处理和分析,提取出与采矿安全相关的特征和规律。地质灾害监测方法则包括GPS监测、位移监测、应力监测和地下水监测等,这些方法能够实时监测矿山周围的地质环境,及时发现和预警可能出现的地质灾害^[5]。在实际应用中,灾害预警与监测技术通过安装各类传感器,如瓦斯传感器、温度传感器、湿度传感器等,实时采集环境数据,并上传至云端服务器进行处理和分析。一旦监测到异常情况,系统会立即触发预警机制,通过多种方式向矿山管理人员发布预警信息,以便及时采取措施,避免或减少灾害的发生^[4]。

3.2 工程技术措施

矿山灾害治理技术措施主要涵盖了对矿山结构、地质条件及潜在灾害源的综合治理。针对矿山的实际情况,工程技术措施首先强调了对矿山结构的强化。通过采用人工加固露天边坡工程技术,如挡墙、锚杆(索)和抗滑桩等,有效增大了边坡岩体强度,提高了边坡的稳定性。同时,对矿山的开采过程进行严格控制,采用微差爆破、预裂爆破、光面爆破等保护边坡的措施,防止了因开采作业引发的滑坡和坍塌事故。在地质条件复杂的矿区,工程技术措施还注重了对水文地质条件的治理。通过完善排水系统,加强了井下排水设施的建设,确保了矿井的畅通,有效防止了水害的发生。同时,对地下水进行“探、防、堵、截、排”的综合治理,降低了水害对矿山生产的影响。此外,工程技术措施还包括了对潜在灾害源的治理。通过对瓦斯、煤尘等灾害源的监测和治理,采取了相应的防爆措施,降低了灾害发生的风险。这些措施的实施,不仅提高了矿山的安全生产水平,还为矿山的可持续发展提供了有力保障^[5]。

3.3 管理层面的治理策略

首先要实现职权清晰式管理,确保每个管理人员的职责范围明确,实现职位与职权的对等,通过职务分析小组的建立,层层分解职责权限,使每个管理人员都能明确自身职责,从而有效提升矿山灾害治理的效率。强化地质灾害管理制度的建设是关键。矿山企业应根据开采的实际情况,制定详细的地质灾害防治方案,明确防治目标、措施和责任。同时,建立完善的地质灾害监测预警系统,对矿山区域内的地质情况进行实时监测,及时发现潜在的地质灾害风险,并定期进行地质灾害巡查,评估开采活动可能引发的地质问题,及时采取措施进行防范。此外,大力提升从业人员素质也是不可忽视的一环。矿山企业应配备专业的安全生产管理机构 and 人员,确保他们具备高素质和专业技术能力。同时,加强

安全技能和应急能力培训,提升员工对地质灾害的认识和应对能力,确保在灾害发生时能够迅速、有效地进行应急处置。

4 应急处置技术分析

4.1 应急预案的制定与实施

在矿山灾害治理中,应急预案的制定与实施是确保人员安全、减少财产损失的关键环节。应急预案的制定需紧密围绕矿山的实际情况,综合考虑地理、技术、人为等多种因素,确保预案的针对性和实用性。预案内容应包括完善的应急组织管理指挥系统、强有力的应急工程救援保障体系、综合协调的相互支持系统等,并明确各级岗位责任制和行政首长负责制。制定过程中,需广泛收集资料,深入分析危险源与风险,确保预案能够覆盖所有可能的灾害情况。同时,预案的制定还需遵循决策民主化、科学化的原则,征求专家和社会各界的意见,以提高预案的准确性和可操作性。预案的实施则包括预案启动、应急组织、应急措施和应急评估等步骤。当灾害发生时,需迅速启动预案,召集应急小组,制定详细的行动计划,确保救援工作的有序进行。在实施过程中,要注重信息的及时传递和沟通,确保各应急小组能够协同作战,共同应对灾害。此外,预案还需定期进行评估和修订,以适应不断变化的灾害形势和技术发展,确保预案的时效性和有效性。通过科学的应急预案制定与实施,可以最大程度地降低矿山灾害带来的损失,保障矿山的安全生产。

4.2 应急处置设备与队伍建设

应急处置设备涵盖了个人防护装备、检测与监测设备、通讯设备、照明设备、挖掘与支护设备以及医疗急救设备等。个人防护装备如安全帽、防护服等,能够有效保障救援人员免受伤害。检测与监测设备如瓦斯检测仪、氧气检测仪等,可实时监测事故现场环境,为救援决策提供科学依据。通讯设备确保救援指令的迅速传达,而照明设备则为救援行动提供必要的光线条件。挖掘与支护设备如挖掘机、千斤顶等,能够开辟救援通道,保障救援通道的稳定性。医疗急救设备如急救箱、担架等,则能在关键时刻挽救生命。在队伍建设方面,矿山企业应按照规定建立专业的矿山应急救援队伍,并加强队伍标准化建设,保障资金投入,配备先进的救援装备。同时,加强对应急救援人员的培训,提升其专业技能和应急处置能力。矿山救援队伍应强化应急备战,提升快速响应能力,确保在事故发生时能够第一时间赶赴现场,实施有效救援。此外,还应加强与其他救援力量的协同作战能力,共同应对复杂多变的矿山灾害。

4.3 现场指挥与协调机制

在矿山灾害治理与应急处置技术中,现场指挥与协调机制是确保救援行动高效、有序进行的关键环节。这一机制要求建立一个统一、高效的指挥部,由矿山企业的主要负责人及相关专家组成,以确保决策的科学性和可操作性。指挥部需下设多个具体工作组,包括救援组、通信组、事故调查组等,各组之间紧密配合,共同应对灾害事故。在指挥流程上,需遵循科学、高效的原则。指挥部需及时接收事故报警,并迅速启动应急响应机制,根据事故等级评估决定是否立即启动应急预案。救援人员应按照组织流程迅速到达现场,进行勘测,确定救援方案和行动方向。同时,指挥部需与现场保持紧密联系,及时掌握救援进展和风险情况,确保救援行动的有序进行。此外,现场指挥与协调机制还需注重信息的及时收集和发布。信息负责人需及时收集、掌握准确完整的事故信息,并向指挥部人员、新闻媒体及其他相关机构和组织发布事故的有关信息,确保信息的透明度和准确性。

