



www.viserdata.com

工程建设

ENGINEERING CONSTRUCTION

月刊

■ 主办单位: Viser Technology Pte.Ltd.

■ ISSN 2630-5283(online) 2717-5375(print)

万方数据库收录
RCCSE权威核心学术期刊

2025 1

第8卷 总第71期

COMPANY INTRODUCTION

公司简介

维泽科技文化有限公司(Viser Technology Pte. Ltd.)成立于新加坡，是一家科技与文化高度融合的创新型企业。我们拥有一支具有较高文化素质、管理素质和业务素质的团队，聚焦于国际开源中英文期刊、体现文化含量与学术价值图书的出版发行。秉承“传播科技文化，促进学术交流”的理念，与国内外知名院校，科研院所及数据库建立了稳定的合作关系。坚持开拓创新，实施“跨越-融合”的发展战略，立足中国、新加坡两地，辐射全球，并于中国设立河北和重庆两个分部。我们将紧紧围绕专业化、特色化的发展道路，不断营造“有情怀，有视野，有梦想”的企业文化氛围，独树一帜，做一家“有血、有肉、有温度”的创新型出版企业。

Viser Technology Pte. Ltd. was founded in Singapore with branch offices in both Hebei and Chongqing, China. Viser focuses on publishing scientific and technological journals and books that promote the exchange of scientific and technological findings among the research community and around the globe. Despite being a young company, Viser is actively connecting with well-known universities, research institutes, and indexation database, and has already established a stable collaborative relationship with them. We also have a group of experienced editors and publishing experts who are dedicated to publishing high-quality journal and book contents. We offer the scholars various academic journals covering a variety of subjects and we are committed to reducing the hassles of scholarly publishing. To achieve this goal, we provide scholars with an all-in-one platform that offers solutions to every publishing process that a scholar needs to go through in order to show their latest finding to the world.



工程建设

Engineering Construction

2025年·第8卷·第1期（总第71期）

主办单位：Viser Technology Pte. Ltd.

I S S N：2630-5283 (online)

2717-5375 (print)

发行周期：月刊

出版时间：1月

数据库收录：万方数据库收录

RCCSE权威核心学术期刊

期刊网址：www.viserdata.com

投稿/查稿邮箱：viser-tech@outlook.com

地 址：111 North Bridge Rd, #21-01 Peninsula Plaza,
Singapore 179098

学术主编：吴 萌

责任编辑：张健美

学术编委：严心军 王志甲 程俊儒

高 昱 初士俊 张高德

刘庆功 张 宽 张迪军

李江宇 史宗亮 肖 泳

美工编辑：李 亚 Anson Chee

印 制：北京建宏印刷有限公司

定 价：SGD 20.00

本刊声明

本刊所载的所有文章均不代表本刊编辑部观点；作者文图责任自负，如有侵犯他人版权或者其他权利的行为，本刊概不负连带责任。

版权所有，未经许可，不得翻译、转载本刊所载文章。

警告著作权人：稿件凡经本刊使用，如无电子版或书面的特殊声明，即视为作者同意授权本刊及本刊网络合作媒体进行电子版信息网络传播。

目 录

CONTENTS

工程管理

探讨机场建设项目工程造价的有效控制.....	葛碧平 1
智能化技术在水电站中的应用研究.....	孙旭东 4
建筑工程安全管理的影响因素及对策分析.....	赵磊刚 7
工程造价全过程管理在项目实施中的应用探讨.....	 段爱岩 10
建筑工程技术管理中的控制要点与优化措施探究.....	 胡中玉 13
浅谈水利工程施工中存在的安全问题及改进策略.....	 张亚平 16
高速公路工程施工中的安全管理与风险控制策略探讨..	 陈 洁 19
钢筋混凝土管片生产工艺优化与质量管理研究.....	 冯 俊 22
建筑工程项目管理中的施工现场管理与优化措施探究..	 何宝定 25
农田水利工程高效节水灌溉技术发展思路....	陈 涛 28

建筑工程

建筑工程主体结构检测方法及应用.....	尹伟成 31
建筑软土地基预制桩施工质量控制技术研究.....	 李 东 35
BIM 技术在古建筑保护与修复中的应用	韩泽宇 38
建筑工程施工技术及质量控制策略研究.....	 王旭光 王文浩 刘 烁 王逢逢 原树崑 41
BIM 技术在建筑给排水工程设计中的应用	冯 腾 44

市政工程

市政道路试验检测的问题与质量控制对策.....	 陈萌萌 李 阳 47
TRD 等厚度水泥土地下连续墙施工技术	李徐德 50
绿色施工模式下 BIM 技术在市政工程管理中的应用....	 于文博 金煜凯 54
燃气管道系统设计中的耐腐蚀材料选用与优化研究....	 黄 龙 57

机械工程

- 模块化设计在机械产品开发中的应用与案例分析.....
..... 薛佳昊 60
- 某型空投装置装载平台虚实仿真研究.....
..... 赖慎玮 周 昊 薛友海 赵佳锐 63

矿山工程

- 矿山设备管理中的预防性维护与故障诊断技术.....
..... 陈明山 67
- 矿山生产设备的维修管理与成本控制策略.... 胡军华 70
- 矿山露天开采与地下开采方式的优化比较.... 左明望 73
- 矿山生产设备管理的数字化转型与智能化应用.....
..... 张黎华 76
- 矿山采矿过程中环境保护与资源利用的平衡研究.....
..... 吴晓明 79
- 矿山工程项目管理中的风险控制与应对策略.. 马 凯 82
- 矿山采矿过程中的粉尘控制技术研究..... 龙金刚 85
- 冶金行业绿色冶炼技术的研究进展..... 顾晓明 88

冶金工程

- 金属材料热处理的冶金技术控制性能分析.... 陈 娟 91

路桥交通

- 工程量清单计价模式在公路工程造价管理中的应用分析
..... 刘炳森 94
- IFC 标准在监测数据集成与预警系统中的应用
..... 郑晓冬 刘 伟 97
- 道路桥梁工程跨越既有交通线路施工的难点及技术措施
研究 张仕鹏 102
- 道路桥梁施工中防水路基面的施工技术运用研究.....
..... 马继文 105
- 公路路面基层防水施工技术分析..... 李明遥 108
- 基于大数据的路基病害监测与治理研究..... 李建兴 111
- 公路工程施工中填石路基施工技术应用研究.....
..... 李玉龙 114
- 基于 BIM 技术的公路桥梁虚拟施工应用.....
..... 杨 明 刘 宇 117
- 基于公路工程施工及养护技术分析..... 朱 宁 121
- 铁路行车组织仿真模型的构建与分析.....
..... 高永宏 朱晓霞 124

- 基于 BIM 的桥梁工程整体稳定性分析.....
..... 程晓东 姚 勇 郭启政 马兴隆 127
- 路桥工程建设的路基路面压实施工研究..... 马 波 131
- 钻孔灌注桩技术在路桥施工中的应用分析... 孔亚峰 134
- 公路路基路面施工技术和质量控制对策分析.....
..... 才仁加甫·杜日扎 137
- 公路路面沥青混凝土面层施工技术探讨..... 王志新 140

勘察测绘

- 地质灾害防治工程勘查与设计质量控制..... 张 杨 143
- 岩土工程勘察在边坡治理中的应用研究..... 傅显显 146

施工技术

- 土木工程施工技术中存在的问题与创新探究. 宗力军 150
- 土木工程建筑中的混凝土结构施工技术..... 王连亮 153
- 工程测量中的自动化控制与数据可视化技术研究.....
..... 杨鹤松 156

建筑设计

- 隔震与耗能减震技术在建筑结构设计中的应用研究....
..... 耿锦彦 159
- 海绵城市在公共建筑给排水设计中的应用... 耿 帅 163
- 建筑电气设计中的照明节能技术的研究..... 全立婧 167
- 节能减排措施在建筑给排水设计中的运用分析.....
..... 刘玉贵 170
- 城市更新背景下老旧小区改造设计策略探究. 王贝贝 173
- 绿色建筑标准下暖通设计的创新与应用..... 张梅恒 176
- BIM 技术在装配式建筑设计中的应用 郑鹏飞 179
- 智能化技术在建筑设计中的应用与展望..... 邢 灿 182
- 基于土木工程建筑结构设计的优化分析..... 郑江鹏 185
- 论工业建筑结构防腐设计问题探讨..... 马 凯 188
- 节能减排的措施在建筑给排水设计中的运用.....
..... 王阿娜 191

节能环保

- 办公楼建筑节能技术的应用现状与优化策略研究.....
..... 刘唯广 刘 扬 194

材料科学

- 绿色建筑施工材料的环保性能检测与评价方法.....
..... 靳忠理 198

探讨机场建设项目工程造价的有效控制

葛碧平

宁波机场集团有限公司, 浙江 宁波 315000

[摘要] 航空运输业的迅猛扩展带动了机场建设项目的频发, 如何合理监管工程成本, 成为业界瞩目的焦点。文中聚焦于机场建设过程中, 工程成本影响因素, 深入剖析项目从启动至运营的各个阶段, 如何有效控制成本的策略。研究提出, 通过设计方案的优化、施工管理的加强以及信息化手段的运用等措施, 能够显著提升机场建设的经济回报, 并促进其可持续发展。

[关键词] 机场建设; 工程造价; 有效控制; 项目管理; 可持续发展

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15048

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Exploration on Effective Cost Control of Airport Construction Projects

GE Biping

Ningbo Airport Group Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315000, China

Abstract: The rapid expansion of the air transportation industry has driven frequent airport construction projects, and how to reasonably regulate engineering costs has become a focus of attention in the industry. The article focuses on the factors affecting engineering costs in the process of airport construction, and deeply analyzes the strategies for effectively controlling costs in each stage of the project from start-up to operation. The study proposes that measures such as optimizing design schemes, strengthening construction management, and utilizing information technology can significantly enhance the economic returns of airport construction and promote its sustainable development.

Keywords: airport construction; engineering cost; effective control; project management; sustainable development

引言

全球航空业不断扩张, 作为航空运输中心的机场, 其建设和扩建项目规模越来越大, 复杂性也随之提升。为了在既定时间框架内完成机场建设, 必须对大量资金的支出进行严格管理, 实施有效的成本控制, 不仅对减少投资成本具有积极作用, 而且能够优化资源使用效率, 显著影响项目经济效益的提升^[1]。文章致力于剖析机场建筑过程中工程成本的诸多影响要素, 并在此基础上提出有效的成本控制手段, 以期建筑行业相关实践提供借鉴。

1 机场建设项目的特点

机场建设项目具有一系列独特的特点, 这些特点使得其在工程管理和造价控制上面临着诸多挑战。在一个机场的建设过程中, 涉及的环节广泛, 需要进行大规模的基础设施投资, 诸如建设跑道、航站楼、停机坪等建筑设施, 这些都是项目的重要组成部分。这些组件必须符合严格的安全与技术标准, 同时它们的设计还必须容纳未来的升级与调整, 这直接导致了设计阶段和建造过程的复杂度。机场建设项目涉及众多利益相关者, 如政府部门、投资方、施工单位, 以及航空公司、旅客和周边社区等, 多样且繁杂的需求特性, 导致项目在调和与决策层面遭遇显著挑战^[2]。

在机场的建设工程中, 往往伴随着紧迫的工期和经费预算的限定, 这要求在短时间内妥善完成一系列复杂的任务。面对工程进度的时间限制, 项目管理负责人需展现出

色的组织与调度技巧, 以保证项目按时完成。项目施工阶段, 会受到环境、天气、技术、人力资源等多方面因素的冲击, 进而导致项目进度及成本的波动。在此背景下, 开展动态的成本管理以及实施的风险监控变得尤为关键, 机场建设的过程中, 需对环境保护和社会责任进行深入考虑, 诸如噪声控制、污水处理和周边居民搬迁等因素, 都是项目评估与管理体系中不可或缺的关键要素。

科技进步带动了机场建设项目的增多, 同时越来越多地采纳如 BIM 等高新技术及智能化管理方法。尽管这些技术的使用提升了工程效率和精确度, 但也对项目管理的复杂性提出了挑战, 进而对管理团队的科技水平提出了更高要求。机场建设项目之所以独具特性, 不仅因其庞大的规模和高度的复杂性, 更在于其涉及错综复杂的利益相关者、刚性的时间和预算限制、必须考虑的环境与社会影响, 以及对尖端技术的重度依赖, 这些因素共同塑造了在成本控制和方针上的特有性。

2 工程造价的影响因素

工程造价的影响因素涵盖了项目的多个方面, 主要包括规划、设计、施工、市场条件以及政策法规等。在项目的规划阶段, 科学合理的规划能够有效预见潜在风险和需, 从而为后续设计和施工奠定坚实基础。例如, 项目可行性研究的质量直接影响到资金投入和资源配置, 若规划不周, 可能导致后续成本的不可预见性增加。在设计阶段,

设计方案的选择至关重要,合理的设计不仅能提高功能性和美观性,还能通过优化材料和工艺,降低造价。设计中的每一个细节都可能影响到施工的复杂性和工期,进而影响整体成本^[3]。

施工过程的管理水平,对工程项目所涉及的费用有显著影响。在建筑施工的各个阶段,确保工程按期完成、维持工程品质以及人员安全均是密不可分的要素,任何步骤的疏漏均可能引起额外经济开销。在大型建设项目的实施过程中,具备深厚专业技能及娴熟管理技巧的建筑团队,对应对突发事件、缩短延误期限以及控制预算具有重要意义。在机场建设等项目中,气候、地质和社会因素等外部条件对施工进度及成本有显著影响,需评估对邻近居民区及生态环境的潜在效应,以防止环境问题引发的额外经济负担。

市场状况作为关键要素,对工程成本有着直接影响,其中材料成本的波动与人力资源费用的变动,均能触发建设项目的费用起伏。在经济周期波动时,原材料成本增加会直接作用于预算的实施过程,环境保护和安全方面的政策法规更新,可能导致遵守这些规定的费用上升,进而导致工程建设项目的成本增加。机场建设项目的造价管理,通过考虑多种影响因素并采取有效的控制措施,可以得到有力保障,进而实现成本优化和经济效益最大化^[4]。

3 造价控制的有效策略

3.1 优化设计方案

优化设计方案是控制机场建设项目工程造价的重要策略之一,其核心在于通过科学的设计方法和合理的材料选择,实现功能与成本的最佳平衡。优化设计方案应基于充分的前期调研与需求分析,这包括对项目目标、功能要求及未来发展趋势的全面评估。在此基础上,设计团队可以采用模块化和标准化的设计思路,以减少个性化定制所带来的额外成本。模块化设计不仅提高了施工的效率,还便于未来的扩展和维护,从而在整体上降低生命周期成本。

在设计初期阶段,设计者应当首先着眼于选择那些既经济又环保的材料,比如,选用对环境影响较小的可循环利用的资源或者环保材料,这样的选择有助于减轻对环境的压力。在施工流程中,优先考虑采用前沿技术,例如预制构件和现代化机械设备,这些措施能够在提升施工速度的同时,一定程度上减少人工开支和材料损耗。例如,在建筑设计初期,运用数字化技术中的建筑信息模型(BIM)工具,可在三维空间中进行全方位模拟,有效预判并解决可能出现的问题,进而对设计计划进行优化,这一过程有助于减少在施工过程中可能发生的设计调整和相关的额外费用^[5]。

在设计优化的过程中,相关的设计组织需要与各方利害关系者达成充分的交流与协调,以便保证所提出的计划具备实施的可能性与成本效益。利益相关者的及时反馈,

得以通过多边参与的设计评审而获收集,据此调整设计方案,以迎合各方需求。采用协作式的设计手段不仅提高了设计的品质,而且减少了因沟通梗阻而在后期发生的修改和资源的无谓耗费。为了应对市场的波动以及技术的演进,必须对设计方案实施连续的评估与监督,定时进行审查,并对方案进行必要的调整,以保证设计方案始终处于最佳状态。

3.2 加强施工管理

项目管理在起始阶段便应着手规划,通过周密的施工方案与适宜的资源分配,保障各环节协调推进。项目经理须制订周详的施工进度安排,把整个施工流程分解为多个可管理的阶段,并优化配置人力、物料及财务资源,旨在提升工作流程的效率,进行定期的进度审核,以便及时识别潜在问题,并采取相应的改正行动。这一过程有助于防止项目进度延误,从而避免随之产生的不必要开支。施工现场的管理工作由项目经理负责,需完善组织协调,并确立职责分明的岗位制度,实施科学的现场管理,能够避免资源的不必要消耗及工期的推迟。为了减少物料的存储费用和浪费,必须执行严格的物料管理策略,合理地安排物料的购买和应用,保证物料能在适当的时间及位置得到利用。在建筑工地,安全管理至关重要,若忽视安全隐患的及时排查与处理,事故的发生将不可避免,结果可能导致经济损失和工期的推迟^[6]。

在建筑作业的各个阶段,采纳现代信息技术与治理手段,能够有效提升管理工作的成效。项目管理者借助建筑信息模型与施工现场管理软件,能够对工程进度、成本以及资源的使用进行实时的监管,并迅速识别及处理可能出现的问题,数据分析工具为决策制定提供了显著助力,进而促使施工管理朝科学化及精细化方向发展。为加强施工管理,确立一种高效的沟通方式,以保证项目相关各方的信息交流无阻,定期举行协商会,通报在建项目的最新状态与所遇到的挑战,能够增进各方面的协作,推动信息互通有无,有效降低沟通障碍引发的理解误差与进度拖延。

3.3 信息化手段的应用

在机场建设的过程中,信息技术的使用正日益成为提高施工效率、节约成本以及确保工程品质的决定性因素。采用BIM技术,在信息化工具的应用领域中,标志性地推动了创新,利用建筑信息模型(BIM)技术,团队可在三维虚拟环境中进行设计工作,促进不同专业领域的协作,及时识别并解决设计阶段可能出现的问题,有效减少工程建设过程中可能发生的修改与浪费,进而显著降低整个工程的总体成本。

施工管理软件的广泛使用,体现了信息化手段在工程建设领域的深入应用。借助此类软件,工程项目在进度、经济和品质等方面的信息得以综合,实现了及时的监督与调控。项目参与者能够迅速把握工程的当前状况,洞察潜在的不足,并相应地实施纠正方案,项目管理工具,例如

甘特图和进度表,使管理者能透彻掌握施工各阶段的状态,进而根据现场实际情况对资源分配作出调度,以保障项目的顺利实施与进度控制。利用特定的项目管理应用程序,可以显著提升数据流转的速率,使得项目相关的各方面利益相关者均能及时获得必要数据,从而提高项目的开放性和沟通的成效^[7]。

利用信息技术手段,为数据解析工作奠定了根基,通过采集与解析数据,项目组得以辨认出哪些是关键性因素。它们对工程项目成本有着决定性影响,并在此基础上开展深入的成本分析和预估。依托数据支持,决策制定过程显著提升了成本管理的精确度,并且为其他项目的持久发展奠定了数据基础。引入信息化技术为项目管理带来了精细化与智能化的可能性,比如,采用物联网技术,能够对工地上的设备实施智能监管,这不仅提升了设备的使用效率,同时降低了设备的闲置时长和维护费用。

在机场建设过程中,运用信息技术,不仅极大提升了项目管理工作的效率和精确度,而且为有效控制工程成本开辟了新途径和方法。借助 BIM 技术、施工管理软件以及数据分析等工具,项目团队实现了成员间更为有效的合作与沟通,这极大地促进了项目的顺畅进行并优化了经济效益。在信息技术快速进步的今天,不断追寻并利用新颖的信息化设备,能为机场建设项目的未来扩展提供更加广阔的天地^[8]。

3.4 后期运营维护的成本控制

后期运营维护的成本控制在机场建设项目中至关重要,它不仅关系到项目的经济效益,还直接影响到机场的安全性和服务质量。建立健全的运营维护管理体系是控制成本的基础。通过制定详尽的运营维护计划,包括设备检查、保养、维修和更新等内容,可以有效预见并避免潜在的问题,降低突发故障带来的高额维修费用。

运用现代技术来进行运作维护,这同样也是有效降低成本的策略。物联网技术的智能化监控系统,例如,应用于机场设施,实时跟踪其运行状况,并对可能出现的故障提前发出警告,这样就降低了由于设备故障引起的经济损失。利用系统进行数据处理,可以优化维护决策,使得管理者能更精确地发现高危险性设备,并针对性地进行维护作业。采用数据分析工具,对设施性能和运行效率进行评估,为后续投资和资源分配提供科学依据,进而实现成本控制的精细化管理。在后期运营维护中,对人员进行的培训及管理,是控制成本的关键环节,对维护人员进行周期性的技能提升训练,能够显著增强他们在应急情况下的妥善处理

能力,进而实质性减少由操作不当引发的高昂维护费用和安全风险。

成本控制的有效实施,离不开持续的评估与反馈机制的改善。运营维护的成本分析是管理者需要定期执行的任务,通过这一过程,他们能够及时发现并调整存在的问题,如此持续性的改善流程,不仅优化了运营维护的各项性能指标,而且也为未来的投资选择提供了坚实的数据支撑。结合先进的运营维护管理方法、现代化技术的深度应用,以及全面的人员培训与激励机制,机场项目在后续运营中能够实现成本的优化控制,从而为机场的持续发展打下坚实的基础^[9]。

4 结语

对机场建设全过程,从规划至运营的每个阶段,都必须进行造价管理的全方位介入,由专业团队运用科学的方法作出决策,依托先进技术,确保施工过程受到严格管理,并持续跟踪成本,最终达成经济与社会双重收益,从而为机场长期发展打下坚实根基,提升机场服务水平和运营效率,为未来建设项目积累宝贵经验。

【参考文献】

- [1]李汪历.通信工程建设项目造价审计的有效控制[J].中小企业管理与科技(上旬刊),2021,12(7):146-147.
 - [2]杨汉宁,黄家聪,蒋依岑.关于建设项目工程造价的有效控制[J].建筑技术开发,2021,48(5):115-116.
 - [3]李永义.关于建设项目工程造价的有效控制[J].陶瓷,2020,12(7):135-137.
 - [4]谭志军.如何在施工阶段有效控制建设项目的工程造价[J].科技资讯,2020,18(15):88-89.
 - [5]陆胜.建设项目工程造价的有效控制分析[J].建材与装饰,2019,13(30):190-191.
 - [6]刘硕.机场建设项目工程造价的有效控制分析[J].工程技术研究,2019,4(20):164-165.
 - [7]闫铭.建设项目工程造价的有效控制分析[J].居舍,2019,12(30):160-161.
 - [8]戴虹.关于建设项目工程造价的有效控制[J].现代物业(中旬刊),2019,12(10):97-98.
 - [9]颜继红.建设项目工程造价的有效控制分析[J].河南建材,2019,13(3):318-319.
- 作者简介:葛碧平(1985.11—),毕业院校:天津城市建设学院,所学专业:工程管理,当前就职单位:宁波机场集团有限公司,职务:招标造价科副科长,职称级别:工程造价中级工程师。

智能化技术在水电站中的应用研究

孙旭东

河北省水务中心石津灌区事务中心土贤庄管理处, 河北 石家庄 050000

[摘要]水电站作为关键的能源生产设施,其运营效率对能源供应的稳定性与可持续性具有直接影响。传统水电站主要依赖人工操作及基础的自动化控制系统,而这种模式存在响应迟缓、效率低下以及故障率较高的问题。随着信息技术、自动化技术以及智能设备的迅速发展,越来越多的水电站开始应用智能化技术,从而推动设备监控、资源调度、维护管理等方面的现代化,这些技术的引入不仅提高了发电效率,延长了设备使用寿命,还增强了水电站在复杂环境下的稳定性,进而助力了清洁能源的可持续发展。智能化技术的实施不仅需要技术和设备进行升级,还涉及到人员培训与各方面的协调合作。如何有效解决这些挑战,实现智能化技术的全面落地,仍然是水电站转型过程中亟待攻克的关键难题。

[关键词]智能化;技术;水电站;应用

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15046

中图分类号: TV736

文献标识码: A

Research on the Application of Intelligent Technology in Hydropower Stations

SUN Xudong

Tuxianzhuang Management Office, Hebei Provincial Water Affairs Center Shijin Irrigation District Affairs Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: As a key energy production facility, the operational efficiency of hydropower stations has a direct impact on the stability and sustainability of energy supply. Traditional hydropower stations mainly rely on manual operation and basic automation control systems, which suffer from slow response, low efficiency, and high failure rates. With the rapid development of information technology, automation technology, and intelligent devices, more and more hydropower stations are applying intelligent technology to promote modernization in equipment monitoring, resource scheduling, maintenance management, and other aspects. The introduction of these technologies not only improves power generation efficiency and extends equipment service life, but also enhances the stability of hydropower stations in complex environments, thereby promoting the sustainable development of clean energy. The implementation of intelligent technology not only requires upgrading of technology and equipment, but also involves personnel training and coordination and cooperation in various aspects. How to effectively address these challenges and achieve the comprehensive implementation of intelligent technology remains a key challenge that urgently needs to be overcome in the transformation process of hydropower stations.

Keywords: intelligence; technology; hydropower station; application

引言

随着全球能源需求的持续增长及环境保护要求的日益严苛,水电作为一种清洁且可再生的能源形式,已逐渐成为关注的焦点。近年来,智能化技术的迅猛发展,为水电行业注入了新的动力。通过引进自动化、物联网、大数据、人工智能等技术,水电站的生产与管理模式正朝着更加智能化、精细化及绿色化的方向演变。这些先进的智能技术,不仅提升了水电站的运营效率与安全性,还优化了资源配置,推动了绿色可持续发展目标的实现。能化技术在水电站的应用过程中,仍面临着不少挑战,诸如技术适应性、数据安全问题及人才储备不足等。智能化技术的实际应用、发展现状以及所面临的挑战,已成为当前研究的重要方向。

1 智能化技术在水电站应用的意义

1.1 提升水电站的安全性与稳定性

智能化技术的应用通过实时数据分析与自动化监控系统

统,水电站能够对设备的运行状况进行持续监测,潜在的故障或异常能够迅速被发现并提前预警,从而采取有效的防范措施,避免事故的发生。利用智能化故障诊断与预测性维护技术,设备的运行数据被深入分析,隐患可在早期得到识别并安排针对性的维修,设备突发故障的风险得到了显著降低,智能化技术的引入使水流调度与电力生产的自动化管理得到优化,水电站能够在复杂多变的水文与气象条件下稳定运行,确保电力供应的可靠性与连续性。借助这种精确且智能化的管理方式,操作失误带来的安全隐患得以有效减少,水电站的整体安全性与运行稳定性也因此得到了进一步提升。

1.2 优化资源配置与能源效率

智能化技术的引入显著优化了水电站的资源配置,并大幅提升了能源效率。借助智能调度系统,发电计划能够根据实时的水文数据、用电需求以及气候变化精准调整,确保水资源得到最大限度的利用,通过这种灵活的调度方式,

不仅发电效率得到了提高,水资源的浪费也被有效减少。与此同时,自动化监控与调控系统的应用使设备的运行更加高效,各类设备的工作状态被实时监控与调整,确保始终处于最佳运行工况,从而显著降低了能源消耗。智能化技术还通过数据分析与预测功能,优化了电网的接入与负荷分配进一步提升了能源利用率,推动了清洁能源的高效供应。

1.3 支持绿色可持续发展

智能化技术的应用显著提升了水电站在推动绿色可持续发展方面的能力,通过精准的水流预测与调度,智能系统使水电站在保持生态平衡的同时,得以最大限度地利用水资源,从而减少了对环境的负面影响。实时监控与优化管理的智能设备有效提升了能源效率,不仅减少了不必要的能源浪费还降低了碳排放,支持了低碳经济目标的实现。借助数据分析,智能技术还为管理层提供了实时的环境变化与资源消耗数据,使得运营策略能够根据变化及时调整,确保水电站在遵守环保法规的基础上,持续高效地生产清洁能源。

2 智能化技术在水电站应用中存在的问题

2.1 技术适配与兼容性问题

在水电站智能化技术应用过程中,技术适配与兼容性问题已成为突出挑战。尽管许多水电站仍使用传统技术,新的智能化技术却需要与现有硬件和软件系统进行有效对接。但由于不同厂商之间的设备标准存在差异,且技术发展存在不平衡,智能化系统与传统设施的兼容性常常面临较大困难,这种技术断层不仅导致了数据传输的不畅,设备间也无法实现有效的协同,从而影响了整个系统的运行效率。此外,一些老旧设备的技术架构与现代智能系统之间的差异较大,通常需要进行大量的改造或更新,这无疑增加了实施的难度及相关成本。

2.2 数据安全与隐私保护问题

随着智能化技术在水电站中的广泛应用,数据安全与隐私保护问题日益引起关注。大量实时数据的采集、存储与传输是智能系统的基础,这些数据包括设备运行状态、能源消耗、环境变化(如水流、气候等)及电力负荷等敏感信息。一旦这些数据遭到泄露、篡改或丢失,不仅会干扰系统的正常运行,甚至可能引发安全事故或导致重大环境危机。例如,若数据被篡改,发电调度系统可能出现错误操作,从而引发水库溢洪或电网不稳定的风险。智能化系统通常依赖于云平台、物联网设备及远程控制技术,虽然这些技术大幅提升了系统的灵活性与响应能力,但也带来了新的安全隐患。在数据传输过程中,尤其是在无线网络或互联网环境下,数据容易受到黑客攻击或恶意软件的入侵,而云平台的安全防护不足,往往成为数据泄露的薄弱环节。一旦水电站的敏感数据遭到非法访问,带来的不仅是财务损失,更可能引发国家安全风险或社会信任危机,特别是在涉及跨国公司或关键基础设施时。确保数据在传输、存储及处理过程中的安全性、完整性与隐私性,已成为智能化技术应用中亟需解决的关键问题。为此,水

电站必须建立完善的安全防护体系,采取数据加密、访问控制、身份认证及实时风险监测等手段,确保每一项数据在采集、传输与存储过程中得到有效保护。

2.3 高技术人才缺乏与培训不足

在水电站智能化技术的应用过程中,技术人才的匮乏已成为一个显著问题。引入智能化系统所需的操作、维护与优化工作,必须由具备专业技能的人员来完成。当前许多水电站在人力资源方面存在明显不足,传统水电站的员工通常以机械化操作为主,对数字化及智能化技术的掌握相对有限。同时,智能化技术更新换代的速度较快,现有的培训体系未能及时跟上这一发展的步伐,导致技术人员知识与技能未能与智能化需求相匹配。由此产生的人才缺口,不仅影响了智能化系统的顺利部署与运行,还可能制约技术的创新应用与进一步推广。

3 智能化技术在水电站中的主要应用

3.1 自动化监控与控制系统

自动化监控与控制系统,作为智能化技术在水电站应用中的核心组成部分,发挥着至关重要的作用,通过部署先进的传感器与智能控制设备,水电站能够实时获取水位、流量、发电机组状态等关键运行数据,从而确保各项设备始终在最优工况下运行,这些系统能够自动调节水流量与电力输出优化发电效率,并在设备出现异常或故障时及时发出警报,显著减少对人工干预的依赖。与传统的人工监控方式相比,自动化系统的精度与响应速度更高,从而有效提高了操作的安全性及系统的稳定性。通过集中的监控平台,操作人员可以远程控制设备,实时调整各项运行参数,实现全天候、全方位的智能化管理。

3.2 设备健康监测与预测维护

设备健康监测与预测维护,作为智能化技术在水电站中的关键应用之一,显著提升了系统的运行效率与可靠性,通过安装智能传感器,系统能够实时收集各类设备的运行数据,如温度、压力、振动等重要参数,并对设备健康状态进行持续跟踪,对这些数据的深入分析,潜在的设备故障可提前被预测,问题能够被及时识别,并进而安排必要的维护工作。这种方式有效避免了传统维护模式中由于设备突发故障导致的停机或紧急修复。与定期维护模式不同,预测性维护是依据实际运行情况来动态调整维修计划的,这不仅避免了无谓的维修工作,还能显著减少资源浪费。采用智能化的维护方式,不仅延长了设备的使用寿命,还大幅提高了水电站的运行效率与安全性。

3.3 智能调度与水流预测

智能调度与水流预测技术通过整合气象数据、流域信息以及历史运行数据,智能调度系统能够准确预测水流的变化趋势与电力需求,从而优化发电计划。水流预测技术使得河流水位的变化、降水量及流量波动能够提前预见,为水库调度决策提供了科学依据。基于这些预测结果,发电机组的运行方式能够自动调整,以确保电力生产与水质

源的最佳匹配。此外,智能调度系统还可灵活应对电网的实时需求,及时调整发电模式,从而增强电网的稳定性,避免资源浪费或供电短缺。

3.4 智能化能源管理与优化调度

智能化能源管理与优化调度技术,已成为提升水电站运营效率与资源利用率的关键手段之一,通过深度整合大数据分析 with 人工智能算法,智能系统能够实时监测电网需求、发电能力、水资源状况、气象条件等多重因素,并自动进行数据分析与决策,这使得水电站能够灵活调整发电策略,从而确保能源的最优配置,避免了资源浪费与过度消耗。系统不仅可以实时根据负荷变化调整电力输出,还能通过智能预测算法对未来电力需求进行精准预判,提前做出合理的调度安排,减少因需求波动而引发的突发性波动与资源浪费。在复杂的水文环境中,智能调度系统能够灵活应对不同水流量和蓄水状况,通过优化水流调度与机组运行,系统确保了发电效率的不受影响。无论是洪水期还是枯水期,系统都能根据实时数据动态调整发电负荷,确保电站平稳运行,同时最大化水资源的利用。此外,智能化能源管理系统通过精准监控电网负荷变化及时调整发电模式,避免了因电力过剩或不足而引起的电网波动,保障了电网的稳定性,通过这种智能化管理方式,水电站不仅显著提升了生产效率,还优化了能源配置,降低了运营成本,增强了综合调度能力。

4 智能化技术应用的策略

4.1 引进先进智能技术与设备

随着科技的迅速发展,全球范围内的智能化技术已取得显著进展,水电站应当主动采纳这些新兴技术,如人工智能、大数据分析 with 物联网等,以提升自动化水平^[1]。高精度传感器、智能监控系统及自动化调度平台等先进智能设备,能够实时采集与处理数据,提供更加精确的运行控制与故障预警,这些技术的应用既提高了设备运行效率,又增强了水电站对复杂环境变化的适应能力,从而确保了电站的安全稳定运行。此外,先进智能设备的引进,也促进了水电站技术的革新,提升了生产管理的现代化水平,使得电站能够在竞争激烈的能源市场中保持竞争优势。日常运营不仅为电站提供了保障,这种技术升级还推动了其在智能化方向上的持续发展,为未来可持续运营奠定了坚实基础。

4.2 完善数据采集与处理系统

完善数据采集与处理系统,已成为实现水电站智能化应用的核心环节,通过部署高效的传感器网络,水电站能够实时监控设备的运行状态、水流情况以及气象数据等多维信息,这些数据一旦实时采集经过集中处理后,即为智能控制系统提供了精准的决策依据,从而有助于优化发电调度与资源配置。随着数据分析能力的不断提升,设备健康状况的实时监控与故障预测也变得可行,进而有效避免了突发性故障对生产的干扰。为了最大化数据的应用价值,水电站应建设完善的数据存储、传输与分析平台,确保各

类数据能够得到高效整合与充分利用。

4.3 加强智能化人才的培养与团队建设

推动水电站智能化转型的成功,智能化人才的培养与团队建设不可或缺。随着技术的持续进步,传统的操作模式已无法满足智能化系统的需求,因此,培养具备专业技能与创新思维的人才显得尤为重要^[2]。通过系统性的培训与实践操作,水电站应当提升员工在大数据分析、人工智能、自动化控制等领域的技术能力,确保新技术与新设备的应用能够熟练掌握。同样重要的是团队建设的强化,组建跨部门、跨学科的协作团队,来自不同领域的知识与经验得以有效整合,智能化项目的顺利落地得以推动。为了吸引并留住更多优秀的技术人才,水电站应当建立健全的人才培养体系与激励机制。

4.4 促进技术创新与应用推广

推动水电站智能化发展,依赖于技术创新与应用推广的强力驱动。随着智能化技术的不断革新,水电站应当积极支持技术创新,鼓励新型智能设备的研发,并对现有系统进行优化升级^[3]。例如,通过与行业领先企业或科研机构的合作,探索更高效的智能监控、预测维护及调度系统,技术的深度与广度得以不断提升。技术应用的推广同样至关重要,应扩大智能化技术的应用领域,将创新成果迅速转化为实际操作,全面升级设备与管理系统,通过开展试点项目与实际应用测试,水电站能够验证新技术的可行性与效果,并积累一系列成功经验,进而形成可复制、可推广的模式,提升行业整体的技术水平与运行效率。

5 结语

智能化技术的引入,正在逐步改变水电站传统的运营模式,显著提升了生产效率、确保了安全运行并推动了绿色可持续发展。在技术适配、数据安全以及人才培养等领域,仍面临着诸多挑战。为了实现智能化转型,水电站必须不断引进前沿技术,优化数据系统强化人员培训,并加大技术创新的推广力度。随着智能化技术的持续突破,未来的水电站不仅会在提高效率的同时,进一步增强其智能化水平,还将推动环保目标的实现。通过持续的技术创新与流程优化,水电站不仅能够实现更高效的能源生产,还将为绿色低碳社会的建设提供强有力的支持,推动能源产业的可持续发展。

【参考文献】

- [1]陈敏,刘卫国,徐勇晖.智能化技术在水电站中的应用研究[J].电子元器件与信息技术,2024,8(6):88-89.
 - [2]马月姣,刘永璐,胡丰,等.智能化水电站技术应用[J].科技创新,2020(28):99-100.
 - [3]陈艳.智能化控制技术在大中型水电站改造中的应用[J].科技创新与应用,2020(3):100-101.
- 作者简介:孙旭东(1997.7—),男,毕业院校:河北农业大学,所学专业:水利水电工程,当前就职单位:河北省水务中心石津灌区事务中心,职称级别:助理工程师。

建筑工程安全管理的影响因素及对策分析

赵磊刚

五家渠农六师勘测设计研究有限责任公司，新疆 五家渠 831300

[摘要] 尽管建筑行业在安全管理方面取得了一定进展，施工现场仍面临诸多挑战，如复杂的环境、人员流动频繁及技术标准的不断更新等。安全事故，尤其是设备故障、操作失误以及防护不足等问题依然频繁发生，严重影响了项目的进度与成本。为此，探讨如何通过完善安全管理体系与措施减少施工风险，从而确保工程能够顺利推进。

[关键词] 建筑工程；安全管理；影响因素；对策

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15016

中图分类号: TU714

文献标识码: A

Analysis of Influencing Factors and Countermeasures of Safety Management in Construction Projects

ZHAO Leigang

Wujiaqu Sixth Agricultural Division Survey, Design and Research Co., Ltd., Wujiaqu, Xinjiang, 831300, China

Abstract: Despite some progress in safety management in the construction industry, construction sites still face many challenges, such as complex environments, frequent personnel movements, and constantly updated technical standards. Safety accidents, especially equipment failures, operational errors, and inadequate protection, continue to occur frequently, seriously affecting the progress and cost of the project. To this end, explore how to reduce construction risks by improving safety management systems and measures, in order to ensure the smooth progress of the project.

Keywords: construction projects; safety management; influencing factors; countermeasures

引言

随着建筑行业的迅速发展，工程项目的规模与复杂性持续增加，建筑工程安全管理的作用愈发显得至关重要。施工事故不仅威胁着工人生命安全，还可能引发项目延期及经济损失。有效的安全管理措施能显著降低施工过程中的风险，成为保证工程顺利完成的基础，探讨影响建筑工程安全管理的主要因素，并提出相应的改进措施，以提升整个行业的安全水平。

1 建筑工程质量安全管理的主要作用

1.1 提升建筑工程施工现场的安全性

在建筑工程中，确保施工现场的安全性是项目顺利完成的根本所在。有效的安全管理措施不仅能大幅减少事故的发生概率，还能有效降低人员伤亡及财产损失。为了提升施工现场的安全性，全面的风险评估应首先开展，潜在危险源应予以识别并采取相应对策。高风险区域，如高处作业与深基坑，必须设置完善的安全防护设施，确保施工人员在作业过程中的充分保障。与此同时，设备和材料的管理也同样关键，必须经过严格检查，确保安全性能符合相关标准。此外，定期的安全培训与应急演练不可忽视，不仅能增强施工人员的安全意识，还能提高其应急反应能力。通过这些精准且系统的管理措施，施工现场的安全性将得到显著提升，为工程的顺利推进提供坚实保障。

1.2 提升工程施工质量

提升工程施工质量是确保建筑工程长期稳定、安全使

用的关键。质量管理应贯穿整个施工过程，涵盖从材料采购到施工工艺的每一个环节。在材料选择上必须确保符合设计标准，并经过严格的检验与测试，以验证其性能是否满足要求。施工过程中，操作应严格按照设计图纸及施工规范执行，任何疏忽都可能导致质量问题的产生。技术人员与施工人员的专业水平与经验是保障施工质量的重要基础，通过不断进行技术培训与技能提升，每一个环节才能按照高标准严格实施。质量检查工作同样至关重要，定期的现场检查与抽样检测能够及时发现潜在的质量问题，并采取有效措施予以解决，避免隐患扩展。此外，确保各施工环节的顺畅衔接，避免因协调不当而造成质量损失，也是提升整体施工质量的重要保障。通过这些细致且严谨的措施，施工质量将得到有效提升，确保工程能够达到预期的使用效果。

1.3 控制施工进度

控制施工进度在建筑工程管理中至关重要，它直接影响项目的整体成本与完工时间。科学且合理的施工计划是进度控制的基础，计划应根据各阶段的工作量、资源配置及工期要求进行详细规划。具备一定灵活性的计划可确保应对施工过程中可能出现的突发事件或不确定因素。在面临天气变化、材料供应问题或设备故障等突发情况时，及时调整进度计划至关重要，这有助于避免问题对整体进度造成不利影响。进度控制不仅限于施工过程中的监控工作，还应定期进行进度检查与评估，及早发现滞后的问题并采

取有效措施进行调整。通过精准调度施工环节与合理配置资源,确保每个环节按时完成,同时避免进度滞后的情况出现。此外,加强现场协调与沟通同样是避免进度延误的关键,不同部门与施工队伍间的高效协作确保了工作顺利衔接,严格的考核与激励机制也能够激发人员的积极性,推动工程按时完成。

2 建筑工程安全管理的主要影响因素

2.1 材料与设备

在建筑工程中,施工过程的安全性直接受材料与设备质量的影响。施工材料必须符合国家或行业相关标准,并经过严格的质量检测程序,若材料质量不达标,尤其是钢筋、水泥等关键材料,不仅会影响工程的整体质量,还可能埋下结构安全隐患。钢筋强度若不足,建筑结构将面临变形甚至倒塌的风险;若水泥不合格,混凝土的强度则无法满足设计要求,进而威胁施工人员的生命安全。在建筑施工现场使用的起重机、塔吊、混凝土搅拌机等设备,若未得到妥善保养或存在故障,将严重威胁施工安全,定期进行设备检查与维护不仅有助于延长设备使用寿命,还能有效避免因设备故障引发的安全事故。为保障施工过程的安全,项目管理者应在供应商选择、材料验收及设备检测等环节加强管理,确保每项使用的材料和设备都符合相关安全标准。

2.2 安全防护

在建筑工程中施工人员的生命安全依赖于严格的安全防护措施。施工现场往往存在多种高风险因素,如高空作业、深基坑作业及重型机械操作等,必须采取全方位的防护措施来有效预防事故的发生。特别是高空作业的防护必须安装符合标准的防护栏杆和脚手架,同时要求施工人员佩戴安全带等防护装备,以防止高空坠落事故的发生。对于深基坑等危险区域应设立围挡并清晰标识,确保无关人员远离这些高危区域。机械设备的安全防护同样至关重要,塔吊、起重机等设备应配备防护罩并定期进行检查,确保设备处于良好状态。施工现场还应配备充足的消防设施,并确保所有施工人员掌握基本的消防知识,以便能够迅速应对突发火灾等紧急情况。通过这些周全且细致的安全防护措施,施工现场的风险将得到有效降低,施工人员的安全能够最大限度地得到保障。

2.3 人为因素

在建筑工程中,安全管理面临着由人为因素引发的显著挑战。施工人员的行为与态度对施工现场的安全状况起着决定性作用,尤其是施工人员的安全意识,它直接关系到事故的发生。许多事故的根源在于对安全规定的忽视或安全防护措施的轻视。因此,提升工人的安全意识,使其深刻理解并严格遵守操作规程,成为预防事故的核心措施。与此同时,施工人员的技术水平与经验也对施工安全至关重要,经验不足或技术不熟练的工人在处理复杂或高风险

作业时,更容易发生操作失误,从而增加事故的风险。为此,定期开展技术培训以提高工人的操作能力,特别是在危险工序中,安排经验丰富的人员进行操作显得尤为重要。此外,管理人员的决策与现场指挥在安全保障中同样不可忽视,若管理层未能充分评估施工现场的潜在风险或监管存在疏漏,可能导致安全隐患的累积。

2.4 安全管理制度

在建筑工程中,安全管理制度发挥着至关重要的作用,通过系统化的规范与程序,确保施工现场安全措施的有效执行。一个完善的安全管理制度为施工现场提供了明确的安全标准与操作要求,从而确保每个环节严格遵循预定规范,避免因操作不当而引发安全事故,这些制度通常包括安全检查、隐患排查、事故报告与应急响应等内容,施工单位需根据实际情况制定并严格执行。制度的有效性不仅依赖于其可操作性,还应具备灵活性。随着施工进度推进及环境条件的变化,安全管理制度应及时进行调整以应对新出现的风险与挑战。管理层的责任落实对制度的实际执行至关重要,安全负责人应定期进行监督检查,确保制度不仅仅是形式上的存在,而能够在实际操作中发挥应有的作用。奖励与惩罚机制的建立也是强化制度执行的重要途径,对于积极落实安全措施的员工应给予奖励;而对于违反规定的行为则应予以处罚,从而增强全员的安全责任感。通过健全安全管理制度并确保其严格执行,施工过程中的安全隐患可得到有效降低,从而为项目的顺利完成提供有力保障。

2.5 环境因素

环境因素对建筑工程安全管理的影响至关重要,施工现场的环境条件直接关系到施工人员的安全与工程的顺利推进。恶劣天气,如暴雨、强风或极端高温,显著增加了施工现场的安全风险,尤其在高空作业或操作大型机械时,天气因素更加容易引发事故。为了应对这一挑战,天气变化的预测与评估必须提前进行,根据实际情况灵活调整施工计划并在必要时暂停作业,确保施工人员的安全。此外,施工现场周边环境可能带来隐患。例如,若施工区域临近繁忙交通干道或居民区,额外的交通疏导与安全防护措施应当采取,防止外部环境干扰对施工的潜在威胁。施工场地的地理与地质条件同样不容忽视,地面的平整度、地下水位的高低等都会影响工程的安全性。对于地质条件不稳定的区域,必须采取加固措施,确保基础稳固为施工的顺利进行提供可靠保障。

3 建筑工程安全管理的对策分析

3.1 重视施工材料与机械设备的质量管理工作

确保建筑工程中施工材料与机械设备的质量,是安全管理的基础环节。材料的选择应严格遵循设计要求与相关标准,杜绝使用不合格或劣质材料。钢筋、水泥、混凝土等材料都必须经过全面的质量检验,确保性能符合安全使

用标准,尤其是对于关键材料追溯其生产来源显得尤为重要,必须确保符合国家或行业安全规范,并保持批次间的一致性^[1]。此外,施工设备的质量保障同样至关重要,高强度的施工任务可能导致设备在长期使用后出现磨损或故障,若未能及时检查与维护,安全事故的发生风险将大大增加。因此,机械设备的定期检查与保养应被视为常规工作,每一台设备必须建立详细的检修记录,以确保处于最佳工作状态。同时,操作人员的培训不容忽视,合理的使用及操作培训是确保设备安全运行的关键保障,通过严格控制材料与设备的质量,施工效率可得到提升,同时也能有效防止由劣质材料或设备故障引发的安全隐患,为工程的顺利推进提供坚实的安全保障。

3.2 提升安全防护措施的现代化水平

提升安全防护措施的现代化水平,已成为加强建筑工程安全管理的关键步骤。随着科技的不断进步,传统的安全防护方法逐渐难以满足日益复杂的现代施工现场安全需求,采用先进的技术与设备对安全防护措施进行升级变得尤为必要。例如,智能化监控系统能够实时跟踪施工现场的环境变化,如高空作业时的风速、温度等,一旦潜在危险被识别,系统便会及时发出警报,协助管理人员迅速采取应对措施。此外,高强度且轻便的安全防护装备,如新型安全带、防护网与脚手架的使用,不仅提升了工人的保护水平,也增强了作业的灵活性与安全性。同时,通过佩戴智能穿戴设备,施工人员可借助安全帽内置的传感器,实时监测其身体状况^[2]。一旦异常情况出现,如心率过高或摔倒系统会自动报警,提醒现场监控人员采取及时的救援行动。在施工安全培训中,虚拟现实(VR)技术的应用为工人提供了在模拟环境中体验危险情境的机会,有助于提升其安全意识与应急处理能力。通过不断推动安全防护措施的现代化,不仅能够有效减少安全事故的发生,还能显著提升施工现场的安全管理效率,进而保障人员及工程的安全。

3.3 加强施工人员的安全意识与技能培训

提升建筑工程安全管理的关键,在于加强施工人员的安全意识与技能培训。施工现场的安全保障,除了依赖设施与管理制度外,更需要每位工人的高度警觉与积极配合。提高工人安全意识的首要步骤是通过定期培训,使其深入了解可能面临的安全风险及有效防范措施。培训内容不仅应涵盖安全操作规范与应急处理流程,还应通过分析实际案例,帮助工人意识到安全疏忽带来的严重后果,从而增强其自我保护意识与遵守安全规程的自觉性。针对不同岗位与工种的特殊需求,专项技能培训应当开展,确保施工人员掌握必需的操作技能与应急救援能力。例如,操作机

械设备的工人必须熟悉设备的正确使用方法及故障排查技巧,而从事高空作业的人员则应掌握防坠落与防中毒等专业安全知识。

3.4 完善企业安全管理体系与信息化建设

完善企业的安全管理体系与推动信息化建设,乃是提升建筑工程安全管理水平的关键举措。一个健全的安全管理体系,有助于明确各级管理人员的职责,确保安全管理责任从上到下得以落实,结合项目的特点企业应制定全方位的安全管理制度,涵盖从施工前的风险评估、现场的安全检查,到事后事故处理与预防措施等各个环节^[3]。为了确保安全管理的高效运作信息化建设不可或缺,引入先进的信息化技术,如建筑信息模型(BIM)与云计算平台,能够实现对施工现场安全状况的实时监控及数据分析。例如,BIM技术可通过虚拟演练模拟施工过程中的安全风险,提前识别潜在隐患,而云平台则能实时上传现场数据,确保管理人员远程监控并做出快速决策。此外,信息化建设还可通过智能化的安全管理系统,实时记录安全检查与整改情况,形成可追溯的安全数据,从而为后续安全审计与改进提供重要数据支持。通过信息化手段企业还应强化安全文化建设,提升员工的安全教育与培训水平,确保每位员工时刻保持警觉、严格遵守安全规定。

4 结语

建筑工程的安全管理在确保项目顺利实施的过程中,起着至关重要的作用。通过对影响因素,如材料、设备、安全防护、人为因素及管理制度等,进行深入分析,可以为制定针对性对策提供数据支持与理论依据。加强质量控制、提升施工人员的安全意识、完善管理体系等措施有助于有效降低安全隐患,从而提升整体工程的安全水平。随着技术的不断进步与管理理念的创新,建筑工程的安全管理将逐步向智能化与系统化发展,推动行业的可持续发展,并为其提供坚实的安全保障。

【参考文献】

- [1]刘全国. 建筑工程安全风险问题分析与解决对策[J]. 工程质量, 2023, 41(2): 93-96.
 - [2]邢术博. 建筑工程管理的影响因素及对策分析[J]. 砖瓦, 2021(3): 93-94.
 - [3]朱晓琪. 建筑工程现场安全管理影响因素及对策分析[J]. 房地产世界, 2021(2): 65-67.
- 作者简介: 赵磊刚(1991.6—), 毕业院校: 大连理工大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位名称: 五家渠农六师勘测设计研究有限责任公司, 就职单位职务: 总监理工程师, 职称级别: 工程师。

工程造价全过程管理在项目实施中的应用探讨

段爱岩

河北华林工程造价咨询有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]在新时代的大背景之下, 建筑施工行业获得更好发展, 同时工程造价全过程管理也成为了最为重要的内容。通过展开工程造价全过程管理, 可以帮助建筑施工企业获得更多的综合效益。在工作项目建设施工期间, 需要对工程造价管理工作加强关注与重视, 将其贯穿于项目建设过程当中去, 应用科学的方法, 对工程造价展开全方位的控制。因此, 文章主要对工程造价全过程管理的重点内容进行分析, 之后提出控制的方法, 希望能够为相关工作人员起到一些参考与帮助。

[关键词]工程造价; 全过程管理; 项目实施; 应用

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15004

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

Discussion on the Application of Whole Process Management of Engineering Cost in Project Implementation

DUAN Aiyuan

Hebei Hualin Engineering Cost Consulting Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: In the context of the new era, the construction industry has achieved better development, and the whole process management of engineering cost has also become the most important content. By implementing the whole process management of engineering cost, it can help construction enterprises obtain more comprehensive benefits. During the construction period of work projects, it is necessary to strengthen attention and importance to engineering cost management, integrate it into the project construction process, apply scientific methods, and carry out comprehensive control of engineering costs. Therefore, the article mainly analyzes the key content of the whole process management of engineering cost, and then proposes control methods, hoping to provide some reference and assistance for relevant personnel.

Keywords: engineering cost; whole process management; project implementation; application

引言

随着建筑行业的快速发展, 工程项目的规模不断扩大, 管理的复杂性也随之增加。在这一背景下, 工程造价的全过程管理显得尤为关键。从项目立项到竣工验收的各个阶段, 全过程造价管理涵盖了, 强调在每一个环节对成本进行全面、系统的控制与监控。通过科学的管理手段, 项目各阶段的成本监控得以实现, 有效地防止了预算超支, 确保了项目的顺利完成, 并实现了预期的经济效益。全过程造价管理的范围不仅限于施工阶段的成本控制, 设计、招投标、施工及竣工验收等多个重要环节也包含其中。预算编制的合理性、设计的优化及招标的控制, 不仅有助于资金的高效利用, 还能够有效避免了资源的浪费。在激烈的市场竞争环境下, 提升工程造价全过程管理水平的必要性, 已被越来越多的企业认同。对于提高项目经济效益、确保工程按时保质完成, 具有重要的现实意义。本文旨在探讨工程造价全过程管理的重要性, 分析当前实践中面临的主要问题, 并提出相应的改进对策, 以为建筑项目的成功实施提供参考与借鉴。

1 工程造价全过程管理的重要性

工程造价全过程管理在现代建筑项目中的重要性, 显而易见。它直接关系到项目的经济效益、施工质量及项目

的顺利完成。随着建筑市场竞争的加剧, 造价控制的范畴已不再局限于单一的施工阶段, 而是扩展至整个项目生命周期, 涵盖了项目立项、设计、招投标、施工、验收及后期维护等各个环节。确保每个阶段都有合理预算安排、有效成本控制及全面风险管理的全过程造价管理, 能够最大程度地降低预算超支、工期延误等问题带来的负面影响。通过有效的造价控制, 资源利用效率得以显著提高, 资金流动得到优化, 不必要的支出被减少, 项目得以按时按质完成。尤其是在面对复杂项目、设计调整及工程变更时, 提供了一种系统的控制机制的全过程管理, 使得各个环节的成本管控措施能够严格落实, 从而确保项目建设成本可控且透明。与此同时, 随着建筑行业对绿色建筑及可持续发展要求的日益提升, 实现节能环保目标的作用也在全过程造价管理中得到了积极体现, 推动了行业的创新与进步。实施全过程造价管理, 既是保障项目目标实现的必要条件, 也成为提升建筑行业整体管理水平、促进资源合理配置以及推动可持续发展的关键途径。

2 现今建设项目工程造价存在的问题和原因

2.1 前期造价管理不够重视

当前建设项目中的工程造价管理, 前期造价管理不到

位的问题日益突出,已成为导致项目造价超支的重要原因之一。在项目启动阶段,往往缺乏对工程造价的系统性规划与充分预测。项目立项时,相关部门未能进行详细的成本分析与预算编制,导致项目初期预算多依赖于粗略估算或历史数据,且未充分考虑地质条件、项目复杂性及材料价格波动等因素^[1]。此时,项目设计方案和工程量计算尚不完善,且未建立科学的预算管理机制,致使项目预算未能精准反映实际需求。前期造价管理的滞后或缺失,使得项目未能有效识别潜在的成本风险,这种情况在项目后期,尤其是在施工阶段,往往导致预算不足、成本超支等问题的发生。除此之外,前期阶段对供应链管理、资源配置及人员安排等方面的控制缺失,也使得造价的不确定性与波动性加剧。

2.2 招投标阶段管控不严

在当今建设项目中,招投标阶段的造价管控不严密,已成为导致工程造价失控的关键因素之一。作为项目启动的核心环节,招投标阶段直接影响着项目的整体预算与资金分配。然而,许多项目在这一阶段存在的问题,如招标文件编制不充分、评标过程不规范以及招投标策略不合理,频频出现。一些招标单位在编制招标文件时,未能全面考虑项目的实际情况与工程造价的复杂性,招标条件设置过于简单或模糊,致使投标方难以准确估算工程成本,进而导致低价中标的现象。评标环节中,部分项目未能有效审核投标单位的资质与报价的合理性,评标标准偏重价格,忽视了质量与成本的平衡。这样一来,一些低价中标的单位为了追求利润,采取了降低工程质量或延误施工进度等手段,从而引发了造价失控的局面。此外,某些项目在招投标过程中,缺乏对投标单位详细成本分析的要求,未对报价的合理性进行严格审查,导致投标单位过度低估成本或夸大工程量,从而影响了项目的最终造价。

2.3 项目建设完成阶段工程造价控制不力

在项目建设完成阶段,造价控制不力已成为当前建设项目中的普遍问题之一。随着施工进入尾声,项目的完成阶段往往被忽视,导致工程总成本超出预算。设计变更和施工变更是引发造价失控的主要原因之一。在项目建设过程中,由于设计方案的不足或施工中出现的不可预见情况,频繁进行设计与施工调整,然而未能及时有效地控制成本。这些变更通常未经过充分评估其对项目总造价的影响,导致实际造价远超原定预算。此外,竣工阶段的工程验收与结算过程也常常滞后或不完善。竣工验收时,一些项目未能严格审查实际完成的工程量与质量,导致实际结算的工程量与预算之间存在差距,进一步推高了项目的最终造价。项目完工时的工程质量问题,亦会导致额外的成本开支。为了加速项目交付,施工方可能在最后阶段减少了质量检查,致使后期出现质量问题,进而需要进行修复或加固,这不仅增加了额外费用,还进一步影响了造价的有效控制。

3 建设项目全过程工程造价控制与管理的具体措施

3.1 项目设计初期的造价管理与控制

在建设项目的初期,工程造价管理与控制的核心任务是确保项目预算合理,并为后续施工阶段提供明确的成本框架。此阶段的造价管理不仅仅局限于对工程量与单价的估算,更需综合考虑项目的功能需求、设计方案的可行性及实施过程中可能遇到的成本风险。项目的可行性研究,作为造价管理的起点,通过对市场环境、材料价格、劳动力成本等因素的预判,能够为设计团队制定初步预算提供依据。在选择设计方案时,项目的技术需求与经济可行性需要综合评估,确保设计不仅能满足功能要求,且在成本上保持合理性。预算编制的过程不仅是对工程量的量化估算,亦应充分考虑场地条件、环境因素、政策法规等限制条件,以实现预算与实际需求之间的平衡^[2]。此外,设计初期的另一项关键任务,是对设计变更的控制。由于设计阶段对项目有着决定性的影响,任何不必要的设计变更都可能导致成本上升。因此,设计团队与造价工程师应紧密合作,确保对各项工程内容、材料与工艺方案进行充分评估,避免因后期设计调整或不合理设计而引发成本超支。

3.2 工程设计阶段的工程造价管理

在建设项目的工程设计阶段,工程造价管理的核心任务是确保设计方案具备经济性与实施可行性,同时合理控制成本,为后续施工奠定坚实的基础。此阶段的造价管理应围绕科学预算编制展开,通过精确的工程量计算以及材料、设备的选型,确保项目初步造价的准确性。设计团队与造价工程师应紧密配合,根据设计要求及市场价格趋势,预测材料、设备及人工成本,依据工程具体需求与标准制定合理的预算。此外,设计阶段的造价管理还需要在设计优化与成本控制之间找到平衡,避免过度追求技术复杂性或美观效果,导致不必要的成本上升。项目管理团队应加强设计内容的审查与评估,确保设计方案不仅能满足功能需求,还能实现较高的性价比。另一个关键环节是对设计变更和范围扩大的有效控制。设计变更,作为导致造价失控的主要原因之一,往往引发施工成本的增加与工期延误,甚至可能影响项目的整体投资回报^[3]。因此,为了避免设计阶段的造价失控,工程造价管理应注重对潜在风险的预测与管控,确保每个设计环节都经过充分论证与评估,从而为后期施工阶段的顺利进行提供坚实的成本保障。

3.3 招投标阶段的造价控制

在建设项目的招投标阶段,造价控制的核心任务是确保招标文件编制的精准与招标过程的透明公正,同时合理控制投标价格,避免不必要的成本浪费。招标文件的编制应详细且准确,其中包括工程量清单、技术规范以及合同条款等内容。这些内容需要明确且与设计文件一致,以防止因文件不清而导致的后期造价纠纷或误解。为了确保招

标价格的合理性,造价控制还需对市场情况进行详细调研与分析,涉及材料价格、人工成本及市场供需状况等,避免出现不合理的投标报价。若报价过高,项目成本将被增加;若报价过低,则中标单位可能为了压缩成本而降低施工质量,甚至影响项目的安全与进度。合理的招标定价,不仅能够有效控制项目成本,还能确保施工单位在预算范围内顺利完成项目。此外,招标阶段应特别重视投标单位的资质审查与报价评审,避免因低价中标而导致施工过程中发生增项变更,从而使工程造价失控。在评标过程中,除了价格因素外,还需综合考量投标单位的技术能力、项目管理经验以及以往的业绩,确保中标单位具备足够的能力完成项目,避免施工质量带来的后期成本增加。为了确保造价控制的有效实施,招投标阶段对合同条款的严格审查亦至关重要,尤其是在变更、索赔及延期等条款的设定上,项目实施过程中可能遇到的风险应被清晰明确,并做好相应的应对准备。

3.4 项目施工过程中的造价管理与控制

在建设项目的施工阶段,造价管理的核心任务是确保项目严格按照预算执行,同时有效应对潜在风险和变更,避免预算超支的情况发生。施工过程中的每个环节都需要进行精确的成本控制,涵盖材料采购、人工费用、设备使用及施工进度等方面。实际发生的费用应由项目经理与造价人员定期核对,及时识别可能的超支风险,并采取相应的调整措施以避免成本失控。施工进度的合理控制在造价管理中占据重要地位,延误或进度不当通常会导致人工成本、设备租赁费用等增加,进而对项目总体造价产生不利影响。按计划执行施工进度,额外费用的发生能够有效减少。在此基础上,设计变更的管理尤为关键。由于设计与实际情况不符,设计变更在施工过程中几乎是不可避免的。然而,未加控制的变更往往会引发成本的不确定性。每一项设计变更的影响应及时评估,确保所有变更都经过正式审批,且变更后的费用能够得到合理控制。按规定程序办理签证手续,所有变更应确保相关费用的清晰与透明。此外,施工阶段的采购管理也是造价控制的重要一环。物资采购应由项目采购人员根据工程量清单与项目进度计划进行,以避免不必要的物资积压或浪费^[4]。供应商的选择、物资采购及其在施工过程中的质量控制,都会直接影响到施工成本的控制效果。

3.5 施工完成后验收阶段的工程造价控制

在建设项目的施工完成后的验收阶段,造价控制依然

扮演着至关重要的角色,确保项目在最终交付时不超出预算,同时确保所有费用的合理确认与有效管理。该阶段的造价控制主要包括已完成工程量的核对、结算以及合同条款执行情况的审查。根据实际施工内容与完成的工程量,项目管理团队需要进行严格的验收核对。与工程量清单进行对比,所有工作应确保按合同要求完成,对于未按约定履行的部分,相应的调整应当进行。工程竣工结算通常在验收阶段进行,此时所有相关费用,包括人工、材料、机械使用以及设计变更等,都必须经过核实,以便进行最终结算。合同文件及变更记录,造价人员与项目管理团队需详细审查,以避免遗漏任何可能对最终成本产生影响的因素。此外,验收过程中,还应对所有材料和设备的采购价格进行审核,确保其符合市场价格并与项目预算相一致,不应因供应链波动或市场价格变动产生不必要的额外支出。

4 结语

在建筑项目的实施过程中,工程造价全过程管理起着至关重要的作用。从项目立项、设计、招投标到施工及竣工验收,每一阶段的合理造价控制不仅确保了项目的经济效益,也提升了工程质量与管理水平。然而,现实中仍存在诸多问题亟需解决,例如各阶段之间协调不足、预算控制不精准,以及招投标过程中的不规范现象。由此,项目的顺利推进与成本控制受到直接影响。为实现工程造价的有效管理,必须加强各方的协作,完善各阶段的管理流程,并通过先进的技术手段,提升全过程造价管理的精准度与效率。随着建筑行业的不断发展,工程造价全过程管理面临的挑战也日益复杂。在这一背景下,通过优化管理体系、提升技术水平,未来的工程项目将能在更加高效与科学的管理下,得以实现可持续发展。

【参考文献】

- [1] 祁连瑾. 工程造价全过程管理优化策略研究[J]. 企业观察家, 2024, 12(7): 90-93.
- [2] 黄小牛. 建设项目工程造价全过程管理及控制优化对策分析[J]. 房地产世界, 2022, 11(16): 130-132.
- [3] 张立飞. 建设项目工程造价全过程管理控制研究[J]. 房地产世界, 2020, 13(22): 41-43.
- [4] 胡敏. 工程造价全过程管理控制要点探析[J]. 住宅与房地产, 2020, 11(15): 50.

作者简介: 段爱岩, 毕业院校: 河北建筑工程学院, 所学专业: 工程管理, 当前就职单位: 河北华林工程造价咨询有限公司, 职务: 职员, 职称级别: 助理工程师。

建筑工程技术管理中的控制要点与优化措施探究

胡中玉

新疆恒宇科建筑安装有限责任公司，新疆 五家渠 831300

[摘要] 建筑工程技术管理贯穿项目的各个阶段，包括规划、设计、施工等，涵盖了项目的全过程。随着市场需求的不断变化及管理要求的提升，传统的管理模式已难以满足日益复杂的工程需求。信息化与数字化技术的引入，为提升管理效率提供了全新的机会。通过对管理流程的优化、沟通的加强及风险控制的强化，可以显著提高项目执行的质量与效率，从而推动建筑行业的持续健康发展。

[关键词] 建筑工程；技术管理；控制要点；优化措施

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15000

中图分类号: TU712

文献标识码: A

Exploration on Control Points and Optimization Measures in Construction Engineering Technology Management

HU Zhongyu

Xinjiang Hengyuke Construction and Installation Co., Ltd., Wujiaqu, Xinjiang, 831300, China

Abstract: Construction engineering technology management runs through various stages of the project, including planning, design, construction, etc., covering the entire process of the project. With the continuous changes in market demand and the increasing management requirements, traditional management models are no longer able to meet the increasingly complex engineering needs. The introduction of information and digital technology provides a new opportunity to improve management efficiency. By optimizing management processes, strengthening communication, and enhancing risk control, the quality and efficiency of project execution can be significantly improved, thereby promoting the sustainable and healthy development of the construction industry.

Keywords: construction engineering; technical management; control points; optimization measures

引言

随着建筑行业规模与复杂性的不断提升，建筑工程技术管理的要求也愈加严格。项目管理涉及的内容广泛，涵盖人员、质量、进度与成本等多个方面，直接关系到工程的整体效率与质量。尽管许多项目仍依赖传统的管理模式，但由于管理体系的不足以及信息沟通的障碍，往往导致项目进展不畅。对技术管理中的关键控制要素与优化策略进行深入研究，对于提升建筑工程管理水平并推动行业可持续发展具有重要意义。

1 建筑工程技术管理的现状分析

目前，建筑工程技术管理面临诸多挑战，主要体现在管理体系的松散、信息流通不畅以及技术手段的滞后。随着行业规模的不断扩大和技术要求的日益提高，传统的管理模式已无法应对现代建筑工程的复杂性和多样化需求，许多项目仍沿用过时的管理流程，缺乏系统化、精细化的技术管理，导致质量控制与进度管理中出现漏洞。在信息化方面，尽管其他行业在数字化转型中已取得显著进展，建筑行业的数字化应用仍处于初级阶段，信息共享与实时沟通依旧是施工管理中的难题。项目相关方之间的信息传递存在滞后，决策过程因此受到制约，信息不对称问题进一步加剧了工期延误与成本超支。与此同时，建筑工程的

技术管理人员常常缺乏必要的培训与持续学习的机会，未能有效提升技术能力与管理水平，以适应项目需求的不断变化，这一现象使技术问题难以及时解决甚至有时被低估。尤其是在复杂工程的施工过程中，技术难题往往依赖经验来处理，缺乏数据支持和先进技术工具的辅助，项目风险的控制与预判仍主要依赖传统经验，缺乏对潜在技术风险的有效识别与应对，从而影响了整体项目的执行效果。尽管建筑工程技术管理在提升工程质量、控制施工进度及确保安全方面发挥了至关重要的作用，但面对日益复杂的工程环境及不断变化的技术需求，现有技术管理体系亟需进行优化与创新。

2 建筑工程技术管理中的控制要点

2.1 人员管理

在建筑工程技术管理中，人员管理是确保项目顺利推进的关键环节。无论项目规模如何，管理人员的专业素养、责任心以及团队协作能力，都会直接影响到工程的质量、进度和安全。人员的选拔与配置应严格根据项目需求进行，确保技术人员不仅具备相关领域的专业知识，还能够灵活应对项目中可能出现的各种挑战，在项目初期需精准地匹配各岗位人员，以确保每位员工能够在最适合的位置上充分发挥其作用。随着建筑技术的不断进步，新型施工工艺、

设备和材料层出不穷,管理人员与技术人员的知识更新速度必须与行业的发展保持同步。因此,项目管理方应定期组织技术培训与安全教育,帮助人员掌握最新的技术与规范,从而提高应对突发问题的能力。在人员管理中,明确责任划分与加强沟通机制也不可忽视,每位成员的职责应在项目启动前就得到明确界定,避免出现推诿或责任不清的情况,项目中还应建立有效的信息沟通平台,确保各部门、各工种之间的信息流畅传递,能够及时发现问题并采取有效措施。通过这种透明的信息沟通环境,不仅能够减少因信息不畅导致的延误与失误,还能有效提升项目的整体执行效率。

2.2 质量控制

在建筑工程技术管理中,质量控制是确保项目成功的核心要素。质量不仅体现在施工过程中的标准化要求上,更是工程整体可持续性与安全性的根本保障,有效的质量管理必须贯穿项目的每个阶段,从设计、施工到最终验收,必须在每一环节严格把关。设计阶段是质量控制的起始点,设计方案的优劣直接决定了后续施工的技术难度与质量保障方向,设计人员应充分了解工程需求与现场条件,合理选择材料与施工工艺并全面考虑潜在风险,所有设计图纸与技术规范必须经过严格审查,避免因设计缺陷影响施工质量。施工阶段质量控制的重心转向执行层面,施工管理人员需根据设计要求与质量标准,确保每一道工序都严格执行规范。质量检查与监督的定期开展至关重要,现场巡查、材料检测及工序验收等手段,能够及时发现问题并进行整改,防止不规范操作的积累与蔓延。质量控制还包括对建筑材料与设备的管理,建筑材料的质量直接影响工程的整体质量,使用不合格材料不仅会造成施工困难还可能带来潜在隐患,通过严格的进场验收制度与材料检测程序,确保所有材料符合标准。此外,施工设备的定期维护与检修同样是保障施工质量的重要环节,有助于防止设备故障引发的施工中断或质量问题。项目的质量验收是质量控制的最终环节,在验收过程中施工成果需经过全面检查,通过各项检测确保工程达到设计标准与质量要求。

2.3 进度管理

进度管理在建筑工程中占据着至关重要的地位,直接关系到项目是否能够按时交付以及成本的控制。在项目实施过程中,合理的进度安排不仅能够确保各项任务的有序推进,还能够有效避免工期延误带来的额外费用和资源浪费。因此,进度管理应从项目初期的规划阶段开始进行精确布局,并应贯穿到项目执行的每个细节。在项目启动阶段,根据工程的规模、施工内容、资源配置等因素,应科学地编制总体进度计划,此计划需要细化至各个施工环节,明确每个工序的起止时间、关键节点及责任分配,为项目提供清晰的工作路线图,合理的进度计划为后续的进度监控与调整提供了必要的依据,确保各阶段任务得以有序推

进。在项目执行过程中进度控制必须严格落实,尽管天气、人员、材料供应等因素可能会影响施工进度,项目管理团队仍需保持高效应对,当实际进度与原定计划产生偏差时,管理层应迅速分析原因并根据实际情况采取调整措施。例如,遇到材料供应延迟或施工人员短缺时,应及时协调资源或调整工序安排,以避免影响关键路径上的任务。进度管理还需要依赖实时跟踪与反馈机制,通过持续的数据收集与进度报告,项目团队能够实时掌握每个施工环节的进展情况。借助信息化管理工具,进度数据的共享与分析将更加高效,使项目团队能够及时发现潜在问题并加以解决,这种实时反馈机制能够有效减少延误的风险,确保工程按计划推进。在进度管理中协调工作同样至关重要,项目各部门、施工队伍及供应商之间的紧密协作是确保进度顺利推进的关键。高效的信息流通与沟通机制能够加快决策流程,确保各方工作无缝对接,避免因沟通不畅而造成的延误。

3 建筑工程技术管理中存在的问题

3.1 管理体系不健全

在许多建筑项目中,管理体系的不健全已成为影响工程顺利进行的重要因素。尽管大多数项目设有技术管理及质量控制部门,但常常缺乏系统化和规范化的管理框架导致责任划分模糊,工作流程不畅。在一些项目中,未能充分认识到建立完善技术管理体系的重要性,管理层往往依赖经验或应急措施,结果各项管理任务缺乏协调,容易产生管理盲区。在一些项目中管理体系过于松散,规章制度及操作流程在实际执行中往往缺乏约束力,导致标准执行不统一人员职责落实不到位,尤其是在涉及多个承包商和供应商的较大项目中,责任不明确、管理松懈通常会导致工期延误、成本超支以及质量不达标等问题。此外,技术管理人员的职能定位及工作流程规范性亟需加强,在许多情况下管理人员在技术决策中的作用未得到应有重视,未能充分发挥技术领导作用,导致工程实施过程中出现技术盲点,尤其在复杂施工环境下,管理层的决策往往缺乏足够的技术支持与数据依据。

这些管理体系的不足不仅影响了项目的执行效率,还可能对工程质量、成本控制以及安全生产造成隐患。

3.2 信息沟通不畅

在建筑工程项目中信息沟通不畅是一个普遍存在的问题,且对项目进度与质量产生了严重影响。涉及的多个参与方,如设计单位、施工队伍、供应商和监理等,使信息传递面临时滞和误差,进而导致决策时的信息不对称,尤其在施工过程中现场实际情况与管理层决策之间常常脱节,未能及时反馈现场问题或进度变化导致反应滞后和处理延误。信息流动的障碍也受限于组织架构与管理层级的制约,在一些项目中信息通过多个层级传递,易导致信息失真或遗漏影响决策的准确性。同时,部门间协作不到位,信息共享机制缺乏,使各方难以及时了解彼此的需求

与问题,从而加剧了项目中的摩擦与冲突。信息沟通不畅的问题还体现在关键数据的传递上,尤其是在技术资料、施工进度与质量检查等方面,若技术规范和施工计划未能及时传递至施工人员,施工错误或工期延误便可能发生。现场反馈的滞后,使得管理层常常错失最佳调整时机,进一步影响了项目的顺利推进。

4 建筑工程技术管理优化措施

4.1 优化管理体系与流程

优化管理体系与流程是提升建筑工程技术管理效率与质量的基础。当前许多项目面临管理层次不清晰、职责不明确等问题,导致决策迟缓、执行低效。解决这些问题的关键在于理顺管理层级之间的职责分工,明确每个环节的责任与操作流程,避免信息断层与责任重叠。完善的组织架构是提升管理效率的首要步骤,各部门与人员的职能需明确,特别是在技术、质量、进度和成本等关键领域,通过优化架构,决策响应与执行能更为迅速,避免信息滞后或失真。流程优化同样至关重要,许多项目流程设计繁琐、缺乏灵活性与透明度,容易导致延误与资源浪费,优化时应根据实际需求精简冗余环节,提升流程通畅性与适应性^[1]。例如,材料采购、施工交底与验收等环节应标准化,确保信息与资源高效流动,避免因流程滞后导致的工期延误或质量问题。跨部门协调机制的强化也是管理体系优化的重要组成部分,通过定期组织项目协调会、建立信息共享平台等方式,可以增强各方协作,确保项目各环节高效衔接,减少沟通不畅带来的管理瓶颈。

4.2 推进信息化与数字化管理手段

在建筑工程管理中,信息化与数字化手段的应用对于提高项目管理效率、减少错误发生率以及提升透明度具有极其重要的意义。随着科技的不断进步,传统的手工操作与纸质记录已无法满足现代工程对精度与速度的高要求,信息化与数字化技术的引入不仅使项目管理流程更加顺畅,还为实时数据监控与精确分析提供了有力支持。信息化管理系统的应用能够有效减少信息传递的滞后与误差,通过使用项目管理软件或云平台,项目中的各方成员包括设计人员、施工团队及监理单位都能够及时获取到最新的工程进展、材料使用情况与预算支出等关键信息,实时共享这些信息不仅使问题的发现与解决更加迅速,还能大大提高各方协调的效率,减少沟通障碍进而提升响应速度。数字化技术为项目管理提供了更加精确的数据支持,以BIM(建筑信息模型)技术为例,三维建模能够精准模拟施工过程中的各个环节,有效预测潜在的风险优化施工方

案,及时识别设计冲突从而降低施工中的错误率与返工情况。BIM技术不仅有助于施工过程的优化,还能实现精细化管理确保进度与成本的严格控制,并帮助管理团队根据实时数据做出灵活调整^[2]。此外,信息化手段能够显著提升项目的透明度与可追溯性,通过建立数字化档案管理系统,设计文件、变更记录及验收资料等都能实时存储与查询,确保项目的每一环节都能被有效记录与监控。

4.3 强化工程风险管理与预防措施

强化工程风险管理是确保建筑项目顺利推进的关键。建筑项目涉及复杂工艺、多方参与及多种不确定因素,任何细节疏忽都可能引发风险^[3]。因此,建立系统化的风险管理体系至关重要。在项目启动阶段需进行全面的风险识别与评估,涵盖技术、市场、法律、环境等多个维度,通过详细的风险清单和评估为后续应对提供依据,并在项目实施过程中动态更新,确保管理体系始终适应变化。设计阶段应提前考虑潜在风险并制定预防措施;施工阶段则需完善应急预案,确保突发事件能迅速响应,定期培训和演练提升团队的风险应对能力,确保安全保障。同时,应建立信息反馈机制,将施工现场风险及时反馈至管理层,并通过数字化手段进行进度监控,这样潜在风险能及时处理,避免小问题演变为大隐患。严格的风险监控与评估体系至关重要,定期检查并优化风险管理措施,增强项目可控性,确保预算、工期与质量目标顺利完成。

5 结语

建筑工程技术管理中的核心控制要素与优化路径,深入分析了人员管理、质量控制与进度管理等方面的主要挑战。在识别出管理体系缺失、信息沟通不畅等问题后,提出了通过优化管理流程、推动信息化进程以及加强风险控制等策略来应对这些挑战。技术管理的优化不仅能显著提升项目执行的效率与质量,更为行业的可持续发展奠定了坚实的基础。

【参考文献】

- [1]王菊霞.建筑工程技术标准管理中的控制要点与优化研究[J].江苏建材,2023(5):148-149.
 - [2]潘望星.建筑工程技术管理中的控制要点与优化策略分析[J].新城建科技,2024,33(4):168-170.
 - [3]王沫涵.探讨建筑工程技术管理中控制要点与优化措施[J].石材,2022(10):32-34.
- 作者简介:胡中玉(1990.8—),毕业院校:国家开放大学,所学专业:土木工程,当前就职单位名称:新疆恒宇科建筑安装有限责任公司,职称级别:中级。

浅谈水利工程施工管理中存在的安全问题及改进策略

张亚平

河北省水务中心石津灌区事务中心, 河北 石家庄 050000

[摘要] 水利工程安全管理起源于上世纪初,但随着工程标准提升和施工环境复杂化,传统安全管理模式已难以满足现代需求。近年来,国内外多起水利工程事故,尤其是严重安全事件,暴露了安全管理的薄弱环节,表明当前安全管理仍然不到位,安全意识不足、设施不完善、监管机制缺失等问题亟待解决。与此同时,技术进步为安全管理带来了新机遇,BIM技术、物联网监控、无人机巡检等先进工具的应用,显著提升了管理效率和精度。因此,将传统安全管理与现代技术手段结合,已成为提升水利工程安全管理水平的关键。

[关键词] 水利工程; 管理; 安全问题

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15045

中图分类号: TV5

文献标识码: A

Brief Discussion on Safety Problems and Improvement Strategies in Water Conservancy Engineering Management

ZHANG Yaping

Hebei Provincial Water Affairs Center Shijin Irrigation District Affairs Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: The safety management of water conservancy projects originated in the early 20th century, but with the improvement of engineering standards and the complexity of construction environments, traditional safety management models are no longer able to meet modern needs. In recent years, multiple water conservancy engineering accidents, especially serious safety incidents, have exposed weak links in safety management both domestically and internationally, indicating that current safety management is still inadequate. Issues such as insufficient safety awareness, inadequate facilities, and lack of regulatory mechanisms urgently need to be addressed. At the same time, technological advancements have brought new opportunities for security management. The application of advanced tools such as BIM technology, Internet of Things monitoring, and drone inspections has significantly improved management efficiency and accuracy. Therefore, combining traditional safety management with modern technological means has become the key to improving the level of safety management in water conservancy projects.