现场指挥与协调机制在矿山灾害治理与应急处置技术中发挥着至关重要的作用,它要求各相关部门和人员紧密配合,共同应对灾害事故,确保救援行动的高效、有序进行。

5 结语

本文围绕系统探讨了矿山灾害的类型、特点、成因、影响以及相应的治理技术和应急处置方法。文章首先概述了矿山灾害的基本情况,随后详细分析了灾害预警、监测技术、工程技术措施和管理层面的治理策略。在应急处置方面,文章着重讨论了应急预案的制定与实施、应急处置设备与队伍建设以及现场指挥与协调机制。总结了研究成果与贡献,并对未来研究方向进行了展望,旨在为矿山灾害的有效治理和应急处置提供理论支持和实践指导。

参考文献

- [1] 刘羽,李艾陶,李应宗,等.金属矿山边坡地质灾害治理技术研究和分析[J].世界有色金属,2017(9):2.
- [2] 周潼.金属矿山边坡地质灾害治理技术研究和分析[J].工程技术(文摘版)·建筑:00353-00353[2025-01-14].
- [3] 苏彦金.金属矿山边坡地质灾害治理技术研究和分析[J].世界有色金属,2024(1):229-231.
- [4] 王鹏程,蔡连莉,梁文继.矿山滑坡地质灾害治理施工技术措施分析[J].科技与创新,2024(22).
- [5] 逯振芳.矿山地质灾害治理及生态环境修复措施分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2023(4):4.

Research on performance optimization and energy saving technology of boiler fan in power plant

Guangya Lu

National Energy Group Tianjin Guoneng Panshan power generation Co., Ltd., Tianjin, 301900, China

Abstract

With the continuous increase of energy demand in China, the problem of energy consumption in power plants has become increasingly prominent, especially the problem of boiler fan power consumption. In this paper, the operation state and performance of boiler fan in power plant are studied in detail, and a technical scheme of performance optimization and energy saving is proposed. By using the principle of fluid mechanics and mathematical modeling, we discussed the operation characteristics of the boiler fan, and explored the relationship between the key parameters such as air volume, pressure and efficiency and the power consumption of the fan. The results show that by improving the fan blade design, optimizing the fan operating conditions, increasing the automatic regulation system and other measures, the operation efficiency of the fan can be significantly improved, the power consumption of the fan can be reduced, and the stable operation of the boiler can be ensured. In addition, we also combined with the field measurement data, compared and analyzed the operation of the fan before and after optimization, and verified the effectiveness of the energy-saving technology. The research results can provide important reference for improving the performance and reducing energy consumption of boiler fan in power plant.

Keywords

power plant boiler; Fan performance optimization; Energy-saving technology; Principles of fluid mechanics; Fan power consumption

电厂锅炉风机性能优化及节能技术研究

路广亚

国家能源集团天津国能盘山发电有限责任公司, 中国 · 天津 301900

摘 要

随着我国能源需求的不断增加, 电厂的能源消耗问题变得日益突出, 尤其是锅炉风机功率消耗较大的问题。本研究针对电厂锅炉风机的运行状态和性能进行深入细致地研究, 并提出了一种性能优化及节能的技术方案。通过运用流体力学原理和数学建模分析, 我们探讨了锅炉风机的运行特性, 探究了风机风量、压力和效率等关键参数与风机功率消耗的关系。研究结果表明, 通过改进风机叶片设计、优化风机运行条件、增加自动调节系统等措施, 可以显著提高风机的运行效率, 降低风机的功率消耗, 同时保证锅炉的稳定运行。此外, 我们还结合了现场实测数据, 对比分析了优化前后风机的运行状况, 验证了节能技术的有效性。此研究结果可为电厂锅炉风机的性能提升和节能降耗提供重要参考。

关键词

电厂锅炉; 风机性能优化; 节能技术; 流体力学原理; 风机功率消耗

1 引言

随着工业化进程的不断加速, 我国的能源需求也在急剧增长, 各类电厂对于燃料的消耗量日益增多, 给我们面临的能源危机问题雪上加霜。尤其是在电厂运行过程中, 锅炉风机作为关键设备之一, 其功率消耗居高不下的情况十分严重。这不仅导致了巨大的能源浪费, 也增大了电厂运行的成本。显然, 找到有效的方法优化锅炉风机的运行状态, 提高其效率, 减少能源消耗就成为我们需要思考并解决的问题。本论文以电厂锅炉风机为研究对象, 结合流体力学理论和

数学建模手段, 对风机传动的过程和效率进行深入地探讨, 旨在寻找并测试一种能够全面优化锅炉风机性能, 明显降低其能源消耗的技术方案。期望通过提出具有创新性的技术方案, 为我国电厂的能源节约与环保作出贡献。

2 电厂锅炉风机的运行状态和性能研究

2.1 锅炉风机的基本运行状态及其影响因素分析

锅炉风机作为电厂中重要的动力设备之一, 其运行状态对整个电厂的运行效率和能耗有着重要影响^[1]。本节将通过分析锅炉风机的基本运行状态以及影响因素, 为后续的性能优化和节能技术研究提供基础。

锅炉风机的基本运行状态可以分为正常运行、过载运行和异常运行三种状态。正常运行状态下, 风机能够按照设

【作者简介】路广亚(1970-), 男, 工程师, 从事火电厂锅炉辅机研究。

计工况要求提供所需的风量和风压。过载运行状态发生在锅炉负荷超过设计工况要求时,风机需要提供更大的风量和风压。异常运行状态则包括风机故障、管道堵塞等异常情况。

锅炉风机的运行状态受多种因素的影响。影响因素可分为内部因素和外部因素两类。内部因素包括风机叶轮的材质、叶片的设计参数、转速等,这些因素决定了风机的气动性能。外部因素包括锅炉负荷、管道压力、风机进气条件等,这些因素对风机的运行状态和性能有着直接影响。

2.2 锅炉风机关键性能参数的测量和分析

为了评估锅炉风机的运行状态和性能,需要测量和分析关键性能参数。关键性能参数包括风量、风压和效率等指标。

风量是指单位时间内通过风机的风汽的体积,通常以立方米每小时(m^3/h)表示。风压是指风汽在风机出口处的静态压力,通常以帕斯卡(Pa)表示。效率是指风机输出功率与输入功率之比,通常以百分比表示。