Keywords: water conservancy engineering; management; safety problems

引言

水利工程是我国基础设施建设的重要组成部分,对推动经济发展、改善民生、应对自然灾害等具有重要意义。但由于施工与运营的复杂性和高风险性,水利工程面临诸多安全挑战。随着工程规模扩大和技术要求提高,确保工程安全已成为项目管理中的关键问题。有效的安全管理不仅有助于识别与防范潜在风险,减少事故,还能为工程顺利推进、环境保护和社会效益最大化提供保障。因此,提升水利工程安全管理水平,建立完善的安全管理体系与应急响应机制,已成为当务之急。

1 水利工程施工管理中安全管理的意义

1.1 保障施工与运行安全

在水利工程施工管理中,施工与运行的安全保障至关重要。水利工程通常涉及复杂的基础设施建设以及高风险的操作,一旦细节疏忽严重的事故便可能发生,甚至危及生命安全。为了避免此类风险,严格执行安全规范是不可或缺的,涵盖了从设计、施工到设备安装及后期运行的各个阶段,尤其是在施工现场,工人们常常面临高空作业、深基

坑作业和机械设备操作等高危任务,在这样的环境中,单凭技术规范和安全设备保障显然不足,现场管理人员与施工人员的安全意识以及应急处理能力同样至关重要。安全教育与培训必须得到加强,确保施工人员在突发状况发生时能够及时做出有效应对,通过实施有效的安全管理措施,事故发生的可能性可显著降低,人员伤亡得到最大限度的减少,从而确保工程能够顺利推进并长期稳定运行。

1.2 降低事故风险,确保项目顺利进行

在水利工程施工管理中,降低事故风险至关重要,它直接关系到项目的顺利实施及工程的长期可持续性。由于水利工程通常面临复杂的地质条件与大规模建设,这使得施工与运营过程中充满了各种难以预测的风险,如洪水、滑坡、设备故障及施工意外等,这些都可能严重影响工程进度与安全。因此,必须在项目启动阶段进行全面的风险评估,明确潜在的安全隐患,并针对性地制定预防措施。在施工前,环境与安全检查应当细致入微,确保施工人员配备完善的防护设施,且严格遵守安全操作规程。此外,在工程实施过程中,定期开展的安全检查与隐患排查不可忽视,

问题一旦发现必须及时采取纠正措施。

1.3 保护生态环境与周边居民安全

水利工程建设与运行不仅关乎工程本身的安全性,还必须充分考虑生态环境与周边居民的保护。水利项目通常涉及大规模的水资源调配与土地改造,这些活动可能对生态系统产生深远的影响,如改变水流路径、损害水质、破坏生物栖息地等。因此,在项目设计初期,必须进行环境影响评估,预测可能带来的负面效应,并根据评估结果制定减缓措施。在施工阶段,还应严格控制自然资源的使用,避免污染物排放,最大限度减少对土地与水体的破坏。水利工程往往位于农村或城市边缘区域,周围居民的生活环境与安全同样需要得到充分保障。例如,通过合理的水位管理、有效的防洪措施及污染防治,确保居民生活不受影响,并通过优化水资源分配改善当地居民的生活质量。在工程实施过程中,应始终把生态保护与居民安全置于重要位置,确保水利工程建设与运营符合可持续发展的要求。

2 水利工程施工中存在的安全问题

2.1 人员安全意识不足

在水利工程施工中,人员安全意识不足是一个常见且严重的问题,直接影响着施工的安全性及项目的顺利推进。尽管相关的安全规章制度和操作流程已被明确,但一些施工人员,特别是新员工或经验较少的工人,往往未能充分认识到潜在的安全风险。由于施工任务的繁重,部分人员在执行工作时容易忽视安全规范,甚至有时会采取冒险操作。例如,一些工人在进行高空作业时未按要求佩戴安全带,或在操作机械设备时未进行必要的安全检查,安全意识的缺失不仅加大了事故发生的风险,还可能使小问题逐渐积累成严重隐患。部分管理人员在日常工作中未能充分重视安全管理,缺乏有效的监督与提醒,致使安全教育未能真正深入人心。随着时间的推移,整个团队的安全意识水平未能得到有效提升,事故的潜在风险逐渐增大,严重时可能导致不可挽回的后果。

2.2 施工过程中的安全隐患

在水利工程施工过程中,安全隐患无处不在,尤其是在复杂作业环境和高风险操作下,隐患更是随时可能发生。施工现场通常地形复杂,深基坑、高空作业及泥石流等自然风险时刻存在,这些因素显著增加了坠落、坍塌等事故的发生概率。此外,大量使用重型机械与设备使得设备故障或操作失误的可能性大大提高,尤其在施工高峰期,人员的疏忽或设备维护不到位时,安全隐患尤为突出。在建设水坝、引水渠等大型水利设施时,若未能提前做好水流与水压的变化预测与控制,这些因素也可能成为巨大的安全隐患。施工人员在高强度的工作压力下,因疲劳或急于求成往往忽视操作中的细节,这种看似微小的疏忽往往成为引发重大事故的潜在源头。例如,在高温季节施工时,极端天气的影响不容忽视,它不仅加剧了设备的磨损与损坏风险,还可能增加了人员作业的困难与危险性。

2.3 安全管理制度执行不到位

在水利工程施工中,安全管理制度执行不到位作为一个普遍存在的问题,对施工现场的安全保障构成了严峻挑战。尽管许多项目已制定了详尽的安全管理制度和操作规程,但在实际执行过程中往往存在执行不到位的情况。一方面,由于部分管理人员对安全制度的重视程度不足,执行过程中缺乏必要的严格性,安全检查、隐患排查等环节未能得到有效落实,从而影响了整体的安全保障。另一方面,在实际施工中工人往往忽视安全制度中的细节要求,特别是在高压或紧急情况下,安全规范常被简化或忽略。例如,定期的安全检查可能因为时间紧迫而被推迟,安全防护设施也可能因缺乏监督而未能严格执行。此外,由于缺乏有效的监督与反馈机制,制度执行过程中许多安全隐患未能及时发现或处理。一些工人在未经充分培训或考核的情况下进入高风险区域作业,极大地增加了安全事故发生的概率。

2.4 安全设施与设备不完善

在水利工程施工中,安全设施与设备的不完善是导致安全事故的关键因素之一,尽管许多项目在安全设施建设上已投入了大量资金,但实际情况往往未能达到预期的标准。在一些施工现场,安全防护设施存在缺失或不符合要求的情况,部分工人未按规定佩戴个人防护装备,尤其在高风险作业区,如高空作业或深基坑作业中,安全带、护具等防护设备常常因不合适或缺乏,而无法有效提供保护。同时,施工设备的安全性与维护状况也常常成为潜在隐患的源头,许多设备在长时间使用后未得到充分检查与保养,特别是重型机械和高压设备等关键工具,若缺乏定期检测和及时维修,故障发生的几率大大增加,甚至可能引发设备事故。此外,现场的应急设备和救援设施往往不齐全,或无法满足实际需求。在突发事故发生时救援支持的不足,常导致事故处理时间延误,进而加重了事故的严重性。

2.5 法规与标准的执行缺陷

在水利工程施工中,法规与标准的执行缺陷已成为安全隐患的重要来源。尽管国家及地方层面已制定了一系列相关法律法规及安全标准,但在实际操作中,法规的执行常常显得松懈。部分项目管理方对相关法规的理解不到位,或在执行过程中未能严格按照规定操作,导致标准未能得到全面落实。举例来说,某些项目在施工过程中未能完全遵循环境保护要求,导致了生态破坏与污染问题的发生。与此同时,施工单位及从业人员对安全法规的重视程度较低,执行时常表现为走过场的现象,尽管安全规范已明确,但由于工期压力、成本限制等因素,部分安全措施在实际操作中被简化或忽视,从而埋下了潜在的隐患。法规的更新与修订进度未能跟上行业发展的需求,部分新兴安全风险及技术手段未能及时纳入现有标准,致使现行法规未能覆盖所有实际操作中的问题。这些执行上的缺陷,既增加了施工过程中的安全风险,也可能对项目质量与可持续性造成负

面影响,在严重情况下甚至可能引发重大安全事故。

3 水利工程安全管理改进策略

3.1 提高安全意识,强化培训与宣传

在水利工程安全管理中,提高安全意识强化培训与宣传已成为至关重要的改进措施。确保每位施工人员具备足够的安全意识,关键在于通过定期的安全培训,使他们充分了解施工过程中可能面临的风险及正确的操作规范,培训内容不仅应涵盖基础的安全知识,还应根据具体项目的实际情况,特别强调高风险作业中的安全防护措施。培训不能仅停留在一次性的教育上,而应通过系统化、持续性的学习与实践演练,使工人逐渐养成严格遵守安全规程的良好习惯。项目管理方应加强安全宣传,利用标语、海报、视频等多种手段,积极营造浓厚的安全文化氛围,通过不断强化现场的安全提醒与警示,不仅能够有效提高工人的安全意识,还能显著减少因疏忽而引发的事故。

3.2 完善安全管理体系与制度建设

一个健全的安全管理体系能够为项目提供明确的安全目标与操作标准,确保在实际执行过程中,所有安全措施都能得到严格遵循^[1]。为此,项目方应建立完善的安全管理制度,明确各级管理人员的职责与权限,确保每项安全工作都由专人负责并且有规可依,安全制度需要根据工程的不同阶段及实际情况进行动态调整与完善,确保其有效应对多种潜在风险。在执行层面,管理层应定期监督并检查安全措施落实情况,及时发现执行中的不足并进行纠正。安全管理体系还应与工程的各项工作紧密融合,从规划、设计到施工、验收的每一环节都应充分考虑安全因素,通过“事前预防、事中监控、事后总结”的管理方式,安全管理能够贯穿整个项目生命周期,确保项目从始至终的安全性。

3.3 加强施工现场安全监控与检查

加强施工现场的安全监控与检查,是确保水利工程安全管理有效执行的关键措施,安全隐患往往无声无息地积累,若未能及时发现便可能演变成严重事故。通过有效的监控与检查,潜在的风险能够被迅速识别并消除。为此,项目管理方应配备专职安全监督人员,全天候巡查施工现场,确保每个施工环节都严格遵循安全操作规程^[2]。除了人工巡查外,现代技术手段,如视频监控系统与智能传感器,也能在现场实时监控潜在风险点,确保任何问题都能被迅速发现并处理。安全检查应当常态化定期开展,尤其针对高风险区域及关键设备,项目管理者需组织专项检查,确保不遗漏任何安全隐患,每一项小故障或不规范操作都应在施工过程中被记录并追溯,确保问题能够在初期被及时发现并解决,从而有效预防更为严重的安全事故。

3.4 引入先进技术提升安全管理水平

随着科技的不断进步,现代化技术手段已经广泛应用于施工安全管理,不仅大大提高了管理效率,还显著降低

了安全事故的发生率。例如,BIM(建筑信息模型)技术能够在项目设计阶段识别潜在安全隐患,且通过三维可视化模拟,施工过程中帮助管理者更精准地规划现场安全措施。物联网技术通过传感器实时监测现场环境变化,如土壤湿度、水位等,从而有效提前预警可能的安全风险。无人机与机器人也逐步应用于高危作业的巡查与监测,不仅减少了施工人员在危险环境中的暴露时间,还提高了作业效率与安全性。随着移动互联网与云平台的普及,安全管理信息得以实时共享,施工现场的安全数据、检查记录等,能够迅速上传至云端,方便管理人员进行远程监督、决策及应急响应。

3.5 强化安全监督与责任追究机制

强化安全监督与责任追究机制,是确保水利工程安全管理有效实施的关键保障。为了推动安全管理的落实,必须构建一个明确的安全监督体系,并划分各级管理人员的职责,确保每项安全措施都有专人负责、定期检查。在施工阶段,管理人员需定期对现场进行安全检查,发现问题后及时反馈并督促整改,从而做到问题的早发现、早解决^[3]。同时,为确保安全管理的执行力度,必须建立严格的责任追究机制,针对安全管理不到位或忽视安全规范的行为进行严肃处理,无论是管理人员未尽尽职尽责,还是施工人员的不规范操作,均应按照相关规定予以处罚,以此警示其他人确保安全责任层层落实。

4 结语

水利工程的安全管理涉及多个层面且任务繁重,只有通过全面的管理措施,才能有效预防事故的发生确保施工顺利进行。从提升安全意识、完善管理制度到引入先进技术,各项措施的有效落实为安全保障打下了坚实的基础。尽管当前水利工程的安全管理面临诸多挑战,但随着技术的进步与管理方法的不断创新,安全管理的水平与应急能力正在逐步提高。展望未来,除了继续强化安全管理还应注重安全文化的培育推动全员参与,逐步建立系统化、规范化的安全管理体系。通过这种方式,才能在确保水利工程顺利推进的同时将风险降到最低,保障人员、环境与社会的安全,进而实现水利工程的可持续发展与长远效益。

[参考文献]

- [1]孙泉.水利工程管理中存在的安全问题及改进策略[J].工程建设与设计,2022(23):263-265.
 - [2]钟兵.水利工程管理中存在的安全问题及改进策略[J].水上安全,2023(16):178-180.
 - [3]尹海玲.水利工程管理中存在的安全问题及改进策略[J].水上安全,2024(4):151-153.
- 作者简介:张亚平(1992.11—),女,毕业院校:河北农业大学现代科技学院,大学本科,所学专业:水利水电工程,当前就职单位:河北省水务中心石津灌区事务中心,职称级别:中级。

高速公路工程施工中的安全管理与风险控制策略探讨

陈 洁

新疆生产建设兵团交通建设有限公司，新疆 石河子 832000

[摘要]高速公路工程施工作为一个复杂的系统工程，涵盖了多个方面的工作内容，如路基建设、桥梁施工、隧道挖掘、交通设施安装等，且施工环境多变，包括山区、平原、城市等不同地理区域，施工现场条件复杂。由于施工过程中使用的机械设备繁多、作业人员众多、施工工序复杂，各类安全隐患和风险不可避免，如施工设备故障、人员操作失误、环境突发状况等均会导致安全隐患。因此，实施科学有效的安全管理与风险控制策略，确保施工过程的安全性、人员的生命安全以及工程的顺利推进，显得尤为重要。这需要从规划设计、施工组织、人员培训、现场管理等多方面加强防范措施，最大限度地降低事故发生的可能性。

[关键词]高速公路工程；安全管理；风险控制；施工安全

DOI: 10.33142/ec.v8i1.14998

中图分类号: U491.54

文献标识码: A

Discussion on Safety Management and Risk Control Strategies in Highway Engineering Construction

CHEN Jie

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Shihezi, Xinjiang, 832000, China

Abstract: As a complex system engineering, highway construction covers multiple aspects of work, such as roadbed construction, bridge construction, tunnel excavation, transportation facility installation, etc. The construction environment is varied, including different geographical areas such as mountainous areas, plains, and cities, and the construction site conditions are complex. Due to the extensive use of mechanical equipment, numerous operators, and complex construction processes during the construction process, various safety hazards and risks are inevitable, such as equipment failures, personnel operational errors, and environmental emergencies, all of which can lead to safety hazards. Therefore, it is particularly important to implement scientific and effective safety management and risk control strategies to ensure the safety of the construction process, the safety of personnel, and the smooth progress of the project. This requires strengthening preventive measures from multiple aspects such as planning and design, construction organization, personnel training, and on-site management to minimize the possibility of accidents.

Keywords: highway engineering; safety management; risk control; construction safety

引言

高速公路是国家交通运输网络的重要组成部分，其建设质量和安全性直接关系到公众生命财产安全。高速公路施工环境复杂，施工周期长，涉及的工程种类繁多，如路基、路面、桥梁、隧道等，施工过程中存在诸多风险。如何在施工过程中有效管理安全、控制风险，成为确保工程顺利进展的关键。

1 高速公路工程施工中的安全管理现状

1.1 安全管理体系不完善

在当前的建筑施工行业中，部分施工单位在安全管理方面仍存在较大的漏洞，主要表现为缺乏系统化和规范化的管理体系。许多单位未能建立完善的安全管理制度，缺少对安全管理流程的科学规划与严格执行，导致施工现场安全隐患频发。安全管理责任落实不到位是一个关键问题，虽然有相关人员负责安全监督与管理，但由于缺乏明确的责任分工和有效的考核机制，导致责任主体不清晰，安全管理工作流于形式，不能真正落到实处。与此同时，施工

人员的安全意识普遍较低，许多工人在工作中忽视基本的安全规范和操作流程，缺乏自我保护的意识。更有部分管理人员在安全管理方面的能力较为欠缺，未能及时发现和有效处理现场的安全问题，甚至在面对突发安全事件时应急反应能力较弱。这些问题不仅增加了事故发生的风险，也影响了施工项目的整体进度和质量^[1]。

1.2 安全技术措施不到位

在一些施工单位，虽然新技术和新设备的应用日益增多，但对于其使用的重视程度仍显不足。许多单位在引进新技术、新设备时，并未同步加强对相关人员的安全技术培训，致使操作人员对设备的安全使用、操作规程不够熟悉，缺乏必要的应急处突能力。一些施工单位甚至在设备使用前未进行充分的培训和熟悉工作，导致设备使用过程中出现错误操作或不当使用，增加了安全隐患。此外，设备的日常维护和保养工作也往往被忽视。设备在长时间使用后，缺乏及时的检查和维护，导致设备故障或老化，甚至发生安全事故。一些单位在设备维护方面缺少规范化的管理制度，未建立定期检查

和维修的机制，忽视了设备故障对施工安全的潜在威胁。

1.3 施工人员安全意识薄弱

在一些施工现场，部分施工人员对安全问题的重视程度仍显不足。由于工作任务繁重或对安全规范的忽视，许多工人对日常的安全防护措施采取了轻视态度。安全带、安全帽、工鞋、护目镜等基本防护设施常常不被工人自觉佩戴，或者佩戴不当，导致在发生意外时无法起到应有的保护作用。尤其是在高空作业、机械操作等高风险环节，工人往往认为这些防护措施麻烦或不必要，忽视了安全操作规程。另一方面，部分工人在工作过程中对安全隐患的识别和防范能力较弱，对周围环境的危险因素缺乏敏感性，未能及时发现并消除潜在的安全隐患。此外，有些施工人员因对安全培训的重视不足，缺乏必要的安全知识，导致他们在遇到突发事故时，无法采取正确的应急处理措施，进一步加剧了安全事故的发生^[2]。

1.4 安全检查与监控不足

在一些施工单位，安全生产的监督机制往往存在明显的不足。虽然大多数单位设有专门的安全管理人员，但由于缺乏有效的监督机制，安全检查的频次和深度远未达到应有的要求。安全管理人员的工作量大、职责不明确，导致安全检查流于形式，无法深入到施工现场的每个环节。很多时候，安全检查仅停留在表面，未能对施工现场的潜在隐患进行全面、细致的排查，安全隐患无法及时发现和处理。此外，一些单位未能建立有效的安全监控系统，施工现场缺乏实时监控和反馈机制，导致一旦发生安全问题，事后很难追溯和责任追究。即使发现了部分隐患，由于缺乏及时的整改措施，隐患仍然存在，增加了事故发生的风险。缺少有效监督机制使得施工现场的安全管理失去约束力，安全责任落实不到位。

2 高速公路工程施工中的风险控制策略

2.1 完善安全管理体系

安全管理体系应当涵盖从项目经理到一线施工人员的各个层级，明确各级安全管理的职责和权限，确保每一个环节都能落实到位。具体来说，项目管理层应当负责制定整体安全管理计划、定期检查施工现场的安全状况，并在发生安全隐患时及时采取措施；施工单位则需要落实具体的安全管理责任，确保每位员工都能严格遵守安全规定。施工单位还应当配备专业的安全管理人员，负责现场的安全检查、隐患排查及风险评估。这些专业人员不仅需要有较强的安全管理能力，还应具备一定的应急处理能力，能够在突发事件发生时迅速做出反应，采取有效措施保障人员和设备的安全。此外，定期开展安全培训是增强员工安全意识和技能的关键。通过安全培训，员工不仅能掌握施工过程中可能出现的各类安全隐患，还能学会如何规避这些风险，增强防范意识。为了确保施工过程中的安全措施能够落到实处，必须制定科学合理的安全规章制度，并严格执行。这些制度应根据不同的施工环节和实际情况进行

细化，例如，现场的高空作业、危险品存储等，都需要有专门的操作规程和应急预案。在实际施工中，必须做到人人有责，逐级管理，齐抓共管，通过全员的共同努力，确保施工现场的安全稳定，最大限度地减少事故的发生^[3]。

2.2 加强施工现场安全监管

施工现场的安全监管是保障施工安全的重要环节，必须得到高度重视。首先，现场的安全巡查至关重要，施工单位应安排专门的安全人员定期或不定期地进行全面巡查，及时发现并消除潜在的安全隐患。巡查内容包括施工设备、工具、现场环境等各个方面，特别是高风险区域和可能存在故障的设备部位，确保每一台设备都符合安全标准，并正常运行。针对施工现场的设备和工具，必须定期检查其安全性能，确保其处于良好的工作状态。特别是用于吊装、运输等重型作业的机械设备，应定期进行全面的检修和维护，检查是否存在磨损、松动或其他故障，避免因设备故障引发事故。同时，对于一些常用的工具和小型机械，应确保其安全性能符合使用标准，并提供必要的培训，确保工作人员熟悉正确操作流程，明白操作规程，安全合规地使用机械设备。

高风险区域的安全防护措施需要特别关注。对于施工现场的边缘、深坑、高空作业等危险区域，应设置专门的安全防护措施，如防护栏杆、警示标志、围挡等，确保作业人员在这些区域作业时得到有效的保护。警示标志应清晰醒目，提醒施工人员注意安全，避免因疏忽大意而发生意外。对于大型机械设备的使用，必须严格按照操作规程执行。操作人员需经过专业培训，并持有相关证书，确保其熟练掌握机械设备的正确使用方法。同时，机械设备的使用过程中应严格执行操作规范，做到规范作业，避免因操作不当导致机械故障或事故。定期检修和保养不仅能延长设备使用寿命，还能有效降低故障率，为施工安全提供可靠保障^[4]。

2.3 强化施工人员的安全培训

施工人员是施工安全管理的直接实施者，因此，他们的安全意识和操作技能直接关系到施工现场的安全状况。增强施工人员的安全意识和操作技能是确保施工安全的基础。施工单位应当定期组织安全培训，通过培训让员工全面了解施工过程中可能出现的安全隐患，以及如何应对和处置这些危险。尤其是对于新员工、临时工以及特殊岗位的员工，应加强针对性的培训，确保他们能够尽快熟悉施工环境，掌握必要的安全知识和应急处置技能，避免因经验不足而导致事故的发生。除了定期的安全培训，施工单位还应加强日常安全教育，通过有针对性地开展每日班前安全教育培训，明确当天作业内容及作业场所可能涉及的安全隐患及防治措施，同时检查当班作业人员劳动防护用品是否齐全并正确佩戴使用、作业工具及相关机械设备设施是否安全可靠，可有效消除大部分安全隐患并加强工人安全作业意识。另外，通过安全标语、视频、专题讲座等形式，不断提醒施工人员注意安全，营造积极良好的安

全工作氛围。这种持续性的安全教育不仅能够加深员工对安全问题的认识,还能不断巩固和更新他们的安全知识,使他们始终保持对施工安全的高度关注。在施工现场,安全防护设备的配备同样至关重要。施工单位应确保每位施工人员都配备必需的个人安全防护设备,如安全带、安全帽、手套、防护眼镜、防护鞋等。这些设备可以有效防止施工过程中可能发生的伤害,减少事故的发生概率。特别是在高风险作业区域,如高空作业、电力作业等,工作人员应根据具体作业环境佩戴相应的防护设备。施工单位还应定期检查这些设备的使用情况,确保其完好无损,并进行必要的修理或更换,确保设备始终具备有效的保护功能。

2.4 采用现代技术手段提升安全管理水平

随着科技的飞速发展,现代信息技术在施工安全管理中的应用逐渐成为趋势,极大地提升了安全监管的效率和准确性。施工单位可以利用智能化的安全监控系统,实时监控施工现场的安全状况,从而实现更加精确的安全管理。例如,利用无人机技术,能够对施工现场的高空和难以接近的区域进行空中巡检,实时传输高清图像和视频,及时发现潜在的安全隐患,避免人工巡查可能遗漏的风险。此外,视频监控系统能够覆盖施工现场的各个角落,通过24小时不间断监控,实时记录施工现场的动态,确保施工过程中的任何异常都能被迅速察觉,并及时采取措施加以整改^[5]。

此外,传感器技术也在施工安全管理中发挥着越来越重要的作用。通过安装各类传感器,如气体检测传感器、温湿度传感器、位移传感器等,可以对施工现场的环境进行实时监测,及时发现有害气体泄漏、温度过高、地面沉降等问题,从而有效避免事故的发生,例如隧道内有有毒有害气体监测系统可以对有毒有害气体进行检测,当有毒有害气体浓度达到预警值时可发出警报提醒相关人员及时撤离,避免因有毒有害气体含量超标而导致的各类事故的发生。这些传感器能够自动采集数据并上传至中央控制平台及相应的报警系统,相关人员可以随时查看,确保施工现场的安全状态始终处于可控范围内,若安全状态异常还能即使通过报警系统发出警报,及时撤离人员和相关机械设备,保障作业人员的生命财产安全,降低损失。除了传统的监控技术,BIM(建筑信息模型)技术的应用为施工安全管理提供了新的解决方案。BIM技术能够通过三维建模对施工过程进行详细的模拟,帮助项目管理人员在施工前进行风险评估,识别潜在的安全隐患。通过BIM技术,施工单位可以提前预测可能发生的安全事故,并通过模拟和优化施工流程进行科学的风险控制,避免在实际施工过程中出现突发的安全问题。BIM还可以实现不同专业之间的信息共享,提高协作效率,进一步提升安全管理的精确度和及时性^[6]。

2.5 应急预案的制定与演练

应急预案是应对突发安全事件的有效措施,对于保障

施工现场安全、保护员工生命财产安全至关重要。施工单位应根据项目的具体情况,识别潜在的安全风险,针对不同的风险因素如火灾、坍塌、电气事故、机械故障等,制定详细且切实可行的应急预案。应急预案的制定要涵盖事故发生的所有环节,包括事故的预防、紧急反应、抢救措施、善后处理等方面,以确保在突发事件发生时,施工单位能迅速反应并采取有效措施。预案的内容要明确具体的操作流程,如指挥体系、通信联络、物资保障、人员疏散等方面,确保各项应急措施能够协调一致地实施。各级管理人员和施工人员应明确各自的责任,熟悉应急预案的内容,并在突发事件发生时,能够迅速、准确地做出反应,最大限度地减少人员伤亡和财产损失。此外,应急预案的有效性需要通过定期组织应急演练进行检验。通过演练,可以检验预案的可行性,发现潜在问题并进行改进,同时提升施工人员的应急处突能力,确保其在突发事故中能够从容应对。演练要根据不同的事故类型,设计不同的场景,模拟现场真实情况,使施工人员能够在实际中熟练掌握应急技能,提高应急反应速度和处理能力^[7]。

3 结语

高速公路工程施工中,安全管理和风险控制是确保工程顺利完成的重要保障。施工单位应从完善管理体系、加强现场监管、强化培训、采用现代技术手段等方面着手,建立起系统的安全管理和风险控制机制,确保施工过程中各项安全措施落实到位。通过科学的安全管理和有效的风险控制,不仅能提高施工效率,还能最大限度地保障施工人员的生命安全,确保高速公路建设的顺利进行。

[参考文献]

- [1]罗松.公路工程施工中的安全管理与风险控制研究[J].汽车周刊,2024(7):203-205.
 - [2]陈志英.高速公路机电工程施工中的安全管理与风险控制策略[J].工程技术研究,2023,8(20):117-119.
 - [3]党昭威.高速公路工程施工安全管理存在的问题及应对措施研究[J].运输经理世界,2023(19):148-150.
 - [4]陈建明.公路工程施工中的现场安全问题及管理措施研讨[J].城市建设理论研究(电子版),2023(7):125-127.
 - [5]李京航.广东中开高速公路TJ-8工程施工中的安全管理与风险控制分析[D].甘肃:兰州交通大学,2020.
 - [6]滕伟杰.公路工程路面施工中的安全管理与风险控制[J].大众标准化,2022(8):54-56.
 - [7]李红红.公路工程施工中的安全管理与风险控制方法分析[J].绿色环保建材,2021(10):93-94.
- 作者简介:陈洁(1994.6—),毕业院校:长安大学,所学专业:工程力学,当前就职单位:新疆生产建设兵团交通建设有限公司,职称级别:助理工程师。

钢筋混凝土管片生产工艺优化与质量管理研究

冯 俊

德清交水建筑工业化有限公司, 浙江 湖州 313201

[摘要] 随着城市化进程的加速, 隧道工程已成为基础设施建设中的关键组成部分, 其质量控制要求越来越高。钢筋混凝土管片作为隧道工程中承载重要压力的结构单元, 其质量的稳定性直接关系到工程的安全性与耐久性。然而, 管片生产过程中, 原材料选择、生产工艺和质量管理等方面的不当, 常常导致管片质量波动大, 影响工程质量与进度。文中分析钢筋混凝土管片的生产工艺及质量管理, 探讨如何通过优化工艺流程、加强材料管控及实施严格的质量监控, 提升管片质量, 为隧道工程的顺利实施提供更加可靠的保障。

[关键词] 钢筋混凝土管片; 生产工艺; 质量管理; 优化措施; 标准化

DOI: 10.33142/ec.v8i1.14989

中图分类号: U455.43

文献标识码: A

Research on Optimization of Production Process and Quality Management of Reinforced Concrete Pipe Segments

FENG Jun

Deqing Jiaoshui Construction Industrialization Co., Ltd., Huzhou, Zhejiang, 313201, China

Abstract: With the acceleration of urbanization, tunnel engineering has become a key component of infrastructure construction, and its quality control requirements are becoming increasingly high. As a structural unit that bears important pressure in tunnel engineering, the stability of reinforced concrete pipe segments directly affects the safety and durability of the project. However, improper selection of raw materials, production processes, and quality management in the production process of pipe segments often lead to significant fluctuations in pipe quality, affecting the quality and progress of the project. The article analyzes the production process and quality management of reinforced concrete pipe segments, and explores how to improve the quality of pipe segments by optimizing the process flow, strengthening material control, and implementing strict quality monitoring, providing more reliable guarantees for the smooth implementation of tunnel engineering.

Keywords: reinforced concrete pipe segments; production process; quality management; optimization measures; standardization

引言

钢筋混凝土管片在隧道工程中的作用举足轻重, 承担着隧道结构的承载与支撑功能。随着隧道工程规模的不断扩大, 传统的生产工艺面临着生产效率低、质量波动大等一系列问题。虽然近年来自动化设备逐渐投入使用, 部分改善了生产效率, 并减少了人为操作带来的误差, 但质量控制依然存在原材料选择、生产过程管理、设备维护等方面的瓶颈。尤其是管片的生产质量, 受到了多种因素的影响, 如何通过科技创新与管理优化, 提升管片的质量与稳定性, 已成为当前隧道施工中亟待解决的关键问题。因此, 在现有生产条件下, 通过构建完善的质量管理体系、加强工艺控制与缺陷修复, 已成为提升钢筋混凝土管片质量的必要手段。

1 规范性引用文件

本研究在探讨钢筋混凝土管片生产工艺优化及质量管理时, 参考了多项相关技术标准, 确保了研究内容的科学性与规范性。核心的参考标准包括《预制混凝土衬砌管片》(GB/T 22082—2017)、《预制混凝土衬砌管片生产工

艺技术规程》(JC/T 2030—2010)、《盾构法隧道施工与验收规范》(GB 50446—2017) 以及《盾构隧道管片质量检测技术标准》(CJJ/T 164—2011)。这些标准为管片生产、质量控制与检测提供了明确的技术依据, 保证了研究方法的有效实施。《预制混凝土衬砌管片》(GB/T 22082—2017) 对管片的设计、制造及质量要求做出了具体规定, 涵盖了原材料选择、混凝土配比、浇筑工艺、模具精度等多个方面。该标准保障了管片在强度、耐久性等方面的满足工程需求的能力, 在实际生产过程中, 严格按照这一标准执行, 确保了每个环节符合规定要求。与此同时, 《预制混凝土衬砌管片生产工艺技术规程》(JC/T 2030—2010) 为操作流程提供了详细指导, 规范了生产设备管理、质量控制与成品检测, 确保了生产过程的规范性。在隧道应用方面, 《盾构法隧道施工与验收规范》(GB 50446—2017) 明确了盾构隧道管片的施工及验收要求, 为管片的精确安装提供了标准, 减少了误差带来的潜在风险。同时, 《盾构隧道管片质量检测技术标准》(CJJ/T 164—2011) 则为管片质量检测提供了详细标准, 涉及外观、尺寸、强度等关键性能指标, 确保了

成品能够满足使用要求,并符合严格的质量标准。

2 钢筋混凝土管片生产工艺优化与质量管理的必要性

随着城市轨道交通及地下工程建设的快速发展,钢筋混凝土管片的需求急剧上升。这也使得管片生产面临着更高的技术要求。管片作为隧道结构的核心承载构件,其质量直接影响整个隧道工程的安全性及耐久性。优化生产工艺、提升质量管理水平,不仅能有效降低生产成本,更能显著提升产品一致性与工程可靠性。传统的生产工艺存在效率低、质量波动大、资源浪费等问题,导致了生产稳定性差。随着自动化设备的引入,浇筑、振捣及脱模等环节的精准度大大提高。这些先进的自动化设备减少了人工误差,使得生产过程能够更加稳定,有效缩短了生产周期,满足了现代隧道工程对高效生产的要求^[1]。生产过程中的质量控制亦至关重要。混凝土的配比、原材料的质量、模具的精度等因素,都可能对管片质量产生深远影响。任何环节的疏忽,均可能导致管片的强度不足、裂纹等缺陷,影响其使用性能。为确保管片质量,必须从每一环节入手进行严格控制。从原材料的采购、混凝土配比设计,到生产过程中的细节管理,都需要细致地监控与调整,确保每个管片都符合相关质量要求。资源浪费同样是传统生产工艺中的一个问题。生产过程中模具的老化、原材料的浪费以及设备效率低下,导致了大量的资源损失。通过优化生产流程、提高设备利用率,可以有效减少资源浪费,降低生产成本。结合精细化管理,提高每个生产环节的效率,不仅提升了产品质量,也减少了不必要的原材料消耗。钢筋混凝土管片在隧道结构中的关键作用,使其质量保障成为工程安全的基础。任何生产环节的疏忽,均可能引发严重的安全问题,甚至威胁到整个隧道的稳定性。因此,在管片生产的每一环节,必须确保工艺优化与质量管理的高标准,以最大程度保证隧道工程的安全性及可靠性。

随着技术的不断发展,钢筋混凝土管片生产正在向自动化、智能化方向迈进。未来,自动化技术将进一步提高生产效率与质量控制的精度。同时,绿色生产理念的融入,推动了生产工艺的升级,减少了资源浪费及环境污染。绿色技术的应用,如水资源的循环使用与清洁能源的引入,既满足了环保要求,也降低了生产成本。

3 钢筋混凝土管片生产工艺优化措施

3.1 材料质量优化

钢筋混凝土管片的质量在很大程度上取决于所选材料的种类与质量。在生产过程中,为了确保管片具备足够的强度、耐久性以及抗压能力,必须从原材料的选择入手严格把关。水泥的选择应符合《通用硅酸盐水泥》(GB175)的相关标准,优选强度等级不低于 42.5 的低碱水泥。此举旨在避免因碱-骨料反应引发的膨胀破坏,进而影响混凝土的稳定性。骨料的粒径分布必须符合《普通混凝土用

砂、石质量标准及检验方法标准》(JGJ52),且骨料应当洁净无杂质,确保其能够为混凝土提供优良的基础强度。外加剂的选择同样不可忽视,应使用与水泥相容性良好的减水剂及增强剂,并且这些外加剂需要符合《混凝土外加剂》(GB/T 8076)的标准,以保证混凝土的工作性与耐久性。与此同时,对混凝土配合比的合理设计至关重要,应通过优化配比来提高抗压强度、抗渗性与耐久性^[2]。对于原材料的存储,必须采取有效的防潮、防污染措施,防止原料在存放期间因受潮或外部污染而导致性能退化。

3.2 模具精准化管理

模具的精准度直接决定了钢筋混凝土管片的尺寸质量,因此,模具管理在生产过程中扮演着不可忽视的角色。在模具的管理与使用中,必须严格执行钢模的进厂验收及定期校准制度,确保其符合《盾构隧道管片质量检测技术标准》(CJJ/T164-2011)的要求。通过专业的测量工具,如千分卡尺,对模具的各项尺寸进行严格检查,确保内径、宽度、厚度及弧长偏差不超过 $\pm 0.4\text{mm}$ 。为了避免模具在使用过程中由于外力作用而产生变形,必须定期检查模具的状态,确保其在使用过程中能够保持原有精度。在组装过程中,要特别注意模具紧固件的检查,确保其连接牢固。对于已经使用一定周期的钢模,应及时进行维修或更换,以避免长期使用导致的精度丧失。通过这些精确的管理措施,能够有效提高生产过程中的管片装配精度,减少因模具误差导致的尺寸偏差及外观缺陷。

3.3 自动化生产设备的引入

随着现代化生产技术的不断进步,自动化设备已广泛应用于钢筋混凝土管片的生产过程中。引入自动化设备,如自动浇筑、振捣、脱模等系统,有助于显著提高生产效率,并且能减少人工操作误差。以振捣设备为例,附着式振动器能够在混凝土浇筑过程中均匀、快速地进行振捣,避免了传统振捣过程中可能导致的混凝土疏松或分层现象。自动化脱模设备通过精确控制脱模过程中的力学参数,能够平稳地将管片从模具中分离出来,避免了手工脱模过程中可能对混凝土表面造成的损伤。此外,流水线作业模式的引入使得管片生产过程实现了从钢筋骨架安装到混凝土成型的全自动化作业,极大地提升了生产的效率,减少了工人劳动强度,同时保证了管片产品的一致性与高质量。

3.4 养护工艺改进

混凝土管片的早期养护对其最终力学性能及耐久性具有至关重要的影响。在蒸汽养护过程中,为了防止温差过大引起的热应力裂缝,必须精确控制温度的变化速度。升温速度应控制在不超过 $15^{\circ}\text{C}/\text{小时}$,恒温阶段保持在 60°C ,而降温速度则要控制在 $10^{\circ}\text{C}/\text{小时}$ 以内,避免急剧降温导致混凝土开裂。管片脱模后,可采用水养护或用湿布覆盖进行养护,确保混凝土表面始终保持湿润,避免早期干缩裂缝的产生。在冬季施工时,为了保证养护效果,需

要增加保温措施,确保养护温度维持在 10℃ 以上,从而提高管片的抗裂能力及表面质量,进而增强其整体耐久性。

3.5 环境影响控制

在钢筋混凝土管片生产过程中,环保工作同样显得尤为重要。生产过程中产生的粉尘与噪声污染,必须通过技术手段进行有效治理。通过设置高效集尘装置和隔音屏障,可以有效降低对周边环境的负面影响。此外,工厂的布局优化也是降低能耗的关键,通过缩短生产线各环节间的运输距离,不仅可以减少物料消耗,还能降低能源浪费。同时,水资源的循环利用也应得到重视。对生产中使用的水资源进行净化后,重新投入到蒸汽养护系统中,有助于减少对外部水源的需求,从而提高资源利用效率。通过引入光伏发电等清洁能源,不仅可以降低生产过程中的碳排放,还能推动绿色生产理念的实施。通过这种可持续的生产方式,钢筋混凝土管片的生产过程将更加符合现代环保要求,同时提升了企业的社会责任感。

4 钢筋混凝土管片质量管理方法

4.1 原材料全流程监控

管片的质量稳定性在很大程度上取决于对原材料的严格把控。为了确保每一批材料都符合质量标准,从采购到进厂验收,再到最终使用,必须建立一套完善的质量追溯体系。例如,在混凝土配合比的使用前,必须进行小批量试拌实验。如果试验结果偏离标准,需对配合比进行调整,从源头上确保混凝土质量的符合性。对于骨料的管理,必须按照批次进行严格筛分,并检测含泥量,防止杂质对混凝土均匀性及最终质量造成影响。此外,水泥和外加剂的选用同样重要,必须确保其化学稳定性符合相关标准。因此,水泥及外加剂的化学成分应在使用前进行检测,这一环节不容忽视,属于日常质检中的重点。为确保每批次材料符合规定的技术标准,还应制定详细的验收标准及抽检计划,从源头上确保原材料的质量,进而保证管片的最终质量。

4.2 生产过程质量控制

在混凝土的浇筑过程中,振捣频率和成型速度需实时监控,避免因振捣不足或过度振捣而导致的混凝土质量问题。振捣不当可能会使混凝土的密实性差,导致强度不足。而钢筋骨架的安装更是至关重要,其位置必须精准,施工过程中还应定期测量保护层的厚度,以确保施工质量符合设计要求^[3]。生产线应配备必要的在线监测设备,实时记录包括混凝土出模强度、温度、湿度等关键参数。若监测过程中发现参数异常,必须及时调整生产参数,以确保产品质量的稳定性。这种实时监控体系的建立,可以有效避免人为操作带来的质量波动,从而保证生产过程中的稳定性,防止不合格产品的产生。

4.3 成品检验与验收

在完成生产后,管片必须经过一系列严格的检验程序,

以确保其性能和外观符合标准要求。外观检验时,需检查管片是否存在蜂窝麻面、裂缝或露筋等缺陷。若发现这些缺陷,必须进行修复,保证管片外观完整无缺。在性能检验方面,管片的抗压、抗渗、抗弯强度等核心指标必须通过一系列标准化测试,确保其满足使用要求。具体而言,每生产 1000 环管片,需随机抽取一片进行抗弯性能测试,并模拟实际荷载条件进行分级加载,评估管片的承载能力。这些严格的检验流程确保了管片的性能达到设计标准,为后续的使用奠定了坚实基础。所有通过检验的管片将在产品合格后加盖质量合格标识,并按照品种进行分类堆放,准备后续的运输与使用。

4.4 缺陷修复与反馈机制

生产过程中出现质量缺陷是不可避免的,但对于这些缺陷需要建立一个高效的修复与反馈机制。对于较轻的表面缺陷,如裂缝宽度小于 0.2mm 且不贯穿的情况,可以通过高强度修补材料进行修复,使其恢复表面完整性,并确保不影响管片的正常使用。对于较为严重的缺陷,如露筋或孔洞,则需根据设计标准进行补强,若无法修复,必须按规定进行报废处理。此外,所有出现质量问题的管片,都应进行原因分析,找出问题根源。通过对这些信息的反馈,生产部门可以进一步优化生产工艺,以避免类似问题的再次发生。

5 结语

通过对钢筋混凝土管片生产工艺与质量管理的研究,通过加强原材料管理、实施生产过程中的实时监控、完善缺陷修复机制等手段,有效提升了管片的质量稳定性。自动化设备的引入,不仅提高了生产效率,也减少了人为操作带来的质量波动,取得了显著成效。然而,管片生产质量的持续提升不仅依赖于设备自动化的应用,更需要借助系统的质量管理体系与技术创新,解决当前生产工艺中的问题。未来,提升绿色生产水平、优化原材料利用、推进生产工艺自动化,将对管片质量的进一步提升发挥重要作用。同时,建立高效的质量追溯与反馈机制,能够为管片生产质量的持续提升提供有力支持。

【参考文献】

- [1]刘庚.地铁钢筋混凝土管片生产质量控制措施[J].城市住宅,2020,27(4):166-167.
- [2]王田宇.钢筋混凝土盾构管片预制环保型生产工艺研究[J].科学技术创新,2023,12(26):156-159.
- [3]孙小峰,陆爱娇,张鑫,等.大跨度钢管混凝土系杆拱桥拱圈整体拼装施工关键技术[J].黑龙江交通科技,2024,47(5):85-91.

作者简介:冯俊(1995.9—),毕业院校:国家开放大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:德清交水建筑工业化有限公司,职务:部门主管,职称级别:助理工程师。

建筑工程项目管理中的施工现场管理与优化措施探究

何宝定

新疆恒宇科建筑安装有限责任公司, 新疆 五家渠 831300

[摘要] 建筑工程项目施工是一项系统性极强的复杂工作, 其中每个环节的施工情况都会直接影响到建筑工程项目的质量。因此, 有效开展建筑工程项目施工现场的管理一直都是建筑企业关注的重点。随着近年来建筑行业的快速发展, 加强和优化建筑工程项目施工现场管理成为提升企业市场竞争力的关键。文章针对当前建筑工程项目施工现场管理中存在的问题, 提出相应的优化措施。

[关键词] 建筑工程; 项目管理; 施工现场; 现场管理; 优化措施

DOI: 10.33142/ec.v8i1.14999

中图分类号: TU71

文献标识码: A

Exploration on Construction On-site Management and Optimization Measures in Construction Project Management

HE Baoding

Xinjiang Hengyuke Construction and Installation Co., Ltd., Wujiaqu, Xinjiang, 831300, China

Abstract: Construction project construction is a highly systematic and complex work, and the construction situation of each link will directly affect the quality of the construction project. Therefore, effective management of construction sites for construction projects has always been a focus of attention for construction enterprises. With the rapid development of the construction industry in recent years, strengthening and optimizing construction site management has become the key to enhancing the market competitiveness of enterprises. The article proposes corresponding optimization measures for the problems existing in the current construction site management of construction projects.

Keywords: construction engineering; project management; construction site; on-site management; optimization measures

引言

在建筑工程项目管理中, 施工现场管理被认为是确保项目按时完成、达到预期质量标准的核心环节。随着建筑行业不断发展, 项目规模的逐渐扩大以及复杂性不断增加, 施工现场管理所面临的挑战亦日益增多。这些挑战不仅涉及材料管理、安全保障、质量控制、进度调度等多个方面, 而且要求更加精细化的管理。施工现场管理水平有效提升, 资源的合理配置, 以及工程质量与施工安全的保障, 已成为决定建筑项目成败的关键因素。通过优化施工现场管理, 不仅能提高施工效率, 减少资源浪费, 还能有效降低安全事故的发生率, 确保项目按计划顺利推进, 并符合设计要求与质量标准。因此, 科学、系统的现场管理体系的建立, 以及管理措施的合理安排, 对于项目的每一环节的有序执行具有重要作用。这一过程, 也成为提升工程项目管理效率、实现高效交付的基础。本文将深入分析建筑工程施工现场管理中存在的主要问题, 探讨所面临的挑战, 并提出优化措施, 从而为提升施工现场管理水平提供理论支持与实践指南。

1 提高施工现场管理效率的重要性

提高施工现场管理效率在建筑工程项目中具有极为重要的意义。施工现场管理直接影响工程的进度、质量、成本及施工安全, 同时决定了资源的合理配置与使用。一

个高效的管理体系能够优化施工流程, 合理协调各项资源, 减少无效劳动与资源浪费, 从而提升整体施工效率。良好的现场管理不仅有助于确保施工进度按计划进行, 还能有效减少由于管理不当而引起的工期延误, 避免施工滞后导致的额外成本支出。关键作用也在质量控制方面得到充分发挥, 通过加强各工序的监管与检查, 确保施工质量符合设计标准, 减少返工及质量问题的发生。由此, 工程质量得到提升, 项目竣工后的维护成本得以降低。施工安全同样受到提高施工现场管理效率的显著影响, 潜在的安全隐患能够被及时识别, 防范措施得以迅速采取, 从而降低事故发生率, 确保工人及施工环境的安全。最后, 优化的现场管理使得材料与设备的调配更加合理, 避免了因管理混乱而引发的资源浪费, 进而提高物资的利用效率。这些因素相互作用, 共同决定了建筑项目是否能够按预定时间完成, 符合设计标准, 并控制在预算范围内。

2 建筑工程施工现场管理常见问题

2.1 管理体制有待完善

在建筑工程施工现场管理中, 管理体制不完善已成为一个普遍存在的问题。传统的管理结构往往存在层级繁多、职责不清、信息传递不畅等缺陷, 导致各项工作难以协调, 施工进度与质量控制的落实受到制约。过多的管理层级使得决策链条冗长, 现场管理人员无法及时获得必要的决策

支持,问题的反馈与解决常常滞后。职责不明确则导致职能部门在现场工作中的分工不清,重复劳动或工作疏漏时有发生,进一步增加了管理的复杂性。由此,施工现场的资源(包括人力、物资、设备等)分配往往不均,混乱的局面易引发,进而影响整体效率与质量。同时,信息传递不畅也是管理体制缺陷的重要体现。在施工现场的各类信息在不同管理层之间流转时,延误、误差或失真常常发生,致使决策层无法准确把握现场的实际情况,从而无法做出科学合理的管理决策^[1]。这些问题的积累,最终导致了现场管理效率的低下,不仅拖延了工程进度,增加了管理成本,还可能影响工程的安全与质量。

2.2 现场材料及设备管理不当

在建筑工程施工现场,材料与设备管理不当是一个普遍且严重的问题。材料管理的缺失,通常会导致浪费、滞料或误用,从而对施工进度及工程质量产生不良影响。施工现场涉及的建筑材料种类繁多,若缺乏科学的材料计划和合理的库存管理,材料采购与实际需求之间的匹配常常出现问题,进而导致材料短缺或过剩。当材料短缺时,施工进度被干扰,通常需要临时加急采购,这直接增加了成本;而材料过剩不仅导致资金占用,还可能由于存储不当或不合理的储存环境,造成材料损坏或浪费。设备管理的不当同样严重影响施工现场的顺利运行。施工设备的数量、性能、使用状态与维护情况直接关系到施工效率与安全。若设备未得到及时的维护与检修,或在使用过程中未按规范操作,设备故障易发生,导致停工等待维修,严重时甚至会导致工期延误或安全事故的发生。此外,设备使用计划的不合理,也可能导致设备闲置或资源配置不均,进一步造成资金与人力资源的浪费。

2.3 安全管理缺失

在建筑工程施工现场,安全管理的缺失是一个严重的隐患,常常导致事故频发,甚至威胁到工人的生命安全以及工程的正常推进。建筑施工现场通常具有复杂的作业环境和高风险的操作,如高空作业、起重作业及深基坑作业等,这些都使得安全管理的重要性尤为突出。如果安全管理不到位,事故的发生几乎是不可避免的。然而,许多施工项目在实际运作中往往忽视了安全管理的系统性与长效性,安全生产措施未能有效落实。常见的安全管理缺失表现包括安全责任不明确、现场安全培训不足、设备设施未按要求进行安全检查,以及作业环境中的隐患未及时消除。在一些管理体制较弱的项目中,安全生产工作常常沦为形式化,缺乏实际执行与监督。此外,工人对安全的意识较为淡薄,缺乏足够的安全培训与应急处置能力,面对潜在危险时,常常无法作出正确反应。再者,施工现场的安全检查缺乏及时性与全面性,导致某些隐患未被及时发现或未得到有效整改,从而进一步提高了事故发生的风险。

2.4 质量管理不到位

在建筑工程施工现场,质量管理不到位是影响项目顺

利推进的一个关键问题。施工现场的质量控制涵盖了多个方面,如材料选择、施工工艺的执行、过程中的监督与检查等。若质量管理体系不完善或执行不力,常常会导致一系列质量问题的发生。部分施工单位在工程开工前未能明确具体的质量标准,或未设立必要的技术规范,致使施工过程中缺乏统一的质量控制依据。同时,许多施工人员的专业素质较低,对质量意识的重视不足,且一些工人对施工质量标准的理解不充分,甚至在实际操作中有意或无意地忽视了质量要求。此外,质量检查不到位也是常见问题之一。许多项目在施工过程中缺乏充分的质量检测与及时评估,尤其是隐蔽工程未按规定进行验收,这使得潜在的质量问题未能得到早期发现与解决。质量管理的缺失,不仅会延误施工进度,导致返工与修复,增加成本,还可能在项目竣工后引发长期的维护负担,甚至威胁到建筑物的安全性与使用寿命。

2.5 人员基础能力不足

在建筑工程施工现场,人员基础能力不足是影响施工质量与效率的重要因素之一。施工现场涉及多个专业领域,如土建、机电、安装等,每个环节都需要技术熟练、经验丰富的工人及管理人员。然而,部分施工单位未能充分重视人员培训与技能提升,导致现场部分工人缺乏必要的专业知识与操作经验,难以应对复杂的施工任务。特别是在技术要求较高的项目中,工人的技能水平直接关系到施工质量与工期的完成。除了工人技能的短板外,部分现场管理人员的综合素质与管理能力同样存在不足,面对施工现场的复杂情况时,资源协调与各方力量的整合往往无法有效进行,从而影响了项目的顺利推进。人员能力的不足还体现在对施工规范与标准执行的不严格、安全意识的缺失,以及在压力较大的情况下,工作疏漏与失误的发生^[2]。更为严重的是,在一些高风险作业中,工人的技术不熟练或操作不规范,安全事故易发生,造成人员伤亡或设备损失。

3 建筑工程项目管理中的施工现场管理与优化措施

3.1 构建完善的施工现场管理制度

建立完善的施工现场管理制度是确保建筑工程项目顺利推进的关键。一个科学且系统的管理制度能够为施工现场的各项活动提供清晰的规范与操作流程,从而保障各项工作的有序进行。管理制度应涵盖项目启动、材料采购、设备管理、人员安排、安全保障、质量控制等多个方面,确保项目的每一环节直至最终的竣工验收,都有明确的标准可遵循。各管理层次及责任人的职责应在制度中予以明确,确保每位工作人员清楚了解自己在岗位上的责任范围,避免因职责不清而引发的管理混乱。此外,健全的监督与考核机制应当在制度中设立,对施工过程中各项工作进行定期检查与评估,以确保制度的有效执行。在此基础上,管理制度还需具备一定的灵活性与适应性,能够根据现场的特殊需求和实际情况进行及时调整与优化,从而应对复杂多变的施工环境。

透明度的高低同样至关重要,所有参与施工的人员应全面了解并严格遵守相关规定,确保每项操作均符合标准,避免因人为疏忽或不规范操作而引发质量、安全等问题。

3.2 加强现场管理人员的责任心

在建筑工程项目管理中,强化现场管理人员的责任心被认为是确保项目顺利实施并达到预期成果的核心要素。管理人员不仅承担着监督和协调各项施工活动的职责,还需要确保项目质量、进度控制、安全保障以及成本管理的顺利进行。工程质量的下降、进度的延误,甚至安全事故的发生,通常由责任心的缺失引起,因此,培养和增强管理人员的责任意识显得尤为重要。通过系统的培训与持续的职业教育,管理人员的专业素养与技能能够有效提升,使其具备足够的知识与能力来应对现场复杂的管理任务。在责任分工方面,应确保每位管理人员明确自身的职责,以避免责任推卸或怠慢工作。责任追溯机制应当建立,以确保各项任务能有专人负责。在实际操作过程中,具有高度责任感的管理人员通常能主动识别问题,并在问题加剧之前采取措施解决^[3]。责任心,也是管理人员对团队及项目目标的忠诚与承诺。在面对困难与压力时,这种责任感驱使他们仍能保持高效的工作状态,主动协调各方,确保项目按计划顺利推进。还应具备风险预测与应对能力的管理人员,能够及时识别施工过程中可能出现的隐患与挑战,凭借科学的决策与预案提前应对,从而最大程度地避免不确定因素的影响。

3.3 加强施工人员技术水平

在建筑工程项目管理中,提升施工人员的技术水平被认为是确保工程质量、保障施工安全、优化工期以及降低成本的关键所在。作为项目实施的直接执行者,施工人员的技术水平与施工质量和进度的实现直接相关。因此,技术能力的提高已成为项目管理中的一项重要任务。通过系统的技能培训与技术学习,施工人员的专业素养和操作水平得以有效提升。随着建筑行业技术的不断进步,新材料、新工艺及新设备的广泛应用,施工人员必须不断适应行业的变革,掌握新技术,以确保施工过程的科学性与技术性。施工人员的技术水平不仅体现在对专业技能的掌握上,还包括对施工规范与施工图纸的精确理解,以及对可能出现问题的预见性。通过定期的技术考核与现场实践,施工人员对标准化流程的执行力能够得到加强,从而减少人为失误。在此基础上,应鼓励施工人员参与项目管理与决策讨论,以增强他们对项目整体目标的认知,从而使其在施工过程中更加注重细节,发挥自身的技术优势,主动解决技术难题。

3.4 提高现场材料及设备管理

在建筑工程项目管理中,提升现场材料与设备的管理水平被视为确保工程顺利推进的核心要素。材料与设备的合理管理直接影响施工质量、进度及成本的控制。材料的采购、运输、存储与使用,必须严格按照计划执行,以确保在合适的时间、以正确的数量提供符合质量标准的物资。

为此,健全的材料管理制度应当建立,涵盖材料入库验收、储存条件、领用审批等环节,从源头上避免因材料质量问题或存储不当导致的浪费及返工。此外,施工现场设备的管理同样至关重要,设备始终保持良好的工作状态与高效运转确保。定期检查与维护设备,建立完善的设备使用与维修记录,能够及时发现设备故障,并采取有效措施加以解决,从而减少设备问题对施工进度的影响。

3.5 加强现场安全管理、质量管理

在建筑工程项目管理中,强化现场安全与质量管理被视为确保项目顺利实施并实现预期目标的关键环节。施工现场的安全与质量直接影响项目的推进与最终验收,是项目管理中的核心内容。安全管理被视为首要任务,施工现场潜在的安全隐患随时可能威胁到人员生命与工程进度。因此,加强对施工人员的安全培训被认为至关重要,提升他们的安全意识与应急处置能力应当成为重点。现场应配备专职安全员,定期进行安全检查与隐患排查,以确保安全设施齐全,施工操作符合规定,安全事故的发生应被杜绝^[4]。质量管理同样不可忽视,它不仅关系到建筑物的使用功能与寿命,还直接影响项目的验收与交付。为了确保施工质量,项目管理人员必须严格把控材料采购、施工工艺以及施工过程中每一个环节,确保其符合设计要求与国家标准。在此基础上,定期进行质量检查并建立完善的监控体系,施工过程中存在的问题能够及时发现并进行调整,从而防止不合格产品进入施工阶段。

4 结语

施工现场管理在建筑工程项目中的作用,至关重要,它直接影响项目的质量、安全性、进度以及成本控制。通过完善管理制度、优化材料与设备管理、强化安全保障措施以及提升人员素质等手段,施工现场的整体管理水平可以显著提升,从而确保项目的高效推进与顺利完成。尽管施工现场管理面临诸多挑战,但随着管理理念的不断创新与技术手段的进步,施工现场的管理方法将愈加科学与规范。展望未来,建筑项目的成功实施,离不开各方的协同努力与持续改进,只有通过持续强化施工现场管理,建筑项目的高质量交付才能得以确保,推动建筑行业的可持续发展。

【参考文献】

- [1]张静. 建筑工程项目管理中的施工现场管理与优化措施[J]. 住宅与房地产,2020(21):132.
- [2]周晓飞. 建筑工程项目管理中的施工现场管理及优化对策[J]. 建材与装饰,2020(2):126-127.
- [3]耿磊杰. 建筑工程项目管理中的施工现场管理与优化措施[J]. 建材与装饰,2020(1):192-193.
- [4]康艺伟. 建筑工程项目管理中施工现场管理优化探讨[J]. 中国住宅设施,2024(9):130-132.

作者简介:何宝定(1977.4—),毕业院校:石河子大学,所学专业:土木工程,当前就职单位名称:新疆恒宇科建筑安装有限责任公司,职务:项目经理,职称级别:中级。

农田水利工程高效节水灌溉技术发展思路

陈 涛

河北省水务中心石津灌区事务中心, 河北 石家庄 050000

[摘要] 随着水资源日益紧张, 传统灌溉方式已无法满足现代农业发展的需求。全球约 70% 的淡水用于农业灌溉, 但由于灌溉方式不当导致了大量水资源浪费、低效利用及相关环境问题的日益严重。通过精准控制水量, 高效节水灌溉技术, 如滴灌和微喷显著减少了水分蒸发与渗漏, 提升了水资源的利用效率并有效改善了土壤质量。尽管这些技术在发达国家已取得显著成果, 许多发展中国家在推广过程中仍面临技术普及困难、农民参与度低以及基础设施不完善等问题。因此, 推动高效节水灌溉技术的广泛应用与灌溉管理的优化, 已成为全球农业可持续发展的重要议题。

[关键词] 农田水利工程; 节水灌溉技术; 发展

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15036

中图分类号: S27

文献标识码: A

Development Ideas for Efficient and Water-saving Irrigation Technology in Agricultural Water Conservancy Engineering

CHEN Tao

Hebei Provincial Water Affairs Center Shijin Irrigation District Affairs Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the increasing scarcity of water resources, traditional irrigation methods are no longer able to meet the needs of modern agricultural development. About 70% of freshwater worldwide is used for agricultural irrigation, but improper irrigation methods have led to a large amount of water waste, inefficient utilization, and increasingly serious environmental problems. Through precise control of water volume, efficient water-saving irrigation technologies such as drip irrigation and micro spraying have significantly reduced water evaporation and leakage, improved water resource utilization efficiency, and effectively improved soil quality. Although these technologies have achieved significant results in developed countries, many developing countries still face difficulties in technology popularization, low farmer participation, and inadequate infrastructure in the promotion process. Therefore, promoting the widespread application of efficient water-saving irrigation technology and optimizing irrigation management has become an important issue for global sustainable agricultural development.

Keywords: farmland water conservancy engineering; water-saving irrigation technology; development

引言

全球水资源短缺已成为农业生产面临的严峻挑战, 特别是在干旱及半干旱地区, 传统灌溉方法常常导致水资源浪费及效率低下等问题, 通过精准调控水量, 高效节水灌溉技术能够显著提高水资源利用效率降低农业成本, 并推动可持续农业发展。滴灌、微喷、自动化控制及智能化灌溉技术等新型方法, 不仅能满足不同地区与作物的灌溉需求, 还为应对水资源危机提供了创新的解决方案。尽管这些技术在某些地区已取得初步应用成果, 推广过程中仍面临着技术成本、农民认知度以及基础设施建设等多方面的障碍。因此, 优化水资源配置、降低技术实施门槛以及提高农民参与度, 已成为推动节水灌溉技术广泛普及的关键环节。

1 农田水利工程高效节水灌溉技术现状分析

随着我国农业现代化不断推进, 水资源短缺已成为制约农业发展的关键因素, 尤其是在北方干旱与半干旱地区, 水资源的合理利用显得尤为重要。高效节水灌溉技术的应用, 已成为提高水资源利用效率、保障农业可持续发展的核心举措, 但在我国推广这一技术的过程中仍面临不少挑

战。尽管滴灌、微喷等节水灌溉技术在部分地区取得了一定进展, 但普及程度仍较为有限, 特别是在广泛的农村地区。技术推广受到了农民认知水平、经济状况和技术维护能力的制约, 许多农户由于缺乏足够的信任与实践经验, 对这些先进节水技术的应用持保留态度。此外, 当前的灌溉技术大多源自传统水利系统, 未能充分考虑不同地区的水土条件差异, 导致灌溉效果未能达到最佳, 水资源的利用效率仍然无法提升。尽管灌溉系统的自动化与智能化应用逐步推进, 然而在许多地区, 技术的更新与升级速度远远滞后, 仍有大量地区依赖传统人工灌溉方式, 水资源浪费问题仍然十分严重。

2 主要高效节水灌溉技术的分类与特点

2.1 滴灌技术

滴灌技术是一种高效节水灌溉方式, 通过管道、滴头等装置将水分精确输送至作物根部, 与传统地面灌溉相比, 水分蒸发和深层渗漏现象大大减少, 从而显著提高了水的利用效率。该系统通常由水源、过滤装置、管道和滴头等组件组成, 水通过精密控制的滴头以较低压力、缓慢的流

量输送到作物根部,确保水分直接渗透至根系,避免过量灌溉或浪费。滴灌技术的显著优势在于能够精确调节水分供应,不仅有效减少水的浪费,还能够缓解土壤侵蚀与盐碱化等问题,滴灌系统能够灵活地调整水分的供应频率与数量,根据不同作物的需求进行精准灌溉,从而提高作物的产量与质量,特别是在干旱或半干旱地区展现了显著优势。但滴灌技术也存在一定局限性,主要体现在系统建设和维护的初期成本较高,尤其是在大规模农田的灌溉系统中,初期投入较为昂贵。滴头堵塞问题亦需要特别关注,若未及时清理与维护将影响灌溉效果。

2.2 微喷技术

微喷技术是一种高效节水灌溉方法,通过微型喷头将水雾化或以细小水滴的形式喷洒在作物周围,与滴灌系统不同,它模仿自然降雨的效果将水均匀地分布在作物表面,这样不仅满足了植物对水分的需求,还能提高空气湿度减少蒸发并防止土壤表面干裂,尤其适用于果园、蔬菜田等需要大面积覆盖的农田,具有广泛的应用前景。微喷技术的主要优势在于水流柔和,避免了传统喷灌可能引起的水土流失及土壤结构破坏,喷头的设计通常允许调节水流量及喷洒角度,从而能够根据作物的种类及生长阶段进行精准的灌溉,确保水分供应的高效性和针对性。除灌溉外,微喷系统还可以进行施肥和杀虫,从而减少化肥和农药的浪费,进而提高农业生产效益。尽管微喷技术具有显著优势,但也存在一些局限性。喷头的安装与调节要求较高,这使得系统建设和维护的成本相对较大,尤其在水质较差的地区,喷头易发生堵塞,必须定期清洗以确保系统正常运行,微喷技术对气候条件有一定要求,在强风天气下水雾可能被吹散,从而影响灌溉效果。因此,微喷系统的推广应用必须根据水源条件及气候环境进行优化调整。

2.3 灌溉系统自动化技术

灌溉系统的自动化技术通过集成先进的传感器、控制设备和数据分析技术,实现在灌溉过程中的智能化管理。该技术基于土壤湿度、气象条件及作物需求等多个因素,自动调整灌溉的时间、频率及水量,从而显著提高了灌溉的精准度与效率。典型的自动化灌溉系统包括传感器、控制器、执行器以及通讯网络等部件,通过实时监测数据,系统能够精准地判断何时、何地地进行灌溉,并自动启动或停止相应设备。优势在于减少了人工干预,消除了传统灌溉方式中由于人为判断失误而导致的水资源浪费或过度灌溉问题。智能控制系统不仅能根据环境变化及作物生长的不同阶段灵活调整灌溉策略,还能实现水分的精准分配,提高水资源利用效率从而提升作物的产量。此外,自动化系统能够与气象数据整合,自动识别天气变化从而避免在雨天进行灌溉,进一步优化了水资源的利用。尽管自动化灌溉技术具有显著的节水优势,但建设成本较高,尤其是在大规模农业生产中,初期投资与后期维护需要较大支出。

系统的可靠性也受到气候条件、设备老化等因素的影响。例如,若传感器或控制设备出现故障,可能会导致灌溉不准确甚至系统停运。因此,自动化灌溉技术的普及仍需解决设备标准化、系统维护以及农民操作培训等问题。

2.4 智能化节水灌溉技术

智能化节水灌溉技术融合了物联网、人工智能及大数据等前沿科技,通过自动化和精确化手段,实现了灌溉水资源的优化利用。该技术能够实时监控土壤湿度、气象变化及水源状况,并根据数据分析结果自动调整灌溉策略,确保作物在各个生长阶段得到最佳水分供应,从而避免过度灌溉或水分不足的情况。与传统灌溉方法不同,智能灌溉系统通过传感器网络采集土壤湿度、温度等实时数据,并将这些信息传输至后台。利用算法模型对数据进行处理后,系统能够预测作物的水分需求,并自动调整灌溉的时间、频率及水量。此外,系统还可结合天气预报,自动暂停灌溉或减少水量,避免雨天等潮湿天气造成不必要的水资源浪费,这种精准而高效的灌溉方式不仅显著节约水资源,还能提升作物的产量与质量,尤其适用于水资源匮乏的地区,具备广泛的应用潜力。尽管智能化节水灌溉技术具有显著优势,推广面临诸多挑战。设备投入及系统建设的成本较高,尤其对于规模较小的农业生产者而言,初期投资负担较为沉重,智能设备的操作要求一定的专业技能,许多农民对新技术的接受度较低。因此,如何进行有效的技术培训与推广成为关键问题之一,系统的稳定性也会受到气候变化及设备老化等因素的影响,技术的维护与更新仍是长期需要解决的难题。

3 高效节水灌溉技术的实施路径

3.1 加强技术研发与创新

要推动高效节水灌溉技术的广泛应用,必须加大对技术研发与创新的支持力度。尽管目前一些节水灌溉技术已经在部分地区取得应用,但整体技术的性能与适应性仍有较大的提升空间,尤其是在不同气候条件与土壤类型下的适配能力上仍显不足。为应对这些挑战,必须加强对灌溉技术基础研究与应用研究的投入,以推动技术的不断优化与进步^[1]。科研机构与企业应加强合作,集中攻克提升灌溉效率、降低系统成本及增强技术适应性等关键技术问题。例如,可以开发更加智能化的灌溉控制系统,利用大数据与人工智能技术分析作物需求与环境变化,从而实现精准灌溉的目标,提高水源利用效率以及优化节能技术也是研发的重点领域。提升水泵和管道系统的能效减少能源消耗,成为实现节水高效灌溉的基础条件。技术创新还应根据不同地区的特点进行个性化研发,特别是在水资源匮乏的地区,灌溉系统的优化设计必须充分考虑当地的自然环境与水资源状况,通过紧密结合农业生产的实际需求,提升灌溉技术的适应性与可操作性,使其不仅能够节约水资源,还能够提升作物的生长效益。

3.2 优化灌溉水资源配置与管理

优化灌溉水资源的配置与管理,是实现高效节水灌溉的关键步骤。在水资源日益紧张背景下,如何科学合理地利用有限的水源,确保水资源得到高效分配与精细管理,已成为农业可持续发展的决定性因素。为此,从水源到田间的全流程管理需要得到加强,重点应放在水资源的科学调度与合理配置上。水资源的配置应根据不同地区的实际情况进行定制化设计,考虑水源供给、土壤类型、气候特点及作物水分需求等多种因素。在水资源丰富的地区,集约化的大范围灌溉方式可得采用;而在干旱或水资源匮乏的地区,滴灌、微喷等高效节水技术应优先推广,最大程度降低水分浪费,通过精确控制水量避免过度灌溉,确保水分精准输送至作物根系,从而显著提升水资源的使用效率。借助现代信息技术与智能化手段,如自动化灌溉控制系统与水质监测设备,能够实时获取土壤湿度、气象变化及作物需水量等数据,进而动态调整灌溉量与时机,有效避免不必要的水分浪费。此外,建立水资源调度与管理平台,整合区域内水源分配与使用情况并进行实时监控,有助于实现水资源的统一管理,确保农业生产过程中各方的合理用水。农民与农业生产者的积极参与,是水资源高效管理的有力保障,加强灌溉技术的普及与培训,提升农民的节水意识及操作技能,能够确保水资源得到优化配置。政府应通过政策支持与资金扶持,鼓励农民广泛应用高效节水灌溉技术,推动节水农业的深入发展。

3.3 提高农民参与度与技术普及率

提高农民的参与度与技术普及率,对于高效节水灌溉技术的广泛推广至关重要。尽管现代节水灌溉技术已经逐步成熟,并在提升水资源利用效率、增加农业产量等方面取得了显著成效,技术的普及仍面临诸多挑战,尤其是在农村地区,农民接受度与使用率较低^[2]。因此,推动农民对节水技术的认知与参与,已成为技术推广的核心环节。农民对新技术的接受度,往往受到信息不对称与技术难度的影响。为此,加强对节水灌溉技术的宣传与教育显得尤为必要,通过组织田间学校、农技讲座、现场示范等多种形式的培训活动,农民能够直观了解新技术的应用效果,从而认识到节水灌溉技术在提升产值与降低成本方面的直接效益。这些生动的教育方式不仅农民能够掌握基本操作技能,信心与兴趣亦会随之增强。技术普及的关键除了理论培训的广泛开展,更应通过“示范带动”策略进一步推动。节水灌溉示范区或示范农场的建设,提供了实际操作平台,使农民能够在实践中直接体验技术带来的益处,从而提升他们采纳新技术的意愿,这类示范项目可在小范围内进行试点,待取得成功后再逐步推广到更广泛的区域,以验证技术的可行性与适应性。农民的参与度提升同样需

要政策的积极支持,政府可以通过提供资金补贴、贷款优惠、技术服务等多种形式,降低农民采用新技术的成本,鼓励他们积极参与节水灌溉项目。同时,提升农技人员的培训水平与服务能力,确保技术能够顺利推广并有效实施,政府的政策支持不仅能够激发农民采纳新技术的积极性,也将加速节水灌溉技术的普及过程。

3.4 政策保障与资金支持

推动高效节水灌溉技术的广泛应用,离不开政策保障与资金支持。尽管节水灌溉技术已展现显著效益,但高成本和农民负担依然是推广中的主要障碍,政府的政策引导和财政支持显得尤为重要。政府应通过政策文件,提供法律框架与明确支持降低农民和企业成本激励技术应用^[3]。税收减免、补贴、贷款优惠等措施,有助于推动节水技术的普及,同时政府应加强项目规划与管理,确保政策执行力,稳定技术推广环境。资金支持是技术实施的关键,节水灌溉技术的初期投入较大,尤其对于小规模农业。政府可通过专项资金、低息贷款等方式减轻经济压力,并设立奖补机制,对成效显著的农户或企业给予奖励推动技术应用。除了政策与资金支持外,政府还应鼓励社会资本参与,通过激励措施吸引社会投资进入节水灌溉领域,助力技术研发与成本降低推动技术发展。

4 结语

高效节水灌溉技术在提升水资源利用效率、降低农业生产成本以及推动可持续发展方面具有深远意义。尽管该技术已取得显著进展,但在推广过程中仍面临技术成本高、农民参与度低及政策支持不足等一系列挑战。为了实现其广泛应用,必须加大技术研发与普及力度,提供充分的资金支持与政策保障,并提升农民的认知与参与度从而确保技术在各地有效推广。展望未来,随着技术的不断优化与创新,节水灌溉技术将更广泛地应用于全球范围,这不仅将大幅提升农业生产效率确保粮食安全,更将在环境保护方面发挥积极作用。通过各方的共同努力,水资源的可持续利用将得到有效保障,推动农业向绿色、高效、智能化方向发展。

【参考文献】

- [1] 吴春帮. 农田水利工程高效节水灌溉技术的发展与应用分析[J]. 农业科技与信息, 2021(24): 120-121.
- [2] 韩鹏, 张志远. 农田水利工程高效节水灌溉发展思路探讨[J]. 智慧农业导刊, 2022, 2(12): 83-85.
- [3] 周鹏伟. 农田水利工程高效节水灌溉发展思路[J]. 居舍, 2021(34): 16-18.

作者简介: 陈涛 (1984.4—), 男, 毕业院校: 河北工程大学, 大学本科, 所学专业: 水利水电工程, 当前就职单位: 河北省水务中心石津灌区事务中心, 职务: 副处长, 职称级别: 高级工程师。

建筑工程主体结构检测方法及应用

尹伟成

衡水市建设工程质量检测中心有限责任公司，河北 衡水 053000

[摘要]随着我国社会经济的高速发展，建筑工程项目的规模和数量都在不断增加，这在一定程度上促进了一系列新技术、新方法的应用与推广。这些新技术、新方法反过来又带动了建筑业整体水平的提高。此外，建筑工程主体结构的有效界定与检测，有利于进一步完善建筑工程的基本结构，从而保障住户的生命财产安全。基于此，本文介绍了建筑工程主体结构及其检测的相关内容，并探讨了建筑工程主体结构的质量检测方法，以期建筑行业提供参考，促进我国建筑行业的健康发展。

[关键词]建筑工程；工程主体；主体结构；检测方法；方法应用

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15040

中图分类号: U44

文献标识码: A

Testing Methods and Applications for the Main Structure of Construction Projects

YIN Weicheng

Hengshui Construction Engineering Quality Testing Center Co., Ltd., Hengshui, Hebei, 053000, China

Abstract: With the rapid development of Chinese social economy, the scale and quantity of construction projects are constantly increasing, which to some extent promotes the application and promotion of a series of new technologies and methods. These new technologies and methods, in turn, have driven the overall improvement of the construction industry. In addition, the effective definition and detection of the main structure of construction projects are conducive to further improving the basic structure of construction projects, thereby ensuring the safety of residents' lives and property. Based on this, this article introduces the relevant content of the main structure and its testing of construction projects, and explores the quality testing methods of the main structure of construction projects, in order to provide reference for the construction industry and promote the healthy development of Chinese construction industry.

Keywords: construction engineering; main body of the project; main structure; testing methods; method application

引言

建筑工程主体结构的安全性与稳定性，直接影响到人民的生命财产安全及社会的可持续发展，保障建筑结构的质量与安全，显得尤为重要。在此过程中，作为确保工程质量的关键手段之一，建筑主体结构检测起着不可替代的作用。随着建筑行业的快速发展，建筑材料、施工工艺及建筑功能愈加复杂，结构检测技术和方法也在不断优化与进步。通过精确的检测技术，潜在的结构问题或质量缺陷能够及时发现，进而采取有效措施进行修复或加固，安全隐患的发生得以有效防止。常见的检测方法，包括回弹法、电磁感应法、外观与尺寸检测法、抗压强度检测法及钢筋保护层质量检测法等，每种检测方法均具有其特定的应用范围与优势，并可针对不同类型的建筑问题提供有效的诊断。然而，当前的检测工作依然面临一定挑战，如检测手段规范性不足、技术水平参差不齐、检测设备精度有待提高等。因此，全面而系统的建筑工程主体结构检测工作，显得尤为重要。合理选择合适的检测方法，确保检测结果的精准性，已成为提升建筑工程质量管理的有效途径。文中将深入探讨建筑工程主体结构检测方法的应用价值与实施效果，旨在为相关领域的从业人员提供借鉴，推动

建筑质量检测技术的不断进步。

1 开展建筑主体结构检测工作的重要意义

建筑主体结构检测工作的开展，对建筑工程质量与安全的保障，具有重要意义。作为建筑的核心部分，主体结构承担着整个建筑的重力和外部荷载，其质量与建筑物的稳定性及使用安全直接相关。通过对主体结构状态的定期检测，质量隐患与安全问题能够被及时识别，从而避免因结构性缺陷或老化而引发的事故，确保建筑物在使用期限内达到预期寿命。被评估的，是结构的耐久性，而检测工作对此起着重要作用。尤其是在面对自然灾害、极端气候条件或不当使用的情况下，问题能够被提前发现，并通过加固或修复措施进行处理，从而降低后期维修成本，并进一步保障建筑物的安全性与经济性。此外，随着建筑工程技术的持续发展和材料的不断创新，验证新技术与新材料应用效果的关键作用，被结构检测充分展现。只有通过检测，才能确保这些新技术与新材料符合设计要求，并在实际使用中发挥应有的作用。因此，建筑主体结构检测，不仅是保障建筑质量的必要手段，更是推动建筑工程可持续发展的关键环节。

2 建筑工程主体结构检测工作中存在的不足

在建筑工程主体结构检测工作中，存在的一些问题，

影响了检测效果及结果的准确性。一方面,统一标准和规范未能被严格遵循,导致检测方法与操作过程出现不一致的情况。甚至在尚未掌握相关技术的情况下,检测操作被部分人员随意进行,从而对结果的可靠性造成了不利影响。另一方面,检测技术的更新速度较慢,这一问题尤为突出。许多传统检测方法,难以满足现代建筑工程复杂性不断增加的需求,无法对复杂结构进行全面而有效的检测,隐蔽性问题也因此未能被及时发现。检测工作的局限性,常表现为对局部区域的集中,而对整个建筑主体结构的全面评估难以实现^[1]。尤其是在对老旧建筑进行检测时,关键部位及易损区域往往未被充分关注,早期安全隐患因此可能被忽视。此外,现场环境、人员技术水平以及设备精度等因素,也不可忽视地影响了检测结果的准确性。特别是在高风险环境下进行检测时,检测人员常因面临较大压力而影响对结果的准确判断。由此可见,建筑工程主体结构检测的规范化和技术提升,是提高检测质量与可靠性的关键。

3 建筑工程主体结构检测方法实际应用

3.1 回弹法

回弹法是建筑工程中常用的一种检测方法,其主要用于评估混凝土结构的抗压强度。通过回弹仪对混凝土表面施加一定的冲击力,反弹值被测量后,混凝土的强度被间接推算出来。这一方法操作简单、检测速度快且具有非破坏性,特别适合于大规模混凝土结构的质量检测。作为初步检查工具,回弹法在实际应用中被广泛使用,使得混凝土表面及部分深度的强度状况能够迅速得到评估。然而,检测结果常受到混凝土表面硬化程度、湿度和温度等环境因素的影响。因此,为了确保数据的准确性,回弹法通常需与钻芯法等其他检测手段进行交叉验证。尽管存在一定局限性,回弹法在混凝土质量快速评估中的重要作用依然不可替代。尤其在建筑物维修与加固过程中,被回弹法作为一种有效的评估混凝土结构健康状态的工具使用,其优势显得尤为突出。

3.2 电磁感应法

电磁感应法是一种基于电磁波原理的建筑工程主体结构检测技术,其主要用于评估钢筋混凝土结构中的钢筋分布、锈蚀状况及混凝土密实度。通过发射电磁波并接收回波信号,结构状态被分析,依靠的正是不同材料对电磁波反射特性的差异。由于具有显著的非破坏性,钢筋的位置、深度及腐蚀程度能够快速、精确地通过电磁感应法获取,而混凝土表面则不会受到破坏。这一技术在检查建筑物内部钢筋状况时,表现出极高的实用性。相比传统的机械钢筋探测技术,被突显的,是电磁感应法在精度、操作便捷性和适用性方面的显著优势。不仅在新建工程的质量控制中得到了广泛应用,老旧建筑物的维修、加固及安全评估中,该方法同样具有重要作用。尽管如此,较高的设备要求以及混凝土密实度、湿度和温度等环境因素,对检

测结果的影响依然存在。因此,在实际应用中,常被采取的策略,是将电磁感应法与回弹法、超声波检测法等其他检测技术相结合,从而确保检测结果的全面性与准确性。

3.3 外观与尺寸检测法

外观与尺寸检测法是一种通过直接观察及测量建筑主体结构外观与尺寸,用以评估其质量的技术。主要用于检查混凝土浇筑、钢筋绑扎、模板安装过程中可能存在的外观缺陷,该方法同时验证建筑各部位的尺寸是否符合设计要求和施工规范。在外观检测中,混凝土表面是否存在裂缝、蜂窝、空洞、脱落等问题,是被重点关注的。而在尺寸检测中,墙体、梁柱、楼板等结构部件的尺寸偏差则成为检测的核心,尤其是建筑物的垂直度、水平度、厚度和标高等方面的偏差。直观、简便且易操作的特点,使得外观与尺寸检测法能够迅速识别建筑过程中显著的质量问题^[2]。施工阶段中,尤其适用于质量控制的是此方法,因为施工中的问题能够被及时发现,从而避免扩展并保障结构的安全性。然而,结构内部质量状况的全面评估,该方法却无法提供。因此,通常结合回弹法、电磁感应法等其他检测技术,是确保检测结果全面性与精确度的必要手段。

3.4 抗压强度检测方法

抗压强度检测方法被视为评估混凝土结构承载能力与稳定性的关键手段,对于建筑工程中的混凝土质量控制具有重要意义。通过对混凝土试件施加压力,破坏情况会在压力作用下被测量,从而抗压强度值得以确定。常见的检测技术包括钻芯法与试块法。已建建筑的检测中,钻芯法通常被广泛应用,其通过钻取一定数量及规格的混凝土芯样,并对其进行抗压试验,现有结构的抗压强度由此能够较为准确地反映。至于试块法,则是在混凝土浇筑过程中预制试块,经过规定的养护期后进行抗压强度测试,用以评估混凝土是否达到设计强度要求。抗压强度检测方法不仅能够验证混凝土质量,还能确保其能够承受预定荷载并符合设计规范。尽管该方法直接可靠,但由于需要取样或制样,局部区域可能受到一定程度的影响。此外,样本数量和实验环境对检测结果的准确性也会产生限制因素。为了更加全面地评估混凝土结构的质量,抗压强度检测通常与其他非破坏性检测方法结合使用,这种方式可以有效提高检测的全面性和结果的可靠性。

3.5 钢筋保护层质量检测法

钢筋保护层质量检测法被广泛用于评估混凝土结构中钢筋保护层的厚度与密实性,以确保其防腐功能在混凝土中得以有效发挥。由于保护层能够有效抵御湿气及化学物质等外界环境的侵蚀,该方法在防止钢筋锈蚀及结构腐蚀方面具有重要意义。常用的检测技术包括电磁法、超声波法和探头法等。通过电磁法,钢筋在混凝土中的电磁响应被测量,保护层的厚度与钢筋分布由此可以被判定。此方法以非破坏性、便捷高效等特点而广受青睐。至于超

声波法,其原理是通过检测超声波传播时间与速度评估保护层的厚度,同时间接推测混凝土的密实度与均匀性。而探头法则借助专业探头直接测量保护层厚度,尽管能提供高度精确的数据,但因需要局部开孔,具有一定的破坏性。在实际应用中,钢筋保护层质量检测不仅能对混凝土施工质量是否符合标准进行判断,还在老旧建筑物加固与维护中发挥了关键作用。通过检测,钢筋的腐蚀程度能够被准确评估,从而对结构的使用寿命做出预测^[3]。然而,混凝土密实度、环境条件等因素对检测结果可能产生一定的影响。因此,为了确保分析的全面性与结果的可靠性,钢筋保护层质量检测通常与其他检测方法结合使用,以保障建筑结构的长期安全与耐久性。

4 确保工程检测方法应用的有效对策

4.1 对工程质量检测内容加以明确

确保工程检测方法应用的有效性,关键在于对检测内容的明确规定。这不仅能够提升检测工作的针对性与效果,还能覆盖建筑工程中核心环节与薄弱环节。进行建筑工程检测时,设计要求、施工标准以及不同阶段的特点应被充分结合,检测内容合理划分,检测指标与标准明确界定。检测对象,包括混凝土、钢筋、模板等主要建筑材料及其施工质量,需被具体规定。此外,适当的检测方法与技术手段应被选择,如回弹法和超声波检测法,以确保全面评估并采用最佳检测方式。项目的不同性质需被考虑,重点区域特别是在高风险区域或复杂结构中的抗震性能与承载力,应被特别关注。通过对检测内容的明确,不仅检测流程得以规范,科学性也能得到显著提升。此举为后续质量控制与问题处理提供了可靠依据,建筑工程的安全性与耐久性因此得以保障。随着建筑技术与材料的不断进步,检测内容的更新与完善成为必要,以适应新兴工程需求与技术发展。

4.2 对工程质量检测法规进行完善

完善工程质量检测法规,被认为是确保检测方法有效应用的重要对策之一。随着建筑行业的快速发展以及新技术和新材料的不断涌现,现有的质量检测法规未能及时适应这些变化,无法完全满足新材料、工艺及检测技术的需求。因此,法规的持续更新与完善被赋予了极高的优先级,以确保其在实际工程中的有效性与适用性。对新技术与新材料的监管,应被大力加强,并制定具体且具有前瞻性的标准。新型检测技术与方法的适用范围、操作要求以及结果评价指标,需要在法规中明确,从而质量检测的精度与科学性能够得到显著提升。与此同时,检测工作的规范化管理应进一步被强化。通过细化检测流程与标准,不同工程阶段与建筑类型的检测要求可被明确,从而避免因标准不统一或模糊不清而导致检测流于形式,影响工程质量的精准评估^[4]。随着对建筑安全和环保要求的提升,法规对环境友好型检测方法的支持与推广应更加注重。减少对环

境的影响、推动绿色建筑技术的普及应用,是法规未来发展的重要方向之一。为确保法规的有效执行,对工程质量检测活动的监督与检查,应由相关部门进一步加强。只有法规被严格执行,其效能才能真正落实到具体的操作环节中,建筑工程的质量与安全才能得到切实保障。

4.3 对工程质量检测手段不断规范

确保工程检测方法有效应用的关键之一,便是检测手段的不断规范。在建筑工程中,检测手段的规范化对结果的准确性与可靠性具有直接影响,因此,制定完善的检测手段标准显得尤为重要。随着新材料和新技术的不断引入,传统的检测方法往往无法满足现代工程的需求,或者未能全面评估建筑结构的质量。这要求,检测手段应根据技术进步和行业发展及时更新,为各类检测方法制定统一的操作标准及技术要求,从而确保其在实际应用中的一致性与效果。此外,规范化的检测手段同样包括对仪器设备使用标准的明确。所有检测工具和设备的性能,必须符合国家及行业规定,并定期进行校准和维护,只有这样,设备故障或误差才可避免影响结果。操作人员的标准化操作同样不可忽视,详细的操作流程与步骤必须设立,以确保每一项检测活动严格按照规定进行,从而避免因操作不当而导致结果偏差。通过不断规范检测手段,不仅能够提高检测效率与精度,降低人为因素的干扰,还能有效保障建筑工程质量的安全与可靠。随着数字化和信息化技术的迅速发展,新型检测手段与技术工具不断涌现。因此,及时跟进并推广这些先进方法,符合现代建筑需求的规范体系将得以建立,从而为提升整体建筑质量控制水平提供有力支持。

4.4 构建一支高素质的质量检测队伍

确保工程检测方法有效应用的关键之一,是建立一支高素质的质量检测团队。高质量的检测工作,依赖于一支专业化且经验丰富的队伍,这支队伍不仅需要扎实的理论基础,还应具备敏锐的判断力和操作技能。建筑工程的结构、材料特性及相关法规,应被质量检测人员深谙,只有在此基础上,才能在实际操作中准确判断各类问题,及时发现潜在的质量隐患。随着建筑技术的不断发展,检测方法和手段的更新也在加速。因此,定期接受专业培训,检测人员必须掌握新兴技术与工具,以跟上行业的最新进展。培训内容,不仅应涵盖传统检测方法的熟练掌握,还应包括新材料、新技术的检测技能,从而使得检测人员能够灵活应对不同项目的需求。此外,检测团队还应具备高度的责任感和职业道德,确保检测过程中公正、客观,保障结果的真实性和可靠性。只有具备这些素质,工程质量才能得到有力保障。

5 结语

建筑工程主体结构检测在确保建筑质量与安全方面,具有重要意义,是不可或缺的保障手段。通过回弹法、电磁感应法、外观与尺寸检测法、抗压强度检测法及钢筋保

护层质量检测法等多种方法的应用,潜在问题能够被有效识别并诊断,从而采取及时的修复措施,避免安全隐患的产生。尽管技术手段的不完善及检测标准的不统一,仍然是挑战,但随着检测技术的不断创新与进步,建筑结构检测有望变得更加精准与高效。为了确保检测结果的科学性与可靠性,检测技术水平必须不断提升,相关法规与标准得以完善,并且检测人员的培训需加强。只有通过科学、系统的检测工作,才能有效保障建筑工程的质量安全,从而推动建筑行业的可持续发展。

[参考文献]

[1]喻桐根,艾险峰.建筑工程主体结构检测方法及应用[C].冶金工业教育资源开发中心.2024 精益数字化创新

大会平行专场会议——冶金工业专场会议论文集(下册).高安市建筑工程质量检测中心,2024:4.

[2]杜永军.建筑主体结构的质量检测方法及其应用探究[J].中华建设,2023(5):120-122.

[3]李晓玉.建筑工程主体结构质量检测方法研究[J].建材与装饰,2018(51):46-47.

[4]杜玉华.浅谈建筑工程主体结构质量检测方法及应用[J].地产,2019(17):145.

作者简介:尹伟成(1990.4—),男,学历:本科,毕业院校:燕山大学,所学专业:土木工程,目前职称:工程师,目前就职单位:衡水市建设工程质量检测中心有限责任公司。

建筑软土地基预制桩施工质量控制技术研究

李 东

武汉地质勘察基础工程有限公司, 湖北 武汉 430050

[摘要] 由于软土地基承载能力弱, 且容易受到外部力量的影响而发生沉降变形, 从而导致建筑物结构稳定性的降低和整体性能下降, 所以在软土地基上修建建筑物往往比其他类型的地基更具有技术复杂性和风险程度。为克服这种问题, 工程中通常采用预制混凝土桩或钢管等材料制作的基础桩来改善土壤强度与承重性, 并增强建筑物的整体稳定性。

[关键词] 建筑; 软土地基预制桩; 施工质量控制技术; 研究策略

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15020

中图分类号: TU471.8

文献标识码: A

Research on Quality Control Technology for Prefabricated Pile Construction in Soft Soil Foundation of Buildings

LI Dong

Wuhan Geological Survey Foundation Engineering Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430050, China

Abstract: Due to the weak bearing capacity of soft soil foundation and its susceptibility to settlement deformation caused by external forces, the stability and overall performance of building structures are reduced. Therefore, building on soft soil foundation often has more technical complexity and risk level than other types of foundations. In order to overcome this problem, foundation piles made of prefabricated concrete piles or steel pipes are commonly used in engineering to improve soil strength and load-bearing capacity, and enhance the overall stability of buildings.

Keywords: construction; prefabricated pile for soft soil foundation; construction quality control technology; research strategy

引言

随着城市化进程的加快, 建筑业在各地蓬勃发展。在软土地基上进行建筑建设, 预制桩因其独特的优势被广泛应用。然而, 软土地基的施工质量控制是预制桩施工中的一大难点。因此, 本文旨在探讨建筑软土地基预制桩施工质量控制技术的策略。

1 软土地基预制桩的重要性

在软土地基上进行建筑建设时, 桩基工程的重要性不言而喻。预制桩由于其高强度、高质量及施工效率高等优势, 在这一领域有着广泛应用。然而, 由于软土地基特有的地质条件, 这一过程也面临着众多复杂挑战, 特别是桩基承载力难以保障、桩位定位精准度不高的问题。这些问题不仅影响着工程的进度, 还可能导致后期安全隐患。为了应对这一现状, 必须深入研究和完善软土地基预制桩施工的质量控制技术, 以保证建筑结构的稳定性与安全性。一方面, 应加强预制桩材料及其制造工艺的研究, 提高预制桩的质量与耐久性, 从根本上减少因材料或生产工艺带来的质量问题。通过选择合适的原料并实施科学的施工工艺优化, 可大幅提升预制桩抵抗地层变化的能力, 从而增加整个桩基系统的承载能力。同时, 对于桩位布置的设计优化也是必要的。合理的布置能够最大限度降低软土地基条件下桩身倾斜或沉降的可能性。运用先进设计手段和算法进行反复模拟验证, 确保桩基系统布局合理、施工顺畅,

有助于减小施工误差。另一方面, 加强施工过程中的监测与控制至关重要。应采用高精度测量设备定期对施工情况进行实时监测, 及时发现异常状况并对施工方案进行调整。这种监测机制有助于确保每一环节的质量都达到预设标准, 为整体工程质量保驾护航。在此基础上, 结合先进的施工技术和设备创新施工方法, 能够有效应对软土环境带来的技术挑战^[1]。

2 软土地基预制桩施工质量控制技术

2.1 地质勘察

地质勘察在预制桩施工中是至关重要的前提环节。这项活动涉及对地质结构与环境进行详尽且精确的研究。在软土地基地上实施桩基建设时, 地质勘察更是不可或缺, 因为这些地区的土壤特性复杂多变, 需要专业的勘探技术来确保后续工程的安全性和经济性。全面的勘察首先包括土层分布特征调查。通过对各个土层进行详细的探测和描述, 可以清晰地了解不同深度处土质的具体情况。这有助于施工人员选择最适合当前工况的基础设计与施工方案, 比如采用何种类型的桩以及相应的埋置深度, 避免因土质问题引发的后期隐患。此外, 还需要详细研究各个土层所展现的不同物理化学性质及其潜在的变化趋势, 以科学指导施工过程中可能遇到的问题, 并采取针对性的解决措施。同时考察各层之间的连接紧密度和整体稳定性。这一系列指标均关系到未来建筑物的整体安全性与耐久性水平。通

过这些详实可靠的数据积累,可以为设计团队和施工单位提供必要的信息支持,以便优化工程设计参数,制定合理的工艺流程。确保每一步操作都能在最大程度上规避不利因素带来的影响,实现项目预期目标的同时保障施工现场工作人员的人身安全^[2]。

2.2 桩位定位与施工精度

在软土地基上的桩基工程项目中,桩位的准确性和施工精度对整个桩基结构的性能,尤其是承载力,至关重要。由于软土地具有高度松散和不稳定的特性,若定位或垂直度稍有偏差,可能会导致桩基承载能力的显著降低,进而影响上部建筑物的安全性和稳定性。因此,确保高精度的桩位设置成为整个工程施工的核心要素之一。为了达到上述目标,首先必须依赖先进的测量技术和设备。在开始施工之前和过程中,使用如全站仪、GPS、三维激光扫描等现代化工具来实时监控每一根桩的位置偏差和偏差大小,确保定位精度处于控制范围内。这不仅包括对初始定位的严格审查,还应在整个施工过程中定期进行复查以确认精度保持在一个较高的水准。此外,利用高精度仪器辅助施工团队操作,如垂直度规、倾斜传感器等,可有效监测并及时纠正可能出现的偏移情况,保证桩身竖直无误,避免出现不必要的施工误差。桩尖位置的选择也同样不可小觑。不同类型的地层对桩端持力有着不同的要求。根据勘察报告中提供的地质信息及设计图纸中的具体规定,选择适宜类型的桩并确定桩端进入最佳持力层的确切位置十分必要。如果位置过高,则无法发挥理想的锚固作用,降低了桩身的实际承受压力,过低则可能导致资源浪费,影响成本效益。只有准确地确定了桩尖入岩位置,才能充分发挥预制桩在高荷载条件下的支撑能力,确保上层建筑的整体稳固^[3]。

2.3 预制桩质量与检验

预制桩在建筑工程中的重要性不言而喻,它的制造与质量直接关系到施工效果。为此,在预制桩的生产阶段,需严格遵守相关规范和标准。这些规范涵盖了生产流程、工艺参数、检测标准等方方面面。从原材料的选择,混凝土配比的控制,到浇筑振捣工艺及养护过程中的温度、湿度管理,每一个步骤均不可忽视,唯有如此才能保证其在性能和耐久度。与此同时,成品的出厂前验收环节亦尤为重要。通过严格把控,剔除不合格的产品,方能最大限度地提升项目整体质量。进入施工环节,则需要进行更为精细的质量检测,以此确保预制桩在现场安装使用前符合设计规范的要求。施工现场环境复杂,因此预制桩的各项性能,如抗压强度、承载力等,须再次接受严格测定与确认。这一系列质量检验过程不仅是对预制桩性能的具体验证,更直接体现了施工质量和安全。施工团队需依据现场条件和工程需求选择合适的方法与技术,如进行静载荷试验或动态检测,这些科学而严谨的方法不仅提升了工作效

率,也大大降低了潜在的安全隐患。在整个预制桩生产和施工过程中,还应当重视对人员培训和技术交底的重要性。所有参与生产的工作人员需掌握最新的工艺技术和施工规范,以确保每一步的操作都能达到预期的效果。施工前的交底会议也应详细解释图纸和技术标准,并解答可能存在的疑问。通过对工人和技术管理人员开展系统性的技能培训,不仅能够提高施工质量,还能够从根本上提升工程的安全可靠性。这一步骤同样不能轻视。

2.4 施工工艺控制

施工工艺控制是预制桩施工质量的重要保障,特别是在软土地基中进行施工时更是至关重要。在这种条件下,必须针对具体的地质状况和环境条件,制定和实施适合的施工方案。选择合理的打桩顺序是关键之一。由于土壤类型和土层分布可能复杂多变,需要合理规划先打哪一根桩,以免因集中应力影响导致其他位置的基础变形或者破坏。打桩速度也是影响施工质量和效率的一个重要因素。如果施工速度快,可能会引起地面的振动过大,影响周围的建筑和其他基础结构;而过慢的打桩速度又会影响到施工效率。为了找到合适的打桩节奏,需要结合当地的地质条件进行综合考虑,并利用专用设备如动力装置和振动锤来精确调整施工进度和速度^[4]。除此之外,在整个施工过程中必须保持持续有效的质量管理措施。通过定期检查和测试,比如采用贯入试验和超声波法来评估已经打入地基中的桩体完整性,并结合实际测量结果来调整施工方法和技术参数,确保各项工序达到预设的目标和要求。

3 软土地基预制桩施工质量控制技术研究策略

3.1 加强技术创新与研发

在软土地基上进行预制桩施工面临着诸多技术挑战。为了有效克服这些问题,需要在现有技术和经验的基础上不断推陈出新,强化新技术的研发与创新。研发适用于不同软土地基的新型预制桩以及施工工艺,是保证工程质量与安全的关键路径之一。材料科学的进步为开发高性能混凝土预制桩提供了可能性。通过对混凝土配比的优化、增加钢筋或纤维等抗剪切强度提升技术,以及采用轻质且强度更高的新材料,不仅可以增强桩体本身的耐久性和承载能力,同时也能减少在打桩过程中的破损概率。其次,在桩身设计阶段就需融入先进的力学计算模型和模拟仿真技术,通过虚拟实验预测潜在的问题并进行有针对性的设计修改。这种方法不仅能提高桩体结构的合理性与适应性,还能避免实际施工中因设计方案不合理造成的损失与返工情况。另一方面,借助高科技手段改进传统施工机械和技术工艺,亦成为提高施工效率和精度的有效途径。例如,智能化施工设备可通过集成导航定位系统实现桩体的精准安装定位,减少人工操作所带来的不确定性风险。另外,基于物联网技术构建的施工现场管理系统能够实现设备状态监控、材料消耗记录以及工程进度追踪等信息一体化

管理,极大地提升整体施工效率与管理精细化水平^[5]。

建立一套系统的理论支持框架以规范新技术的应用场景。研究如何在复杂软土层环境下正确选择打桩策略及配套工具,并通过数值分析和实地试验验证这些策略的有效性;探讨多桩基础的联合作用力及其空间效应;深入解析不同类型软土地基条件下预制桩沉降特性的规律。只有通过这样系统的理论支撑和技术攻关,才能从根本上解决软土地基预制桩施工中长期面临的一系列瓶颈问题,推动行业的长远发展和技术进步。此外,注重环境保护与资源节约是实现这一技术创新过程中的又一重要考量因素。采用可再利用材料作为替代品,并开发高效的废水处理循环利用体系;在不影响工程效果的前提下降低噪声污染和对周围环境的影响。

3.2 完善施工规范与标准

预制桩作为一种重要的基础工程构件,在建筑施工中广泛应用。然而,施工质量直接影响建筑物的安全性和耐久性,故完善预制桩施工规范与标准显得尤为重要。一套完备的施工技术标准不仅可以确保操作步骤的统一,提高工效和施工精度,还可以最大程度减少人为误差带来的隐患,从而显著提升整个项目的安全水平和稳定性。与此同时,施工管理环节也至关重要,需要加强对预制桩施工过程的全方位监控和审核。通过引入现代化的项目管理和质量控制手段,例如远程监测、数据分析等,实现事前、事中、事后的有效管理,确保每个环节都能够严格遵循规范和计划进行。除此之外,还需要建立健全的责任追究机制和严格的检验制度,明确各个环节的质量负责人和质量控制流程。这样既可以让施工方更加重视质量和合规问题,也能及时发现问题并做出相应调整。为了实现上述目标,还应加强相关人员的专业知识培训,提升技术人员的技术能力,使其在施工过程中更好地识别风险因素、理解并应用先进的技术理念与施工方案,确保各项工序能够按照高标准高质量地实施^[6]。

3.3 加强人才培养与团队建设

提高预制桩施工质量的一个关键措施是加强人才培养与团队建设,提升施工人员的整体专业水平和质量意识。为了确保这一目标顺利达成,有必要建立全面而系统的教

育培训体系,使施工人员能够掌握最前沿的工程技术知识和最新的行业规范标准。通过对施工技术人员的定期技能培训和业务指导,可以系统化地提升其技术水平和实践操作能力,确保他们能够准确把握各种操作要点,熟练使用现代化机械设备和信息化管理系统。同时,注重培养工匠精神与质量文化理念,使施工人员从思想层面深刻认识到工程质量的重要性,主动践行精益求精的原则。安全意识教育不应被忽视,必须将其纳入日常教育培训之中,强调安全生产的重要性及其具体措施。例如组织员工参加安全生产会议或活动,了解和掌握事故案例的经验教训,以及相关的法律法规知识;利用模拟实训等方式提升员工应对紧急情况的能力,从而降低潜在风险。通过构建多层次的安全文化氛围,在整个施工过程中树立起高度自觉和强烈的自我约束观念,让每个人都成为安全生产的第一责任人。

4 结语

针对建筑软土地基建造预制桩施工过程中存在的各种难题,我们必须高度重视施工前的勘察调研活动,精准选择适宜技术手段进行施作;通过现代化信息管理系统密切监视工程进度,及时排除安全隐患并纠正偏差;建立健全后期跟踪巡查机制。这样才能最大限度减少风险因素,确保预制桩施工达到最优水平,实现工程质量与经济效益双丰收。

[参考文献]

- [1]吴启华.建筑软土地基预制桩施工质量控制技术研究[J].中国建筑金属结构,2024,23(5):163-165.
 - [2]吕圣华.软土地基处理中的水泥搅拌桩施工质量控制分析[J].珠江水运,2023(17):56-58.
 - [3]张瑞宇,余博.浅析软土地基处理中水泥搅拌桩施工质量控制要点[J].散装水泥,2023(3):173-175.
 - [4]张雅杰.房屋建筑施工中软土地基处理技术及质量控制[J].住宅与房地产,2021(15):168-169.
 - [5]刘星.建筑地基基础和桩基础土建施工技术[J].智能城市,2014(18):98-99.
 - [6]宋强,庄丽中.软土地基道路施工方法及经验教训[J].建筑施工,2015,37(6):734-736.
- 作者简介:李东(1989.7—),男,汉族,专业:工程管理,项目技术负责人,中级职称。

BIM 技术在古建筑保护与修复中的应用

韩泽宇

河北中科建研工程设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 古建筑作为人类智慧文明的结晶, 它的价值逐渐受到了人们的重视。但在历史发展的长河中却由于受到各种环境及人为因素的影响, 古建筑受到了不同程度的损毁, 如何对古建筑进行保护并保存其完整性是我们亟须解决的问题。BIM 技术由于其应用优势在古建筑保护和修缮的过程中起到了重要的作用。文中就古建筑保护存在的问题, BIM 技术在古建筑保护中应用及应用优势进行分析, 并提出 BIM 技术实现古建筑保护的途径。

[关键词] BIM 技术; 古建筑保护; 修复; 技术应用

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15002

中图分类号: TU87

文献标识码: A

Application of BIM Technology in the Protection and Restoration of Ancient Buildings

HAN Zeyu

Hebei Zhongke Jianyan Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: As the crystallization of human wisdom and civilization, the value of ancient architecture has gradually been valued by people. However, in the long river of historical development, ancient buildings have been damaged to varying degrees due to various environmental and human factors. How to protect and preserve the integrity of ancient buildings is an urgent problem that we need to solve. BIM technology has played an important role in the protection and restoration of ancient buildings due to its application advantages. The article analyzes the problems in the protection of ancient buildings, the application and advantages of BIM technology in the protection of ancient buildings, and proposes ways to achieve the protection of ancient buildings through BIM technology.

Keywords: BIM technology; protection of ancient buildings; restoration; technical application

引言

随着数字化技术的不断进步, 建筑信息模型 (BIM) 技术在建筑行业中的应用逐渐普及, 尤其在古建筑保护与修复领域展现出了重要的价值。古建筑作为文化遗产的重要组成部分, 不仅承载着丰富的历史价值, 还具有深远的文化意义。然而, 古建筑在保护与修复过程中面临着诸多挑战, 主要源于其复杂的结构、特殊的材料以及环境因素的影响。传统修复方法依赖于人工经验及有限的历史数据, 往往缺乏系统性和精确性, 导致修复工作中可能产生偏差或失误。BIM 技术的引入, 改变了这一现状。通过精确地构建建筑信息模型, BIM 技术能够将古建筑的每一细节数字化、三维化地呈现, 为修复工作提供了科学的依据和可视化的支持。修复人员可以借助 BIM 技术, 全面了解建筑的结构状态、历史变迁以及潜在的损害, 进而制定出更为合理、高效的修复方案。此外, 修复过程的实时监控与管理也能通过 BIM 技术得以实现, 施工方案的优化, 进一步减少了修复过程中的风险。古建筑的数字化保护、历史数据的对比分析及文化遗产的传承, 为 BIM 技术提供了创新的路径。建筑修复技术的创新, 不仅推动了 BIM 技术的应用, 还为历史文化的保护与传承, 提供了坚实的技术支撑。

1 BIM 技术在古建筑应用中的优势

BIM (建筑信息模型) 技术在古建筑保护与修复中的应用, 带来了全新的解决思路, 显著提升了工程的效率与

精度。通过三维数字化建模, 古建筑的结构及构件得以精确展示, 突破了传统二维图纸的局限性。该数字化模型不仅帮助设计师与修复人员深入理解建筑的实际状况, 还提供了直观的视觉参考, 从而确保了每个修复环节的高精度执行。BIM 技术的另一大优势, 在于其信息集中管理功能。所有设计、施工、材料及技术参数均可通过数字模型进行实时更新与共享, 使得各方人员能够始终在同一信息平台上协作。这种信息共享, 大大提高了沟通效率, 减少了误解与错误的发生。此外, 施工过程的模拟与预演, 尤其是在面对复杂的古建筑结构时, 得以实现。潜在问题得以预测, 施工方案得以优化, 从而避免了传统修复方法中的试错过程, 节省了宝贵的时间与成本。与此同时, 历史数据的整合与分析, 通过 BIM 技术得以更加可行。在修复过程中, 修复团队可以参考并对比更多的历史信息, 为修复决策提供更加科学的依据, 避免了仅依赖人工经验的局限性。

2 在古建筑保护与修复中应用 BIM 技术存在的问题

2.1 数据精度与现实差异

在古建筑保护与修复中应用 BIM 技术时, 数据精度与现实之间的差异, 成为了一个突出的问题。由于其悠久的历史, 古建筑的结构、构件与材料在长期自然环境的作用下, 往往经历了不同程度的损耗与变形。这种自然老化过

程,使得传统的测量方法难以准确反映建筑的实际状态,从而导致生成的 BIM 模型与实际建筑之间,存在一定的偏差。例如,地基沉降、建筑变形或修缮时的改动,可能使历史建筑的几何形状发生变化,这些因素通常在初期数据采集时难以完全捕捉。此外,古建筑在不同时期的修缮与改建,往往使原始结构被后期的修复或加固所覆盖,进一步增加了实际构件与最初设计之间的差异。模型数据与现实之间的差距,由于历史性的复杂性,变得更加难以弥补^[1]。缺乏完整的历史数据,导致现有的建筑信息模型无法精确还原建筑的每个细节,从而影响了修复工作的准确性与合理性。

2.2 传统工艺与 BIM 技术的冲突

在古建筑保护与修复过程中,传统工艺与 BIM 技术之间的冲突,成为了一个显著的问题。古建筑修复通常依赖于传统的工艺与手工操作,这些工艺不仅经验丰富,而且具有独特的文化价值。然而,BIM 技术的引入与传统修复方式之间,存在着本质上的差异。传统修复依靠工匠的技艺与经验,许多细节通过手工测量、雕刻及拼装等方式完成;而 BIM 则强调精确的数字建模、数据驱动的施工管理及自动化操作。两者在技术层面的差异,使得它们在实际应用中,存在不小的匹配问题。例如,BIM 模型所呈现的精确几何形状与施工方式,往往难以适应古建筑复杂的结构以及多变的历史修缮痕迹。古建筑修复往往需要根据现场的具体情况,进行灵活调整,而传统工艺依赖工匠对材料、结构的感知与操作,强调的是技术的灵活性;而 BIM 技术,则更注重流程的标准化与规范化,难以完全契合这种灵活的操作需求。与此同时,古建筑修复通常注重保留原有材料与工艺,而 BIM 技术在施工中,则更倾向于采用现代建筑技术和材料,这可能导致传统工艺的失传,或在新技术的应用中,出现不协调的情况。

2.3 修复过程中的变更管理

在古建筑保护与修复过程中,变更管理成为应用 BIM 技术时面临的一个重要挑战。古建筑具有独特的历史与文化价值,其修复工作常常受到多种不确定因素的影响,如现场实际情况、材料状态以及结构变化等。随着对建筑原貌及结构的深入理解,设计修改或施工调整不可避免,这导致了频繁的变更。传统修复方法中,变更通常依赖现场工人的经验与判断,而尽管 BIM 技术提供了数字化建模及全程可视化管理,如何有效应对修复过程中不断变化的设计与施工方案,依然是一个难题。BIM 模型的更新与调整,需依赖精确的数据输入及一致的管理流程,但在古建筑修复中,由于历史痕迹的不可预见性、材料的不确定性以及施工技术的限制,变更管理变得复杂且容易出现差错。此外,修复过程中的变更,可能会影响建筑的历史真实性与结构稳定性^[2]。如何在记录与执行这些变更时,平衡精确性与灵活性,成为了 BIM 技术在古建筑修复中的一大难题。

3 BIM 技术在古建筑保护与修复中的应用

3.1 建立精准的建筑信息模型

在古建筑保护与修复过程中,精准的建筑信息模型(BIM)的建立,是应用 BIM 技术的关键环节。由于古建筑往往具有复杂的结构、丰富的历史信息以及独特的文化背景,它们需要通过高度精确的建筑信息模型,为后续的修复与保护工作提供数字化支持。通过激光扫描、摄影测量等精细的数据采集方法,BIM 技术能够获取古建筑的三维空间数据,进而生成高精度的数字模型。这些模型不仅能够准确反映建筑的现状,还能展示建筑的细节,例如墙体、门窗、屋顶以及各类结构构件等。所建立的 BIM 模型,不仅限于几何形态的再现,还能综合建筑的历史数据、材料属性以及施工工艺等信息,形成一个多维度、多层次的建筑数据库。信息的全面整合,使得修复工作能够获得真实可靠的数据支持,同时为决策者提供了必要的参考依据,从而确保修复方案的科学性与合理性。在修复过程中,精准的 BIM 模型帮助施工人员更好地理解建筑结构的承载力、稳定性及其历史价值,避免了过度破坏,并尽可能保留建筑的原貌。此外,BIM 技术还支持建筑全生命周期的管理。修复阶段及未来的维护工作,均可基于模型中的数据进行动态更新与优化,从而为古建筑的长期保护提供科学依据,确保其历史文化价值得以持续传承。

3.2 全生命周期管理

在古建筑保护与修复过程中,全生命周期管理,成为了 BIM 技术的重要优势之一。古建筑的修复不仅是一个施工过程,它更是涉及长期管理与维护的复杂系统。借助 BIM 技术,古建筑从设计、施工到后期维护与运营的全过程,可以实现数字化管理。在修复阶段,BIM 模型能够将建筑的现状数据、修复方案、施工进度等信息进行集成,实时监控修复工作的质量与进度,确保修复按照预定标准进行,同时避免过度破坏建筑本体。修复完成后,BIM 技术还提供了一个动态的数字平台,记录建筑的所有修复与维护历史,使得建筑状态能够得到定期评估与检查,提前预测潜在的维修问题。通过这种方式,不仅提升了管理的精细化程度,还为未来的修复工作,提供了宝贵的数据支持。全生命周期的管理模式,使得古建筑的保护不仅局限于单纯的修复,还涵盖了建筑历史、文化及技术信息的长期保存与利用^[3]。数字化、信息化的管理方式,不仅增强了古建筑保护的科学与系统性,也为其可持续性保护提供了坚实的保障。随着建筑信息模型的不断更新与优化,古建筑的运营管理,能够更灵活地适应新的使用需求及环境变化,确保建筑在长期使用中最大限度地保留其历史价值与文化内涵。

3.3 仿真模拟和预测分析

在古建筑保护与修复过程中,BIM 技术的仿真模拟与预测分析功能,发挥着至关重要的作用。古建筑通常具有

复杂的结构、精细的工艺及不可再生的文化价值,这使得在修复过程中,必须对每一个细节进行详尽的预测与分析,以确保修复工作的精确与可行性。通过 BIM 技术,精确的三维建筑信息模型得以构建,并将建筑的各个元素(如墙体、柱子、屋顶等)及它们的物理、化学性质进行数字化表示,从而实现对修复方案的全面仿真与模拟。例如,BIM 的仿真功能,可以帮助预测建筑在不同环境条件下的受力状况、热传导特性及湿度变化等,分析建筑物在长期使用中的潜在损害。通过这些仿真分析,修复方案得以在实施前进行优化,提前识别设计或施工中可能的疏漏,从而有效规避潜在风险。结合历史数据,BIM 技术还能够进行预测分析,推算建筑未来使用过程中可能出现的问题,如裂缝扩展、材料老化等。这为提前识别潜在风险提供了支持,使得修复工作能够在问题发生之前采取措施,延长建筑的使用寿命。通过一系列的仿真与预测分析,修复工作的科学性不仅得到了增强,还减少了人为因素对修复效果的干扰,从而使得古建筑的保护工作更加有针对性、系统性及前瞻性。

3.4 数字化展示与传承

BIM 技术在古建筑保护与修复中的应用,不仅限于修复工作本身,其作用还扩展到了文化传承及数字化展示的领域。通过 BIM 技术,古建筑的三维模型能够与丰富的历史数据、文化背景、建筑细节等信息相结合,形成一个完整的数字化档案。这些数字化模型,不仅能直观地呈现建筑的结构、装饰及其演变过程,还能保存建筑相关的历史资料,如建造年代、建筑风格、所使用的传统材料及工艺等。借助 BIM 技术,这些重要信息得以高度集成并永久保存,为后人提供了宝贵的文化遗产保护资源。在数字化展示方面,BIM 技术使人们能够以虚拟现实(VR)或增强现实(AR)等技术的方式,身临其境地体验古建筑的历史魅力与文化价值,尤其是在一些不允许直接接触的古建筑遗址或被列为保护对象的建筑中。这种数字化展示方式,不仅为公众提供了更安全、更便捷的参观体验,还极大丰富了人们对古建筑文化价值的理解与感知。通过这种创新的方式,古建筑的保护与传承,获得了 BIM 技术全新的视角与技术支持。

3.5 历史数据对比

在古建筑保护与修复过程中,历史数据的对比分析,作为 BIM 技术应用的核心环节之一,发挥着至关重要的作用。通过将现存建筑数据与历史文献、照片等资料进行对比,BIM 技术能够帮助专家全面理解建筑的原始状态以及其经历的修缮与改造。这一过程不仅涉及建筑结构、外观与装饰的对比,还涵盖了材料、工艺及功能等多个历史层面的深入分析^[4]。借助精确的三维模型,历史数据与现状

之间的差异,得以直观展示,从而揭示建筑在时间维度上的演变轨迹。通过这些分析,修复人员能够获得有价值的信息,帮助他们判断哪些部分应恢复,哪些变化可以被保留。历史数据与现状的对比分析,还能够揭示建筑在不同修缮阶段所使用的材料与技术,为当前修复提供有力参考。修复工作,在此过程中,既能最大程度地保留原貌,也能够确保所采取的修复措施符合历史建筑的真实需求,从而避免过度现代化的干预或不必要的改动。此外,历史数据的对比还为未来的建筑保护工作提供了重要依据,帮助延续建筑的文化遗产及历史价值。这一分析过程,不仅提升了修复工作的科学性,还增强了文化保护的深度与精准性。

4 结语

BIM 技术在古建筑保护与修复中的应用,代表了传统建筑保护与现代数字技术的深度融合,为古建筑的修复与传承提供了强有力的技术支持。通过精确的建筑信息模型的建立,古建筑的各个细节得以数字化并进行可视化处理,BIM 技术为修复工作提供了科学依据与全面指导。在修复过程中,仿真模拟、全生命周期管理以及历史数据的对比分析等功能,能够有效预测修复效果,优化资源配置,且提高修复工作的精度与效率。此外,BIM 技术使得古建筑的数字化展示成为可能,为文化保护与教育开辟了全新的途径。尽管在实际应用中,仍然存在数据精度、技术整合等问题的挑战,但随着 BIM 技术的不断进步与完善,其在古建筑保护中的潜力正在不断增强,展现出广阔的应用前景。未来,古建筑保护工作将因 BIM 技术的应用而更加规范化、系统化与科学化,不仅提升了修复效率与质量,也为全球文化遗产的保护与传承奠定了坚实的技术基础。这一进程,不仅为古建筑修复提供了更高效的手段,还为文化遗产的长期保护与教育事业开辟了新的方向。

【参考文献】

- [1]张雅妮.BIM 技术在古建筑保护与修复中的应用[J].住宅与房地产,2024,12(15):124-126.
- [2]王英华,苏永玲.BIM 技术在古建筑保护中的应用研究[J].沈阳建筑大学学报(社会科学版),2019,21(6):610-615.
- [3]李欣.BIM 技术在古建筑保护中的应用研究[J].绿色环保建材,2019,12(3):234-237.
- [4]张培兴,周静文,褚陈燕,等.BIM 技术在古建筑保护中的应用策略探究[J].项目管理技术,2023,21(10):125-130.

作者简介:韩泽宇(1989.12—),毕业院校:河北工程大学,所学专业:建筑学,当前就职单位:河北中科建研工程设计有限公司,职务:设计师,职称级别:工程师。

建筑工程施工技术及质量控制策略研究

王旭光¹ 王文浩² 刘 烁³ 王逢逢⁴ 原树奎¹

1. 青岛中泰信实业有限公司, 山东 青岛 266000

2. 青岛市外国企业服务有限公司, 山东 青岛 266000

3. 青岛中新正工程项目管理有限公司, 山东 青岛 266000

4. 青岛卓尔睿工程咨询有限公司, 山东 青岛 266000

[摘要]随着我国城市化进程的加快, 建筑行业面临着前所未有的机遇与挑战。伴随建筑规模的不断扩大, 工程的技术难度与施工复杂度也随之上升。建筑工程涉及多个技术领域, 包括结构、材料、设备及施工工艺等, 每一环节的质量直接影响项目的最终效果。但在实际施工过程中, 仍存在许多影响质量控制的因素, 如施工技术未达标、施工材料选择与管理不到位以及施工过程中的管理不规范等问题。随着建筑行业的飞速发展, 信息化技术逐渐渗透至各个领域, 建筑工程质量管理迎来了数字化转型的新时代, BIM (建筑信息模型)、大数据及物联网等技术的广泛应用, 使工程质量管理从传统的人工检查模式, 逐步转向智能化、数据化, 极大地提升了质量控制的精度与效率。尽管如此, 如何将新兴技术与传统管理方式有效结合, 解决质量控制中的薄弱环节仍是业内亟待解决的难题。深入分析当前建筑工程施工质量管理的现状、关键技术及创新发展方向, 结合行业实际问题提出具体的改进措施, 推动建筑工程质量管理水平的提升。

[关键词] 建筑工程; 施工技术; 质量控制

DOI: 10.33142/ec.v8i1.14994

中图分类号: TU712.3

文献标识码: A

Research on Construction Technology and Quality Control Strategies for Building Engineering

WANG Xuguang¹, WANG Wenhao², LIU Shuo³, WANG Fengfeng⁴, YUAN Shuyin¹

1. Qingdao Zhongtaixin Industrial Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

2. Qingdao Foreign Enterprise Service Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

3. Qingdao Zhongxinzheng Engineering Project Management Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

4. Qingdao Zhuoerrui Engineering Consulting Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization in China, the construction industry is facing unprecedented opportunities and challenges. With the continuous expansion of building scale, the technical difficulty and construction complexity of the project have also increased. Construction engineering involves multiple technical fields, including structure, materials, equipment, and construction techniques, and the quality of each link directly affects the final effect of the project. However, in the actual construction process, there are still many factors that affect quality control, such as substandard construction techniques, inadequate selection and management of construction materials, and non-standard management during the construction process. With the rapid development of the construction industry, information technology has gradually penetrated into various fields, and the quality management of construction projects has ushered in a new era of digital transformation. The widespread application of technologies such as BIM (Building Information Modeling), big data, and the Internet of Things has gradually shifted the engineering quality management from the traditional manual inspection mode to intelligent and data-driven, greatly improving the accuracy and efficiency of quality control. However, how to effectively integrate emerging technologies with traditional management methods and address weak links in quality control remains an urgent challenge in the industry. Thoroughly analyze the current status, key technologies, and innovative development directions of construction quality management in building projects, propose specific improvement measures based on industry practical problems, and promote the improvement of construction quality management level.

Keywords: construction engineering; construction technology; quality control

引言

建筑工程作为国家基础设施建设的关键部分, 其质量直接关系到人民生命财产的安全及社会经济的可持续发展。在建筑行业飞速发展的情况下, 工程质量控制的重要性愈发凸显, 随着项目规模的不断扩大、施工环境的逐渐

复杂化以及施工技术的持续创新, 建筑工程质量控制面临的挑战日益增多。传统的质量管理方式, 已难以满足现代建筑工程对质量、效率及安全等多重要求。因此, 提升施工过程中的质量控制水平, 已成为当前建筑行业亟待解决的核心问题之一。为了确保工程质量, 全面而精细的质量

管理必须在施工过程中实施。随着信息化、自动化及智能化技术的引入,建筑工程质量控制正逐步迈向数字化、智能化的新阶段。这一变革不仅提升了施工精度与效率,也为实现工程质量的持续监控提供了全新的视角与方法,深入探讨建筑工程质量控制的关键技术与策略,分析当前质量管理中存在的主要问题,并提出未来发展的创新方向,为提升建筑工程质量管理水平提供理论依据与实践指导。

1 建筑工程质量控制的重要性

建筑工程质量控制的重要性远不止于确保项目符合设计要求和技术标准,它更深远地影响着工程的整体成功与可持续性。有效的质量控制能够显著降低施工过程中的各种风险,确保施工人员的安全,减少由质量问题引发的事故与隐患。高质量的建筑除了能延长使用寿命、减少后期维修和运营成本外,还能提升项目的经济效益,确保长期价值。与此同时,卓越的质量控制提升了企业的市场竞争力与品牌信誉,使其能够赢得客户的信任促进长期合作。在当前竞争激烈的建筑市场中,质量已成为企业在行业中立足的核心要素。因此,建筑工程质量控制不仅是技术层面的要求,更是企业可持续发展、客户满意度以及行业发展潜力的重要保障。

2 建筑工程施工质量管理中的常见问题

2.1 施工技术水平与工艺缺陷

施工技术水平与工艺缺陷是建筑工程质量管理中的常见核心问题。随着建筑技术不断发展,施工要求日益提高,但许多施工单位对新技术的掌握仍显不足,且施工人员的技能培训常常存在缺陷,导致技术水平未能达到预期标准。常见的技术问题,如施工工艺执行不规范、施工流程设计不合理,往往直接影响到工程的整体质量。例如,若混凝土浇筑过程中未能严格按照技术要求操作,空洞或裂缝等质量缺陷便可能出现;钢筋绑扎若未遵循设计规范,则可能危及结构的稳定性。此外,一些项目中施工人员技术水平参差不齐,致使工艺执行不统一,从而产生质量偏差。施工工艺上的缺陷不仅影响工程的美观,更可能威胁建筑物的安全性,甚至为后期使用埋下潜在隐患。

2.2 施工材料选择与管理问题

施工材料的选择与管理问题,在建筑工程中普遍存在,并直接影响到工程质量的稳定性与可靠性。许多项目在材料采购过程中,常常出现不符合设计要求或质量标准的情况,为了节约成本一些施工单位选择低质量或来源不明的建筑材料,这类材料往往在使用过程中存在性能不合格、耐久性差等隐患。例如,强度不达标的水泥,抗拉强度不足的钢筋,或含有大量杂质的建筑用砂石,这些问题都会直接影响结构的安全性与稳定性。此外,施工材料的管理也常常缺乏有效的监管,在材料的存储、运输与使用过程中,管理松懈、监管不到位的现象较为常见。未经严格检测的材料进入施工现场,且缺乏有效的质量追溯与检验机制,这导致了许多潜在的质量隐患未能及时发现,从而影响了工程的整体质量。材料浪费与损耗问题同样严重不仅增加了工程成本,还可能导致工期延误,甚至无法确保项目达到预定的质量标准。

2.3 施工过程管理中的薄弱环节

施工过程中的管理薄弱环节是影响建筑工程质量的关键因素之一。许多项目中管理执行不到位,常常导致一系列问题的发生。例如,施工进度控制不精准,实际进度与施工计划之间往往存在较大差距,由于工序衔接不顺畅或协调不力,工程进展常常停滞不前影响整体施工效率。一部分施工人员责任心不足导致工作质量参差不齐,甚至出现以次充好的现象。此外,现场管理人员对施工技术要求与操作规程的执行力度不足,工艺标准经常未能严格遵守。施工现场的监督检查存在疏漏,许多不合格的操作行为未能及时发现并纠正。在一些项目中,资源配置不合理,物资与人员调配不精准导致施工现场出现资源浪费或紧张情况,进一步拖延了工期,这些管理上的薄弱环节既降低了施工效率,又为后期可能出现的质量问题埋下了隐患。

2.4 管理体系不完善与执行不到位

管理体系不完善与执行不到位,已成为建筑工程质量管理中的突出问题之一。在许多施工单位的项目管理过程中,缺乏健全的质量控制体系导致责任划分不清晰,流程不规范。由于管理制度未能形成系统化,施工中复杂情况难以得到有效应对,实际操作中常出现执行偏差。质量检查和控制环节有时存在空白或重复,缺乏必要的评估与反馈机制,从而导致施工质量问题的早期发现并加以解决。管理层与施工队伍之间的沟通协调不充分,项目经理未能有效监督执行情况,致使项目进度与质量标准发生偏离。执行不到位往往使设计要求与实际施工不符,从而影响工程质量的稳定性和安全性。管理体系中的漏洞,结合执行不到位的问题不仅增加了工程风险,还可能引发项目延期,甚至导致严重的质量事故。

3 建筑工程施工技术质量控制策略

3.1 完善施工技术培训与人员素质提升

完善施工技术培训与提升人员素质,是确保建筑工程质量控制的关键环节。施工技术的不断更新与人员素质息息相关,只有通过系统化的培训,施工人员才能掌握先进的技术 with 最新的施工标准。必须为施工人员提供针对性的技术培训,培训内容应涵盖基本操作技能的同时也要注重新技术、新工艺的学习与实际应用。例如,在混凝土浇筑、钢筋绑扎等核心工序的培训中,施工人员必须充分理解操作规范与质量要求,避免因操作失误引发质量问题。技术人员与管理人员也应定期参加专业技能提升培训,熟悉现代施工管理理念及先进技术工具,从而进一步提高整体项目的质量控制水平。除了技术能力的提升,施工人员的综合素质也需得到全面加强,安全意识、责任感及团队合作能力的提升同样至关重要,通过强化这些素质可以有效减少因沟通不畅或执行不到位导致的施工误差。与此同时,施工单位应建立科学的考核机制评估培训效果,确保培训内容能够真正落实到位,做到人尽其才事半功倍。

3.2 采用先进的技术与管理工具

采用先进的技术与管理工具,已成为提升建筑工程施

工质量的核心策略。随着科技的迅速进步,建筑行业逐步引入了多种创新技术与管理工具,它们不仅优化了施工流程,还为质量控制提供了更加精确的手段。例如,BIM(建筑信息模型)技术的应用,极大改善了施工过程中的信息流通与协调,通过数字化建模,施工各环节可在虚拟环境中进行模拟预演,从而有效减少实际施工中的错误与返工。智能化施工设备的引入同样提升了施工精度,例如自动化测量仪器与智能施工机械能够执行高精度操作,显著减少人为误差,确保施工质量符合预期标准。同时,先进的项目管理软件为施工过程中进度、成本与质量管理提供了有力支持。借助实时监控与数据分析,管理人员能够迅速识别施工中的问题并及时采取纠正措施^[2]。通过应用这些先进技术与工具,不仅提升了施工过程的透明度,还优化了资源配置减少了浪费,从而在确保质量的同时提升了整体工程效益。

3.3 加强施工过程的全面监控与管理

加强施工过程的全面监控与管理,是确保建筑工程质量的关键措施。质量控制不应仅依赖事后验收,而应贯穿整个施工过程,做到全程监控。通过建立健全的监控体系施工进度得以随时掌握,确保每个环节都严格按照计划与标准执行。例如,在施工现场安装视频监控设备,并结合无线传感器等智能技术,能够实时监测环境因素如温度、湿度与振动,从而及时识别可能影响质量的潜在问题。质量检查的范围应覆盖施工过程的每个节点,而不仅仅是项目完成后的验收^[1]。每一阶段的工序完成后都应进行严格检查,确保各个环节的衔接顺畅,避免因疏忽而造成后期问题。基于此,施工人员操作的规范性也应得到加强监督,定期巡查与随机抽查,可有效确保施工人员严格按照标准执行工作。项目经理及各级管理人员必须依靠实时数据反馈迅速调整施工计划,消除可能影响质量的风险因素。全面的监控与管理不仅能够在第一时间发现问题,避免返工与浪费,还能提升施工现场的整体执行效率,确保工程质量始终符合要求。

3.4 制定科学合理的质量控制标准与规范

制定科学合理的质量控制标准与规范,是确保建筑工程施工质量的关键所在。一个完整且明确的质量标准体系,为施工全过程提供了清晰的指导,确保各项工作能够在统一标准下顺利推进。质量控制标准应依据项目的具体要求及国家和行业的相关规范进行细化与调整,从而确保其适用性与前瞻性。例如,针对不同建筑材料、施工工艺及施工环境,必须制定相应的质量标准以应对各类实际情况。基于这一框架,施工单位应将标准化要求转化为具体的操作规范与技术规程,明确每一个施工环节的质量标准与验收标准,确保可操作性与可检查性,这些标准应当具备一定的灵活性,能够根据项目进展中的变化与突发风险及时进行调整。为了确保标准的贯彻与实施,还需建立健全的检查与监督机制,定期评估与反馈标准执行的情况。通过这一整套系统的质量控制标准与规范,施工过程不仅能够获得强有力的指导,避免因标准不明确或执行不到位而引发质量问题,而且在项目管理中,各参与方亦能获得明确

的工作方向,从而确保施工质量始终保持在可控状态。

3.5 强化施工材料的采购与检测管理

强化施工材料的采购与检测管理,是确保建筑工程质量的关键环节。在材料采购阶段必须严格把控,确保所有材料符合国家及行业的相关标准,并根据项目的具体要求选择合适的供应商。供应商的资质、信誉及过往的交付记录应由采购人员进行全面审查,避免因供应链问题而影响施工进度或质量。基于此,建立完善材料验收制度显得尤为重要,所有进场材料必须经过严格的质量检验,包括外观检查、物理性能测试以及合格证书审查,确保每批材料完全符合设计要求与施工标准^[3]。在施工现场材料的存储与管理同样需要高度重视,所有材料应根据其类别与用途进行分类存放,避免交叉污染或因存储不当而造成质量劣化。对于易受潮或易变质的材料,需采取适当的防护措施,如通风、遮阳或温湿度控制确保其稳定性。此外,施工现场应建立材料使用台账,实时记录材料的采购、存储与使用情况,确保可追溯防止浪费或错误使用。为了保证材料质量得到持续保障,项目经理应定期进行随机抽检,及时发现潜在问题并采取必要的纠正措施。通过强化材料的采购与检测管理,不仅能有效避免因材料质量问题引发的施工隐患,还能提升整体工程质量,减少返工与资源浪费,从而确保项目按时、高质量地完成。

4 结语

随着建筑行业的持续发展,施工质量控制已经成为确保工程安全、提高施工效率、降低成本并确保项目顺利完成的关键因素。通过对建筑工程质量管理中常见问题的深入分析,可以清晰地看到,施工技术水平、材料管理、施工过程控制等方面的薄弱环节,依然是质量问题的主要根源。因此,提升施工质量控制水平必须从多个层面着手,采取切实有效的策略与方法,涵盖技术培训与人员素质的提升、先进技术与管理工具的应用、施工过程的全面监控与管理、科学制定质量控制标准与规范,以及强化材料采购与检测管理等。这些策略的实施将不仅有效提高施工质量的稳定性与安全性,还将有助于在控制项目成本、缩短工期的同时,提升整体工程效益。随着信息化与智能化技术的迅猛发展,未来建筑工程质量管理将更加依赖大数据分析实时监控。

【参考文献】

- [1] 白俊泽. 建筑工程施工质量管理与质量控制技术研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(17): 70-72.
- [2] 庞莹. 建筑工程施工技术及质量控制措施分析[J]. 新城建科技, 2024, 33(5): 181-183.
- [3] 王强. 浅谈建筑工程施工技术质量控制措施[J]. 新疆有色金属, 2023, 46(5): 76-78.

作者简介: 王旭光(1980.2—), 男, 毕业院校: 青岛农业大学, 学历: 本科, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 青岛中泰信实业有限公司, 职务: 工程经理(工程师), 所在职务的年限(工程师3年, 工龄10年), 职称级别: 工程师。

BIM 技术在建筑给排水工程设计中的应用

冯 腾

河北铭威工程设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]传统的给排水设计常常面临信息孤岛与协同困难,导致设计、施工及运维之间的沟通效率低下,从而影响工程质量与进度。BIM 技术的应用有效突破了这些瓶颈,通过集成设计、施工及运维数据,实现了多专业之间的协同工作、碰撞检测与方案优化,从而大幅提升了设计的效率与准确性。同时,信息的共享也得到了推动,BIM 为建筑项目的顺利实施提供了强有力的支持,推动着建筑行业迈向数字化转型的进程。

[关键词]BIM 技术; 建筑给排水; 工程设计

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15013

中图分类号: TU17

文献标识码: A

Application of BIM Technology in Design of Building Water Supply and Drainage Engineering

FENG Teng

Hebei Movin Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Traditional water supply and drainage design often faces information silos and coordination difficulties, resulting in low communication efficiency between design, construction, and operation, thereby affecting project quality and progress. The application of BIM technology effectively breaks through these bottlenecks by integrating design, construction, and operation data, achieving collaborative work, collision detection, and scheme optimization among multiple disciplines, thereby greatly improving the efficiency and accuracy of design. At the same time, information sharing has also been promoted, and BIM provides strong support for the smooth implementation of construction projects, driving the construction industry towards digital transformation.

Keywords: BIM technology; building water supply and drainage; engineering design

引言

随着城市化进程的加快,建筑给排水工程的设计与施工质量变得愈加关键。传统的二维设计图纸与手工计算方法往往容易引发设计误差,导致工作效率低下,难以满足日益复杂的工程需求,BIM(建筑信息模型)技术凭借其三维建模与数据集成的优势,为给排水设计提供了更加精准、高效的解决方案。这一技术不仅在提高设计精度、优化各方协同方面发挥了重要作用,还显著降低了设计中的错误率。

1 BIM 技术在建筑给排水工程设计中的优势

1.1 确保建筑工程设计方案的直观性

BIM 技术通过三维建模将建筑给排水工程设计方案具象化,极大地提升了设计方案的直观性。传统的二维设计图纸常依赖复杂的符号和标注来表达空间关系,这种方法往往无法清晰地传达设计的实际效果。而通过 BIM,给排水系统中的管道、设备及接口位置能够在三维空间内精确呈现,使设计人员能够直观地理解设计意图,从而克服了文字描述或平面图纸的局限性,这种直观性不仅在设计团队内部的沟通中起到了关键作用,更在不同专业领域之间的协同工作中展现了巨大优势。在 BIM 模型中,结构、电气、暖通等系统之间的关系一目了然,设计阶段能够及时发现管线交叉、空间冲突等潜在问题并进行必要的调整。通过 BIM 模型,建筑师、业主及施工单位等各方人员能够

迅速理解设计内容,无需深入解读图纸或接受额外的培训,这在项目初期尤为重要,为确保各方对设计方案的统一理解与认同提供了有效保障。

1.2 便于不同专业的协同管理

在传统建筑设计中,各专业之间的协调通常依赖于二维图纸和纸质文档,这不仅增加了沟通成本,还容易导致信息延误或误解。而通过 BIM 技术,集成的三维数字模型能够将不同专业的设计信息汇聚于同一平台,实现信息的实时共享与更新,从而显著提高了协同管理的效率。以建筑给排水设计为例,管线布置和设备配置中,结构、暖通、电气等专业常常存在交叉与冲突,借助 BIM 模型,各专业人员能够实时查看其他专业的设计方案,轻松识别潜在冲突。一旦发现问题相关设计人员能够立即进行调整,从而避免了传统设计流程中反复修改与反馈的现象,大大减少了因信息滞后或误解所引发的返工与延误。此外,BIM 技术提升了项目管理的透明度。在数字平台上,项目的每个阶段、每一项变更及细节都会实时更新,确保设计、施工与维护环节的无缝衔接。设计师、施工人员、项目经理等各方参与者能够通过同一平台获得准确及时的信息,消除了信息孤岛,从而大幅提升了整体工作的效率。

1.3 便于建筑设计方案的全面分析和评估

BIM 技术的三维建模特性使得建筑设计方案的全面分析与评估更加精准且直观。通过数字化模型,设计人员

能够从多个维度对建筑给排水系统进行深入分析,这一过程远超传统二维图纸所能提供的局限性。例如,BIM模型中的实时数据可以用于水力分析的模拟,这不仅有助于设计师优化管道尺寸、流量和压力,还确保了系统运行的高效性以及资源的合理配置。更为重要的是BIM技术支持对设计方案的可行性、经济性及可持续性等多个方面进行全面评估。在项目初期阶段,设计团队通过模拟不同方案,可以评估每种设计选择的成本、施工难度及后期维护的便捷性,在给排水系统的管道布置中,BIM模型帮助设计师识别出最经济的管道路径,避免了不必要的延伸与交叉,进而有效降低了成本并提高了施工效率。此外,BIM技术还具备环境模拟与能效分析的功能,使设计团队能够评估系统在不同使用场景中的表现,预测其在长期运行中的节能效果及环境影响。通过这种多维度的分析,设计团队能够在方案设计阶段清晰了解每项决策的潜在影响,避免了传统设计中可能出现的盲目性与遗漏。

2 BIM技术在建筑给排水设计中的应用

2.1 方案设计阶段的应用

在建筑给排水工程的方案设计阶段,BIM技术的应用大大改变了传统设计流程。通过三维建模,给排水系统的各个细节能够从一开始就具象化,设计人员得以清楚地查看管道、阀门、检查井等元素在建筑空间中的位置和布局,这种可视化设计方式使设计师能够在初期发现潜在的空间冲突,从而有效优化管道布局提高空间利用效率。在这一阶段,BIM技术的协同优势尤为突出,不同专业的设计人员可基于同一三维模型进行协作,实时共享与更新设计信息,迅速识别并解决设计冲突。举例来说给排水系统的管道可能与电气、结构等其他专业的管线发生交叉。在传统设计中,纸质图纸和口头沟通是解决这些问题的主要手段,而BIM模型则能实时展示冲突,允许设计人员立即进行调整,避免后期施工因设计缺陷而导致的返工和延误。BIM还支持对多种设计方案的比较与评估,在方案设计阶段,设计人员通过调整模型中的参数,能够迅速生成多个方案并进行技术与经济性评估。例如,BIM系统的水力分析功能可以模拟不同管道直径、流速及布局,帮助设计团队选出最优化的方案,从而实现节能、降低消耗及简化施工的目标。

2.2 项目准备阶段的应用

在建筑给排水工程的项目准备阶段,BIM技术的应用显著提升了整体规划与准备工作的效率。通过构建精确的三维模型,项目团队得以在早期阶段深入分析建筑物及给排水系统的各项需求,为后续施工提供明确的指导。与传统方法相比,BIM技术使项目经理能够全面掌握项目规模、进度以及资源配置等关键信息,确保准备工作中的每个细节都不被遗漏。BIM模型有助于在项目准备阶段进行施工可行性分析,及时识别潜在的技术问题。施工人员及项目

经理可借助BIM模型模拟复杂的管线布局,合理规划施工顺序,避免因空间紧张或管道交叉而导致的施工困难,BIM技术还能够精确预测所需材料、设备及人工资源,从而帮助团队制定更加精准的成本预算与采购计划。通过这种精确的资源管理,材料浪费得以减少,所需物料也能准时到场,避免了因物资短缺或调度问题而造成的施工延误。通过提供数字化的施工图纸,BIM技术为施工队伍提供了更加直观的设计意图,确保施工人员能够准确执行各项施工任务。借助虚拟施工模拟,施工队伍能够提前识别潜在的施工障碍并及时调整方案,这为实际施工奠定了更加坚实的基础。

2.3 模型构建与管道布置

在建筑给排水工程设计中,模型构建与管道布置作为关键环节,直接决定了系统性能与施工效率。借助BIM技术,设计人员可以在虚拟环境中精确构建整个给排水系统模型,从而实现管道的优化布置,与传统二维设计相比这种三维建模方式更加高效、准确,显著减少了设计过程中常见的错误与冲突。在模型构建阶段,BIM技术使得设计人员能够依据建筑的实际结构,精准地定位给排水管道的走向与位置,每一条管道、每一个配件及阀门都能够三维模型中清晰呈现,确保与其他系统(如电气、暖通等)之间的空间协调,避免了传统设计方式中常见的空间冲突问题。尤其在高层或复杂建筑项目中,BIM模型提供了直观的管线交叉与重叠位置,设计人员因此能够优化管道布局,有效防止后期施工中的返工与资源浪费。BIM技术还具备强大的管道设计优化能力,通过模拟管道的流量、压力及水力条件,设计人员得以精确计算管道的直径、材质及布局方式。例如,水力分析工具的使用,使BIM能够预测管道系统在不同负荷下的表现,从而帮助设计人员调整管道规格优化水流路径,确保给排水系统的高效运行。这种优化设计不仅能够降低工程成本,简化施工难度且能减少材料浪费,提高资源的使用效率。

2.4 碰撞检测与冲突排查

在建筑给排水工程的设计与施工过程中,管道系统常与其他专业设施(如结构、电气、暖通等)交织在一起,导致管线交叉、空间冲突等问题。传统设计方法通常依赖人工检查或凭经验判断,这种方式容易出现盲点或误差。相比之下,BIM技术通过其强大的碰撞检测与冲突排查功能,能够有效消除这些隐患,显著提高设计的精确度从而确保施工的顺利进行。在BIM模型中,各类管道、设备以及建筑构件的位置被精确地定位为三维空间中的数据点。因此,当不同专业的系统集成至同一模型时,BIM技术可自动检测管道与其他设施之间的碰撞或空间重叠。例如,给排水管道可能与承重墙、梁柱或通风管道发生干涉,BIM系统会实时发出警报,提示设计人员进行调整。此项碰撞检测功能使设计团队能够在施工前及时发现并解决潜在

冲突,避免了后续施工中的返工与延误。进一步讲 BIM 还支持在多专业协同设计的背景下进行冲突排查,设计人员可通过 BIM 系统模拟管道的铺设路径,检查水管、污水管、消防管等不同系统是否存在交叉冲突。如发现问题,设计师可在设计阶段对管道布置进行优化调整,从而有效避免施工过程中出现复杂问题与潜在隐患。

3 BIM 技术在给排水设计中的未来发展趋势

3.1 智能化与数字化融合

随着技术的不断进步,BIM 技术在建筑给排水设计中的发展逐渐走向智能化与数字化的深度融合。智能化技术的引入不仅增强了 BIM 模型的功能,还为设计、施工及后期运营带来了前所未有的可能性。未来,BIM 将不再仅仅是一个静态的设计工具,而是一个具备实时数据分析与自动优化功能的智能系统。通过与人工智能、大数据、云计算等先进技术的结合,BIM 在设计初期能够通过对大量数据的处理与计算,提供更加精确的设计方案。例如,在给排水系统的水力分析中,BIM 可以基于实时使用数据、气候变化及水资源需求,自动调整管道布局与规格,在优化设计的同时,降低能耗与材料浪费^[1]。此外,AI 算法可以预测系统在不同条件下可能遇到的问题提前发出智能预警,从而减少人为错误的发生,提升系统的可靠性与运行效率。在数字化方面,BIM 与物联网 (IoT) 技术的结合使建筑给排水系统具备了实时监控与远程管理的能力。通过传感器收集的数据,BIM 能够实时跟踪管道系统的运行状态、压力变化及水质情况,为设计人员与运维团队提供准确的信息反馈,这种数字化监控不仅可以在运营阶段提前识别潜在故障,还能帮助管理人员优化资源配置,提高水资源的利用效率,并增强管道维护的效果。智能化与数字化的深度融合不仅是 BIM 技术发展的必然趋势,也为建筑给排水设计带来了更高的精准性、效率与可持续性。通过这种集成,BIM 将成为一个更加智能、灵活且高效的工具,推动建筑行业朝着更加绿色、智能的方向持续发展。

3.2 行业标准化与信息共享

随着 BIM 技术的广泛应用,行业标准化与信息共享逐渐成为推动发展的核心因素。标准化不仅规范了 BIM 模型的技术要求与建模流程,还确保了不同项目团队与专业之间的数据兼容性,从而显著提升了协作效率。通过统一的标准,设计、施工及运维团队能够共同使用相同的数据模

型,这一做法有效减少了沟通中的误差与重复劳动,进而优化了项目的执行过程^[2]。信息共享通过云平台与开放接口的支持,打破了传统“信息孤岛”的局限,实现了各方在设计、施工、材料等方面的实时数据访问。这一共享机制极大地增强了项目的透明度与资源利用效率,确保了各环节之间的顺畅协调。在此背景下,行业标准化与信息共享的进一步发展,不仅提升了建筑给排水设计的质量与效率,也推动了整个行业向智能化与协同化方向不断迈进。

3.3 BIM 技术与物联网 (IoT) 的结合

BIM 与物联网 (IoT) 的融合,推动了建筑给排水系统向智能化管理迈进,通过传感器实时监测水流、压力、温度等参数,物联网将这些数据与 BIM 模型连接起来,从而实现了动态监控与优化。在设计阶段,BIM 借助 IoT 提供的实时数据,对管道布局与设备选型进行了精确优化;而在施工与运营阶段,实时监控系统的状态,潜在问题可以及时发现并进行预防性维护,从而有效降低了维修成本与风险^[3]。通过这一结合,BIM 与物联网不仅显著提升了系统管理的效率,也在建筑能效及其可持续发展能力方面取得了突破。

4 结语

随着技术的不断进步,BIM 技术在建筑给排水设计中的应用展现了其巨大的潜力与优势。设计的直观性不仅得到了提升,各专业之间的协同合作也得到了优化,同时智能化管理的实现得以推动。作为推动建筑行业高效、绿色、智能发展的核心力量,BIM 正逐步改变行业的运作模式。展望未来,随着智能技术、行业标准化以及物联网等新兴技术的深入融合,BIM 将在建筑给排水工程的设计、施工与运营阶段发挥更加重要的作用,为建筑行业朝着更精确、高效及可持续的目标迈进提供有力支持。

[参考文献]

- [1]王胤.BIM 技术在建筑给排水设计中的应用[J].大众标准化,2024(2):169-171.
 - [2]储蓄.BIM 技术在建筑给排水工程设计中的应用[J].技术与市场,2021,28(9):109-111.
 - [3]方阳.探讨 BIM 在建筑给排水工程设计中的应用[J].智能城市,2020,6(18):27-28.
- 作者简介:冯腾(1990.11—),毕业院校:河北建筑工程学院,专业:建筑环境与设备工程,单位:河北铭威工程设计有限公司,职务:给排水设计,现职称:工程师。

市政道路试验检测的问题与质量控制对策

陈萌萌 李 阳*

衡水市建设工程质量检测中心有限责任公司, 河北 衡水 053000

[摘要]随着城市化进程的加快,我国市政道路建设正处于蓬勃发展阶段。城市规模的不断扩大、新城区的规划建设以及旧城区的改造和现代化都依赖于市政道路建设的支持。道路建设里程逐年增加,其建设质量直接影响城市交通的畅通、居民出行的安全和舒适。在此背景下,市政道路建设的质量引起了社会各界的广泛关注,试验检测工作作为确保道路质量的关键要素的重要性日益重要。

[关键词]市政道路;道路检测;问题与质量控制

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15003

中图分类号: U415

文献标识码: A

Problems and Quality Control Strategies in Municipal Road Inspection

CHEN Mengmeng, LI Yang*

Hengshui Construction Engineering Quality Testing Center Co., Ltd., Hengshui, Hebei, 053000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization, the construction of municipal roads in China is in a stage of vigorous development. The continuous expansion of urban scale, the planning and construction of new urban areas, and the renovation and modernization of old urban areas all rely on the support of municipal road construction. The mileage of road construction has been increasing year by year, and its construction quality directly affects the smoothness of urban transportation, the safety and comfort of residents' travel. In this context, the quality of municipal road construction has attracted widespread attention from all sectors of society, and the importance of testing and inspection work as a key element in ensuring road quality is becoming increasingly important.

Keywords: municipal road; road inspection; problems and quality control

引言

随着人们生活水平的提高,对市政道路质量的要求也越来越高。市政道路不仅要满足交通的基本功能,保证车辆和行人的安全畅通,还要在耐久性、舒适性等方面达到高标准。试验检测在市政道路建设中起着决定性的作用。它就像一个道路质量“把关人”,对项目涉及的原材料、零部件、半成品、成品和施工现场物理进行定量检测,科学合理地评估道路施工的质量。通过使用实验测试的数据,可以确定建设项目是否符合相应的建筑标准,及时发现施工过程中的问题和不合格产品,并采取有效的纠正措施,确保市政道路的最终质量,使其更好地服务于城市发展和人民日常生活

1 试验检测对市政道路的关键意义

1.1 确保材料符合设计要求

市政道路的建设涉及水泥、骨料、沥青等多种原材料。试验测试可以准确地确定这些材料的各种物理和化学性能指标,以确保它们符合技术设计的具体要求。例如,水泥的强度等级、凝结时间等指标必须满足道路结构强度和耐久性的设计要求。只有通过严格测试并合格的材料才能进入施工现场,从而为道路质量奠定坚实的基础。

1.2 降低工程成本

在试验检测过程中,可以分析不同供应商材料的经济性。通过选择高质量和具有成本效益的材料,可以有效避

免因使用劣质材料而导致的返工或维护成本增加。同时,合理的材料选择和使用也有助于优化工程设计方案,减少不必要的材料浪费,实现工程成本的准确控制

1.3 项目内容监控

试验测试经历了市政道路建设的不同施工阶段。在路基施工阶段,通过检测路基底板的压实度和含水量等指标,可以及时发现路基填筑过程中的问题并进行相应调整;在道路施工阶段,测试沥青混合料的温度和马歇尔稳定性可以确保道路的平整度、防滑性等性能符合要求。这使得工程管理能够全面准确地掌握项目的施工质量状况,及时调整施工技术和进度,确保项目顺利进行。

2 市政道路试验检测的主要内容与常用方法

2.1 检测内容涵盖范围

2.1.1 无机综合料检测

无机复合材料常用于市政道路建设的基础施工。试验重点关注土壤含水率和含水量等关键指标。例如,通过精确检测含水量,可以确定含水量的最佳范围,以确保无机复合材料在压缩过程中达到最大干密度,从而提高基层的承载能力和稳定性。

2.1.2 沥青混合料检测

沥青混合料是道路建设的核心材料。检测内容主要基于饱和度、沥青含量、密度等方面。精确测定沥青含量对路面的附着力和耐久性至关重要,而饱和度和密度直接影

响道路对接缝和防水的阻力。

2.1.3 集料检测

集料作为道路材料的重要组成部分,集料必须经过严格的颗粒形状、粒径、分选和耐久性测试。良好的集料级配可以形成道路材料的狭窄骨架结构,提高道路的整体强度和稳定性。

2.2 常用检测方法列举

2.2.1 土工实验

土工试验是市政道路检测和检验的基本内容之一,主要包括含水量测试、颗粒分析和土工压实试验。含水量测试为通过测量土壤样本中的含水量来调整土壤含水量提供了依据。适当的含水量可以在压实过程中实现土壤的最佳压实度,从而提高道路路基的承载能力。颗粒分析可以确定土壤颗粒的尺寸分布,以确定土壤的类型和适用性。土壤压实试验是确定土壤最大干密度和最佳含水量的关键试验,是测量土壤压实度的标准参考。

2.2.2 压实度检测

压实度试验在市政道路施工的质量控制中起着决定性的作用。它是衡量道路施工过程中填料或其他道路施工材料压实度的关键指标。不同道路施工材料的压实度定义略有不同。例如,沥青表层的压实度是现场密度与室内标准密度的比值,而基材的压实度则是现场测量的干密度与标准室内压实试验获得的最大干密度的比值。压实度检测可以及时发现压实不足或过度的区域,确保道路各结构层的压实质量符合设计要求

3 市政道路试验检测现存的问题分析

3.1 试验检测费用不足问题

3.1.1 检测数量受限情况

在市政道路建设中,由于检测和检验成本不足,经常发生几批进厂原材料只能一批送检的情况。例如,在市政道路项目中,相同规格的水泥在不同时间分批交付,但为了节省测试成本,单位只选择一批进行测试。这使得无法准确测量每批水泥的质量波动。如果大量水泥存在质量缺陷,这会影响整个道路结构的强度和耐久性,并对道路质量构成严重风险。

3.1.2 检测项目不全现象

一些组件在测试过程中故意减少试件的数量以降低成本。以水泥稳定土基层主控工程为例,应按规范要求同时进行压实度试验和7天无侧限抗压强度试验。然而,一些设计单位只进行压缩试验,不进行7天的不受控抗压强度试验。这样,虽然压实度可以满足要求,但无法确定水泥稳定底部在长期交通荷载下的强度性能,这很容易导致使用过程中道路底部过早出现裂缝、变形等病害,影响道路的使用寿命

3.1.3 检测数据失真隐患

一些检测单位在要求低价交易后,经常采取不道德的

手段寻求经济利益。例如,一些检测设备通过伪造测试数据和发布虚假报告进行欺骗。在检测市政道路桥梁工程时,检测单位没有按照规定的检测方法和标准检查桥梁的混凝土强度,而是制作了检测数据并发布了虚假报告。这种行为使得工程装配无法真正了解项目的质量状态。一旦有质量问题的道路投入使用,就会导致交通事故,对人民生命财产安全构成严重威胁。

3.2 试验检测市场不规范,监管力度不足问题

目前,市政道路试验检测市场存在违规行为。一些检测单位在收到报价后非法将检测工作授予一些试验检测站,以降低成本。这些试验检测站通常设备简陋,技术人员的技术技能有限。例如,一个特定的测试单位委托一个小型测试站对市政道路沥青混合料进行测试。由于缺乏先进的沥青测量设备和专业技术人员,检测站在检测过程中只能使用简单的估算方法,导致检测结果与实际情况存在较大差异,无法准确反映沥青混合料的质量状况。此外,这些测试站可能会提交虚假报告以完成任务。这种行为不仅扰乱了检测市场的正常秩序,而且使市政道路建设质量难以得到有效保证,严重阻碍了市政道路建设的健康发展。

3.3 试验检测仪器精度不高问题

在一些市政道路工程试验检测中,存在表面检测是主要方法的情况,并且过度依赖目视检查等低精度检查方法。例如,在检查路面平整度时,一些单位仅依靠施工人员的目视检查来确定路面是否平整,而不使用专业的平整度测试仪进行精确测量。这种目视检查方法只能粗略地评估路面的平整度,不能准确地检测路面上的小波和不平整。这可能会导致不符合平滑标准的平滑路面。在车辆运行过程中,可能会出现不均匀和驾驶舒适性降低的情况。同时,道路磨损加速,道路使用寿命缩短。

3.4 见证取样送检程序流于形式问题

在市政道路试验检测中,观察取样和检验程序是确保检验数据真实性和可靠性的重要环节,但在实践中往往流于形式。例如,在检查路面压实度时,一些检查员没有将地下室室的填充水平作为评估的重要依据。在进行压实试验时,没有准确测量基础强度和填土高度,只有在固定的试验点后才进行取样试验。这样,就不可能全面准确地绘制路基的压实质量图。如果道路投入运营后未检测到路基的一些薄弱部位,这些部位可能会因无法承受交通荷载而出现沉降、坍塌等问题,严重影响道路的安全性能。

3.5 试验检测人员专业素质参差不齐问题

随着城市道路规模的不断扩大,对试验检测人员的需求也在增加,导致一些员工加入了专业素质较低的试验检测团队。这些员工在工作中表现出了许多问题,比如对检测设备的使用一无所知。在操作一些先进的检测设备时,如高精度沥青表,缺乏专业培训,很难正确操作设备,导致检测结果不准确。此外,一些检测人员的工作态度是临

时的,在检测过程中不遵守标准要求,随意更改检测数据。在市政道路项目的骨料检测中,检查员没有对骨料进行充分的筛选和称重,以尽快完成任务,而是随意填写数据。这种行为导致检测工作无法真实反映材料的质量状态,这很容易导致在道路施工中使用不合格的材料,从而影响道路的质量,甚至可能导致道路施工在移交和验收过程中变得不合格,需要返工并延误项目进度。

4 市政道路试验检测质量控制对策探讨

4.1 保障充足的试验检测费用投入

在项目规划的早期阶段,应根据项目的范围、设计的复杂性以及相关标准和规范,为试验检测成本制定适当的预算。确保在原材料检测过程中,每批原材料都能按照国家标准和设计文件的要求进行充分的取样,并确保测试项目完整。例如,对于水泥和钢材等重要原材料,不仅要检测其常规物理性能指标,还要进行必要的化学分析检测。只有这样,我们才能获得真实可靠的检测数据,及时发现原材料的质量问题,为市政道路建设的质量提供强有力的保证。

4.2 规范试验检测市场,强化监管力度

政府主管部门应建立严格的检测检验单位审批机制,对申请进入市政道路试验检测市场的单位进行全面审查,包括资质水平、设备配置、人员素质等方面。同时,应加强对试验程序的监测,并引入定期检查和不定期取样制度。如果监管程序确定审计单位涉及非法分包检测业务、发布虚假报告和其他行为,应依法受到严厉处罚,包括罚款、吊销资格证书等。此外,检测单位的招标过程应标准化,以避免恶意低价竞争,确保检测市场公平、公正、有序的竞争环境,从而确保检测结果的准确性和可靠性。

4.3 提升试验检测仪器精度

市政道路建设和检测单位应当加大对试验检测仪器设备的投入,定期更新和维护检测仪器设备,确保其性能良好、精度可靠。在选择测试仪器时,应优先使用技术先进、精度高的仪器设备。例如,在测试沥青混合料时,可以使用高精度沥青仪和马歇尔稳定仪等先进设备更准确地测量沥青混合料的各种性能指标。同时,要加强对检测仪器设备操作人员的培训,使其能够熟练掌握仪器设备的操作方法和维护要点,充分发挥仪器设备的检测效率,为道路质量控制提供更准确的数据支持

4.4 严格执行见证取样送检程序

建设单位、施工单位和监理单位应共同制定并严格执行详细和标准化的证人取样送检程序和标准。在见证抽样过程中,应确保抽样的随机性、代表性和真实性。例如,在对路基进行压实试验取样时,应根据路基的面积和长度等因素合理确定取样点的数量和位置,以确保全面反映路基的压实质量。同时,加强对见证人员、取样人员和检验人员的培训和监督管理,提高他们的责任感和专业水平,严格遵守规定的程序和操作要求,防止见证检测和检验程

序的现象流于形式,从而提高检测数据的真实性和道路质量评估的准确性。

4.5 提高试验检测人员专业素质

检测中心应加强对检测人员的技术培训,定期组织内部培训和外部专家讲座,不仅包括材料性能、检测标准和规范等检测理论知识,还包括检测设备和仪器的操作方法、数据处理和分析等实际操作技能。培训的重点。同时,建立严格的考核制度,对经过培训的人员进行考核,只有通过考核的人员才能上岗。此外,检测单位应建立健全人才激励机制,奖励工作表现优秀、检测数据准确可靠的人员,鼓励他们不断提高专业素质,从而建设一支高素质、高层次的检测队伍,为市政道路检测检测工作的高质量发展提供坚实的人才保障

5 结论

本文深入分析了市政道路试验检测中存在的诸多问题。通过研究这些问题和对策,为市政道路检测工作提供了全面的认识和参考,有助于相关部门和人员在实际工作中采取有效措施,提高市政道路试验检测质量,从而保证市政道路工程的整体质量。随着技术的不断进步和对市政道路建设需求的不断增加,未来的市政道路试验检测工作将朝着更智能、更自动化、更精确的方向发展。同时,试验检测标准和规范不断改进和更新,以适应新材料、新工艺和施工要求。此外,将进一步加强试验检测数据的信息管理,建立大数据平台将使测试数据能够交换、分析和使用,从而为市政道路的规划、建设、维护和管理创造更科学、更全面的决策依据,从而促进市政道路建设的可持续、健康、高质量发展。

【参考文献】

- [1]方明巧. 探析市政道路试验检测的问题与质量控制对策[J]. 工程管理与技术探讨, 2023(1): 1.
 - [2]莫宗颖. 市政道路工程试验检测常见问题及解决对策[J]. 百科论坛电子杂志, 2023(6): 308-310.
 - [3]孙琳. 试论市政道路工程试验检测常见问题及解决对策[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023(4): 3.
 - [4]张恒. 市政道路工程试验检测常见问题及解决对策[J]. 电脑爱好者(普及版)(电子刊), 2023(4): 3959-3960.
 - [5]张恒. 市政道路工程试验检测常见问题及解决对策[J]. 电脑爱好者(普及版)(电子刊), 2023(4): 3959-3960.
- 作者简介: 陈萌萌(1987.11—)女, 学历: 本科, 毕业院校: 燕山大学, 所学专业: 土木工程, 目前职称: 工程师, 目前就职单位: 衡水市建设工程质量检测中心有限责任公司; *通讯作者: 李阳(1997.9—), 男, 学历: 本科, 毕业院校: 燕山大学, 所学专业: 土木工程, 目前职称: 工程师, 目前就职单位: 衡水市建设工程质量检测中心有限责任公司。

TRD 等厚度水泥土地下连续墙施工技术

李徐德

武汉市市政建设集团有限公司, 湖北 武汉 430000

[摘要]当前城市化建设中加大对地下空间的开发和利用, 市政建设中深基坑支护施工受到越来越多的关注。施工单位要充分利用有效的地下施工手段, 方能保证施工的安全。TRD 等厚度水泥土地下连续墙施工技术凭借其适用范围广、施工稳定性好等技术优势, 已经得到国内众多工程建设广泛的应用。本篇文章结合北湖泵站扩建及北湖大港改扩建工程, 进一步介绍其施工工艺、技术措施, 为后续 TRD 工法施工技术在工程领域施工提供技术保障和工艺保障。

[关键词]地下连续墙; TRD 工法; 施工工艺

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15034

中图分类号: TU463

文献标识码: A

Construction Technology of Continuous Wall under TRD Thick Cement Soil

LI Xude

Wuhan Municipal Construction Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract: In the current urbanization construction, the development and utilization of underground space are increasing, and the construction of deep foundation pit support in municipal construction is receiving more and more attention. The construction unit must fully utilize effective underground construction methods to ensure the safety of construction. The construction technology of continuous walls under cement soil with TRD thickness has been widely applied in many domestic engineering constructions due to its wide applicability and good construction stability. This article combines the expansion of Beihu Pump Station and the renovation and expansion project of Beihu Dagang to further introduce its implementation process and technical measures, providing technical and process support for the subsequent TRD construction technology in the engineering field.

Keywords: underground continuous wall; TRD construction method; construction technology

引言

随着社会快速发展, 科学技术的不断创新, 市政地下施工水平得到显著提升, TRD 工法作为原位置混合搅拌连续墙施工工艺, 在实际应用中可有效地替代传统地下施工建设手段, 借助混合搅拌原土和水泥浆灌注, 形成新的等厚度水泥墙, 并保证连续墙能够具备均匀一致的厚度, 良好的地下工程环境, 提供有力的基础加固支撑作用。现阶段该技术已经被应用到各大地下工程或护岸工程中。本文以北湖泵站扩建及北湖大港改扩建工程为例, 该工程地处武汉市东侧, 周围湖泊较多, 其水系湖泊有白湖、严西湖、竹子湖、青潭湖以及严东湖, 东侧紧临长江。工程基坑工程距江堤较近, 最大开挖深度达 15.7m, 基坑采用排桩围护加两道支撑的形式, 排桩采用单排钻孔桩加 TRD 工法深层水泥土搅拌墙止水帷幕。在项目应用中取得了质量、安全可靠、经济环保的效果。

1 TRD 工法工艺原理

TRD 工法的具体实施, 需经过以下步骤完成: (1) 利用动力箱液压马达, 实现对链锯式刀具的驱动。(2) 将切割刀具箱竖直向下插入地层, 可形成分段的插入, 保证达到预定深度。(3) 到预定深度后可转变刀具方向, 形成水平横向运动, 可让链条带动刀具, 形成上下的回转。(4) 在切割的同时可借助切割箱的注料口, 在原土内灌入水泥浆, 形成等厚度的水泥土墙。(5) 可在必要时增加连续土

墙的刚度, 插入型钢作为支撑。通过上述工艺原理可对该技术进行概括, 即该技术是基于水平轴锯链式切割箱进行垂直整体搅拌的过程, 与传统的垂直轴螺旋钻杆水平分层搅拌技术存在明显差异, 且更有应用价值。

2 TRD 工法与传统工法相比的优势特点

该技术凭借具体的工艺原理, 在地下工程及护岸工程中具有显著的技术优势, 与传统的工法相比, 其具体的优势特点总结如下:

2.1 稳定性更高

TRD 工法作为现阶段地下工程建设的主流技术手段, 其与传统工法比较, 具有更高的稳定性。TRD 工法所用的相关机械设备, 相比传统工法没有高度上的限制, 具有良好的通过性。传统工法中 10 米多的设备存在着一定侧翻隐患, 而 TRD 工法不存在此种安全隐患, 可在施工中直接将切割箱插入地下, 无倾倒的风险。同时, TRD 工法在施工中还不受深度影响, 更具精度效果, 此点比传统工法更具优势, 可借助施工管理系统对切割箱的横纵深度进行实时监测, 切实保证连续墙的成墙精度。

2.2 成墙质量更好

TRD 工法相比传统工法更有更好的成墙质量效果, 其可通过横向运动成墙, 保证墙体厚度的一致性, 由此建立的连续墙比传统工法建成的柱列式连续墙等更具防渗效

果,检测后得出渗透系数可达 10-7。另外,由于 TRD 工法施工建设的墙体具有连续性特点,其强度较为均匀,能够有效地节省施工材料,提升施工效率。

2.3 适应性更强

TRD 工法与传统工法相比,还存在适应性方面的优势,展现出更加优越的适应性效果。其中,该技术在施工中可根据施工区域的地质情况,进行切割刀的选择,并利用计算机操控,调整插入和切割的速度和强度,能够适用多种不同地质条件及不同地层范围。如,可在砂、粉砂、黏土、砾石等土层中进行施工,亦可更改切割刀类型在鹅卵石、粘性淤泥、砂岩、油母页岩等硬质地层中施工。

3 TRD 工艺流程及操作要点

3.1 工艺流程

在该工程中应用 TRD 工法,根据工程实际需求,可将施工流程大致可简述为先插入切割箱,再进行水泥浆搅拌成墙,最后拔出切割箱。具体的 TRD 施工工艺流程图如下:

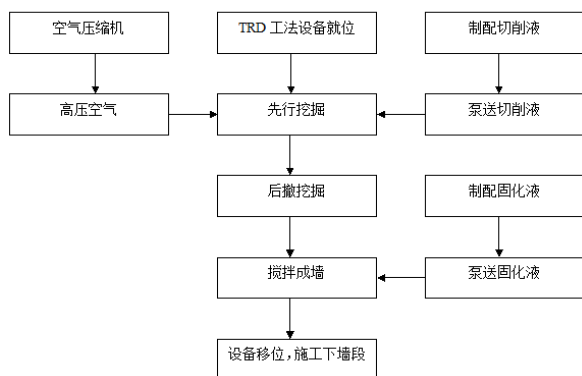


图1 TRD 工法成墙工艺流程图

3.2 施工技术要点

3.2.1 测量放线与设备吊装

在 TRD 工法施工前,要先依据设计图纸进行成墙位置的确认,对具体的成墙坐标进行标注,并利用测量仪器进行放样及放线复核。其中,为了保证施工的安全,要对相关区域进行加固处理,切实保证地基的承载力,能够承载 TRD 工法设备的重量,保证区域地基结构的稳定性。同时,可用挖掘机进行工槽的开挖,形成与护墙中心线平行的工作沟槽,并将预埋箱吊入其中。

3.2.2 仪器设备安装

该工程中为保证施工的有效性,在施工场地一侧架设了全站仪,进行位置的校正。在工作沟槽内搭建支撑台,并将切割箱吊装在支撑台上,建立 TRD 主机与切割箱的连接。另外,为实时检验切割箱插入的深度,可安装斜测仪,对插入的垂直精度进行控制。

3.2.3 切割成墙

待所有仪器设备均连接完成后,可对切割箱进行启动,为切割箱注入挖掘液或固化液,切割一段距离后要让设备撤回原来位置,将箱内的固化液注入原位土体中,形成

强制混合搅拌,进而完成等厚水泥土地下连续墙的浇筑。该施工过程中需注意的要点如下:(1)切割施工过程中,要对 TRD 工法桩机的状态进行确认,确保其底盘与地面平行,且要保证导杆的垂直度,使用相关测量仪器进行检测确认,允许差值为 1/250。(2)切割箱型号的选择要根据等厚度水泥土搅拌墙的墙深决定,并采用分段连续切割的方式进行挖掘。(3)切割箱自行打入预定深度时,要适当地进行挖掘液注入量的调整,进而让混合浆形成状态上的变化,增加其浓度和粘度。(4)可借切割箱内部的测斜仪进行垂直度监测,确保连续墙垂直度精度。(5)对于相邻墙体的拼接,可在拼接处预留 30~50cm 距离,且在拼接过程中要控制挖掘速度,确保拼接质量。(6)在 TRD 工法施工过程中,若遇因故停机的状态,要将切割箱移动到成墙区 3.4m 外,并尝试注入高浓度的挖掘液,实施临时性的退避保养操作,此种操作不仅可以避免切割箱被抱死,还能够一定程度上保障成墙效果。另外,在切割成墙施工过程中,还要进行浆液流动度测试,即对成墙的混合泥浆流动度进行测试,保证成墙品质。由于该工法的施工中,会产生一系列废弃泥浆,要进行统一堆放和集中处理。

3.2.4 拔除切割箱

完成一段工作面的施工后,可将切割箱分段拔出,并对切割箱的状态进行确认,确保无异常后,再进行固化液的补充,便于后续再切割成墙作业,切割箱的拔出应选择远离架空线的位置进行。

3.3 特殊部位施工

TRD 遇到转角时,有外拔切割箱和内拔切割箱两种处理方案。

(1)针对转角的外拔切割箱处理,要保证墙体外侧无障碍物或地下管线,至少进行 5m 范围内的清场操作。

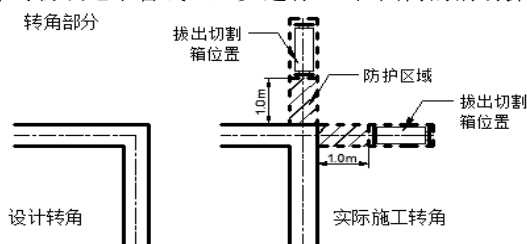


图2 外拔切割箱示意图

(2)内侧拔出切割箱:在不满足外拔的条件下,尤其是埋地高压线及架空高压线不满足施工范围条件下,选择从施工墙体内侧拔出切割箱。

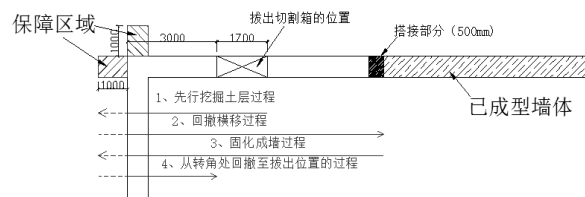


图3 内拔切割箱示意图

4 等厚度水泥土地下连续墙施工质量控制措施

4.1 材料质量检测

为进一步保证等厚度水泥土地下连续墙质量,要对所使用的所有施工材料进行质量检测,进场前要依照采购清单进行材料的核对,并对到货的材料进行试验检测,尤其针对施工中的水泥质量,要进行严格的控制,由于水泥直接关系到连续墙的强度,要进行抽检试验。

4.2 水泥土试块制作及钻孔取芯检测

4.2.1 水泥土试块制作

在进行水泥质量试验过程中,可根据水泥原材料进行试块制作,并针对试块的强度进行检验,以确认等厚度水泥土搅拌墙身的强度。该工程中针对水泥原材料进行了28d养护后,实施试块钻孔取芯试验。具体的试块参数见下表,试块的取样点应集中在低于墙顶1m处位置,检验其无侧限抗压强度。其中,要在延长米方向每30m进行一次抽检取芯,同处取芯数量要 ≥ 3 件,同一等厚度水泥土连续墙取芯数量 ≥ 5 处。

表1 水泥土试块制作标准参数表

序号	试块名称	试块规格	组数	备注
1	TRD工法水泥土试块	7.07×7.07×7.07cm	3组/幅	每台班抽查2幅等厚度水泥土搅拌墙。

4.2.2 钻孔取芯检测要求

针对试块的检测要求要点如下:(1)试块需保证已经经过28d的养护期,并采用 $\Phi 110$ 钻头进行钻取桩芯和薄壁取土器进行水泥土芯样的获取,且实现进行钻杆的校直,避免设备发生抖动,形成对连续墙的扰动。(2)获取的试块要进行及时的蜡封处理,避免其长时间接触空气,影响检验结果。(3)为了能够保证试验钻取的准确性,要在钻取前将等厚度水泥土搅拌墙的墙顶进行暴露,确保取样位置恰好在搅拌墙中心线上。(4)若存在取样异常现象,如取芯中出现连续墙形变等,要立即停止取芯,并进行相应的加固处理。(5)试块的试验研究,要根据土层分布进行分段处理,保证试验评价的准确性。其中,分段长度不可大于其涂层厚度,且要针对试块的颜色、形状、密实度、均匀性、水泥含量、强度等进行试验。(6)对于试验中土样的检测,除了要进行及时密封外,要进行详细的标注,确保试验结果的有效性。同时,密封土样要避免暴晒或冰冻,并在24h内进行抗压强度检测,避免出现性能失效的情况。(7)可将水泥土制成圆柱体抗压试件,并依据试验要求进行高径比的设定,避免大面积的搅动制作,影响试样的稳定性。(8)对于存在异常的检测结果,要协同相关单位及部门,进行情况说明,并追加检验,保证检验结果的可信度。

4.3 质量控制注意事项

在进行等厚度水泥土地下连续墙施工中,为保证其施工质量,要做好相关施工控制,具体的控制要点如下:(1)

对TRD工艺及相关设备进行检查,并建立质量验收标准,保证施工质量。(2)要对施工过程进行严格控制,如在施工中要安排专人在现场进行桩机垂直度、桩机移位、切割箱钻进深度、挖掘速度等的检验,并对固化液配比进行严格控制。(3)加强对施工现场的控制,要进行相关设备的复检,确保设备安装良好,参数设置正确后,方可启动施工。(4)该工程TRD工艺的实施过程中,需听从监理的监督,确保工程施工的安全性和可靠性。

4.4 TRD工法施工控制参数

表2 控制参数表

参数名称	拌制材料	掺入量 (每立方被搅拌土体)	混合泥浆流动度控制
挖掘液	钠基膨润土	100kg 膨润土	190mm~240mm
固化液	P.O 42.5级普通硅酸盐水泥	不少于25%的水泥,水灰比1.5	180mm~220mm

注意事项:

(1)挖掘液拌制的施工过程按1000kg水、50~200kg膨润土拌制浆液。

(2)挖掘液在施工中主要用于辅助切割箱的插入,及达到预期深度后的设备回撤,可根据工程实际情况进行挖掘液的使用。

(3)固化液使用于成墙搅拌工序。

5 安全措施

(1)针对TRD工法的相关施工规范,及该工程施工要求,在施工现场进行相关的安全施工部署,加强施工现场的安全保护设施安装,并做好施工前的环境安全检验,对施工现场的危险源进行控制,加强施工安全保证。

(2)要在施工全周期对施工人员进行安全教育培训,在施工前确保做好技术交底工作,让施工人员能够形成较强的安全施工意识。在施工期间要每日进行安全会议,保证施工人员能够时刻铭记施工安全的重要性。

(3)制定施工现场安全管理条例,要求施工人员必须完整佩戴安全防护用品,方能参与施工。其中,要保证劳保用品数量充足,确保施工人员能够使用劳动用品进行施工建设。

(4)施工单位要根据夏季和冬季,对施工人员进行防暑和防寒保护。

(5)对施工现场进行定期的安全检查,详细登录存在的安全隐患事故,并及时地对隐患问题进行处理,避免安全隐患的蔓延。

(6)加强对施工现场用电安全的管理,其中,临时用电要严格执行安全用电规定,保证用电的安全性和规范性,对于自主架设的用电线路要保证选用绝缘性良好的电缆材料,并保证施工中电气设备的使用均具备良好的接地保护。同时,要保证移动电气设备有二级漏电保护开关,确保能够提供良好的移动供电效果。

(7) 对于施工中相关设备的安全和拆除,要严格按照施工设备使用规范,进行规范化的操作,并在投入使用前,进行质量验收,确保能够提供正常的作业效能。

(8) 在该工程中要严禁在无安全保护的情况下下槽清孔。

(9) 对于工程中使用的钢丝绳等连接设备,要定期检验其磨损程度,并对其承受限值有所了解,确保其能够满足施工的吊装需求。

6 环保措施

(1) 施工前要加强绿色施工环境保护观念的建立,让工程中每个施工人员都具备较好的环境保护意识。

(2) 采取有效措施,有组织地把施工废水,生活污水经沉淀、过滤后排入污水井,不能直接排入江河,污染水源。

(3) 为保护施工范围内的环境卫生,施工垃圾用汽车运到指定的地点倒弃,施工现场保持干净整洁,每天用完用剩的材料及时处理或堆放整齐。

(4) 对于施工中所需的各种机械设备,要进行集中管理,并严格地控制施工工艺的噪声控制,选择低噪声设备,或进行相应的噪声污染处理。

(5) 施工机具废弃的油料要专门收集,排弃、洒落地上的油污要清洗、覆盖。

(6) 对于项目中产生的固体废弃物,要采取有效的处理方法,避免造成土地资源的影响。

7 结论

与以往传统的深基坑围护施工工艺相比,在市区内实施围护工程时经常碰到设备机械受客观条件限制(如高架桥梁下、架空线下等情况)净空高度不足等情况发生时,由于 TRD 机械设备的高度较低,对于施工场地要求灵活,TRD 工法的组合式刀箱,从根本上解决了这个难题;同时,由于刀箱所处位置影响,施工切割成墙中无多余的工作面的要求,因此,就算在市区实施围护施工过程中,地质情况以及地下障碍物等不明情况较多,采用 TRD 工法可以利用机械自带的链锯进行普通障碍物的切割,故 TRD 工法可以胜任各类土层和砂砾石层地质情况。随着社会的进步,科学的发展,此工法的应用将会赢得更大的市场。

[参考文献]

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. JGJ/T303-2013 渠式切割水泥土连续墙技术规程[S]. 北京:中国建筑工业出版社出版,2014.

[2] 中华人民共和国北京市住房和城乡建设委员会/北京市质量技术监督局. DB11/T 1526-2018 地下连续墙施工技术规程[S]. 北京:中国建筑工业出版社出版,2018.

作者简介:李徐德(1987.9—),男,毕业院校:武汉大学,所学专业:建筑经济管理,当前就职单位:武汉市市政建设集团有限公司,职务:分公司副经理,职称级别:高级工程师。

绿色施工模式下 BIM 技术在市政工程管理中的应用

于文博¹ 金煜凯²

1. 青岛能源热电集团有限公司, 山东 青岛 266000

2. 青岛能源集团有限公司, 山东 青岛 266000

[摘要]随着城市化进程的加快, 市政工程技术作为城市建设的重要组成部分, 其范围和复杂性不断增加。与此同时, 社会对环境保护的关注度日益提高, 绿色施工的概念已经出现, 并逐渐成为市政工程的必然趋势。绿色建筑要求在施工过程中最大限度地节约资源, 减少对环境的负面影响, 实现经济、社会和环境的协调发展, 在 BIM 技术在市政工程中的应用研究方面, 国内外都取得了进展, 但仍有进一步改进和完善的空间。在绿色施工模式下, 如何更深入、更有效地应用 BIM 技术, 实现市政工程的可持续发展, 是一个亟待解决的问题, 也为本文的研究提供了广阔的空间和方向。

[关键词]绿色施工; BIM 技术; 施工工程管理

DOI: 10.33142/ec.v8i1.14992

中图分类号: TU99

文献标识码: A

Application of BIM Technology in Municipal Engineering Management under Green Construction Mode

YU Wenbo¹, JIN Yukai²

1. Qingdao Energy Thermal Power Group Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

2. Qingdao Energy Group Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization, municipal engineering technology, as an important component of urban construction, continues to increase in scope and complexity. At the same time, society's attention to environmental protection is increasing day by day, and the concept of green construction has emerged, gradually becoming an inevitable trend in municipal engineering. Green buildings require maximum resource conservation during the construction process, reducing negative impacts on the environment, and achieving coordinated development of the economy, society, and environment. Progress has been made in the application research of BIM technology in municipal engineering both domestically and internationally, but there is still room for further improvement and refinement. Under the green construction mode, how to apply BIM technology more deeply and effectively to achieve sustainable development of municipal engineering is an urgent problem that needs to be solved, and it also provides a broad space and direction for the research in this article.