通过测量这些关键性能参数,可以对锅炉风机的工作效率和能耗进行评估,并为后续的性能优化提供依据。

2.3 分析风机风量、压力和效率等关键参数与风机功率消耗的关系

风机的功率消耗与其风量、风压和效率等关键参数之间存在一定的关系。本节将分析风机功率消耗与这些关键参数之间的相互关系^[2]。

风机功率消耗与风量成正比。当风量增大时,风机需要提供更大的功率来保持风压稳定。风机功率消耗与风压的平方成正比。当风压增加时,风机需要提供更大的功率来克服阻力。风机的效率对功率消耗也有一定影响^[3]。效率越高,风机在提供相同风量和风压的情况下,功率消耗越低。

通过分析风机的运行状态和关键性能参数,可以深入了解锅炉风机的工作特点和能耗情况,为后续的性能优化和节能技术研究提供理论支持。通过研究风机功率消耗与关键参数之间的关系,可以寻找出提高风机效率和降低能耗的路径和方法。

3 电厂锅炉风机性能优化和节能技术

3.1 风机叶片设计改进对风机性能优化的影响

风机叶片设计是决定风机性能的重要因素之一。对叶片形状、角度、数量等参数的优化,可有效提升风机的运行效率。例如,叶片的角度如果设计得当,可使得风机在操作过程中能够产生更大的风力,而消耗更少的能量。另外,通过提高叶片的质量,可以使得每个叶片受到的风压均匀,从而提高风机的整体性能。

在叶片材质的选择上,应使其既具有良好的硬度和韧性,又要有较高的耐磨性和耐腐蚀性。应采用新型的涂层技术,如钛涂层、陶瓷涂层等,可以有效地降低叶片在运行过程中的磨损,延长其使用寿命,降低材质改良对叶片性能的

影响。

3.2 风机运行条件的优化策略及其效果分析

电厂锅炉风机作为风动设备,其运行状态直接影响锅炉的燃烧效率和风机自身的功效,对风机运行条件进行优化是提升路线效率,并实现节能降耗的重要方式。在分析优化策略及其效果时,首要对风机运行条件做出完整的分析和理解。

先从初始运行条件说起,风机运行的温度、压力、湿度等都是决定风机操作稳定性与性能的关键。这些条件对风机的工作效率与流量有直接影响,不同的条件会需要不同的风机组合和调整方式。例如,温度的变化会影响风量和密度,升高或降低风机效率。

风机的运行模式和工作环境也是其运行条件的一部分。运行模式主要有连续运行和间歇运行两种,其对风机的负荷需求和功率消耗产生巨大影响。而工作环境如环境温度、湿度等,则会影响风机电机的负载和效率。

风机运行条件的优化策略主要包括以下几个方面:

是参数优化,比如合理控制风量和流速,改变正负压是关键,这需要具备精准的测量工具 and 数据分析能力,通过科学数据洞察发现可以调整的空间,并进行有效调整。

是运行模式的优化,通过更灵活的运行策略,如负荷跟踪、节能停机等,可在满足锅炉运行需求的巧妙降低风机的功率消耗。

再则是智能化运行,如采用智能温控系统、连锁防护系统和负荷预测系统等,将风机的运行管理系统与锅炉的运行系统联动,可以实时操控风机运行状态,降低非预期运行。

对于上述优化策略所带来的效果,可通过风机运行中的数据进行详细地记录和比较,以此评估其改造效果。例如,风机的功率消耗、噪音水平、振动情况等均可作为评估指标。实践中发现,通过优化运行模式,使风机在锅炉低负荷时降低转速,或在不工作时停机,能有效减少电力消耗。亦有通过优化风机工作参数,改善风机送风条件,实现了风机效率的提升和造价的降低的案例。

综合考虑,电厂锅炉风机运行条件的优化策略应根据实际运行条件和需求,结合风机的特性进行合理规划和应用,这将有益于实现电厂的节能降耗目标,为整个电厂的高效稳定运行提供有力的保障。

3.3 自动调节系统的增设及其对风机性能和功率消耗的影响

在风机的运行过程中,自动调节系统可以实时监测风机的运行参数,并按照预设的策略进行调整,以实现风机的最优运行状态^[4]。自动调节系统可以根据实际的情况,动态调整风机的运行参数,如风量、压力等,从而使风机始终保持在最佳的运行状态。

增设自动调节系统后,可以有效降低人为操作错误导致的能耗浪费,风机的运行参数可以实时监控,发现问题可

以及时进行调整,大大提高风机的运行效率。通过自动调节系统的优化,可以较大程度上提高风机的运行效率,降低了单位风量的能耗,进一步实现了节能降耗。

4 优化技术的实测验证和效果分析

4.1 优化技术前后风机运行状态的对比分析

在电厂锅炉风机性能优化技术实施之前,需要对风机当前的运行状态进行详细地了解。主要关注的运行参数包括风机的风量、压力、效率等,这些参数对风机的性能有着直接的影响。通过收集电厂锅炉风机在不同运行条件下的性能参数,进行了详细地分析。结果显示,未进行优化技术实施之前的风机,其性能参数存在着一定的波动,且在某些特定的运行条件下,风机的性能参数与理想状态存在着一定的偏差。

实施风机性能优化技术之后,对同样的风机进行运行状态监测,其中风机的风量、压力、效率等性能参数对比显著。对比结果显示,优化技术能够显著改善电厂锅炉风机的运行状态,特别是对风机的风量和压力参数有着显著的优化效果。

通过对优化前后风机状态进行的详细比较,可以发现风机的风量有了显著的提升,这意味着风机在运行过程中能够提供更多的风量,满足锅炉的需要。而风机的压力也有了明显的提升,这表明风机在运行过程中的输送效率得到了提高^[9]。

在效率方面,经过优化的风机比优化前的风机效率有了明显的提升。这表明通过采用合理的优化技术,可以显著提高电厂锅炉风机的工作效率,降低其运行消耗,达到节能的目的。

通过优化后风机运行状态的详细分析和比较,得出的结论不仅能够详细反映出优化技术对风机性能的显著改善,而且还可以为未来在电厂锅炉风机性能优化方面的技术研究提供重要的理论依据和参考数据。

以上所述,通过优化技术前后风机运行状态的对比分析,可以直观地看到优化技术的实际效果。电厂锅炉风机性能的优化不仅可以提高风机的工作效率,工作效果,还具有显著的节能效果,有着较高的实用价值和广泛的应用前景。