Keywords: green construction; BIM technology; construction project management

1 绿色施工与 BIM 技术理论概述

1.1 BIM 技术基本原理与特点

可视化: 它可以将传统 2D 图纸中的抽象设计信息转换为直观的 3D 可视化模型, 使项目中的所有相关方, 包括业主、设计师、施工人员、监理等, 对建筑的空间布局、结构造型、设备配管等设计意图有更清晰、更准确的理解。它可以提前发现设计中的问题和潜在冲突, 避免施工过程中的错误和返工。

模拟性: BIM 技术不仅可以模拟建筑物的物理形态, 还可以模拟和分析其性能, 如能耗模拟、照明模拟、通风模拟、疏散模拟等。在市政工程中, 其模拟能力可用于模拟工程项目的施工过程, 提前制定合理的施工计划和方案, 优化施工过程和资源配置, 预测施工过程中可能出现的风险和问题, 并采取适当的预防措施。

优化性: 基于 BIM 模型中的大量信息, 可以优化建筑规划、施工计划和运营管理。在设计阶段, 通过参数化设

计和数据分析快速比较不同设计方案的优缺点, 选择最优设计方案; 在施工阶段, 根据施工模拟和实际进度, 优化和调整施工资源和施工技术的配置, 提高施工效率和质量; 在运营阶段, 根据建筑物的实际使用和性能数据优化运营参数和维护计划, 以降低运营成本。

协调性: BIM 技术为项目各方提供了一个统一的信息交换平台, 可以有效解决传统工程中信息流差和沟通延迟造成的协调困难。不同专业的设计师可以在同一平台上协作, 实时交换设计信息, 进行碰撞检查, 及时发现和解决设计冲突, 避免施工过程中的设计变更和返工。同时, 施工方、业主、监理等可以基于 BIM 模型进行有效沟通和协调, 共同促进项目的顺利进行。可绘制性: BIM 模型可以直接创建各种传统的二维图纸, 如平面图、剖面图、高度图等。创建。同时, 他们还可以基于模型的详细设计图纸, 如综合管道图、预留孔图、组件加工图等。该图纸信息准确完整, 与模型实时密切相关。当模型发生变化时, 相应

的图纸也会自动更新,大大提高了绘图效率和质量,减少了由绘图错误引起的设计问题。

2 BIM 技术在市政工程管理各阶段的应用

2.1 规划设计阶段

2.1.1 场地分析与优化

在市政工程的规划设计阶段,场地分析是一个决定性的步骤。BIM 技术可以整合地理信息系统(GIS)数据、地形测量数据和环境数据,全面准确地分析项目现场的地形、地貌、气候条件、交通条件和周围建筑物的分布。通过创建三维地形模型,可以直观地表示地形的起伏变化。这使规划者能够确定合理的地形规划、建筑布局和道路方向。此外,BIM 技术可以分析场地内植被分布和生态环境等因素,在设计过程中尽可能保护现有的生态资源,减少对自然环境的破坏。

2.1.2 管线综合设计

市政工程涉及的地下管线众多,如给排水管道、燃气管道、电力电缆、光通信电缆等。综合管线规划的合理性直接影响工程的施工进度、质量和成本。传统的二维绘图方法难以直观地描绘不同管道之间的空间关系,这很容易导致管道碰撞和交叉等问题,给施工带来很大的困难和风险。

BIM 技术的应用有效地解决了这个问题。通过创建 3D 管线模型,各专业的管线设计信息被整合到一个模型中,用于视觉碰撞检测和综合协调。设计人员可以直观地识别模型中管线之间的碰撞点,并及时进行调整和优化,以确保每条管线的布局适当,间距符合法律要求,避免施工过程中的返工和变更。此外,BIM 技术可以创建详细的管线综合图和设计图,为施工人员提供准确直观的施工指导。施工人员可以根据 BIM 模型中的信息清楚地了解每条管道的位置、方向、直径、埋深等参数,准确定位和安装,提高施工的准确性和效率。同时,BIM 模型还可以与施工计划相结合,直观地模拟施工过程,提前规划施工过程和资源配置,避免施工过程中的相互干扰和冲突,确保项目顺利进行。

2.2 施工阶段

2.2.1 施工进度模拟与管理

在市政工程的施工阶段,BIM 技术可以与施工规划相结合,通过将 3D 模型与时间维度相结合来模拟 4D 施工进度。首先,根据施工方案和进度将每个施工任务及其进度映射到 BIM 模型中的相应组件,并创建一个具有时间属性的 4D 模型。通过可视化 4D 模型,可以直观地可视化整个项目的蓝图,包括每个施工阶段的开始和结束时间、施工顺序以及每个过程之间的逻辑关系,此外,BIM 技术还可以实时跟踪实际项目进度,并将其与计划进度进行比较和分析。通过收集施工现场的实际进度数据并将其返回 BIM 模型,可以实现可视化比较和进度指标。一旦检测到实际进度和计划进度之间的差异,项目管理可以快速确定原因,并采取适当的行动及时进行调整。同时,BIM 技术还可以优化施工资源的配置。基于施工进度计划和 4D 模型,可

以准确计算每个施工阶段所需的人力、材料、机械设备和其他资源的类型和数量。这样可以避免储量过多或资源不足,提高资源利用效率,降低建设成本。

综上所述,将 BIM 技术应用于市政工程进度的模拟和管理,可以提高施工计划的合理性和科学性,实现工程进度度的实时监控和动态调整,优化资源配置,提高施工效率和管理水平,确保市政工程建设按时、高质量地完成。

2.2.2 质量管理

BIM 技术在市政工程质量管理中起着重要作用。首先,通过 BIM 模型进行可视化披露,可以让施工人员更直观、更准确地了解施工过程和质量要求。施工工程师可以在 BIM 模型中以 3D 动画或模拟视频的形式可视化复杂的施工过程和技术要点,使施工人员能够清楚地识别每个施工步骤的具体操作方法、顺序和质量标准,并通过不清楚的披露避免施工质量问题。其次,BIM 技术可以实现施工质量问题的快速追溯和分析。如果在施工过程中发现质量问题,可以使用 BIM 模型快速定位问题的位置,并查询设计信息、施工过程记录 and 材料消耗等相关信息,以准确识别质量问题的原因。此外,BIM 技术可以与质量检测设备相结合,实现施工质量的实时监控和数据采集,综上所述,BIM 技术在市政工程质量中的应用有助于提高施工质量交底的有效性,实现质量问题的快速追溯和分析,加强施工质量的实时监控,从而提高市政工程的整体质量水平,为城市基础设施的安全稳定运行提供保障。

2.2.3 安全管理

BIM 技术在市政安全管理中也有许多应用优势。一方面,BIM 模型可用于建筑工地的安全规划和布局。通过创建三维现场模型,合理规划和安排临时设施、施工机械、材料储存区、人员通道等。在施工现场进行,确保各区域之间的安全距离符合法律要求,避免不合理的现场布局造成安全事故。其次,BIM 技术可以提前识别和分析施工过程中的安全风险。BIM 模型上的碰撞测试和设计模拟可以识别潜在的安全风险,如高空坠落、物体撞击、机械伤害和坍塌,并制定适当的预防措施。此外,BIM 技术还可以用于模拟火灾和地震等紧急情况下的疏散路线和救援计划。通过建立应急模拟模型,确定最佳疏散路线和安全出口点,并在施工现场设置清晰的标志,可以提高施工人员在紧急情况下的疏散能力和救援效率,综上所述,BIM 技术在市政安全管理中的应用可以有效提高施工现场的安全规划水平,提前识别和消除安全风险,优化紧急情况下的人员疏散和救援计划,从而降低安全事故的可能性,确保施工人员的生命财产安全,促进市政工程的安全稳定发展。

3 BIM 技术助力绿色施工目标实现

3.1 资源节约

3.1.1 材料管理与优化

在市政工程中,材料成本通常占项目总成本的很大比

例,因此有效的材料管理对于节约资源和控制成本至关重要。BIM 技术在材料管理方面具有显著优势,因为它可以优化从材料采购到使用再到回收的整个过程,减少材料浪费,提高资源利用率。

在材料采购阶段,BIM 模型可以准确计算每个施工阶段所需材料的类型和数量,创建详细的材料清单,并使用 BIM 技术实时监控和管理材料使用情况。通过在施工现场设置二维码或 RFID 标签,可以将材料收集、材料需求和使用现场的信息链接到 BIM 模型,实现材料的信息管理。施工人员收到材料时,只需通过移动设备扫描材料上的标签,BIM 模型就会自动更新材料的使用状态。管理人员可以随时跟踪材料的库存和使用状态,并立即发现和解决材料浪费和滥用问题。例如,在建设城市桥梁项目时,使用 BIM 技术监测钢材的使用情况,发现一些施工队在钢材加工过程中不合理地切割,导致钢材浪费。通过及时调整施工工艺,加强施工人员培训,有效减少了钢材浪费,提高了材料利用率。

3.1.2 能源消耗分析与控制

市政工程中的能耗也是一个不容忽视的问题:BIM 技术与能源模拟软件相结合,可以详细分析和优化项目的能耗,降低能耗,实现节能减排的目标。在设计阶段,利用 BIM 技术创建的三维模型,结合 EnergyPlus、IESVE 等能源模拟软件,可以模拟和分析建筑照明、通风、保温等性能,优化建筑的朝向、形状和围护结构。在施工阶段,BIM 技术可以实时监测和分析施工过程中的能耗。通过在施工现场安装智能电表、水表、燃气表等能源监测设备,将收集到的能源数据传输到 BIM 模型中,实现能耗的可视化表示和动态分析。基于 BIM 模型中的能源数据,管理人员可以快速识别能耗异常的施工过程和工厂,并采取适当的节能措施进行优化。此外,BIM 技术还可以预测和优化市政工程运营阶段的能耗。通过分析建筑功能、人员流动和工厂运行等因素,并结合能源模拟软件,预测了不同运行模式下建筑的能耗,并提出了相应的节能优化方案,综上所述,BIM 技术在市政机械工程中对于节约资源起着重要作用。通过对材料和能源的精细管理和优化,可以有效减少资源浪费和能源消耗,从而有力地支持实现环保施工目标。

4.2 环境保护

4.2.1 噪声与扬尘控制

噪声和粉尘污染是市政工程中常见的环境问题,对周围居民的生活和健康有重大影响。BIM 技术可以通过合理规划施工现场和工艺,有效减少噪音和粉尘的产生。该模型可以识别施工现场的道路、材料仓库和开挖等易扬尘区域,并制定适当的防尘措施。例如,在道路两侧安装洒水喷头,定期洒水以减少灰尘;用密网覆盖材料堆放区,防止灰尘飞扬;土方工程采用湿法工艺,并配备了雾炮等降尘装置,以确保粉尘排放符合标准。此外,BIM 技术可以与环境监测设

备相结合,实时监测施工现场的噪声和粉尘数据,并将数据返回 BIM 模型进行可视化表示。一旦监测数据超过预设的环境标准,系统会自动发出警报,提醒施工人员及时采取措施纠正和加强噪声和粉尘污染的控制。BIM 技术在噪声和粉尘控制中的应用可以显著减少市政工程对周围环境的污染,提高施工的环保水平,促进市政工程与环境保护的协调发展,为周围居民创造一个相对安静、清洁的生活环境。

4.2.2 废弃物管理

在市政工程过程中,会产生大量的废物,如建筑垃圾、废弃材料、建筑垃圾等。如果它们没有得到适当的分类、回收和处理,就会造成严重的环境污染和资源浪费。BIM 技术可以有效地支持废物管理,实现废物减少、资源利用和无害化处理。在项目规划阶段,BIM 技术用于预测和分析施工过程中可能出现的废物类型和数量。使用设计图纸和 BOM 估算产生的不同类型废物的数量,在 BIM 模型中对其进行评论和分类。在施工过程中,通过 BIM 模型对废物产生和运输进行实时监控和管理。施工人员将施工现场产生的废物按照分类要求存放在指定区域,并通过移动设备将废物信息输入 BIM 模型,包括废物的类型、数量、位置和运输方向。管理者可以使用 BIM 模型不断了解废物的动态情况,合理安排运输车辆和路线,及时将可回收废物运送到回收设施进行再处理,将不可回收废物运到特定的垃圾填埋场或处理设施进行无害化处理。

4 结论

总之,BIM 技术在市政工程中的应用前景广泛,对于改善工程建筑和促进绿色建筑具有重要意义。虽然目前面临一些挑战,随着技术的不断发展和改进,以及各方的共同努力,但我们相信 BIM 技术将在公用事业领域发挥更大的作用,为城市的可持续发展做出更大的贡献。

[参考文献]

- [1]王立.绿色施工模式下 BIM 技术在市政工程管理中的应用[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(3):000.
 - [2]李明,周婷,杨婧,等.基于 BIM 技术的机电工程支吊架及预埋件绿色施工应用研究[C].第九届:全国 BIM 学术会议论文集,2023.
 - [3]梁军,吴娜.智慧工地在绿色施工管理中的应用及提升研究[J].建设科技,2024(5):92-95.
- 作者简介:于文博(1982.10—),男,学历:本科,毕业院校:青岛大学成教学院,所学专业:人力资源管理,目前职称:市政工程中级,目前就职单位:青岛能源热电集团有限公司;金煜凯(1981.10—),男,学历:本科,毕业院校:中国海洋大学,所学专业:国际经济与贸易,目前职称:市政工程中级职称,目前就职单位:青岛能源集团有限公司。

燃气管道系统设计中的耐腐蚀材料选用与优化研究

黄 龙

合肥合燃华润燃气有限公司, 安徽 合肥 230001

[摘要]燃气管道在长期使用中会遭遇腐蚀问题,严重时不仅影响管道的使用寿命,还可能引发安全事故。因此,选择和优化耐腐蚀材料成为保障管道系统安全的重要环节。传统的管道材料如碳钢在许多腐蚀环境中存在局限性,而新型耐腐蚀材料,如涂层、复合材料和防腐合金,逐渐被应用于燃气管道中,展现出更好的防护性能和耐久性。然而,耐腐蚀材料的选择依然面临诸多挑战,需综合考虑材料的耐腐蚀性、经济性和施工可行性等因素。文中综述了燃气管道常用耐腐蚀材料的特点与应用现状,并提出了针对不同腐蚀环境的材料优化策略,为管道系统设计与维护提供参考。

[关键词]燃气管道;系统设计;耐腐蚀材料;材料选用;优化策略

DOI: 10.33142/ec.v8i1.14988

中图分类号: TU81

文献标识码: A

Research on the Selection and Optimization of Corrosion Resistant Materials in Gas Pipeline System Design

HUANG Long

Hefei Heran CR Gas Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230001, China

Abstract: Gas pipelines may encounter corrosion problems during long-term use, which not only affects the service life of the pipeline but may also cause safety accidents in severe cases. Therefore, selecting and optimizing corrosion-resistant materials has become an important link in ensuring the safety of pipeline systems. Traditional pipeline materials such as carbon steel have limitations in many corrosive environments, while new corrosion-resistant materials such as coatings, composite materials, and anti-corrosion alloys are gradually being applied in gas pipelines, demonstrating better protective performance and durability. However, the selection of corrosion-resistant materials still faces many challenges, requiring comprehensive consideration of factors such as material corrosion resistance, economy, and construction feasibility. The article summarizes the characteristics and application status of commonly used corrosion-resistant materials for gas pipelines, and proposes material optimization strategies for different corrosive environments, providing reference for pipeline system design and maintenance.

Keywords: gas pipeline; system design; corrosion resistant materials; material selection; optimization strategy

引言

在现代燃气管道系统的设计与建设过程中,腐蚀问题始终是影响管道安全性、可靠性以及经济性的关键因素。由于燃气管道通常埋设在地下,长期暴露于土壤、地下水及气候变化等复杂环境中,腐蚀现象普遍存在。如果缺乏有效的防护措施,管道容易遭受老化与损坏,甚至可能引发严重的安全事故。针对这一问题,如何合理选择与优化耐腐蚀材料,已成为提升燃气管道系统耐用性与安全性的核心课题。尽管传统管道材料能够满足部分设计需求,但在面对愈加复杂的腐蚀环境时,其防腐性能常常无法提供长期稳定的保障。随着科技的不断发展,许多新型耐腐蚀材料及防护技术相继问世,这些材料与技术为解决方案的可靠性与高效性提供了更为有力的支持。具有优异耐腐蚀性的这些新材料,能够在极端环境下维持良好的物理与化学稳定性,大大延长了管道的使用寿命,同时减少了维护成本。本文将探讨燃气管道系统设计中耐腐蚀材料的选择原则与优化策略,分析常见耐腐蚀材料的性能、应用情况及其成本效益,旨在为燃气管道系统的设计与运营维护提

供理论依据与实践指导。

1 燃气管道系统的腐蚀问题分析

燃气管道系统的腐蚀问题,始终是影响其安全运行及长期稳定性的关键因素。通常,燃气管道长时间埋设于地下,暴露在复杂多变的环境中。管道材料在与空气、水分、土壤及燃气成分的长期接触下,容易发生化学反应,导致腐蚀现象的产生。该问题不仅会削弱管道的强度与刚度,增加破裂与泄漏的风险,还可能引发严重的安全事故,造成巨大的经济损失。腐蚀的成因是复杂的,既与外部环境因素密切相关,也与管道材料本身的特性有关。外部环境方面,土壤的酸碱性、湿度以及电化学反应等因素,都会加速管道表面的腐蚀;地下水的渗透、管道周围微生物的作用,以及气候变化等,亦可能加剧腐蚀过程的发生。此外,管道的材质、涂层的完整性以及焊接质量等因素,也在腐蚀的发生与发展中起着重要作用。对于大多数钢制管道而言,电化学腐蚀是最常见的腐蚀形式,尤其是在电偶腐蚀环境中,管道局部的腐蚀速度可能会大幅加快。腐蚀不仅会造成物理损伤,还可能导致管道内部结构的不均匀

性,进而影响其承载能力与稳定性。由此,如何及时识别腐蚀的发生、评估其严重程度,并采取有效的防护措施,成为了燃气管道设计与维护中的关键问题。随着技术的不断发展,腐蚀监测与检测技术的进步,为早期发现管道腐蚀提供了有力支持。然而,如何综合考虑环境因素、材料特性与施工工艺,依然是解决管道腐蚀问题的核心挑战。

2 燃气管道耐腐蚀材料的基本要求与性能

燃气管道耐腐蚀材料的选择,对于管道的长期稳定运行、安全性提升以及维护成本的减少至关重要。其基本要求之一,必须是具备卓越的抗腐蚀能力,能够有效应对土壤、地下水及气体成分带来的腐蚀作用。燃气管道通常埋设于地下或水下,长期处于电化学腐蚀、机械摩擦腐蚀及微生物腐蚀等多重环境中,因此,所选材料必须具备抗氧化性、耐酸碱、耐湿热及耐磨损等性能。此外,所选材料还需具备足够的机械强度与韧性,确保能够承受管道运行过程中可能出现的内外压力波动、地质变化及其他外力作用,从而避免破裂或变形,保障管道的安全性及可靠性。在某些特殊应用场景下,耐高温性能亦具有重要意义。尤其是在天然气输送过程中,温度波动或气体本身的高温环境对材料稳定性提出了更高的要求,这直接关系到管道的长期稳定运行。材料选择过程中,还应考虑其加工性与可施工性。燃气管道通常需在恶劣环境下进行施工,材料的焊接性能、耐高温热处理性能以及连接性能,必须符合施工工艺的要求^[1]。对于长期埋地运行的管道,材料的防水性与防渗透性同样不可忽视,能够有效防止地下水或化学物质对管道的侵蚀。此外,耐腐蚀材料的耐老化性及使用寿命,亦是关键考虑因素。特别是在复杂环境条件下,材料的稳定性能够显著降低管道的更换与维护频率。常见的燃气管道耐腐蚀材料,包括高耐腐蚀钢材、涂层材料、合金材料及复合材料等,这些材料不仅在防腐性能上有显著提升,还能满足管道在强度、韧性及施工性等多个方面的要求。

3 燃气管道常用耐腐蚀材料的选用与比较

燃气管道系统中耐腐蚀材料的选用,对保证管道的长期安全稳定运行至关重要,尤其在各种环境条件下,合适的材料能够显著延长管道的使用寿命,并降低维护成本。常见的耐腐蚀材料包括涂层钢管、不锈钢管、聚乙烯(PE)管、聚氯乙烯(PVC)管以及复合材料管等。在选择不同材料时,需要综合考虑其抗腐蚀性能、成本、施工难度以及所处的使用环境。涂层钢管作为一种常见的耐腐蚀管道材料,通常通过聚乙烯(PE)、环氧树脂或沥青等涂层进行保护,能够有效防止土壤腐蚀及水分侵蚀。其优点在于较高的机械强度与承压能力,适用于长距离及高压的燃气输送管道。然而,涂层的耐久性容易受到外部环境的影响,特别是在电化学腐蚀或涂层受损的情况下,防腐效果将受到影响。因此,涂层钢管的施工质量及后期的维护管理显

得尤为重要。由于其出色的抗腐蚀性耐高温性能,不锈钢管被广泛应用于特殊环境下的燃气管道,特别适合高腐蚀性环境或对腐蚀要求极高的场合。不锈钢管能够有效防止氧化、酸碱及海水腐蚀,适用于海上平台及化学品较多的工业环境。然而,由于其成本较高,且焊接与安装技术要求严格,不锈钢管更常用于高端或特殊用途的管道系统。聚乙烯(PE)管具备良好的化学稳定性与较低的摩擦系数,已成为许多燃气管道项目的首选材料。特别是在中低压燃气管道中,PE管表现出优异的耐腐蚀性、抗老化性及柔韧性,能够适应土壤变化及一定的外力作用。PE管施工简便,连接方式简单,具备较高的经济性,因此广泛应用于城乡燃气管道。然而,在高温、高压及极端腐蚀性环境下,PE管的适用性较为有限,因此,在这些特殊条件下,需选择具有更强防护能力的材料。聚氯乙烯(PVC)管由于其轻便、成本低及较好的耐腐蚀性,常用于小口径、低压燃气管道的铺设,尤其适合在干燥、温和的环境中使用。尽管PVC管具有较好的耐酸碱性能,但其耐高温、耐高压的能力较差,因而不适合用于高温或高压环境^[2]。近年来,复合材料管道作为一种新型耐腐蚀材料,已开始出现,通常由玻璃纤维、碳纤维等先进材料与树脂复合而成。复合材料管道具有优异的抗腐蚀性、较轻的重量以及较强的耐压能力,适用于对耐腐蚀性要求极高的环境,如化工厂及海洋平台等。其优势在于优良的耐老化性与抗腐蚀性能,但由于成本较高且施工难度较大,应用范围相对受限。

4 燃气管道系统设计中的耐腐蚀材料优化策略

4.1 管道设计中的耐腐蚀材料选择原则

在燃气管道系统设计中,耐腐蚀材料的选择至关重要,其直接影响着管道的使用寿命、运行安全性及维护成本。在选择适当的耐腐蚀材料时,首先,环境条件应被综合考虑,包括土壤类型、地下水特性、气候变化以及潜在的化学腐蚀源。例如,当管道处于酸性或盐碱土壤中时,涂层钢管、不锈钢管等抗腐蚀性强的材料将是较为合适的选择;而在环境条件较为温和的地区,聚乙烯(PE)管或聚氯乙烯(PVC)管可能是更加经济且有效的选项。除环境因素外,材料的机械强度与韧性也必须具备,以承受管道在安装、运输及使用过程中可能遭遇的外力作用,尤其是应对地震、沉降或地面负荷等引发的变形。耐温、耐压性能同样是关键,特别是在高温或高压条件下,材料的稳定性直接关系到系统的安全性。在选择耐腐蚀材料时,施工性与经济性同样不可忽视。便于加工、安装及后期维护的材料应被选用,以避免因施工复杂性而增加不必要的成本。最后,考虑到管道的长期使用需求,具有良好耐老化性、抗紫外线能力以及较低维护频率的材料,应当被选择,以有效确保系统在其整个生命周期内的稳定性与安全性。

4.2 耐腐蚀材料的优化组合

在燃气管道系统的设计中,耐腐蚀材料的优化组合是

确保管道长期稳定运行的关键策略。通过合理搭配不同材料的特点,能够充分发挥它们在防腐蚀、强度、耐温、耐压等方面的优势,从而提升系统的整体性能并有效降低维护成本。常见的优化组合之一是钢管与防腐涂层的结合,形成双重保护。例如,外涂聚乙烯(PE)涂层的钢管,不仅可以有效隔离土壤中的腐蚀介质,减少腐蚀对管道的侵害,同时提供一定的机械保护,增强管道的耐久性。对于高腐蚀环境的管道系统,采用不锈钢管与防腐涂层相结合的组合,也被广泛应用。通过此举,不仅利用了不锈钢的优异抗腐蚀性,涂层还提供了额外的防护,从而确保管道在恶劣环境中的长期稳定性^[3]。此外,作为一种新兴的耐腐蚀材料,复合材料管道逐渐得到应用,尤其是在需要高度耐腐蚀的场合。这类管道通常由玻璃纤维或碳纤维与树脂复合而成,具备较轻的重量、出色的耐腐蚀性以及较强的机械强度。在某些特定环境下,复合材料与传统金属管道的结合使用,能够显著提高管道系统的耐腐蚀性,延长其使用寿命。对于低压管道系统,聚乙烯(PE)管与钢管的组合也展示了良好的应用前景。具有优异耐腐蚀性的PE管与承受压力能力较强的钢管相结合,能够充分发挥各自的优势,既保证了经济性,也提高了系统的耐用性。

4.3 材料防护技术的创新与应用

在燃气管道系统的设计中,材料防护技术的创新与应用,已成为提升管道耐腐蚀性能的核心要素。随着环境腐蚀因素日益复杂,以及管道系统运行要求的不断提高,传统的防护措施已无法满足当前的严苛需求。针对这一挑战,创新型防护技术的出现,为管道系统的长期稳定性提供了新的解决方案。近年来,智能涂层技术、纳米防腐材料以及自修复材料等新型防护技术,逐步应用于管道防腐领域。通过在涂层中嵌入传感器与智能分子,智能涂层技术使管道能够实时监测其腐蚀状态。检测到腐蚀迹象的早期阶段时,这些涂层甚至能够自动启动修复机制,释放防腐物质,从而有效阻止腐蚀的扩展。纳米防腐材料通过将纳米颗粒加入传统防腐涂层中,显著提高了涂层的机械强度、耐磨性及耐化学腐蚀性能。特别是在应对微观裂纹和孔洞时,涂层的抗渗透性得到了有效增强,纳米材料显著延长了管道的使用寿命。自修复材料,代表了防腐技术的前沿发展。该材料利用特定的自修复机制,在涂层发生小范围损伤时,能够自动进行修补,修复裂纹或破损的部位,从而有效防止外界环境对管道的进一步腐蚀,减少维护频率及成本。除了材料本身的创新,防护工艺的提升同样是防腐技术进步的重要体现。例如,通过在管道表面涂覆多层具有不同功能的材料,多层复合涂层技术的应用,显著增强了防腐效果^[4]。尤其是在极端环境条件下,抗腐蚀能力表现得更为突出。与此同时,随着环保法规的日益严格,绿色环保型防腐材料的使用,逐渐成为行业发展的趋势。低毒无污染的环保涂料正在

逐步替代传统含有有害物质的防腐材料,这不仅符合现代环保要求,也有助于推动可持续发展目标的实现。

4.4 耐腐蚀材料的成本效益分析

在燃气管道系统设计中,耐腐蚀材料的成本效益分析,在选择合适材料时扮演着至关重要的角色。尽管耐腐蚀材料的初期投入相对较高,但从长远角度来看,其能够有效降低管道系统的维护频率及故障发生率,从而显著减少整体运营成本。耐腐蚀材料的最大优势之一,在于其显著延长管道的使用寿命。通过减少因腐蚀引起的管道老化、破裂等问题,能够有效避免频繁的维修和更换工作,从而减少相关费用。一旦管道发生腐蚀,修复费用往往远超使用高性能材料的初期成本,尤其是在偏远地区或复杂环境中,管道的维护与修复难度加大,且费用更为昂贵。耐腐蚀材料在降低安全事故发生率方面,也发挥着关键作用,能够有效减少如天然气泄漏等重大事故的发生,进而避免由此带来的经济损失及环境污染。随着技术的不断进步,新型耐腐蚀材料的生产成本逐渐降低,同时其性能也在不断提高,使得这些材料在性价比方面表现得更加突出,进一步增强了其在管道系统中的应用优势。

5 结语

在燃气管道系统设计中,耐腐蚀材料的合理选用与优化至关重要,直接关系到管道的长期安全运行、维护成本的控制以及系统稳定性的提升。随着腐蚀环境日益复杂,传统材料的防腐能力已经难以满足现代燃气管道的需求。因此,新型耐腐蚀材料的引入,如涂层、复合材料及防腐合金等,为管道防腐提供了更加有效的解决方案。通过科学的材料选型与优化策略,不仅能够显著延长管道的使用寿命,还能提升系统的整体经济性与安全性。然而,在材料选择的过程中,面临着技术和经济的双重挑战。选择时,材料的性能、成本、施工便利性以及其长期耐腐蚀能力等多个因素,需要综合评估。随着新材料技术的持续发展与创新,燃气管道的耐腐蚀性能将得到进一步加强,管道系统的设计与运营也将变得更加高效、经济和安全。

【参考文献】

- [1]刘旭文. 新型在役燃气出地管道防腐修复研究[J]. 全面腐蚀控制, 2024, 38(8): 172-174.
 - [2]赵政泽. 城镇燃气管道施工技术重点及注意事项分析[J]. 低碳世界, 2024, 14(3): 136-138.
 - [3]满乐祥. 架空燃气管道防腐技术研究[J]. 化工设计通讯, 2023, 49(2): 162-164.
 - [4]黎志昌. 长输燃气管道的防腐控制技术研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41(16): 37-38.
- 作者简介: 黄龙(1989.10—), 毕业院校: 安徽工业大学, 所学专业: 化学工程与技术, 当前就单位: 合肥合燃华润燃气有限公司, 职务: 职工, 职称级别: 工程师。

模块化设计在机械产品开发中的应用与案例分析

薛佳昊

新疆伊犁哈萨克自治州新华医院, 新疆 伊犁哈萨克自治州 835000

[摘要]模块化设计作为一种重要的产品开发策略,已在多个行业中得到广泛应用,尤其是在应对复杂产品设计时,展现了其独特优势。该设计理念通过将复杂系统分解为多个独立的功能模块,并通过标准化接口将模块组合成最终产品,从而提高了生产效率、降低了成本,并增加了产品的灵活性与定制性。随着技术的不断革新,模块化设计的应用领域日益拓展,尤其在机械、电子、汽车等制造行业中,已成为产品设计的重要组成部分。文中将对模块化设计在机械产品中的应用进行详细探讨,并通过案例分析,分析其在实际应用中的优势与挑战。

[关键词]模块化设计;机械产品;产品开发;案例分析;成本控制;智能制造

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15021

中图分类号: TH122

文献标识码: A

Application and Case Analysis of Modular Design in Mechanical Product Development

XUE Jiahao

Xinjiang Yili Kazakh Autonomous Prefecture Xinhua Hospital, Yili Kazakh Autonomous Prefecture, Xinjiang, 835000, China

Abstract: Modular design, as an important product development strategy, has been widely applied in multiple industries, especially in dealing with complex product design, demonstrating its unique advantages. This design concept decomposes complex systems into multiple independent functional modules and combines them into the final product through standardized interfaces, thereby improving production efficiency, reducing costs, and increasing product flexibility and customization. With the continuous innovation of technology, the application fields of modular design are expanding, especially in manufacturing industries such as machinery, electronics, and automobiles, where it has become an important component of product design. The article will explore in detail the application of modular design in mechanical products, and analyze its advantages and challenges in practical applications through case studies.

Keywords: modular design; mechanical products; product development; case analysis; cost control; intelligent manufacturing

引言

模块化设计起源于 20 世纪初,最早应用于大型基础设施建设。在计算机辅助设计(CAD)技术迅速发展的背景下,模块化设计逐渐走向成熟,并成为现代产品开发的主流方法。与传统固定的产品设计模式不同,模块化设计通过将产品拆解为多个独立功能的模块,实现了模块间的灵活组合。随着个性化需求和产品生命周期的缩短,模块化设计已成为应对市场变化的有效策略。在推动模块化设计发展的过程中,新材料技术、数字化建模、仿真技术等工具的应用,提供了极大的支持。数字化手段不仅提高了设计精度,还加速了迭代更新速度,使模块化设计更加高效。此外,智能制造、物联网、大数据等技术的发展,也为模块化设计带来了新的机遇,使得模块之间的集成与智能化升级成为可能。

1 模块化设计的基本理论

1.1 模块化设计的定义

模块化设计是一种将复杂产品拆解为若干个具有独立功能、可单独设计、生产、测试及维护的模块的方法。通过标准化的接口,这些模块能够组合成一个完整的产品系统。每个模块都能独立执行功能,且无需依赖其他模块。采用此方法,不仅能够提升产品的灵活性、适应性,还能显著提高生产效率。模块化设计的应用远不止机械产品,

在多个行业中,诸如汽车、家电、通信设备以及计算机硬件等领域均体现出了其巨大优势。模块化设计让不同产品能够共享相同模块,避免了重复的设计和和生产工作,从而在生产过程中实现高效和标准化。这种方式有效降低了成本,同时提升了产品的整体质量。

1.2 模块化设计的核心思想

模块化设计的核心思想在于将复杂的产品分解为多个独立功能的模块,通过标准接口连接,极大地增强了系统的灵活性与可维护性。模块的独立性避免了重复设计的出现,提升了系统的可扩展性。通过这种方式,设计过程中不再产生过多的依赖关系,设计效率随之提升。互换性与通用性是模块化设计中另一个核心要素^[1]。不同模块的通用性使得它们能在多个产品中互相替换,极大减少了重新设计的工作量。在市场需求变化的情况下,设计人员能够根据实际需要调整模块组合,以便快速适应新的产品需求。

1.3 模块化设计的特点与优势

模块化设计的一个显著特点是它能够简化复杂系统的设计与开发过程。产品通过拆解为多个独立模块,设计工作被细分,使得每个模块的开发更加专注,从而提高了开发效率。从成本控制角度看,模块化设计也具有明显优势。通过标准化模块的生产,不同产品之间能够共享相同

的模块,从而避免了重复设计和生产的工作。标准化的生产不仅降低了单件产品的成本,也提高了生产效率。当某个模块出现故障时,维修人员只需要替换有问题的模块,而不是整个系统,从而有效降低了维护成本。

1.4 模块化设计的基本方法与步骤

实施模块化设计一般涉及需求分析、模块划分、标准化设计和优化组合四个主要步骤。在需求分析阶段,设计团队应明确产品的功能需求,以确保后续设计工作的准确性。在模块划分阶段,设计人员根据功能需求将产品划分为多个独立的模块。每个模块的功能应清晰明确,避免冗余和重复设计。进入标准化设计阶段后,设计人员将为每个模块设计统一的接口,确保各模块能够有效连接。标准化接口为不同模块的互换性提供了保障,这样多个产品可以共享相同模块,避免了兼容性问题。标准化的设计使得生产过程更加顺畅,后期的维护工作也更加高效^[2]。最后是优化组合阶段,设计人员将各个模块合理组合,以确保最终产品能够满足功能需求、性能要求以及质量标准。在这一过程中,设计人员不仅需要考虑功能需求,还要综合考虑生产工艺、成本控制等因素。

2 模块化设计在机械产品开发中的应用

2.1 模块化设计在机械产品中的意义

在机械产品的开发过程中,模块化设计被广泛应用,以提高设计效率并降低生产成本,此外,它还帮助企业快速应对市场需求的变化。通过将复杂的产品拆解成多个相互独立的模块,企业能够减少重复设计,优化产品开发的流程。每个模块可以单独开发、生产、测试以及维护,这样既缩短了产品的开发周期,又提高了生产效率。模块化产品能够使生产线快速适应市场需求的变化,避免了生产过程中的瓶颈,生产系统可迅速调整,灵活应对各种任务。通过这种灵活性,生产过程得以更高效地执行,生产能力显著增强。当产品出现故障时,通常可以通过更换有问题的模块来解决,而不需要对整个系统进行替换。由于模块化设计允许在产品生命周期内轻松进行升级,企业只需替换或增加模块,便能满足技术更新的需求,确保产品在市场中的竞争力。

2.2 模块化设计的主要应用领域

模块化设计的优势在多个领域得到了实际应用,尤其是在机械产品的开发中起着至关重要的作用。在机械设备领域,诸如数控机床、自动化生产线等设备采用模块化设计,能够提升生产效率并提供灵活的配置方案。设备系统的模块化使得生产过程更加适应不同需求,同时也简化了设备的维护过程,从而增强了设备的灵活性和可维护性。在汽车制造领域,汽车的零部件,如发动机、底盘和车身等,通过模块化设计得以实现标准化与通用化。这样不仅降低了零部件的生产成本,还提高了整个供应链的效率。模块化设计使得汽车制造商能够更快地推出市场需求不同的车型,从而提升了市场响应速度和竞争力^[3]。在机器

人技术领域,机器人系统由多个功能模块组成,可以根据不同任务需求灵活更换模块。例如,操作臂、传感器和控制系统等模块,可以通过简单的替换适应不同的应用场景。

2.3 模块化设计对产品性能与成本的影响

模块化设计不仅在提高产品性能方面发挥了作用,各个模块的独立优化确保了整体产品的性能提升,而模块的标准化避免了不必要的复杂性,使产品更加稳定可靠。产品能够根据不同市场需求进行定制,满足用户个性化要求,进一步提高了产品的市场竞争力。在成本控制方面,模块化设计通过生产标准化的模块,使得不同产品可以共享相同的模块资源,从而降低了整体的开发和生产成本。模块的批量生产使单位成本大幅下降,同时缩短了产品的开发周期。模块化设计的另一大优势是允许并行开发多个模块,这不仅提高了开发效率,也加快了产品进入市场的速度,增强了企业在市场中的反应能力。当出现产品故障时,只需要替换损坏的模块,而不需要更换整个系统。这种维修模式大大缩短了维护时间,减少了运营成本。此外,模块化设计也使产品升级变得更加简便,企业只需通过替换或添加新模块来实现技术更新,延长了产品的生命周期。

3 模块化设计的挑战与问题

3.1 设计过程中的技术挑战

模块化设计的实施离不开精密的技术协调,特别是在确保各模块之间的兼容性与接口标准化方面。如何设计出能够互相兼容的模块,成了技术人员亟待解决的难题。要使每个模块在功能上独立而又不失协调,必须精心设计模块之间的标准接口。对于复杂产品的系统来说,功能的划分亦需精确,避免模块功能重叠是设计中面临的又一技术问题。如果模块之间的功能划分不明确,可能导致设计上的冗余,甚至引发不必要的资源浪费。为了避免这种情况,设计人员需要在模块划分时深思熟虑,确保每个模块的功能明确、独立,且不产生重复设计。

3.2 成本控制与资源管理的挑战

模块化设计虽然在长期生产中能有效降低整体成本,但在初期阶段往往需要较大的资金投入,尤其是在产品的设计、开发与测试过程中。因此,如何在初期的较高投入与未来的成本节省之间找到平衡,成了实施过程中面临的关键问题。在项目预算规划时,除了要考虑初期投入的支出外,还需全面评估模块化设计所带来的长期成本节约,以实现最优化的投资回报。在模块设计、生产与测试的各个环节,所涉及的材料、工艺与设备资源不同,因此需要进行精确的资源调度与管理。为了确保生产顺利进行,合理分配各模块的资源是确保生产进度和质量的前提。有效的资源管理能够避免浪费,提升生产效率,同时确保设计团队能够按时完成任务。

3.3 生产与制造中的模块化设计要求

在模块化设计的生产过程中,生产线必须能够适应不同模块的生产需求,特别是在大规模生产时,如何保证生

产线的高效切换,避免因生产切换而导致的停滞或错误,成为了一个不容忽视的挑战。为了确保生产流程的平稳运行,生产线必须具备足够的灵活性,以便快速响应不同模块的生产需求。标准化零部件不仅可以大幅简化生产过程,还能提升生产效率。标准化零部件的统一性,有助于降低生产中的复杂度,减少错误的发生。然而,在特定情况下,产品定制化需求可能导致标准化零部件无法完全满足要求,这时生产线需要在保证标准化生产的基础上,具备一定的灵活性,支持定制化生产的需求。

3.4 跨部门协作与沟通的挑战

模块化设计的成功实施要求各职能部门的紧密合作,不同部门之间的沟通协作是否高效,直接影响到设计的进度与质量。尤其是在信息传递与决策制定过程中,如何确保信息快速且准确地流动,成为了保证项目顺利推进的关键^[4]。部门之间的协调不力或信息流动不畅,往往会导致决策滞后,影响项目的推进速度与质量。为了确保项目顺利进行,必须建立完善的沟通机制,确保信息能够高效、准确地传递给相关人员。在此基础上,优化各部门之间的协作流程,使工作环节能够顺利对接,也是项目成功实施的保障。

4 模块化设计的案例分析

4.1 案例:某机械设备的模块化设计应用

4.1.1 案例背景

某机械设备制造商在生产过程中遇到了灵活性不足、设备难以升级等一系列挑战。这些问题使得公司在应对市场变化和满足个性化需求方面处于不利地位。为了解决这些困难,并提高生产线的适应性与设备的可维护性,公司决定采用模块化设计。模块化设计的实施旨在将设备拆解为多个独立模块,从而增强生产线的灵活性、减少停机时间,并为设备的未来升级和定制奠定基础。

4.1.2 模块化设计的实施过程

在模块化设计的实施阶段,首先对设备进行了详细的功能划分,将其复杂结构拆解为多个独立的模块,诸如驱动模块、控制模块、传感器模块等。这些模块都具备独立的功能,且设计中每个模块都具备一定的互换性,从而提升了设备的维护性与后期扩展性。接下来,为了确保各模块之间的兼容性和有效集成,设计团队对模块接口进行了标准化。接口的标准化设计确保了不同模块之间可以顺畅连接,避免了不兼容的问题。在生产阶段,各模块的生产过程被分配到不同的生产线,并且采取并行生产方式。同时,每个模块在生产完成后都会进行独立测试,以确保它们在质量和性能方面达到设计要求。

4.1.3 面临的问题与解决方案

在实施过程中,设计团队发现某些模块的标准接口与实际生产需求之间存在差距,导致模块之间出现兼容性问题。为了解决这一问题,团队迅速调整了接口设计,改进

了不兼容的部分,以确保模块能够适配不同的生产配置。

4.1.4 结果与效果评估

模块化设计实施后,生产周期缩短了30%,这显著提升了公司对市场需求变化的响应速度。与此同时,设备的维护成本降低了20%,主要得益于模块化设计所带来的简化维护流程。此外,设备的定制与升级能力显著增强,通过模块化,设备能够迅速适应不同的市场需求。整体来看,模块化设计有效提升了生产效率,降低了运营成本,同时增强了设备的灵活性和市场适应性。

4.2 案例总结与经验教训

从该案例中可以看出,模块化设计不仅能显著提高生产效率,还能够为产品带来更高的灵活性与适应性。将复杂的机械设备拆分为多个独立模块,使得生产过程更加灵活,同时减少了生产成本。然而,在设计时,必须特别关注模块之间的兼容性以及接口的标准化,确保这些设计元素能够无缝衔接,从而保证后续生产与维护工作的顺利开展。在设计阶段,跨部门的合作可以确保设计的可行性,而在生产阶段,良好的沟通能够保障模块化方案的顺利实施。模块化设计能够取得预期效果,关键在于各部门能够有效协调,合理配置资源,确保项目按计划执行。

5 结语

模块化设计已经成为现代制造业中不可或缺的一部分。通过将复杂的产品系统分解为独立的功能模块,模块化设计在提升生产效率、降低成本、提高产品灵活性及定制能力方面展现了巨大优势。在快速变化的市场环境中,模块化设计为企业提供了一种更为高效、灵活的生产方式,能够帮助企业更好地应对不断变化的市场需求。模块间的兼容性、接口的标准化以及跨部门的协作等问题,都是模块化设计成功实施的关键所在。随着新材料、智能制造、数字化技术的不断发展,模块化设计将在未来发挥更大作用。未来,模块化设计将继续在智能化、绿色化、定制化等领域发挥重要作用,为全球制造业带来更加高效、可持续的增长模式。

[参考文献]

- [1]徐小东,韩颖.工程机械产品模块化设计的研究[J].机械制造,2016,54(11):34-37.
- [2]中华人民共和国国家标准.机械产品零部件模块化设计评价规范:GB/T 39589-2020[S].北京:国家市场监督管理总局,2020:2-3.
- [3]苏琦.机械设计中模块化设计方法的应用[J].内燃机与配件,2021(9):220-221.
- [4]魏文远.机械产品结构模块化设计与多属性评价方法研究[D].徐州:中国矿业大学,2022.

作者简介:薛佳昊(1995.4—),毕业院校:湖南工学院,所学专业:机械设计制造及其自动化,当前就业单位:新疆伊犁哈萨克自治州新华医院,职务:医学工程部科员。

某型空投装置装载平台虚实仿真研究

赖慎玮 周昊 薛友海 赵佳锐

航宇救生装备有限公司, 湖北 襄阳 441003

[摘要]为提升某型空投系统装载平台的综合性能, 对其进行虚实仿真研究。首先根据仿真结果发现牵引锁向下位移量过大, 并对样件进行试验, 然后利用虚实仿真确定位移量过大的原因为装载平台刚度不足和连接孔设计不合理; 其次, 依据问题原因提出优化措施, 并对优化后的结构进行仿真分析; 最终利用试验验证优化结构的合理性, 并通过了空投试验。文章利用有限元仿真方法不但可为结构的设计及改进提供技术支持, 也可为提高工程实际中问题的解决效率。

[关键词]空投装置装载平台; 虚实仿真; 优化结构设计

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15008

中图分类号: TP391.9

文献标识码: A

Virtual and Real Simulation Research on the Loading Platform of a Certain Type of Airdrop Device

LAI Shenwei, ZHOU Hao, XUE Youhai, ZHAO Jiarui

Aerospace Life Saving Equipment Co., Ltd., Xiangyang, Hubei, 441003, China

Abstract: In order to improve the comprehensive performance of a certain type of airdrop system loading platform, virtual and real simulation research was conducted on it. Firstly, based on the simulation results, it was found that the displacement of the traction lock towards the lower position was too large, and the sample was tested. Then, using virtual and real simulations, it was determined that the reason for the excessive displacement was due to insufficient rigidity of the loading platform and unreasonable design of the connection holes; Secondly, propose optimization measures based on the root cause of the problem and conduct simulation analysis on the optimized structure; The rationality of the optimized structure was ultimately verified through experiments and passed the airdrop test. The use of finite element simulation method in the article can not only provide technical support for structural design and improvement, but also improve the efficiency of problem-solving in engineering practice.

Keywords: airdrop device loading platform; virtual real simulation; optimize structural design

引言

随着科学技术的不断发展, 重装空投系统技术的发展越发受到国家的高度重视。空投系统技术可快速提高现代化物资运输的速度, 关于空投系统的研究和应用具有重要的战略意义和实际价值^[1-2]。根据空投物品的大小、效率和精度, 可以将空投平台分为机载装载设备、辅助货桥设备、装载平台等形式^[3], 对于重装空投系统而言采用装载平台更易便捷操作。

随着计算方法的发展以及计算机技术的进步, 有限元仿真逐渐成为主流的工程分析工具^[4]。如今, 其已被广泛应用于机械、土木、工艺等多个领域。有限元仿真能够模拟真实物理系统的行为, 帮助工程人员深入了解系统的行为, 大大提高了工程设计的精度和效率。对于企业而言, 其可以帮助企业优化产品设计和生产过程, 提高产品质量和性能, 从而在激烈的市场竞争中赢得优势。

对于某型空投系统而言, 装载平台与减速伞采用牵引锁相连接, 可在机舱导轨上移动。在对装载平台牵引锁在牵引出机过程进行虚实仿真时, 发现牵引锁发生向下位移较大, 可能会与机舱导轨发生刮擦甚至出现卡制现象, 影响装载平台的正常工作, 严重影响飞机安全。针对此种情

况, 对该空投装置提出优化设计需求, 要求改进后的装载平台牵引锁向下位移量小于安装间隙(10~20mm)。同时对优化后的空投系统装载平台进行仿真, 最终进行试验验证优化结构的合理性, 并通过了空投试验。

1 装载平台静力学分析

1.1 装载平台结构及建模

装载平台主要由牵引锁、底部框架、蒙皮等结构组成, 装载平台上安装有支撑架结构, 底部与滚棒支撑相接触, 两滚棒支撑间距为 280mm。具体结构如图 1 所示。整体结构采用铝合金材料, 最大强度极限为 560MPa。

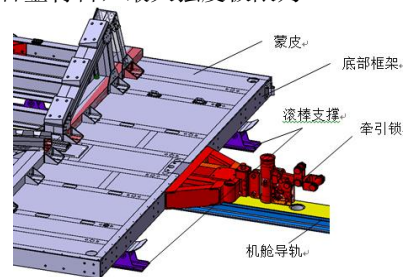


图1 装载平台结构及装配位置

为确定牵引出机时牵引锁向下最大位移量, 对装载平台

进行有限元仿真。在对装载平台建模时,应保证结构的完整性和传动路线不发生变化。蒙皮采用壳单元模拟,其余结构采用实体单元模拟。螺栓与其他结构间采用摩擦接触,摩擦系数设置为0.1。具体装载平台有限元模型如图2~3所示。

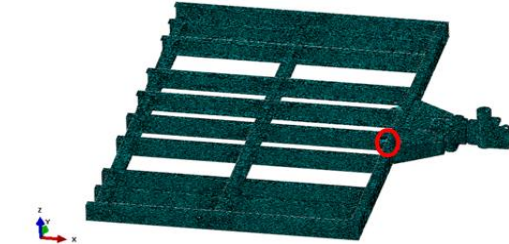


图2 装载平台主承力结构（去蒙皮显示）有限元模型

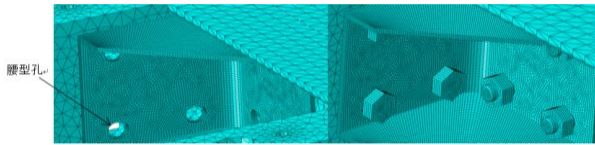


图3 腰型孔及螺栓局部模型图

1.2 仿真工况

在牵引出机过程中,牵引伞最大开伞力为43362N。具体工况及载荷见表1。

表1 工况及载荷表

工况	总载荷	水平向下偏转角度	滚棒支撑距底部框架前端面距离
1	43362	1.14°	0mm
2	43362	2.3°	253mm

1.3 仿真结果

由仿真可以得出:在工况一中,牵引锁最大的向下位移为15.26mm,在工况二中,牵引锁最大向下位移为17.7mm,同时前梁框架局部发生扭转变形,如图4和图6所示。在工况一和工况二中,上方两腰型孔均相对螺栓向前移动,下方两腰型孔均相对螺栓向后移动,如图5和图7所示。

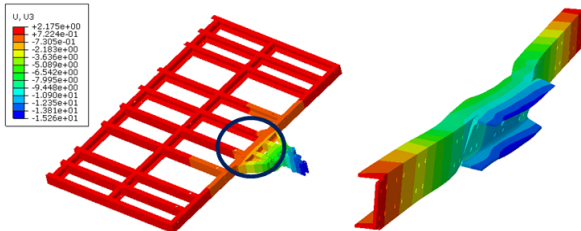


图4 工况一装载平台牵引锁位移云图（去除蒙皮显示）

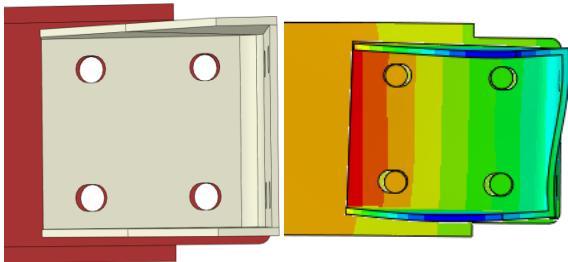


图5 工况一腰型孔变形前后对比图

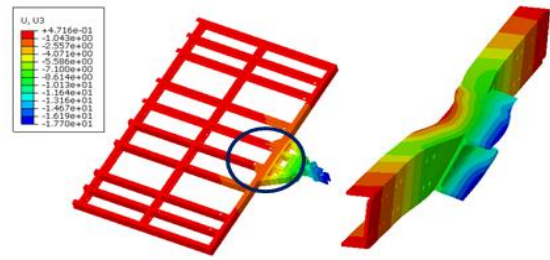


图6 工况二装载平台牵引锁位移云图（去除蒙皮显示）

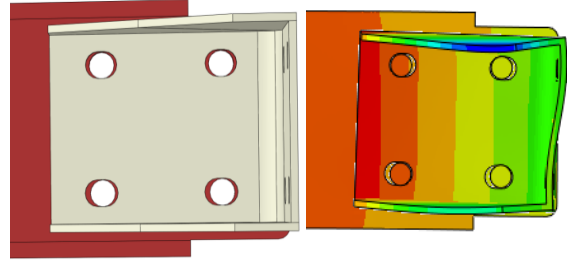


图7 工况二腰型孔变形前后对比图

对仿真结果分析可知:两工况中的位移均大于牵引锁与机舱导轨的初始安装间隙(10mm~20mm);当牵引锁承受载荷时,前梁框架发生扭转变形,进而引起牵引锁发生向下位移;同时腰型孔结构会导致约束不足,从而使螺栓与孔发生相对移动,导致牵引锁等结构向下转动,进而使得牵引锁向下位移增加。

1.4 试验验证

(1) 试验简介。本试验是按照装机状态进行牵引拉试验。将装载平台与出机平台上预留系留座固定,牵引绳通过地面定滑轮,一端与货台牵引锁连接,另一端与测力传感器连接,提升吊钩以模拟牵引伞提供的气动阻力,通过牵引绳将力依次传递至牵引锁、前安装组件、延伸框架及整体框架,测量并记录在不同牵引力作用下,牵引锁与机舱导轨的间隙。试验原理如图8所示。验证试验情况如图9所示。

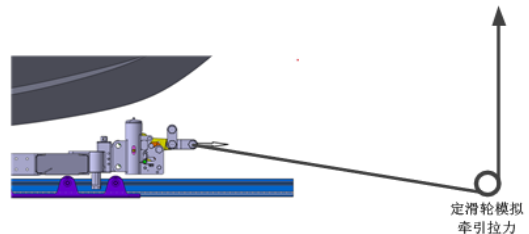


图8 试验原理图

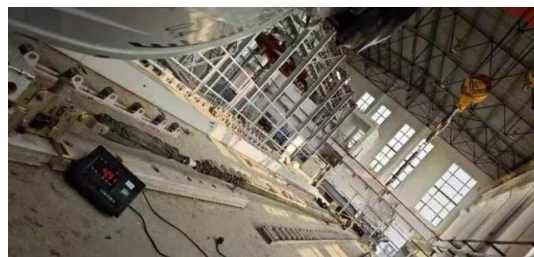


图9 验证试验图

(2) 试验与仿真结果对比。试验结束后，对牵引锁最大向下位移量进行统计并观察样件，具体见表 2。

表 2 试验与仿真结果对比表

工况	结构	试验结果 mm	仿真结果 mm	两者误差	腰型孔中螺栓与孔是否发生相对转动
一	装载平	15	15.26	1.7%	是
二	台结构	17.3	17.7	2.3%	是

从试验结果可以看出，在载荷作用下原装载平台牵引锁最大向下位移为 17.3mm，由于牵引锁与机舱导轨初始装配间隙为 10~20mm，故装载平台中牵引锁可能与机舱导轨发生刮擦问题。同时仿真与试验结果最大误差为 2.3%，证明了仿真模型的正确性。

2 装载平台结构优化及仿真与试验验证

2.1 装载平台结构优化

依据 1.3 章节仿真与试验结果，对装载平台提出优化方案：首先将腰型孔修改为圆形孔；其次在前梁与框架处增加加强板结构。修改前后的结构模型对比图如图 10 所示，优化结构有限元模型如图 11 所示。

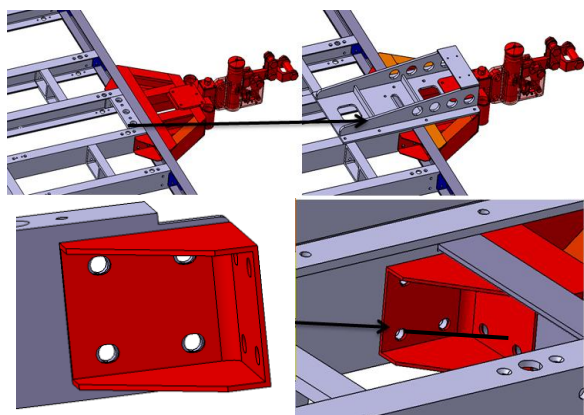


图 10 装载平台改进前后对比图

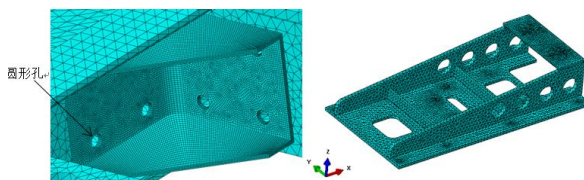


图 11 优化结构有限元模型图

2.2 优化结构仿真结果

由仿真可以得出：牵引锁在工况一中的最大向下位移为 4.188mm 如图 12 所示，在工况二中的最大向下位移为 4.82mm 如图 13 所示。

从仿真结果中分析可得：牵引锁的最大向下位移 4.82mm，远小于安装间隙（10mm~20mm）要求，满足优化设计需求。

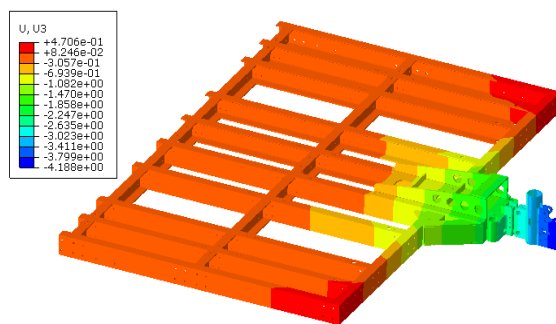


图 12 工况一装载平台牵引锁位移云图(去除蒙皮显示)

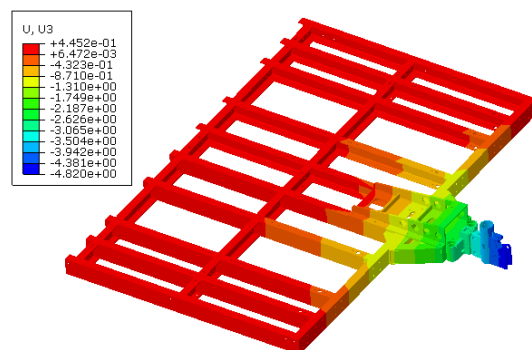


图 13 工况二装载平台牵引锁位移云图(去除蒙皮显示)

2.3 优化结构试验验证

采用 1.4 章节试验方法进行试验。试验结束后，对牵引锁最大向下位移量进行统计，具体见表 3。

表 3 试验与仿真结果对比表

工况	结构	试验结果 mm	仿真结果 mm	两者误差
一	优化装载平	4	4.188	4.7%
二	台结构	4.7	4.82	2.55%

从试验结果可以看出，在载荷作用下优化装载平台牵引锁最大向下位移为 4.7mm，由于牵引锁与机舱导轨初始装配间隙为 10~20mm，优化装载平台中牵引锁与机舱导轨不会发生刮擦，满足优化设计需求。同时仿真与试验结果最大误差为 4.7%，证明了仿真模型的正确性。

3 结论

本文针对某型空投系统装载平台提升综合性能的需求进行仿真分析与优化设计，结论如下：

(1) 某型空投系统牵引出机时牵引锁向下位移量过大的原因为装载平台的刚度较弱和连接孔椭圆形结构设计不合理；

(2) 根据向下位移量过大的原因对装载平台进行结构优化，对优化结构进行虚实仿真可知：优化结构满足设计要求；

(3) 利用仿真方法不但可为结构的设计及改进提供技术支持，也可提高工程实际问题解决效率，保证了装载平台结构的可靠性。

[参考文献]

- [1] 李广义. 国外大型军用运输机发展现状与趋势[J]. 航空制造技术, 2005, 12(9): 36-43.
- [2] 步恒祚. 浅议我国军用运输机的发展[J]. 航空科学技术, 2006, 9(2): 3-5.
- [3] 张泽祥, 陈自宁, 赵勇. 浅析通用型重装空投装载平台[J]. 中国设备工程, 2021, 4(8): 169-170.
- [4] 邱志平. 航空航天结构中的有限元方法[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2012.
- 作者简介: 赖慎玮 (2000—), 男, 航宇救生装备有限公司, 助理工程师, 主要从事强度仿真技术研究; 周昊 (1972—), 男, 航宇救生装备有限公司, 正高级工程师, 主要从事强度仿真技术研究; 薛友海 (1989—), 男, 空装驻襄阳地区军事代表室, 助理工程师, 主要从事救生装备质量监督工作; 赵佳锐 (1996—), 男, 航宇救生装备有限公司, 助理工程师, 主要从事重装空投方向。

矿山设备管理中的预防性维护与故障诊断技术

陈明山

中稀(凉山)稀土有限公司, 四川 凉山彝族自治州 615601

[摘要] 矿山设备管理的核心任务是保障设备运行的可靠性与高效性, 预防性维护与故障诊断技术在此过程中起着至关重要的作用。通过实施定期检查、性能评估和数据监控, 能够有效预测设备故障并采取预防性措施, 减少停机时间, 延长设备使用寿命。同时, 结合先进的故障诊断技术, 如振动分析、温度监测和油品检测等, 可以在设备出现早期异常时迅速识别并解决问题, 从而避免严重故障的发生。此类技术的应用不仅提升了设备的运行效率, 还大幅度降低了维修成本和突发故障带来的生产损失。矿山设备的维护管理朝着智能化、精准化方向发展, 推动了整个行业的技术进步与经济效益提升。

[关键词] 矿山设备; 预防性维护; 故障诊断; 技术应用; 可靠性

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15029

中图分类号: TD407

文献标识码: A

Preventive Maintenance and Fault Diagnosis Techniques in Mining Equipment Management

CHEN Mingshan

Zhongxi (Liangshan) Rare Earth Co., Ltd., Liangshan Yi Autonomous Prefecture, Sichuan, 615601, China

Abstract: The core task of mining equipment management is to ensure the reliability and efficiency of equipment operation, and preventive maintenance and fault diagnosis techniques play a crucial role in this process. By implementing regular inspections, performance evaluations, and data monitoring, it is possible to effectively predict equipment failures and take preventive measures, reduce downtime, and extend equipment lifespan. At the same time, by combining advanced fault diagnosis technologies such as vibration analysis, temperature monitoring, and oil detection, problems can be quickly identified and resolved when equipment exhibits early abnormalities, thereby avoiding the occurrence of serious faults. The application of such technology not only improves the operational efficiency of equipment, but also significantly reduces maintenance costs and production losses caused by sudden failures. The maintenance and management of mining equipment is developing towards intelligence and precision, which has promoted the technological progress and economic benefits of the entire industry.

Keywords: mining equipment; preventive maintenance; fault diagnosis; technology application; reliability

引言

矿山设备在复杂的工作环境中承受着巨大的压力, 设备故障的发生不仅影响生产效率, 还可能导致重大安全隐患。因此, 如何在设备运行过程中实现高效的维护管理, 成为矿山企业持续发展的关键。预防性维护与故障诊断技术的引入, 能够通过早期识别潜在问题并采取相应措施, 避免设备在关键时刻发生故障。这些技术的应用不仅提高了设备的运行可靠性, 还大幅降低了维护成本, 成为矿山行业提升管理水平、保障生产安全的重要手段。随着智能化技术的不断进步, 矿山设备管理将迈向更加精准和高效的新时代。

1 预防性维护在矿山设备管理中的应用与优势

在矿山设备管理中, 预防性维护作为一种主动性管理模式, 广泛应用于设备的日常运行与保养中。与传统的故障修复性维护不同, 预防性维护强调通过定期检查和维护, 预测设备可能出现的故障, 及时采取措施进行修复或替换部件。通过制定详细的维护计划, 合理安排各项维护任务, 能够有效降低设备故障率, 并保障矿山生产的连续性和稳

定性。特别是在矿山这种高负荷、高危险的工作环境下, 预防性维护显得尤为重要。

预防性维护的应用能够显著减少突发故障的发生, 确保设备在高效的工作状态下运行。例如, 通过定期的润滑、清洁和校准等基础维护措施, 可以避免因部件磨损或不正常操作导致的设备故障。此外, 结合先进的监测技术(如振动、温度、压力监测等), 能够实时掌握设备的健康状况, 提前发现潜在问题, 避免出现重大事故。尤其是在矿山设备的关键岗位, 如破碎机、提升机等设备, 提前发现故障隐患可有效避免长时间的生产停滞, 减少对生产的影响。

预防性维护在设备管理中的重要性日益凸显, 除了降低故障率, 它还对延长设备使用寿命起到了至关重要的作用。通过科学合理的维护周期和优化的保养措施, 可以显著减少设备的磨损程度, 从而延长其使用寿命。设备在长期运行中会不可避免地出现磨损, 而定期检查、保养及更换部件能有效降低这些磨损带来的负面影响。例如, 矿山设备中的传动系统和液压系统, 通过定期更换油液、检查密封件和更换滤芯等措施, 可以避免液压系统和传动系统

过度磨损,确保系统在最佳状态下运行。这种预防性维护手段不仅延长了设备的稳定运行时间,也减少了频繁的零部件更换,从而降低了维修成本,提高了设备的整体投资回报率。

此外,预防性维护的实施不仅局限于降低故障率和延长设备使用寿命,更能显著提高矿山企业的安全性和生产效率。设备故障是导致生产中断和停机的主要原因,而停机时间的减少将直接提升生产效率,减少由于设备故障引发的安全事故。矿山企业常常面临恶劣的工作环境,设备一旦发生故障,可能会造成严重的安全隐患,甚至带来生命财产损失。通过预防性维护,可以有效减少设备的故障频率,从而提升生产过程中设备的可靠性,确保员工和企业的安全。

更重要的是,设备的高效运行能够极大提升资源利用率,减少能源浪费。随着绿色发展理念的深入人心,矿山企业在追求高效生产的同时,也逐步关注环境保护和可持续发展。预防性维护可以帮助矿山企业减少设备能耗,提高资源利用效率,进一步推动企业向绿色低碳方向发展。此外,通过高效的设备管理和持续的故障预测,企业能够更加灵活地应对生产需求波动,降低运营成本,提高市场竞争力。

2 故障诊断技术的原理与实践方法

故障诊断技术在矿山设备管理中起着至关重要的作用,它能够通过监测设备运行状态和分析数据,快速识别设备故障并提出解决方案。其基本原理是通过传感器和监测设备采集设备在运行过程中的各类数据,结合信号处理、数据分析与模式识别方法,对设备的异常状态进行诊断。常见的故障诊断方法包括基于振动分析、温度监测、油品检测、声音分析等技术。这些方法能够在设备故障发生前,检测出微小的异常变化,从而进行及时预警,避免故障的发生。

振动分析是故障诊断中应用最广泛的一种技术,它通过监测设备运行时的振动信号,判断设备部件是否存在异常。由于矿山设备在工作时往往受到大量外界因素的影响,振动信号往往能够反映出设备的健康状况。通过对振动信号的频谱分析,可以识别出不同频率范围内的异常振动,进而确定故障发生的部位。例如,传动系统中的齿轮损坏或轴承故障往往会引起特定频率的振动波动,及时捕捉这些信号,有助于提前发现故障隐患。

温度监测技术在设备故障诊断中的应用,尤其在高温环境下的设备管理中,发挥着至关重要的作用。设备在长时间运行后,各部件的温度变化可能会反映出潜在的故障迹象。温度过高可能是电机、轴承、泵等关键部件出现异常的早期信号。通过在设备关键位置安装温度传感器,并将其实时监测数据与设备的正常工作温度范围进行对比,可以及时发现过热现象。这种早期预警机制可以帮助操作

人员在故障发生前采取措施,避免设备因过热而造成的严重损坏或生产停顿。此外,温度监测还能够优化设备的运行条件,确保设备在理想温度范围内高效运行,从而延长其使用寿命,降低维修成本。

油品检测技术也是故障诊断中的一种重要补充方法,尤其在涉及润滑系统的设备中。通过对油液中的污染物、金属颗粒和其他杂质进行检测,可以有效判断润滑系统是否存在问题。如果油液质量下降或存在过多杂质,可能意味着润滑不足或系统损坏,这会导致设备部件磨损加剧,甚至发生严重故障。油品检测技术能够帮助及时发现问题,提醒维护人员更换油液或清理系统中的杂质,避免因润滑不良引发的设备故障。尤其在大型矿山设备中,油品检测技术在保障设备稳定运行和延长使用寿命方面具有重要作用,为预防性维护提供了可靠保障,极大提高了设备的运行效率和安全性。

通过结合多种故障诊断技术,矿山设备的运行状态可以被全面监控,为后续的预防性维护提供科学依据。故障诊断技术不仅提高了设备管理的效率和准确性,还为生产安全提供了有力保障,减少了非计划停机,提高了矿山生产的稳定性和经济效益。

3 数据监控与智能化技术在设备维护中的融合

随着数字化和智能化技术的快速发展,数据监控与智能化技术在矿山设备维护中的应用已经成为提升设备管理效率的关键手段。通过在设备上安装传感器和数据采集系统,能够实时监控设备的运行状态,采集温度、压力、振动等关键数据,并将数据传输至中央控制系统。借助大数据分析和云计算平台,运维人员可以实时获取设备的运行状况,精准判断设备的健康状况。这种数据驱动的维护方式能够在设备发生故障之前进行预警,避免了传统维护模式中“事后修复”的被动局面。

智能化技术进一步推动了矿山设备管理的变革。通过集成物联网技术,设备和系统之间可以实现无缝连接,实时监控设备的每个运行环节。设备的健康状态可以通过数据的动态变化分析出来,及时发现潜在故障。例如,振动传感器可以实时监测设备的运转情况,一旦发现异常振动信号,就能立即触发警报系统,通知维护人员进行检查。通过将监控数据与设备的历史运行记录结合,智能化系统还能分析故障发生的频率和部位,提出更具针对性的预防性维护措施。

人工智能和机器学习技术在设备维护中的应用,尤其是通过深度学习算法,已经取得了显著进展。系统能够从海量历史数据中提取潜在规律,建立起高效的设备故障预测模型。这些模型不仅能实时识别设备的当前故障类型,还能通过分析趋势预测未来潜在的故障风险。随着机器学习技术的自我优化能力,系统不断学习和调整,逐步提高故障诊断的准确性和响应速度,从而减少停机时间和维护

成本。对于矿山企业而言,这些智能化技术的引入使得设备管理从依赖人工的“人治”模式,转向更加高效、精准的“智治”模式,显著提升了设备管理的自动化和智能化水平,保障了生产的稳定与安全。

数据监控与智能化技术的融合不仅提升了矿山设备的维护效率,还为决策者提供了更加科学的依据。通过数据可视化技术,维护人员可以实时查看设备的运行状态和历史数据,从而做出更加准确的维修决策。智能化技术的应用,不仅减少了人为操作的误差,还优化了维护流程,使得设备故障得以快速、准确地处理。综合运用这些技术,不仅提高了矿山设备的运维效率,还增强了矿山生产的安全性和经济效益。

4 预防性维护与故障诊断技术的经济效益与安全保障

预防性维护与故障诊断技术的结合不仅在提高设备运行效率方面具有显著优势,还能为矿山企业带来显著的经济效益。通过实施预防性维护,矿山企业可以有效减少设备突发故障的发生,从而避免了大规模的停机和维修,降低了因设备故障而造成的生产损失。通过提前检测并解决潜在问题,延长了设备的使用寿命,减少了设备更换的频率和成本。在故障诊断方面,通过精确分析设备故障的原因,可以减少盲目维修带来的不必要支出,优化资源配置,提高维护效率。

故障诊断技术能够为设备的精准维护提供依据。传统的维修模式往往依赖于经验和固定的维护周期,容易忽视一些潜在问题。通过故障诊断技术,维护人员可以根据设备实时状态数据进行精准判断,做到有的放矢,避免过度维修和漏检。这不仅减少了维护过程中消耗的时间和人力,还提高了修复工作的针对性,避免了资源的浪费。此外,故障诊断技术可以根据设备的健康状态制定个性化的维护计划,优化维修工作,提升设备的整体运行效率。

从安全保障角度来看,预防性维护与故障诊断技术的应用能够大大降低设备故障引发安全事故的风险。矿山设备通常面临着高温、高压、高负荷的运行环境,一旦设备出现故障,可能引发严重的安全事故,甚至造成人员伤亡或环境污染。通过实时监控和故障诊断,能够及时发现设备的异常状况,及早采取措施进行修复或替换部件,从而保障生产安全。预防性维护通过定期检查和保养,有效防止了因设备老化、磨损等因素导致的突发性故障,为矿山作业人员提供了更加安全的工作环境。

智能化技术的广泛应用显著提升了预防性维护和故

障诊断技术的效果,同时增强了其经济性和安全性。借助物联网、大数据和人工智能等先进技术,矿山设备的状态监测变得更加精准和全面。这些技术通过实时采集和分析设备运行数据,能够精准预测潜在故障,提前制定维护方案,并自动优化设备运行策略。与此同时,智能化技术还能显著减少对人工干预的依赖,从而降低维护成本,提升设备运行效率。此外,这些技术的应用有效提高了设备的安全性,减少了因设备故障导致的安全事故风险,为矿山企业的高效、安全和可持续发展提供了强有力的技术支持。

最终,预防性维护与故障诊断技术的广泛应用,不仅提升了矿山设备管理的经济效益,也为矿山行业的可持续发展提供了有力保障。通过实现设备的智能化、精准化管理,矿山企业能够降低运营风险,提升整体生产力,为行业的安全和效率升级奠定坚实基础。

5 结束语

预防性维护与故障诊断技术的结合,极大地提升了矿山设备管理的效率和安全性。通过精确的数据监控和智能化技术应用,矿山企业能够在设备运行过程中提前识别潜在故障,避免了突发故障带来的停机损失,保障了生产的连续性与稳定性。这些技术不仅提高了设备的可靠性,延长了使用寿命,还带来了显著的经济效益,减少了不必要的维修费用和资源浪费。随着智能化技术的不断发展,矿山设备管理将更加精准和高效,推动矿山行业向更高效、可持续的方向发展。未来,随着人工智能、大数据等技术的进一步应用,预防性维护与故障诊断技术将在设备管理中发挥更大的潜力,为矿山企业创造更大的经济价值和安全保障。

【参考文献】

- [1]孙大伟.煤矿掘进机械故障诊断与预防维护策略研究[J].当代化工研究,2024(15):108-110.
 - [2]叶春伟.设备早期故障诊断与维护策略研究[D].南京:南京大学,2021.
 - [3]普亚松,郭德伟,张文斌.故障诊断技术在煤矿机械设备中的应用[J].工矿自动化,2015,41(4):36-39.
 - [4]覃俊.石油化工智能设备预防性维护技术研究及系统实现[D].南京:南京理工大学,2021.
 - [5]王新房,王芸.工程机械管理及维护系统的设计与开发[J].筑路机械与施工机械化,2005(6):60-62.
- 作者简介:陈明山(1986.10—),男,机械工程师,现就职于中稀(凉山)稀土有限公司,机械工程师,长期从事生产管理、设备管理工作。

矿山生产设备的维修管理与成本控制策略

胡军华

中稀（凉山）稀土有限公司，四川 凉山彝族自治州 615601

[摘要]通过科学规划和系统化管理，矿山生产设备的维修管理与成本控制得以优化。采用预防性维修与状态监测相结合的策略，提高设备运行可靠性和利用率。通过引入现代化管理工具和信息化技术，实现维修数据的实时监控与分析，确保维修计划的高效执行。优化维修流程，合理配置资源，有效降低设备故障率和停机时间，从而减少运营成本。强化人员培训和安全培训，提升维修团队的专业能力和执行力。通过以上措施，不仅延长设备使用寿命，还显著提高生产效率和经济效益，为矿山企业的可持续发展提供有力支撑。

[关键词]设备维修管理；成本控制；预防性维修；状态监测；信息化技术

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15028

中图分类号: F273

文献标识码: A

Maintenance Management and Cost Control Strategies for Mining Production Equipment

HU Junhua

Zhongxi (Liangshan) Rare Earth Co., Ltd., Liangshan Yi Autonomous Prefecture, Sichuan, 615601, China

Abstract: Through scientific planning and systematic management, the maintenance management and cost control of mining production equipment can be optimized. Adopting a strategy that combines preventive maintenance with condition monitoring to improve the reliability and utilization of equipment operation. By introducing modern management tools and information technology, real-time monitoring and analysis of maintenance data can be achieved to ensure efficient execution of maintenance plans. Optimize maintenance processes, allocate resources reasonably, effectively reduce equipment failure rates and downtime, thereby reducing operating costs. Strengthen personnel training and safety management, enhance the professional ability and execution of the maintenance team. Through the above measures, not only can the service life of equipment be extended, but production efficiency and economic benefits can also be significantly improved, providing strong support for the sustainable development of mining enterprises.

Keywords: equipment maintenance management; cost control; preventive maintenance; status monitoring; information technology

引言

矿山生产设备是保障生产效率和安全运行的核心要素，但设备长期处于高强度工作环境中，难免会出现磨损和故障，导致运营成本增加和生产效率下降。传统维修模式多以事后维修为主，存在响应滞后和资源浪费的问题。随着技术进步和管理理念的更新，预防性维修、状态监测和信息化管理等新兴方法逐渐成为设备管理的主流方向。这些策略不仅可以降低设备故障率，还能够有效延长设备寿命和控制维修成本，为矿山企业在竞争中占据优势奠定基础。在现代矿山管理中，如何高效实施这些技术和方法，成为提升生产效益与实现可持续发展的关键所在。

1 矿山生产设备维修管理现状分析

1.1 传统维修模式及其局限性

在矿山生产过程中，设备往往承载高强度、高负荷的运行任务。传统的维修管理模式以事后维修为主，即设备发生故障后再进行维修或更换。这种模式虽然可以解决设备的突发问题，但其缺陷十分明显。一方面，设备故障通常伴随着生产停滞，直接影响矿山的生产效率和经济效益；另一方面，事后维修需要消耗大量的人力、物力和时间，

维修成本较高。此外，频繁的设备停机和不稳定运行，还可能导致安全隐患的增加，给矿山企业带来更大的风险。

1.2 现代维修管理方法的应用与发展

随着技术的进步，矿山企业逐渐引入现代维修管理理念，例如预防性维修和状态监测技术。这些方法能够在设备故障发生之前通过定期检测和实时监控，发现潜在问题并及时处理，避免故障扩大化。相比传统模式，这种主动维修模式大幅减少了停机时间，提高了设备利用率。同时，结合信息化手段，可以实现维修记录和数据的数据化管理，为维修决策提供科学依据。然而，现代维修管理方法的推广仍面临诸多挑战，例如技术应用的成本较高、专业人才短缺以及企业对新模式的接受程度较低。

1.3 当前维修管理中存在的主要问题

尽管矿山企业的维修管理正在向现代化方向转变，但仍面临许多亟待解决的挑战。首先，许多矿山企业在维修管理上缺乏系统性规划和长远布局，往往停留在应急处理的阶段，导致维修工作缺乏科学的预见性和计划性。其次，设备的日常维护和监测机制仍不完善，许多企业依赖维修人员的经验进行故障判断，而非通过先进的监测技术或数

据分析来进行精确预测和预防。这样,潜在问题可能未能及时发现,导致故障发生时损失较大。再者,维修资源的分配和管理效率较低,很多企业未能做到合理的资源调度和优化配置,维修工作经常陷入过度维修或资源不足的困境。由于对维修成本控制的重视程度不够,往往导致高昂的维修费用和资源浪费,进而影响企业的整体经济效益。

2 预防性维修与状态监测技术在设备管理中的应用

2.1 预防性维修的概念与应用原理

预防性维修是一种通过定期检查和保养,防止设备发生故障并确保设备始终处于最佳工作状态的管理策略。与传统的事后维修相比,预防性维修强调提前发现潜在问题,进行及时处理,从而减少设备突发故障的概率。具体应用中,矿山企业会根据设备的运行状况、使用年限和环境因素,设定定期检查、保养和更换零部件的时间表。这种做法不仅能延长设备的使用寿命,还能有效提高设备的可靠性和生产稳定性,从而减少停机时间和维修成本。预防性维修通过优化维修周期和内容,减少了不必要的检修和资源浪费。

2.2 状态监测技术的引入与发展

状态监测技术通过实时收集和分析设备运行数据,监控设备的健康状态,从而判断是否需要维修或调整。常见的监测方法包括振动分析、温度监测、油液分析、电流分析等,这些技术可以实时检测设备的运行状态,提前识别潜在故障或异常。与传统的定期检查方法不同,状态监测可以在设备运行过程中,实时反馈设备的性能和健康状况,具有更高的精确性和响应速度。随着传感器技术、数据采集系统及人工智能技术的不断发展,状态监测技术在矿山设备管理中的应用前景愈加广阔。

2.3 预防性维修与状态监测的结合

将预防性维修与状态监测技术结合,是提升矿山设备管理效率的有效途径。预防性维修提供了维护计划的框架和时间表,而状态监测则能够为该框架提供实时的数据支持和调整依据。通过实时监测设备的健康状态,维修人员能够精确判断设备的维护周期,避免过度维修或延迟维修的情况发生。此外,状态监测技术可以帮助识别潜在的故障,提前进行维修,防止小故障变成大问题。通过这种结合,不仅提高了维修的精准度和时效性,还大大降低了生产过程中因设备故障导致的停机时间和额外成本。

2.4 应用中的挑战与未来发展

尽管预防性维修与状态监测技术在矿山设备管理中具有显著优势,但其应用仍面临一定的挑战。首先,技术成本较高是许多矿山企业难以跨越的障碍,尤其是对于设备较为陈旧的小型矿山企业,投资回报周期较长,难以承担高昂的初期投入。其次,设备的数据收集和分析依赖于高精度的传感器和数据分析平台,而这些技术的普及和应

用需要一定的技术支持和人员培训。此外,状态监测的准确性和数据解读的专业性也要求维修人员具备更高的技术水平。随着物联网、人工智能和大数据技术的发展,未来矿山企业可以通过更加智能化、自动化的管理系统进一步优化设备管理,提升维修效率和成本控制能力。

3 信息化技术在矿山设备维修成本控制中的作用

3.1 信息化技术概述与矿山设备管理的结合

信息化技术是指利用计算机、网络、数据采集与处理技术,将设备管理的各个环节进行数字化、网络化和智能化的管理方式。在矿山生产设备管理中,信息化技术的应用使得设备维修不再依赖传统的纸质记录和人工判断,而是通过实时数据采集、分析和决策支持系统,全面提升设备管理的效率和准确性。通过集成设备运行数据、维修记录、故障历史等信息,矿山企业能够全面掌握设备的健康状况、维修需求及费用,进而优化维修计划和资源配置。信息化技术不仅改变了传统的管理方式,还为成本控制提供了新的手段。

3.2 数据采集与实时监控提高维修决策效率

在信息化技术的支持下,矿山设备的运行数据可以通过传感器、智能设备和物联网技术实时采集。这些数据包括设备的运行温度、振动、负荷、耗电量等关键参数。通过实时监控平台,管理人员可以随时查看设备状态,发现潜在问题,并采取相应措施。借助数据分析,管理人员能够更精准地预测设备故障,提前做好维修安排,减少设备因故障停机而带来的生产损失。实时监控和数据分析的结合,提高了维修决策的及时性和有效性,从而降低了不必要的维修支出和设备停机时间,最终实现了设备维修成本的控制。

3.3 维修管理系统助力成本精细化控制

基于信息化技术的维修管理系统能够实现维修全过程的数字化管理,从故障诊断、维修计划制定、维修执行到后期的维修效果评估,都可以通过系统进行记录和追踪。通过集中管理系统,矿山企业能够实时了解每项维修工作的具体费用和资源消耗,确保维修活动的透明度和可控性。此外,信息化系统能够自动生成故障诊断报告、设备维修历史和成本分析报告,为企业管理者提供科学决策支持,帮助企业在维修预算内完成维修任务,避免过度维修和资源浪费。长期使用该系统能够为企业提供精准的数据,优化维修策略,形成闭环管理,不仅降低了维修费用,还提升了资源配置效率。

3.4 整合与优化资源配置,提升整体效益

信息化技术的应用使得矿山企业能够实现设备维修资源的优化配置。在传统管理方式下,设备维修往往受到人力、物力、资金等资源的制约,导致维修效率低下和成本偏高。通过信息化平台,企业可以实时掌握各类维修资源的使用情况,合理安排维修人员的任务,优化

备件采购和库存管理。例如,利用大数据分析,可以预测设备的维修周期和备件需求,从而避免备件过剩或缺现象的发生。与此同时,信息化技术还能够通过与供应链管理系统的整合,提升维修备件的采购效率,降低库存成本。通过资源的整合与优化,矿山企业能够最大限度地提高生产效率,减少不必要的成本支出,进而提升整体经济效益。

4 优化维修流程与资源配置的策略及其经济效益

4.1 精细化维修流程的设计与优化

优化矿山设备的维修流程首先从精细化管理入手,制定科学的维修工作规范和标准操作程序。精细化流程包括设备故障的及时诊断、维修计划的合理安排、维修作业的规范执行以及质量检查和效果评估的跟踪反馈。通过系统化、标准化的流程设计,避免了维修工作中的随意性和不规范现象,提高了工作效率和维修质量。此外,合理的流程安排能够确保各项维修任务按时、高质量完成,减少了由于流程不畅导致的重复劳动和资源浪费。优化后的流程不仅能提升维修人员的工作效率,还能有效减少设备停机时间,从而避免生产损失,提升矿山企业的整体生产能力和竞争力。

4.2 资源配置的合理化与优化

设备维修资源的合理配置是降低维修成本的关键因素之一。通过信息化管理系统,企业能够实时掌握设备、人员、备件等各类资源的使用情况,避免资源的过度消耗和浪费。在人员配置方面,优化维修人员的技能培训,确保他们能够高效、专业地完成各项维修任务,同时,合理调配维修团队的工作量和岗位,避免劳动力的冗余和短缺。在备件管理方面,运用数据分析预测各类设备的备件需求,减少过度采购和库存积压,优化备件采购周期和库存水平。此外,设备和工具的配置也要根据实际需求进行动态调整,以提高维修效率和减少资源闲置。通过合理配置各类资源,矿山企业能够在保障设备维修质量的前提下,降低不必要的资源浪费和管理成本。

4.3 整体成本控制与效益提升

优化维修流程与资源配置直接带来的是矿山企业整体成本的有效控制。通过科学的维修计划和精确的资源调配,企业能够最大限度地减少设备停机时间和维修过程中产生的额外费用。此外,减少无效维修和过度维修能够降低人力成本和物资消耗,确保维修预算的精准控制。与此同时,通过优化维修流程,还能提高设备的使用效率和生产稳定性,减少生产停滞和生产线间的协调成本。这种高效的资源配置与成本控制策略,有助于提升矿山企业的经

济效益,使其能够在市场竞争中处于更加有利的地位。长期来看,这些优化措施能够实现设备的可持续运行,降低整个企业的运营风险,进一步提高矿山企业的整体利润水平。

4.4 优化策略的长期经济效益

长期来看,优化维修流程与资源配置不仅能带来直接的成本节约,还能促进矿山企业整体管理水平的提升。通过信息化平台对设备管理的全程监控,矿山企业可以基于历史数据和运营状况不断优化维修策略,形成系统化、精细化的管理体系。此外,设备的高效运作和低故障率还能够提升矿山企业的市场信誉和品牌形象,进一步提高产品质量和客户满意度。这些无形的效益,将在企业的长期发展中转化为更大的经济回报。随着技术的不断进步,优化维修流程与资源配置将成为矿山企业降本增效、提升竞争力的关键手段,推动企业实现可持续发展,确保其在日益激烈的市场竞争中稳步前行。

5 结束语

矿山生产设备的维修管理与成本控制是提高企业生产效率、降低运营风险的重要环节。通过引入预防性维修与状态监测技术,矿山企业能够在设备故障发生之前进行干预,显著提高设备的运行稳定性和生产效益。信息化技术的应用,使得设备管理更加精确、透明,有效促进了维修决策的科学化和资源配置的优化。进一步优化维修流程和合理配置资源,不仅能够控制成本,还能提升企业的综合效益和市场竞争能力。面对日益复杂的矿山生产环境,采用系统化、智能化的设备管理模式将成为矿山企业可持续发展的核心动力。综上所述,设备维修管理的创新与优化,不仅是降低成本、提升效益的有效手段,也是矿山企业保持长期竞争力、实现高质量发展的关键所在。

【参考文献】

- [1]肖湘,王荣祥,张晶晶.降低矿山设备维修成本的有效途径[J].矿业装备,2014(12):110-112.
- [2]张聪.基于绿色矿山体系的设备管控系统应用[J].中国资源综合利用,2023,41(1):27-30.
- [3]张岁庚.矿山企业生产设备管理[J].冶金管理,2022(18):30-35.
- [4]焦斌,王佩.矿山电气机械设备使用维修及故障的诊断处理[J].世界有色金属,2019(6):52-55.
- [5]华来健.关于矿山机械设备保养与维修的策略分析[J].质量与市场,2021(8):169-170.

作者简介:胡军华(1985.9—),男,现就职于中稀(凉山)稀土有限公司,设备工程师,长期从事设备管理工作。

矿山露天开采与地下开采方式的优化比较

左明望

中稀(凉山)稀土有限公司, 四川 凉山彝族自治州 615601

[摘要]通过对矿山露天开采与地下开采两种方式的技术特点、经济效益和环境影响进行系统分析,结合矿体的地质条件、开采深度及资源利用率等关键因素,提出优化选择策略。采用数据建模与实地案例分析相结合的方法,从成本效益、资源回收率及生态保护角度探讨不同开采方式的适用性。结果表明,合理优化开采方式能够提高矿山开采效率,降低运营成本,同时减小生态破坏,实现资源的可持续利用。提出的优化方案为矿山企业选择最佳开采方式提供了技术指导和决策依据。

[关键词] 矿山开采方式; 露天开采; 地下开采; 资源利用率; 生态保护

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15027

中图分类号: TD85

文献标识码: A

Optimization Comparison between Open-pit Mining and Underground Mining Methods in Mines

ZUO Mingwang

Zhongxi (Liangshan) Rare Earth Co., Ltd., Liangshan Yi Autonomous Prefecture, Sichuan, 615601, China

Abstract: Through a systematic analysis of the technical characteristics, economic benefits, and environmental impacts of open-pit mining and underground mining, combined with key factors such as geological conditions, mining depth, and resource utilization rate of the ore body, optimization selection strategies are proposed. By combining data modeling with field case analysis, this study explores the applicability of different mining methods from the perspectives of cost-effectiveness, resource recovery rate, and ecological protection. The results indicate that rational optimization of mining methods can improve mining efficiency, reduce operating costs, and minimize ecological damage, achieving sustainable utilization of resources. The proposed optimization plan provides technical guidance and decision-making basis for mining enterprises to choose the best mining method.