4.2 节能技术的实测验证及其有效性评估

节能技术在电厂锅炉风机的应用中,是提高能效和降低能耗的重要途径。为了验证所提炼的节能技术方案的效果和有效性,进行了实测验证。

实测验证的过程中主要考虑了以下几个方面:风机运行的稳定性、风机的效率、风机的功率消耗以及风机的运行

寿命等关键指标。通过对比检测优化之前和之后对应各项指标的变化,对节能技术的实际效应进行了全面评估。

风机运行稳定性是决定风机能否稳定连续运行的重要指标。在应用节能技术后,风机运行稳定性的提高能显著降低因风机故障停机所带来的维修成本和停机损耗。实测验证显示,应用节能技术后,风机的运行更为稳定,频发的故障率明显下降。

风机效率是决定风机能效的重要指标之一。以风量、压力和电机功率等参数为考察对象,通过实测验证,发现经过节能技术优化后,风机在相同或更低的功率消耗下,能提供更高的风量和压力,即风机的效率有所提高。

4.3 结果讨论及节能降耗的实践意义

风机叶片设计改进可以有效地提高风机效率,改善风机运行状态,这有助于减少无效功率消耗,明显提高能源利用率。风机运行条件的优化策略可以减小风机承受的风量和压力,降低风机功率消耗,降低制造成本,增加企业经济效益。再者,增设自动调节系统对于实现风机的精准控制和精细化管理至关重要,可以有效避免手动操作的误差,节省人力资源。

5 结语

本次研究针对电厂锅炉风机的性能优化和节能进行了一系列深入研究,通过采用流体力学理论和数学方式,对风机在不同运行状态下的性能进行了详尽分析,并提出了有效的改进措施。得出结论,风机效率显著提升,功率消耗明显降低,同时锅炉运行稳定。更重要的是,本研究在理论分析的基础上进行了现场实测验证,验证了我们提出的节能技术的有效性。这将为电厂锅炉风机的性能提升和节能降耗提供有利依据。而在此基础上,需要进一步对节能技术的稳定性和适应性进行研究,为实现更大范围内的节能降耗提供可能。同时,我们也期望这一研究能引起相关领域的更多关注,进一步优化和精进电厂锅炉风机的性能。

参考文献

- [1] 刘伟,华圣心,黄未明,等.低负荷下电厂锅炉运行优化研究[J].中国电力,2022,55(01):132-138.
- [2] 王宇,张量,胡亚鹏.电厂锅炉风机性能调控及优化设计研究[J].热能动力工程,2018,33(07):51-57.
- [3] 李俊,郭庆治,杨华波.电厂锅炉风机系统一体化控制策略研究[J].中国电机工程学报,2016,36(23):6405-6413.
- [4] 陈华斌,郭建华.基于机器学习的电厂锅炉风机能耗优化策略研究[J].电力系统自动化,2022,46(06):58-64.
- [5] 高围,廉志军.电厂锅炉风机性能特性研究及其在风机节能中的应用[J].涡轮机械,2017,39(02):155-159.

Analysis of quality control and schedule control strategies in the construction process of construction project management

Xinran Zhou

Jiayan Kaibo Construction Engineering Consulting Co., Ltd., Beijing, 100013, China

Abstract

In construction project management, quality control and schedule control are two crucial management areas. Quality control is related to the safety, durability and functionality of construction projects, while schedule control directly affects the completion time and cost-effectiveness of projects. Substandard quality not only affects the safety of use, but also can lead to additional repair and retrofit costs. Delays can lead to waste of resources, increase construction costs, and even affect the overall economic benefits of the project. This paper analyzes the strategies of quality control and schedule control in the construction process of construction projects, and discusses how to ensure the quality and progress of the project through effective management measures to achieve the smooth completion of the project. Through reasonable quality and schedule synchronization management, the comprehensive benefits of the project can be improved and the construction goals can be achieved.

Keywords

construction project management; Quality control; schedule control; construction strategy; project management

建筑工程管理施工过程中质量控制与进度控制策略分析

周欣然

建研凯勃建设工程咨询有限公司，中国·北京 100013

摘要

在建筑工程管理中，质量控制与进度控制是两个至关重要的管理领域。质量控制关系到建筑工程的安全性、耐用性与使用功能，而进度控制则直接影响工程的完成时间与成本效益。质量不达标不仅会影响使用安全，还可能导致额外的维修与改造成本。而进度延误则可能引发资源浪费、增加施工费用，甚至影响项目的整体经济效益。本文通过分析建筑工程施工过程中质量控制与进度控制的策略，探讨如何通过有效的管理措施，保障工程的质量与进度，实现项目的顺利完成。通过合理的质量与进度同步管理，可以提高项目的综合效益，确保建设目标的达成。

关键词

建筑工程管理；质量控制；进度控制；施工策略；项目管理

1 引言

建筑工程管理是一个复杂的系统工程，涉及多个方面的协调与控制。在项目的实施过程中，质量与进度是评估工程成败的两个核心指标。建筑项目若未能有效控制质量与进度，不仅会导致项目延期、成本超支，还可能影响建筑的使用功能和安全性。因此，采取科学的质量控制与进度控制策略，对于建筑工程的顺利完成至关重要。

2 质量控制策略

2.1 设计阶段的质量把控

在建筑项目的设计阶段，严格的审核过程至关重要，它是项目质量管理的基础之一。设计阶段的质量控制不仅关

乎项目的初步构思和规划，还直接影响后续施工的顺利进行。通过对设计图纸和施工方案的精确审核，能够确保设计的合理性和可行性，减少设计中可能存在的缺陷或漏洞。例如，建筑师和工程师应当仔细检查每一个细节，确保图纸符合建筑标准、法律法规以及使用需求，避免出现设计错误，这些错误一旦发生，可能会导致后期修改时的高额成本和施工延误。施工方案的审核同样重要，它要全面评估施工过程中的各项技术要求、施工方法和安全措施，确保施工团队能够在规范的框架下进行工作。通过严格的设计阶段质量控制，能够提前发现潜在问题，为项目的顺利执行奠定坚实的基础，有效降低项目风险，提高整体工程质量，确保最终建筑成果能够满足预期的使用功能和安全标准^[1]。

2.2 材料质量的控制

材料质量对建筑工程的最终质量具有决定性影响，因此在整个施工过程中必须严格把控每一个环节，确保所使用

【作者简介】周欣然（1995_），女，中国黑龙江齐齐哈尔市人，本科，助理工程师，从事工程管理研究。

的建筑材料符合国家标准。首先,在选择材料时,应根据工程的具体要求和国家相关标准进行严格筛选,确保所选材料具备足够的质量保证。此外,材料的采购过程应遵循规范化管理,确保所有采购渠道合法且材料的来源可靠。材料的运输、存储环节同样至关重要,应采取有效措施避免在运输和存储过程中材料受到污染或损坏,确保其质量不受影响。例如,储存环境应保持干燥、通风,避免材料受潮、变形或腐蚀。对于每一种材料,施工方都应进行严格的验收,确保其符合设计要求和技术标准。所有不合格的材料,必须坚决杜绝进入施工现场,否则不仅会影响施工进度,还可能导致安全隐患。因此,材料的质量控制是建筑项目质量管理中不可忽视的一环,任何环节的疏忽都可能影响到最终工程的安全性与可靠性。

2.3 施工过程中的质量监督

在建筑施工过程中,质量控制是保证工程顺利完成的关键环节,必须通过全面的质量检查和有效的监督来确保每一阶段都符合标准。施工单位应根据项目的具体情况,制定详细的质量管理计划,并明确每一项质量标准和检查要求,这些标准应涵盖施工材料、施工工艺、设备使用等多个方面。质量管理计划不仅要为施工人员提供明确的工作指导,还要细化每项工作任务的责任人和执行标准,确保所有人员都能严格按照既定的规范操作。与此同时,施工单位还需定期开展现场检查,对施工过程中每个环节进行实时监控,及时发现潜在的质量问题并加以纠正。现场检查应包括对施工质量、工人操作、材料使用等方面的全面评估,确保施工过程中的每一个细节都符合预定要求。如果发现不符合标准的情况,必须迅速采取纠正措施,并要求相关人员改正,从而避免问题的积累和扩大。通过这一系列措施,能够有效保证施工质量符合设计标准,确保工程的安全、耐用与美观。

2.4 质量验收与反馈机制

质量验收是建筑工程质量管理的重要环节,它直接关系到工程的最终质量和使用安全。在验收过程中,需要进行全面、细致的检查,确保每一个施工环节都达到设计要求和相关标准。检查内容不仅包括施工质量,还应覆盖材料使用、工艺操作等方面,确保所有施工项目均符合规范。对于验收中发现的不合格部分,应及时进行返工,并确保返工后的质量达到标准。返工的过程要有专门的技术人员监督,避免出现重复错误或新的问题。为了更好地管理质量,施工过程中应设立有效的质量反馈机制,鼓励项目各方,包括施工人员、监理人员以及其他相关部门,提出意见和建议。通过收集和分析这些反馈,施工单位可以及时发现施工中的问题和不足,并优化施工方案,调整施工方法。持续的优化不仅有助于解决现有问题,还能提升整体施工质量,确保项目在整个实施过程中始终保持高质量的标准。通过这样的质量管理措施,可以确保项目在完工后的长期使用过程中具备可靠的安全性与耐久性^[2]。

3 进度控制策略

3.1 合理的项目计划与进度安排

项目的进度控制从制定合理的施工计划开始,施工计划是确保工程按时完成的基础。首先,制定施工计划时要充分考虑工程的实际情况,准确评估项目的复杂度、工期要求和各项任务的具体时间安排。通过合理的时间安排,确保每一阶段的任务有序推进,避免因进度拖延或任务重叠导致的工期延误。在安排施工时间时,必须考虑到施工环境的各种因素,如气候、地理位置、周围建筑物的影响等,这些因素可能对施工进度产生直接影响。因此,施工计划需要具备一定的灵活性,以便应对突发事件或外部环境的变化。此外,资源配置也是进度控制中的一个关键因素,施工过程中需要充分评估和配置人力、物资、设备等资源,确保各项任务能够按时完成。在制定施工计划时,必须确保所有环节的安排具有可行性和科学性,避免过于紧张的进度安排和不合理的资源分配。通过精确的施工计划和科学的进度控制,可以有效保证工程的顺利进行,确保项目按时交付并满足质量要求。

3.2 关键路径法与进度监控

关键路径法(CPM)是进度管理中的一种常用工具,广泛应用于建筑项目和其他大型工程中。该方法通过识别项目中最关键的任务,确定哪些工作对整个项目的完成至关重要。关键路径是指从项目开始到结束过程中,所有任务中持续时间最长的那条路径。通过明确每个阶段的时间要求和任务的依赖关系,关键路径法能够清晰地展示哪些任务的延误会直接影响到项目的整体进度。实施过程中,管理人员需要重点监控关键路径上的工作进展,确保这些任务按照计划按时完成。除此之外,定期检查项目进度是确保项目顺利推进的必要手段。通过定期检查进度,能够及时发现与原计划不符的部分,确保早期发现问题并采取有效措施进行调整。这可能包括重新调整资源分配、加快施工进度或修改任务的执行方式等。关键路径法不仅有助于识别关键任务,还能确保整个项目在规定的时间内完成,避免因任务延误导致的项目推迟,最终帮助项目按时交付,满足预定目标。

3.3 施工资源的合理调配

施工资源包括人力、设备、材料等各个方面,合理的资源调配在保证施工效率和项目进度方面起着至关重要的作用。在施工过程中,资源的合理配置是确保项目顺利推进的关键。首先,根据进度计划合理安排人力资源,确保每个工序有足够且合适的工作人员,同时根据任务的复杂性和工期要求进行灵活调整,避免人员过多或过少的情况,以提高施工效率。设备资源的调配同样重要,施工现场的设备需要根据各个工序的需求进行合理配置,确保设备的高效运转和充分利用,避免设备闲置或过度负荷工作。材料资源的管理也是资源调配中的一个重要环节,在施工过程中,必须根据工程进度及时采购、运输和存储材料,避免因材料短缺或积

压导致施工进度受阻。确保资源的高效利用还需要严格控制浪费现象,合理规划材料的使用、设备的调度和人力的安排,避免由于不合理的资源配置导致时间和成本的浪费。通过科学合理的资源配置,可以确保施工各环节顺利进行,最大限度地提高施工效率,推动项目按计划完成。