Keywords: mining method; open-pit mining; underground mining; resource utilization rate; ecological protection

引言

随着全球资源需求的不断增加,矿山开采方式的选择在提高资源利用率、降低成本和保护生态环境方面发挥着重要作用。露天开采和地下开采作为两种常见的矿山开采方式,各自具有不同的优势与挑战。露天开采在资源开采量大、成本较低方面具有优势,但其对环境的破坏较为严重;地下开采虽然能够减少对地表环境的影响,但在技术和成本上具有更高的要求。如何根据不同矿体条件合理选择开采方式,不仅关乎矿山企业的经济效益,也直接影响生态环境的可持续性。探索两种开采方式的优化组合,已成为现代矿业发展的迫切需求。

1 矿山露天开采与地下开采的技术特点对比

1.1 露天开采的技术特点

露天开采是一种通过去除地表覆盖层,直接开采矿体的方式。这种方法适用于矿体位于地表或浅层的情况,特别是在矿体规模较大、品位较高的情况下。露天开采的最大特点是开采速度快,生产成本较低,能在较短时间内提取大量矿石。其技术上主要依赖于爆破、挖掘和运输设备,如电铲、铲运机和重型卡车。由于露天开采能覆盖大面积的矿区,因此适合规模化作业,尤其是在高品位矿石集中区域,能有效提高资源的开采效率。

然而,露天开采对环境的影响较大。矿区的生态系统可能遭到严重破坏,包括水土流失、地下水污染以及生物多样性的丧失。此外,开采过程中产生的大量废石和矿渣也需妥善处理。随着开采深度的增加,露天开采的难度逐渐增大,特别是在岩石坚硬的矿体区域,可能需要增加爆破作业和机械设备的投入,导致成本上升。

1.2 地下开采的技术特点

地下开采是通过修建竖井、斜井、水平巷道等方式,直接进入地下矿体进行开采的技术。这种方法适用于矿体位于深层、地表条件复杂或者生态环境敏感的区域。与露天开采相比,地下开采能有效避免地表环境的破坏,尤其是适用于高价值矿石或薄矿体的开采。地下开采的典型技术包括提升、钻孔爆破、机械开采及矿石运输等,通常需要使用先进的通风、排水系统及支护技术以保证采矿过程的安全和稳定。

地下开采的主要挑战在于高昂的成本和复杂的技术要求。深度较大的矿山需要建设较为复杂的地面设施,如矿井通风和提升系统,以及防止地下水涌入的防水措施。此外,地下开采的劳动强度较大,且矿井的安全问题需要特别关注,可能涉及到瓦斯爆炸、塌方等风险。因此,地下开采的经济性较露天开采差,但其环境影响相对较小,

适合需要长期开采并对环境保护有较高要求的矿山。

1.3 资源回收率的对比

露天开采通常能够在初期快速提取大批矿石,但随着开采深度的增加,矿体的回收率会受到一定影响。尤其在矿山的尾部,矿石的质量往往降低,露天开采的经济效益也随之下降。为了提高资源回收率,露天开采可能需要增加二次爆破或更复杂的设备,这会提高成本。

相比之下,地下开采的资源回收率通常较高,因为它能够更精确地控制开采范围,并尽可能避免低品位矿石的浪费。地下开采通过定向爆破、精细采矿等技术手段,能有效提高矿石的回收率。尤其对于深部矿体,地下开采能够通过合理布局巷道和开采方案,最大限度地提取矿体中的有价值部分,减少资源的浪费。

1.4 环境影响对比

露天开采对环境的影响是一个不可忽视的问题,特别是在矿区周围生态系统的破坏。露天开采过程中,土地被大规模挖掘,森林和草地被清除,导致生物栖息地的丧失,甚至影响水源的质量和流量。由于开采后会留下废石堆、矿渣堆,可能导致水土流失和污染。在深度较大的露天矿区,还需要额外的土壤恢复与环境修复工作,这将进一步增加开采成本。

地下开采在这方面的优势较为明显。由于采矿活动发生在地下,地表环境受到的干扰较小,生态破坏程度相对较低。而且,地下开采能有效避免矿山废弃物对周围环境的直接影响,减少了废水、废气的排放。然而,地下开采仍然会影响地下水系统的流动,可能导致水质变化或水资源枯竭,尤其是在水文条件复杂的地区。

2 矿体条件与开采方式选择的关系分析

2.1 矿体深度与开采方式的关系

矿体深度是决定开采方式选择的重要因素之一。对于浅层矿体,露天开采通常是最优选择,因为其能够在较短时间内提取大量矿石,且开采成本较低。露天开采适用于矿体位于地表或浅层的情况,尤其是当矿体的开采深度不超过数百米时,可以通过大规模机械设备进行高效作业。

然而,随着矿体深度的增加,露天开采的经济性逐渐下降。深度较大的矿体需要较多的开挖和支护作业,可能导致工程难度加大、开采成本上升,因此在深部矿体开采中,地下开采成为更为可行的方案。地下开采可以深入到矿体的深层部分,通过竖井或斜井等方式直接进入矿体,最大限度地减少对地表环境的干扰。

2.2 矿体规模与开采方式的关系

矿体的规模直接影响开采方式的选择。大规模矿体通常倾向于采用露天开采,因为露天开采能够在较短时间内快速开采大量矿石,具备明显的规模效益,且可以通过大规模机械化作业降低单位成本。对于资源丰富且地质条件相对简单的大型矿床,露天开采能够提供较高的开采效率

和经济效益。

而对于小规模、品位较高的矿体,地下开采则更具优势。地下开采能够在较小的区域内精确开采,避免了露天开采过程中由于矿体局部的开采或生态环境破坏带来的问题。同时,地下开采能够有效减少废石堆积和土地使用,因此适合规模较小的矿体或在开采过程中要求较高的资源回收率的矿床。

2.3 矿体倾角与开采方式的关系

矿体的倾角是影响开采方式选择的关键因素之一。矿体倾角较小的情况下,露天开采具有较好的开采效果。倾角较小的矿体有利于露天开采过程中形成较为平缓的开采面,便于进行大规模的露天作业,并减少矿体破坏和矿石浪费。

但对于倾角较大的矿体,露天开采可能会受到技术限制,存在着矿石开采不完全的问题。此时,地下开采通常是更为适宜的选择。地下开采技术能够在较陡的矿体倾角下,通过合理布置井巷和采掘方法,有效避免浪费矿石,同时确保矿体的安全开采。

2.4 矿体稳定性与开采方式的关系

矿体的稳定性是影响开采方式选择的另一个重要因素。在地质条件较为复杂、矿体稳定性差的情况下,露天开采可能会导致严重的岩体崩塌或滑坡现象,特别是在矿体内部存在断层、裂隙等不稳定因素时,开采过程可能会带来较大的安全风险。对于这种地质条件复杂的矿体,地下开采则能够提供更好的安全保障。地下开采通过支护和支撑措施,在较为稳定的地下环境中作业,可以有效避免地表的不稳定现象。

3 开采方式的经济效益与成本分析

3.1 露天开采的经济效益

露天开采具有较高的经济效益,主要体现在开采成本较低和资源开采效率高。由于露天开采不需要复杂的地下建设和支持系统,所需的基础设施相对简单,设备投入较少。露天矿山通常能够使用大型机械设备进行高效作业,如铲车、挖掘机、运输卡车等,能够快速处理大量矿石。此外,露天开采的矿石运输相对容易,通常通过公路、铁路等方式将矿石直接运送到选矿厂或加工厂,因此运输成本相对较低。对于浅层、规模较大且地质条件简单的矿体,露天开采通常能提供显著的经济回报。

3.2 地下开采的经济效益

地下开采的经济效益较露天开采低,但适用于深层或复杂矿体的开采。地下开采通常需要建设井筒、斜井和巷道等基础设施,投资较大,且施工周期较长。相比露天开采,地下开采的设备和技术要求更高,通常采用钻孔爆破、采矿机等高效设备。此外,地下矿山的运输成本较高,需要通过矿车、提升系统等手段将矿石从地下运至地面,因此运输成本较为昂贵。

然而,对于高品位矿石或深部矿体,地下开采能最大限度提高资源回收率,避免露天开采中资源浪费的问题,从而提高整体经济效益。虽然初期投资较大,但长期运营中,地下开采能够提供稳定的矿石供应,有助于矿山的持续盈利。

3.3 成本分析: 露天开采

露天开采的主要成本包括设备购置费、人工费、爆破费用、矿石运输费用和环境治理费用。由于露天开采的作业面广,设备投资通常较为集中,采用高效的机械化作业有助于降低单位成本。矿石的运输相对简单,通常采用大型卡车进行作业,因此运输成本也较为低廉。然而,随着开采深度的增加,露天开采可能面临地表支护难度增大、废石堆积增多等问题,导致环境治理成本上升。

3.4 成本分析: 地下开采

地下开采的成本较高,主要包括矿井建设费用、支护设施费用、地下设备投资、通风和排水系统维护费用以及矿石运输费用。地下矿山的建设需要大规模的土建工程,且施工周期长,初期投资较为庞大。由于矿石需通过提升系统或矿车运输,运输成本相对较高。此外,地下开采过程中需要进行大量的支护和安全维护,增加了运营成本。然而,通过提高资源回收率和减少矿石浪费,地下开采能在长期运营中弥补其高成本,尤其适用于高品位矿体或深部矿石的开采。

4 生态环境影响与可持续开采策略

4.1 露天开采的生态环境影响

露天开采对生态环境的影响较为直接且显著。首先,露天开采通常需要大量破坏地表植被,导致生物栖息地的丧失和生态系统的破坏。开采过程中,矿石的堆积和废石的排放容易导致水土流失,污染周围的水源和土壤。此外,大规模的开采作业可能造成地下水位变化,影响区域水资源的稳定性。由于露天开采通常涉及较大规模的矿山开采,开采废弃物的处理也成为长期的环境管理难题,废弃矿石堆积和尾矿池的管理可能带来长期的环境风险。

4.2 地下开采的生态环境影响

地下开采相比露天开采,其对地表环境的影响较小。由于开采活动发生在地下,地表的生态系统和植被能够保持相对完整,水土流失和污染问题较少。此外,地下开采能够有效避免大规模的矿石废弃物堆积在地表,从而减少环境压力。然而,地下开采也会对地下水系统和地质结构产生一定影响,尤其是水文条件复杂的地区,可能引发地下水位下降或水质污染问题。因此,在地下开采过程中,必须严格监控地下水流动和水质变化,防止水资源的枯竭或污染。

4.3 可持续开采的环境保护措施

为了实现矿山的可持续开采,需采取多种环境保护措

施。首先,露天开采应加强废弃物管理,建设生态恢复系统,对废石、尾矿进行合理处置,避免对周围环境的二次污染。其次,可以通过采用先进的环保技术,如生态恢复种植、雨水回收系统等,减少生态环境的破坏。此外,在开采过程中,积极采取水土保持措施,防止水土流失,并利用地质工程技术进行矿区的稳定性管理,降低矿山运营对环境的长期影响。

4.4 生态修复与风险监控

无论是露天开采还是地下开采,矿山运营后的生态修复工作都至关重要。在开采过程中,要结合生态恢复的理念,进行矿山土地的合理规划,开采结束后及时进行植被恢复和土地整治,确保矿区周围生态系统的恢复。与此同时,开采过程中应建立长期的风险监控机制,对空气质量、水源、土壤以及生态系统进行定期评估,确保矿山开采不对环境产生不可逆转的影响。通过系统的环境保护与恢复措施,推动矿山开采向更加绿色、可持续的方向发展。

5 结束语

矿山开采方式的选择对于资源的高效利用、经济效益的提升以及生态环境的保护具有重要意义。露天开采在成本和效率上具备明显优势,但对生态环境的影响较为严重,特别是在土地破坏和水土流失方面。地下开采虽然在环境保护方面表现更好,但其较高的成本和技术要求限制了其广泛应用。合理选择开采方式应考虑矿体的深度、规模、倾角及稳定性等因素,同时注重经济效益和环境保护的平衡。通过采取有效的环境管理措施和持续的生态修复工作,矿山企业可以实现资源的可持续开采,减少对环境的负面影响。未来,矿山开采技术的进步将有助于优化开采方式,推动矿业行业朝着更绿色、可持续的方向发展。

【参考文献】

- [1]周晓军. 露天转地下开采矿山的安全风险特征与防范[J]. 山东工业技术,2014(21):51.
 - [2]吕洪来. 金属矿山露天转地下开采的研究现状与措施[J]. 有色金属设计,2019,46(1):119-121.
 - [3]陈建兵. 露天转地下开采矿山的安全风险特征与防范[J]. 世界有色金属,2016(8):131-135.
 - [4]王宗伟,王立宗. 金属矿山露天转地下开采的发展现状与对策[J]. 山西冶金,2017,40(4):60-62.
 - [5]刘站言,魏国栋,甄东升. 矿山露天转地下开采安全技术研究分析[J]. 内蒙古煤炭经济,2022(2):97-99.
- 作者简介:左明望(1990.6—),男,重庆奉节人,现就职于中稀(凉山)稀土有限公司,采矿工程师,长期从事矿山生产管理方面工作。

矿山生产设备管理的数字化转型与智能化应用

张黎华

中稀(凉山)稀土有限公司, 四川 凉山彝族自治州 615601

[摘要] 矿山生产设备管理的数字化转型与智能化应用, 致力于提升矿山生产效率、降低运营成本和提高设备管理水平。通过引入物联网、大数据、人工智能等技术, 实现对矿山设备的实时监控、故障预测、维护优化等功能。设备的数字化管理平台集成了实时数据采集、远程监控和智能决策支持系统, 能够精准分析设备运行状态, 提前识别潜在问题, 并提供针对性的维修方案。此外, 智能化调度系统通过算法优化生产流程, 提升生产调度效率和资源利用率。这些技术的应用显著降低了设备停机时间, 提高了设备使用率, 推动了矿山产业的高效、绿色发展。

[关键词] 矿山设备管理; 数字化转型; 智能化应用; 物联网; 大数据

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15026

中图分类号: TD85

文献标识码: A

The Digital Transformation and Intelligent Application of Mining Production Equipment Management

ZHANG Lihua

Zhongxi (Liangshan) Rare Earth Co., Ltd., Liangshan Yi Autonomous Prefecture, Sichuan, 615601, China

Abstract: The digital transformation and intelligent application of mining production equipment management are committed to improving mining production efficiency, reducing operating costs, and enhancing equipment management level. By introducing technologies such as the Internet of Things, big data, and artificial intelligence, real-time monitoring, fault prediction, maintenance optimization, and other functions of mining equipment can be achieved. The digital management platform of the equipment integrates real-time data collection, remote monitoring, and intelligent decision support system, which can accurately analyze the operating status of the equipment, identify potential problems in advance, and provide targeted maintenance solutions. In addition, the intelligent scheduling system optimizes the production process through algorithms, improving production scheduling efficiency and resource utilization. The application of these technologies significantly reduces equipment downtime, improves equipment utilization, and promotes efficient and green development of the mining industry.

Keywords: mining equipment management; digital transformation; intelligent application; Internet of Things; big data

引言

随着矿山行业的快速发展,传统的设备管理模式已难以满足高效、智能化生产的需求。矿山生产设备的高故障率、低效率和高维护成本问题,迫切要求通过数字化转型与智能化应用来优化管理流程。借助物联网、大数据、人工智能等先进技术,矿山设备管理进入了全新的发展阶段。实时监控、故障预测、智能调度等系统的应用,使设备管理更加精准和高效,不仅有效提升了设备的可靠性和生产效率,还为矿山企业带来了显著的经济效益和环境效益。这种转型不仅是技术创新的体现,更是推动矿山行业实现智能化、绿色化发展的关键举措。

1 矿山生产设备管理的现状与挑战

矿山行业作为基础工业的重要组成部分,其生产设备的管理直接关系到企业的生产效率与成本控制。然而,随着矿山规模的不断扩大与生产任务的日益复杂,传统的设备管理模式面临诸多挑战。

1.1 高故障率与低设备可靠性

矿山设备通常工作在高温、高压、震动等恶劣环境中,

长期高负荷运转使得设备极易发生故障。传统设备管理方法依赖人工定期检查和经验判断,无法实时监控设备的运行状态,容易发生漏检、误判等问题。这些问题导致设备无法及时得到维护和修复,往往在设备故障发生后才得以处理,造成生产停滞、事故发生,甚至可能引发安全隐患,增加了维修费用和生产成本。

1.2 设备使用率低与资源浪费

传统设备管理模式,矿山生产设备的调度和管理往往存在效率低下的问题。由于缺乏智能化的调度系统,设备的使用率较低,常常出现设备空闲或过度使用的情况。部分设备的运行时间不稳定,部分则长期未能高效运转,导致大量设备闲置,造成资源浪费。这不仅增加了设备的资本投入,还降低了矿山整体生产效率,浪费了宝贵的生产资源。

1.3 缺乏实时数据与决策支持

传统设备管理模式,设备数据的采集和分析主要依赖人工定期检查与统计,导致信息滞后,无法实时掌握设备的运行状况。这种信息不对称使得矿山企业无法在第一

时间获取准确的设备状态,进而影响了生产调度和设备维护的决策质量。缺乏及时反馈和数据支持,生产管理层在处理突发事件或进行设备调度时,往往无法做出迅速、准确的决策,降低了整体运作效率。

1.4 高维护成本与运营压力

由于缺乏有效的设备预测和维护机制,矿山企业往往采取事后维修的方法应对设备故障,这导致了高昂的维护成本。设备故障的发生往往具有突发性,且往往需要较长时间才能修复,造成生产停工和设备闲置,进一步加大了运营压力。突发性故障往往会导致维修成本急剧上升,并且由于停机时间较长,矿山企业还会面临额外的经济损失。

这些问题的存在使得矿山企业在设备管理上面临着越来越大的挑战,迫切需要通过数字化和智能化手段进行改造与升级。通过引入现代信息技术,矿山设备的管理可以实现远程监控、故障预测、智能调度等多方面的优化,显著提升设备管理水平,降低运营成本,增强企业的市场竞争力。

2 数字化转型:物联网与大数据的应用

随着矿山行业对生产效率和设备管理要求的不断提高,数字化转型已成为提升设备管理水平的重要途径。通过引入物联网和大数据技术,矿山生产设备的实时监控、数据分析和智能决策得到了极大提升,从而实现了设备管理的智能化和精细化。

2.1 物联网在矿山设备管理中的应用

物联网技术通过传感器、无线网络等设备,将矿山生产设备的运行状态实时采集并传输至云平台。通过安装在设备上的智能传感器,能够实时监测设备的温度、压力、震动、负荷等关键参数。一旦设备出现异常,系统会立即发出预警信号,及时告知相关人员进行检修或维护。物联网技术的应用大大提升了设备的可视化管理和故障的提前预警能力,降低了人工巡检的成本和风险。

2.2 大数据分析驱动设备健康管理

大数据技术为矿山设备管理提供了强大的数据支持。通过收集设备的运行数据、维修记录和外部环境数据,采用数据挖掘与分析技术,可以实现设备健康评估和寿命预测。基于大数据分析,矿山企业能够精准识别设备潜在的故障隐患,从而在设备发生故障之前进行预防性维护。这不仅延长了设备的使用寿命,也显著降低了突发故障造成的停产损失。

2.3 数据驱动的智能调度与优化

数字化转型不仅体现在设备的监控和维护上,还包括生产调度的智能化。通过大数据分析和智能算法,矿山可以实时掌握生产过程中的各种数据,如设备负荷、产量、原材料供应情况等。基于这些数据,智能调度系统能够自动优化生产计划,合理安排设备运行,确保资源的最优配置。这种基于数据的调度系统可以提高生产效率、降低能

源消耗,并减少设备过度使用的情况。

2.4 云平台与智能决策支持系统

云平台是数字化转型的重要基础,通过云端存储与计算,矿山企业能够集中管理所有设备的运行数据和维护信息。结合人工智能与机器学习技术,云平台能够对海量数据进行智能分析,并根据分析结果提供决策支持。例如,通过算法预测设备故障概率,并推荐最佳维护时间,帮助企业提前做好维修准备,避免设备停机。智能决策支持系统的引入,使得设备管理不仅仅是一个简单的维护任务,而是成为推动矿山生产高效运作的重要支撑。

通过物联网与大数据技术的应用,矿山生产设备管理实现了从被动管理到主动管理的转变,极大提高了设备运行的可靠性与生产效率,为矿山企业的持续发展奠定了坚实的数字化基础。

3 智能化技术在设备管理中的创新应用

智能化技术的快速发展为矿山设备管理带来了革命性的变化。通过人工智能、机器学习和自动化技术的引入,矿山设备管理不仅实现了更加精准的监控与预测,还提升了生产效率和安全性。智能化技术的应用使得设备管理朝着自主化、智能化方向迈进,推动了矿山行业的现代化转型。

3.1 智能故障预测与诊断

基于人工智能和机器学习技术,矿山设备管理能够实现故障的预测和智能诊断。通过对历史运行数据的深度分析,系统能够识别设备出现故障的早期迹象,并在故障发生之前进行预警。例如,振动传感器和温度传感器的数据可以通过 AI 算法进行实时分析,识别出设备在运行过程中的异常波动,从而提前告知维修人员进行检查和修复。这种智能化的故障诊断不仅提高了故障处理的时效性,也有效避免了因设备突发故障导致的生产停顿和安全事故。

3.2 自主决策与智能优化调度

智能化设备管理系统还能够基于实时数据自动进行决策和调度优化。通过深度学习算法,系统可以根据设备的工作状态、生产任务、资源需求等因素,自动调整生产计划与设备调度。例如,在设备负荷较高时,系统会优先安排负荷较低的设备进行补充,确保生产的连续性和设备的平稳运行。智能调度不仅提高了设备的利用效率,还优化了生产过程中的资源配置,避免了过度使用某些设备或资源浪费的现象,确保了生产过程的顺畅与高效。

3.3 无人化与自动化作业

随着智能化技术的不断发展,矿山企业逐步推动设备的无人化操作。例如,无人驾驶的矿车和自动化的钻探设备,能够根据预设的工作路线和生产目标,自动完成运输和作业任务。这些自动化设备不受人工操作限制,能够在极端环境下持续作业,减少了人力成本和安全风险。无人化技术的应用不仅提升了生产效率,还有效降低了人为因素带来的安全隐患,是矿山智能化发展的重要方向。

3.4 智能化远程监控与管理

智能化远程监控系统使得矿山生产设备的管理不再局限于现场操作人员的直接干预。通过云平台和物联网技术,矿山管理人员可以远程实时监控各个设备的运行状态,并根据系统提供的智能分析结果进行远程调整或指令下达。无论是在设备运行、生产进度,还是在设备维护与故障处理方面,管理人员都能随时获取数据并作出决策。这种远程智能化管理大大提高了管理效率,特别是在矿山生产区域较为分散或环境恶劣的情况下,能够有效减少人员出勤,降低运营成本。

智能化技术的应用使矿山设备管理从传统的人工管理向自动化、数字化和智能化过渡,不仅优化了资源利用和生产效率,还显著提高了设备的稳定性和安全性,为矿山行业的可持续发展提供了强大的技术支撑。

4 数字化与智能化转型带来的效益分析

数字化与智能化转型不仅改善了矿山设备管理的效率和精度,还为矿山企业带来了显著的经济效益、运营效益和环境效益。通过物联网、大数据、人工智能等技术的应用,矿山设备的管理模式得到了全面升级,推动了矿山产业向更加高效、智能、绿色的方向发展。

4.1 提升设备利用率与生产效率

数字化与智能化转型的首要效益体现在设备利用率和生产效率的提升。通过物联网技术,矿山设备的实时监控和状态检测可以帮助管理人员及时发现设备故障,避免了传统管理模式设备长时间停机或过度使用的情况。智能调度系统基于大数据分析可以合理安排设备的工作负荷,确保设备的最佳运行状态,从而提高整体设备的使用效率。这一优化不仅缩短了设备的空闲时间,还减少了生产中的非计划停机,提高了生产流程的连续性和稳定性,从而大幅提升了矿山生产的整体效率。

4.2 降低维护成本与停机时间

智能化技术,尤其是故障预测与维护优化,帮助企业实现了精准的设备维护和预防性保养。通过机器学习与数据分析,设备的故障率得到了有效降低,许多潜在问题得以提前识别并及时处理,避免了突发性的设备故障。通过优化维护周期,减少了设备过度维护和维修的成本。设备的维修费用大大降低,停机时间也显著减少。此举不仅降低了生产中的停工损失,还节省了大量的人工和资源成本,有效提高了运营效益。

4.3 提高安全性与环保效益

智能化技术的应用对矿山的安全管理具有重要意义。通过实时监控和故障预警系统,矿山企业可以对设备进行全面的安全管理,提前识别可能的安全隐患,避免了传统设备管理中因忽视小故障而引发的重大安全事故。矿山自动化设备的使用减少了高危环境中人力的直接暴露,进一步降低了

作业过程中的安全风险。此外,智能化技术的运用还有助于优化矿山的能效管理,减少不必要的能耗和排放。例如,通过智能调度系统,能够优化能源的分配和使用,减少浪费,从而有助于矿山企业实现绿色生产和可持续发展目标。

4.4 增强决策支持与市场竞争力

数字化与智能化转型不仅改变了设备管理模式,也提升了企业的决策水平。通过集成的智能决策支持系统,企业可以实时获取设备的运行状态、生产数据以及市场需求等各方面的信息,做出更为精准的决策。这种数据驱动的决策方式使得矿山企业在面对复杂的生产调度、资源配置和市场变化时,更能快速响应并做出优化调整。随着生产效率的提升、成本的降低和安全性的增强,企业的市场竞争力得到了极大增强,在日益激烈的市场竞争中占据有利位置。

数字化与智能化转型为矿山企业带来的效益,不仅体现在经济上的直接回报,还包括安全性、环保性等各方面的提升。这种转型不仅是矿山行业应对现代化生产需求的必然选择,更为推动矿山行业可持续发展提供了强有力的技术支持。

5 结束语

矿山生产设备管理的数字化转型与智能化应用,为矿山行业带来了深远的变革。通过物联网、大数据、人工智能等技术的引入,矿山设备管理从传统的人工干预模式,转向了实时监控、智能预测、优化调度等高度自动化、智能化的管理方式。这不仅显著提高了设备利用率和生产效率,降低了维护成本和停机时间,还增强了矿山的安全性和环保效益。智能化技术的应用推动了矿山企业向绿色、可持续的方向发展,提升了企业的市场竞争力。随着技术的不断进步,数字化和智能化将继续发挥更大作用,为矿山行业的高效、安全、环保生产提供强有力的支持,推动整个行业迈向更加智能化、现代化的未来。

【参考文献】

- [1]李瑞,刘东.智能化矿山采矿技术中的安全管理问题探讨[J].中国管理信息化,2020,23(18):76-77.
- [2]张聪.基于绿色矿山体系的设备管控系统应用[J].中国资源综合利用,2023,41(1):27-30.
- [3]陈公领.物联网的矿山装备数字化运维研究与应用分析[J].世界有色金属,2023(19):1-3.
- [4]李刚.试论煤矿机械工程智能化发展与应用[J].石化技术,2019,26(11):348-340.
- [5]丁恩杰,俞啸,廖玉波,吴传龙,陈伟,郁万里,王威.基于物联网的矿山机械设备状态智能感知与诊断[J].煤炭学报,2020,45(6):2308-2319.

作者简介:张黎华(1982.6—),男,机械仪表工程师,现就职于中稀(凉山)稀土有限公司,长期从事设备管理工作。

矿山采矿过程中环境保护与资源利用的平衡研究

吴晓明

中稀(凉山)稀土有限公司, 四川 凉山彝族自治州 615601

[摘要] 矿山采矿是资源开发的重要手段,但同时也伴随着环境破坏和生态系统退化的风险。通过采用先进的矿山开采技术、优化资源利用方式和加强环境治理措施,能够在一定程度上实现环境保护与资源利用的双赢。通过精准的矿体勘探、采矿工艺改进、废料处理和土地复垦等手段,可以最大化资源回收率,减少环境污染,并有效恢复采矿区域生态环境。此外,利用现代信息技术和环境监测手段,能够实时评估采矿活动对环境的影响,从而实现动态调整和管控。这些措施有助于提升矿山采矿的可持续性,促进资源的合理利用,减少对生态环境的负面影响,推动绿色矿业的发展。

[关键词] 矿山采矿; 资源利用; 环境保护; 生态恢复; 绿色矿业

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15025

中图分类号: TD98

文献标识码: A

Research on the Balance between Environmental Protection and Resource Utilization in Mining Processes

WU Xiaoming

Zhongxi (Liangshan) Rare Earth Co., Ltd., Liangshan Yi Autonomous Prefecture, Sichuan, 615601, China

Abstract: Mining is an important means of resource development, but it also comes with the risk of environmental damage and ecosystem degradation. By adopting advanced mining techniques, optimizing resource utilization methods, and strengthening environmental governance measures, a win-win situation between environmental protection and resource utilization can be achieved to a certain extent. Through precise exploration of ore bodies, improvement of mining techniques, waste disposal, and land reclamation, the resource recovery rate can be maximized, environmental pollution can be reduced, and the ecological environment of mining areas can be effectively restored. In addition, modern information technology and environmental monitoring methods can be used to assess the impact of mining activities on the environment in real time, thereby achieving dynamic adjustment and control. These measures help to enhance the sustainability of mining, promote the rational utilization of resources, reduce negative impacts on the ecological environment, and promote the development of green mining.

Keywords: mining and mining; resource utilization; environmental protection; ecological restoration; green mining

引言

矿山采矿作为资源开发的关键环节,为工业发展提供了大量原材料,但其带来的环境问题却不容忽视。采矿过程中的土地破坏、污染排放和生态失衡,常常导致不可逆的生态危机。如何在满足资源需求的同时,最大限度地减小环境影响,已成为矿业界亟待解决的难题。随着技术的进步,矿山采矿过程中的资源利用效率和环境保护措施逐步得到改进。通过科学规划和现代化技术手段,矿山开采不仅能有效提高资源回收率,还能在一定程度上恢复生态环境,推动矿业的绿色发展。探索采矿活动与环境保护之间的平衡,已成为实现可持续发展的重要途径。

1 矿山采矿过程中的环境影响及其挑战

1.1 土地破坏与地形变化

矿山采矿通常伴随着大规模的土地开挖和地形改变,对自然环境造成显著破坏。这些活动往往会打破原本平整的地表,形成采矿坑、尾矿堆和废弃矿渣场地,导致地形和景观的永久性改变。尤其是露天开采形式,由于需要大面积的土地开挖,不仅破坏了原始地貌,还可能导致地质

结构的不稳定。这种人为的地形变化还可能改变地下水的流动路径,造成水资源分布的不均衡和地下水位下降。同时,开采过程中的大量挖掘破坏了表层土壤结构,降低了土地的生产能力。长期未修复的采矿场地可能逐渐演变为荒漠化区域,对周边农业和植被生态系统的可持续性产生深远影响。

1.2 水土污染与资源浪费

矿山开采不仅会直接破坏地表结构,还会在采矿、运输和矿石加工过程中产生大量的废水和废渣,极大地威胁周边水体和土壤的质量。采矿过程中,尤其是金属矿石的开采和选矿工艺,通常会使用化学药剂和水来分离矿物,这些含有有毒物质的废水若未经有效处理,极易流入周围的河流、湖泊及地下水系统,导致水质污染。重金属如铅、汞、砷等有毒物质可能通过水体扩散,影响水生生物的生长和繁殖,严重时还会污染人类的饮用水源,造成公共卫生危机。

此外,矿石加工和尾矿堆积过程中产生的废渣、尾矿等固体废弃物,也常常因堆放不当而渗透至土壤中,导致

土壤的重金属污染。长期的污染累积使得土壤结构发生变化,影响植物的生长和农业生产的可持续性。而且,由于大量采矿废料往往未得到有效处理或回收,资源浪费问题愈发严重。废矿渣中可能还蕴藏着未被完全提取的矿物,如果能够通过适当的技术手段回收,便可以大大减少资源的浪费,缓解环境压力。

1.3 生态退化与生物多样性丧失

采矿活动不仅直接破坏了原生栖息地,还通过改变水文条件、土壤性质和气候环境等,进一步影响了生态系统的稳定性。森林、草原、湿地等生态环境的破坏导致了动植物栖息地的丧失,许多物种因此面临生存危机,生物多样性急剧下降。例如,一些特定物种无法适应环境变化,可能因此灭绝。此外,矿区的生态退化会影响区域水文循环,造成水源枯竭、水质污染等问题,加剧生态环境的恶化。采矿过程中产生的大量废气、粉尘及噪声污染,不仅影响空气质量,还干扰野生动物的栖息与繁殖,进一步扰乱了生态平衡,增加了环境修复的难度。矿山周边生态系统的退化对整个区域的生物链和自然资源造成长远影响。

2 资源利用效率提升的关键技术与方法

2.1 精准勘探技术的应用

精准勘探技术的进步为矿山采矿提供了更为详细和准确的矿藏数据,显著提高了资源利用效率。通过地质勘探、遥感技术和地球物理方法,能够对矿体的规模、分布、品位等进行精确评估,减少资源浪费和不必要的开采。传统勘探方法可能存在误差,导致矿藏的开采盲区或过度开采现象,而现代勘探技术则能够为矿山提供更精确的矿体轮廓和开采策略。例如,三维地质建模技术能够通过精确分析地下矿藏的空间分布,优化矿山设计,提高开采的精准性与效率。此外,无人机、卫星遥感技术及激光雷达等高科技手段,也能够帮助采矿企业在地质勘探中获得更广泛的地理数据,从而提高资源的利用率。

2.2 自动化与智能化采矿工艺

随着自动化和智能化技术的迅速发展,矿山采矿的工艺效率得到了极大的提升。现代化采矿设备,如自动化钻机、智能化采矿机器人等,能够大幅度提高作业精度和生产效率。这些设备的引入不仅减少了人工成本,还能在恶劣的作业环境中稳定运行,提高采矿过程的安全性和可控性。智能化采矿系统通过实时监控矿山的运营状态,结合大数据和人工智能算法优化采矿过程,确保矿产资源的最大回收率。例如,智能化调度系统能够根据矿区的实际情况和资源分布,自动调整采矿的作业顺序和采掘方案,避免资源的过度开发或浪费。

2.3 先进选矿技术的应用

提高矿石品位和资源回收率,离不开高效的选矿技术。传统的选矿方法,如浮选法、重力选矿法、磁选法等,在某些情况下无法有效回收细粒矿物或低品位矿石。因此,

近年来开发了一系列新型选矿技术,如高效浮选剂、微波选矿、细粒矿物的回收技术等。这些新技术能够显著提升矿石的处理效率,提高低品位矿石的回收率,减少环境污染。例如,微波选矿技术通过高频微波加热矿石,促进矿物与废物的分离,有效回收细粒矿物和难选矿物。同时,绿色选矿技术的引入,如无毒化学剂和水资源回用系统,也有效减少了选矿过程中对环境的影响。

2.4 资源循环利用与废弃物处理技术

矿山开采中产生的大量废弃物如尾矿、废渣等,往往是资源浪费和环境污染的主要来源。因此,提高资源利用效率的重要手段之一是实现矿山废弃物的回收和再利用。当前,尾矿和废渣的处理技术不断改进,如尾矿干排、尾矿资源化利用等技术已经取得了一定的成果。尾矿可以通过化学或物理方法回收有价值的矿物,减少废弃物的排放并提高资源回收率。例如,某些尾矿中的稀有金属或非金属矿物可以通过新型分选技术被重新提取。此外,矿区废水和废气的治理也采用了先进的处理技术,确保资源的最大回收和环境的最小污染。通过这些资源回收技术,矿山开采不仅能提高资源利用率,还能有效降低采矿活动对环境的影响,实现经济与环境效益的双赢。

3 环境保护措施在矿山开采中的应用与实践

3.1 废料管理与资源再利用

废料管理是矿山开采过程中最为关键的环境保护措施之一。矿山开采产生的废弃物主要包括尾矿、废渣、矿石加工残留物等,若不加以合理处置,容易引发污染和生态破坏。现代矿山通过废料的分类、收集与处理,实现资源的最大化利用。例如,尾矿中的有价值矿物可通过先进的回收技术提取,减少废弃物的体积和对环境的影响。废渣也可以通过无害化处理后进行土地复垦或其他再利用,如制造建筑材料等。此外,废料堆存区的设计和管理也至关重要,必须考虑防渗、防风、防水等措施,避免有害物质进入土壤和水体,降低污染风险。通过资源化和无害化处理,不仅可以减少废料排放,还能提高矿山的资源利用率,减少环境负担。

3.2 污染治理与排放控制

在矿山开采过程中,废水、废气、噪声等污染物的排放对环境构成了巨大威胁。因此,污染治理措施的实施对于确保采矿活动的环境友好性至关重要。首先,在废水排放方面,矿山通常设立了废水处理系统,通过沉淀池、化学反应、过滤等技术去除废水中的重金属、悬浮物和有害物质,确保达标排放。部分矿山还采用零排放技术,将水资源完全回收再利用,最大限度减少水污染。其次,废气排放的控制也同样重要,尤其是矿石加工和焙烧过程中产生的粉尘和有害气体。通过安装除尘器、脱硫装置和废气处理设备,有效控制空气污染。同时,噪声污染也是矿山开采中的重要问题,采用隔音墙、降噪设备及合理的作业

安排,可以减少噪声对周边环境和居民生活的干扰。总之,污染治理通过采用先进的设施与技术,显著降低了矿山开采对空气、水体及土壤的污染。

3.3 生态恢复与绿化复垦

矿山采矿后的生态恢复是确保矿区可持续发展的关键步骤。采矿活动通常会破坏大片土地,导致生物栖息地丧失,因此,生态恢复工作不仅需要恢复土壤的结构,还需重建生态系统。生态恢复的首要步骤是土地复垦,通过填埋、平整和土壤改良等手段恢复土地的基本功能。在土壤恢复过程中,采用有机肥料、固土剂等手段改善土壤的结构和肥力,为植被生长提供良好的条件。接下来,进行植被恢复,通过种植适应性强、抗旱抗污染的植物,逐步恢复矿区的生态环境。此外,一些矿区还开展生物多样性保护项目,种植本地植物,建立生态廊道,恢复和保护原有的动植物栖息地。通过这些生态恢复措施,不仅能够改善矿区周围的环境质量,还能促进矿区生态系统的自我修复,推动矿山开采的绿色可持续发展。

4 绿色矿业发展路径: 可持续采矿的实现途径

4.1 推动绿色技术与创新应用

绿色矿业的核心在于技术创新,尤其是绿色技术的广泛应用。通过引入低碳、节能、高效的采矿和选矿技术,可以大幅度减少能源消耗和污染物排放。例如,采用节能型矿山设备和自动化采矿技术,不仅能提高矿山作业效率,还能减少能源浪费。此外,智能化矿山管理系统和大数据技术的应用,可以对采矿过程进行实时监控和优化,减少资源的过度开采和浪费,提高资源的利用率。在选矿环节,采用绿色选矿技术如无毒化学剂、低能耗浮选工艺等,不仅能够有效提高资源回收率,还能减少对环境的污染。通过技术创新,绿色矿业理念能够深入到采矿的每个环节,从根本上实现环境保护与资源利用的平衡,推动矿业向可持续方向发展。

4.2 制定严格的环境监管政策与标准

绿色矿业的推进离不开政府和行业的支持与引导。政府应出台严格的环境保护政策,制定矿山开采的环境管理标准,规范矿山企业的生产行为。具体措施包括要求矿山企业进行环境影响评估和环境监测,确保采矿活动不对周围生态系统造成不可逆的损害。同时,政府可以鼓励企业采用绿色矿业技术,通过财政补贴、税收优惠等手段,降低绿色技术的应用成本。此外,矿山企业也应建立健全的环境管理体系,定期评估矿山开采对环境的影响,及时采取措施防止和治理污染。通过建立完善的政策和监管框架,确保矿山开采活动符合可持续发展的要求,推动矿业行业

向绿色、低碳、循环发展的方向转型。

4.3 实施矿区生态恢复与社会责任

绿色矿业不仅关注技术和政策的落实,还要重视矿区的生态恢复和社会责任的履行。在矿山开采过程中,积极开展土地复垦和生态恢复项目,通过植被恢复、土壤改良等措施,使采矿区域逐步恢复原有的生态功能。矿山企业应在开采前就进行规划,确保采矿活动与生态环境的保护同步进行,避免对环境造成长期损害。采矿结束后,应及时进行矿区的生态修复,恢复动植物栖息地,增强生物多样性。同时,矿山企业还应履行社会责任,关注周边社区的发展,改善矿区周边的基础设施,促进地方经济的可持续发展。通过企业和社会的共同努力,绿色矿业不仅能够实现资源的可持续开发,还能推动社会、经济与环境的和谐发展,为未来的矿业行业树立负责任、可持续的榜样。

5 结束语

矿山采矿在为社会提供丰富资源的同时,也不可避免地带来了环境问题。为了实现资源利用与环境保护的平衡,必须依靠先进的技术手段、严格的管理措施以及社会各方的共同努力。通过精准勘探、智能化采矿工艺、绿色选矿技术的应用,可以大幅提高资源回收率,减少资源浪费。而在废料管理、污染治理、生态恢复等方面,采取有效的环保措施,不仅能够减轻采矿对环境的负面影响,还能推动矿山开采活动的可持续发展。绿色矿业不仅要求矿山企业提升自身的环境管理水平,还需要政策、技术、社会责任等多方面的支持。只有在技术创新和环境保护并重的基础上,矿业行业才能走上一条绿色、低碳、可持续的发展道路,为全球资源利用和生态保护做出更大贡献。

[参考文献]

- [1]宋宇辰,李庆.前大地渠铁矿地质环境保护与防治对策[J].现代矿业,2013,29(11):69-71.
 - [2]尚余星.地下金属矿山采矿技术进展及研究方向[J].世界有色金属,2022(17):28-30.
 - [3]郭新华.针对采矿活动特点的矿山地质环境影响评估[A].河南省地质学会.河南地球科学通报 2012 年卷[C].河南:河南省地质学会,2012.
 - [4]乔晓民.有关翁牛特旗矿产资源开发利用与生态保护的探讨[J].西部资源,2012(3):138-139.
 - [5]宋杨.矿山地质灾害防治与地质环境保护探究[J].世界有色金属,2022(18):223-225.
- 作者简介:吴晓明(1989.8—),男,四川南充人,现就职于中稀(凉山)稀土有限公司,采矿工程师,长期从事矿山采矿方面工作。

矿山工程项目管理中的风险控制与应对策略

马 凯

中稀（凉山）稀土有限公司，四川 凉山彝族自治州 615601

[摘要] 矿山工程项目管理过程中，风险控制是确保项目顺利实施和高效完成的关键因素。通过建立全面的风险评估体系，对可能的技术、经济、环境等风险进行识别和分析，能够有效预防潜在问题的发生。在此基础上，针对不同风险采取定量与定性相结合的应对策略，如技术改进、资金储备、人员培训等手段，能够提高项目的抗风险能力。此外，项目全生命周期的风险监控与动态调整，有助于及时发现问题并进行修正，确保项目目标的实现。通过强化风险控制，能够降低突发事件对项目的负面影响，提高资源利用效率，确保项目的质量与安全，最终提升矿山工程项目的整体效益。

[关键词] 矿山工程；项目管理；风险控制；应对策略；风险评估

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15024

中图分类号: TD80

文献标识码: A

Risk Control and Response Strategies in Mining Engineering Project Management

MA Kai

Zhongxi (Liangshan) Rare Earth Co., Ltd., Liangshan Yi Autonomous Prefecture, Sichuan, 615601, China

Abstract: Risk control is a key factor in ensuring the smooth implementation and efficient completion of mining engineering project management. By establishing a comprehensive risk assessment system to identify and analyze potential technical, economic, environmental, and other risks, potential problems can be effectively prevented from occurring. On this basis, adopting a combination of quantitative and qualitative response strategies for different risks, such as technological improvements, financial reserves, personnel training, etc., can enhance the project's ability to resist risks. In addition, risk monitoring and dynamic adjustment throughout the entire lifecycle of the project can help identify and correct problems in a timely manner, ensuring the achievement of project goals. By strengthening risk control, it is possible to reduce the negative impact of emergencies on the project, improve resource utilization efficiency, ensure project quality and safety, and ultimately enhance the overall efficiency of mining engineering projects.

Keywords: mining engineering; project management; risk control; response strategies; risk assessment

引言

矿山工程项目由于其复杂性和高风险性，常面临着技术、经济、环境等多方面的不确定因素。如何有效识别和应对这些风险，已成为项目管理中不可忽视的核心问题。风险控制不仅关乎项目的顺利推进，更直接影响到资源的合理配置、成本的有效控制以及最终效益的实现。在矿山工程项目的全过程中，如何通过科学的风险评估与应对策略，降低潜在的威胁并提升项目的可控性，已成为项目成功的重要保障。有效的风险管理，不仅能够避免事故和损失，还能优化决策流程，增强项目的竞争力和可持续发展能力。

1 矿山工程项目风险识别与评估方法

1.1 风险识别方法

在矿山工程项目中，风险识别是第一步，旨在发现所有潜在的风险因素。这些风险可能来源于技术、经济、环境或政策等方面。常见的风险识别方法包括：

头脑风暴法：通过项目组成员的集体讨论，提出所有可能的风险源。该方法有助于全面识别风险，尤其是在初期阶段，能确保不遗漏任何潜在的风险。

德尔菲法：通过专家小组多轮反馈，结合专家的经验 and 知识，逐步确认和精细化各类风险。这种方法能够克服个人偏见，提供更加客观的风险识别。

SWOT 分析：结合项目的优势、劣势、机会和威胁，从多个维度进行系统的风险识别。这种方法有助于从整体角度审视项目的潜在风险，尤其适合对复杂项目的多层次风险进行全面评估。

1.2 风险评估方法

在识别风险后，下一步是对各类风险进行评估，以便确定其影响程度和发生概率，进而制定相应的应对策略。常见的风险评估方法包括：

定性分析：通过专家评估和项目团队的讨论，将风险按高、中、低进行分级。这种方法虽然主观性较强，但对于初期的粗略评估非常有效，能够快速识别关键风险领域。

定量分析：使用数学模型和统计工具，如概率分析、风险矩阵等，对风险的发生概率和潜在影响进行量化。通过定量数据的支持，能够更准确地预测风险发生的可能性及其对项目的影响，便于项目管理层采取相应的控制措施。

蒙特卡罗模拟：这种模拟方法通过建立多次随机试验，

预测不同条件下风险发生的结果。尤其适用于复杂的矿山工程项目,可以模拟出项目中不同风险因素相互作用的效果,帮助决策者了解在不同情境下的风险分布。

1.3 风险评审法

专家评审法作为一种高效的风险评估手段,通过聘请领域内的专家对项目的各类风险进行深入分析。专家评审法能够弥补其他方法中可能出现的盲点或偏差,通过专家的经验判断,为项目提供更加精确和实用的风险分析报告。

1.4 风险评估的综合应用

在实际应用中,矿山工程项目通常采用定性与定量相结合的方式进行评估。在初期阶段可以通过定性分析进行快速识别,再通过定量分析和专家评审法对关键风险进行深入分析。这样既能确保全面性,又能提高评估的准确性,为后续的风险控制与应对策略的制定提供坚实的数据支持。

2 矿山工程项目风险控制策略的制定与实施

2.1 技术改进与创新

在矿山工程项目中,技术风险常常来源于技术方案滞后、技术不成熟或施工过程中的技术问题。因此,采取技术改进和创新是应对技术风险的有效策略。首先,应加强技术研发和技术合作,引进先进的矿山开采和管理技术,提高项目整体的技术水平。其次,要在项目实施过程中,密切关注新技术的应用,及时发现并解决潜在的技术难题。例如,通过应用自动化、信息化技术,提高矿山生产的自动化程度,降低人为操作的风险。此外,通过技术改进优化工艺流程,提升资源的回收率和矿石的开采效率,从而减少技术故障带来的影响。

2.2 资金保障与风险分散

资金风险是矿山工程项目常见的经济风险之一,尤其是在项目周期长、投资大、资金回收周期较长的情况下。为了有效控制资金风险,必须制定切实可行的资金保障措施。首先,项目管理团队应建立严格的资金管理制度,确保项目资金的及时到位和合理使用。其次,可以通过合理的融资结构,如银行贷款、项目投资或合作伙伴资金注入等方式,分散单一资金来源带来的风险。此外,为应对突发资金短缺情况,建议设置应急资金池,以便在需要时迅速调用,保证项目的资金链不出现断裂。合理的资金保障措施可以有效防范资金不足导致的项目停滞或质量下降。

2.3 资源优化配置与调度

矿山工程项目中,资源配置不当也可能带来较大的风险。资源风险主要表现在人员、设备、材料等方面。为有效控制此类风险,首先要通过科学的资源调度和管理,优化各项资源的配置。例如,在项目实施过程中,要根据实际需求合理调配人员,避免人员短缺或冗余。对于设备资源,则要确保设备的定期检查和保养,防止设备故障导致工期延误。同时,采用现代化的信息管理系统对资源进行

实时监控,确保资源的合理流动和使用,减少浪费。

2.4 风险预警与应急响应机制

在矿山工程项目的实施过程中,建立风险预警与应急响应机制是防范不可控风险的必要手段。通过实时监控和分析项目进展,及时识别潜在的风险,能够为项目管理团队提供提前应对的机会。首先,应建立专门的风险监控小组,负责定期检查和评估项目中的风险点,确保项目始终在可控范围内。其次,在发生突发事件时,必须有明确的应急预案和响应流程,包括应急资源的调动、项目调整方案的制定等,确保在风险发生时,能够迅速采取措施,最大限度地减轻其对项目的负面影响。

3 动态风险监控与应急响应机制

3.1 风险监控体系的建立

动态风险监控体系是矿山工程项目中有效应对风险的核心。为了及时发现和应对项目中的风险,首先应构建一个基于信息化的风险监控平台,集成项目各个环节的数据,进行实时监测。通过使用传感器、监控软件等技术手段,对矿山现场的生产、环境、安全等进行 24 小时监控,及时捕捉到潜在的风险信号。例如,通过对设备运行状态的监控,预防设备故障;通过对环境因素的监测,如气候变化、地质活动等,及时识别可能引发的自然灾害风险。风险监控平台可以与项目管理系统和财务系统进行联动,实时反馈项目执行情况,帮助管理者全面掌握项目风险的动态变化,为决策提供数据支持。

3.2 风险预警机制的实施

建立有效的风险预警机制是动态风险监控体系的关键组成部分。预警机制通过设定合理的阈值和触发条件,对不同类型的风险进行分级,并对高风险情况进行预警。例如,对于设备故障风险,可以设置设备运行参数的报警阈值,提前发出故障警告;对于安全事故风险,可以通过对矿山作业环境和工人的健康状况进行定期评估,及时发现安全隐患。预警机制不仅依赖于技术手段,还应结合项目经验和专家判断,确保各类潜在风险能够在最早阶段得到识别和处理。通过不断优化预警模型,增强风险预测能力,减少突发事件对项目造成的损失。

3.3 应急响应机制的制定

一旦风险预警被触发,及时有效的应急响应措施至关重要。应急响应机制的制定要明确各类风险事件的应对流程,包括响应人员、资源调配、措施落实等方面。在矿山工程项目中,常见的风险如设备故障、自然灾害、人员伤亡等,应急预案应涵盖所有可能发生的紧急情况。例如,在设备故障情况下,预案应明确故障修复流程和备用设备的调度方案;在自然灾害发生时,应制定撤离方案和应急物资储备计划。各类预案的实施需要进行模拟演练,确保团队成员熟悉应急流程,提高响应效率。同时,应急响应机制还需灵活调整,能够根据项目实际情况进行动态优化。

3.4 持续优化与反馈机制

风险监控和应急响应机制并非一成不变,应根据项目实施过程中的实际情况进行持续优化和调整。定期对监控体系和应急响应流程进行评估,总结经验教训,改进不足之处。通过项目的风险反馈机制,收集和分析应急响应的效果,不断调整预警标准和应急流程,提升团队的应急处理能力。同时,要关注技术发展和行业变革,将新的风险监控工具和应急响应技术纳入项目管理中,使风险管理体系保持前瞻性和适应性。持续的优化和反馈不仅提高了风险管理的效率,也增强了项目在变化环境中的应变能力,确保项目能够在复杂的外部条件下顺利推进。

4 矿山工程项目风险控制的效益分析与优化

4.1 降低项目成本

有效的风险控制能够显著降低矿山工程项目的整体成本。在矿山开采项目中,风险因素通常导致预算超支和资源浪费。通过科学的风险评估与预防措施,能够在项目实施前期准确识别潜在的经济风险,进而通过优化资金管理、合理调配资源来减少不必要的支出。例如,通过实施技术创新和改进工艺,减少能源消耗和材料浪费,能有效控制生产成本;而通过提前识别市场波动等经济风险,可以避免因价格波动而导致的成本增加。此外,项目实施过程中,通过动态监控和及时调整风险控制策略,可以减少因突发事件或项目延误导致的额外支出,从而使项目在预算内顺利完成,提升整体效益。

4.2 提高项目质量

风险控制不仅是为了降低成本,更是提高矿山工程项目质量的重要保障。矿山项目的质量风险通常体现在采矿技术、设备运行、安全管理等方面。通过完善的风险管理体系,能够针对不同的质量问题制定应对策略,如通过技术创新提高矿石的提取效率和质量;通过定期检测和维护设备,减少设备故障导致的生产停滞;通过加强安全管理,降低工人伤害和事故发生的概率。优化质量控制流程,减少因质量问题引发的返工和资源浪费,提高矿山工程的总体生产效率和产品质量。良好的质量控制不仅可以减少不合格产品的数量,还能提高矿山产品的市场竞争力和品牌形象,为项目带来更高的经济回报。

4.3 确保项目安全

矿山工程项目本身具有较高的安全风险,尤其是地下开采和复杂的矿山作业环境,因此,实施有效的风险控制措施至关重要。通过建立完善的安全管理体系和应急预案,可以有效减少事故的发生,保障人员和设备的安全。在风险控制过程中,通过持续的安全培训、定期的安全检查以及先进的安全技术手段,可以显著降低矿山项目中的安全事故率。例如,利用现代监测技术对矿山的地质情况、气

候变化进行实时监控,及时发现潜在的安全隐患;同时,通过应急响应机制的优化,确保事故发生时能够迅速采取措施,最大程度地减少人员伤亡和财产损失。确保项目的安全,不仅有助于提升矿山企业的社会责任形象,还能减少因事故带来的成本损失,促进项目顺利进行。

4.4 促进可持续发展

通过有效的风险控制,矿山工程项目能够在保护环境、提高资源利用率和提升企业社会责任方面实现可持续发展。矿山开采通常会对环境产生一定的影响,如水土污染、生态破坏等,因此,建立环保型风险控制体系十分重要。通过引入绿色矿山技术、实施环境风险评估、优化资源回收等措施,能够最大限度地减少环境污染和资源浪费,实现资源的高效利用。此外,实施社会责任管理、保障工人福利、加强与社区的沟通合作,也能提高项目的社会可接受度和企业的社会形象。优化风险管理流程,使项目能够更好地适应法律法规的变化和市场环境的波动,保障项目长期健康运营,从而为企业的可持续发展打下坚实的基础。

5 结束语

矿山工程项目的风险管理是确保项目顺利实施和长期成功的关键。通过有效的风险识别、评估、控制与应对策略,能够显著降低项目实施过程中的不确定性,减少事故和损失,优化资源配置,提升项目的整体效益。从技术改进到资金保障、资源优化,再到动态风险监控和应急响应机制的建立,每一环节的有效管控都直接关系到项目的成本、质量和安全保障。同时,完善的风险管理流程也为矿山项目的可持续发展提供了坚实的基础,有助于企业在日益复杂和变化的环境中保持竞争力。未来,随着风险管理技术的不断进步,矿山工程项目的风险控制将更加高效和精细化,推动行业持续发展,带来更大的经济效益与社会效益。

【参考文献】

- [1]张翠翠. 矿山工程建设投资及成本控制研究[J]. 工程技术研究,2018(12):102-103.
 - [2]门建兵. 项目管理在矿山工程中的应用研究[D]. 南昌:南昌大学,2010.
 - [3]王峻吏. 谈矿山工程建设投资及成本控制[J]. 世界有色金属,2019(7):197-199.
 - [4]刘乃嘉. 基于 ChatGPT 的矿山工程风险评估预警系统实现探讨[J]. 企业科技与发展,2023(8):44-47.
 - [5]谭昌波. 矿山工程施工安全管理存在的问题及应对策略分析[J]. 中国金属通报,2020(8):25-26.
- 作者简介:马凯(1992.2—),男,四川西昌人,现就职于中稀(凉山)稀土有限公司,助理工程师,长期从事工程管理工作。

矿山采矿过程中的粉尘控制技术研究

龙金刚

中稀(凉山)稀土有限公司, 四川 凉山彝族自治州 615601

[摘要] 矿山采矿过程中, 粉尘污染是一个严重的环境问题, 影响矿工健康并加剧空气污染。为了有效控制采矿过程中粉尘的产生与扩散, 采用了多种技术措施, 包括喷雾抑尘、通风除尘、吸尘系统等。这些技术通过提高水雾颗粒的附着力、改善矿区通风条件和使用高效过滤设备, 有效降低了粉尘浓度, 减少了粉尘对空气质量的影响。同时, 利用先进的监测系统对矿区粉尘浓度进行实时监控, 并根据数据调整控制策略, 进一步提升了粉尘控制效果。通过这些技术的综合应用, 矿区的工作环境得到了显著改善, 矿工的健康风险得到了有效降低, 也为环境保护作出了贡献。

[关键词] 粉尘控制; 采矿技术; 喷雾抑尘; 通风除尘; 环境保护

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15023

中图分类号: TD854

文献标识码: A

Research on Dust Control Technology in Mining Process

LONG Jingang

Zhongxi (Liangshan) Rare Earth Co., Ltd., Liangshan Yi Autonomous Prefecture, Sichuan, 615601, China

Abstract: Dust pollution is a serious environmental problem in the mining process, affecting the health of miners and exacerbating air pollution. In order to effectively control the generation and diffusion of dust in the mining process, a variety of technical measures have been adopted, including spray dust suppression, ventilation and dust removal, dust collection system, etc. These technologies effectively reduce dust concentration and minimize the impact of dust on air quality by increasing the adhesion of water mist particles, improving ventilation conditions in mining areas, and using efficient filtration equipment. At the same time, advanced monitoring systems are used to monitor the dust concentration in the mining area in real time, and control strategies are adjusted based on the data, further improving the dust control effect. Through the comprehensive application of these technologies, the working environment in mining areas has been significantly improved, the health risks of miners have been effectively reduced, and contributions have been made to environmental protection.

Keywords: dust control; mining technology; spray dust suppression; ventilation and dust removal; environmental protection

引言

矿山采矿活动作为资源开采的重要手段, 伴随着大量粉尘的产生, 这不仅对矿工的身体健康构成威胁, 还对周边环境产生负面影响。随着环保法规的日益严格, 传统的粉尘控制方法已难以满足现代矿山的生产需求, 因此, 采用更加高效的粉尘抑制技术成为迫切需要解决的问题。喷雾抑尘、通风除尘及吸尘系统等新技术的应用, 为矿山粉尘治理提供了全新的解决方案, 极大地改善了矿区的作业环境。这些技术的创新与整合, 不仅提高了粉尘控制效率, 还促进了矿山的可持续发展和矿工的健康保障, 具有重要的实践意义和推广价值。

1 矿山采矿过程中的粉尘来源与危害分析

1.1 矿山采矿过程中的粉尘来源分析

矿山采矿过程中, 粉尘的产生主要来源于以下几个方面。首先, 开采作业中的钻孔、爆破和铲装等过程会产生大量的矿石碎屑, 这些碎屑在机械撞击、摩擦和破碎过程中容易分散成细小的粉尘颗粒, 悬浮在空气中。其次, 矿石运输和堆放过程中, 由于矿物质的摩擦、碰撞以及堆积,

矿石表面产生的微小颗粒会随着风力或运输机械的振动而扬起, 进一步形成粉尘污染。最后, 矿山通风系统的工作也可能导致一些地下作业区域的粉尘向地面扩散, 尤其是在低通风量的情况下, 矿山地下的积尘极易被空气流动带入工作区。

1.2 粉尘对矿工健康的危害

矿山采矿过程中产生的粉尘不仅严重影响周围环境质量, 而且对矿工的健康构成直接威胁。长期暴露在高浓度粉尘环境中, 矿工容易患上与尘肺相关的疾病, 如矽肺病、煤矿尘肺病等。这些疾病主要由矿区内的细小粉尘颗粒进入肺部引起, 长期积累会导致肺部功能逐步下降, 严重时甚至可能导致肺功能衰竭, 危及生命。除了尘肺病, 粉尘对呼吸道的长期刺激作用还可能引发支气管炎、哮喘等慢性呼吸系统疾病, 增加矿工的健康负担。粉尘还可能影响心血管健康, 增加心脏病、血管疾病的风险。更为严重的是, 持续的粉尘暴露还会逐渐削弱人体免疫系统, 使矿工更易感染各种疾病, 整体健康状况不断恶化, 最终导致职业病发生率显著上升。除健康风险外, 这还会给矿山

企业带来巨大的社会和经济压力，增加医疗和赔偿成本，并影响矿区的生产效率和劳动生产力。

1.3 粉尘对环境的影响

矿山采矿过程中的粉尘不仅对矿工的健康构成威胁，还对周边环境造成了严重的污染。悬浮在空气中的细小粉尘颗粒会迅速扩散，影响空气质量，导致雾霾加重，严重时可导致能见度降低，给交通和日常生活带来不便。粉尘随着风力传播，沉积到土壤、植被和水体中，破坏当地生态系统的平衡。土壤中的粉尘沉积会导致土壤结构变化，降低其透气性和肥力，进而影响农作物的生长，减少农田的产量和质量。水体中的粉尘不仅可能污染水源，改变水体的 pH 值，还会破坏水生生物的栖息环境，影响生态链的稳定。矿山周边的空气污染还可能导致呼吸道疾病的发生率上升，增加当地居民的健康风险。

2 喷雾抑尘技术在矿山粉尘控制中的应用

2.1 喷雾抑尘技术的原理与基本构成

喷雾抑尘技术通过利用细小的水雾颗粒来捕捉矿山作业过程中产生的粉尘，使其迅速沉降到地面，从而达到减少粉尘扩散的目的。该技术的关键在于喷雾粒径的控制，通常需要将水雾颗粒控制在 10-50 微米之间，这样的粒径既能有效包裹粉尘，又不会因过大颗粒的重力作用迅速落地，影响抑尘效果。喷雾系统的基本构成包括喷雾头、管道、泵站、喷雾控制设备和水源系统。喷雾头通过加压将水转化为细小水雾，喷洒到粉尘源头，控制系统则根据现场粉尘浓度的变化自动调节喷雾量与喷洒频率，以确保最佳的粉尘抑制效果。

2.2 喷雾抑尘技术的应用领域

喷雾抑尘技术在矿山采矿过程中广泛应用，特别是在露天矿区、破碎区、运输通道、堆料区等粉尘易产生的区域。首先，在开采阶段，喷雾系统可以在爆破后直接进行抑尘，减少因矿石爆破带来的大量粉尘扩散。其次，矿石运输过程中，尤其是采用皮带输送系统时，喷雾技术可有效控制因摩擦、碰撞和矿石扬起造成的粉尘。最后，在堆料和堆存矿石的过程中，通过布置喷雾装置，可以防止堆积的矿石因风力作用而引起扬尘。此外，喷雾抑尘技术还可以与矿山的其他粉尘治理措施（如通风除尘系统）结合使用，进一步提高矿山粉尘治理的综合效果。

2.3 喷雾抑尘技术的优势

喷雾抑尘技术具有诸多优点。首先，喷雾系统可根据粉尘浓度实时调整喷水量和喷洒频率，具有较高的自动化水平，减少了人工干预的需求。其次，与传统的干式抑尘方法（如吸尘器、过滤设备）相比，喷雾技术能够覆盖更大范围，尤其适用于大面积的露天作业区域。再次，水雾的微小颗粒能够迅速与粉尘颗粒结合，增强了粉尘的沉降速度，减少了粉尘的扩散，提高了抑尘效率。喷雾抑尘技术的投资相对较低，操作维护简便，且无需消耗大量能源，

因此在经济性和环保性上都具有优势。此外，由于水雾颗粒对空气的湿度有一定的调节作用，喷雾技术在干旱地区的矿山应用效果尤为显著。

3 通风与吸尘系统在矿山粉尘治理中的关键作用

3.1 通风系统在矿山粉尘治理中的作用与原理

通风系统是矿山粉尘治理的基础设施之一，其主要作用是通过空气流动将矿区内产生的粉尘稀释并排出地面。良好的通风系统可以将粉尘从矿井或露天矿区内的作业区域及时带走，减少粉尘在空气中的浓度，降低矿工的暴露风险。通风系统的原理是利用风机、通风管道等设施，推动空气流动，使新鲜空气进入矿区的作业区，同时将污染的空气与粉尘排出。矿山通风系统一般分为两种类型：自然通风和机械通风。自然通风利用空气温差和地形差异产生的气流进行通风，适用于一些空气流通良好的矿山环境；而机械通风则通过风机强制空气流动，适用于通风不畅或粉尘浓度较高的矿山，能够有效增加空气流量，保证矿区各作业区域的空气质量。

3.2 吸尘系统的工作原理与应用

吸尘系统通过高效的集尘设备，直接从粉尘源头吸取空气中的粉尘颗粒，将其集中收集并排出，从而实现局部区域的粉尘控制。吸尘系统通常由吸尘器、集尘装置、输送管道及过滤设备组成。其工作原理是通过吸力将矿区作业区域的空气及其中的粉尘颗粒吸入，通过管道输送到集尘装置，再通过滤网将粉尘从空气中分离。过滤后的清洁空气通过排气口释放，避免了粉尘的二次扩散。吸尘系统的应用范围广泛，尤其在矿石破碎、铲装、运输、筛分等产生大量粉尘的作业环节，吸尘装置能够有效收集粉尘，减少粉尘对矿工健康的危害，并防止粉尘在作业区内积聚，降低火灾爆炸等安全隐患。

3.3 通风与吸尘系统的协同作用

在矿山粉尘治理中，通风系统与吸尘系统的协同应用可以实现最佳的抑尘效果。通风系统通过持续的空气流动降低作业区内的粉尘浓度，为矿工提供清新的空气环境；而吸尘系统则直接作用于粉尘源头，通过局部吸收粉尘，减少粉尘的扩散。因此，两者结合使用可以形成互补的优势，既可以减少大范围粉尘的产生，又能针对局部高粉尘浓度区域进行重点控制，提高整体粉尘治理的效果。例如，在矿石破碎作业区，通过吸尘系统将源头粉尘集中吸走，同时借助通风系统将周围空气中的残余粉尘快速排出，达到良好的粉尘抑制效果。在矿山深部作业区域，通风系统与吸尘系统的有效结合不仅能够提供必要的新鲜空气，还能够防止空气中积聚过多的粉尘，从而保障矿井作业的安全。

4 矿山粉尘控制技术的综合评估与发展趋势

4.1 矿山粉尘控制技术的综合评估标准

矿山粉尘控制技术的评估需要从多个维度进行，主要包括抑尘效果、成本效益、安全性、操作便捷性和环境影

响等方面。首先,抑尘效果是技术评估的核心指标,主要衡量技术在实际应用中降低粉尘浓度、减少粉尘扩散的能力。有效的技术应能在不同作业环节和不同环境条件下保持稳定的抑尘效果。其次,成本效益是评价技术应用可行性的重要标准,既包括设备的初期投资成本,也包括其运营和维护成本。对于矿山企业而言,选择具有较高性价比的粉尘控制技术尤为重要。安全性方面,技术的应用应减少对矿工健康的危害,防止由于设备故障或运行不当引发的二次污染或安全事故。操作便捷性则体现在技术的管理、维护和自动化控制的程度,简化操作流程能有效降低人力成本。最后,环境影响是综合评估的重要方面,技术应尽可能减少对环境的负面影响,尤其是在水资源、能源消耗和废弃物排放方面,优选环保的粉尘控制方案。

4.2 综合应用技术的优势与效果

随着矿山作业的复杂性和规模化程度的提高,单一的粉尘控制技术往往难以满足全面治理的需求。因此,综合应用多种技术成为解决矿山粉尘污染的有效途径。例如,将喷雾抑尘与通风除尘系统结合使用,可以在提高粉尘沉降效果的同时,保证空气流动,避免粉尘在矿区内滞留。吸尘系统与喷雾技术的协同应用,可以在局部区域有效降低粉尘浓度,并减少对整个矿区环境的负面影响。在实际应用中,不同技术的结合使用能够覆盖更多的作业环节,全面提高粉尘治理效果,并进一步提升矿山的生产效率和安全性。此外,综合应用技术能够灵活调整治理策略,根据不同环境条件和粉尘浓度进行针对性调整,提高技术的适应性与稳定性,从而为矿山企业带来更大的经济与社会效益。

4.3 技术集成与智能化发展趋势

随着科技进步,矿山粉尘控制技术正向集成化和智能化方向发展。集成化技术将多种粉尘控制方法结合在一起,形成一套完整的系统,通过智能化控制实现不同技术的协调工作。例如,喷雾系统可以与实时监测系统连接,通过传感器和数据分析技术自动检测矿区的粉尘浓度,并根据检测结果调整喷雾频率与水量。通风与吸尘系统也可以通过智能化调节,根据矿区内粉尘分布和风速变化自动优化工作状态,从而最大限度地提高粉尘治理效率。未来,矿山粉尘控制技术将更多地依靠人工智能、大数据和物联网技术,通过对矿区环境的实时监测、数据分析与预测,智能调度各项控制设备,实现更加精准、高效的粉尘治理,进一步提升矿山的环保水平和安全性。

4.4 未来发展方向与挑战

尽管矿山粉尘控制技术已经取得了显著进展,但仍然

面临一些技术和实际应用的挑战。首先,在水资源有限或干旱地区,喷雾抑尘技术的应用受限,因此,如何研发高效且节水的抑尘设备成为技术发展的重要方向。其次,极端气候和复杂地形条件对通风和吸尘系统的影响不容忽视,如何提高设备的适应性和稳定性,确保其在不同环境下持续高效运行,是未来技术发展的关键。此外,技术的可持续性也是一个挑战,许多粉尘控制设备在长期运行中会产生较大的维护成本或能源消耗。因此,未来的粉尘控制技术将更加注重绿色环保,减少对能源的依赖,同时提升设备的耐用性和维修便利性。随着科技不断进步,矿山粉尘治理技术将在智能化、节能环保和高效性方面不断突破,推动矿山行业的可持续发展和环境保护目标的实现。

5 结束语

矿山粉尘污染是影响矿山作业安全、矿工健康以及环境保护的重要问题。随着技术的不断发展,喷雾抑尘、通风与吸尘系统等多种粉尘控制技术逐步应用到矿山作业中,取得了显著的成效。通过这些技术的综合应用,矿区的粉尘浓度得到了有效控制,矿工的职业健康风险大大降低,作业环境得到改善。尽管当前的技术已取得一定的进展,但在水资源短缺、复杂环境适应性和长期运行成本等方面仍面临一定挑战。未来,矿山粉尘控制技术将朝着智能化、节能环保和高效集成的方向发展,利用大数据、物联网等先进技术实现精准监控与智能调度,进一步提升治理效果。持续创新和技术升级将为矿山行业的可持续发展提供有力支持,并为环境保护和社会健康贡献更多力量。

【参考文献】

- [1]郭春,宋骏修,王欣,等. 矿山法施工隧道粉尘控制技术研究现状及进展[J]. 隧道建设(中英文),2020,40(1):68-74.
 - [2]马宁. 矿山企业粉尘控制及应对策略[J]. 北方环境,2011,23(8):88-91.
 - [3]陶发玉. 采矿作业粉尘危害防护技术调查与研究[J]. 湖南有色金属,2021,37(6):4-6.
 - [4]福法纳(Mohamed Lamine Fofana). SMD 露天矿粉尘排放对环境的影响与减排技术研究[D]. 徐州:中国矿业大学,2021.
 - [5]贺晓峰,赵明. 采矿爆破粉尘高效凝并技术分析[J]. 中国金属通报,2022(6):17-19.
- 作者简介:龙金剛(1989.12—),男,四川南充人,现就职于中稀(凉山)稀土有限公司(原四川江铜稀土有限责任公司),地质测量工程师,长期从事矿山测量方面工作。

冶金行业绿色冶炼技术的研究进展

顾晓明

中稀（凉山）稀土有限公司，四川 凉山彝族自治州 615601

[摘要]随着环保要求日益严格，冶金行业绿色冶炼技术的研究不断取得进展。通过优化冶炼过程、提高资源利用效率、减少污染排放等手段，绿色冶炼技术能够有效降低能源消耗和环境污染。高效的废气治理技术、低碳冶炼工艺以及可持续的资源回收利用方法，成为了该领域的研究重点。采用清洁能源替代传统燃料、强化冶炼设备的智能化控制以及创新冶金材料的应用，均有助于降低生产过程中的二氧化碳排放和有害物质的产生。此外，绿色冶炼还能够提升冶金产品的质量，降低生产成本，具有显著的经济和环境效益。未来，随着技术的不断发展和优化，绿色冶炼有望为冶金行业的可持续发展提供更为广阔的空间。

[关键词]绿色冶炼；低碳工艺；能源优化；废气治理；可持续发展

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15006

中图分类号: TF811

文献标识码: A

Research Progress on Green Smelting Technology in the Metallurgical Industry

GU Xiaoming

Zhongxi (Liangshan) Rare Earth Co., Ltd., Liangshan Yi Autonomous Prefecture, Sichuan, 615601, China

Abstract: With increasingly strict environmental requirements, research on green smelting technology in the metallurgical industry continues to make progress. By optimizing the smelting process, improving resource utilization efficiency, and reducing pollution emissions, green smelting technology can effectively reduce energy consumption and environmental pollution. Efficient waste gas treatment technologies, low-carbon smelting processes, and sustainable resource recycling methods have become research priorities in this field. The use of clean energy to replace traditional fuels, the strengthening of intelligent control of smelting equipment, and the application of innovative metallurgical materials all contribute to reducing carbon dioxide emissions and the production of harmful substances in the production process. In addition, green smelting can improve the quality of metallurgical products, reduce production costs, and have significant economic and environmental benefits. In the future, with the continuous development and optimization of technology, green smelting is expected to provide a broader space for the sustainable development of the metallurgical industry.

Keywords: green smelting; low carbon technology; energy optimization; waste gas treatment; sustainable development

引言

冶金行业作为能源消耗和污染排放大户，面临着日益严峻的环境压力和资源短缺问题。传统冶炼工艺在满足生产需求的同时，往往伴随高能源消耗和大量废气废水排放，影响了生态环境的可持续性。随着全球环保法规的日益严格及绿色发展的推动，冶金行业亟需转型升级，寻求更加环保、高效的技术路径。绿色冶炼技术应运而生，通过技术创新和工艺优化，不仅减少了能源浪费，还大幅降低了污染物排放，为冶金行业的可持续发展指明了方向。探索和实现这一目标，将有助于提升行业整体竞争力，同时推动全球绿色经济的发展。

1 绿色冶炼技术的基本概念与发展趋势

1.1 绿色冶炼技术的基本概念

绿色冶炼技术是指在冶金生产过程中，采用环保、节能、低碳的技术手段，减少能源消耗和有害物质排放，提升资源利用效率的冶炼工艺。与传统冶炼工艺相比，绿色冶炼强调从源头上降低污染、优化能源使用，并通过技术创新实现冶炼过程的智能化、自动化和高效化。其核心目

标是实现资源的最大化利用，同时减少二氧化碳、氮氧化物等有害气体的排放，确保冶金产业在满足生产需求的同时，对环境的影响降到最低。

1.2 绿色冶炼技术的关键技术发展

近年来，绿色冶炼技术取得了显著进展，多个关键技术方向得到了有效发展。一方面，低碳冶炼工艺，如氢冶炼、电炉冶炼等新型技术被广泛研究和应用，这些技术能够大幅减少传统煤炭、焦炭等燃料的使用，从而降低二氧化碳排放。另一方面，废气治理技术也得到了显著突破，现代废气处理设备和工艺，如脱硫、脱氮、除尘等技术，能有效清除冶炼过程中产生的有害气体，减少对大气环境的污染。除此之外，资源回收技术的创新也为绿色冶炼提供了新的解决方案，通过高效的废料回收和再利用，有助于减少原材料的消耗，降低生产成本，提高资源利用率。

1.3 绿色冶炼技术的未来发展趋势

未来，绿色冶炼技术将朝着更加智能化、精细化和可持续化的方向发展。一方面，随着智能制造和人工智能技

术的进步,冶炼工艺将更加精准和高效,生产过程中的能源和资源消耗将得到更精确的控制。另一方面,绿色冶炼将逐步融入循环经济体系,强调全生命周期管理,即从原料选择、工艺优化到产品回收再利用,都将更加注重环保和可持续性。此外,随着国际环保法规 and 政策的不断收紧,绿色冶炼技术的研发和应用将获得更多的政策支持,推动冶金行业向低碳、环保、高效的方向转型升级。

2 低碳冶炼工艺的创新与应用

2.1 低碳冶炼工艺的基本原理

低碳冶炼工艺的核心在于通过减少或替代传统冶炼过程中依赖的高碳燃料(如焦炭和煤)来降低二氧化碳排放。这一过程通常借助清洁能源、可再生能源或高效的冶炼技术,采用不同的能源替代方案或直接控制碳排放源。在低碳冶炼工艺中,氢冶炼、电炉冶炼等新型技术获得了广泛应用,氢气作为还原剂替代了传统的焦炭,可以有效减少二氧化碳的生成。此外,电弧炉冶炼则通过电能代替传统的化石能源,显著降低了碳排放。因此,低碳冶炼的基本原理在于通过能源结构的优化和工艺的创新,减少碳排放,促进冶炼过程的清洁化与绿色化。

2.2 氢冶炼工艺的创新与应用

氢冶炼作为一种前景广阔的低碳冶炼技术,通过利用氢气替代传统冶炼中的碳源进行金属还原,能够大幅降低冶炼过程中的二氧化碳排放。氢冶炼工艺的关键在于利用氢气与金属氧化物反应生成金属,并释放水蒸气,而不是二氧化碳。近年来,随着氢气生产和储存技术的进步,氢冶炼的应用不断扩展,尤其是在钢铁、铝及其他有色金属的生产中,已取得一定的成果。例如,利用可再生能源(如风能、太阳能)生产的绿色氢气,为氢冶炼提供了清洁能源的支撑。尽管氢冶炼工艺仍面临氢气储存与运输成本较高等技术难题,但随着技术的不断发展和成本的逐步降低,氢冶炼有望成为冶金行业的重要低碳技术之一。

2.3 电炉冶炼与其他低碳冶炼技术的应用

电炉冶炼作为一种低碳冶炼技术,通过使用电能替代传统的煤气和焦炭,显著减少了二氧化碳排放。尤其是在钢铁生产中,电弧炉的广泛应用已成为实现低碳冶炼的重要途径。电弧炉通过电流在电极和炉料之间产生高温,使金属熔化并完成冶炼过程。由于电炉冶炼过程不依赖于化石能源,其碳排放大大低于传统的高炉冶炼工艺。此外,电炉冶炼具有较高的能源利用率和更灵活的生产能力,可根据电力市场的变化调整生产过程,提高了整体经济性。除了电炉冶炼,其他低碳冶炼技术,如气体还原冶炼、氮气冶炼等,也逐步在冶金领域得到应用。这些技术的共同特点是采用低碳甚至零碳的能源替代传统的高碳燃料,从而有效减少冶炼过程中的温室气体排放。随着各项技术的逐步成熟,低碳冶炼工艺将在全球范围内得到更加广泛的推广和应用。

3 废气治理与资源回收技术在绿色冶炼中的作用

3.1 废气治理技术的核心作用

冶炼过程中的废气排放是环境污染的主要来源之一,尤其是二氧化碳、氮氧化物(NO_x)和硫氧化物(SO_x)等有害气体的排放。废气治理技术的核心作用是通过高效的污染物捕捉和转化,减少冶炼过程对大气的污染。传统的废气治理方法如湿法脱硫、干法除尘和低氮燃烧技术,已经被广泛应用于冶炼行业。然而,随着环保要求的不断提高,现代废气治理技术逐渐向更加高效、低成本的方向发展。新型催化剂、膜分离技术以及等离子体处理技术等都在废气治理中发挥了重要作用。例如,催化剂在氮氧化物的还原反应中具有重要作用,能够将有害氮氧化物转化为氮气和水,降低对环境的危害。同时,现代废气处理设备的自动化和智能化控制,也使得废气治理过程更加高效和精准。

3.2 废气治理的技术创新与应用

随着绿色冶炼技术的进步,废气治理技术也不断创新,以适应更为严格的环保标准。例如,在钢铁生产中,采用了先进的脱硫脱氮技术,通过精细化控制炉内气氛,减少废气中的硫化物和氮化物含量。同时,超临界二氧化碳捕集技术和膜分离技术的应用,也使得废气中二氧化碳的回收和储存成为可能,进一步推动冶金行业向低碳方向发展。这些技术的实施不仅提高了废气治理效率,还在一定程度上减少了治理过程中产生的二次污染问题。此外,绿色冶炼过程中的废气回收还能够产生附加值,捕集的二氧化碳可以用于其他工业应用,如制碳、化工生产等,实现资源的循环利用。

3.3 资源回收技术的创新与重要性

资源回收技术在绿色冶炼中占据重要地位。通过对冶炼过程中产生的废料、废渣、废气和废水进行有效回收和利用,能够大幅度减少资源浪费,降低原料消耗,并提高整体能源利用效率。例如,冶炼过程中产生的高温废渣可以通过优化处理工艺进行回收,用于再生金属的提炼,减少了对天然矿石的需求。此外,冶炼过程中产生的废气和废水也可以通过现代回收技术进行处理,回收其中的金属元素或有用化学物质。比如在铝冶炼过程中,利用先进的电解槽技术回收铝土矿中的铝元素,减少了对矿石的依赖。

3.4 废气治理与资源回收的协同效应

废气治理技术与资源回收技术的结合,能够实现冶炼过程的闭路循环,最大程度地提高资源的利用率,减少环境污染。通过废气中金属元素的回收,不仅可以减少废气的排放,还能降低生产过程中的原材料消耗。此外,废气中某些有害气体(如二氧化硫、氮氧化物)转化为有用化学品后,能够为企业带来额外的经济效益。例如,二氧化硫可通过转化为硫酸用于化肥生产,氮氧化物可转化为氮气或氨气用于其他工业过程。通过这些协同技术的应用,

绿色冶炼不仅能显著降低污染排放,还能提升整体经济效益,推动冶金行业向更加环保、可持续的方向发展。

4 绿色冶炼技术的经济效益与环境效益分析

4.1 绿色冶炼技术的经济效益分析

绿色冶炼技术在经济上的主要效益体现在节能降耗和资源高效利用上。传统冶炼工艺依赖大量的煤炭、焦炭等化石燃料,能源消耗巨大,而绿色冶炼技术通过替代传统能源,采用可再生能源或更高效的冶炼工艺,能够有效降低单位产出的能源消耗,减少燃料费用。例如,氢冶炼技术的应用将氢气作为还原剂替代焦炭,尽管初期投资较高,但随着氢气生产成本的逐渐降低和技术的成熟,其带来的能源节约效益将逐步显现。电炉冶炼则能够根据市场需求灵活调节生产,不仅减少了传统高炉工艺中的燃料消耗,还提高了能源使用效率。

此外,绿色冶炼技术的另一大经济效益是提高了废料、废气等副产品的资源化水平。通过废气回收、废料再利用等技术,冶炼过程中产生的副产物不再被视为废弃物,而是可以转化为有价值的原材料或能源。这样一方面降低了废物处置的成本,另一方面增加了企业的收入来源。综合来看,绿色冶炼技术能有效降低生产成本,提高生产效益,并增强企业的市场竞争力。

4.2 绿色冶炼技术的环境效益分析

绿色冶炼技术的最显著优势在于其对环境的积极影响。传统冶炼工艺中,煤炭和焦炭的燃烧过程会释放大量的二氧化碳、硫氧化物、氮氧化物及其他有害气体,这些污染物对大气、水体和土壤造成了严重影响。绿色冶炼技术通过采用低碳、零碳工艺,如氢冶炼、电炉冶炼、废气净化技术等,能够显著减少有害物质的排放,推动冶金行业的低碳转型。

以氢冶炼为例,这项技术在还原金属过程中仅产生水蒸气,而没有二氧化碳的排放。电炉冶炼则通过电力代替燃料,减少了燃烧过程中的碳排放。废气治理技术的应用,如高效脱硫、脱氮技术,也能有效清除冶炼过程中产生的污染物,避免二次污染。因此,绿色冶炼技术能够大幅降低二氧化碳等温室气体的排放量,有助于应对气候变化、改善大气质量,具有显著的环境保护效益。

4.3 绿色冶炼技术的社会效益分析

绿色冶炼技术对社会的积极影响主要体现在提升社会整体环境质量和推动绿色经济发展上。随着全球对环境保护和可持续发展的重视,绿色冶炼技术成为了促进环保产业发展的重要推手。在满足冶金生产需求的同时,绿色冶炼技术的广泛应用有效减少了对自然资源的过度依赖,

降低了冶炼行业对生态环境的负面影响。通过减少温室气体排放和废气污染,绿色冶炼帮助改善了空气质量,为公众健康和社会福祉提供了保障。此外,绿色冶炼技术的创新与推广还促进了相关高新技术产业的发展,推动了新材料、智能制造、环保技术等领域的创新。

4.4 绿色冶炼技术的可持续发展前景

随着全球环保法规和政策日益严格,绿色冶炼技术的发展前景广阔。各国政府纷纷出台激励政策,推动冶金行业实现绿色转型。在这一过程中,绿色冶炼技术的应用将不断优化,提高技术效率,降低成本,从而进一步增强行业的经济效益。同时,随着技术创新的推进,绿色冶炼不仅有助于减少冶炼行业的碳足迹,还能带动整个社会走向更加低碳、环保的可持续发展道路。

此外,绿色冶炼技术的持续发展也将促进相关产业的整合与协同效应,推动资源的循环利用。通过绿色冶炼工艺的广泛应用,冶金行业有望在保持经济增长的同时,实现更高的环境保护目标,为全球气候变化应对做出积极贡献。

5 结束语

绿色冶炼技术作为应对冶金行业资源消耗与环境污染的有效途径,已经展现出显著的经济与环境效益。通过优化冶炼工艺、减少碳排放、提高能源利用效率,绿色冶炼不仅降低了生产成本,还为行业的可持续发展奠定了基础。低碳冶炼工艺的创新,如氢冶炼和电炉冶炼,为冶金行业提供了更为清洁、高效的生产方式。同时,废气治理与资源回收技术的结合,进一步提高了资源利用率,减少了环境污染,推动了循环经济的实现。未来,随着技术的不断创新和政策支持的加强,绿色冶炼将在全球范围内得到更加广泛的应用,为推动绿色经济、应对气候变化做出更大贡献。

[参考文献]

- [1]张颖,王莹,查松妍,等.钢铁行业氢冶金技术路线及发展现状[J].烧结球团,2023,48(4):8-15.
- [2]史亮.中国二十二冶集团:开辟全面战略转型新赛道助力冶金产业绿色新升级[Z].中国冶金报,2023(10):13.
- [3]张书岩.关于绿色冶金与环境保护的探讨[J].世界有色金属,2023(24):226-228.
- [4]蔡大为,范晓慧.钢铁工业低碳炉料及绿色冶炼技术进展[J].烧结球团,2023,48(4):1-7.
- [5]武晨.钢铁行业绿色化智能化发展及河钢集团创新实践[J].河北冶金,2023(4):1-8.

作者简介:顾晓明(1981.5—),男,本科,工程师,就职于中稀(凉山)稀土有限公司,从事冶金技术相关工作。

金属材料热处理的金相技术控制性能分析

陈娟

德龙钢铁有限公司, 河北 邢台 054000

[摘要]金属材料在现代工业的多个领域中占据着举足轻重的地位,尤其在航空航天、汽车制造、能源及机械工程等行业中应用广泛。为了优化这些材料的综合性能,热处理技术成为了一种常见且有效的手段。随着对节能降耗及环境保护要求的提高,节能高效的热处理技术已经成为行业发展趋势。文中探讨金属材料热处理中的节能技术,分析其在提升材料性能及生产效率中的应用潜力,为相关领域的研究与实践提供理论支持。

[关键词]金属材料; 热处理; 冶金技术; 热处理工艺; 节能技术

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15017

中图分类号: TG156

文献标识码: A

Analysis of Metallurgical Technology Control Performance for Heat Treatment of Metal Materials

CHEN Juan

Delong Steel Co., Ltd., Xingtai, Hebei, 054000, China

Abstract: Metal materials play a crucial role in various fields of modern industry, especially in industries such as aerospace, automotive manufacturing, energy, and mechanical engineering, where they are widely used. In order to optimize the comprehensive performance of these materials, heat treatment technology has become a common and effective means. With the increasing demand for energy conservation, consumption reduction, and environmental protection, energy-efficient heat treatment technology has become a trend in the industry. The article explores energy-saving technologies in metal material heat treatment, analyzes their potential applications in improving material performance and production efficiency, and provides theoretical support for research and practice in related fields.

Keywords: metal materials; heat treatment; metallurgical technology; heat treatment process; energy-saving technology

随着技术进步,金属材料的性能需求逐渐提升,传统热处理方法在满足这些需求时常常面临高能耗及环境污染的问题,亟需寻找更加高效、环保的替代方案。诸如激光热处理、真空热处理等新型技术能够通过精确控制加热区域及冷却过程,大幅降低能耗的同时,提高金属材料的表面硬度、耐磨性及抗腐蚀能力。随着全球环保法规的日益严格,节能热处理技术的应用成为推动产业绿色发展的关键因素。

1 金属材料热处理工艺

1.1 热处理工艺概述

金属材料的热处理工艺通过控制加热、保温与冷却过程,能够有效调整其微观结构与性能,广泛应用于机械、汽车、航空等领域。常见的热处理方式包括退火、正火、淬火、回火以及时效等。退火工艺通过加热到适宜温度后,缓慢冷却,消除内应力并细化晶粒,从而提高可加工性。正火工艺则通过在临界温度以上加热金属,然后利用空气冷却,使金属组织均匀,进而改善力学性能。淬火工艺将金属加热到奥氏体区后迅速冷却,促使其转变为马氏体,增强硬度与强度。然而,由于淬火后的材料会出现内应力,且其韧性较差,通常需要通过回火来消除内应力,增加韧性^[1]。时效处理主要通过较低温度下加热金属,促使固

溶体析出,从而提升材料的强度,特别适用于铝合金及铜合金。

1.2 应力与变形的控制

热处理过程中,金属的温度变化及相变可能引发内应力与变形,尤其是在淬火等冷却迅速的工艺中,温差过大会导致材料发生裂纹或变形。为此,控制应力与变形成为热处理的重要任务。均匀加热与冷却可以有效减少内应力的产生。缓慢加热与冷却有助于避免因温差过大而导致的内应力。预热能够逐步提高金属温度,避免突发的温差对金属造成过大的冲击;而预冷则通过在淬火前降低金属温度,减少热冲击带来的不良影响,从而有效避免裂纹与变形。

2 金属材料热处理后的组织与性能变化

2.1 金属材料的组织变化

热处理工艺通过调整金属的加热温度与冷却速率,改变其内部组织结构,进而影响材料的性能。不同的组织形态,如奥氏体、马氏体、贝氏体等,直接决定材料的力学性质。奥氏体为铁碳合金在高温下的稳定相,随着温度升高逐步形成。通过淬火,金属快速冷却迫使奥氏体转化为马氏体,后者硬度较高,但韧性较差,容易发生脆裂^[2]。因此,淬火后的金属常需进行回火,以实现硬度与韧性之间的平衡。贝氏体的硬度与韧性介于马氏体与珠光体之间,

适用于要求一定强度与韧性的材料。

2.2 热处理对力学性能的影响

热处理通过改变组织结构,能够显著改善硬度、强度、延展性与韧性等性能。不同的热处理工艺对力学性能的影响各异。淬火工艺通过加热至临界温度并迅速冷却中,奥氏体转变为马氏体,形成具有极高硬度的结构,但同时材料的韧性可能降低。为了提高综合性能,淬火后的金属通常需要进行回火处理,以增强韧性并消除内应力。回火是在淬火后对金属进行加热的处理方法。回火能够消除由于急冷引起的内应力,改善金属的韧性。通过回火,部分马氏体转变为回火马氏体或珠光体,调整硬度与韧性之间的平衡,提升材料的综合力学性能。退火工艺通过缓慢加热与保温后再缓慢冷却,能够消除内应力,细化晶粒,改善金属的塑性并降低硬度。

2.3 热处理对金属材料微观结构的影响

金属材料的微观结构对力学性能有直接影响,热处理通过调整微观结构来优化性能。晶粒大小、相结构与析出物的分布等因素是主要影响材料性能的微观因素。在退火中,金属经过加热并缓慢冷却,晶粒逐渐长大,增强材料的塑性与延展性。较大的晶粒有助于提高韧性,但可能降低强度。而在淬火中,快速冷却抑制晶粒的长大,从而得到较小的晶粒,这有助于提高强度。析出物在热处理过程中发挥着重要作用,金属中溶解的固体可发生析出,形成不同的相结构。例如,在铝合金的时效处理中,析出相显著提高材料的强度。析出物的形态、分布与数量对金属性能至关重要,因此,控制析出物的尺寸与均匀性是确保材料优异性能的关键。在回火过程中,马氏体部分转变为回火马氏体或珠光体,晶粒得到细化,使材料在保持较高强度的同时,增强了韧性与抗裂性能。

2.4 不同热处理工艺对材料性能的差异

不同的热处理工艺会导致不同的微观结构与性能差异,这些差异使每种工艺在特定应用场景中表现出独特的优势。对于钢铁等合金材料来说,热处理不仅优化了其强度与硬度,还能调节塑性、韧性与抗腐蚀能力。退火能有效消除内应力、细化晶粒、降低硬度,提升材料的延展性与可加工性。退火后材料较软,适合后续加工或成形,但强度较低,不适用于需要高强度与硬度的应用。在淬火中,奥氏体迅速转变为硬度较高的马氏体,显著提高材料的硬度与强度,但韧性较差。正火工艺适用于需要均匀硬度与强度的材料加工,通过高温加热并冷却,正火工艺可获得较为均匀的组织结构,改善材料的力学性能。正火通常用于要求一定强度,但不需要过高硬度的应用,且适合中碳钢与低合金钢的处理。回火不仅能消除淬火过程中产生的内应力,还能调整硬度与韧性之间的平衡。回火的温度与时间不同,会得到不同的硬度与韧性组合,需根据实际需求选择适当的工艺参数。时效处理广泛用于铝合金、铜合金等材料,

低温下长时间保温使溶解的合金元素析出,强化材料。

3 热处理冶金技术的性能控制方法

3.1 热处理过程中的冶金技术控制

在热处理过程中,冶金技术控制的核心在于通过精细的工艺参数调节来确保金属材料的性能达到预期标准。工艺参数,如加热温度、冷却速率及加热时间等,直接影响热处理的稳定性与一致性,从而决定材料的最终性能。若这些参数设置不当,容易引起晶粒粗大、组织不均等现象,进而降低材料的力学性能。因此,精确的工艺控制不仅有助于优化金属的微观组织,还能显著提升其机械性能与长期耐用性。

3.2 精确控制温度、时间与冷却速率

温度、加热时间与冷却速率的合理调整,有助于避免因过度应力或不均匀变形而导致材料性能不稳定。在加热阶段,确保温度适宜是十分重要的,过高的温度会导致晶粒粗化,影响材料的强度;而过低的温度则可能导致相变不完全,降低金属的性能^[3]。加热时间同样不能忽视,过短的加热时间可能使得晶体结构无法稳定下来,从而影响工艺效果。冷却速率对于金属的组织与性能起着决定性作用,冷却过快可能抑制晶粒长大或产生不良组织,而适度的冷却速率有助于获得理想的材料性能。

3.3 高效控制热处理质量的方法

为了确保热处理质量,许多高效控制方法已得到广泛应用,包括自动化控制系统、实时监测技术以及反馈调节机制。这些先进技术能在热处理过程中实时监控并调整各种工艺参数,确保每一批次的产品达到预定质量标准。自动化控制系统的引入,使得热处理过程中工艺参数的调整更加精确,从而消除了人为误差,提升了生产效率与工艺稳定性。实时监测技术能够在工艺进行时及时捕捉异常情况,快速做出反应,防止质量问题的发生。同时,反馈调节机制能够实时检测并自动调整参数,进一步确保了热处理过程的高效性与可靠性。

3.4 热处理缺陷的预防与修复

热处理过程中可能会出现裂纹、变形与气孔等缺陷,这些缺陷会严重影响金属的性能。为了有效预防这些问题,需从加热及冷却阶段严格控制工艺参数。例如,过快的冷却或加热不均匀往往会导致材料产生裂纹或变形。合理的加热与冷却方式可以减少应力集中,避免裂纹的产生。此外,针对已经出现的缺陷,通过适当的修复措施进行恢复也显得尤为重要。裂纹的修复可以通过补焊或再淬火等方式进行,保证材料的整体性与力学性能。对于形变问题,通过回火工艺进行调整,可恢复金属的形状及其力学性能。气孔缺陷则可通过增压烧结等技术得到有效修复,增强金属的致密性。

4 金属材料热处理节能技术的实践应用

4.1 激光热处理技术应用

激光热处理技术通过聚焦激光束加热金属表面,在不

加热整个工件的前提下,能够迅速改变表面区域的性能。这种技术具备高效、精确以及节能等优势,广泛应用于金属表面硬化、抗磨损及疲劳寿命提升等领域。激光能量的高密度特性使其在短时间内便能对金属表面产生显著影响,较小的热影响区有效避免了大规模能量浪费。通过此技术,金属表面可实现马氏体化,硬度大幅提升,而基体韧性得以保持。由于仅对表面加热,激光热处理避免了深度热影响,有助于提升工件的耐用性,特别是在航空与汽车工业中,这项技术应用尤为广泛,成为提升金属性能、降低能耗的重要工具。

4.2 真空热处理技术的应用

真空热处理技术在真空环境中加热与冷却金属,避免了空气中的氧化反应,从而获得了更均匀且高质量的热处理效果。由于真空环境消除了氧气对金属表面的侵蚀,这项技术能够确保材料表面不受污染,达到更高的热处理精度。广泛应用于航空航天、汽车零部件等对质量要求极高的领域,真空热处理确保了金属在高温及高压条件下的可靠性与稳定性^[4]。温度分布的精准控制使其能够满足高强度合金等特殊金属材料的要求,确保金属材料在极端环境下的性能。

4.3 淬火工艺在热处理中的应用

淬火是热处理过程中至关重要的一环,能有效提高金属材料的硬度。该工艺通过将金属加热至奥氏体化温度后快速冷却,显著提高其硬度。在淬火过程中,冷却速率和冷却介质的选择至关重要。过快的冷却可能引发裂纹及内应力,而冷却速率过慢则无法有效增强硬度。常用的冷却介质包括水、油、气体等,冷却介质的选择直接影响到金属的硬化程度及组织形态。合理的冷却速率可防止裂纹生成,避免内应力过大,保证金属的稳定性与强度。科学地选择冷却介质及速率,有助于在不影响材料性能的情况下,最大化金属硬度。

4.4 CAE 技术在热处理中的应用

计算机辅助工程(CAE)技术的应用使得热处理过程的温度分布、应力变化等因素能够在虚拟环境中进行模拟与预测。这项技术能够为热处理工艺的优化提供重要依据,使得温度、冷却速率等工艺参数得到精确调整。通过虚拟仿真,CAE技术可以有效减少试验次数,节省时间及成本。它不仅能够优化工艺参数,还能提高热处理过程的稳定性与可控性。计算机模拟技术的使用,确保了热处理过程中每一环节都在合理的控制范围内进行,从而显著提高了生产效率。CAE技术的不断发展,推动了热处理工艺向更加精确与高效的方向迈进,成为现代热处理技术中不可或缺的一部分。

4.5 热处理对切削性能的影响

适当的热处理工艺,可以改善金属的硬度、强度与表面质量,从而提升其切削性能。在切削加工中,金属的硬度与切削性能之间存在平衡,过高的硬度可能加剧刀具磨

损,而硬度过低则会增加切削力,降低加工精度。通过优化热处理过程,可以提高金属的切削性,延长刀具的使用寿命,减少加工过程中的能耗。此外,适当的热处理工艺可以降低切削时的摩擦力,进而降低能量消耗,提高加工效率。

4.6 热处理温度对断裂韧性的影响

适当的热处理温度能够改善金属的组织结构,增加其韧性,避免脆性断裂的发生。合适的加热温度能够溶解合金元素,均匀分布金属的晶粒,从而提高材料的韧性和强度。通过适当的冷却速率与温度控制,金属的组织结构能够进一步优化,减少裂纹的生成。金属材料的断裂韧性对其长期使用中的可靠性至关重要,合理控制热处理温度不仅有助于增加硬度,还能避免在极端工作条件下发生脆性断裂。

4.7 热处理应力对抗应力腐蚀开裂的影响

在热处理过程中,内应力的积累可能导致金属材料在特定环境中发生应力腐蚀开裂(SCC)。当内应力过大时,金属表面容易在腐蚀介质的作用下发生开裂。为降低这一风险,热处理过程中需精确控制冷却速率、加热温度等工艺参数,避免过快的冷却引发内应力的积累。通过合理的后处理工艺,例如回火处理,可以消除金属内的残余应力,从而提升材料的抗应力腐蚀开裂性能。此外,表面强化处理或采用具有较高抗腐蚀性能的合金材料,也是减少应力腐蚀开裂的有效手段。控制内应力的生成,能够显著提高金属材料的耐腐蚀性及长期稳定性,为其在恶劣环境下的应用提供保障。

5 结语

分析激光热处理、真空热处理及CAE技术等节能热处理工艺,不仅优化了材料的力学性能,还在节能减排方面做出了突出贡献。在当前严格的环保法规背景下,推广应用节能热处理技术已成为工业可持续发展的重要途径。尽管如此,如何根据不同材料及产品的特点选择最适合的热处理工艺,仍然是亟待解决的问题。随着相关技术的不断发展与完善,节能高效的热处理工艺将在金属材料领域得到更广泛的应用,推动绿色制造的进一步发展。

【参考文献】

- [1]许永斌. 铝合金风淬生产线耦合传热分析及优化[D]. 福建:东南大学,2020.
 - [2]蒋超友. 金属材料热处理节能新技术的运用研究[J]. 中国金属通报,2020(2):67-68.
 - [3]陆彦良,吴永斌,黄联杰,等. TC6 钛合金叶片形变热处理工艺[J]. 锻压技术,2024,49(11):169-174.
 - [4]董国平. 金属材料热处理技术的应用及其发展趋势[J]. 河南科技,2024,51(18):86-89.
- 作者简介:陈娟(1982.7—),毕业院校:石家庄铁道大学,所学专业:金属材料工程,当前就职单位:德龙钢铁有限公司,职称级别:中级职称。

工程量清单计价模式在公路工程造价管理中的应用分析

刘炳森

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 石河子 844004

[摘要]随着公路工程建设规模不断扩大和复杂性逐渐提高,工程造价管理的重要性愈加突出。造价管理领域,公路工程普遍采纳了这种明确且规范的工程量清单计价模式。在构建工程项目模式的过程中,详尽罗列各项具体工作及其对应工程量,从而有效保障了工程成本的高度透明与精确度。在公路工程领域,对工程量清单计价模式进行深入剖析,旨在揭示其对工程造价管理效能的提升、成本管控及项目透明度增强的显著作用。文中通过剖析各类项目案例,深入探讨了工程量清单计价模式在实际操作中遭遇的难题,进而提出了有效的优化策略。工程量清单计价模式合理运用,可有效减少项目预算的偏差,优化施工阶段的资源配置,并为工程造价管理提供坚实科学支撑,从而显著增强项目的整体经济效益。

[关键词]工程量清单计价模式;公路工程;造价管理;成本控制;工程预算

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15044

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

Application Analysis of the Bill of Quantities Pricing Model in Highway Engineering Cost Management

LIU Bingsen

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Shihezi, Xinjiang, 844004, China

Abstract: With the continuous expansion and increasing complexity of highway engineering construction, the importance of engineering cost management has become increasingly prominent. In the field of cost management, highway engineering generally adopts this clear and standardized bill of quantities pricing model. In the process of constructing the engineering project model, a detailed list of specific tasks and their corresponding quantities is provided, effectively ensuring a high degree of transparency and accuracy in project costs. In the field of highway engineering, an in-depth analysis of the bill of quantities pricing model aims to reveal its significant role in improving the efficiency of engineering cost management, cost control, and enhancing project transparency. By analyzing various project cases, the article deeply explores the difficulties encountered in the practical operation of the bill of quantities pricing model, and proposes effective optimization strategies. The reasonable application of the bill of quantities pricing model can effectively reduce deviations in project budgets, optimize resource allocation during the construction phase, and provide solid scientific support for engineering cost management, thereby significantly enhancing the overall economic benefits of the project.

Keywords: valuation model based on bill of quantities; highway engineering; cost management; cost control; engineering budget

引言

公路工程项目在我国基础设施建设中占据重要地位,其涉及的投资规模和技术难度逐年增加,导致工程造价的管理面临更加复杂的挑战。随着公路工程项目的不断发展,传统的工程计价手段在预算管控与成本削减上显现出诸多局限,已难以满足现代需求^[1]。各类公路工程中,工程量清单计价模式因其实用性与透明度,随工程造价管理理论的发展而逐渐推广,展现出其不可或缺的作用。对每一个工程项目细节进行精细量化分析,具体列明工程项目及对应单位成本,如此一来,造价核算变得一目了然,预算编制更加精确无误,并有力支撑了后续的合同管理与支付管理。

1 工程量清单计价模式概述

工程量清单计价模式是现代工程造价管理中广泛采用的一种计价方式,其核心特点是通过工程项目进行详细的工程量量化,列出所有施工内容的清单,并为每个项

目确定相应的单价,从而计算出总体工程造价。这种计价模式的实施,不仅提升了工程预算的透明度和准确性,而且为后期的工程招标、合同管理、支付和结算提供了明确依据。与传统的定额计价方式不同,工程量清单计价模式更注重对工程实际情况的详细描述,其清单内容具体、项目明确,避免了传统计价方式中由于估算和假设带来的不确定性。工程量清单计价模式的优势在于,它能够为建设单位、承包商、监理方等各方提供清晰、一致的价格依据,从而减少了工程过程中因价格纠纷而引发的矛盾^[2]。

竞争性招标的顺利进行得以促进,招标成本得以降低,而工程量清单计价模式同时显著提升了项目施工的质量控制与管理效率,在信息技术迅猛发展的背景下,工程量清单计价模式正逐步与计算机辅助设计(CAD)及建筑信息模型(BIM)等技术深度融合,构筑起更为精准与高效的造价管理体系,在工程量清单计价模式的实际应用中,依旧面临诸多难题,诸如清单编制的精准性与全面性困扰、

施工变更处理难度较大,以及承包方与建设方之间的协调工作等,优化计价模式的应用成效,需依赖于编制合理、管理精细与多方沟通的加强,此乃关键所在。

2 工程量清单计价模式在公路工程中的应用

工程量清单计价模式在公路工程中的应用,显著提升了造价管理的精确度和透明度,成为现代公路建设项目中不可或缺的工具。该模式通过对每项工程内容的量化描述和价格确定,提供了详尽的清单,使得预算编制、成本控制、招标定价等环节得以更加科学、规范地操作。在公路工程中,工程量清单计价模式有助于实现对各类施工项目(如路基、路面、桥梁、隧道等)的精细化管理,能够精确计算出每项工作的实际工程量,并为其分配合理的单价,从而全面评估项目的总体造价。

在工程招标过程中,运用工程量清单计价模式作为科学依据,既保障了投标报价的合理性及透明度,又吸引了众多优质承包商投身竞争,进而有效提升了工程整体质量与施工效能。预算编制阶段,工程量清单计价模式奠定基础;而在合同管理、支付结算及后续变更管理等领域,此模式亦扮演着举足轻重的角色,在复杂的地质条件下,公路施工环境多变,采用工程量清单模式进行细致预算与动态调整,能够有效应对施工中的变化,从而确保项目执行阶段造价得到有效控制。在推行工程量清单计价模式的过程中,建设方与承包方需应对诸如清单编制不周全、估量失误以及施工变更计价困难等难题,亟需双方在实践操作中提升沟通效率。通过信息化途径来提升清单编制与管理的质量,公路工程项目管理中,工程量清单计价模式的应用推动了标准化进程,提升了透明度与精细度,然而,欲达至最佳效果,操作层面需持续优化与调整^[3]。

3 工程量清单计价模式在公路工程中面临的挑战

尽管工程量清单计价模式在公路工程中具有显著优势,但在实际应用过程中,仍然面临着一些挑战,主要体现在清单编制的准确性、完整性以及施工变更管理等方面。工程量清单的编制过程往往受到多种因素的制约,如项目设计的初步阶段、施工现场的实际情况以及环境因素的变化等,这些都可能造成工程量清单不完全或不准确。例如,在施工图纸中,未能详尽地反映某些项目的具体施工规范,抑或在施工环节遭遇未曾预料的技术挑战,进而引发预设工程量与实际施工状况的显著差异。在编制公路工程项目清单时,清单编制人员的专业素质及实践经验往往对清单的精确度产生显著影响,特别是在涉及复杂施工项目的工程量核算过程中,若稍有失误,便可能对项目的整体预算与成本控制产生不容忽视的负面影响^[4]。

施工过程中常常会出现变更或意外情况,导致原定的工程量发生变化。项目设计阶段的静态数据是工程量清单计价模式的基础,然而施工变更诸如设计调整、材料更替、地质条件变动等情形一旦出现,原有的清单计价模式可能

难以迅速适应,进而对造价管理的精确度与实效性构成影响。在应对施工变更过程中,若调整机制不灵活,常引发预算超支或项目延期,从而给造价控制增添难题。在执行工程量清单计价模式的过程中,建设方、施工方、监理方等不同主体需紧密协作,然而由于各方诉求各异、进度不一,往往在清单实施阶段面临沟通与协调的诸多挑战。项目结算受影响,源于承包商对工程量核算的不同见解,其自身利益考量导致理解各异。在信息技术迅猛发展的当下,工程量清单计价模式的数字化与信息化应用正处于不断优化阶段,尽管 BIM(建筑信息模型)等先进技术为该领域提供了助力,但还需持续推进系统标准化和数据共享,旨在提升清单编制的效率及精确度。

4 改进措施与优化建议

4.1 完善工程量清单计价模式的编制标准

完善工程量清单计价模式的编制标准是解决当前工程量清单编制过程中不准确、不完整问题的关键。现阶段,不同地区、不同项目的清单编制标准存在较大差异,这导致了项目之间的可比性差,也增加了清单编制过程中的主观性和不确定性。因此,统一和细化工程量清单计价标准,对于提升清单的准确性、可操作性及透明度至关重要。应该制定更加科学、标准化的清单编制流程和格式,明确每项工程量的计算方法和标准,以确保不同项目之间的一致性。

对于各式各样的公路工程项目,需依据其实施规模、复杂程度及地域特性,确立详尽的编制规范。在施工过程中,对路基、路面、桥梁、隧道、涵洞等不同施工项目进行细致划分,详尽规定计量单位、单价标准及预留事项等。在制定工程量清单时,必须与施工现场的具体作业紧密对接,切不可过分依赖图纸上的数据,以免对现场变化的实际状况视而不见。基于标准化原则,对清单编制人员的监督与管理力度需强化,以保证清单数据的精确与完备。在公路工程项目中,确立完善的编制标准不仅显著提升了工程量清单计价模式的规范化程度,更有效减少了因数据失准引发的预算偏差与工程争议,从而极大地增强了公路工程造价管理水平^[5]。

4.2 加强项目团队的专业素质培训

在工程量清单计价模式的应用过程中,项目团队的专业素质直接决定了清单的编制质量和造价管理的水平。因此,加强项目团队的专业素质培训,是提升工程造价管理精度的必要手段。项目团队需要具备扎实的工程造价基础知识,特别是对工程量计算、清单编制规范、定额单价的理解等基本技能的掌握。此外,由于公路工程项目往往涉及复杂的技术难题和特殊施工项目,项目团队成员必须具备相应的技术背景,能够结合实际施工条件合理计算工程量。例如,针对一些特殊的施工环节,如地质复杂路段、桥梁隧道工程等,项目团队应通过持续学习与培训,掌握最新的施工方法和工程量清单编制技巧

在项目执行过程中,团队必须展现卓越的项目管理技能,涵盖对项目进度的有效掌控、预算成本的精准预估以及潜在风险的妥善管理等方面,确保信息同步与决策协同。项目经理需定期召集团队成员,开展沟通与培训活动,以增强团队间的协调能力,团队通过参与周期性的造价、招投标及合同管理培训,高效应对工程量清单计价模式的实施需求。在项目中,团队需精通信息化技术,擅长运用BIM等先进技术于工程量清单的编制与管控,实施系统化的培训与能力强化措施,显著提升项目团队的专业素养,同时确保工程量清单的精确与公允,为项目的顺利完工奠定坚实基础^[6]。

4.3 提高信息化技术在工程量清单编制中的应用

随着信息技术的飞速发展,数字化手段在公路工程造价管理中的应用已经成为提升效率和精准度的重要途径。在构建工程量清单计价模式的过程中,融入信息化技术手段,显著提升了清单编制的效能与精确度。在传统手工编制过程中,清单计算常常烦琐且易出错,然而,引入BIM、GIS、CAD等先进技术,可在设计、施工与运营各阶段实施全程数字化管控,确保工程量计算精确且动态调整自如。采用BIM技术,以三维模型形式详尽展示项目架构与施工流程,从而为工程量估算提供更为直观的数据辅助。

实时数据与BIM技术相结合,助力清单编制动态更新,有效规避因设计调整、施工条件变动等因素引起的预算误差。数据共享平台借助信息化技术,打破部门间壁垒,促进设计、施工、监理等环节的实时信息同步与交流,显著提升协作效率。清单数据的准确性与完整性得以保障,得益于信息化技术对人工疏忽所致数据失误的有效预防,工程单位为广泛推广信息化技术,需确保资金投入,并配置信息技术专业人才,致力于提升项目团队在信息化操作方面的能力,进而深化信息化技术在工程量清单计价模式中的应用,以此显著提高公路工程造价管理的整体水平和效率^[7]。

4.4 推动多方协同合作,优化造价管理流程

推动多方协同合作,是优化工程量清单计价模式及提高造价管理水平的关键所在。公路工程项目涉及的各方利益主体繁多,包括建设单位、设计单位、施工单位、监理单位等,而每一方的职责和利益诉求都可能影响到工程造价的控制与管理。在这种情况下,加强多方协同合作,确保信息共享与沟通畅通,是解决项目造价管理难题的有效途径。建设单位应在项目初期明确项目的目标和预算,合理编制项目的工程量清单,确保设计与施工过程中的各项数

据清晰、完整,避免在后期出现预算超支或工期延误等问题。

施工单位与设计单位在设计初期应进行深度交流,以确保方案的可行性与施工的挑战性,进而准确预估施工规模与物料需求,降低设计调整的频率。在施工环节,施工单位需严格依照工程量清单执行任务,并且对施工过程中的任何变化情况应及时汇报,以防止因施工误差或突发调整引起的成本超限。项目执行过程中,监理单位需履行其监督职责,严格对照合同条款及清单内容进行监管,持续监控项目动态,并提出优化建议。多方协作构建的信息共享平台,使得项目执行期间各方得以实施即时反馈与策略调整,显著提升了公路工程造价管理的透明度与效能,从而保障工程能够依预算、按既定计划圆满竣工^[8]。

5 结语

总的来说,工程量清单计价模式作为一种公路工程造价管理的重要手段,已被广泛应用并取得了显著的成效。然而,要进一步提升其在项目中的应用效果,仍需要在标准化、信息化和协作机制等方面进行不断优化和改进。通过多方协同合作、技术手段的整合及持续的专业素养提升,可以有效应对当前模式在实施过程中面临的挑战,进一步增强其在公路工程造价管理中的应用价值。

【参考文献】

- [1]王恬.工程量清单计价模式在公路工程造价管理中的应用分析[J].低碳世界,2024,14(9):175-177.
- [2]张汶.工程量清单计价模式在路桥工程造价中的具体实施策略[J].运输经理世界,2023(2):43-45.
- [3]王良训.探究工程量清单计价模式在路桥工程造价管理中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2020(18):27-28.
- [4]高义义.工程量清单计价模式在路桥工程造价中的应用[J].居舍,2020(5):39.
- [5]颜发丽.工程量清单计价在公路工程造价管理中的作用分析[J].黑龙江交通科技,2020,43(1):211-212.
- [6]吴江华.基于工程量清单计价模式在电力工程造价中的应用研究[J].营销界,2019(46):87-88.
- [7]刘琳,罗超华.工程量清单计价模式在公路工程造价管理中的应用[J].交通世界,2019(29):159-160.
- [8]印杰.工程量清单计价模式下的公路工程造价管理[J].居舍,2018(1):102.

作者简介:刘炳森(1988.10—),毕业院校:许昌学院,所学专业:土木工程,当前就职单位:新疆生产建设兵团交通建设有限公司,职称级别:中级工程师。

IFC 标准在监测数据集成与预警系统中的应用

郑晓冬 刘伟

中铁建大桥工程局集团第一工程有限公司, 辽宁 大连 116033

[摘要] 文中探讨了 IFC 标准在监测数据集成与预警系统中的应用。通过在监测信息管理系统中添加传感器的实体类型, 并利用 IFC 标准表达监测信息, 实现了监测数据的集成和多平台查询。该系统为高架车站施工和运营期间的全面监测提供了有力支持。

[关键词] 监测数据集成; IFC; 预警系统; 高架车站

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15030

中图分类号: TU17

文献标识码: A

Application of IFC Standard in Monitoring Data Integration and Early Warning System

ZHENG Xiaodong, LIU Wei

China Railway Construction Bridge Engineering Bureau Group 1st Engineering Co., Ltd., Dalian, Liaoning, 116033, China

Abstract: This article explores the application of IFC standards in monitoring data integration and early warning systems. By adding the entity types of sensors in the monitoring information management system and using the IFC standard to express monitoring information, the integration of monitoring data and multi platform queries have been achieved. This system provides strong support for comprehensive monitoring during the construction and operation of elevated stations.

Keywords: monitoring data integration; IFC; early warning system; elevated station

引言

随着信息技术的快速发展, 工业设施和城市基础设施的智能化、信息化水平不断提高。在这一背景下, IFC 标准作为建筑信息模型的核心标准之一, 为监测数据的集成提供了有效的解决方案。本文探讨了 IFC 标准在监测数据集成与预警系统中的应用, 为工业生产和城市运行提供了有力的数据支持和安全保障。

国内很多学者 IFC 标准现在已经应用在许多工程项目中。徐勇^[1]以工业基础类 IFC 标准为基础, 进行 BIM 信息的集成, 以实现建筑设施运维管理系统, 建立运维数据库实现信息的集成, 完成了建筑设施运维管理系统的设计和开发。赵飞、朱明^[2]在研究了 IFC 标准的 4 层架构及功能的基础上, 提出了新的属性集的扩展方法, 实现了公路数据、监测仪器与监测数据的共享与传递。何高峰^[3]等人基于 BIM 与 GIS 结合的隧道结构安全风险评估, 考虑了地铁隧道结构与地质环境, 对地铁隧道结构进行了风险评估与预警分析。徐鲲^[4]针对 IFC 对水利安全监测专题工程数据精细化表达的局限性, 利用领域本体结合 BIM 技术, 提出了一种水利安全监测专题知识模型构建方法, 对水利安全监测大坝 BIM 的语义信息进行描述和完善, 便于水利安全监测工程的 BIM 专题应用实践和数字化发展。李锦华^[5]通过建立 IFC 数据模型与监测信息模型数据成员的链接关系, 实现了基于 IFC 的监测信息扩展及可视化表达并通过桥梁健康监测温度传感器监测数据模拟实验验证。胡振中^[6]提出了基于 IFC 的传感器信息存储方法与应用流程,

分析了 IFC 中与传感器有关的信息描述和关联机制, 进而通过自定义属性集的方式扩展了 IFC 标准, 最后以北京槐房再生水厂项目为应用案例验证了 IFC 扩展内容的有效性。

通过本文的研究, 我们期望为基于监测数据集成与预警系统的研发和应用提供有益的参考和借鉴。同时, 我们也希望通过本文的研究, 推动工业设施和城市基础设施的智能化、信息化水平不断提升, 为社会的可持续发展作出贡献。

1 监测数据集成

1.1 监测方案

南昌地铁 4 号线高架车站为确保施工过程中高架车站结构处于安全状态, 保证不影响周边交通和建筑物以及其他设施的正常使用, 通过物联网监控量测对地表沉降、坡顶稳定性、结构沉降等关键部位进行监控管理, 并且根据对监测数据的结果进行分析处理。

由于现场监测内容不足, 经技术人员和现场施工负责人讨论, 确定了如下的监测内容: ①坡顶水平位移; ②坡顶竖直位移; ③地表沉降; ④基坑土体压力; ⑤墩柱沉降; ⑥墩柱倾斜; ⑦盖梁钢筋应力; ⑧站厅层梁板应变; ⑨温度。所用监测仪器如下: ①土压力盒; ②水准仪; ③测斜仪; ④钢筋计; ⑤表面应变计; ⑥温度传感器。具体监测点布设如下:

(1) 基坑水平位移、基坑沉降及基坑土体压力

土压力盒, 用于测量基坑侧壁的土体压力, 用钢筋网固定于基坑侧壁处 (在支护混凝土和土体之间)。沿车站纵向两端各布设一个土压力盒, 沿纵向两边每间隔 20m

布设一个土压力盒，土压力盒数目总计 12 个。

激光测距仪测点，测量基坑坡顶水平位移及坡顶竖直位移，布设在基坑边坡顶部，沿车站纵向两端各布设一个测点，沿纵向两边每间隔 20m 布设一个测点，总计 12 个测点。

水准仪测点，测量基坑沉降。纵向方向的高架车站基坑的两端各布设一个测点，沿纵向两边每间隔 20m 布设一个测点。第一个监测点距离基坑顶部边缘 2m，然后间隔 5m 布置下一个监测点，再间隔 5m 布置下一个监测点，共 36 个测点。

通过对以上内容的监测，可以保证高架车站基础和地基的稳定性，为安全施工奠定良好的地基和基础。

(2) 墩柱沉降和墩柱测斜

水准仪，测量墩柱沉降，测点布设在每个墩柱顶部的柱壁，总计 22 个测点。

测斜仪，测量墩柱倾斜，测点布设在墩柱中部的柱壁，总计 22 个测点。

(3) 盖梁钢筋应力和温度

将钢筋计焊接在每个盖梁的钢筋笼主筋上，位于盖梁底部钢筋的中间位置，用于测定钢筋的应力，总计 11 个钢筋计。温度传感器内置于钢筋计附件，用于测定构件的温度。

盖梁施工立面图和三维视图如图 1 和图 2 所示。

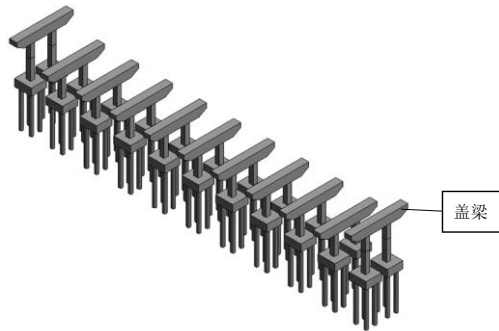


图 1 盖梁施工立面图

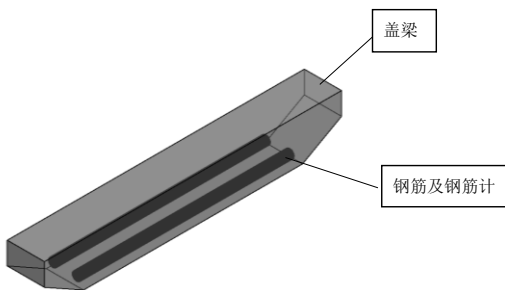


图 2 盖梁三维视图

(4) 站厅层梁板应变

在高架车站数值分析中，因为站厅层梁板中间部位应变较大，其他部位相对较小，所以表面应变计布设在站厅层梁板中间部位的下表面。于每一梁板构件中间部位布设表面应变计，共计 8 个表面应变计，表面应变计用强力瞬干胶粘结于板底。站厅层梁板施工立面图和三维视图如图 3 和图 4 所示。

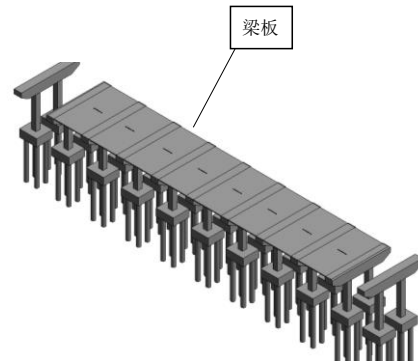


图 3 站厅层梁板施工立面图

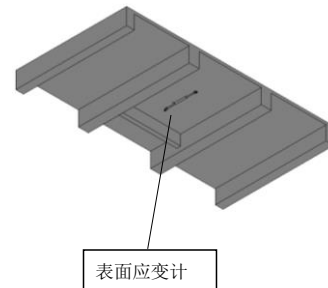


图 4 站厅层梁板三维视图

以上是各个传感器的具体布设和数量等信息，为便于直观且高效地显示监测方案，本文利用 Revit 模型，通过调整模型透明度等方式，以 Revit 模型展示监测方案如图 5 所示：

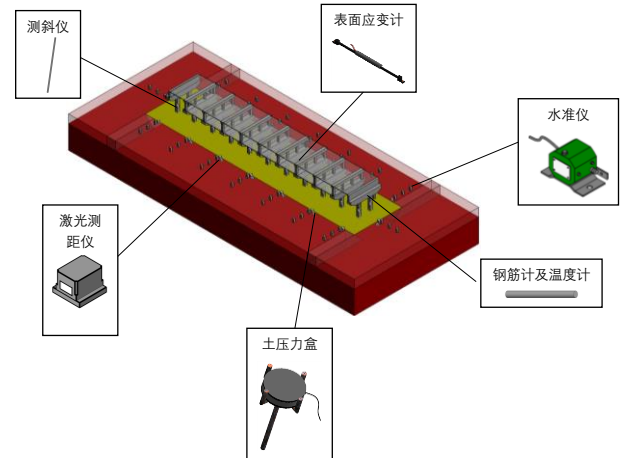


图 5 高架车站监测方案三维视图

通过上述的物联网自动化监测和人工监测，实现对南昌地铁 4 号线裕丰街车站的施工监测，可以保证施工的顺利进行以及后续高架车站安全的运营维护。基于该监测方案，可以进行 BIM 监控信息集成模型的建立以及物联网自动化监测系统的开发。

2.2 监测信息表达集成

IFC 标准的监测信息表达集成的关键在于选择相应的扩展方式，基于 IFC 标准拓展机制理论研究并结合课题组自主开发的自动化监测云采集系统后台数据库的监测信息内容

及特点,在高架车站的监测表达集成中,采用扩展属性集的方式,对监测信息进行 IFC 扩展并实现监测信息的集成。

(1) 传感器的实体类型添加

IFC 中现有表述传感器的实体虽然定义了一部分传感器类型及其属性集,但是高架车站物联网监测所用的传感器类型要多于 IFC 标准中定义的传感器类型,比如高架车站监测过程中用于监测的钢筋计、土压力盒、水准仪、激光测距仪、表面应变计等传感器类型并未被定义到现有的 IFC 标准的传感器实体的预定义类型枚举中,针对于该类物理元素,本文考虑对象类型的扩展方式,通过在传感器实体的预定义类型中添加钢筋计(YFJ-GJJ-K01+157)、土压力盒(YFJ-TYLH-K01+157)、表面应变计(YFJ-BMYBJ-K01+157)以及水准仪(YFJ-SZY-K01+157)等类型枚举项,完成该类构件的 IFC 表达。为方便传感器的查询和调用,传感器信息不仅存储于 Revit 模型,也保存在数据库中,传感器信息表结构如表 1 所示:

表 1 传感器表结构

名称	格式	字符长度	范围
Revit 图元 ID	nvarchar (10)	10	1~10
传感器类型	nvarchar (50)	50	1~49
传感器编号	nvarchar (50)	50	1~49
测点编号	nvarchar (50)	50	1~49
初始值	nvarchar (50)	50	1~49
单位	nvarchar (50)	50	1~49
设备编号	nvarchar (50)	50	1~49

(2) 监测信息 IFC 表达

利用高架车站 IFC 属性集拓展的方法,基于 IFC 标准将监控量测信息拓展至传感器属性和属性集。从 SQL Sever 数据库里提取监控量测数据,利用上述方法将该数据信息利用 IFC 语句的表达方式写入 IFC 文件中,具体思路如图 6 所示。

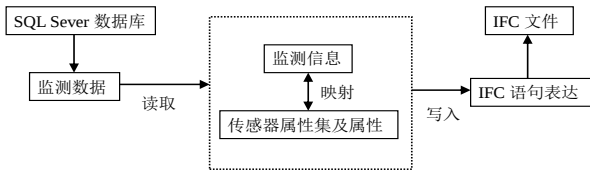


图 6 基于 IFC 标准的监测信息表达

南昌市地铁 4 号线高架车站的物联网监测信息在 IFC 文件中的表达方式如下所示:传感器构件实体命名为 IfcSensor,通过 IfcSensorTypeEnum 定义传感器的类型,然后定义的实体类型可以通过传感器实体的 PredifinedType 属性表达。单个传感器的监测数据通过 IfcProperty 表示,多个属性集合起来可以构成 IfcPropertySetDefinition 的定义。

(3) 监测信息的集成

监测信息的集成分为传感器信息的集成和监测数据

的集成。由于传感器信息具有单值性,利用常规 IFC 文件信息集成的方法即可完成对于传感器信息的集成,常规 IFC 文件信息集成的方法如图 7 所示。

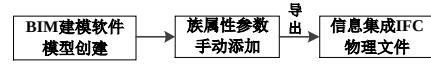


图 7 常规 IFC 文件信息集成方法

在利用建模软件 Revit 进行 BIM 模型的创建过程中,对需要集成的传感器信息,以族属性参数添加的方式,将该传感器信息添加到相应的传感器模型中。然后利用 Revit 软件的输出工具栏里的 IFC 文件导出功能将传感器参数集成模型导出为 IFC4 中性物理文件。

本文对手动信息集成方法进行了改进,并且提出一种更为简单和高效的监测信息集成方法。首先,利用 Revit 软件创建传感器 BIM 模型,将参数添加到传感器图元,并导出为 IFC4 中性物理文件。然后通过监测数据读写程序对该 IFC4 中性文件进行读写操作,将南昌市地号线裕丰街高架车站的物联网监测数据批量导入该 IFC4 文件,从而得到基于南昌市地号线裕丰街高架车站的物联网监测信息集成的 IFC4 物理文件,具体思路如图 8 所示。

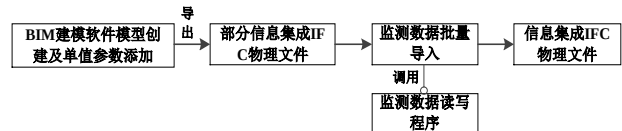


图 8 IFC 文件监测信息集成方法

2.3 监测数据读写实现

基于 IFC 标准的高架车站的监测信息读写程序的基础是对传感器实体属性的描述,明确构件实体与物联网监测数据属性在 IFC 中性物理文件的前后联系。在完成 IFC 语句的辨析的基础上,对该 IFC 中性物理文件进行高架车站物联网监测信息读写操作。物联网监测数据自动批量集成到 IFC 中性物理文件的具体流程如图 9 所示:

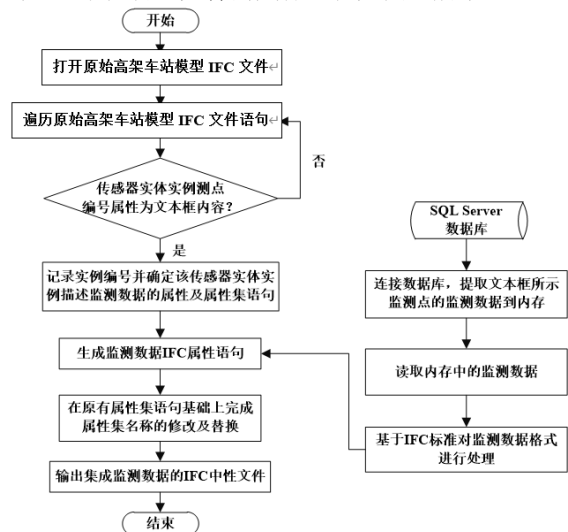


图 9 IFC 标准监测数据读写程序工作流程图

2.4 监测数据的多平台查询

基于 BIM 的 IFC 文件是基于统一标准的数据文件,它能够被所有基于 IFC 标准的应用程序加载并进行信息提取和信息管理等操作。将高架车站施工监测信息写入 IFC 文件后,为验证 IFC 标准是否可以被其他 BIM 软件识别和使用,本文在高架车站信息集成模型的基础上,利用基于 IFC 的高架车站信息管理系统以及 BIM 技术里的 Revit 软件,进行 IFC 文件监测数据的多平台查询验证。

(1) 基于 IFC 的应用程序的监测数据查询

基于 BIM 的高架车站信息管理系统,通过批量导入监测数据信息,完成监测数据信息写入 IFC 文件之后,监测数据以文本的形式储存在 IFC 文件中。然后通过对 IFC 文件的自定义多条件查询,可以读取相应的高架车站施工的属性集 IfcPropertySet 和属性 IfcProperty 信息,包括监测数据信息。

在传统的监测数据信息的表达中,几乎都是以表格的形式表达,虽然表格的形式准确表达了监测数据,但施工和管理人员面对繁琐而冗长的表格,难以第一时间确定现场施工监测变化以及时间效应下结构的情况。本文在 Visual Studio 平台上基础,利用微软自带的 Chart 图表软件,对监测数据进行可视化处理,将监测数据进行更直观、更高效的图表形式展示,不仅使监测管理更加方便、高效,而且可以有效地反映监测数据的变化曲线以及变化趋势,有利于提前发现和应对不利的施工情况和应急状况。

(2) 基于 BIM 的监测数据查询

基于 BIM 的 IFC 文件的首要特性就是数据应用的共享性良好和效率高,基于 IFC 标准的各类 BIM 软件都可以进行数据的应用,实现多方进行数据的管理。本文在实现 IFC 文件读写功能的情况下,对 BIM 技术里的 Revit 软件进行监测数据查询功能开发,克服了各系统数据格式不统一的问题,搭建起原有监测数据库与 BIM 信息模型之间的数据桥梁,为数据的集成和共享提供了一条便捷的交互渠道。

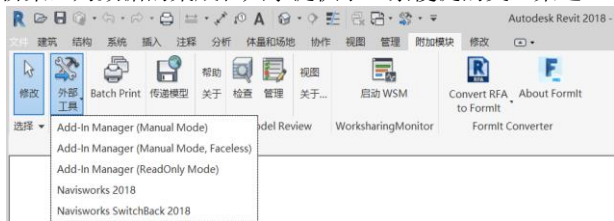


图 10 Revit 附加模块和 API

Revit 平台为有利于后续开发人员进行 Revit 功能开发,预留了附加模块,为实现在 Revit 软件的监测数据查询功能,需要在此附加模块中,利用应用程序编程接口,进行相关功能的开发。其中,应用程序编程接口是利用预先设定的函数,设置一个程序和其他软件进行数据交流的通道、协议和标准。API 提供了一个程序开发人员和软件之间沟通的“窗口”,编程人员可以将自己所编写的程序

通过 API “窗口”传输到软件中运行,而不用考虑软件自身的程序构成。Revit 附加模块界面如图 10 所示。

本文在高架车站信息集成模型建立的基础上,利用 Revit 自带的附加模块功能,通过 API 接口将数据查询插件导入 Revit,将传感器的监测数据集成到传感器模型中。运行插件,在 Revit 点击传感器模型,后台在 IFC 文件中查询并显示该传感器的监测数。通过对高架车站领域的 IFC 标准拓展,将 IFC 标准作为各种 BIM 软件数据交换的中间格式,实现了不同 BIM 软件的数据共享和应用,让不同的软件创建的 BIM 数据可以重复使用

3 基于 IFC 的预警系统设计

3.1 监测信息预警

在监测预警模块中,管理人员可以操作系统来扫描批量集成到 IFC 文件的高架车站施工的监测数据,并可以设置相应合理的警戒值并以单值参数的形式保存在 IFC 数据文件中,根据警戒值不同等级的设置,系统会检测出超过警戒值的数据,并弹出报警信息,同时以红、黄、橙三种颜色渲染相应传感器的形式在系统可视化窗口直观反映预警等级,直观地反映出报警的传感器,有利于管理人员直接找到超限数值的监测点,以便及时地更改施工方案保证施工的安全。IFC 标准的预报警模块结构,如图 11 所示。

系统采用自主开发的远程可视化结构施工监测,对地表沉降、边坡位移、墩柱沉降和侧斜等各种监测点所监测的数据根据相关规范及工程经验设置对应的报警限值,并且将报警等级划分为一级、二级、三级等三个级别,一级报警的预警值最大,为最危险的报警级别,对应颜色级别是红色;其次是二级预警值,也是需要紧急处理的报警级别,对应颜色级别是黄色;最后是三级预警值,是需要及时应对并处理的报警级别,对应颜色级别是橙色。当南昌市地铁号线裕丰街高架车站采集到的监测值大于预警值时,系统会进行分级报警,并且可以在系统上进行查询。

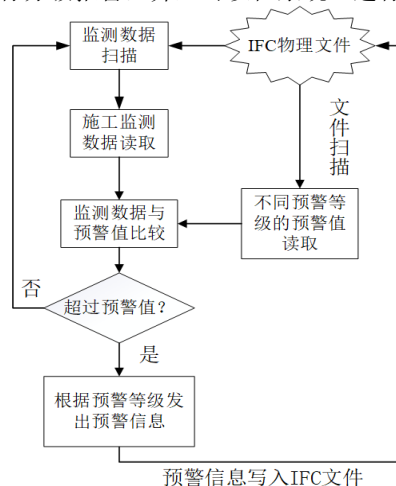


图 11 IFC 标准监测数据预警功能实现

对应不同的报警级别,施工人员和管理人员根据不同的报警级别进行相应并且适宜的处理。在处理完成之后,需要对系统进行相应的报警点的消警处理,避免系统在下次查询时发生重复报警。

3.2 BIM 可视化信息查询与监测信息预警

经过拓展后的 IFC4 文件包含监测信息和风险评估信息,基于 IFC 标准的各类 BIM 软件都可以进行数据的应用,实现多方进行数据的管理。

通过 API 接口运行输出为类库的 .dll 文件,可以实现在 Revit 平台上读写和查询 IFC4 文件。以 API 接口运行数据查询功能,可以对 IFC4 文件进行查询和输出。通过运行监测数据查询功能,点击模型的传感器,可以查询到该传感器的监测数据。

在 Revit 的附加模块运行物联网监测报警的类库,通过对 IFC4 文件的遍历和查询,可以实现报警信息的查询,得到测点编号、监测值以及预警等级。同时,点击功能模块中的变色,相应的报警点会根据一、二、三级别的报警等级进行相应的变色,监测点 DBC1-2 和 DBC1-3 的监测值大于预警值,发生了三级报警,相应传感器变成了红色,物联网自动监测预警界面。

4 结论

本文介绍的基于 IFC 的监测数据集成与预警系统已成功应用于某高架车站的施工和运营过程中。通过实时监

测和预警,系统有效地提高了工程管理的效率和安全性。该系统为高架车站的全面监测提供了有力支持,并为其他类似工程提供了可借鉴的经验。

【参考文献】

- [1]徐勇,王启航.基于 IFC 标准的建筑设施运维管理[J].技术与市场,2023,30(8):47-51.
 - [2]赵飞,朱明,徐益飞,等. IFC 标准扩展方法在公路工程中的应用探究[J]. 成都大学学报(自然科学版),2023,42(3):318-323.
 - [3]何高峰,罗先启,张辉,等. 基于 BIM 与 GIS 结合应用的地铁隧道安全预警预报技术[J]. 城市轨道交通研究,2019,22(7):161-164.
 - [4]徐鲲,霍亮,沈涛,等. 基于领域本体和 BIM 的水利安全监测专题知识模型构建方法研究[J]. 测绘与空间地理信息,2022,45(6):25-28.
 - [5]李锦华. 基于 IFC 标准的 BIM 技术对桥梁健康监测信息的表达[J]. 公路交通科技(应用技术版),2017,13(8):190-193.
 - [6]胡振中,田佩龙,李久林. 基于 IFC 的传感器信息存储与应用研究[J]. 图学学报,2018,39(3):522-529.
- 作者简介:郑晓冬(1980—),男,高级工程师,主要从事山区高速公路建设施工技术方面的研究。

道路桥梁工程跨越既有交通线路施工的难点及技术措施研究

张仕鹏

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 石河子 832000

[摘要]道路桥梁工程跨越既有交通线路施工是现代交通基础设施建设中的一个重要课题。随着城市化进程加速, 新道路桥梁建设常需穿越、跨越或交汇既有交通线路, 施工期间遭遇诸多技术挑战。施工过程中, 所面临的挑战集中在空间局限、交通密集、安全风险等方面。针对道路桥梁工程跨越既有交通线路的施工环节, 文中深入剖析了常见问题, 并据此提出了一套技术方案, 涵盖合理选取施工工艺、完善施工策略、强化安全管理以及采纳先进设备和技术等方面。旨在提高施工效率, 确保交通安全与工程质量。基于案例研究, 这些技术手段在工程实践中的实施成效得以证实, 且为后续相似项目的研究与实施提供了宝贵的参考与借鉴。

[关键词]道路桥梁工程; 跨越既有交通线路; 施工难点; 技术措施

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15043

中图分类号: U448.225

文献标识码: A

Research on the Difficulties and Technical Measures of Crossing Existing Traffic Lines in Road and Bridge Engineering Construction

ZHANG Shipeng

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Shihezi, Xinjiang, 832000, China

Abstract: The construction of road and bridge engineering crossing existing traffic lines is an important issue in modern transportation infrastructure construction. With the acceleration of urbanization, the construction of new roads and bridges often requires crossing, spanning, or intersecting existing transportation routes, encountering many technical challenges during the construction period. During the construction process, the challenges faced are concentrated in areas such as spatial limitations, dense traffic, and safety risks. In response to the construction process of road and bridge engineering crossing existing traffic lines, this article deeply analyzes common problems and proposes a set of technical solutions based on this, covering reasonable selection of construction technology, improvement of construction strategies, strengthening safety management, and adoption of advanced equipment and technology. Intended to improve construction efficiency, ensure traffic safety and engineering quality. Based on case studies, the implementation effectiveness of these technical methods in engineering practice has been confirmed, and valuable references and inspirations have been provided for the research and implementation of similar projects in the future.

Keywords: road and bridge engineering; crossing existing traffic lines; construction difficulties; technical measures

引言

随着城市交通网络的日益发展, 道路桥梁作为重要的交通基础设施, 不仅承担着承载交通流量的任务, 还直接影响着城市的交通流畅性与经济发展。然而, 诸多新修的道路桥梁工程项目, 往往必须穿越或与现存的交通线路相交, 特别是当这些线路涉及高速公路、铁路或城市轨道交通等关键设施时, 其施工难度与安全风险显著提升^[1]。涉及此类工程, 施工环境复杂、工期紧张、质量要求严苛、安全压力巨大。在现有交通线路施工所面临的技术挑战中, 攻克施工中的种种障碍, 成为工程项目管理和技术研发领域亟待解决的核心问题。本文旨在有效破解施工空间限制, 确保施工期间畅通无阻, 维护施工安全, 并提升施工效率, 这些问题构成了研究的核心挑战。对道路桥梁工程跨越既有交通线路的施工过程所面临的难点进行详尽分析, 进而提出多项技术策略, 旨在提升施工方案的优化程度, 保障工程品质及施工安全。

1 道路桥梁工程跨越既有交通线路施工的难点

道路桥梁工程跨越既有交通线路施工过程中, 面临着一系列技术难点, 这些问题直接影响到施工的安全性、效率以及工程质量。施工空间受限是最为突出的问题。既有交通线路通常占据了大量空间, 施工单位往往只能在狭窄的区域内进行施工, 无法进行大规模的设备调度和材料堆放。这种空间限制不仅增加了施工的难度, 还导致了施工过程中的组织和管理更加复杂。

为确保既有交通线路的流畅运行, 施工作业需在保障其通行无阻的情况下实施, 而高交通流量亦构成一大挑战, 作业施工需对高速公路、铁路、城市轨道等交通线路实施跨越。在此繁忙交通环境中作业, 施工单位需展现强大的施工调度实力, 同时亦需深思交通组织与疏导的合理性, 旨在施工期间避免对交通产生持久阻塞或潜在风险。在施工活动进展中, 安全风险因素构成不容轻视的议题, 在现有交通线路上方或邻近区域实施施工活动, 施工人员需应

对来自空中或周边的施工设施、吊装作业、物料等存在的风险挑战。

此类工程面临的一项显著挑战是工期的紧迫性与对质量的高标准。在时间受限的条件下,施工单位必须展现极高的作业效率并严格执行严格的质量监控手段。施工进度中,气候条件、施工噪声及振动等环境要素,可能对工程进度及邻近交通环境造成负面影响。在道路桥梁工程中,施工跨越既有的交通线路,不仅考验着技术层面,亦呈现了多学科领域交织的复杂挑战。为确保施工进程的顺利推进及交通安全得到充分保障,亟需采纳一系列严谨的技术手段与管理策略^[2]。

2 跨越既有交通线路施工的技术措施

2.1 合理选择施工工艺

在道路桥梁工程跨越既有交通线路施工中,合理选择施工工艺至关重要。施工工艺直接影响到工程的施工周期、质量、安全性以及施工期间对交通的影响。选择适当的施工工艺可以有效提高施工效率,缩短施工周期。针对跨越既有交通线路的施工特点,可以采用分段施工法或顶升法等方式,以减少对交通的干扰和影响。例如,在需要跨越铁路或高速公路的工程中,采用分段施工可以将桥梁分为多个施工单元,分段完成施工,避免在单一时段内造成交通拥堵或长时间封闭道路。

优选施工工艺,对提升施工品质至关重要。运用自流平混凝土浇筑技术等成熟施工工艺,显著提升混凝土浇筑的精确性与均匀度,有效降低施工环节中的缺陷及质量问题发生率。施工工艺的优化不仅显著提升了施工作业的速度与品质,而且有效地将施工活动对周边交通与环境的不利影响降至最低,确保了项目得以按期并以高标准顺利完工。

2.2 优化施工方案设计

确保道路桥梁工程成功跨越现有交通线路,优化施工方案设计乃关键要素之一。在施工过程中,实施科学合理的方案,旨在优化施工活动,并高效解决所面临的技术挑战,在设计阶段,需对施工现场的具体状况进行深入剖析,涵盖交通流量、周边环境及施工空间等要素。施工方式的选择直接受制于这些关键因素,在设计施工方案过程中,可采纳运用临时支撑结构、分段作业等策略,旨在减少交通封锁时长及对周边环境的不当影响^[3]。

在高速公路跨越施工期间,可精心规划增设临时通道或制定灵活绕行策略,确保交通流程的持续畅达。在铁路或城市轨道的交汇处,施工时段的安排与铁路通行时刻的匹配至关重要,以确保施工期间铁路的平稳运营。施工方案的编制需对优化施工方法予以重视,同时需考量周边环境对其可能产生的作用。在环境敏感地带进行建筑作业,需采取手段约束噪声、震动及尘埃等,力求将施工活动对邻近居民及生态圈的影响缩减至最小,在制定方案时,务必充分考虑工程的工期、预算、资源配置等多元要素,以

保证施工方案在遵循科学合理原则的同时,亦兼顾实际操作的实践性。

2.3 安全管理与监控措施

在道路桥梁工程跨越既有交通线路的施工过程中,安全管理与监控措施是确保施工顺利进行的必要保障。由于施工现场的特殊性,施工人员面临着来自交通流、施工设备和吊装物等多方面的安全风险,因此,必须加强安全管理,确保工地的安全防范措施到位。施工安全管理要从整体上进行规划,制定详细的安全管理制度和操作规范,包括施工现场的安全标识、施工人员的安全防护措施、施工设备的安全操作规程等。

施工现场需强化实时监控,以便对施工过程中潜在的安全隐患进行及时识别与应对处理。例如,施工现场通过部署视频监控系统,辅以无人机等高科技设备,进行实时数据采集,全面监测施工环境,旨在迅速识别潜在的安全隐患,从而确保施工过程的安全无虞。在施工过程中,定期开展安全培训与应急演练活动,旨在增强施工人员的安全防范意识及突发事件的应对能力,以便在面临紧急状况时能迅速作出有效反应,最大限度地降低事故发生的风险。为确保施工时段与交警部门及交通管理部门的协同,须精心安排施工时段,以减轻施工对交通安全的不利影响,并保障交通的顺畅运行与施工人员的人身安全^[4]。

2.4 采用先进施工设备与技术

采用先进施工设备与技术是提升道路桥梁工程跨越既有交通线路施工效率和质量的重要手段。随着科技的发展,越来越多的高效、安全、环保的施工设备和技术被应用于桥梁施工中,极大提高了施工效率和质量。现代化的施工设备能够提供更高的精度和稳定性。例如,精确的定位系统、智能化的机械设备可以确保吊装作业和混凝土浇筑的高效与精准,大大提高了施工的质量和安全性。

在作业过程中,自动化与智能化设备的应用显著减少了因人工操作引发的误差,并大幅提升了工作效率,同时有效降低了安全风险。桥梁构件的精确吊装与定位,得以通过智能化吊装设备实现,显著降低了其对周边环境与交通的干扰。运用创新施工技术,显著提升施工效能并大幅缩减工时,桥梁建设领域引入自动化混凝土浇筑技术,显著提升了浇筑作业的精度和效率,确保了混凝土的均匀与密实,进而大幅提高了桥梁的整体结构质量。在施工过程中采用预制构件技术,有效缩减了现场作业的时长,同时减轻了对交通流量的大规模干扰,并大幅缩短了工程建设整体周期,运用前沿的施工技术与设备,不仅显著提升了施工品质,而且极大增强了施工效能,大幅减少了对交通的干扰,有效降低了环境负荷,确保了桥梁工程的流畅推进^[5]。

2.5 临时交通组织与引导方案

施工过程中,道路桥梁工程跨越既有交通线路,其临

时交通组织与引导方案的设计尤为关键。施工的顺利进行与否,不仅关乎交通畅通,亦对公众出行安全产生显著影响,施工现场紧邻高速公路、铁路、城市道路等要道。实施科学合理的临时交通调度,不仅确保施工期间的交通秩序,亦有效缓解了交通堵塞及对周边环境的破坏。确保工程按时竣工,科学制定并有效实施临时交通组织与引导方案乃至关紧要的举措。

临时交通组织方案的设计应基于对施工现场的充分调查和分析。交通流量、施工时间、施工区域等因素必须进行细致的评估。交通流量的高低直接决定了临时交通措施的复杂性与规模。如果施工区域位于繁忙的城市主干道或高速公路交叉口,交通流量大,方案设计需要提前预测交通高峰期的变化,并在施工方案中预留足够的交通通行空间。例如,在高峰时段,可以设置临时的车道分隔带或引导车道,避免因施工造成长时间的交通堵塞。针对繁忙的铁路线路,可以提前与铁路部门协调,设定合适的施工时段,避免与客运、货运等交通高峰期冲突,并可安排适当的铁路交通疏导,确保铁路交通的顺畅进行。

施工期间,所制定的临时交通组织方案务必充分考虑交通分流策略,确保施工区域不致演变为交通拥堵的节点。实施桥梁施工与道路改扩建作业期间,确保临时绕行路径的规划与临时车道的设置,以及桥梁或道路畅通设施的有效运用,乃为当务之急。对施工区实施临时路线规划,实现交通流量的合理调配,减轻主干道负担,显著降低施工期交通拥堵风险。在施工期间,科学配置诸如信号灯、交通指示牌及道路标线等临时交通设施,旨在保障交通秩序的流畅运作。在复杂的交通状况下,智能交通系统运用电子显示屏与智能指引工具,向驾驶员实时传递路况资讯,以协助调整行进轨迹,规避施工地带,从而保障行车安全。

施工现场周边,对于施工区交通安全管理的重要性尤为显著。为确保施工人员及驶经车辆之安全,履行一系列防护举措。为确保夜间施工或低能见度天气下过往司机能够辨识施工区域,并有效降低事故风险。施工区域需配置围挡、警示标志、反光标识以及照明设备等设施。在施工过程中,针对铁路和高架桥等复杂区域,防护措施必须全面且足以抵御强烈的外力撞击,以确保杜绝交通事故对施工人员及装备的潜在损害。在临时交通组织方案的执行过程中,施工方需付出努力,同时亦需交警部门与交通管理部门的协同支持。在施工过程中,施工单位需与相关部门保持定期交流,以协调施工计划与交通管理,从而保障施工期间的道路交通顺畅有序。交通管理部门介入,对交通流量进行调控,施工期间派遣专责的交通引导员,指引行

驶车辆绕开施工地带,以维护车辆通行的秩序。在施工期间,交通管理部门能够通过调整信号灯的运行周期或设立可变标识,对交通信号进行灵活调控,以应对可能出现的特殊交通状况^[6]。

施工期间,需周密规划临时交通组织方案,以最大程度减轻对居民日常生活与公共交通的干扰。例如,在繁华城市交通密集地带,特别是涉及公交运营及民众日常出行之处,施工方及相关部门需预先向居民及穿梭车辆发布通告,传递关于临时交通管制及变更路线等关键信息。施工阶段,公共交通部门需与施工单位携手,对公交线网进行调整优化,并在需求时增设替代路径,力求居民出行体验不受显著干扰。通过对交通流量的精确评估、科学设计临时交通设施、设置完善的安全防护措施,以及与交通管理部门的密切合作,施工单位能够保证施工与交通的有序并行,最大限度地减少施工对公众出行和城市交通系统的负面影响,确保道路桥梁工程的顺利完成,并为施工区域周边居民提供安全、便捷的通行条件。

3 结语

道路桥梁工程跨越既有交通线路的施工,不仅要面对复杂的技术难题,还需要做好交通组织、安全保障和施工管理等多方面的工作。通过合理选择施工工艺、优化施工方案、加强交通管控和安全防护,可以有效解决这些难点,确保道路桥梁工程的顺利进行,并在保证交通安全和畅通的同时,按时完成施工任务。

【参考文献】

- [1]陈霞,胡品槐,伍晗曦.下穿道路交通荷载对既有桥梁桩基受力与变形的影响分析[J].江西建材,2023(7):135-137.
 - [2]熊斌,虞志钢,马明,陈宇波,葛玉强,秦宗琛.下穿上跨既有交通线路钢箱梁桥顶推施工[J].建筑结构,2022,52(1):3138-3141.
 - [3]陈会宇.贵阳轨道交通区间隧道下穿既有铁路施工关键技术研究[D].贵州:贵州大学,2022.
 - [4]王海峰.轨道交通桩板结构施工对临近既有有线影响的数值模拟[J].城市轨道交通研究,2022,25(3):36-41.
 - [5]吴健福.基于既有线路的立体交通改造中公路桥梁的建设研究[D].广东:广东工业大学,2020.
 - [6]崔阳华.道路穿越既有轨道交通工程桥梁安全风险评估及控制[J].科技创新与应用,2016(18):219-221.
- 作者简介:张仕鹏(1991.6—),毕业院校:湖南理工学院,所学专业:土木工程,当前就职单位:新疆生产建设兵团交通建设有限公司,职称级别:中级工程师。

道路桥梁施工中防水路基面的施工技术运用研究

马继文

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着交通基础设施的不断发展,桥梁作为道路的重要组成部分,其施工质量直接影响到交通安全和使用寿命。在桥梁建设过程中,对路基面进行防水处理是极为关键的环节,这能有效阻隔水分的侵入,从而降低路基发生沉降和损坏的可能性。文中聚焦于道路桥梁建设过程中,对防水路基面的施工技术进行深入探讨,分析其目前应用状况、关键环节以及相关的优化方法。针对防水路基面的施工,文中从材料挑选、工艺规划及监控策略三方面着手,构建了一套质量提升的实用方案。研究结果表明,通过科学的施工管理和合理的防水设计,可以有效提高桥梁的安全性与耐久性,此为未来道路桥梁建设中的关键参考。

[关键词]道路桥梁;防水路基;施工技术;施工管理;耐久性

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15042

中图分类号: U291

文献标识码: A

Research on the Application of Construction Technology for Waterproof Roadbed Surface in Road and Bridge Construction

MA Jiwen

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: With the continuous development of transportation infrastructure, bridges, as an important component of road traffic, have a direct impact on traffic safety and service life due to their construction quality. In the process of bridge construction, waterproofing treatment of the roadbed surface is a crucial step, which can effectively block the invasion of moisture and reduce the possibility of settlement and damage to the roadbed. The article focuses on the construction technology of waterproof subgrade surface in the process of road and bridge construction, and analyzes its current application status, key links, and related optimization methods. For the construction of waterproof subgrade surface, this article starts from three aspects: material selection, process planning, and monitoring strategies, and constructs a practical plan for quality improvement. The research results indicate that through scientific construction management and reasonable waterproof design, the safety and durability of bridges can be effectively improved, which is a key reference for future road and bridge construction.

Keywords: road and bridge; waterproof roadbed; construction technology; construction management; durability

引言

道路桥梁是现代交通网络的关键节点,其安全性与耐久性直接关系到人们的出行安全和经济发展。桥梁其结构形式趋向多样与功能日渐复杂,防水路基面的作用因此日渐突出^[1]。水分透过路基可能引起材料老化与腐蚀,对桥梁结构完整性构成影响。针对桥梁工程,研究如何高效进行路基面的防水施工,是当前的重要议题。本研究旨在剖析防水路基面的施工技术,并考察其在实际运用中遭遇的难题及解决策略,期望为相关工程构筑理论基础和实践经验参考。

1 道路桥梁防水路基面的基本概念

道路桥梁防水路基面是指在道路和桥梁建设中,为了防止水分渗透对路基造成损害而采用的防水处理措施。它主要是通过对路基的防水设计与施工,确保水分无法渗入路基层,从而维护路基的整体结构稳定性和使用寿命。防水路基面的重要性体现在几个方面。水分渗透会导致路基的承载力下降,增加路基沉降和变形的风险,这将直接影

响到桥梁的安全性和耐久性^[2]。

为确保道路桥梁的安全性,实施有效的防水策略,是关键性的前提条件。针对路基表面的防水处理,设计过程涉及对合适材料的精心挑选、施工技术的细致规划,以及后续保养的执行。例如,路基防渗的关键在于采用如聚氯乙烯(PVC)、改性沥青、聚乙烯(PE)等高质量的防水材料,这些材质因其出色的防水特性和耐用性而能有效防止水分渗透。防水层在施工中应均匀铺设,对接缝部分进行特别处理,以防接缝处理不当引起渗水问题。在完成防水路基面的施工后,必须实施周期性的检查与保养,以保障防水手段能够持续发挥效用。

2 防水路基面施工技术现状

道路桥梁结构的稳固性依赖于防水路基面的施工技术,随着交通建设的迅猛发展,施工工艺和技术水平持续优化提升。当前,防水路基面的施工主要采用材料选择、施工工艺、施工监测与质量控制等多方面的综合技术手段。防水材料的应用日趋多样化,传统的防水材料如沥青、混

凝土等,逐渐被聚氯乙烯(PVC)、改性沥青、聚乙烯(PE)等新型高性能材料所替代。这些新材料具备更好的防水性能、耐久性和环保性,能够有效应对不同气候条件下的水分渗透问题。

在施工过程中,运用了精密的工艺流程以及高精度的设备,诸如高精度铺设机械和激光测量技术,以此保障了防水层的均一性与致密性。此外,在路基面的防水处理中,接缝和细部节点的施工得到了施工单位采用更为精细规范的强化,以保证每处细节符合初始设计标准。在众多建筑项目中,对施工质量的监控正逐步增加其关注度,利用如传感器和数据分析系统等现代信息技术手段,这些项目实现了对关键性能指标如防水层的厚度和密实度等参数的即时检测。这一做法使得及时识别并处理潜在问题成为可能。在施工进入后期阶段时,对路基面的维护与管理逐渐被提上日程,通过周期性的巡查与保养,能够显著增加防水层的使用年限,同时保障道路及桥梁结构的完整性^[3]。

3 关键施工技术

3.1 防水材料的性质与性能

防水材料在道路桥梁施工中发挥着至关重要的作用,其性质与性能直接影响着防水层的有效性与耐久性。防水材料的基本性质包括防水性、耐老化性、耐热性、耐寒性和抗压强度等。防水性是材料最重要的特性,它决定了材料在各种环境条件下抵御水分渗透的能力。对于道路和桥梁,尤其是在雨水较多的地区,防水材料必须能够有效地阻止水分的进入,避免对路基和结构的损害。耐老化性是评估防水材料使用寿命的重要指标,材料在长期的紫外线照射、温度变化及环境污染等条件下,应该保持稳定的性能,防止出现裂缝、剥落等问题。耐热性和耐寒性则涉及材料在极端气候条件下的表现,在高温环境中,防水材料不能出现软化或变形,而在寒冷地区,则需要具备良好的抗冻性能,以避免在低温下撕裂或剥离。

在挑选用于防水的材料时,除了必备的物质属性外,其他关键的特性也同样重要。例如,在应对基础材质质变方面,具备良好柔韧性及延展性的防水材料,能有效抵御由温度变化或地基下沉所诱发的裂缝生成。为了提升防水功能,必须选择能够阻隔水分透过细小孔隙或裂缝,有效隔绝结构内部渗透的优质材料,例如,改性沥青、聚氯乙烯(PVC)以及聚乙烯(PE)等现代防水材料,在环境适应性和施工便捷性上取得了显著的改进^[4]。

在实际应用中,防水材料的兼容性必须被纳入考量,确保其能与其他施工材料有效配合。为了防止在使用过程中出现剥离或脱落现象,防水材料在与混凝土或沥青结合时,需要具备良好的黏结性能。选择恰当的防水材料是施工工艺中的一个重要方面,合理的施工方法可以最大程度地发挥材料的防水性能,工程师在实际应用时,必须全面考量材料的特性、性能、施工技术以及工程环境等多方面

素,以确保选用的防水材料符合设计规范,实现预设的防水目标。

3.2 施工工艺设计

施工工艺设计是确保道路桥梁防水基层施工质量与安全的重要环节,它涉及施工材料的选择、施工流程的安排、施工设备的选用以及施工人员的培训等多个方面。施工工艺设计需要根据工程的实际情况和设计要求,制定详细的施工方案。这一方案应考虑到地形、气候、交通条件等外部因素,确保施工过程的顺利进行。例如,在雨季施工时,应提前采取防水措施,避免因降雨导致施工质量下降或进度延误。

施工过程中,针对防水路基面,涉及基层处理、材料铺设、接缝处理及后续养护等多个程序环节。路基处理的阶段属于施工过程的首要环节,此阶段涉及对现有路基的彻底整理与平整操作,其目的是确保后续防水层能够实现有效的黏合。在铺开防水材料的过程中,必须依据材料特性与施工的具体需求,选取适宜的施工技术,这包括但不限于热熔法、冷粘法以及自粘法等,这样做是为了保证构成的防水层既均匀又密实。在防水措施中,接缝的处置至关重要,恰当的接缝安排能显著提升防水的整体效能^[5]。在施工工艺设计中,需对接缝的搭接长度和处理方法进行细致规定,以保障防水层的完整性和连续性。施工过程中,工艺设计的优化与施工设备的精心挑选,均对整个工程的质量起着决定性的作用。施工所使用的合适机械不仅有助于提升作业的效率,而且能够保障工程的质量。在铺设防水层时,使用专用设备能增加材料的均一性与紧实度,从而减少由人工操作引起的质量波动风险。维护和管理施工设备,应成为工艺设计的一部分,目的是保证设备在施工期间能维持优良的工作性能。

在施工工艺设计的环节中,对工作人员进行专业技能的提升和指导,是一个不容忽视的步骤。在开展防水路基面的施工工作时,必须保证相关技术人员达到一定的技艺标准,并严格遵守操作规程,为此,定期对施工团队进行系统的专业技能提升训练,使其深入理解所用防水材料的属性、具体的施工技术和安全施工作业的要求。在复杂的施工环境中,只有依赖专业技能的团队,方能有效应对各种问题,从而保障施工质量和安全。现代科技的发展要求施工工艺设计融合新的技术和材料,从而提升施工过程的智能化与自动化程度。在施工过程中,利用安装的监测设备,对温度、湿度以及材料的状态进行实时跟踪,这有助于迅速识别并处理施工中出现的各种问题,从而提高施工活动的科学性和效率。防水路基面的施工,要求精心设计施工工艺,这涉及一项系统性的工程,其中需全面考量诸多因素,目的是确保施工流程的无缝对接和长期防水效果的稳定发挥。道路桥梁的建造,通过精心的工艺设计,能够减少施工过程中的风险,进而提升工作效率,确保其长期安全运作。

4 施工管理与监测

施工管理与监测是道路桥梁防水路基面施工中不可或缺的一环,直接关系到施工质量和工程的长期使用效果。有效的施工管理不仅确保了施工流程的规范性和科学性,还能够及时发现和解决施工过程中可能出现的问题,从而降低施工风险,提升工程质量。为此,施工管理与监测应从项目的整体规划、现场管理、质量控制以及后期维护等多个方面进行综合考虑。项目规划包括施工的各个环节,如施工资源的合理配置、施工进度科学安排以及预算的合理控制。在制定施工计划时,管理者应充分考虑施工环境、气候变化、材料供应、人员安排等多方面因素,制定切实可行的施工时间表^[6]。

施工环节中,现场管理承担着对施工团队、设备、材料及环境的多重协调职责,管理者在建筑项目过程中,应对劳动力进行有序分配,保障每位从事施工的员工都清楚自身的任务,并且维持高效的工作表现。施工设备的定期维护与保养是必不可少的,这关系到设备能否在最佳性能下运转,目的是防止设备故障带来的施工进度拖延。同时,对于建筑施工材料的存放及运用,必须执行严格的监管体系,以保障防水材料在应用前不遭受任何损害。此外,依据详尽的技术规程进行精准铺设,是施工过程中不可忽视的环节,施工现场的安全性与卫生性需要通过环境管理来保障,目的是预防环境诱发的施工事故及质量缺陷。质量控制不仅是成品最终检验那么简单,而应是一个覆盖整个施工期间的全面活动。为了确保施工过程的质量,管理者必须拟定一套完备的质量控制规范和验收准则,具体界定每一道施工步骤的质量规范及其对应检测手段。在建筑施工的各个阶段,必须执行严格的质量控制检查,以便及时识别并解决潜在的缺陷。为了保障工程质量,有必要构建一个全面的质量反馈体系,该体系激励施工现场的操作人员主动上报所遇到的各类问题,以便于及时解决这些问题。在进行建筑施工时,对于入场的水密材料,监管部门需执行严格的品质检验程序,以保证这些材料满足特定的技术规范,同时,在施工的各个阶段,还须对防水层实施定期检验,以验证其防水效能是否满足既定的性能标准^[7]。

现代施工监测技术包括但不限于地基沉降监测、土壤水分监测和防水材料性能监测等。在施工过程中,应用监测技术能够实时收集各项数据,这为管理者提供了及时了解施工进展情况的能力,进而支持他们做出科学的决策。借助沉降监测技术,能够实时跟踪路基的沉降状况,并据此判断是否出现异常沉降现象,进而实施必要的调整措施。土壤水分的实时监控,能够辅助管理者评估防水手段的成

效,迅速识别渗漏状况,并以此为后续保养工作提供参考。物联网等技术融合下,施工过程得以通过管理系统的智能化监控与优化,从而显著提升其科学性和准确性。完成施工后为确保防水路基面的使用效能,必须实施定期的检查与维护措施,维护责任的分配与长期效果的保证,要求管理者制订具体的维护方案,其中应明晰维护的具体内容、执行的频次以及负责的人员,以确保路基面的防水功能得到持续的有效实施。在执行维护程序时,关键在于对防水结构的完好性和功能进行细致审查,一旦发现缺陷,需迅速采取修正措施,管理者在项目管理过程中,应通过建立反馈机制,主动搜集运行中潜在的问题,并依据这些信息不断改进施工及管理方案,从而确保后续工程的品质与管理效能得到提升^[8]。

5 结语

综上所述,道路桥梁施工中防水路基面的施工技术运用研究,既关注了防水材料的选择与性能分析,又强调了施工工艺的合理设计与管理。通过对施工技术的全面研究与实践应用,可以有效提高防水路基面的施工质量,确保道路桥梁的安全性与耐用性,为后续的交通安全与环境保护提供保障。未来,随着新材料、新技术的不断发展,防水路基面的施工技术将不断创新与完善,推动道路桥梁施工领域的进步。

【参考文献】

- [1] 卫东. 道路桥梁施工中防水路基面的施工技术分析[J]. 四川建材, 2024, 50(2): 140-142.
 - [2] 王俊达, 鲁明星. 道路桥梁施工中防水路基路面施工技术分析[J]. 石材, 2023(3): 55-57.
 - [3] 张彬. 道路桥梁施工中防水路基面的施工技术探讨[J]. 时代汽车, 2022(9): 184-185.
 - [4] 刘钦. 道路桥梁施工中防水路基路面施工技术分析[J]. 大众标准化, 2022(4): 168-170.
 - [5] 陈文龙. 道路桥梁施工中防水路基面的施工技术运用[J]. 居业, 2022(2): 55-56.
 - [6] 任晓银, 刘珩. 道路施工中防水路基面的施工技术探析[J]. 四川建材, 2021, 47(9): 100-101.
 - [7] 白洁. 道路桥梁施工中防水路基面的施工技术[J]. 交通世界, 2021(7): 50-51.
 - [8] 张嵩. 关于道路桥梁施工中防水路基面的施工技术分析[J]. 科技创新与应用, 2020(35): 138-139.
- 作者简介: 马继文(1990.6—), 毕业院校: 北京工业大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 职称级别: 工程师。

公路路面基层防水施工技术分析

李明遥

新疆北新科技创新咨询有限公司, 新疆 乌鲁木齐 810000

[摘要] 公路路面基层防水施工技术是确保公路路面耐久性和结构稳定性的重要环节, 尤其在湿润气候环境和高水位地区, 防水设计与施工质量直接影响到路面使用寿命。在公路建设的迅猛进程中, 基层防水施工技术已逐渐成为业界研究的热门话题, 在当前公路路面基层防水施工领域, 文章着重提出了防水材料的选择策略、施工工艺的改进路径及施工质量监管的有效方法。基于不同防水技术及材料的比较, 并结合具体案例, 文中提出了一系列高效的施工策略, 旨在增强公路路面基层的防水功能, 延长其应用年限, 降低后续维护成本, 并为公路工程的建设提供参考性技术路线与理论支撑。

[关键词] 公路路面; 基层防水; 施工技术; 防水材料; 施工质量

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15035

中图分类号: U416.2

文献标识码: A

Analysis of Waterproofing Construction Technology for Highway Pavement Base

LI Mingyao

Xinjiang Beixin Science and Technology Innovation Consulting Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 810000, China

Abstract: The waterproofing construction technology of highway pavement base is an important link to ensure the durability and structural stability of highway pavement, especially in humid climate environments and high water level areas. The quality of waterproofing design and construction directly affects the service life of the pavement. In the rapid process of highway construction, grassroots waterproofing construction technology has gradually become a hot topic in the industry. In the current field of highway pavement grassroots waterproofing construction, this article focuses on the selection strategy of waterproofing materials, the improvement path of construction technology, and effective methods of construction quality supervision. Based on the comparison of different waterproof technologies and materials, and combined with specific cases, this article proposes a series of efficient construction strategies aimed at enhancing the waterproof function of highway pavement base, extending its application life, reducing subsequent maintenance costs, and providing reference technical routes and theoretical support for the construction of highway engineering.

Keywords: highway pavement; base waterproofing; construction technology; waterproof materials; construction quality

引言

公路作为国家基础设施的重要组成部分, 其路面质量直接影响到交通安全和行车舒适性。近年来, 伴随着交通流量与气候变化的叠加效应, 路面病害, 尤其是因水害诱发的病害, 呈现加剧态势。公路路面基层病害, 其中水分渗透与积水充当主要诱因, 尤其在地下水位偏高的区域或降水频繁的时段, 水分轻易渗透入路面基层, 引发基层材料松动及软化, 此过程进一步对路面承载能力与耐久性造成负面影响。鉴于该问题的解决, 公路路面基层的防水施工技术显得至关重要。

1 公路路面基层防水施工的重要性

公路路面基层防水施工的重要性不可忽视, 尤其是在多雨或地下水位较高的地区, 水分的渗透与积聚容易对路面结构造成严重破坏。水害长期侵袭基层, 致材料软化, 承载力丧失, 进而损害路面平整与强度, 甚至导致沉陷、裂缝等病害的发生, 从而降低道路的安全性和耐用性。路面设计中不可或缺的防水施工, 关乎道路的耐用年限、养护费用与行车安全。毛细作用导致水分渗透基层, 此现象常引发基层材料的膨胀、软化及冻胀等

一系列问题, 这些问题均会直接影响路面的稳定性和承载能力。在气候严寒的地域, 水分子一旦渗入, 于冻结之际膨胀, 易致路面基层受损; 极端情况下, 更可能诱发路面沉降, 从而危及行车安全, 实施高效的防水措施, 有助于降低水分对路面基层的损害, 从而显著提升路面的使用寿命^[1]。

基层防水施工有助于减少日常维护和修复成本。因水患所导致的道路损害问题, 其修复工程需投入巨额资金与资源, 且该过程通常繁杂且成本不菲, 路面基层遭受水分侵蚀的根源得以通过实施防水施工得到有效控制, 此举显著减少了水害引发的病害频发, 进而大幅降低了后期维修养护的经济负担。在施工过程中采取防水措施, 不仅能够显著提升作业效率, 而且有效预防水患造成的项目延迟与额外施工挑战。在行车安全领域, 路面基层的防水施工扮演着至关重要的角色, 路面结构因水害而受损, 不仅稳定性受影响, 路面表面亦出现坑洼裂缝, 事故风险因而加剧, 路面基层的稳固性与耐用性通过防水施工得以维护, 此举旨在减少水分积聚与路面病害, 从而显著提升道路行驶品质, 确保驾驶者的行车安全。

2 公路路面基层防水施工的技术现状

当前,公路路面基层防水施工技术在我国的应用已逐步发展并取得了一定成效,但仍面临着技术层面、施工管理、材料选择等多方面的挑战。高速公路与城市道路的铺设规模持续扩大,对防水技术的需求亦随之递增。在公路路面基层防水施工的技术现状中,虽见诸多进展,然而技术的不完善、标准的非统一以及施工质量的不稳定等诸多问题依然凸显,亟须创新技术及优化管理。对公路路面基层实施防水技术,其应用大体上可划分为两种主要类型:在传统与新型防水技术的交织中,探寻材料与工艺的革新之路,沥青材料与防水涂层构成了传统防水技术的两大支柱。路面基层上所铺设的防水层,旨在阻隔水分渗透,在过往的道路工程中,此类技术得到了广泛运用,然而随着时间的流逝,诸多传统建材逐渐显现出其耐久性不足、施工复杂、维护周期较短等缺陷^[2]。

新型防水技术的引入为公路路面基层防水施工带来了新的突破。例如,近年来,聚氨酯防水涂料、改性沥青和透气性防水膜等材料逐渐应用于基层防水层中采用的新型材料,以其卓越的耐久性和环保性能,显著提升了防水功效,并大幅增加了路面的使用寿命。施工便捷的新型防水材料,其施工周期较短,显著提升了施工效率。成本高昂的新型材料虽未在市场上广泛应用,但众多地区依旧面临材料挑选困难与技术尚未完善等挑战。公路路面基层的防水施工技术,正朝着标准化与精细化方向发展。施工过程,尤其是基层防水层的施工环节,对技术的操作要求正日益攀升,众多建筑企业即便在防水工程实施阶段,仍暴露出工艺流程不规范、质量监管缺位等诸多问题。具体来说,防水层的铺设必须确保接缝处的严密性,且在施工过程中需要避免因环境因素造成的施工误差(如温度、湿度等变化),否则可能会影响防水层的效果。因此,施工质量的控制不仅仅依赖于先进的防水材料,更多的是依赖于对施工工艺、工序以及现场管理的严格把控。

随着环保意识的提高,公路路面基层防水施工技术也面临着更高的环境要求。例如,在施工阶段,某些类型的沥青等传统防水材料可能排放出有害成分,进而引发空气污染或生态破坏。在公路路面基层防水技术领域,研发并应用环保型防水材料已成为一种显著的发展动向,防水性能与传统材料比肩,此类环保材料大幅减少了环境负担,充分契合了绿色施工的核心理念。随着公路路面基层防水施工技术的持续进步,尽管在实施、工艺、材料与环境适应性等领域取得显著成就,但若干挑战依旧存在。公路建设旨在提升防水施工性能,确保其使用寿命及行车安全,为此,亟需深化新型材料的创新研究及市场应用,优化施工技术流程,提高施工品质。

3 公路路面基层防水施工技术的优化措施

3.1 防水材料的选择与优化

在公路路面基层防水施工中,防水材料的选择是影响

施工效果和路面长期使用性能的关键因素之一。随着科技的发展和市场需求的变化,防水材料的种类日益增多,材料的优化和选择也显得尤为重要。传统的防水材料,如沥青、防水涂料等,具有一定的防水性能,但随着使用年限的延长,这些材料的防水效果逐渐降低,尤其是在温差变化较大的地区,传统材料容易老化、裂纹,从而导致水分渗透,降低路面结构的耐久性^[3]。

公路路面基层防水施工,逐渐青睐于采用聚氨酯防水涂料、改性沥青、热塑性聚烯烃(TPO)以及透气性防水膜等新型防水材料,其卓越的防水效果、较长的使用年限以及优越的环境兼容性,使其逐渐成为主流选择。例如,聚氨酯防水涂料具有优异的延展性、黏附性及防水性能,在极端气候条件下依然能够有效阻挡水分渗透。改性沥青则通过增强沥青的结构,改善其耐高温性、抗老化性和抗渗透性,广泛应用于各种交通工程中。透气性防水膜则具有良好的透气性与水密性,能有效减少湿气积聚,从而防止路面基层因水分堆积而产生腐蚀,适用于需要高度防水的公路项目。

除了单一材料的使用外,复合防水材料的研发与应用也成为提高防水效果的重要方向。例如,将透气膜与聚氨酯涂料进行融合,此举既可整合两者的优点,又能在确保防水功能的前提下,规避某些材料对环境适应性方面的难题。环保型防水材料的研发,因绿色施工理念的兴起而备受瞩目,运用水性防水涂料与天然材料,施工污染显著降低,人体健康威胁亦随之减少。公路路面防水技术的进步得益于新型防水材料的应用,这不仅促进了公路建设领域的环保与可持续性发展,施工环境因素、材料耐久性、环保性能、施工便捷度以及经济性考量,均需纳入防水材料选取与改进的综合考量范畴^[4]。

3.2 防水施工工艺的改进

防水施工工艺是确保防水层能够长期稳定、有效阻挡水分渗透的重要环节。在过去的公路路面基层防水施工中,由于工艺的不成熟或施工人员操作不当,往往会导致防水层出现破损、脱落等问题,从而影响防水效果和路面结构的使用寿命。因此,改进防水施工工艺,确保施工质量,是提升路面防水效果的关键。

具体材料类型与施工环境是确定施工工艺的关键因素。在聚氨酯防水涂料施工过程中,必须严格把控涂料的厚度、均匀性以及接缝的精细处理,施工聚氨酯涂料时,因其流动性佳,务必严格监控,保证涂层均匀,以杜绝气泡,进而避免局部出现薄弱区域。固化效果涂料所依赖的施工环境至关重要,温度过低将直接导致固化过程受阻,进而显著削弱其防水性能。为确保施工质量,务必在施工过程中严格监控并调节温度与湿度,以防在不适环境进行作业。施工过程中,对改性沥青的铺设厚度与均匀性须予以高度重视。在施工阶段,必须保证改性沥青层的厚度均匀分布,以杜绝局部区域过薄或分布不均现象的发生,从

而有效提升防水性能。在交叉口、路面变形缝等关键区域,实施的重点施工至关重要,这对于确保防水层的整体性与严密性具有决定性意义。此外,在热塑性防水膜铺设过程中,施工人员需严格遵循施工图纸规范,保证膜材铺设平整无皱,且对接缝部位实施严密封闭,以防水分渗透。

在施工之前,应先对基层路面进行彻底清理,确保路面无灰尘、油污、松散物质等杂质,保证防水材料能够与基层充分粘结。此外,防水层施工前,对于存在裂缝的基层必须先行修补,以防裂缝对防水效果构成不利影响。在众多路况条件下,选取适宜的施工工具与设备,此举对于达成施工预期效果实为关键一环。例如,实施聚氨酯防水涂料施工,采用专业喷涂设备,不仅显著提升施工流程的效率,而且确保涂层均匀性达到最优。进防水施工工艺,需依托现代化施工设备、先进技术以及科学管理手段,防水材料的革新推动施工技术进步,唯有优化施工流程,方能确保防水层的施工高效性与持久性能^[5]。

3.3 施工质量控制措施

施工质量控制是确保公路路面基层防水施工效果的重要保障。防水材料若选得再佳,施工工艺再先进,若质量控制不力,防水层将难以持久稳定,确保施工质量与路面防水效果的关键。在强化施工质量控制措施的实施,系统性把控施工质量,需全面覆盖施工前、施工中和施工后各个阶段。在施工活动启动前,对所使用的防水材料实施严谨的检验程序,旨在保证其完全满足既定的技术规范并取得必要的质量认证。施工单位需向供应商索要涂料与防水膜等材料的相应资质证明,并实施实地核查,务必保证这些材料不含有害成分,并具有出色的防水效能。施工期间,强化对作业人员的培训与技术辅导,旨在确保他们充分掌握施工工艺与操作规范,并具备应对施工现场各类突发状况的应变能力。在施工现场,需配置专责的质量监管个体,其职责涵盖对每一施工环节的严格审查,以迅捷的方式捕捉并整改施工过程中暴露的问题,从而预防因施工操作失误而诱发的质量风险。施工精度的保证,离不开选用恰当的施工装备,诸如自动喷涂机、压实机等,唯有如此,方可有效规避因人工操作失误所引发的涂层不平整或缝隙不紧密之问题。对施工设备实施周期性的审查与保养,

确保其持续稳定运作,进而显著提升施工的效能与品质。

在施工完成后,进行系统的质量验收,检查防水层的完好性,特别是接缝和转角等容易出现问题的部位,确保无渗漏现象。针对沉降缝、膨胀缝等关键部位,实施重点验收工作,以确保其防水性能满足设计规范。施工企业需构建周密的质量监管体系,对施工竣工后的道路进行定期的巡查与养护,尤其是面临恶劣气候时,防水层极有可能面临考验。构建完善的质量追溯体系,确保一旦路面基层防水施工遭遇问题,能够迅速追踪根源,实施相应整改措施,进而保障施工效果的持久稳定。为确保公路路面基层防水施工的成效,强化施工质量管控是至关重要的基石,多角度实施全程管控,如技术人员培训、设备维护及质量审核等,显著增强施工品质,确保公路持久稳定运行^[6]。

4 结语

公路路面基层防水施工技术随着材料科学、施工技术和质量管理方法的不断发展,已经取得了显著进展。然而,随着施工环境复杂性的增加,防水施工技术仍然面临着许多挑战。未来,随着技术的不断创新和智能化管理手段的引入,公路路面防水施工的质量和效率将得到进一步提升,从而为公路的可持续发展提供有力保障。

【参考文献】

- [1]王李佳.高速公路路面水稳基层施工技术分析[J].交通建设与管理,2024(1):110-112.
- [2]李虎.某公路路面水稳基层大宽度大厚度施工技术分析[J].交通科技与管理,2023,4(13):141-143.
- [3]郝洪运.公路路面二灰土底基层施工技术分析[J].交通世界,2021(27):125-126.
- [4]陈斌.公路路面基层填隙碎石施工技术分析[J].运输经理世界,2021(23):24-26.
- [5]李少华.公路路面基层施工技术分析刍议[J].青海交通科技,2019(4):98-99.
- [6]王立权.公路路面基层施工技术分析[J].工程建设与设计,2017(20):146-147.