3.4 风险管理与进度调整

在建筑项目的实施过程中,外部环境、政策变化、施工现场的突发问题等因素都可能对项目进度产生影响,导致工期延误。为了应对这些不确定因素,进度控制中必须融入风险管理机制。项目管理团队应在项目开始时进行全面的风险评估,识别潜在的风险因素,如天气变化、材料供应问题、法律法规的调整、施工过程中可能遇到的技术难题等。通过提前评估这些风险,可以为后续的应对措施提供依据。项目应建立定期的风险评估机制,确保在项目执行过程中,能够实时监控外部环境和施工现场的变化情况,及时发现可能导致进度延误的风险。面对突发的风险因素,项目管理团队需根据实际情况调整进度计划,优化资源调配,或者采取其他应急措施,以确保项目能够尽可能不受影响地继续推进。风险管理机制的融入,使得项目能够具备灵活性和适应性,保证了在面对各种风险挑战时,项目仍然能够按时完成,达到预期目标^[3]。

4 质量与进度的协调控制

4.1 实施动态调整机制

在施工过程中,建立灵活的管理机制至关重要,以确保工程质量与进度的平衡。管理者应根据实际情况,实时对施工进度和质量进行动态调整。当发现进度滞后时,需要深入分析原因,找出影响进度的关键因素,如天气条件、材料供应等,并根据情况采取有效的应对措施,如增加施工人员、优化工作流程或调整施工顺序,确保项目按时完成。同时,如果在施工过程中出现质量问题,必须立即进行调查与整改,查清问题根源,及时采取补救措施,避免小问题发展成隐患,确保工程质量不受影响。这样不仅能够保证项目按期交付,还能确保施工质量达到预期标准,最大程度地降低风险和损失。

4.2 加强沟通与协调

项目各方,包括设计方、施工方和监理方,应当建立

畅通的沟通渠道,确保信息的实时共享与透明传递。通过定期的协调会议,各方可以就工程中的关键问题进行讨论,及时发现并解决质量与进度上的障碍。在会议中,各方应对工程的现状进行分析,确保在质量控制与进度安排方面达成一致意见,避免因沟通不畅导致的误解和延误。此外,项目经理应确保各方在工作中密切配合,协同作业,共同应对出现的问题,确保项目能够顺利推进。通过这种高效的沟通与协调机制,不仅能够解决当前的实际问题,还能够预防潜在的风险,确保项目按时、保质地完成,达到预期的效果和目标。

4.3 通过信息化手段提升管理效率

借助建筑信息模型(BIM)等先进的信息化技术,可以实现对工程质量与进度的全方位实时监控。BIM通过集成项目的各类数据,包括设计、施工、材料和人员安排等信息,能够精准跟踪每个环节的进展,实时显示施工过程中可能出现的质量问题或进度滞后。利用数据分析技术,可以对施工进度进行动态预测,识别潜在风险,提前做出预警并及时调整施工方案。这种高效的监控与预测机制,可以帮助管理人员迅速应对项目中出现的各种挑战,优化资源配置,避免工程进度与质量的冲突。同时,通过及时调整施工方案,项目团队能够保持较高的工作效率,确保在保证工程质量的前提下,顺利完成项目,达到预期的效果。

5 结语

建筑工程的质量控制与进度控制是项目管理中的核心内容。通过科学的质量控制措施,可以确保建筑物的安全性与使用性能;通过合理的进度控制策略,可以确保项目按时交付。在实际施工过程中,必须有效协调两者的关系,运用合适的管理方法,如动态调整机制、沟通协调和信息化技术,确保项目的顺利进行。未来,随着管理技术的不断发展,质量与进度的控制将更加精细化、智能化,助力建筑行业的可持续发展。

参考文献

- [1] 武兴源.绿色建筑工程施工过程中进度与质量控制创新模式研究[J].建设机械技术与管理,2024,37(06):151-153.
- [2] 朱宸锋.建筑工程管理施工过程中质量控制与进度控制策略[J].冶金管理,2021,(19):157-158.
- [3] 张铭,严军.建筑工程管理施工过程中质量控制与进度控制措施[J].智能城市,2021,7(16):93-94.

Display and design research of revolutionary memorial hall

Jiakun Chen

Chen Yun Memorial Hall, Shanghai, 201715, China

Abstract

With the increasing attention of the society to the red culture, the revolutionary memorial hall as an important place to inherit the revolutionary spirit and promote patriotism, its display design is particularly important. This paper aims to focus on the revolutionary memorial display design, the article first detailed the history of the revolutionary memorial, value, etc., then the revolutionary memorial display design principles and exhibition elements are introduced, followed by a detailed analysis of the practice design method, finally put forward the revolutionary memorial display design innovation and development trend, in order to provide new ideas for revolutionary memorial display design and new direction, provide useful reference and reference for relevant researchers.

Keywords

revolutionary memorial hall; display design; exhibition elements; innovation and development

革命类纪念馆陈列设计研究

陈佳堃

陈云纪念馆, 中国 · 上海 201715

摘 要

随着社会对红色文化的日益重视, 革命类纪念馆作为传承革命精神、弘扬爱国主义的重要场所, 其陈列设计显得尤为重要。本文旨在重点研究革命类纪念馆陈列设计, 文章先是详细论述了革命类纪念馆的历史、价值等, 随后分别对革命类纪念馆陈列设计的原则及展出要素进行了具体介绍, 紧接着详细分析陈列设计的实践方法, 最后明确提出了革命类纪念馆陈列设计的创新与发展趋势, 以期对革命类纪念馆的陈列设计提供新思路和新方向, 为相关研究人员提供有益参考与借鉴。

关键词

革命类纪念馆; 陈列设计; 展出要素; 创新与发展

1 引言

在当今时代, 革命历史和革命精神的传承对于国家和民族的发展具有重要意义。革命类纪念馆作为传承和弘扬这一精神的重要场所, 其陈列设计在展现历史、传递信息和激发观众情感方面发挥着至关重要的作用。然而, 随着社会的发展和观众需求的多样化, 传统的陈列设计方法已经难以满足现代观众的期望。因此, 深入研究革命类纪念馆陈列设计的理论、方法和实践, 对于提升纪念馆的教育、传播和展示效果具有重要意义。

2 革命类纪念馆概述

革命类纪念馆的历史与现状紧密相连。自新中国成立后, 这类纪念馆虽起始于小规模与简陋设施, 却为后续的蓬勃发展奠定了基石。随着改革开放的浪潮和国家对文化事业的日益重视, 革命类纪念馆迎来了发展的黄金期, 各地纷纷

投入资源新建或改扩建, 力求提升展陈质量与教育功能。进入 21 世纪, 专业化与规范化的趋势愈发明显, 国家层面亦出台多项政策措施, 强化对其管理与指导。然而, 当前全国范围内的革命类纪念馆虽数量持续增长, 但分布不均, 东部较为集中, 中西部则相对稀缺。设施上, 多数纪念馆已趋完善, 但仍有部分面临陈旧与现代化不足的挑战。展品方面, 种类繁多的同时, 也暴露出质量不均及保护不力的问题。此外, 管理体制的完善与服务水平的提升亦成为亟待解决的课题。

革命类纪念馆承载着多重功能与价值。其教育功能尤为显著, 通过生动展示革命历史与英雄事迹, 有效激发公众的爱国情感与革命精神, 提升全民思想政治素质与道德水平。作为科研阵地, 纪念馆汇聚了大量珍贵文物与史料, 为学术研究提供了丰富的资源^[1]。同时, 通过展览、讲座等形式, 纪念馆积极传播革命精神与红色文化, 增强了民众的历史记忆与文化认同。在价值层面, 革命类纪念馆不仅是革命历史的见证者与传承者, 对近现代中国史研究具有不可估量的历史价值, 还通过弘扬红色文化, 丰富了中华文化的内涵与表现形式, 展现了深远的文化价值。更重要的是, 它们作

【作者简介】陈佳堃（1986—），女，中国浙江绍兴人，本科，馆员，从事陈列设计研究。

为爱国主义教育的前沿阵地，对于培育公民的社会责任感与爱国情怀，以及促进社会的和谐稳定与文化繁荣，发挥着不可替代的社会价值。

3 革命类纪念馆陈列设计的基本原则

革命类纪念馆陈列设计的基本原则涵盖四大方面：首先，必须明确并突出展示主题，紧密围绕革命历史和红色文化，通过精准定位和深入挖掘，以代表革命精神的文物与资料为核心，结合巧妙的布局规划，引导观众逐步深入体验主题思想。其次，要理清文物与辅助材料的关系，确保文物作为核心的同时，辅助材料如图片、文字说明等能有效补充和烘托，既丰富展示内容又避免喧宾夺主，实现整体和谐统一^[2]。再者，陈列设计应紧密结合地方革命历史资源，深入挖掘并展现地域特色，通过特定展品、场景复原等方式，增强观众的归属感和认同感。最后，追求艺术性与科学性的完美融合，通过巧妙的艺术手法营造庄重氛围，同时确保展览内容的真实性和严谨性，使观众在获取知识的同时享受视觉与心灵的双重满足。

4 革命类纪念馆陈列设计的展出要素

4.1 展品

在革命类纪念馆的陈列设计中，展品的选择至关重要。革命文物作为核心，包括领袖遗物、战斗武器及革命生活用具等，需具备代表性，反映关键历史特征，并确保其保存完好以安全呈现给观众。历史照片则通过凝固的瞬间再现革命场景与人物，选择时强调历史、艺术及教育价值，追求故事完整性与视觉清晰度。而文献资料如书籍、手稿等，广泛覆盖各领域视角，为观众提供全面认识革命历史的文字依据，其展示方式亦注重提升可读性与易读性。

4.2 展示空间

展示空间的设计在革命类纪念馆中扮演着至关重要的角色。入口区域作为第一印象区，需简洁大方且富有吸引力，通过象征性雕塑、浮雕及标语营造特定氛围，并提供导览信息以辅助观众规划参观。主展区作为核心，注重流线设计与展区划分，确保观众顺畅且系统地了解革命历史。互动体验区则利用VR、AR等现代科技，增强观众参与感，设置互动游戏与问答环节激发兴趣。此外，充足的休息区配备舒适座椅与饮水设施，与整体氛围协调，为观众提供宁静舒适的休憩空间。

4.3 展示设备

展示设备在革命类纪念馆中发挥着关键作用。多媒体展示设备如大屏幕、触摸屏及投影仪，通过播放多媒体内容使革命历史更加生动直观，加深观众对先烈英勇事迹与精神的理解^[3]。互动装置则通过触摸、按压等操作方式，增强观众参与感，寓教于乐地传递展品价值。照明系统则通过柔和均匀的照明设计，既保护文物又营造适宜观赏氛围，利用灯光变化与色彩搭配增强情感共鸣，提升观众体验。

5 革命类纪念馆陈列设计的实践方法

5.1 空间设计

在空间设计上，革命类纪念馆应注重打造清晰的空间格局和合理的参观动线。这要求设计师首先对整个展示空间进行细致规划，确保各个展区之间的衔接自然流畅，形成一条连贯且富有逻辑性的参观路径。通过合理的空间划分，如设置明确的入口区域、引人入胜的主展区、互动性强的体验区以及舒适的休息区，不仅能够引导观众有序参观，还能有效避免人流拥堵和混乱。同时，利用空间的高低错落、色彩搭配和材质选择等手法，营造出与革命历史相契合的氛围，使观众在参观过程中能够身临其境地感受到革命岁月的艰辛与伟大。

5.2 光环境设计

光环境设计在革命类纪念馆的陈列布局中占据核心地位，它超越了单纯的光照功能，成为情感共鸣与氛围营造的精髓。通过自然光与人工照明的精妙融合，不仅确保了革命文物在最佳光照条件下展现其独特魅力，还运用光影艺术为纪念馆空间披上了一袭历史与记忆的神秘外衣。设计师凭借深厚的照明专业知识，针对每件展品的特性与展示需求，精心规划灯具布局，创造出既均匀又富有层次的光线效果，让展品在柔和而明亮的光线中熠熠生辉，同时避免了刺眼光线对观众的干扰^[4]。光影的巧妙对比、明暗交错及动态变化，不仅引导观众视线聚焦于展品的关键细节，更仿佛穿越时空的桥梁，让观众身临其境地感受革命历史的震撼与感动。这种视觉引导不仅加深了观众对革命历史的直观认知，更触动了他们内心的情感共鸣与深刻思考。在追求艺术美感的同时，光环境设计也积极响应节能环保的号召，采用先进照明技术与高效节能设备，实现照明需求与环境保护的和谐统一，展现了现代纪念馆对革命历史传承的尊重与对未来可持续发展的担当。