作者简介:李明遥(1996.7—),毕业院校:燕京理工学院,所学专业:工程造价,当前就职单位:新疆北新科技创新咨询有限公司,职称级别:初级工程师。

基于大数据的路基病害监测与治理研究

李建兴

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着交通基础设施的迅速发展,路基病害的监测与治理问题日益突出。路基病害的检测传统上多依赖人工巡视及有限的检测工具,往往难以迅速了解并处理路基潜在问题,因而引发维修成本上升及治理成效欠佳。基于大数据的路基病害监测与治理研究,通过整合多源数据、智能分析和预测技术,为路基病害的早期预警、精准定位及有效治理提供了新的思路和方法。文中着重研究大数据技术在路基病害检测领域的运用,整合了数据采集、储存、剖析及预测等环节,创新性地构建了一套高效且精准的路基病害检测与整治机制。路基病害的监测与治理,得益于大数据技术的应用,其效率与精度显著提升,同时维护成本亦有所降低,进而确保路基的安全与耐用性得到长期保障。创新方法助力路基病害的监测与治理,同时为构建未来智慧交通体系贡献了宝贵经验与参考。

[关键词]大数据;路基;病害;监测技术;治理策略

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15037

中图分类号: TU712

文献标识码: A

Research on Monitoring and Treatment of Roadbed Diseases Based on Big Data

LI Jianxing

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: With the rapid development of transportation infrastructure, the monitoring and treatment of roadbed diseases have become increasingly prominent. Traditionally, the detection of roadbed diseases has relied heavily on manual inspections and limited detection tools, which often make it difficult to quickly understand and deal with potential problems in the roadbed, resulting in increased maintenance costs and poor treatment effectiveness. The research on roadbed disease monitoring and treatment based on big data provides new ideas and methods for early warning, accurate positioning, and effective treatment of roadbed diseases by integrating multi-source data, intelligent analysis, and prediction technology. The article focuses on the application of big data technology in the field of roadbed disease detection, integrating data collection, storage, analysis, and prediction, and innovatively constructing an efficient and accurate mechanism for roadbed disease detection and remediation. The monitoring and treatment of roadbed diseases, thanks to the application of big data technology, have significantly improved efficiency and accuracy, while reducing maintenance costs, which ensuring the long-term safety and durability of the roadbed. Innovative methods assist in the monitoring and treatment of roadbed diseases, while contributing valuable experience and reference to the construction of future smart transportation systems.

Keywords: big data; roadbed; diseases; monitoring technology; governance strategy

引言

随着社会经济的飞速发展和交通运输需求的日益增长,路基作为公路建设的重要组成部分,其安全性和稳定性直接影响到交通运输的畅通和人民生命财产安全。公路安全受路基病害影响,而路基病害的增多则源于交通流量的上升、气候变迁及地质环境的复杂性。路基病害的常规检测手段主要依靠人工巡视及有限技术,通常难以实现全面、及时、准确的监测,且病害一旦发生,往往已对交通安全构成隐患。因此,在交通工程领域,探索并应用新型的路基病害监测与治理技术,特别是依托大数据的监测与治理策略,已演变为关键的研究课题。下文就是针对大数据技术背景下的路基病害检测与治理的相关探讨,希望能够促进我国路基工程的健康发展。

1 路基病害的现状与挑战

随着我国公路建设和交通网络的快速发展,路基病害

已成为影响公路长期安全运营和维护成本的重要因素。路基病害主要表现为沉降、裂缝、裂纹、水土流失等,这些病害的产生与多种因素密切相关,包括土质不良、施工质量、气候变化、交通荷载等。特别是在一些交通繁忙、气候变化剧烈或土壤质量较差的地区,路基病害问题更加严重。根据相关研究,路基病害发生的频率较高,特别是在一些老旧公路和山区路段,其修复和加固所需的成本大大增加^[1]。

路基病害的检测,传统上多依赖人工巡查与局部抽样,此法往往效率不高,覆盖范围有限。尤其在路基复杂、病害类型多样的情形下,全面而精准地监测实属不易,在病害检测过程中,人工巡查往往受限于天气状况与人员能力,极易出现遗漏与错误判断,进而导致病害发现及处理的延迟。众多道路路面广量的车流量,环境条件复杂多变,传统的由人工进行巡查和检测的方式,无疑对交通的顺畅流通

产生了显著影响,同时也推高了维护以及社会整体成本。

路基病害的种植规模日渐膨胀,使得常规监测工具显得力不从心,同时亦遭遇众多困境。路基数据的搜集与监测技术存在短板,导致无法实时掌握路基的完整资讯,亦无法动态监控病害的发生与演变过程。预测与预警机制在病害领域尚不健全,病害一旦暴发,常难以实现预警及干预。在公路建设过程中,路基病害的修复与治理多依赖人工操作,此方法成本高昂且耗时较长,进而对公路的常规运行造成了不利影响。在现有技术框架中,迫切需求引入创新性技术途径,尤其是依托大数据的监测策略,以填补当前方法的缺陷,提升病害辨认的精确度和效率,同时减少治理开支。

2 基于大数据的路基病害监测技术

基于大数据的路基病害监测技术通过整合多种传感器设备、地理信息系统(GIS)、遥感技术以及物联网(IoT)等现代科技手段,实现了对路基病害的实时、全面、精确监测。数据采集方面,路基的病害监测可以通过安装不同类型的传感器来实现,包括温度传感器、湿度传感器、位移传感器、压力传感器等,这些传感器能够实时收集到路基的各种物理参数,如温度变化、沉降情况、湿度分布等,为后续的数据分析提供基础。通过物联网技术,这些传感器所采集的数据可以实时上传到云端平台,确保数据的及时性与准确性^[2]。

依托大数据技术,对海量监测数据实施存储与分析,进而通过数据挖掘与机器学习等手段,实现了对路基病害的早期预警与预测。系统依托历史与实时数据,运用数据建模技术,精准预测路基在特定环境下的病害及其严重程度,进而实现风险预判与防范措施的有效制定。在路基维护与修复工作中,GIS与遥感技术能够精确锁定病害发生地带,揭示病害的分布态势,进而为维护与修复提供必要的数据保障。

对病害发展走向进行的大数据分析,能够有效实现趋势的监测,基于对沉降、裂缝扩展等病害数据的深入分析,系统有效辨识病害的扩展状况,进而给出适宜的修复策略。借助大数据技术,病害监测得以提升识别准确性,并能实时呈现病害演变状况,从而为后续的治理与修复工程提供坚实的数据支撑。依托大数据技术所研发的路基病害监测,展现出实时性、全面性及高精度的显著优势,有效弥补了传统监测手段的诸多不足。持续的技术改进与数据沉淀,预示着未来路基病害管理将迈向智能化新里程,这不仅将为公路的持续安全运行构筑坚固防线,亦显著减少了公路养护的投入与潜在风险。

3 路基病害治理策略

3.1 精准定位与诊断

精准定位与诊断是基于大数据的路基病害监测技术中的核心环节之一,涉及如何高效地识别病害的类型、发

生位置以及程度。公路建设和维护领域对路基病害检测方法的需求,随着技术的进步,正逐渐超越了传统手段的范畴。在面临复杂地质构造及高强度交通流量的特定区域,常规的人工巡视及局部抽样检测手段难以实现全面覆盖,亦难以实时掌握病害演变的动态资讯。运用融合多种传感器、GIS以及遥感技术与物联网技术的大数据监测体系,可实现病害的全方位、高精度识别与准确定位^[3]。

传感器网络的高精度定位,构成了精准实施的根本,在路基不同部位布置各类传感器(包括温湿度传感器、应变计、位移计、加速度传感器等),此操作能够实时获取大量反映路基变化状况的物理信息。路基沉降、裂缝等病害的初期阶段,这些传感器能精确捕捉不同层次和位置的信息,并对其变化过程进行实时监测与记录。实时数据由传感器收集,借助物联网技术,精准传输至数据中心,从而为数据的处理与解析构筑了坚实的基础。GIS技术的运用使得路基病害的定位更加精准。通过与GIS平台结合,监测数据不仅限于“数字”信息,还能实时反映出病害位置的地理信息。结合GIS的空间分析功能,系统能够精准标定病害发生的具体地点,且可以通过历史数据的比对,预测病害的发展趋势和发展路径。例如,通过分析沉降数据,系统可以判断出路段的沉降集中区域,并基于历史数据推断出其未来可能发生的趋势。

运用大数据技术,系统对海量的传感器数据进行解析,进而实现病害的智能化识别与诊断。在融合机器学习与数据挖掘技术的基础上,系统具备解析病害演变轨迹的能力,并能辨识病害是否由自然因素单因素诱发,抑或由施工质量、环境因素等多重因素协同作用所导致。基于此,对病害的诊断精度予以提升,旨在确保后续的修复与整治行动更具精确性与指向性,路基病害监测的精准定位与诊断。以大数据为基础,其关键在于结合高精度传感器与GIS技术,全方位掌控病害区域、类型及其演变趋势,确保后续处理措施的有效实施与时效性。

3.2 基于数据分析的智能决策支持

随着路基病害的种类和规模逐步增大,单纯依赖人工判断已无法满足路基病害管理的需求。基于大数据的智能决策支持系统,利用先进的数据分析、人工智能和机器学习技术,能够在海量数据中提取有价值的信息,辅助决策者做出精准的病害预防、维修和治理决策。这一过程不仅依赖于实时数据采集,还要求将历史数据、环境因素、交通荷载等多维度信息进行综合分析,从而提供科学、合理、可执行的决策方案^[4]。

对病害发生趋势进行数据剖析,可预判其发展动向,通过累积并处理众多监测数据,智能系统运用机器学习算法构建病害预测模型,特定路段病害的潜在风险,得以通过这些模型对温度、湿度、降水量等环境参数以及交通荷载等多维度数据的综合分析而预测。例如,在多雨地带,

湿度与水土流失现象往往诱发路基病害,而数据分析系统能够精准预测该类路段未来病害风险等级,为路基养护决策提供前瞻性支持。采用先进的数据分析技术,针对各类路基病害,制定出具有针对性的治理策略,针对各类病害极其严重程度与分布位置,智能系统自动筛选并推荐最适宜的修复策略。系统对于存在轻微裂痕的路段,可能会提出实施灌浆修复的方案;路段若出现严重沉降现象,建议实施局部换填或进行加固处理。依托于数据分析技术的助力,路基治理的方案得以实现更精准与高效,同时有效降低了因错误判断及不当处理所引发的额外成本。

实时调整与优化,智能决策支持系统对决策方案的调整功能得以实现。监测数据持续更新,实施过程实时反映,系统对现有治理方案展开自动反馈分析,依据新数据动态调整决策。例如,在修复作业进行中,若现行方案未能实现既定成效,系统将依据反馈信息重新审视问题,进而提出改进后的优化策略。路基病害治理的效果因智能系统的运用而显著提升,该系统不仅优化了决策的实时响应,而且显著增强了决策的灵活性与可执行性。依托大数据,智能决策支持系统运用数据分析与机器学习技术。在多维数据支持下,精准预测病害风险,优化治理策略,并通过实时反馈机制持续优化决策方案,为路基病害治理提供精确、科学的决策依据,确保公路的长期稳定运行^[5]。

3.3 整体治理方案的实施与反馈机制

基于大数据的路基病害监测与治理技术,不仅依赖于精准的危害诊断与智能化决策,还需要一个完整的实施与反馈机制来保障治理方案的有效性和持续性。在实施阶段,病害治理的持续优化与调整离不开对数据采集、方案执行和效果评估的实时反馈,此三者构成了病害治理动态调整的坚实基础。在实施阶段,根据既定治理方案,需针对不同路基病害,合理配置施工设备、物料及人力等资源,并严格监控施工品质,确保其达到预定标准。在上述环节中,大数据平台扮演了举足轻重的角色,其重要性不容忽视。实时数据采集与监控针对施工过程,系统对施工进度、施工质量及外部环境变化等信息进行即时反馈,以保障各项治理措施得以按时执行。施工过程中,系统具备对潜在问题如气候变动及交通流波动等实施预判的能力,并能据此灵活调整施工方案,或启动应急策略以保障工程进度的稳定。路基病害治理中,反馈机制在评估与修正治理效果方面发挥着关键作用,系统依托于实时监测数据的不断更新,持续对修复后的路段进行评估,加固后的路段,系统得以实时监控其沉降、裂缝等状况,进而对修复效果进行评估,以确保修复成效与预期相符。当系统监测到修复方案未达

预期成效,即刻触发反馈机制,向相关人员推送改进提案,基于此反馈机制,得以规避一成不变的治理观念,确保路基病害的整治措施能适应现实情况,实现灵活变动与持续优化。

在实施综合治理方案的过程中,跨部门协作与信息共享显得尤为关键。引入大数据技术,为不同部门间的协作开辟了新的可能性,病害治理工作的顺利实施,得益于交通、环境、建设等众多部门间的数据与信息共享,他们协同作战,形成合力。工程部门依据由交通部门所提供的交通流量数据,环境部门所提供的气候变化数据,对病害监测所得信息进行分析,进而提出相应技术解决方案。在跨部门层面,信息共享与协调工作的实施,显著提升了病害治理工作的效率,同时亦保障了各类方案的科学性和实施可能性。在大数据支持下,该路基病害治理方案得以实施,并建立了反馈机制,此机制凸显了实时监控的重要性,以及效果评估与跨部门协作的必要性,从而保障了病害治理工作的连续性与适应性^[6]。

4 结语

基于大数据的路基病害监测与治理研究,通过引入先进的技术手段,如物联网(IoT)、遥感技术、地理信息系统(GIS)及数据分析方法,为公路建设和维护提供了更加精准、实时、智能的解决方案。基于大数据的路基病害监测与治理研究为路基病害的预防、诊断和治理提供了创新性解决方案。其精准的监测手段、智能的决策支持以及灵活的实施反馈机制,使得路基病害治理变得更加高效、科学、可持续。

【参考文献】

- [1]黄彪,朱源婷.基于监测变形数据的路基病害综合分析处治实例研究[J].中国水运(下半月),2023,23(10):131-133.
- [2]徐家栋.高速铁路路基病害施工轨道几何尺寸监测与控制[J].铁道勘察,2023,49(3):62-68.
- [3]王清平.高速公路路基结构及病害状态监测评估方法研究[J].中国勘察设计,2022(8):92-95.
- [4]裴海燕.探地雷达在高速公路路基病害监测中的应用研究[J].科学技术创新,2021(26):157-158.
- [5]陶智亮,熊洪强,咎月稳.既有线路基病害车载 GPR 检测数据的处理方法[J].高速铁路技术,2018,9(2):14-18.
- [6]常建德.高速公路路基排水设施的病害及其治理措施研究[J].工程机械与维修,2024(4):56-58.

作者简介:李建兴(1990.6—),毕业院校:吉林大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:新疆生产建设兵团交通建设有限公司,职称级别:中级工程师。

公路工程施工中填石路基施工技术应用研究

李玉龙

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 石河子 832000

[摘要]随着公路建设的发展, 填石路基作为一种常见的工程处理方式, 广泛应用于复杂地质和不良土质地区的公路施工中。在路基建设中采用填石施工技术, 不仅显著增强了路基的承重与稳固性能, 亦兼具经济效益与实施便捷性。在文中, 对填石路基的施工技术进行了深入的研究与剖析, 详细阐述了填石路基施工的具体方法、关键技术与实际应用中频发的疑难问题。在填石路基的施工阶段, 诸多技术难题凸显, 诸如材料挑选、施工质量把控、路基沉降抑制等问题亟待解决, 对此, 文章亦提出了一系列优化策略。同时, 在诸多实际工程案例的融合下, 对填石路基于不同地质环境中的应用成效进行了深入剖析, 并对该技术在现代公路领域的演进方向及其可持续性进行了全面探讨。在提升路基的稳定性、降低地质灾害的潜在威胁以及增强公路的通行能力等方面, 填石路基施工技术发挥着至关重要的作用, 预示着其拥有广阔的应用空间。

[关键词]填石路基; 施工技术; 公路工程; 路基稳定性; 技术优化

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15032

中图分类号: U416.1

文献标识码: A

Research on the Application of Stone Filling Roadbed Construction Technology in Highway Engineering Construction

LI Yulong

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Shihezi, Xinjiang, 832000, China

Abstract: With the development of highway construction, stone filled subgrade, as a common engineering treatment method, is widely used in highway construction in complex geological and poor soil areas. The use of stone filling construction technology in roadbed construction not only significantly enhances the load-bearing and stability performance of the roadbed, but also has economic benefits and implementation convenience. In the article, in-depth research and analysis were conducted on the construction technology of stone filled roadbeds, and specific methods, key technologies, and common difficult problems in practical applications were elaborated in detail. During the construction phase of the stone filled roadbed, many technical difficulties are highlighted, such as material selection, construction quality control, and roadbed settlement suppression, which urgently need to be solved. In response, the article also proposes a series of optimization strategies. At the same time, through the integration of many practical engineering cases, a deep analysis was conducted on the application effectiveness of stone filled roads based on different geological environments, and a comprehensive exploration was conducted on the evolution direction and sustainability of this technology in the field of modern highways. The construction technology of stone filled roadbed plays a crucial role in improving the stability of the roadbed, reducing the potential threat of geological disasters, and enhancing the traffic capacity of highways, indicating its broad application space.

Keywords: stone filled roadbed; construction technology; highway engineering; roadbed stability; technical optimization

引言

公路工程是国民经济发展的重要基础设施之一, 而路基的建设质量直接影响到公路的使用寿命和行车安全。针对山区、湿地以及软弱地基等特殊地质环境下的公路施工, 常规土质路基往往难以满足对工程稳定性和承载力的基本要求, 施工填石路基技术随之产生, 它逐步演变为解决诸多难题的得力工具。路基施工技术采用大石填充, 显著增强了地基的稳定性、强度与耐用性。在众多工程项目中, 填石路基以其卓越的适应性、较短的施工周期以及良好的经济性脱颖而出, 获得了广泛的应用与验证。在实施填石路基施工的过程中, 若干技术挑战不容忽视, 包括填料的挑选、施工期间的沉降管理以及路基承载力的确保等方面。

1 填石路基施工技术概述

石路基作为一种解决复杂地质条件下公路建设难题的施工方法, 广泛应用于软弱土质、湿地、山地等地段。路基的稳定性与承载力得以显著提升, 这得益于采用大粒径碎石、卵石等填料, 有效抑制路基沉降, 大幅提高道路的通行性能。自填石路基施工技术问世以来, 其在工程领域扮演了举足轻重的角色, 并且随着技术的不懈积累与持续改进, 已孕育出一套完备的施工技巧与流程^[1]。

在填石路基的施工过程中, 至关重要的是精准选择填料、精细化管理施工环节以及有效控制沉降。填石路基施工技术不仅能够有效提高路基的承载能力和稳定性, 还具有一定的经济性和可操作性。为确保填缝材料具备高强与优良稳定性, 需选取粒径适宜的碎石、卵石或砾石, 其选

用需紧密结合地质条件与工程需求。实施填石路基施工技术,其显著优势在于施工周期相对较短,这使得应对地质环境的特殊性成为可能,然而,这一特性亦伴随一定的挑战。在施工技术不断革新的背景下,填石路基的技术路径正向着环保、智能以及可持续的更高境界迈进,经过多年实际应用,填石路基施工技术已形成一套标准化施工程序。相较传统土路基施工技术,展现出更优越的稳定与耐用性能,公路建设领域引入的填石路基施工技术,标志着在复杂地质环境中的一次技术革新。该技术的应用不仅有效攻克了诸多地质难题,亦确保了大量公路建设项目得以按时竣工。工程实践的不断推进,使该项技术逐渐成熟壮大,成为现代公路建设领域中至关重要的施工手段。

2 填石路基施工的关键技术要点

填石路基施工技术的关键在于多个方面的技术要点。填料的选择是施工的基础,填料的粒径、级配以及稳定性决定了路基的最终质量。一般来说,填石的粒径越大,其稳定性越强,但施工难度也相应增加。因此,合理的填料粒径选择与施工方式是施工质量的保障。填石施工中路基底层的处理和加固也是至关重要的。底层不稳定或存在水位高、软弱土层等问题时,需采取一定的处理措施,如换填、打桩、土工布加固等,以确保路基的稳定性^[2]。

填石层施工应采取分层填筑、分层压实的方式,以保证每层填石的密实度与均匀性。对于每一层的压实度,需要进行严格的质量控制,确保每一层施工的质量达标。在施工过程中,需依据地质状况的差异性对施工策略做出适时修订,以保证施工品质的稳定性。在施工环节中,采纳现代化设备诸如压路机与石料搬运车,显著提升了工程运作效率,并有效保障了工程压实度与品质的管控。在填石路基施工过程中,控制路基沉降问题显得尤为关键。施工竣工后,填石路基普遍面临沉降问题,控制这一沉降过程以保障道路稳定及承载能力,构成了施工环节的关键课题。路基施工填石后,必须经历沉降监测与调整阶段,实施科学合理的施工策略,以减缓沉降速率,从而保障路基的长期稳定。

3 填石路基施工中的技术难点与问题

在实际应用中,填石路基施工面临着多种技术难点和问题。在施工过程中,填石材料的选择与施工质量控制,往往是遇到的主要挑战。施工所选石料需具备高强稳性,施工过程中务必确保质量管控严苛,众多工程项目在施工材料的选择上偏离规范,致使路基品质不佳、承载能力低下,甚至诱发严重沉降状况。路基沉降现象频发,其成因或为填石材料压实度的不均,或源于地质环境的反复。在部分区域,地下的土壤质地偏软,当路基采用填石方式处理后,易出现局部塌陷现象,进而造成路面不均匀,对道路通行安全构成威胁。施工期间,对沉降速度进行严控,并实施恰当的沉降补偿策略,以防止此类问题的发生。

在不同地质条件下,填石路基的施工难度和效果会有很大差异。例如,在湿地地区,由于水位较高,土壤湿润,填石材料的压实效果往往不佳,导致路基长期沉降较大。在这些地区,施工时必须采取特殊的技术手段,如加固底层、使用高强度的填料、采用水位控制措施等,以确保填石路基的质量和稳定性^[3]。

4 填石路基施工技术的优化与创新

随着工程技术的不断进步,填石路基施工技术也在不断优化和创新。路基填石所用材料正逐步向注重环保性、经济性及可持续性的方向发展。在项目实践中,新型填料的研发及环保材料的运用,已广泛采纳可回收且低成本的环保材料作为填充材料,此举不仅显著降低了施工成本,亦有效降低了环境污染。技术优化进程中,施工工艺的革新占据关键地位,被视为一项至关重要的前进方向。自动化压实机与智能施工系统等现代化施工设备的引入,显著提升了施工效率及质量控制水平。施工过程中,自动化设备不仅显著提升了作业精度,而且对压实度、均匀性等关键参数进行实时跟踪与评估,进而对施工品质实施高效监管。

智能化技术的引入也为填石路基施工带来了创新。例如,采用 GIS 与 BIM 两项先进技术,对施工全流程进行全方位监控及信息管控,显著提升施工效能,并大幅降低人为操作失误。实施智能化施工模式,施工各项数据得以实时采集与反传,施工管理人员得以实时掌握施工动态,对施工过程中显现的问题亦能及时调整与优化。在长期视角下,对于填石路基施工技术的持续发展,优化乃是其至关重要的路径选择。在环保理念与可持续发展观日益普及的背景下,填石路基施工的工程实践不仅要严格遵循工程技术规范,亦需全面审视其对环境的影响及资源利用的效率。在填石路基施工领域,不断寻求更环保、低能耗的施工途径,采纳绿色填料,提高施工效率,此趋势已逐步显现为技术创新的关键方向。

5 填石路基技术的应用

填石路基技术作为一种重要的路基施工方法,广泛应用于公路工程中的各种复杂地质条件下,尤其在软土、湿地、山地等特殊地区,发挥着不可替代的作用。随着对填石路基技术的不断研究与实践,越来越多的工程项目选择填石路基作为其主要施工方法,这不仅有效解决了地质条件差、承载力不足等问题,也为公路工程的顺利建设提供了保障^[4]。

我国南方湿润地带,尤其是水位偏高的低地,土质多湿,承重能力弱,往往给公路工程构成不小的挑战。公路工程采纳填石路基技术,正是为这些地区提供了一系列高效且实用的解决途径。路基稳定性与承载力得以提升,填石加固技术成功逆转了水体的负面影响,碎石或卵石,因其质地坚硬、密实,常作为填缝材料之选,以其卓越的抗压与稳定性,有力抵御土壤沉降带来的路基不均匀沉降风

险,显著提升道路的耐用性与安全性。在山区的特定环境下,填石路基技术的优越性表现得尤为显著。公路建设在地质条件复杂的山区,面临土质松软不均的挑战,加上山体滑坡、泥石流等地质灾害的频繁发生,常遭受巨大考验,鉴于该地质环境,常规路基施工措施难以适应。然而,运用填石路基技术,借助充足的填料支撑,大幅提升路基的承载能力,有效遏制沉降现象,从而稳固路基结构。路基的承载能力因填石施工而得到显著增强,路面稳定性亦随之提升,从而有效规避了山体不稳定引发的道路坍塌风险。在高海拔区域,采用填石路基技术,经过地质结构优化和路基层层稳固,确保了山区公路的顺畅通行,为交通运力提供了坚实保障。

填石路基技术能够解决土壤不稳定、湿度过高等问题,还能够提高路基的抗沉降能力。在地质结构不稳、土壤湿度过大的特定区域,常规的土路基建设技术面临重负荷承载难题,同时易引发沉降、裂缝等问题。采用大粒径石料进行填石路基施工,显著提升了路基土体的稳定性,大幅降低了沉降风险。在实施填石施工环节,通过逐层填充及压实作业,持续提升各层填石的密实性,进而实现优良的压实成效与路基的稳定性,以此确保道路通行的安全。在道路建设中采用填石路基,不仅确保了道路的畅通无阻,亦对周边基础设施的稳固起到了关键作用。在诸多具有高潜在风险的地域,特别是那些滑坡及地质灾害风险较高的地带,运用填石路基技术显著增强了路基的稳固性,大幅度降低了滑坡、塌陷等地质灾害的频发。运用填石路基技术,道路得以保持无阻状态,从而有效避免了道路中断带来的交通不便与损失。道路建设在复杂地质条件下,填石路基的优越性日益显著,其不仅为道路本身提供坚实支撑,亦为桥梁、隧道等基础设施构建奠定基础^[5]。

随着信息技术的引入,填石路基施工技术逐步向智能化、自动化管理方向发展,施工过程变得更加高效、精确。现代化的施工设备,如自动化压实机、智能施工系统、无人机监控等技术手段的运用,使得填石路基施工不再依赖传统人工经验,而是能够通过数据的实时采集、分析和反馈,确保施工的质量和效率。例如,自动化压实机能够精确控制填石的压实度,避免了人为因素导致的压实不均,从而有效提高了路基的稳定性。此外,引入智能化监控系统,使得施工过程透明度显著提升,施工数据得以实时获取与分析,确保各项施工工艺与设计要求严格相符。施工进度实时监控,由智能化系统精准实施,该系统能够高效调度施工资源,从而确保项目按期竣工,有效规避了施

工环节的延误及资源的不必要损耗。项目管理人员通过数据分析手段,精确掌控施工进度、施工品质以及潜在风险点等关键信息,进而实施风险预判及应对策略的优化调整,以此确保施工品质的提升并有效降低项目风险。

通过施工数据的实时监控和管理,不仅可以及时发现问题并做出调整,还能够有效降低施工成本和时间,提高项目的经济效益。实施智能化与自动化施工管理,显著降低了人工依赖,大幅提高了施工的精确度与作业效率,相较传统人工管理模式,引入智能化手段显著提高公路工程质量,大幅缩短工期,并有效降低施工安全隐患,确保工程顺利推进。在公路建设中,填石路基技术的应用有效攻克了诸多地质难题,同时引入创新技术与智能化管理模式,显著提升了施工品质、效率与工程安全性。随着技术的不断进步,填石路基施工技术将更加成熟,并在未来的公路建设中发挥更加重要的作用。在公路工程建设中,科学合理的施工方案使得填石路基不仅巩固了道路稳定性,更为环保与可持续发展贡献了创新思维与解决方案^[6]。

6 结语

总之,填石路基施工技术在公路工程中的应用,不仅解决了复杂地质条件下的路基施工难题,还通过先进的技术手段提升了工程施工质量与效率。随着信息化和智能化管理手段的引入,填石路基施工技术的应用前景更加广阔,未来将在更多复杂环境下发挥重要作用,为公路工程的可持续发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]杜松标, 阙超. 公路工程施工中填石路基施工技术要求及应用探究[J]. 工程建设与设计, 2024(14): 179-181.
- [2]李雪峰. 公路工程施工中填石路基施工技术及应用实践分析[J]. 居业, 2024(4): 43-45.
- [3]李广玲. 浅析软土路基施工技术在高速公路工程施工中的应用[J]. 四川水泥, 2024(4): 211-213.
- [4]郑卫华. 高速公路工程中填石路基施工技术分析[J]. 运输经理世界, 2023(24): 37-39.
- [5]安桂萍. 公路工程施工中填石路基施工技术及应用实践分析[J]. 黑龙江交通科技, 2023, 46(5): 183-185.
- [6]杨秀华. 填石路基施工技术在公路工程中的应用[J]. 工程建设与设计, 2022(23): 180-182.

作者简介: 李玉龙(1990.11—), 毕业院校: 黄河水利职业技术学院, 所学专业: 安全技术管理, 当前工作单位: 新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 职称级别: 助理工程师。

基于 BIM 技术的公路桥梁虚拟施工应用

杨明 刘宇

中铁建大桥工程局集团第一工程有限公司, 辽宁 大连 116033

[摘要]随着社会经济的快速发展,公路桥梁建设作为基础设施的重要组成部分,其工程规模和复杂性日益增加。为了应对多变的施工环境和提升施工效率,本研究采用了 BIM (Building Information Modeling) 虚拟施工技术,以沈阳市元江街快速路桥梁工程丁香湖路段为案例,进行了深入的应用研究。通过 Revit 软件进行三维可视化建模,构建了桥梁的详细模型,并建立了参数化的桥梁构件族库,以实现构件的标准化和快速调用。其次利用 Navisworks 软件结合施工进度表,制作了 4D 施工模拟动画,实现了施工过程的动态可视化,为施工前期的筹备和施工过程中的重难点预判提供了有力支持。本研究不仅提高了施工效率,降低了成本,还为 BIM 技术在桥梁工程中的应用提供了实践经验和参考价值。

[关键词]桥梁建设;虚拟施工;施工进度;BIM 技术

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15031

中图分类号: U445.4

文献标识码: A

Virtual Construction Application of Highway Bridges Based on BIM Technology

YANG Ming, LIU Yu

China Railway Construction Bridge Engineering Bureau Group 1st Engineering Co., Ltd., Dalian, Liaoning, 116033, China

Abstract: With the rapid development of the social economy, highway and bridge construction, as an important component of infrastructure, has been increasing in scale and complexity. In order to cope with the changing construction environment and improve construction efficiency, this study adopted BIM (Building Information Modeling) virtual construction technology and conducted in-depth application research using the Dingxianghu section of the Yuanjiang Street Expressway Bridge Project in Shenyang as a case study. By using Revit software for 3D visualization modeling, a detailed model of the bridge was constructed, and a parameterized bridge component family library was established to achieve standardization and quick calling of components. Secondly, using Navisworks software combined with the construction schedule, a 4D construction simulation animation was created to achieve dynamic visualization of the construction process, providing strong support for the preparation in the early stage of construction and the prediction of key and difficult points during the construction process. This study not only improves construction efficiency and reduces costs, but also provides practical experience and reference value for the application of BIM technology in bridge engineering.

Keywords: bridge construction; virtual construction; construction progress; BIM technology

引言

在我国城市化进程的推进下, BIM 技术在桥梁工程中的应用已经取得了显著的进展,并且正在不断地发展和完善^[1]。BIM 技术是一种能够将建筑工程多维化的工具,利用实际三维模型,各参与者在软件平台上可以共享信息,有助于提高工程参与者之间的沟通效率,提高整个工程的工作进度,确保整体项目的质量^[2]。

我国 BIM 技术的引进相较于其他国家时间比较晚,不论是理论研究还是实践应用均处于起步阶段。但国内也已经有很多学者在建筑工程中应用 BIM 技术。何清华、韩翔宇^[3]两人创建的一种基于 BIM 的进度管理系统框架构建和流程设计的可视化进度管理系统,促进了多目标协同优化。龙腾^[4]通过 BIM 施工可视化技术,通过 revit 建模软件对变截面桥梁建立参数化模型,在分析后运用 Navisworks 建立桥体四维施工进度模型并对该桥梁进行施工进度模拟,通过对施工管理方案的优化,降低了施工项目成本。

国外在建筑工程信息化进程中起步比较早,对于 BIM

技术的研究和应用也有很多。美国 Albert 大学^[5]提出“A library-based 4D visualisation of construction processes”,通过 VR 技术实现建筑项目可视化。Manchester 大学^[6]提出“Dynamic 3D Visualization of Articulated Construction Equipment”,设计并实现了铰接式建筑设备的通用虚拟部件,用于接受来自外部软件进程的任务级指令。

2 工程背景

2.1 工程概况

元江街快速路工程北起三环外沈马公路,南至二环以南,全长约 4 公里。全线新建高架白山路(二环路)。地铁十号线丁香湖站以南的元江街快速路主线走向与地铁十号线走向大致平行,工程位置图如图 1 所示。

十号线在设计快速路范围内包括有:向工街站—元江街站区间、元江街站—丁香湖站区间两个区间以及元江街站、丁香湖站两个车站。

高架桥主桥标准段宽度为 17.5m,双向 4 车道;匝道

标准宽度为 8.25m, 为单向 2 车道。按照桥梁桩基础与地铁结构物之间 5 米净距控制, 需设计大尺寸承台 33 个; 大于 3m 但不满足 5m 净距, 施工时需要全钢护筒围护的桩基础 22 根 (8 个桥墩)。

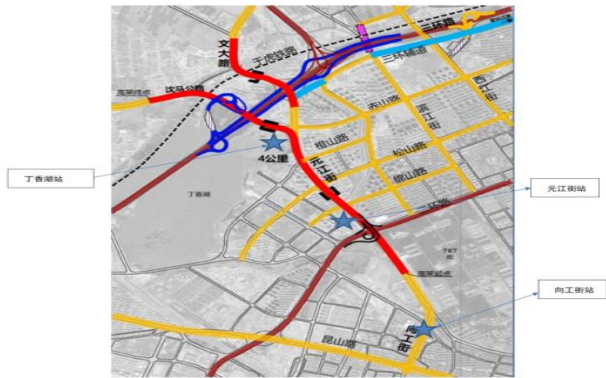


图 1 工程位置图

2.2 于洪区工程地质描述

本工程位于沈阳市于洪区元江街, 场地地面高程介于 37.57m~47.35m 之间。地面高差 9.78m。该场地地貌单元归类为第四系浑河老扇区域。

沈阳市的第四纪地层相对较厚, 其下基岩为前震旦系混合花岗岩体。在勘探深度范围内, 场地地层主要由第四系全新统和更新统黏性土、粉土、砂类土组成。

2.3 地铁车站概况

车站为双层三跨框架结构, 有效站台宽度 12m, 长度为 349.7m, 标准段宽度 20.5m, 车站底板埋深约 17.0m, 顶板覆土约 4.0m, 设 4 个出入口, 1、2 号出入口过沈马公路段采用暗挖法施工, 爬坡段采用明挖法施工。风亭及 3、4 号出入口及商业出入口位于车站主体结构顶板上方。采用明挖法施工。工程平面图如图 2 所示。车站主体标准段围护结构采用 $\phi 1000@1400$ 钻孔灌注桩+钢筋混凝土支撑+钢支撑的支护方案, 车站主体南端盾构井段围护结构采用 $\phi 1200@1400$ 钻孔灌注桩+钢筋混凝土支撑+钢支撑的支护方案。

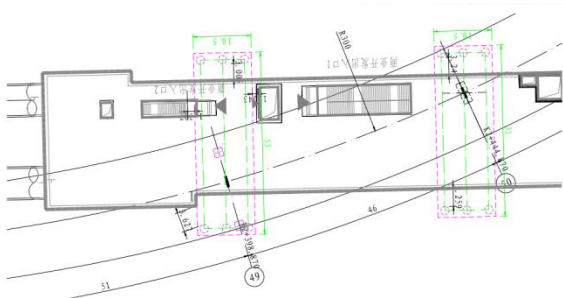


图 2 平面图

2.4 高架桥概况

此范围内高架桥为宽度 17.5 米主桥, 主桥平面与地铁走向为相交关系。标准主桥为独墩; 每个桥墩下的桩基

础均采用 4 根 $\phi 1.5$ 米钻孔灌注桩。

2.5 高架桥基础与地铁结构物关系

高架桥承台底面高于地铁车站顶板上返梁顶面约 60 厘米。

高架桥基础与地铁车站结构及维护措施无冲突。

3 搭建桥梁 BIM 模型

3.1 BIM 模型搭建思路

本文选用 Autodesk Revit 作为三维建模软件, 完成桥梁模型以及内部钢筋结构模型的创建。利用 Revit 建模的核心是建立桥梁构件族库, 桥梁模型项目文件是在族文件的基础上进行创建的。

Revit 高架车站参数化构件模型的构建流程, 该流程主要包括三个关键环节:

(1) 通过 Revit 软件构建桥梁族库, 并在族库中查询合适参数化族;

(2) 添加高架桥构件族参数属性

(3) 组装高架桥梁的 BIM 模型

3.2 桩基础族创建

在本文研究的丁香湖区间高架桥使用直径为 1500mm 的钻孔灌注桩, 选择混凝土圆形桩, 并根据设计更改直径为 1500mm 即可使用, 钻孔灌注桩的属性如图 3 所示。

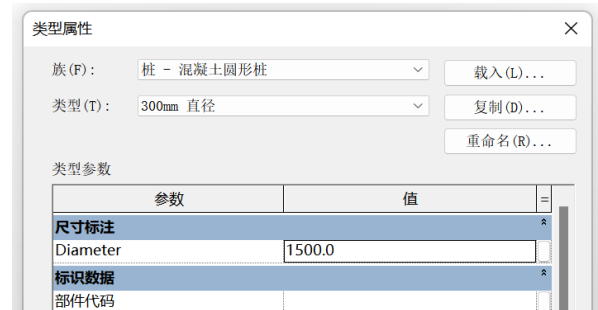


图 3 桩基础族的创建

承台作为桩基础的一部分, 也要建立成为一个独立的族, 我们采用绘制截面和路径后放样的方式完成。先建立好承台实心模型, 运用空心放样的方式预留出钻孔桩的位置。最后得到图 4 所示承台立体模型。

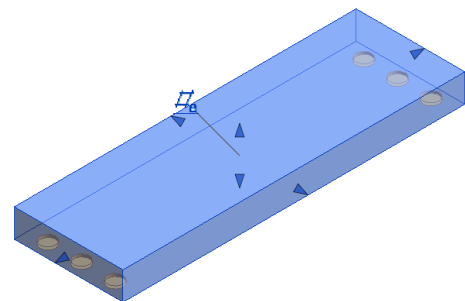


图 4 承台族

钻孔灌注桩和承台共同组成了高架车站的基础, 如图 5 所示。

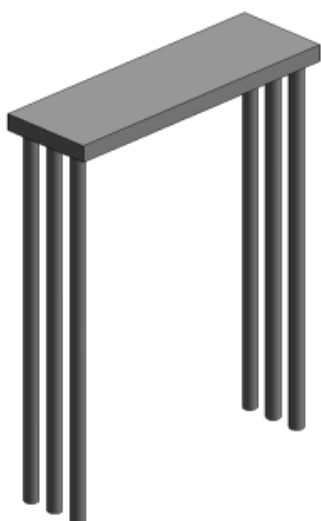


图5 承台和桩基础

3.3 箱梁族的创建

根据箱梁的类型,选择新建公制常规模型样板族的方式来创建。得到元江街快速路主线路箱梁三维立体模型,如图所示6所示。



图6 箱梁族的创建

3.4 快速路丁香湖区段模型

族构件经过导入,可以载入到项目文件中,在对快速路桥梁的族构件进行扩展之后,载入族构件可以实现相应模型的拼装,最终得到图7所示渲染图。

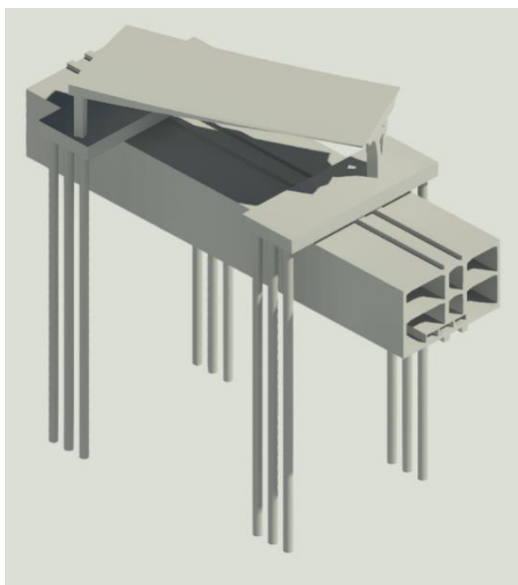


图7 桥梁渲染图

4 三维可视化建模

4.1 BIM的虚拟施工技术架构

为确保工程项目的高效进行,依托 Navisworks 施工可视化分析软件对项目进行施工进度管理,即虚拟施工。

把 Revit 建立的模型导入 Navisworks 中,将三维模型按构件进行划分,运用 NavisworksManage 软件建立基于 BIM 技术的虚拟施工平台,通过 TimeLiner 工具连接三维模型和项目进度,添加四维进度模拟,从而实现从 3D 模型到 4D 信息模型的转变。

通过下述流程进行 4D 虚拟施工:导入 BIM 三维桥梁模型→划分构件类型→导入进度计划→附着到对应构建类型→形成四维虚拟施工模型→动态模拟建造过程→优化施工过程→完成施工。如图8所示,为该项目虚拟施工流程图。

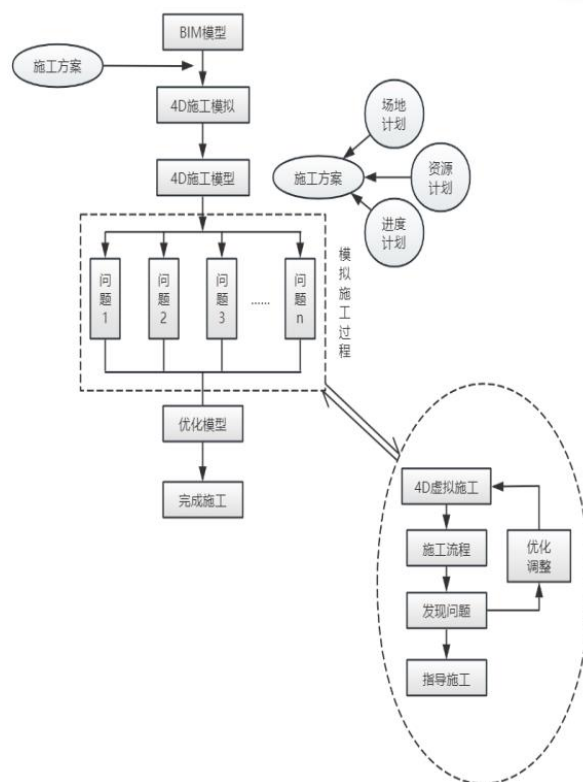


图8 施工模拟图

4.2 BIM的桥梁虚拟施工方案

使用 TimeLiner 首先要新建任务,新建任务的作用主要是定义工程任务的起始时间和结束时间,如图9所示为通过 TimeLiner 建立的丁香湖区段施工进度表。

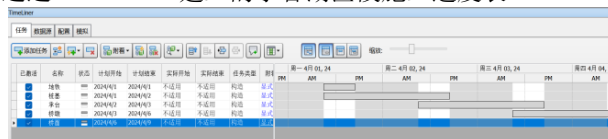
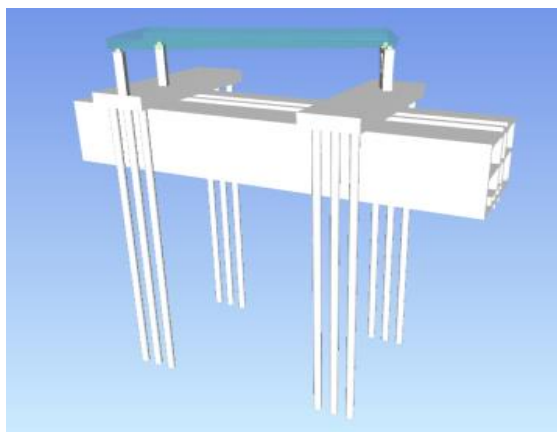
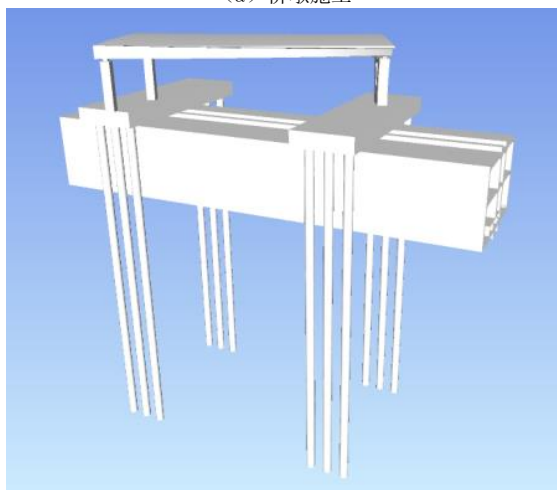


图9 TimeLiner 施工进度表

本项目元江街快速路项目主要的模拟动画如下图10所示。



(a) 桥墩施工



(b) 箱梁施工图

图 10 施工模拟动画

通过施工动画的方式模拟整个施工进度,更直观地表示出每个时间点的施工进度。如果在现场施工与计划时间

出现差异时,可以随时根据实际情况做出优化调整。

5 结论

随着科技的不断发展,BIM 技术已经逐步成为公路桥梁设计和施工中的重要工具。但目前 BIM 技术在公路桥梁建设中的运用却比较少。本文以元江街快速路工程丁香湖区段桥梁建设为工程背景,基于 BIM 技术,通过 Revit 建模软件和 Navisworks 仿真模拟软件,对桥梁建立三维数字化模型,进行虚拟施工,得到以下结论:

通过 Revit 建模软件创建桥梁模型族库,研究并开发了相应的参数化建模方法,极大提高了高架车站模型建立的效率。

通过 Navisworks 仿真模拟软件,对元江街快速路工程丁香湖区段的桥梁建设进行四维施工进度模拟,将施工流程可视化展现,实现了桥梁建设工程信息化、可视化的工程管理目标。

BIM 技术在公路桥梁虚拟施工中的应用前景广阔,有望进一步提升桥梁工程的质量和效率。

【参考文献】

- [1]唐勇.BIM 技术在桥梁施工中的应用研究[J].企业科技与发展,2022(87):185-187.
- [2]王洋.基于 BIM 的 CRTSIII 型板式无砟轨道建模及施工进度模拟研究[D].石家庄:石家庄铁道大学,2018.
- [3]何清华,韩翔宇.基于 BIM 的进度管理系统框架构建和流程设计[J].项目管理技术,2011(9):4.
- [4]龙腾.基于 BIM 的变截面桥体可视化施工技术应用研究[D].武汉:武汉科技大学,2015.

作者简介:杨明(1989—),男,工程师,主要从事山区高速公路建设施工技术方面的研究。

基于公路工程施工及养护技术分析

朱 宁

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 石河子 832000

[摘要] 公路工程施工及养护技术是确保公路工程顺利建设与长期安全运行的关键因素。我国交通基础设施持续发展, 公路建设规模逐步扩展, 由此使得工程施工及养护技术的重要性日益凸显。在探讨公路工程领域, 论文针对施工过程中凸显的问题与挑战, 深入剖析了施工技术的革新与应用实践, 并对公路养护技术的实效性及其执行策略进行了广泛讨论。在公路工程施工中, 对材料挑选、施工技术、品质监控与安全管理等环节进行细致剖析, 进而探讨并提炼出提升施工质量和效率的有效策略。在公路养护领域, 针对所面临的管理难题与技术瓶颈, 对新型养护技术的应用前景进行了深入研究, 尤其是信息化技术与绿色环保技术在公路养护中的创新应用被特别关注。

[关键词] 公路工程; 施工技术; 养护技术; 质量控制; 安全管理

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15033

中图分类号: U41

文献标识码: A

Analysis of Construction and Maintenance Technologies Based on Highway Engineering

ZHU Ning

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Shihezi, Xinjiang, 832000, China

Abstract: The construction and maintenance technology of highway engineering is a key factor in ensuring the smooth construction and long-term safe operation of highway engineering. The continuous development of transportation infrastructure in our country and the gradual expansion of highway construction scale have made the importance of engineering construction and maintenance technology increasingly prominent. In the field of highway engineering, this paper focuses on the problems and challenges highlighted during the construction process, deeply analyzes the innovation and application practices of construction technology, and extensively discusses the effectiveness and implementation strategies of highway maintenance technology. In highway engineering construction, detailed analysis is conducted on material selection, construction technology, quality monitoring, and safety management, in order to explore and extract effective strategies to improve construction quality and efficiency. In the field of highway maintenance, in-depth research has been conducted on the application prospects of new maintenance technologies in response to the management challenges and technical bottlenecks faced, especially the innovative application of information technology and green environmental protection technology in highway maintenance.

Keywords: highway engineering; construction technology; maintenance technology; quality control; safety management

引言

随着我国经济的不断发展, 公路作为交通基础设施的重要组成部分, 在国民经济与社会发展中占据着至关重要的地位。在技术、管理和资源等多个层面, 公路的建造与维护构成了一项长期且繁杂的作业, 对于公路工程建设者而言。施工工艺及材料的选择、施工质量与效率的提升, 以及工程安全与环保的保障, 构成了核心课题。在公路运行年限逐渐增长时, 探索高效的养护策略, 旨在提升公路的使用期限, 保障其运行的安全与稳定, 这已成为公路养护领域研究的核心议题。随着公路投入使用后运行时间的延长, 如何有效地进行公路养护, 延长公路使用寿命, 确保公路安全平稳运行, 是公路养护技术研究的重要方向。

1 公路工程施工技术分析

公路工程施工技术是保障公路建设质量和施工效率的关键要素。交通运输需求与工程规模的持续扩张, 催生了公路施工技术的不断创新与进步。施工前期准备在公路

工程中占据关键地位, 它涵盖现场勘查、设计图纸审核、施工计划制定等多个环节, 通过精确的初期筹备, 能够显著降低施工阶段的不确定因素, 进而大幅提升工程项目运作的效率^[1]。

材料的选择也越来越注重环保与耐久性, 沥青混凝土、环保型水泥等新型材料的使用, 不仅提高了公路的承载能力, 也延长了公路的使用寿命。施工过程中, 确保质量控制与安全管理处于核心地位。实施施工过程时, 工地质量管理依赖于精确的监测与控制系统, 旨在保障施工各环节的标准化执行, 以规避施工质量问题的后续维护及修复成本负担。在施工安全管理过程中, 应始终将施工人员的安全与健康置于首位, 并运用现代化的安全监测设备, 以杜绝工地事故的发生。施工过程中的环境管理问题逐渐受到广泛关注, 环保政策的实施推动着在公路施工期间采取相应措施以减少噪声、粉尘排放等, 进而降低对周围环境的扰动。

2 公路工程养护技术分析

公路工程养护技术是保障公路长期使用性能和安全性的重要手段,涵盖了对公路设施的维修、保养及修复等全过程。在环境条件变化下,交通量持续攀升,公路养护工作的必要性愈发凸显。实施公路养护,定期执行检查与监测工作,是确保道路结构、路面和交通设施问题能够被及时发现的重要手段。运用地面检测、空中无人机侦查及智能监控体系等多元手段,对道路的裂缝、下沉、形变、老化等状况实施即时监控,搜集原始资料,保障养护作业的精准性与前瞻性。

随着技术的进步,越来越多的新型材料和工艺被引入到公路养护中。例如,高性能沥青混凝土、环保型修复材料等的应用,显著增强了道路的耐用性,同时大幅降低了养护活动对生态环境的潜在破坏。公路养护的另外一个重要方面是预防性养护,即通过实施一些预防性措施来延缓道路老化过程,减少未来更大规模维修的需要。道路工程中,采用具备抗老化、防水、防滑等特性的材料,抑或配置适宜的排水设施,旨在缓解水害等因素对道路所造成的损害^[2]。

3 公路工程施工与养护技术的结合与发展趋势

3.1 施工与养护技术的协同发展

在现代公路工程中,施工技术与养护技术的协同发展至关重要,二者相互依存,共同促进公路工程的高效建设与可持续维护。在施工期间,道路的设计与建设成为关键环节,旨在确保工程的质量与建设效率;在道路养护阶段,重点于道路的持续养护和修复作业,旨在确保道路使用的安全性及舒适性。施工阶段实施预防性策略,旨在实现与养护的和谐进步,以降低未来维护的复杂性。实施公路施工时,运用优质路面材料、科学结构设计及前沿施工技术,显著提升道路耐用性并减少维护费用。在施工期间,技术创新与养护技术的融合至关重要,新型路面材料(诸如透水沥青、复合材料等)及创新施工技术(例如自动化作业、模块化施工等)的运用,显著提高了施工过程的质量与效率,并大幅降低了后续维护的频率及难度。

施工与养护技术的协同发展还需要信息化和智能化的支持。通过大数据、物联网、智能感知等技术,施工过程中可以实时监控道路的健康状况,提前预判可能出现的养护问题,从而在施工阶段就能够进行针对性的优化设计。这种协同发展模式,不仅有助于提升工程质量,减少维修与养护的频次,还能节省养护资源,提高资源的利用效率,推动公路工程向更加绿色、可持续的方向发展^[3]。

3.2 信息化与智能化技术的融合应用

信息化与智能化技术在公路工程中的应用,推动了施工与养护技术的革命性变革,为提高施工质量、管理效率和养护水平提供了强有力的技术支持。公路建设与养护领域内,信息化技术的广泛应用,实现了对相关数据的实时

采集、存储与解析,构建了一个全面而系统的公路工程信息库。施工过程中,采纳信息化策略以实现数字化设计及精确施工,从而保障施工各环节与设计规范相契合。运用地理信息系统(GIS)、建筑信息模型(BIM)等先进技术,能够精确获取道路地质、地形及环境状况,进而优化施工方案和工程计划。

通过安装智能传感器,实时监控路面状况、交通流量、气候变化等多方面数据,并通过云平台进行大数据分析,管理者可以及时掌握公路的健康状况,实施精准养护。人工智能与无人机巡查等智能化技术,通过自动化的分析与决策机制,显著促进了养护效率的提升,实施高空巡检与自动化检测。例如,利用无人机进行高空巡检、自动化检测和图像识别,能够迅速定位出损坏或磨损的区域,极大地提升养护工作效率。随着智能化技术的深度融合,公路施工与养护的全过程已实现数字化与智能化管理,有效保障了工程的高效运作、精确执行及长久可持续性。公路管理体系与信息化、智能化深度结合,显著削减了工程费用,同时大幅提高了其智能化程度,进而为公路的后续建设与维护开辟了创新路径。

3.3 公路施工与养护技术的可持续发展

公路施工与养护技术的可持续发展是应对当前社会和环境变化、实现公路建设长远目标的关键。随着交通流量的增加和道路使用年限的延长,公路工程面临着越来越大的压力。因此,推动公路施工与养护技术的可持续发展,不仅有助于延长道路使用寿命,还能有效降低资源消耗,减少环境污染,推动绿色公路的建设。公路施工中的可持续性应体现在材料的选择与施工方法的创新上。使用环保、高效、可回收的材料,如高性能沥青混凝土、再生材料等,可以减少资源浪费并降低对环境的影响^[4]。

采用节能减排的施工方法和设备,例如低能耗的施工机械、绿色施工技术等,能够大幅度减少施工过程中对环境的污染和能耗。其次,公路养护领域,可持续发展被视为一项至关重要的议题。大规模施工与资源耗费常被传统养护所依赖,此做法导致资源闲置与环境污染严重,公路养护领域正借助环保技术的进步,逐步向节能、环保、低碳的转型目标迈进。运用表面修复技术替换传统的道路重建工程,选取高效且环保的养护材料,可有效减少养护作业中的资源消耗与碳排放量,在公路养护领域,引入智能化养护管理系统,依托实时数据的监控与预警功能,精准指导养护作业,有效降低冗余维修及资源损耗,从而显著增强公路养护的持续发展能力。确保公路施工养护技术的持续发展,不仅为道路的长久安全运行提供了保障,而且对于生态环境的有效保护亦发挥着积极作用,进而有力推动了绿色交通与低碳社会的构建。

3.4 政策与管理创新对技术发展的促进作用

政策与管理创新在推动公路施工与养护技术发展中

的作用不可忽视。在交通需求日益攀升的背景下,公路工程的建设与养护作业遭遇了日益繁复的挑战,既往的管理模式与技法则渐显力不从心,难以迎合现代化建设的迫切需求。技术进步得以驱动,其背后关键在于政策引导与管理的创新,二者共同构筑了公路施工与养护技术提升的稳固基础。技术创新的进程,政府政策的扶持与导向,发挥着举足轻重的作用。新出台的政府政策,既明确了公路建设的航向,又加速了新技术的全面应用。在国家大力推动基础设施建设的进程中,政策导向的效能尤为凸显,自绿色环保观念广泛传播以来,我国颁布了有关“绿色公路”建设的政策,旨在倡导公路建设与维护过程中采纳环保材料与科技,进而促进了绿色新型施工与养护技术的广泛运用。该政策实施使得环境负荷减轻,同时催生了新技术研发与市场推广的双重效应。公路智能化建设的进程因智能交通政策的实施而得以加速推进,政府凭借政策指导,促使企业和科研机构在信息化与智能化技术领域提升研发力度,进而推动技术完善与市场拓展速度。例如,政府通过财政补贴、税收减免等政策措施鼓励企业研发智能化养护设备和监控系统,推动物联网、大数据、人工智能等技术在公路施工与养护中的广泛应用^[5]。

管理创新对技术发展的促进作用主要体现在公路建设和养护的现代化管理模式上。在现代化与智能化技术迅猛发展的背景下,现行的公路施工与养护管理模式暴露出诸多问题,诸如管理手段的滞后性与工作效率的低下,这些都难以满足快速进步的技术需求与应用挑战。在逐步完善管理创新的过程中,为了弥补种种不足,逐渐采纳了精细化、信息化以及智能化等管理模式。以建筑信息模型技术为核心,公路施工各环节得以依托精确的数字化转型,实现数据支撑,从而显著提高工程质量与施工效率。实施BIM技术监控,管理者得以对施工进度进行实时跟踪,从而保障任务执行协调性,降低人为差错发生率,并增强项目透明度。养护阶段引入信息化及智能化管理手段,显著提高了公路养护作业的效率与精准度。公路管理部门利用大数据分析手段,可对道路养护需求进行预先预判,从而实现养护计划和决策的优化调整。通过智能传感器和遥感技术,对道路进行全天候、全方位的监控,为管理者提供实时的路况信息,使得养护工作更加精准、及时。与传统的养护模式相比,信息化与智能化技术的应用大大提高了养护工作的效率和精确度,减少了不必要的资源浪费^[6]。

管理创新还应涵盖政策、技术、人才等多个方面的协同推进。政府需颁布相应政策,以促进技术人才的吸纳与

培育,确保技术创新与运用拥有充沛的人力支持体系。公路施工养护领域,实现技术与管理的融合创新,离不开专业技术队伍的坚实保障。在公路建设与养护领域,政府积极设立专项资金,并致力于提供丰富的培训机会,旨在激励高校及科研实体培育出具备创新品质的技术人才,以充分满足该行业对于高技术、高素质人才的需求。在人才招揽与培育环节,需重视跨越学科与行业的交流协作,以促成多元领域专家的共同努力,进而助力公路施工与养护技术的革新与发展。在公路施工与养护技术领域,政策与管理创新不仅是研发的有力支柱,亦催化了技术的具体运用与广泛传播。在政策的推动下,新技术迅速融入市场,同时,管理上的革新大幅提升了公路建设与维护的效能与品质。随着政府在政策和管理方面的不断创新,公路施工与养护技术的整体水平得到了显著提升,为公路工程的可持续发展与安全运营提供了坚实的基础。在未来的发展中,政策的创新与管理的革新将扮演关键角色,引领公路行业迈向更高品质、更环保、更智能的发展轨迹。

4 结语

公路工程施工与养护技术的发展不仅需要技术创新,还需要政策的支持与管理的创新。政府通过出台相关政策鼓励技术研发和应用,推动公路建设和养护的现代化;同时,管理模式的创新,使得施工与养护更加高效和精准。随着信息化、智能化技术的不断发展和应用,公路施工与养护技术将朝着更加绿色、智能和高效的方向发展,进一步提升公路工程的整体水平,保障公路的长期安全与可持续发展。

【参考文献】

- [1] 夹卫民. 公路工程施工中的沥青混凝土公路施工技术[J]. 运输经理世界, 2024(29): 13-15.
 - [2] 张兆亮. 公路工程施工技术管理及养护措施分析[J]. 运输经理世界, 2024(21): 23-25.
 - [3] 刘素红. 公路工程施工技术管理及养护措施分析[J]. 中国设备工程, 2024(12): 99-101.
 - [4] 赵龙. 公路施工技术管理及公路养护措施分析[J]. 全面腐蚀控制, 2024, 38(5): 83-86.
 - [5] 李富强. 公路工程沥青路面施工、养护技术与质量控制分析[J]. 运输经理世界, 2024(5): 40-42.
 - [6] 杨文茂. 公路工程施工技术管理与养护措施分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(36): 117-119.
- 作者简介: 朱宁(1988.1—), 毕业院校: 广东开放大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 职称级别: 工程师。

铁路行车组织仿真模型的构建与分析

高永宏 朱晓霞

新疆铁道职业技术学院, 新疆 乌鲁木齐 830011

[摘要]探索铁路行车组织仿真模型的构建与应用,旨在通过仿真技术提升铁路运输的效率与安全性。文章首先概述仿真模型的研究背景与其重要性,继而详尽描述了仿真模型的构建方法及其分析流程。多种情景模拟的实施,证实了模型的功能性与作用效果。根据仿真结果,提出针对现行铁路运营的具体改进建议。这些研究成果不仅展示了仿真模型在实际应用中的价值,也为未来铁路管理提供了科学的决策支持。

[关键词]铁路行车组织; 仿真模型; 运输效率; 安全性提升; 情景模拟

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15018

中图分类号: U292

文献标识码: A

Construction and Analysis of Railway Operation Organization Simulation Model

GAO Yonghong, ZHU Xiaoxia

Xinjiang Railway Vocational and Technical College, Urumqi, Xinjiang, 830011, China

Abstract: This study explores the construction and application of a simulation model for railway operation organization, aiming to improve the efficiency and safety of railway transportation through simulation technology. The article first outlines the research background and importance of simulation models, and then provides a detailed description of the construction method and analysis process of simulation models. The implementation of various scenario simulations has confirmed the functionality and effectiveness of the model. Based on the simulation results, propose specific improvement suggestions for the current railway operation. These research results not only demonstrate the value of simulation models in practical applications, but also provide scientific decision support for future railway management.

Keywords: railway operation organization; simulation model; transportation efficiency; improved security; scenario simulation

引言

铁路运输作为现代交通体系的核心组成部分,对经济和社会发展具有深远的影响。随着技术的进步,仿真技术已成为优化铁路行车组织、提升运输安全与效率的关键工具。构建精确的铁路行车组织仿真模型,可以有效地模拟实际运营中的各种情况,从而预测潜在问题并提出解决方案。因此,开发一个可靠的仿真模型,不仅有助于实现行车安全性的最大化,也能显著提升整体运输效率,本研究旨在通过详尽的模型分析,提供对仿真技术在铁路行车组织中应用的深入洞见。

1 仿真模型的理论框架

1.1 模型设计原理

仿真模型的设计原理基于系统工程和运筹学理论,目的是模拟真实世界中的铁路行车操作环境。核心算法包括状态机、事件驱动,以及概率统计方法。状态机用于定义系统中各种状态的转换规则,事件驱动方法用于模拟实际操作中的随机事件和决策响应,而概率统计方法则用于处理不确定性和复杂性,确保模型可以在多变的环境下做出准确的预测。此外,还需要综合运用多种优化算法,如遗传算法和模拟退火,以寻找最优的行车调度方案。

1.2 数据收集与处理

在仿真模型中,数据是基础。必须收集包括铁路网络

结构、列车时刻表、车站处理能力、车辆特性以及员工作业规则等在内的数据。来源可以是实际运营记录、历史运行数据,以及通过实地调研获得的手动记录。数据预处理步骤非常关键,包括数据清洗(去除异常值和错误)、数据转换(统一数据格式和度量单位),以及数据融合(整合来自不同来源的数据)。通过这些步骤,确保输入数据的质量和一致性,为模型提供坚实的基础^[1]。

1.3 模型验证方法

模型的验证是确保仿真结果可靠性和准确性的关键步骤。验证方法包括回归测试和敏感性分析。回归测试通过与历史数据比较来检查模型的表现,确认模型能够准确复现过去已知的行车操作结果。敏感性分析则是通过调整模型输入参数,观察输出结果的变化来评估模型对数据变化的敏感程度,从而确定模型的稳定性。此外,采用交叉验证技术,将数据集分为多个子集,交替用作训练和验证,能够全面检验模型的泛化能力和效果。这种方法通过多次评估来确保模型在各种不同情况下的稳定性和可靠性,从而提高模型预测的精度和信赖度。

通过这三个关键步骤,即详尽的模型设计原理、严谨的数据收集与处理方法和多层次的模型验证方式,可以构建出一个科学严谨、反应敏捷、符合铁路行车实际需求的仿真模型。这样的模型不仅能够为铁路运输管理提供强大

的决策支持,还能在预防和应对紧急情况中发挥重要作用,进一步提高铁路运输系统的安全性和效率。

2 仿真模型的构建过程

2.1 软件选择与开发环境

选择合适的仿真软件对建立有效的铁路行车组织仿真模型至关重要。仿真软件应支持复杂的系统动态建模、具备高效的数据处理能力,并能够适应高频次的运算需求。常用的仿真软件如 MATLAB, Simulink, AnyLogic, 或者专为交通仿真设计的 RailSys 和 OpenTrack 等,各有所长。例如, MATLAB 和 Simulink 提供强大的数学和仿真框架,适合处理复杂的算法和数据分析;而 RailSys 和 OpenTrack 则提供了更为专业的铁路运营模拟功能。开发环境的配置需要考虑处理器速度、内存大小、硬盘空间和操作系统的兼容性,确保软件运行高效、稳定。

2.2 模块开发与集成

铁路行车组织仿真模型通常包括多个模块,如车辆动态、乘客流分析、信号控制等。每个模块的开发都需要精确地模拟铁路系统的对应部分。开发过程中,模块化设计是关键,这不仅有助于优化单个模块,还简化了不同模块间的集成。通过定义清晰的接口和采用标准的数据交换格式,如 XML 或 JSON,可以实现模块间的高效通信和数据共享。此外,采用集成开发环境(IDE)如 Eclipse 或 Visual Studio,可以提供必要的代码管理和调试工具,从而加速开发过程并降低错误率。

2.3 用户界面设计

用户界面(UI)设计对于仿真模型的成功应用至关重要,良好的 UI 设计可以极大提升用户体验,使非专业人士也能轻松操作和理解模型。设计原则应包括直观性、一致性和可访问性。直观性确保用户能够自然地理解界面布局和功能;一致性保证界面在不同页面和模块间保持操作和视觉的统一;可访问性则是使界面能够适应不同用户的需求,包括适用于视觉或运动障碍的用户。利用现代 UI 开发框架,如 Qt 或 React,可以设计出响应迅速且视觉吸引的界面。此外,集成实时数据可视化工具,如图表和图形,可以帮助用户更好地理解仿真结果^[2]。

通过这三个阶段的精心设计和实施,铁路行车组织仿真模型能够在保证技术先进性和操作便捷性的同时,有效地支持铁路运营的决策制定和管理工作。整个构建过程不仅涉及技术和工具的选择,还包括对模型各个部分的深入开发和优化,以及对用户需求的全面考虑,确保最终模型能够在实际应用中发挥最大的效果。

3 仿真模型的应用场景

3.1 日常运营仿真

仿真模型在铁路行车组织的日常运营管理中扮演着至关重要的角色。它可以模拟车次调度、人员配置、车站运营等日常操作,帮助运营团队优化资源分配和时间表。

通过实时数据输入,仿真模型能够预测和调整车辆运行间隔和停靠时间,以减少延误和避免拥堵。此外,人员配置仿真可以确保各个岗位有足够的员工覆盖,特别是在高峰时段,有效提高整体运营效率和旅客满意度。通过这种方式,运营管理者能够在保障服务质量的同时,最大化资源利用效率^[3]。

3.2 紧急情况响应

在紧急情况下,如事故处理或恶劣天气影响下的铁路运行,仿真模型显得尤为重要。它能够迅速模拟不同应急响应策略的效果,帮助决策者选择最有效的行动方案。例如,在发生列车故障或轨道问题时,模型可以快速计算出备选路线和调整后的运行时刻表,减少事故对运营的影响。仿真也可以预测恶劣天气对车辆运行速度和安全的具体影响,使调度员能够及时作出调整,确保旅客安全。

3.3 优化与决策支持

仿真模型还可用于运营优化和决策支持。通过长期收集的数据分析,仿真可以帮助铁路公司识别运营中的瓶颈和效率低下的根源。例如,通过模拟不同的运营策略,比如增加或减少某些列车的运行频次,可以看到这些变化如何影响整体运营效率和旅客等候时间。此外,仿真模型能够在投资决策前测试新技术或新设施的潜在影响,如引入新型列车或升级信号系统。这些信息为高层管理提供了科学的依据,使他们能够做出更明智的投资和策略决定,从而提升长期运营的可持续性和利润率。此外,通过这种数据驱动的决策过程,管理层能够更准确地预见未来趋势和挑战,进一步优化资源分配和服务质量。

总体而言,仿真模型在铁路行车组织的应用极为广泛,从日常运营到紧急应对,再到长远的运营策略优化,都能够提供关键的信息支持,帮助铁路公司实现高效安全的运输服务。通过这些实际应用场景的实施,仿真技术证明了其在现代铁路系统管理中不可或缺的价值。

4 仿真结果的分析与评估

4.1 结果的统计分析

对仿真结果进行统计分析是理解和评估仿真模型效果的重要步骤。通过采用统计方法如描述性统计、假设检验、回归分析等,可以深入解析数据,从而提取关键性能指标(KPIs)。这些指标包括列车准时率、平均延误时间、旅客等待时间等,都是评估铁路运营效率的重要数据。例如,通过比较不同调度策略下的列车平均延误时间,可以评估哪种策略最有效。此外,方差分析(ANOVA)可以用来评估多个变量对结果的影响程度,帮助运营者优化运营决策^[4]。

4.2 结果的可视化展示

在仿真结果的可视化展示方面,选择合适的工具和技术至关重要。Tableau、Power BI 和 GIS 等先进工具提供了多样化的可视化选项,如散点图、柱状图、线图以及地

图覆盖图,这些都是表现动态数据和复杂交互的有效方式。例如,使用 GIS 软件,可以在地图上直观显示列车运行的实时位置和速度,而 Tableau 和 Power BI 的动态仪表板功能则允许用户根据不同的数据段进行即时查询和分析,进一步增强了决策过程的透明度和响应速度。通过这些可视化工具,可以更精确地捕捉到运营效率、延误原因及乘客流量分布等关键指标,从而在实时监控和后期分析中提供更丰富的视角和深入的洞察,优化铁路运营管理策略,确保服务质量和运行安全。

4.3 结果的应用实践

在中国铁路运营中,仿真模型的应用已经成功指导了多个实际项目,显示了其在实际运营优化中的巨大潜力。例如,北京铁路局运用仿真模型优化了京张高铁的列车运行图。通过模拟不同的运行方案,仿真帮助决策者评估了各种调度策略对旅客运输效率和列车使用率的影响,有效实现了高峰时段的旅客流平衡和车辆运用的最优化。此外,上海地铁利用仿真技术进行紧急疏散演练,提前发现并解决了潜在的安全隐患,确保了乘客的安全。这些案例不仅证明了仿真技术在预测和优化中的实用价值,还展示了其在提升铁路系统整体性能和应急响应能力方面的重要作用,极大地增强了运营安全和效率。

通过统计分析、可视化展示和实际应用案例的详细阐述,可以看出仿真模型不仅为铁路运营提供了强大的支持工具,还通过具体的优化措施显著提升了运营效率和乘客满意度。这一系列的分析和评估过程确保了仿真模型的实用性和有效性,为未来铁路运营的决策提供了科学依据。

5 模型的改进与未来展望

5.1 模型优化方向

随着仿真模型在铁路行车组织中的广泛应用,根据实际反馈进行模型优化成为提升仿真效果的关键。首先,优化算法的更新是提高仿真准确性和效率的重要方向。通过引入更高级的算法,如深度学习和机器学习,可以提高模型对复杂情况的适应能力和预测准确率。其次,增强模型的实时数据处理能力也极为重要。随着物联网技术的发展,实时数据的集成将使仿真模型能够更加动态地反映实际运行状态,及时调整运营策略。此外,用户交互界面的改进也是优化的一个方向,通过更加友好和直观的界面设计,使得模型更容易被非专业用户操作和理解,从而提高模型的实用性和普及率。

5.2 技术发展趋势

未来仿真技术的发展趋势将更加侧重于集成化、智能化和精准化。随着计算能力的提升和算法的进步,仿真模型将能够更精确地模拟复杂的铁路网络和运营情况。例如,基于云计算的仿真平台将使得大规模仿真成为可能,能够处理全国乃至全球范围内的铁路网络数据。同时,人工智

能技术的融入将使仿真模型能够自主学习和优化,实现更高级的预测和决策支持功能^[5]。此外,虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术的应用将为仿真提供全新的交互体验,使得仿真结果的验证和演示更加直观和生动。

5.3 扩展应用领域

铁路行车组织仿真模型的应用领域也在不断扩展。除了传统的客运和货运铁路系统外,仿真模型也逐渐应用于城市轨道交通、货运物流等领域。在城市轨道交通中,仿真可以帮助优化地铁和轻轨的运营调度,提高城市交通的效率和响应速度。在货运物流领域,通过模拟不同的物流方案和货运路径,仿真模型可以帮助企业优化资源配置,降低运输成本,提高物流效率。未来,随着模型精度的提高和技术的发展,其在智慧交通系统、应急管理等领域的应用将显著增加。

总之,铁路行车组织仿真模型的持续改进和技术革新将为铁路运输行业带来更高效、更安全的运营管理方案。模型的优化和扩展应用不仅能提升现有铁路系统的性能,也将为未来的交通管理和城市规划提供强大的技术支持。随着技术的进一步发展,仿真模型将在铁路及相关领域中发挥越来越重要的作用。

6 结语

通过详细讨论和分析了铁路行车组织仿真模型的构建及其在铁路系统管理中的多方面应用。仿真模型作为一个强大的工具,不仅优化了日常运营,提高了紧急响应效率,还支持了决策制定过程。通过不断的技术创新和模型优化,仿真技术未来将在铁路行车组织中扮演更加关键的角色。展望未来,随着计算技术的进步和人工智能的整合,仿真模型的准确度和实用性将进一步提升,推动铁路运输系统向更高效、更安全的方向发展。在此基础上,仿真模型的应用领域也将拓展至城市轨道交通、货运物流等更广泛的领域,为整个交通行业带来革命性的变化。

【参考文献】

- [1] 蒋熙. 面向铁路行车组织的仿真建模方法研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2008.
- [2] 郑友妍. 基于 AnyLogic 的钢铁企业铁路运输系统仿真优化研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2009.
- [3] 王瑶. 高速铁路列车调度指挥仿真实训系统研究[D]. 四川: 西南交通大学, 2010.
- [4] 刘明端, 尚麟宇, 冯康. 高速铁路行车组织地震预警处置策略研究[J]. 铁道运输与经济, 2021, 43(7): 99-104.
- [5] 温雯. 基于多智能体仿真的铁路编组站配流策略研究[D]. 四川: 西南交通大学, 2023.

作者简介: 高永宏(1989.8—), 男, 毕业院校: 兰州交通大学硕士研究生毕业; 所学专业: 交通运输工程专业, 当前就职单位: 新疆铁道职业技术学院, 职称级别: 讲师。

基于 BIM 的桥梁工程整体稳定性分析

程晓东 姚 勇 郭启政 马兴隆

中铁一局集团第二工程有限公司, 河北 唐山 063000

[摘要] 为了研究高架车站的整体稳定性, 基于局部稳定性角度, 对影响整体稳定性的因素进行分析, 通过优化施工参数的方法来改善高架车站的整体稳定性。文中采用 BIM 软件对车站优化前后进行建模分析对比, 结果表明: 从两端向内施工再由中间向外施工达到闭合状态时最优的桩基加载方案, 基于此对施工顺序进行调整, 可以最大程度提高车站施工稳定性。

[关键词] 高架车站; 施工顺序; 稳定性分析; BIM

DOI: 10.33142/ec.v8i1.14995

中图分类号: TU12

文献标识码: A

Overall Stability Analysis of Bridge Engineering Based on BIM

CHENG Xiaodong, YAO Yong, GUO Qizheng, MA Xinglong

China Railway First Group Second Engineering Co., Ltd., Tangshan, Hebei, 063000, China

Abstract: In order to study the overall stability of elevated stations, based on the perspective of local stability, the factors affecting the overall stability are analyzed, and the method of optimizing construction parameters is used to improve the overall stability of elevated stations. The article uses BIM software to analyze and compare the modeling before and after station optimization. The results show that the optimal pile foundation loading scheme is to construct from both ends inward and then from the middle outward to reach the closed state. Based on this, the construction sequence can be adjusted to maximize the stability of station construction.