5.3 视觉设计

视觉设计在革命类纪念馆的陈列艺术中占据核心地位，它不仅是连接展品与观众之间信息传递的桥梁，更是激发情感共鸣、深化历史认知的催化剂。这一复杂而精细的工作要求设计师不仅掌握视觉设计的精湛技艺与原则，还需深刻洞察革命历史的精神实质，以独到的创意手法将两者无缝融合。从展品的独特韵味到整体展示氛围的营造，设计师通过精心调配的色彩、创意无限的图形以及精炼而富有深意的文字，构建了一个既引人入胜又易于理解的视觉叙事框架。色彩的运用尤为精妙，它不仅烘托了特定的历史情境，更引领观众穿越时空，沉浸于那段波澜壮阔的革命历程之中。此外，雕塑、壁画等艺术形式的巧妙融入，以强烈的视觉震撼和深邃的艺术内涵，生动再现了革命场景与英雄形象，触动了观众的心灵深处，激发了他们对历史的敬畏与对英雄的崇敬。同时，视觉设计也注重与纪念馆空间环境的和谐统一，通过精心的空间规划与视觉引导，确保了参观流线的顺畅与整体

展示效果的和谐美观,为观众营造了一个既庄重又温馨、融合历史感与现代感的独特参观体验。

5.4 多媒体技术应用

随着现代信息技术的发展,多媒体技术在革命类纪念馆的陈列设计中得到了广泛应用。通过引入VR(虚拟现实)、AR(增强现实)等先进技术手段,可以创造出更加生动逼真的沉浸式体验环境,使观众仿佛置身于革命历史之中。例如,利用VR技术模拟革命战场或历史事件现场,让观众通过佩戴VR设备亲身体验战争的残酷和革命者的英勇;或者利用AR技术将展品与数字信息相结合,通过扫描二维码等方式获取展品的详细信息和背景故事。这些多媒体技术的应用不仅丰富了展示手段和内容,还极大地增强了观众的参与感和体验感,使他们在互动中更加深入地了解 and 感受革命历史。

6 革命类纪念馆陈列设计的创新与发展趋势

6.1 现代科技在陈列设计中的应用

随着科技的飞速发展,现代科技在革命类纪念馆陈列设计中的应用日益广泛,为观众带来了前所未有的生动与沉浸式参观体验。其中,多媒体互动技术尤为突出,如虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术,让观众仿佛穿越时空,亲历红军长征的艰辛与革命根据地的建设;触摸屏互动则通过问答、游戏等形式,激发了观众的参与热情与学习兴趣;动态投影与全息投影更是将历史人物与事件以立体、逼真的方式呈现,增强了展示的直观性与易理解性。此外,数字化展示手段如数字沙盘、全息投影及数字化藏品管理系统的应用,不仅丰富了展示形式,还提升了藏品保护与管理的效率与安全性。同时,智能化服务的引入,如智能导览系统与智能环境监测调控,进一步提升了观众的参观便利性与展品的保护水平,共同推动了革命类纪念馆陈列设计的创新与发展。

6.2 跨学科融合的陈列设计思路

革命类纪念馆的陈列设计正迈向跨学科融合的新阶段,这一趋势通过深度融合历史学、艺术学、传播学及心理学等多领域知识,显著提升了展览的综合表现力和吸引力。设计中,既确保历史事实的准确无误,又巧妙融入艺术元素,如精致的构图、和谐的色彩搭配与恰到好处的灯光运用,共同营造出既庄重肃穆又充满感染力的氛围。同时,借助传播学原理优化内容编排与呈现,提升信息传播效率与观众理解度;并关注观众心理需求,通过互动体验与情感共鸣等手段,

增强参与感与认同感^[5]。尤为重要的是,科技在此扮演了关键角色,不仅是展示工具,更是各学科知识融合的催化剂,使得展览内容更加丰富多彩,满足观众多元化需求。

6.3 社会参与与公众互动的陈列设计

革命类纪念馆正积极强化社会参与与公众互动,通过丰富多彩的互动活动、新媒体平台的广泛运用以及特色文创产品的开发,全方位拉近与观众的距离。研学游、红色游等活动为青少年群体提供了实地体验与深入了解革命历史的机会;专题讲座、学术研讨会则搭建了专家学者与公众交流的桥梁。同时,利用官方网站、社交媒体及虚拟现实、直播技术,将展览内容延伸至线上,打破时空限制,让公众随时随地都能沉浸于革命历史的学习之中。此外,富有革命历史特色的文创产品不仅满足了观众的文化消费需求,更在传播革命精神与文化内涵的同时,展现了现代审美与历史的和谐共生。

7 结语

综上所述,革命类纪念馆的陈列设计不仅是红色文化传承与革命精神弘扬的基石,更是连接过去与未来、历史与民众的桥梁。通过严格遵循设计的基本原则,精心优化展品布局、光影效果及互动体验等关键要素,并勇于创新实践方法,我们能够显著提升纪念馆的展示魅力与教育价值。展望未来,面对科技日新月异的进步和社会需求的多元化趋势,革命类纪念馆的陈列设计将迎接更多挑战与无限机遇。为此,我们需持续探索前沿设计理念,深化跨学科合作,广泛吸纳社会参与,共同推动陈列设计的创新飞跃,为红色文化的永续传承与爱国主义精神的广泛弘扬,注入更加蓬勃的活力与深远的影响力。

参考文献

- [1] 张志松.南湖革命纪念馆基本陈列的设计与特色[J].东方博物,2012,(02):116-120.
- [2] 贾萍.新时期革命纪念馆陈列内容设计的几点思考[J].中国纪念馆研究,2016,(01):101-105.
- [3] 王科星.浅析革命人物类纪念馆在陈列布展工作中的策划与设计——以彝良县罗炳辉将军纪念馆为例[J].中国民族博览,2020,(18):230-231.
- [4] 李健.浅谈革命类纪念馆陈列设计[J].中国纪念馆研究,2017,(01):62-65.
- [5] 潘国文.浅议革命历史活动旧址陈列设计——以毛泽东同志考察湖南农民运动醴陵纪念馆为例[C]//湖南省博物馆学会.博物馆学文集.16.醴陵市博物馆,2021:7.