Keywords: elevated stations; construction sequence; stability analysis; BIM

引言

随着我国城市化进程的不断推进, 轨道交通行业迅速兴起, 越来越多的高铁车站建设进入日程。在建设高铁车站的过程中也出现许多问题, 其中最为注重的就是车站的稳定性问题。

对于高架车站来说, 其施工工序复杂, 容易受到多重因素的影响^[1]。由于高架车站作为一个整体, 若其中某个部位出现损坏, 车站整体的稳定性也随之受到一定影响^[2]。因此, 对于车站稳定性的研究显得十分重要。对于车站稳定性的优化方面, 王贺^[3]提出利用土体抗力保护结构的稳定, 朱亚坤^[4]通过优化钢支撑来提高车站整体的稳定性, 贾宗仁^[5]提出两种无内支撑支护优化方案, 通过与原工程对比, 得出其中的钻孔灌注桩加预应力锚索支护方案效果较好。

本文通过分析影响车站稳定的因素, 提出新的施工顺序, 来优化车站的稳定性, 采用 BIM 软件对优化前后的高架车站进行建模对比, 验证优化的效果。

2 高架车站施工顺序优化

综合高架车站的风险评价、监测数据可视化预警技术和高架车站局部稳定性研究可知, 高架车站的施工是将车站的各个构件形成一个有机的整体, 无论从前期的风险因素评价和施工过程中的监测数据与模拟, 车站的整体稳定性与它们都有着不可分割的联系, 从工程管理、施工质量与后期维护各个方面都对高架车站的整体稳定

性有着或多或少的的影响。着眼于工程本身, 车站的施工顺序是整体稳定性的重要影响因素, 因此本章从风险评价结果、数值模拟局部稳定性评价结果两方面对施工顺序进行优化。

2.1 施工顺序优化分析

风险评价结果表明, 环境风险中的强电管线和工程本体风险中的车站主体施工处于 II 级风险状态, 属于中度风险状态。对此, 本着早发现早解决的原则, 管线改迁工作提前进行, 并重点管控车站主体施工的工序和施工方法。强电管线改迁在交通疏解后, 车站基础施工前进行, 改迁过程中严格按照规范标准, 并加强监控量测, 在此处不进行过多赘述, 重点为高架车站主体施工。

车站主体不仅具有高空作业的人员风险, 由于其本身结构的复杂性, 车站构件的种类繁多, 车站主体的局部稳定性对车站的整体稳定性有着直接影响, 根据现有的报告可知, 高架车站站厅层盖梁及有梁板部分在动力作用下容易损伤, 需要对该部分混凝土及钢筋进行局部加强。因此, 无论是站厅层或是站台层, 都无法进行整体浇筑, 需要进行分步浇筑不同标号混凝土, 据此对施工顺序进行调整, 调整如下表 1。

车站主体的施工顺序优化, 由原本的由下至上施工改为车站主体流水作业, 既能提高施工效率, 降低施工管理的成本, 又能在每次流水施工作业时降低风险因子含量, 使高架车站薄弱环节得以集中应对, 采取加强措施。

表1 施工顺序调整表

调整前	调整后
交通疏解、管线改迁、场地平整	交通疏解、管线改迁、场地平整
基坑开挖、桩基和承台施工	基坑开挖、桩基和承台施工
墩柱施工，基坑回填	墩柱施工，基坑回填
施工站厅层盖梁、板及立柱	从一端开始，施工盖梁、立柱及有梁板，站厅层比轨道层多施工一跨
施工轨道层盖梁及有梁板	先施工站厅层盖梁、板，后施工轨道层盖梁和有梁板直至整体施工完成
施工站台板	施工站台板

对于车站局部稳定性的分析，主体部分已经给出具体的工序优化措施。车站基础的稳定性也是影响车站整体稳定性的重要指标，从桩基加载顺序的研究可以看出，不同桩基加载顺序对地基有着不同的影响，因此，车站施工的不同顺序对车站地基的影响也不相同。

在计算的模型结果文件中提取桩基础顶部竖直方向应力，并将其作为纵坐标，将车站主体结构纵向方向距中心点距离作为横坐标，如图1 桩基础竖向应力沿车站纵向分布所示。

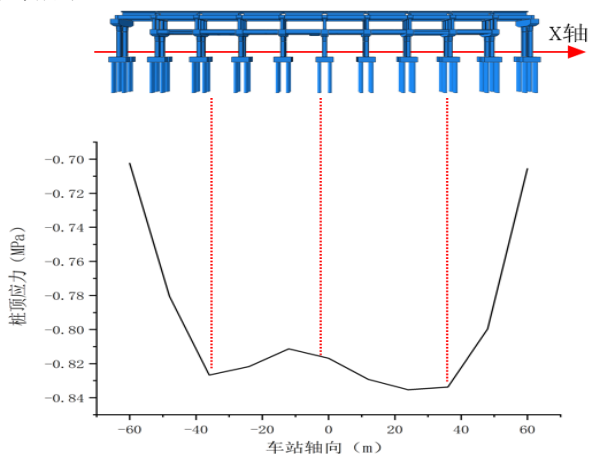


图1 桩基础竖向应力沿车站纵向分布

由于较早阶段施加荷载的桩基础在达到指定沉降时对应的荷载较小，较晚阶段施加荷载的桩基础在达到指定沉降时对应的荷载较大；相对早施加荷载的桩基础极限承载力较小，相对晚施加荷载的桩基础极限承载力较大，分步加载时存在松弛现象，而且以上现象在早期相对更明显，在两桩基础较近时相对更明显。

从这一方面来说，对于加载顺序即基础上部结构施工顺序，给出以下建议：

第一，从两端边缘开始施工，从外向内顺次施工，两端同时进行；

第二，中间部分开始施工；

第三，补齐已施工完成中间的尚未施工部分，由外向内顺次进行，两边同时进行。

2.2 优化前后对比

根据车站主体的施工顺序优化和桩基加载数值实验研究，最终确定了高架车站整体的施工顺序，调整了车站主体的施工工序。对于车站基础加载顺序的研究，表明从两端向内施工再由中间向外施工达到闭合状态时最优的桩基加载方案，基于此对施工顺序进行调整，可以最大程度提高车站施工稳定性。表1展示了高架车站施工顺序调整前后对比的BIM模型，可以直观地看出施工顺序调整前后的差别。

表2 施工顺序调整前后对比

	工序优化前	工序优化后
桩基承台墩柱		
盖梁		
车站主体		
轨道层		
车站施工完毕		

3 施工建议

根据前面风险评价，施工监测和局部整体稳定性分析的结果，可以得到高架车站整体的施工流程，下面详细说明施工的各个流程与需要注意事项。

3.1 地基与基础施工工艺流程

3.1.1 桩基础施工

高架车站桩基础施工方法和工艺与高架区间相同，工艺流程见图2。

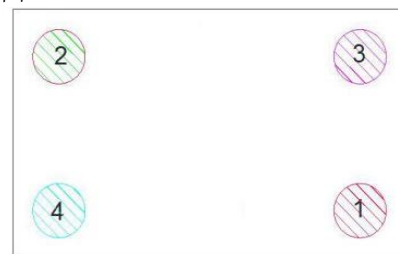


图2 钻孔施工顺序图

(1) 施工顺序

采用“对角钻”，尽量避免冲击时对临桩的干扰。每

个墩位各钻孔施工顺序如图 3。

(2) 桩基施工要点

水下灌注砼时必须严格按操作规程施工:

①现场已修通施工便道至各个桩位的

灌注坡道,并根据灌注平台、罐车溜槽的高度确认灌注坡道的高度

②导管检查

根据钻孔深度来设计导管长度,导管接头采用丝扣连接,直径为 250mm,壁厚 5mm,分节长度 2~4m,最下端一节长 4m。

③确保首批砼的数量

计算首批灌注砼用量,保证导管埋入砼的深度 $\geq 1\text{m}$,确保成功封底。

首批砼方量计算如下图 3 所示:

$$V \geq \pi D^2 (H_1 + H_2) / 4 + \pi d^2 h_1 / 4$$

其中: V —灌注首批砼所需数量 (m^3); D —桩孔直径 (m); H_1 桩孔底至导管底端间距,一般为 0.4m ; H_2 导管初次埋置深度 (m); d —导管内径 (m); h_1 —桩孔内砼达到埋置深度 H_2 时,导管内砼柱平衡导管外(或泥浆)压力所需的高度 (m),即 $h_1 = H_2 \gamma_w / \gamma_c$ 。

γ_w —桩孔内泥浆重度,取 12kN/m^3

γ_c —砼拌和物重度,取 24kN/m^3

H_w —桩孔内泥浆深度

④砼运输保障

单桩砼数量较多,必须保证单桩灌注时有 4 台以上的砼运输车运输,水下砼灌注必须连续进行,严禁中途停顿,确保在 5 小时以内完成桩基砼灌注。

3.1.2 承台施工

(1) 基坑开挖与支护

基坑面积比较大,承台间的土方放坡开挖,坡面采用喷浆封闭。用挖掘机挖至距离基底 20cm 左右,部分边角部位由人工配合开挖,基底以上 20cm 部分土方由人工配合开挖。

(2) 钢筋绑扎

车站承台除预埋墩柱钢筋外,部分承台顶和侧面预埋电缆夹层梁、板、墙钢筋,在绑扎钢筋时确保不能遗漏。

3.2 站厅层立柱施工工艺流程

站厅层立柱一般设计为方形截面,采用定型钢模板。站厅立柱与站厅梁板一起浇筑。每个站厅层有 4 个立柱,其中 2 根外侧立柱设置竖向预应力钢筋,采用圆形塑料波纹管成孔,竖向预应力钢筋张拉完毕后,用 M45 水泥浆灌浆, C50 收缩补偿砼封填张拉槽口。其他施工方法与墩柱相同。

3.3 盖梁张拉、管道压浆和封锚工艺流程

车站盖梁为预应力钢筋砼结构,钢束采用 $\Phi_s 15.2$ 低松弛预应力钢绞线,波纹管采用塑料波纹管。布置图如图 4 所示。

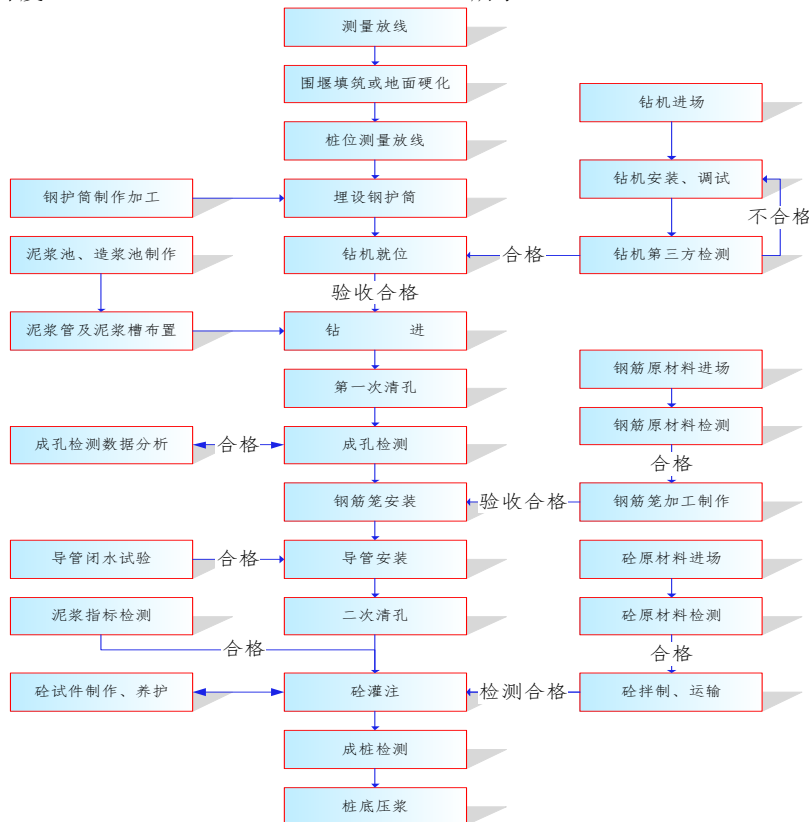


图 3 桩基础施工工艺流程图

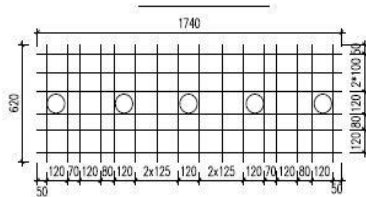


图4 盖梁钢束布置示意图

预应力筋张拉和管道压浆工艺与高架区间相同,参见高架区间部分。采用盖梁支架作为张拉压浆作业平台,在封锚后拆除。

为保证盖梁外观和线型,盖梁预应力封端模板采用定型钢模板。模板上部设下料口,确保砼能够入模,封端采用人工振捣。

预应力钢束在盖梁施工完成后先张拉 F1-1、F1-3、F1-5 钢束,锚下张拉控制应力为 1302Mpa,在车站站台层施工完成后张拉钢束 F1-2, F1-4, 锚下张拉控制应力为 1265Mpa。

3.4 行车道板层梁板施工工艺流程

(1) 行车道板层梁板结构

行车道板层框架纵梁为普通钢筋砼,结构形式如图9车站横断面图。

(2) 行车道板层梁板模板

站厅层纵梁数量多,间距小,钢模板安拆难度大,均采用竹胶板,横梁底部采用 10*15cm 方木做托木,其余采用 10*10cm 方木。

(3) 砼浇筑

①横梁为普通钢筋砼,横梁、纵梁和板同步施工。

②横梁为预应力钢筋砼的,则先浇筑横梁,再浇筑纵梁和梁板。

③后浇带设置与站厅层梁板相同。

其余的施工方法、工艺与站厅层相同,参见相应内容。

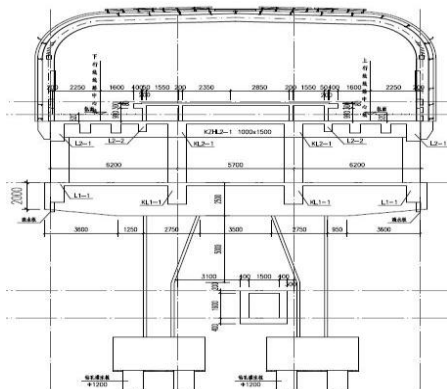


图5 车站横断面图

4 结论

本文深入探讨了影响高架车站稳定性的各种关键因素,并通过应用建筑信息模型(BIM)技术,对高架车站优化前后的结构稳定性进行了详细的模拟与分析。研究中,重点关注了桩基的设计和加载方式,以及它们对车站整体稳定性的影响。

首先,针对影响高架车站稳定性的因素进行分析,包括桩基设计、施工顺序和荷载分布等。这些因素相互作用,共同决定了车站在建设过程中的稳定性。特别是桩基作为车站结构的重要支撑,其设计的合理性和加载的正确性对于保证车站稳定性至关重要。

为了找到最优的桩基加载方案,通过使用BIM技术对高架车站的施工过程进行了模拟。通过模拟不同的桩基加载方案,发现从两端向内施工再由中间向外施工直至闭合状态的方案能够最大程度地提高车站的施工稳定性。这种施工顺序能够使得桩基在受力过程中更加均匀,有效分散荷载,减少局部应力集中,从而提高整个车站的结构安全性。

本文通过对高架车站稳定性影响因素的深入分析和BIM技术的应用,得出了最优的桩基加载方案和施工顺序调整建议。这些研究成果对于指导高架车站的实际施工具有重要的参考价值,有望为未来类似工程的设计和施工提供有益的借鉴。

【参考文献】

- [1] 李晓龙. 新建航道基坑下穿高铁桥梁对邻近桥墩的影响分析[J]. 城市轨道交通研究, 2024, 27(3): 188-192.
 - [2] 杨日林. 基坑工程施工对临近地铁隧道结构的安全评价研究[J]. 价值工程, 2024, 43(6): 52-56.
 - [3] 王贺, . 城市双线隧道车站施工工艺优化及稳定性研究[J]. 价值工程, 2022(17): 77-79.
 - [4] 朱亚坤. 地铁车站附属结构支撑设计优化及稳定性分析[J]. 天津建设科技, 2019(4): 75-77.
 - [5] 贾宗仁. 合肥地铁车站深基坑内支撑优化设计研究[D]. 安徽: 合肥工业大学, 2015.
- 作者简介: 程晓东(1986.5—), 项目总工, 主要研究方向: 岩土工程施工技术优化。

路桥工程建设的路基路面压实施工研究

马 波

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 路桥工程作为交通运输基础设施的核心组成部分, 承担着连接各地、促进经济发展的重要功能。而路基路面作为路桥的基础, 其压实质量直接影响到路桥的整体稳定性、耐久性以及安全性。良好的压实不仅能有效提升路基路面的强度和承载能力, 还能显著增强其抗变形能力, 避免由于沉降、裂缝等问题导致的路面病害。因此, 研究和优化路基路面压实施工策略, 不仅对提高工程质量和使用寿命至关重要, 也对保障交通运输的安全性和畅通性具有深远的意义。

[关键词] 路桥工程建设; 路基路面压实; 施工研究

DOI: 10.33142/ec.v8i1.14997

中图分类号: U416

文献标识码: A

Research on the Compaction Construction of Roadbed and Pavement in Road and Bridge Engineering Construction

MA Bo

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: As a core component of transportation infrastructure, road and bridge engineering plays an important role in connecting various regions and promoting economic development. As the foundation of roads and bridges, the compaction quality of roadbed and pavement directly affects the overall stability, durability, and safety of roads and bridges. Good compaction can not only effectively improve the strength and bearing capacity of the roadbed and pavement, but also significantly enhance its resistance to deformation, avoiding pavement diseases caused by settlement, cracks, and other issues. Therefore, studying and optimizing the compaction construction strategy of roadbed and pavement is not only crucial for improving engineering quality and service life, but also has profound significance for ensuring the safety and smoothness of transportation.

Keywords: road and bridge engineering construction; compaction of roadbed and pavement; construction research

引言

路基路面是路桥工程建设中至关重要的组成部分, 直接关系到公路、桥梁的安全性、舒适性和耐久性。随着交通量的不断增加和工程技术的不断进步, 路基路面压实施工的要求也在不断提高。如何提高路基路面压实施工质量, 确保其在使用过程中的稳定性和耐久性, 成为现代路桥建设中的一项目键课题。本文将从路基路面压实施工的基本要求出发, 探讨相关的研究策略与实施方法。

1 路基路面压实施工的基本要求

1.1 高压实度

路基和路面材料的密实度是影响道路承载能力和稳定性的重要因素。在道路建设过程中, 必须确保路基和路面材料的密实度达到设计要求, 以提高道路的强度和耐久性。密实度的不足可能导致材料松散, 影响路面的平整度和承载力, 进而影响交通安全和使用寿命。因此, 施工过程中需要采用合适的压实工艺和检测手段, 确保每一层材料的密实度达到设计标准, 从而为道路提供良好的支持, 保证行车的稳定性与安全性^[1]。

1.2 均匀性

在道路建设的压实过程中, 必须严格控制施工质量, 避免出现松散层。松散层的存在会导致路基和路面材料的

强度降低, 从而影响整体承载能力和道路的长期稳定性。为了确保压实过程均匀, 施工人员应合理选择压实设备和方法, 确保各层材料都能均匀受压。特别是在局部压实不均匀的情况下, 容易形成沉降区域, 导致道路表面不平整, 影响行车安全。因此, 压实过程中要注意每个区域的均匀度, 避免出现局部过松或过紧的情况, 以保证道路的质量和使用寿命。

1.3 层层压实

路基与路面施工应采取分层施工的方式, 每一层材料在铺设后都需要进行充分压实, 确保每层都能达到设计要求的密实度。过厚的基层压实会导致施工过程中的不均匀压实, 可能使得某些区域未能充分受压, 进而影响路基的稳定性和路面的承载能力。因此, 施工过程中应严格控制每一层的厚度, 确保每层都能充分压实, 并在每层施工完成后进行检查和检测, 避免由于施工不实而导致后期路面沉降、变形等问题, 从而确保道路的质量和长期使用性能。

1.4 控制水分

路基填料的含水量对压实效果具有重要影响。过高或过低的水分含量都可能导致压实效果不理想, 影响路基的强度和稳定性。当填料水分过多时, 填料容易变得黏稠, 难以达到充分压实, 且可能造成路基不均匀沉降; 而水分

过少时,填了颗粒之间的黏结力不足,压实效果较差,路基的承载能力会下降。因此,在施工过程中,必须严格控制填料的含水量,确保其处于最佳范围内,以提高压实效果,保证路基的稳定性和道路的长期耐用性^[2]。

2 路基路面压实施工的研究策略

2.1 新型压实技术的应用

随着机械化和自动化技术的不断发展,现代土木工程领域的施工设备和技术也在不断进步。其中,压实设备的智能化改进成为提高施工效率和质量的重要突破。传统的压实方法往往依赖人工操作和经验判断,容易造成压实不均或误差,影响施工质量。而新型的智能压路机通过动态监测和控制技术,极大地提高了施工过程中的精确性和效率。智能压路机的核心技术之一是其配备的动态传感器,这些传感器能够实时检测路基土壤的回弹模量和密实度,并将这些数据反馈到系统中。通过实时监测土壤的变化,压路机能够根据土壤的实际状况自动调整压实参数,如振动力度、振动频率和行驶速度等,从而实现精准的压实效果。这种实时调节能力有效避免了传统压路机操作中的人为误差,确保了每一层填料的压实密度达到设计要求,显著提高了施工的整体质量。此外,智能压路机的动态监测还能够提供详细的施工数据,供工程师进行数据分析和施工优化。这些数据可以帮助工程师实时评估路基填料的压实质量,预测潜在的工程问题,并采取及时的调整措施,避免质量隐患的发生。

2.2 高效压实材料的研发

随着土木工程领域对可持续发展和环保要求的不断提高,研究人员在压实材料的创新方面做出了显著努力。传统的路基材料虽然在过去的施工中有广泛应用,但随着环境保护意识的提升,施工过程中产生的废料、污染物和资源浪费问题日益突出。因此,研发高效、环保的新型路基材料成为当前的研究热点。一种显著的创新是采用新型土工合成材料,如土工格栅、土工布等,这些材料在路基建设中的应用能够显著提高土壤的强度、稳定性和耐久性。土工格栅是一种具有网状结构的材料,它能够有效分散土壤中的应力,提高路基的承载力,从而减少沉降和变形。而土工布则在防渗透、加固土壤方面发挥着重要作用,能够有效减少水土流失,防止土壤的松动^[3]。

水泥、石灰、粉煤灰等稳定剂的加入,能够显著改善路基材料的物理性质和化学稳定性,提高其抗压强度和耐久性。例如,水泥和石灰的加入可以促进土壤中的颗粒间的结合,使其更加坚固,适应不同气候和使用环境的变化。而粉煤灰作为一种工业废弃物,具有较好的环保性能,其加入不仅能够改善路基材料的力学性能,还能减少环境污染。这些新型路基材料的应用,不仅能够减少施工过程中的环境问题,降低资源消耗,还能够有效提高路基的压实效果,延长路面使用寿命。这些创新成果不仅推动了道路

建设技术的发展,也为实现绿色、可持续的基础设施建设提供了技术支持。

2.3 压实工艺的优化设计

合理的压实工艺设计在路基路面的建设中起着至关重要的作用,它直接影响到路面的承载力、平整度及耐久性。为了确保压实效果达到预期标准,必须精心设计压实工艺,并根据具体的施工环境和材料特性进行优化。通过对压实工艺流程的科学规划和对各项参数的合理调整,可以显著提高施工效率和压实质量。优化压实工艺首先需要对压实设备的选择和使用进行合理配置。选择适合的压实机型是确保高效压实的前提。例如,重型压路机适用于高承载力要求的路基,而振动压路机则能够更好地适应不均匀土壤的压实。在设备使用过程中,合理调整压实机的工作速度和重压次数,有助于提高土壤的密实度。工作速度过快可能导致压实效果不佳,而重压次数过少则可能无法达到所需的密实度。因此,调整这些操作参数,以适应土壤的实际情况,是压实工艺优化的关键。

另一个常见的优化方法是改进土壤的均匀性。通过对土壤进行充分的搅拌和混合,可以有效消除土壤中不同颗粒的分布差异,提升压实的效果。均匀的土壤结构不仅有助于提高压实密度,还能防止出现不均匀沉降和裂缝。此外,在现代路桥建设中,分段压实和控制分层厚度的方式被广泛采用。这种方式通过将压实过程分为多个小段,逐层进行压实,可以更好地控制每一层的压实质量。每层土壤的厚度要根据土壤类型和压实要求进行精确控制,以确保每一层的密实度都达到设计标准,从而提高整个路基的稳定性和耐久性。通过这些科学合理的优化方法,压实工艺能够有效提高路基路面的质量,确保道路的长期使用性能^[4]。

2.4 质量控制体系的建立

为了确保路基路面压实施工的质量,建立一个完善的质量控制体系是至关重要的。质量控制体系的核心在于标准化和科学化,通过精确的参数控制和系统化的管理,确保施工各个环节都能达到设计和施工要求。这不仅有助于提高施工质量,也能有效降低施工过程中的不确定性和潜在风险。在施工过程中,应定期对压实度、湿度、温度等关键参数进行检查,确保这些参数始终保持在允许范围内。压实度是评价路基质量的重要指标,过低的压实度可能导致路基沉降和变形,影响道路的使用寿命。因此,需采取精确的仪器进行实时监测,并根据实际情况及时调整施工方案。湿度和温度的控制同样关键,过高或过低的湿度和温度都会影响土壤的压实效果,甚至导致不合格的施工结果。

此外,随着科技的发展,现代信息技术在路基路面建设中的应用日益广泛,尤其是大数据分析和物联网技术。通过物联网设备,施工现场的各类数据可以实时采集并上传至云平台,形成动态监控体系。这些数据不仅包括传统的土壤密实度、湿度、温度等指标,还可以包括施工设备

的工作状态、环境因素等信息。大数据分析技术能够对这些信息进行深入分析,发现潜在问题,提前预警并优化施工策略。通过数据驱动的决策,可以实时调整施工方案,确保各项施工参数在最佳状态下运行,提高施工效率和质量。同时,利用信息技术还能加强施工过程的透明度,确保每一环节都能受到有效监管,从而降低人为失误和偏差。这种全程监控和数据分析的方式,标志着传统质量控制模式的升级,为路基路面的施工质量提供了更高的保障。

3 路基路面压实施工的挑战与对策

3.1 土壤类型差异带来的挑战

不同地区的土壤类型存在显著差异,尤其是在路基工程中,土壤的含水量、颗粒组成、粘土含量等因素都会直接影响到压实效果。土壤含水量过高或过低、颗粒组成不均匀都会导致压实过程中难以达到预期的密实度,进而影响路基的稳定性和耐久性。因此,施工单位在进行路基施工时,必须根据具体地区土壤的特性进行针对性的设计和处理。例如,在干燥地区,土壤含水量较低时,需要通过喷洒水分或使用其他方法调整土壤含水量,使其达到最佳压实条件。而在湿润地区,土壤含水量较高时,应采用特殊的排水措施或选择适合的压实设备以防止过多水分导致土壤松软,压实效果不佳^[5]。此外,针对土壤颗粒组成较差的情况,施工单位可以选择合适的土壤稳定剂,如石灰、沥青或化学添加剂,以改善土壤的可压实性和稳定性,确保路基的强度和持久性达到设计要求。通过这些综合措施,可以有效解决土壤类型差异对路基施工带来的挑战,确保工程的质量和安全性。

3.2 气候变化的影响

气候因素,如雨水、温度等,往往对路基和路面施工质量产生重要影响。过量的降雨会导致土壤饱和,增加土壤含水量,进而影响压实效果,甚至可能造成路基的塌陷或变形。而高温天气则可能导致施工过程中混凝土或沥青的凝固时间过短,影响其施工质量。尤其是在严寒地区,低温可能使施工材料的性能发生变化,甚至造成路面裂缝或不均匀沉降。因此,为了有效应对气候因素对施工质量的影响,施工单位需要采取一系列措施。合理规划施工周期,避开恶劣天气条件是关键。例如,在雨季前完成路基和路面施工,或者选择气候较为稳定的季节进行施工。施工期间应根据气候变化选择合适的施工方式。例如,在高温季节,可以选择在清晨或傍晚温度较低时施工,以避免热胀冷缩对材料产生不良影响。在湿润季节,应采

用防水防潮措施,如设置排水系统或使用防水膜,防止雨水对路基和路面造成不良影响。通过这些综合措施,可以有效降低气候因素对施工的干扰,确保路基和路面的质量与耐久性。

3.3 施工人员技术水平不均

施工人员的技术水平和操作规范的差异,往往是导致路基路面压实效果不均匀的主要原因。在实际施工过程中,不同施工人员对于施工标准和操作细节的掌握程度不同,可能会造成压实过程中的疏漏或失误。这种差异不仅影响压实质量,还可能导致路面出现沉陷、裂缝等问题,进而影响道路的使用寿命和行车安全。因此,加强施工人员的培训显得尤为重要。通过定期组织专业技术培训和操作规范学习,可以有效提升施工人员的技术水平,使其掌握正确的操作流程和方法。培训内容包括压实设备的使用技巧、路基材料的特性、不同施工环境下的应对措施等方面的知识^[6]。

4 结语

路基路面压实施工质量直接影响路桥工程的长期使用性能。随着新技术、新材料和新工艺不断发展,路基路面压实施工的效果不断提高。通过新型压实技术的应用、压实材料的研发、工艺优化及质量控制体系的建立,可以有效提升压实质量。面对施工过程中的多重挑战,必须采取科学的解决方案,保证路基路面压实施工的高质量完成,确保道路和桥梁的长期稳定性和安全性。

【参考文献】

- [1]徐梦新,王鹏. 路桥工程建设中路基路面施工技术要点[J]. 中国高新科技,2024(7):51-52.
 - [2]欧阳夏龙. 公路工程建设中路基路面压实施工的技术要点[J]. 运输经理世界,2023(4):28-30.
 - [3]刘新亚. 道路工程建设中的路基路面压实施工研究[J]. 城市建设理论研究(电子版),2022(24):94-96.
 - [4]欧阳文杰. 路桥工程建设中路基路面施工技术要点[J]. 企业科技与发展,2022(3):101-103.
 - [5]陈旻旭. 路桥工程建设中路基路面施工技术要点研究[J]. 工程技术研究,2021,6(23):37-39.
 - [6]徐彦君,李斌. 路桥工程建设中路基路面施工技术要点研究[J]. 中国设备工程,2021(13):234-235.
- 作者简介:马波(1983.3—),毕业院校:西安交通大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:新疆生产建设兵团交通建设有限公司,职称级别:高级工程师。

钻孔灌注桩技术在路桥施工中的应用分析

孔亚峰

新疆北新路桥国际事业部, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]在路桥工程建设过程中, 相对于传统灌注技术来说, 钻孔灌注桩技术对于硬件设备的要求相对较低, 因此该技术能够应用在各种类型的土质环境中, 比如: 沙土层、粘土层以及碎石数量较多的复杂土层等, 但由于该技术在实际应用中自身所具有的特殊性, 施工团队要严格按照施工标准科学, 开展每一步施工流程, 保证施工工序都能够正常开展, 严格贯彻和落实路桥施工过程中的质量管控和安全管理问题。

[关键词]钻孔灌注桩技术; 生活水平; 建设环境

DOI: 10.33142/ec.v8i1.14986

中图分类号: U445

文献标识码: A

Application Analysis of Drilled Pile Technology in Road and Bridge Construction

KONG Yafeng

Xinjiang Beixin Road and Bridge International Division, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: In the process of road and bridge construction, compared with traditional grouting technology, the requirements for hardware equipment in drilled pile technology are relatively low. Therefore, this technology can be applied in various types of soil environments, such as sandy soil layers, clay layers, and complex soil layers with a large amount of gravel. However, due to the special nature of this technology in practical application, the construction team must strictly follow the construction standards scientifically, carry out each step of the construction process, ensure that the construction process can be carried out normally, and strictly implement quality control and safety management issues in the road and bridge construction process.

Keywords: drilled pile technology; standard of living; building environment

随着现代化经济的快速进步和发展, 人们生活水平有所提升, 车辆的销售量和基础保有量随之增加, 此种发展现状对于路桥施工质量和安全运行提出了更高的水平要求, 钻孔灌注桩技术应用在路桥施工中, 不仅能够保证施工成本, 还能够有效提高路桥建设质量, 因此该技术在路桥施工环节中得到了广泛的应用。

1 钻孔灌注桩技术概论

近几年, 我国城市化建设进程不断推动基础建设趋势更加明朗, 人们生活水平大幅度提升, 致使汽车销售量和保有量有所增加, 此种发展现状对于我国交通能力和运载能力, 以及道路桥梁施工质量都提出了更高的要求。我国地域辽阔, 不同的地区地质条件、自然风貌以及气候温度具有极大的差异性, 尤其在地质相对松散的地区, 路桥施工难度系数相对较高, 如果所建设地区需要跨江或跨海施工, 团队则需根据不同地形、地质条件、设计适合的施工方案, 以此满足桥梁车辆通行需求的同时, 实现桥下船只通行要求^[1]。

随着路桥施工工程建设规模与范围不断扩大, 为保证工程项目建设质量, 越来越多的施工团队, 积极引进钻孔灌注桩技术, 在此种发展和建设大环境下, 社会大众对于该技术的应用要求也逐年提升, 并且在施工和建设期间所需要关注和把握的重点, 不同现阶段钻孔灌注桩技术在实

际应用时, 要综合考虑路桥建设环境施工条件以及施工标准等, 严格把控各个施工环节, 因为任何的细节忽视都可能成为导致路桥工程无法顺利开展的重要因素。因此在使用钻孔灌注桩技术手段时, 施工团队要对相关施工流程和步骤进行全面管理, 严格保证所有的施工环节都能够按照标准要求正常开展, 尽可能避免由于人工操作因素所造成的失误。

在路桥施工中, 虽然钻孔灌注桩技术自身具有显著优势和特点, 但是将其实际应用在各个施工环节中仍然存在漏洞和不足, 比如: 该技术与传统技术相比较, 所使用的钻孔灌注桩桩体十分隐蔽, 在后续施工环节中无法第一时间发现和察觉, 导致施工团队不能有效把控路桥建设项目的质量, 对路桥施工造成严重的负面影响。对此相关团队要结合钻孔灌注桩施工技术特点, 合理调整和规划技术应用标准应用流程, 从根本上保证路桥工程能够正常施工。

2 钻孔灌注桩技术特点

2.1 建设成本低

相比传统的预制桩施工技术来说, 钻孔灌注桩施工技术所使用的施工材料更加低廉, 传统预制桩在制造生产安装以及施工等相关环节中, 对于施工技术的要求相对较高, 要始终确保预制桩施工材料和结构, 能够满足路桥工程项目跨度的核心要求。通常来说, 路桥工程项目在施工期间,

每立方米混凝土的钢筋基础含量至少达到 100kg-130kg,而钻孔灌注桩施工技术在钢筋材料的使用上,其技术含量相对较小,通常只需要传统灌注桩钢筋含量的 50%,下半部分的施工结构只需要使用少量钢筋,甚至部分施工环节中直接采用材质较为紧密的混凝土就可代替,在整体施工过程中,每立方灌注立桩的钢筋含量仅为 40kg,极大降低了灌注桩的建设成本支出^[2]。

2.2 承载力高

施工人员实际进行工程项目施工时,要根据不同的地形特点设置具有承载能力的钻孔灌注桩,但不同承载能力的灌注桩,其直径和灌注深度都具有极大的区别,尤其不同类型的施工环境,对于灌注桩施工尺寸和技术应用特点也具有特殊性,比如:如果需要在基岩结构中进行工程项目建设,所采用的轴承设备的尺寸相对较大,并且核心区域较细,一旦将其投入在工程项目施工期间,会导致摩擦桩的摩擦面积和摩擦基础阻力随着接触面粗糙程度出现区别,其中摩擦面和摩擦范围越大,摩擦的表面越为粗糙,其阻力则越高,但是以上施工参数和标准,在实际路桥工程项目建设过程中并不是唯一标准,施工团队要根据不同类型的地质形态和自然气候科学合理的设计,钻孔灌注桩施工技术所使用的桩体结构,以此提高钻孔灌注桩的基础承载能力。

2.3 抗震性能高

工程项目实际开展建设时,由于钻孔灌注桩会嵌入地下部分结构并直接固定在基岩上,因此该技术在实际应用时其抗震性能相对较高,具有极高的稳定性和安全性。相对于传统的预制桩施工技术来说,该技术能够有效确保路桥工程项目后续施工环节正常开展,但由于钻孔灌注桩施工技术,自身具有一定特殊性,要求施工团队的综合素质和专业能力相对较高,一旦操作不当仍然会出现问题和不足,比如:钻孔灌注桩施工技术在应用时,水下导管所使用的混凝土质量通常会低于传统的预制桩,因此施工团队如果所建设区域的地质结构相对松软,实际开展钻孔灌注桩施工环节过程中,要格外注意水泥砂浆材料比例以及灌注流程的安全防护,结合该技术使用要求,选择行之有效的应对措施,避免泥浆随着设备不断喷涌,导致施工现场混乱^[3]。

3 工程案例

某项目是连接相邻城市的重要公路,项目全长 40km,由于该项目为路桥结合工程,因此需要在原始道路结构上进行拓宽处理,同时部分公路线路要改造优化,所新建道路为双向 4 车道道路基础宽度为 27m,在道路线路规划期间共 11 座桥梁,其中两座为横跨主桥梁,9 座为天台和立交桥。为保证施工效果,在该线路施工段中路基土方的基础工程量为 1400000m³,土方的回填量为 1034000m³,由于该线路中包含桥梁结构因此新建涵洞为 42 道,施工时间为 730 天。

4 钻孔灌注桩技术应用策略

4.1 施工准备

想要从根本上保证钻孔灌注桩技术在路桥施工的应用效果,施工团队要重视准备环节,为后续工程项目的正常开展提供必要条件,在施工准备环节中,还要重点关注对施工现场的维护,有效清除施工场地的垃圾和杂质,始终保持施工环境的整洁性;如果施工场地内出现大面积或严重的坑洼地带,要首先进行平整处理,以便于后续钻孔设备在运行和工作时,始终处于稳定且安全的运营状态,有效提高施工效果;在施工场地还要根据设备的型号以及占地面积,搭建临时的保护区域,有效对设备材料进行储存和管理;要科学选择钻孔钻机的型号和属性,保持机械设备的最佳使用水平,同时要根据施工现场实际情况和地质条件制定一系列施工方案和流程,要综合考虑经济性,合理性等相关原则,选择型号为 JKD 的钻机设备^[4]。

4.2 钻孔设备安装

对于钻孔灌注桩施工技术来说,硬件设备是保证技术应用效果的核心条件,钻孔设备在安装以及定位期间,想要从根本上保证钻孔位置和钻孔设备的一致性,要合理设定钻孔位置中心点,并加强钻孔机中心点的安装和设定;在安装设备期间,要选择适合的安装方式与流程,确保钻孔机能够准确安装在施工区域中;钻孔机在运作状态时,施工团队需要对钻孔机周边环境进行清理,准确安装钻孔机并利用千斤顶提高钻孔机架顶位置后,通过数据测量和收集的方式明确具体钻孔位置。

除此之外,施工团队还可以选择相同水平线钻杆钻孔固定的方式,有效提高钻孔机位置的精准程度,在施工期间,要格外注意对钻孔机位置偏差的控制和管理,其偏差幅度最大不超过 2cm,确定灌注桩位置后,还要在钻孔机施工区域利用枕木对横梁进行电平处理,保证钻孔机在操作期间自身具有较高的稳定性。

4.3 钢护筒埋设

当钻孔机钻至到一定结构深度时,设备会由于地下水的压力影响,导致孔洞内壁土壤逐渐深陷至孔洞内,为了保证孔洞内壁的稳定性和坚固性,为后续施工奠定基础。在钻孔机操作期间需要埋设钢护筒结构,钢护筒埋设普遍要求钢护筒内径超过钻孔的标准直径,同时埋设护筒结构时要始终保持该结构与地面处于垂直状态,防止出现孔洞倾斜现象;钢护筒安装完成后,不仅能够有效控制钻孔内壁的损坏情况,还能够确保钻孔机的钻孔位置,使设备与地表水始终处于隔离状态,但是需要额外注意的是,进行钢护筒埋设施工时,要超过地面表层 1.5m,并且钢护筒顶端不能超过地面 0.3m。为保证钢护筒的正常运作,还要重视水泥砂浆溢浆口的设置,保证立桩与护筒在处理过程中始终在相同直线上^[5]。

4.4 泥浆生产

由于案例中的工程项目所建设地区属于干旱地区,其城市的主要河流是盆地集水区的核心部分,该地区东部为平原地区,属于第三纪和第四纪沉积物和沙漠砂堆积,因此在路桥工程建设期间,想要科学合理地使用钻孔灌注桩施工技术,则需要在含水层内提前生产水泥砂浆材料,并利用泥浆护壁技术工艺和硬件设备开展工程项目的作业环节,在泥浆生产和制备期间,要严格控制泥浆的材料比例以及生产质量,必要时要根据路桥建设项目,适当添加高质量的膨脹土,有效提高钻头钻取孔洞的基础效率,充分发挥出泥浆护壁的稳定和保护等相关方面的作用。

4.5 钻孔处理

钻孔灌注桩技术在实际应用时,其核心环节则是钻孔处理,为了保证路桥施工的后续环节能够有效开展,钻孔直径以及深度要根据施工图纸严格设定,以便于钻孔设备能够精准高效稳定地钻进施工,在钻孔设备施工前要详细了解分析审核设备的运营参数和基础属性,钻孔时要尽可能保证钻孔速度的平稳,不能过快也不能过慢;当钻孔方向以及钻孔力度均达到标准要求后,则可以适当增加钻进速度;在钻孔设备进行钻进操作时,还要重视钢护筒的安装和保护,有效控制钻机的钻进方向与目标,防止由于钻进目标出现偏斜造成钢护筒结构的损坏。

由于案例中地区地质条件十分复杂,表层土壤包含许多碎石块和鹅卵石,并且所规划的路桥建设路线的地质形态为鹅卵石、壤土砂壤土等相关物质,所以在钻孔操作期间要适当优化和调整钻孔的参数,并且全面记录钻孔操作过程中所出现的信息与数据,确保钻孔设备每钻进 3m 距离后,详细检查钻进方向和进度,在检查期间还要及时清理钻孔内所出现的杂质残渣,避免以上物质对钻孔设备稳定性和精准性产生负面影响和不良作用,在清理钻孔内部结构时,还要时刻关注和管理钻孔内水流数据防止水流过大,出现孔洞塌陷的现象。

4.6 钢筋笼制作

在钢筋笼制作时,要全面检查和控制钢筋笼的生产质量,必要时需要在质量验收部门的监督和管理下完成设备验收,满足要求后才能投入使用;钢筋笼运输环节要尽可能选择适合的运输车辆和设备,避免在运输过程中出现损坏现象,同时还要选择符合钢筋笼设备使用要求的保护措施,如果钢筋笼制作和生产场地与实际应用场地的距离过远,则要根据钢筋笼生产特点选择适合的运输途径,避免长时间运输造成该结构出现损坏。

在完成基础的孔洞清洗工作后,还要合理安置钢筋笼结构,尽可能不放置在土质过硬的环境中;为了从根

本上实现对钻孔灌注桩的固定和保护,施工团队还要提高灌注桩周边保护层的基础厚度,将箍筋放置在混凝土结构块中,需要额外注意的是,摆放钢筋笼结构时还要严格控制钢筋笼自身的倾斜度,防止钢筋能出现过度倾斜摆动等情况^[6]。

4.7 混凝土浇筑

在路桥工程项目建设时,钻孔灌注桩技术想要有效应用,施工团队要格外重视混凝土浇筑环节,尤其混凝土材料的混合比例,要根据工程项目实际情况,进一步确定保证材料混合的科学性与合理性;通常情况下,路桥工程的混凝土浇筑出凝时间要维持在 2.5 小时内,混凝土在初凝后的强度等级应超过 42.5MPa,以此保证混凝土混合物自身的硬核性,避免材料在运输期间出现过度离析或浸水等现象;混凝土浇筑时,要确保混凝土自身的坍塌度维持在 180mm~220mm 范畴内,让混凝土材料自身具有较高的流动性特点,如果混凝土浇筑区域属于水下,则需首先对导管自身的封闭性能进行测试,并通过导管进行材料灌注,在灌注过程中钢筋的结构骨架可能会出现短暂上浮现象,因此需要在混凝土灌注区域的顶部结构面,以及钢筋骨架底部 1m 位置处调整灌注速度,等待灌注水平面超出钢筋骨架底部 4m 后,则可以适当提高灌注效率。

5 结束语

总之,钻孔灌注桩技术自身具有显著优势和特点,将该技术应用在路桥工程项目施工环节中,则需充分发挥出该技术应有的作用,对此相关建设团队要结合技术的特点,根据工程项目实际情况,全面贯彻落实技术应用流程。

【参考文献】

- [1]李治国.路桥工程钻孔灌注桩施工技术研究[J].价值工程,2024,43(23):35-38.
- [2]张绍娟.路桥工程中钻孔灌注桩技术实施要点研究[J].工程机械与维修,2024(8):149-151.
- [3]曾龙,高福.新时代背景下路桥工程钻孔灌注桩施工关键技术[J].低碳世界,2024,14(4):148-150.
- [4]郭瑞.路桥工程项目钻孔灌注桩施工措施分析[J].运输经理世界,2024(2):77-79.
- [5]唐微.市政路桥工程的钻孔灌注桩施工技术分析[J].工程建设与设计,2024(1):217-219.
- [6]花森.路桥工程钻孔灌注桩施工关键技术[J].交通世界,2023(27):155-157.
- [7]姚少永.路桥施工中钻孔灌注桩质量控制技术[J].石材,2023(5):78-80.

作者简介:孔亚峰(1982.3—),男,测绘工程,新疆北新路桥国际事业部技术员,中级。

公路路基路面施工技术和质量控制对策分析

才仁加甫·杜日扎

新疆生产建设兵团第九师交通运输事业发展中心, 新疆 白杨 834600

[摘要]公路建设的迅猛推进,使得路基与路面施工的质量优劣,成为决定公路安全、耐用与服务性能的关键因素。质量控制与路基路面施工技术的创新,对于保障公路工程的品质至关重要。在深入剖析现行公路路基路面施工技术状况的基础上,本文详细梳理了制约施工质量的关键要素,并针对性地提出了切实可行的质量控制策略。在具体案例的审视中,对路基路面质量产生影响的要素包括土质、施工方法及环境条件,并据此提出了优化策略。通过强化施工管理、精炼施工工艺、提升施工人员技艺,这些措施均能显著保障公路工程的施工品质,并延长其使用年限与安全性能,本篇论文致力于为道路工程搭建技术援助与品质监管的借鉴框架。

[关键词]公路建设;路基施工;路面施工;质量控制;施工技术

DOI: 10.33142/ec.v8i1.14991

中图分类号: U416.2

文献标识码: A

Analysis of Construction Technology and Quality Control Countermeasures for Highway Roadbed and Pavement

CAIRENJIAFU Durizha

Transportation Development Center, the 9th Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Baiyang, Xinjiang, 834600, China

Abstract: The rapid advancement of highway construction has made the quality of roadbed and pavement construction a key factor determining the safety, durability, and service performance of highways. The innovation of quality control and roadbed and pavement construction technology is crucial for ensuring the quality of highway engineering. On the basis of in-depth analysis of the current construction technology status of highway subgrade and pavement, this article elaborates on the key factors that constrain construction quality and proposes practical and feasible quality control strategies. In the examination of specific cases, factors that affect the quality of roadbed and pavement include soil quality, construction methods, and environmental conditions, and optimization strategies are proposed based on these factors. By strengthening construction management, refining construction techniques, and improving the skills of construction personnel, these measures can significantly ensure the construction quality of highway engineering and extend its service life and safety performance. This paper is committed to building a reference framework for technical assistance and quality supervision in road engineering.

Keywords: highway construction; roadbed construction; pavement construction; quality control; construction technology

引言

公路作为交通基础设施的重要组成部分,对于促进区域经济发展、提高运输效率具有不可替代的作用。公路建设的核心,路基与路面结构,其直接影响力涵盖公路的承载、耐久及通行性。环境因素变动与交通量激增,对公路路基路面施工质量构成诸多挑战。路基的稳定性、抗冻性等性能,以及路面的平整性、耐久性等因素,对公路的使用效能产生深远影响。

1 公路路基施工技术

公路路基作为承载整个公路结构的重要基础,其施工质量直接影响到公路的稳定性与使用寿命。路基施工的技术要求非常严格,涉及土质处理、填筑、压实等多个环节。路基的土质是影响其稳定性的关键因素。针对不同土质,施工过程中需选择合适的改良技术。对于膨胀土、湿陷性黄土等不良土质,需要采取机械压实、深层加固、化学稳定等方法进行处理,以增强土壤的抗压强度和稳定性^[1]。

路基的填筑材料需要经过严格的筛选与测试,保证材料符合设计要求。砂石、碎石、砾土等,此类材料常用于填筑工程,施工技术因材料各异而有所区别。例如,碎石因其良好的压实特性,特别适合于承载要求较高的道路工程,砂土强度往往需借助胶结材料的加入而得以提升。路基填筑过程中,需实行分层作业,对每一层进行压实作业,务必使压实度符合设计规范,以此保障路基结构的稳固性。在路基施工过程中,对排水系统的设计及施工环节亦需给予充分关注。路基内部水分渗透的预防,得益于科学合理的排水系统,该系统有效阻隔了路基变形与沉降的风险。通常而言,路基的排水途径涵盖纵向、横向以及地下的排水方式,路基结构需与排水管道、排水沟等设施相协调,以保障排水无障碍。

2 公路路面施工技术

公路路面作为公路的表面结构,不仅承受着来自车辆的荷载,还直接影响到交通的安全性、舒适性和耐久性。路面施工技术的核心要素在于确保其强度、平整性与耐久

性,以适应交通负荷及气候变化等外界影响,至关重要的决策在于对路面材料的选取。沥青、混凝土及水泥稳定碎石等,构成了路面材料的常见种类。施工过程中,依据材料特性,沥青路面施工需精心挑选适宜的沥青品种,同时严格调控施工温度与工序,以此保障其结构密实与抗裂性能^[2]。

在施工过程中,施工人员需要严格按照施工标准进行层层铺设,并通过机械设备确保每一层的厚度和压实度达到设计要求。实施热拌沥青施工于沥青路面,通过滚压及冷却工艺,确保路面达到最优密实与抗裂性能。浇筑成型的水泥混凝土路面,必须经历后期的恰当保养,以防在水泥固化阶段滋生裂缝。施工沥青路面时,务必将温度维持在适宜水平,否则,无论是偏高还是偏低,均会对施工质量造成不利影响。在混凝土路面施工过程中,必须严格控制环境温度的波动,并实施科学养护,以杜绝早期裂缝的出现。施工路面完成后,必须执行全面的质量审查,涵盖平整度、强度以及抗滑性等关键参数的评定。检测这些参数,有助于尽早发现施工过程中可能出现的问题,从而保障道路使用的安全与舒适度。

3 公路路基路面施工质量控制要点

公路路基路面的施工质量直接关系到公路的使用寿命和行车安全,因此,施工质量控制尤为重要。路基与路面施工的每道工序均需实施严格的质量监控,以保证每一步骤均能满足既定设计规范。在路基施工环节,质量控制的关键要素涉及材料挑选与土壤改善措施,路基建设需针对不同土质采取特定处理,以保障其具备必要的承载与稳固性能。在施工环节,务必对用于填筑的物料进行细致挑选,确保其粒径、含水量及密实度符合规范要求,对压实作业进行严格遵循设计规范,分层次实施填筑作业,务必保证各层压实度满足既定设计指标。路基施工期间,务须防止雨水对土体造成浸渍,确保路基得以在干燥环境条件下进行建设。在实施路面施工过程中,对质量控制的关注点集中于材料配比及施工工艺的优化。在沥青路面施工过程中,务必严格控制沥青与摊铺温度,以符合施工规范,防止沥青因温度过高或过低而造成密实度欠缺^[3]。

在路基与路面施工环节,强化现场质量监控至关重要,实施施工监测手段,有助于尽早发现并应对可能出现的各种问题,进而进行有效调整。常规的检测作业涵盖了对土壤压实度、路面平整度以及抗压强度的测定。在施工环节,负责质量监控的人员需定时执行抽样检验,对不达标的施工环节实施整改,以此保障路基及路面建设质量与设计规范相吻合。通过对施工人员实施强化训练,并着重增强其质量意识,此举措至关重要。施工人员是质量控制最终实现的关键因素,故需强化其专业培训,加深其对施工质量重要性的认识,确保各施工环节均能依照既定标准严格执行。确保公路路基与路面施工质量,需全方位关注材料选用、施工工艺及检测环节。

4 公路路基路面施工技术的改进与创新

4.1 先进施工技术的应用

在现代公路建设中,先进施工技术的应用极大地推动了工程施工效率的提升与施工质量的改善。科技进步推动施工技术向自动化、精准化和智能化演进,尤其在路基路面施工领域,采纳尖端技术显著优化施工质量及施工周期管控效能。在复杂地质条件下,采用深层搅拌技术(DSC)已成为一种颇具成效的应对策略,地层中注入水泥浆。借助机械搅拌实现与土壤的深度融合,该技术有效改良土质,显著增强地基承载性能,尤其针对软土、膨胀土等地质条件不佳的场合,改良效果显著。在施工过程中,运用先进压实技术,是确保工程质量的关键途径之一。采用机械化压实设备,不仅确保了土体密实度,还大幅降低了人工操作误差,从而实现了土体密实效果的均匀化,显著提升了路基的稳定与耐久性能^[4]。

智能化摊铺机应用在现代铺装技术中,显著提升了路面的铺设质量和密实度。沥青摊铺作业中,摊铺机具备自动调节厚度功能,并能实时监控温度、密度等关键指标,以保证施工路面均匀稳定。路面压实作业得益于新型压路机技术的应用,电子监控系统实时传输数据,施工人员据此实时调整压实作业,从而确保每一层均达到既定的压实标准。将机械化施工与古老的人工操作相融合,这一做法显著推动了施工技术的优化进程。公路施工过程中,应用自动化铣刨及激光平整装置,显著降低人工投入及误差产生,进而显著提升路基路面施工的精确度,确保路面稳定性。

4.2 新型材料与设备的应用

在公路建设中,材料和设备的选择直接关系到施工质量、施工周期以及最终路面的使用寿命。公路建设领域,新型材料与智能化设备的广泛应用,显著提高了施工效能与品质,在公路路基与路面施工过程中。采纳新型材料,成为确保施工品质的关键途径,橡胶粉、塑料、纤维等物质作为沥青混合料的添加剂,有效提升了其抗裂与抗老化性能,确保了路面在高温、低温及重载压力下依旧具备优异的稳定与耐久特性。在路面施工过程中,采用改性沥青材料,显著提升了沥青的黏结性能,并有效延长了路面使用年限,进而降低了后续的维护费用。在混凝土材料的制备过程中,外加剂的使用已显著增强了其抗渗透与抗冻性能,尤其是在高性能混凝土的领域,这一应用大幅提升了路面及路基的抗压及抗裂能力。在一些特殊气候和环境条件下,采用低温抗冻混凝土和热膨胀混凝土,可避免因温度变化导致的裂缝生成^[5]。

设备方面,智能化施工设备的应用极大提升了施工效率与质量。例如,采用自动化混凝土搅拌机、摊铺机和压路机,能够根据现场情况自动调整操作参数,减少人为操作误差。这些设备不仅提高了施工精度,也加快了施工进度,特别是在复杂地质或不利气候条件下,智能化设备的

使用能保证施工的顺利进行。同时,现代施工设备的精度和自动化程度大幅提升了施工质量。例如,自动化的摊铺设备能够精确控制摊铺的厚度和温度,确保路面均匀性,减少了传统人工施工中的误差。压实设备的智能监控系统也能实时监测土体的压实度,确保每一层土体达到设计要求。

4.3 信息化和智能化技术的融入

随着信息化和智能化技术的快速发展,公路建设领域也在不断吸收新技术应用。智能化与信息化技术的引入,显著增强了施工环节的管理效能,并大幅提升了工程品质、施工速度及安全系数。公路路基路面施工过程中,信息化技术与智能化设备的融合,其作用举足轻重。建筑信息模型技术的实施显著提升了项目管理的效能与准确度。施工方运用 BIM 技术,在虚拟场景中实施施工预演,预先发现并处理施工中的潜在风险,进而对设计方案进行改进,并对施工全流程实施严密监控。设计人员在路基施工阶段,借助 BIM 技术模拟土壤稳定性,评估土体承载力,进而择定适宜的施工策略。在实施路面施工过程中, BIM 技术得以模拟沥青与混凝土的铺设流程,准确把握施工时长与所需材料量,进而有效削减开销^[6]。

智能化技术的应用,进一步提升了施工过程的精确度与高效性。智能摊铺机和压路机的引入,使得施工过程更加精准、稳定。例如,采用智能摊铺机对沥青进行实时监测,精确调控摊铺厚度,从而保障施工质量。借助智能压路机,施工人员可依托传感器对压实度进行实时监控,有效防止压实度不均现象,从而保障路面施工质量。施工领域引入了智能监测系统,显著提升了作业过程中的安全防护等级。借助传感器、摄像头以及物联网技术,施工现场的实时数据得以传输至云端平台,施工管理者得以远距离监控施工流程中的各类风险要素,诸如设备故障、恶劣气候等,并据此迅速做出调整,确保施工活动得以顺畅进行。

4.4 提升施工质量的创新举措

提升施工质量一直是公路建设中的核心任务。技术发展与观念革新,催生了众多创新措施,这些措施正逐步付诸实践,显著提升了施工品质。在提升建筑作业品质的征途中,务必重视技术装备与原料的迭代升级,同时亦需致力于管理规程与革新策略的精细化塑造。确保施工质量,构建完善的质量控制系统,其作用举足轻重。施工阶段,务必依照既定的质量管理规范,实施严格的过程管控,并执行质量目标管理、质量监督与质量评估等系列制度,从而保证每一道工序的质量与设计规范相吻合。路基路面施工中,施工管理团队需定期执行质量检查与验收流程,对发现的质量隐患部位即刻进行整改,以此保障施工达到

高标准要求。

工程质量应从施工前、施工中和施工后的各个环节进行全方位把控。施工前需详尽规划方案,并对现场进行全面勘察,以预判潜在影响施工品质的各项要素。施工过程中,务必精细掌握施工工艺,并强化对施工人员的技术培训和管控,以保证每位施工人员都能熟练掌握并严格遵循施工技术规范。施工完成之后,必须执行严格的质量验收与检测流程,以此保障路面能够满足设计所规定的平整度、强度及抗压性能标准。在施工环节强化智能化监控机制,对于保障施工品质的优化起到了关键作用。施工现场的智能监测系统,使得施工管理人员得以实时监控各项指标,从而迅速捕捉施工环节的潜在质量问题,并做出相应调整。运用智能设备于施工过程,显著提升了施工的精确度,并大幅降低了因人为因素造成的失误,从而稳固了施工质量^[7]。

5 结语

公路路基和路面是公路工程的重要组成部分,路基的稳定性和路面的耐久性直接决定了公路的使用寿命和安全性。随着现代交通需求的增长和施工技术的进步,路基路面施工面临着诸多新挑战。加强公路路基路面施工的质量控制,采用先进的技术与设备,优化施工工艺,是提高公路建设质量的有效途径。

[参考文献]

- [1]王乾.路基处理与加固在高速公路路面施工中的关键作用[J].城市建设理论研究(电子版),2024(32):165-167.
- [2]张吉祥.高速公路施工中沉降段路基路面的施工技术研究[J].运输经理世界,2024(32):34-36.
- [3]李兴波.软土地区公路路基修筑沥青混凝土路面施工技术研究[J].建设机械技术与管理,2024,37(4):134-136.
- [4]陈欣.高速公路改扩建工程路基路面拼接施工技术研究[J].交通科技与管理,2024,5(16):25-27.
- [5]王常青.公路路基路面施工技术和质量控制对策分析[J].冶金管理,2023(17):72-73.
- [6]陈莹洁.公路路基路面施工技术和质量控制对策探究[J].青海交通科技,2023,35(4):70-72.
- [7]沈伟.公路路基路面施工技术和质量控制对策探究[J].工程建设与设计,2023(4):118-120.

作者简介:才仁加甫·杜日扎(1997.4—),毕业院校:长安大学,所学专业:工程管理(公路工程管理),当前就职单位:新疆生产建设兵团第九师交通运输事业发展中心,职称级别:助理工程师。

公路路面沥青混凝土面层施工技术探讨

王志新

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着公路建设规模持续扩大,沥青混凝土层构成道路结构的关键部分,其施工品质直接影响公路使用寿命及行车安全。以公路沥青混凝土路面施工技术为切入点,分析了施工过程中存在的问题及应对措施。首先,对沥青混凝土路面施工技术进行了概述,剖析了施工过程中频发的质量难题,诸如施工温度管控不力、施工设备短缺、原材料配比失准等问题。然后,融合当代科技进步,提出了改进施工技术的举措,改进材料品质监控、引入高端施工设备、严格把控施工技术和环境要素影响等措施。最后,归纳了沥青混凝土路面施工的核心技术环节,提出了相应改进建议及发展路径,致力于提升公路沥青混凝土路面施工品质,提升了道路使用年限。

[关键词]公路路面; 沥青混凝土; 施工技术; 质量控制; 优化策略

DOI: 10.33142/ec.v8i1.14987

中图分类号: U416.21

文献标识码: A

Exploration on Construction Technology for Asphalt Concrete Surface Layer of Highway Pavement

WANG Zhixin

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: With the continuous expansion of highway construction scale, asphalt concrete layer constitutes a key part of road structure, and its construction quality directly affects the service life and driving safety of the highway. Starting from the construction technology of asphalt concrete pavement on highways, this article analyzes the problems and countermeasures that exist during the construction process. Firstly, an overview of the construction technology for asphalt concrete pavement was provided, analyzing the frequent quality problems encountered during the construction process, such as inadequate temperature control, shortage of construction equipment, and inaccurate raw material ratios. By integrating contemporary technological advancements, measures were proposed to improve construction technology, including improving material quality monitoring, introducing high-end construction equipment, and strictly controlling the impact of construction technology and environmental factors. Finally, the core technical aspects of asphalt concrete pavement construction were summarized, and corresponding improvement suggestions and development paths were proposed, aiming to improve the quality of highway asphalt concrete pavement construction and extend the service life of the road.

Keywords: highway pavement; asphalt concrete; construction technology; quality control; optimization strategy

引言

公路建设作为基础设施建设的重要组成部分,对于国家经济的发展和人民生活质量的提高具有重要意义。沥青混凝土路面层是公路路面的关键组成部分,其施工质量直接影响公路的平顺性、耐用性及行车安全。然而,在实际建设过程中,鉴于多因素作用,沥青混凝土面层施工遭遇诸多难题,若材料配比失当、施工技术不规范、施工设备不达标等,这些问题不仅损害了施工品质,可能进一步减少路面使用年限。因此,探讨并解决沥青混凝土路面施工中的技术难题,关于提升公路路面品质,减少维护费用,蕴含深刻的理论价值和现实意义。

1 公路路面沥青混凝土面层施工概述

沥青混凝土面层是公路路面结构中的重要组成部分,起到承载车荷载、分散交通荷载、保证道路平整度和抗滑性的重要作用。沥青混凝土面层一般由沥青、骨料及辅助材料按特定比例混合构成,其主要作用为保障行车路面稳定,承受车辆动态荷载及外界气候作用。随着公路交通流

量上升及车型多样化,沥青混凝土面层质量标准不断提升。为了保证道路的长期使用性能和驾驶安全,沥青混凝土面层的施工质量显得尤为重要^[1]。

沥青混凝土面层施工技术较为繁复,通常涵盖原材料挑选、混匀、铺设、压实等步骤。材料选取是保障道路品质的根本,集料粒径、矿物成分及沥青黏度等,均对混凝土的密实性及抗压能力产生直接影响。沥青混凝土的混合过程要求严格控制沥青与集料的配比,确保充分搅拌,防止出现过多空档或分布不均。沥青混凝土施工摊铺作业至关重要,摊铺机需依照设计标高及宽度标准实施精确铺设,保证涂层厚度一致,采用压实机械对混合料实施压实,确保沥青混凝土路面层密实耐用。

除了上述基础工艺外,温度控制也是沥青混凝土面层施工中的重要因素。沥青混凝土需维持特定温度区间,气温过高或过低均可能对沥青混凝土的稳定性及强度造成影响,甚至引发表层裂损。因此,施工前需详尽评估施工场地气候状况,选取合适的施工时机,施工期间持续监测

气温变动。当前,沥青混凝土面层施工需确保其强度与稳定性,还应兼顾环境保护与能源使用效率。

2 沥青混凝土面层施工中存在的主要问题

沥青混凝土面层作为公路施工中至关重要的一环,其施工质量直接影响到道路的使用寿命与安全性。然而,在施工实际操作中,施工过程中常出现若干影响施工品质及进度的状况,这些问题源自施工技术及施工材料,亦与外部环境要素紧密相关。解决并解决这些问题对于提升沥青混凝土面层的施工质量具有重要意义。混合料性能受沥青与集料质量直接影响。若集料含有过量泥沙、尘埃或杂质,可能引起混合料黏结性能不佳,路面抗压强度及耐久性影响。同时,沥青性能指标未达标准,将降低表面抗老化及防水损害性能,进而影响道路的使用期限。在铺设阶段,严格控制沥青混凝土面层摊铺的厚度、均匀性和速度等指标,若摊铺机操作失误或调整延误,将引发表面不平或厚度不一,影响道路平坦度和车辆行驶舒适性。此外,在压碎作业中,混凝土面层密实度不足或裂缝产生,源于温度控制失当,高温可能导致沥青挥发,材料在低温下难以实现最佳压实^[2]。

施工温度对沥青混凝土影响极大,温度过低或过高均可能损害其品质。在实际施工环节,温控管理不善,特别是在昼夜温差较大的地区,沥青混凝土摊铺及碾压作业易致温度分布不均,影响最终密实度及道路品质。恶劣的气候条件,特别是雨雪及低温气候,沥青混凝土面层施工易受负面影响。例如,降雨可能使混合料含水量上升,影响黏结性能,可能造成路面脱落等质量问题。低温气候下,沥青流动性不佳,难以实现集料与混合料的充分混合,效果落实不力亦将显著影响。沥青混凝土施工技术繁杂,要求施工人员拥有较强的专业技术能力。然而,部分建设项目,施工团队可能因人员素质欠佳或培训不到位,施工过程操作不当,导致产品品质问题。

3 优化沥青混凝土面层施工技术的策略

3.1 加强材料质量管理

原材料质量是沥青混凝土面层质量的基础,因此强化物料品质监控极为关键。务必严格规范沥青与集料采购,确保遵循国家或行业规范。在招标阶段,应择优选取信誉优良、技术精湛的供货商,请提供相应的质量检测文件。严格审查集料品质,防止出现大量泥土、灰尘及有害成分,集料粒径分布应满足设计规范,确保拌合料密实度及抗压性能^[3]。

此外,沥青的质量至关重要,应该根据道路的设计荷载、气候条件和使用年限选择合适的沥青类型。在施工期间,严格控制沥青运输、储存及加热温度,防止沥青老化或性能衰退,运用高端的质量检验技术,对原料实施周期性审查,完善材料管理登记簿,确保每批材料可追溯并符合规定。通过推动材料质量管理体系的优化,加强材料源

头质量管理,提升沥青混凝土面层施工品质显著,保障道路的耐用性与使用效能。

3.2 提高施工设备水平

施工装备的现代化与高效率直接关系到沥青混凝土路面施工的品质与成效。因此,提高施工设备标准是改善施工管理的关键步骤,施工设备应按期实施检修与保养,保障设备正常运行。施工中,摊铺机、压路机、运输车辆等设备的工作状态必须符合施工要求。对于关键设备,应建立专门的操作和维护规范,防止设备故障或不当操作导致施工质量问题。

随着科技进步,随着自动化智能化设备运用日益广泛。例如,运用具备自动控制特性的摊铺及碾压设备,更能确保施工的准确度,尚可减少人为干预的效应,确保施工中摊铺厚度、温度、压实度等关键参数的精准调控。运用智能设备可实现施工状况的实时监督,自动调节设备运行参数,从而促进施工品质与工作效率的提升。通过提升施工装备标准,施工效率显著提升,降低质量问题发生率,加强沥青混凝土面层施工技术保障^[4]。

3.3 严格控制施工温度与压实度

沥青混凝土铺设过程中,路面质量受温度控制和压实度影响显著,特别是沥青的黏结性能及路面密实程度。因此,在施工阶段,须严格限定铺设温度与压实标准,控制摊铺温度应处于沥青适宜温度区间。温度过低,沥青黏结性能不佳,混合料压实困难,易出现裂痕及松散情况;温度过高,沥青挥发性强,引发混合料黏度下降,影响表层密实性与耐用性的因素。

压实度的控制同样重要。摊铺后,及时进行压实是确保面层密实度的关键。压实不充分会导致面层孔隙率过高,影响路面的承载能力和抗水损害能力。压实时应根据不同的路面类型、天气条件以及设备性能,合理选择压路机的类型和压实轮的次数,以确保路面达到设计要求的密实度。通过严格控制施工温度与压实度,可以有效提升沥青混凝土面层的施工质量,延长道路使用寿命。

3.4 应用新型施工技术和方法

随着科技进步推动,新型施工技术与手段持续出现,为沥青混凝土路面施工拓展了更多选材空间。例如,热拌沥青及冷拌沥青技术运用,施工过程能耗及环境污染可显著减少,同步提升施工效能。在施工过程中,还可以选用智能铺设技术,融合自动控制技术,对摊铺设备实施精准操控,保障铺设品质与效能^[5]。

此外,新型沥青混合料持续研发并投入使用。例如,运用再生沥青技术可高效处置废弃沥青,优化资源配置,降低工程造价。选用透水沥青、橡胶沥青等先进材料,路面性能得以提升,抗裂、抗滑及耐久性加强。通过采用创新施工技术及措施,且显著增强沥青混凝土路面施工品质,有效削减工程造价,促进公路建设技术不断进步。

3.5 优化施工过程中的人员管理

施工人员的技术及管理水平的确是保沥青混凝土路面施工质量的核心要素。因此,在施工阶段,施工人员管理及培训应予以重视。首先,应依据工程项目的具体需求和施工岗位的特定性质,部署专业人员实施作业,施工人员需按期参与培训,学习先进施工技术与设备操作规程,提升其技术能力与操作技能。

在公路沥青混凝土面层施工中,人员管理不仅仅是日常管理的一部分,更是确保施工质量、提升效率的重要环节。施工现场人员管理对施工进度与品质产生直接影响,因此改进人员管理体制至关重要。施工效率提升基础,在于职责明确与分工合理,各施工岗位须确立清晰的职责界限,涵盖施工人员、技术人员、质检人员及现场管理人员等。明确岗位职责可防任务交叉与疏漏,保障所有员工均能集中精力于本职工作。施工过程中,人员需依施工进度及工序规范进行合理调配,保障各项任务顺利进行。此外,团队间协作与配合极为关键,特别是在沥青路面铺设、碾压、保养等环节的衔接中,人员协作对施工效率与品质有直接影响^[6]。

现场管理人员在施工过程中的职责至关重要,他们系施工团队的管理人员,更是施工质量与进度的监管者。现场管理责任人应持续监控施工进展,核实各道工序质量状况,及时发现问题,立即采取相应措施予以解决。例如,施工过程中,管理人员须保障摊铺机械运行状况、沥青温度及摊铺厚度满足规范;在强化环节,须保证压路机运行轨迹及压实遍数达标。现场管理人员需与技术及质检同仁加强联络,确保迅速发现并整改施工中的问题。同时,施工人员技艺培养与技能进步为保障工程质量的基础。随着施工技术持续进步与设备持续升级,施工人员需定期接受技术培训,熟练运用新技术、新设备操作规程。特别是智能化、自动化装置的普遍应用,施工人员需具备相应技术水平,确保设备运行正常。培训内容应涵盖设备操作技能,还应包含施工工艺、质量规范、安全管理等方面的内容,仅有经过系统教育的人员,确保施工环节设备运用高效,加强工程质量管控。

施工阶段人员管理需重视交流与意见反馈。现场管理负责人应定期组织座谈会,施工过程难题汇总及应对策略概要,迅速优化施工方案。通过建立信息互通与响应机制,迅速反映施工中遇到的问题,经集体研讨,探寻解决途径,顺畅的交流有助于提升团队协作效能,提升整体工作效率。有效的激励机制不仅能够提高施工人员的工作积极性,还能增强其对工作的责任感和归属感。管理人员可以根据施工进度、质量控制状况、团队协作等方面,设计出符合实

际的绩效考评体系。例如,在项目施工中,可以根据施工人员的工作表现、岗位责任履行情况、工期达成情况等,进行绩效评定,并结合具体的奖金、升职等激励措施,激发施工人员的工作热情和斗志。此外,非物质激励也具有重要意义,管理人员可以通过设立“优秀员工”奖、开展团队建设活动、进行表彰等方式,增强施工人员的归属感和集体荣誉感,从而更好地推动施工工作的发展^[7]。

施工人员在施工过程中,往往因个人因素、疏忽大意或责任心不足而引发质量问题。因此,管理人员应建立严格的约束体系,对施工人员的工作行为进行规范化管理。例如,可以通过建立施工人员的工作记录与考核档案,实行“奖惩制度”与“责任追究制”,确保施工人员在工作中遵守标准流程和安全操作规范。对于未按规定执行的行为,管理人员要及时发现并给予相应的惩罚,如罚款、降职、停职等措施,以儆效尤,确保质量问题不再发生。

4 结语

公路沥青混凝土面层施工的质量对道路的长期稳定性和使用功能具有至关重要的影响。本文通过分析当前施工中存在的主要问题,提出了一系列优化施工技术的策略,包括加强材料管理、提高施工设备水平、严格控制施工工艺等。随着技术的不断发展和施工管理水平的提升,公路沥青混凝土面层的施工质量将得到有效保障,从而提高公路的使用寿命和安全性。

[参考文献]

- [1]周斌礼. 沥青混凝土施工技术在高速公路路面施工中的应用探讨[J]. 汽车周刊, 2024(9): 74-76.
 - [2]张丽君. 沥青混凝土施工技术在高速公路路面施工中的应用[J]. 交通世界, 2023(17): 70-72.
 - [3]覃军红. 高速公路沥青混凝土路面施工技术要点探讨——以高东高速公路路面工程为例[J]. 工程技术研究, 2023, 8(8): 83-85.
 - [4]李威. 沥青混凝土公路路面裂缝修复施工技术[J]. 散装水泥, 2023(1): 164-166.
 - [5]龙森. 高速公路路面改造养护中橡胶沥青混凝土施工技术的应用[J]. 交通世界, 2022(31): 67-69.
 - [6]李亚蔚. 公路路面施工建设中沥青混凝土施工技术的要点分析[J]. 运输经理世界, 2021(23): 15-17.
 - [7]王宏波. 公路路面施工建设中沥青混凝土施工技术的运用研究[J]. 建材与装饰, 2020(8): 255-256.
- 作者简介: 王志新(2002.10—), 毕业院校: 昌吉职业技术学院, 所学专业: 机电一体化技术, 当前就职单位: 新疆生产建设兵团交通建设有限公司。

地质灾害防治工程勘查与设计质量控制

张 杨

中化地质矿山总局地质研究院, 北京 100101

[摘要] 地质灾害防治工程涵盖了滑坡、泥石流、崩塌等多种灾害类型, 核心目标在于提升防灾能力。随着地质灾害发生频率的逐步增加, 勘查与设计的精准性与科学性已成为确保防治工程顺利进行的关键。提供必要数据支持的勘查阶段与依据这些数据制定有效防治方案的设计阶段, 两者的紧密合作保障了工程的安全性及实施效果。在实际操作中, 地质灾害防治工程常面临数据误差及信息不对称等问题, 因此, 勘查与设计环节的协同工作显得尤为重要。

[关键词] 地质灾害; 勘查; 设计方案

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15019

中图分类号: P642.5

文献标识码: A

Quality Control of Geological Hazard Prevention and Control Engineering Exploration and Design

ZHANG Yang

Geology Institute of China Chemical Geology and Mine Bureau, Beijing, 100101, China

Abstract: Geological disaster prevention and control engineering covers various types of disasters such as landslides, mudslides, and collapses, with the core goal of enhancing disaster prevention capabilities. With the gradual increase in the frequency of geological disasters, the accuracy and scientificity of exploration and design have become the key to ensuring the smooth progress of prevention and control projects. The close cooperation between the exploration phase that provides necessary data support and the design phase that develops effective prevention and control plans based on this data ensures the safety and implementation effectiveness of the project. In practical operation, geological hazard prevention and control engineering often faces problems such as data errors and information asymmetry. Therefore, the collaborative work between exploration and design is particularly important.

Keywords: geological hazards; prospecting; design scheme

引言

地质灾害防治工程在保障人民生命财产安全及维护社会稳定方面, 扮演着至关重要的角色。随着城市化进程的加快及自然环境的变化, 地质灾害的频发为工程建设带来了新的挑战。基于此, 勘查与设计作为防治工程的关键环节, 质量控制直接关系到工程的安全性及效果。为工程提供可靠的科学依据, 高质量的勘查与设计不仅能确保防灾措施的精确执行, 还能有效提高防治工程的整体效果。分析勘查与设计质量控制的核心要素, 探讨两者协同工作的必要性, 以期地质灾害防治工程提供有效的优化策略, 推动技术创新与管理进步。

1 地质灾害防治工程勘查质量控制

1.1 项目的合理承接

地质灾害防治工程的勘查项目承接是确保后续工作顺利开展的关键环节。合理的承接不仅为勘查质量提供了保障, 还直接影响着整个防治工程的可行性与安全性。在承接项目时, 首先应对项目背景进行全面评估, 详细了解项目区域的地质特点、灾害类型及历史数据等关键信息, 确保所承接的项目与勘查团队的技术能力及资源条件相匹配是至关重要的。项目的规模与复杂性也应当符合勘查团队的经验及技术储备, 避免因项目过于复杂或规模过大,

导致勘查进度或质量受到影响。工作承接还需根据项目的实际要求, 合理规划工作计划与技术路线, 通过对项目目标、技术标准、实施条件及潜在风险的全面分析, 为勘查过程提供充分的科学依据, 确保每一步都在可控范围内。同时, 承接决策的过程应确保公正与透明, 避免由于招标程序不规范或项目选择不当而埋下隐患。

1.2 勘查准备工作质量控制

勘查准备工作是地质灾害防治工程顺利开展的基石, 它直接影响勘查数据的准确性及后续分析的可靠性。在这一阶段必须确保所有基础资料的收集与审核工作无一遗漏, 包括历史勘查数据、区域地质信息、气象条件、灾害记录等资料, 必须保证完整性与准确性, 任何一项信息的缺失都可能对勘查质量产生影响, 为制定科学合理的勘查计划, 资料的全面性与准确性是至关重要的依据。团队成员不仅应具备扎实的专业知识与技能, 还需深入了解勘查项目的具体要求与工作流程, 合理的人员安排与充足的技术培训因此显得尤为关键。在人员安排方面, 任务应根据项目的规模与复杂性进行合理分配, 确保每一环节都有专人负责且具备相应的专业能力。勘查设备与工具的准备也是保障工作顺利进行的关键环节, 设备的精确校准与性能测试, 是确保测量数据准确性的前提, 在勘查前所有设备

必须经过全面检查,确保其在现场使用时稳定且完好。特别是高精度设备使用前应进行详尽的校准与调试,以避免因设备故障或数据误差影响勘查结果。此外,勘查现场的评估与预判也是不可忽视的一部分,在准备阶段应对勘查区域进行全面评估,识别潜在的环境障碍与安全隐患,为勘查工作的顺利开展奠定坚实基础。

1.3 科学制定勘查监督计划

勘查监督计划是确保地质灾害防治工程勘查质量的关键工具,它通过有效的管理与控制,确保各环节严格按照标准规范执行。在制定监督计划时需明确监督目标与重点,确保勘查过程中的每一个关键步骤都能有清晰的质量标准与控制措施,这些目标不仅关注勘查数据的准确性与完整性,还必须考虑勘查过程中涉及的安全问题与环境保护要求。制定监督方案时应根据勘查项目的特点、规模及复杂性灵活调整监督内容,对于地质环境较为复杂的项目,现场检查与数据核对环节的增加显得尤为重要;对于较简单的项目则可以适度简化监督流程,以避免过度干预。计划中还应设定定期检查点,借助现场巡检与数据审查等手段及时识别并纠正潜在问题,从而防止问题积累并在最后阶段产生严重的质量隐患。另一个关键要素是责任的明确分配,确保每位勘查人员及监督员的职责明确协作高效。监督员不仅需要检查勘查工作的执行情况,还应为勘查人员提供实时的技术指导,帮助他们及时解决现场出现的技术难题,监督员还要重视对勘查成果的实时反馈,确保各阶段工作能够按时、高质量地完成。

1.4 强化现场勘查质量控制

现场勘查在地质灾害防治工程中占据着核心地位,质量直接关系到勘查结果的可靠性与准确性。为了确保现场勘查的高质量开展,前期的充分准备工作必不可少,这包括对勘查区域的环境、气候、地质特征以及安全条件的详尽评估,潜在的危险源需提前识别,以确保勘查活动能够在安全、可控的条件下顺利进行。此外,参与勘查的技术人员必须具备扎实的专业知识与丰富的实践经验,方能应对现场复杂多变的地质条件。在实际操作过程中严格执行勘查计划至关重要,每个步骤必须依照标准操作规程进行,尤其是在采样、测量及数据记录等关键环节。现场负责人需时刻跟进勘查进度,监控数据质量与技术执行,确保操作符合设计要求,及时防止任何偏差的发生^[1]。在勘查过程中数据需实时核对,任何发现的错误都应及时修正,以避免后期数据问题影响最终结果。所有勘查设备应经过严格的检验与调试确保性能稳定,测量结果准确可靠,对于精密设备定期校准不可忽视,确保每次使用时的数据精确无误。如遇设备故障,应迅速进行维修或更换,避免设备问题延误勘查进度或影响数据的准确性。

1.5 勘查报告的编制与提交

勘查报告在地质灾害防治工程中具有举足轻重的地

位,它不仅记录了现场勘查的所有数据与分析,还为后续设计与决策提供了关键依据。因此,编制与提交勘查报告时必须严格遵循质量标准与规范要求。报告内容必须确保完整与准确,涵盖所有相关的勘查数据,如地质特征、灾害风险评估以及现场测量结果等,各项数据应以条理清晰、易于理解的方式呈现,而图表与图示的使用则有助于增强信息的可读性。尤其对于复杂的地质现象或灾害预测,报告中应提供充分的分析与解释,避免单纯罗列数据而缺乏深入的阐述。在编写过程中规范的流程必须得到遵守,确保结构合理、内容严谨。勘查报告通常包括前言、勘查方法、现场勘查过程、数据分析、结论与建议等模块,每个部分应按照既定顺序展开,确保各部分内容逻辑清晰、层次分明,使读者能够迅速掌握报告的核心要点。数据的准确性至关重要,必须在编写时确保所有测量数据和分析结果经过严格核对,以避免细节疏漏影响报告的整体质量,报告的语言应简洁、专业,避免模糊不清的表达或过度复杂的技术术语,从而确保报告既能满足专业人员的需求,又能为非专业的决策者提供明确的指导。在报告编制完成后,需经过多轮审查与修订,以确保所有内容的准确性与完整性。提交时,还需特别关注时效性,确保报告能够按时提交,避免延误对项目后续工作的影响。

2 地质灾害防治工程设计质量控制

2.1 工程设计输入与输出的质量控制

在地质灾害防治工程设计中,质量控制的关键环节是输入与输出。设计输入为工作提供了基础,而设计输出则体现了最终成果。两者紧密相连、相互依赖,缺一不可,只有通过有效的输入控制与严格的输出管理,才能确保设计成果具备科学性、可行性和实用性。设计输入的质量直接决定了设计的基础,通常设计输入涵盖了前期勘查数据、相关规范与标准、设计需求、资金预算等多个方面。对于这些输入资料的质量审查必须确保准确性、完整性及时效性。例如,勘查数据作为核心输入,其质量直接关系到设计方案的合理性^[4]。如果勘查数据存在遗漏或误差必然会影响到设计的精确度,甚至导致方案的失败。因此,设计团队应对所有输入资料进行全面核对,确保真实可靠符合当前标准与实际需求。设计输入的合理性与需求的明确性同等重要,后者直接影响方案的制定。如果设计要求模糊或不具体,可能会导致设计方向出现偏差,进而影响最终效果。为确保设计目标的准确性,项目各方应在设计之前进行充分沟通,确保需求清晰、具体且符合项目实际情况。设计输出方面的质量控制同样至关重要,设计输出包括设计图纸、计算书、技术报告等文件,这些是工程实施的依据。确保设计输出符合技术规范是保障方案可实施性与经济性的关键,只有符合规范的设计方案,才能确保工程顺利进行。控制输出质量的关键在于定期审查与验证。在设计成果完成后,必须进行严格的内部审核、技术评审与质

量检查,确保图纸和技术文件的准确性符合项目要求。此外,设计输出应具备良好的可操作性,方案内容应简洁、明确,避免模糊的表述,确保施工与后期实施能够顺利进行。

2.2 工程设计的审核与验证

工程设计的审核与验证是确保设计质量的关键步骤,它能够有效发现设计中的问题与潜在风险,避免错误的方案进入实施阶段。在地质灾害防治工程中,设计的科学性与安全性对工程的成功至关重要,因此,这一环节的工作必须既严谨又细致。设计审核的主要任务是全面审查设计方案,从技术可行性、经济性及法律合规性等多个角度进行评估,确保设计不仅符合技术标准,还能够适应项目的实际需求与预算限制。在审核过程中,设计团队应对所有相关文件进行细致检查,确保每一项计算与设计参数的合理性与准确性并符合最新的规范要求。尤其在涉及复杂地质条件或特殊防治需求的情况下,多学科、多专业的专家参与审核显得尤为重要,这有助于确保设计方案的全面性与可靠性^[2]。设计验证则是在设计审核通过后,对设计方案进行深入确认,验证在实际应用中能否达成预期效果。在验证过程中,模拟、试验及工程测量等手段将被采用,以评估设计的关键环节和功能是否符合实际需求。特别是对于地质灾害防治工程,验证不仅是对设计理念的检验,更是对其能否有效应对灾害风险的实际考量。例如,在防洪或滑坡防治设计中,通过模拟计算或小规模试验,可以验证设计方案的稳定性与可靠性,确保其在真实条件下能够有效发挥作用。设计审核与验证不仅仅是独立的检查环节,它们应贯穿设计的各个阶段,在设计初期通过多轮讨论与评审,方案可以得到不断的优化与完善;而在设计的后期,则更多关注细节与实际可行性,确保每一项设计都经过严格的审查与验证,从而减少因设计缺陷而引发的潜在风险。

3 地质灾害防治工程勘查与设计质量控制协同机制

在地质灾害防治工程中,勘查与设计的质量控制协同机制是确保项目顺利实施的核心。勘查与设计是工程建设过程中密切相关的两个环节,勘查为设计提供了必要的基础数据,而设计则基于这些数据进行进一步的优化与细化,二者的紧密配合不仅能够保证信息的顺畅流动,还能减少因数据不准确或沟通不良所产生的错误,从而提高工程的安全性、可行性及实施效果。在项目初期,勘查与设计团队需要充分沟通与规划,以确保双方在目标与要求上达成共识。勘查工作不仅要关注地质条件,还需要为设计阶段提供具体、可操作的数据。勘查团队与设计团队应在项目启动时明确勘查数据的重点,以及设计所需的关键参数,通过这一阶段的有效协作,可以避免后续设计过程中因信

息不足或偏差而造成频繁调整与修改。在勘查阶段,勘查数据应及时反馈给设计团队,并根据现场情况进行动态调整。地质灾害防治工程通常面临复杂多变的地质环境,勘查过程中可能会发现新的问题或潜在风险,在这种情况下相关信息应迅速提供给设计团队,以确保设计方案能够实时调整^[3]。例如,若勘查阶段发现某一地质结构存在滑坡风险,防治措施或结构设计便可据此调整以增强防灾能力。勘查结果与设计方案的持续互动也是协同机制的重要组成部分。随着设计的深入,设计团队可能会根据新的施工要求或技术变化,提出对勘查数据进一步验证的需求,对这一需求勘查团队应及时响应,进行必要的补充勘查或验证,以确保设计方案的精确性与可实施性。与此同时,设计团队也应根据最新的勘查数据不断优化设计方案,以确保设计与地质条件高度匹配。定期组织勘查与设计团队的协调会议,项目经理或总工程师应确保各方在项目实施过程中目标一致、步调统一,通过这样的跨部门沟通与协调,信息孤岛现象能够有效避免,各阶段的顺利推进也得以保证。建立并维护良好的协同机制,不仅能提升勘查与设计的工作效率,也能最大限度地减少因沟通不畅或信息传递不及时引发的风险。

4 结语

在地质灾害防治工程中,勘查与设计的质量控制至关重要,直接关系到工程的安全性及可行性。精准的数据支持由勘查提供,而设计则在这些数据的基础上进行优化与完善,两者的紧密合作构成了确保工程成功的核心要素。通过制定科学的质量控制方案,并强化勘查与设计之间的协同机制,数据误差与设计偏差能够有效避免,从而提升工程质量与防灾能力。随着技术的进步与管理水平的不断提高,勘查与设计质量控制协同机制将愈加完善。通过信息化技术的应用及更为严格的规范要求,地质灾害防治工程的质量控制将得到进一步增强,确保项目实施的顺利进行及其可持续发展。

[参考文献]

- [1]张杨,米拓,杨骁.建设用地地质灾害危险性评估分析——以唐山市某小学为例[J].化工矿产地质,2022,44(1):72-77.
 - [2]刘佳海.地质灾害防治工程勘察与设计质量控制[J].世界有色金属,2022(17):172-174.
 - [3]胡学飞.地质灾害防治工程勘察与设计质量控制[J].世界有色金属,2020(4):267-268.
 - [4]高燕.地质灾害防治工程勘察与设计质量控制探究[J].农业灾害研究,2024,14(9):305-307.
- 作者简介:张杨(1987—),女,主要从事地理信息系统、水文地质、环境地质工作,工程师。

岩土工程勘察在边坡治理中的应用研究

傅显显

安徽建筑大学设计研究总院有限公司, 安徽 合肥 230009

[摘要] 边坡的稳定性直接影响工程的安全性与经济效益, 尤其在山体开挖、公路及铁路建设等项目中尤为突出, 岩土工程勘察为边坡治理提供了至关重要的数据支持, 帮助评估地质条件及潜在风险。随着工程需求的日益复杂, 传统的勘察方法已难以满足要求, 提升勘察精度与效率已成为亟待解决的关键问题。随着新技术的不断应用, 岩土勘察手段日益多样化, 勘察流程与技术的进一步优化已变得势在必行, 以提高治理效果。

[关键词] 岩土工程; 勘察; 边坡治理

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15001

中图分类号: U418.52

文献标识码: A

Application Research on Geotechnical Engineering Investigation in Slope Treatment

FU Xianxian

Anhui Jianzhu University Design and Research Institute Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230009, China

Abstract: The stability of slopes directly affects the safety and economic benefits of engineering, especially in projects such as mountain excavation, highway and railway construction. Geotechnical engineering investigation provides crucial data support for slope treatment, helping to evaluate geological conditions and potential risks. With the increasing complexity of engineering requirements, traditional survey methods are no longer sufficient, and improving survey accuracy and efficiency has become a key issue that urgently needs to be addressed. With the continuous application of new technologies, the methods of geotechnical investigation are becoming increasingly diversified, and further optimization of the investigation process and technology has become necessary to improve the effectiveness of governance.

Keywords: geotechnical engineering; investigation; slope treatment

引言

随着工程建设步伐的加快, 边坡稳定性问题已逐渐成为各类基础设施项目中的重大挑战。岩土工程勘察作为确保边坡治理效果的基础环节, 具有至关重要的作用, 直接关系到工程安全性提升与设计方案优化, 通过精准的勘察, 边坡的地质条件得以有效评估, 潜在的风险得以识别, 为后续治理措施提供科学依据。但在实际操作中, 岩土勘察仍面临诸多挑战, 通过探讨岩土工程勘察在边坡治理中的关键作用, 分析其当前存在的问题, 并提出相应的优化路径, 为工程实践提供有益参考。

1 岩土工程勘察对边坡治理的重要作用

1.1 提高边坡稳定性

岩土工程勘察在边坡治理中起着至关重要的作用, 特别是在提高边坡稳定性方面。在勘察过程中最关键的任务是对土壤及岩石的物理力学性质进行全面分析, 从而确保能够准确预测地基与边坡的稳定性。通过这一过程, 潜在的地质灾害隐患, 如滑坡、崩塌等能够被及时识别, 为后续治理措施的制定提供了可靠的决策依据。地下水的流动、岩土层的分布以及裂隙的存在, 这些因素对边坡稳定性影响深远, 通过勘察能够全面掌握这些信息。例如, 当勘察数据揭示出水文条件异常时, 便可迅速采取排水等工程措

施, 有效减少水流对土体渗透与扰动的影响, 从而降低滑坡或坍塌的风险。勘察结果还能对支护结构的设计提供科学指导, 使其在各种气候与环境条件下均能保持稳定。因此, 岩土工程勘察不仅是评估边坡安全性的基础, 还是确保治理方案得以顺利实施的关键前提。

1.2 精确评估边坡条件

精确评估边坡条件在岩土工程勘察中占据至关重要的地位, 为边坡治理提供了必不可少的科学依据。在勘察过程中, 除了对地质条件、土壤及岩石的力学性质进行详细分析外, 还必须对边坡的整体形态、地质构造及其变形特征进行全面评估, 这些因素共同决定了边坡在自然环境与人为干预下的稳定性。通过对边坡表面形态、断层及裂隙的调查, 能够识别出可能影响稳定性的构造特征; 与此同时, 地下水分布情况的调查为评估水文条件对边坡稳定性的影响提供了重要依据。岩土勘察还为工程师提供了土体的抗剪强度、压缩性等关键参数, 确保在后续边坡稳定性分析中能够依赖可靠的数据支持。通过精确的勘察, 潜在隐患得以及时识别, 基于这些数据合理的治理方案得以制定, 从而有效提高了边坡治理的安全性与有效性。

1.3 增强项目经济效益

岩土工程勘察在边坡治理中的作用不仅体现在提高

项目稳定性上,更显著增强了经济效益。精确的勘察能够为边坡治理提供科学依据,进而有效降低项目风险与成本。勘察结果能够揭示潜在的地质问题,指导工程设计避免不必要的返工与资源浪费。例如,在边坡治理的初期阶段,土壤承载力、岩层结构及地下水位等因素的准确评估,使工程师能够选择最适宜的加固方案,避免过度设计或设计不足,这个过程不仅提升了施工效率,还确保了材料与技术的合理利用,从而减少了不必要的开支。勘察结果同样为后期的维护与监测提供了必要的的数据支持,使潜在问题得以及时识别并有效应对,避免了长期运营中的高额维修费用。通过优化设计、降低风险与成本,岩土工程勘察有效地提升了边坡治理项目的经济效益。

2 岩土工程勘察在边坡治理中的应用方式

2.1 实地地面状况调查

实地地面状况调查在岩土工程勘察中占据重要地位,为后续边坡治理提供了最直接、最基础的数据支持。通过现场勘察,工程师得以全面了解边坡的外部形态、植被覆盖以及潜在的裂缝或滑坡痕迹等地表特征,这些常常反映出地下地质条件的变化及边坡稳定性问题。例如,若在地表发现裂缝或土体剥离现象,则可能预示着土层松动或地下水渗透带来的潜在风险,对地面状况的细致调查直接影响边坡稳定的因素得以捕捉,且后续钻探与采样的定位也得到了有力的支持。结合气候数据与历史灾害信息,实地调查不仅有助于评估边坡在不同环境条件下的变化趋势,更为制定科学的治理方案提供了基础依据。通过此项调查,关键的第一手资料得以收集,为边坡治理方案的针对性与可行性提供了有力保障。

2.2 地质勘察的实施

地质勘察的实施在岩土工程勘察中至关重要,为深入了解边坡地下条件提供了必要的基础。通过对地下土壤、岩石、断层、裂隙等地质特征及地下水分布情况的勘察,边坡的稳定性及潜在风险得以准确评估,该过程通常包括钻探、取样、实验室分析等环节,通过钻孔采集不同深度的土壤和岩石样本,进一步分析其物理力学性质,如密度、抗剪强度、渗透性等。这些数据为后续的边坡稳定性分析与设计提供了关键支持。此外,潜在的滑坡面、断裂带等不稳定因素常常被地质勘察所揭示,为制定针对性的治理方案提供了科学依据。

2.3 岩土工程勘察流程的优化

岩土工程勘察流程的优化,对于提高边坡治理的效率与精确性至关重要。在传统勘察过程中,常常出现数据采集不完整或信息处理滞后的问题,进而影响后续设计与治理方案的准确性,通过对勘察流程的优化,工作质量能够显著提升。勘察前的准备阶段尤其关键,需精确界定勘察的范围、深度及采用的技术手段,以确保最短时间内获取最具代表性的数据。在勘察过程中,信息采集与分析应同

步进行,结合现代化地质信息技术与设备,如遥感、地质雷达及数字化钻探技术,数据的准确性与时效性将大大提高。数据分析阶段,先进的分析工具应当被应用,以精确处理收集到的数据,减少人为误差,从而确保分析结果的可靠性。此外,勘察结果应及时与设计团队对接,使他们能够根据最新的地质信息进行科学合理的设计,确保治理方案的精确性。通过这些流程优化措施,数据的准确性得以保证,工程施工周期得以有效缩短,项目成本也得到了降低,从而为边坡治理提供了更加高效、精准的支持。

3 岩土工程勘察面临的主要问题

3.1 岩土界面划分的难度

岩土界面划分的难度,尤其在边坡区域常成为岩土工程勘察中的一大挑战。该区域的岩土界面通常复杂多变,地层过渡带、裂隙带及断层等地质现象,使界限的界定常常模糊不清。在土层与岩层交界处,软硬交替、结构不均的现象尤为显著,增加了界面划分的难度。地下水的渗透及侵蚀作用更加加剧了土层的变化,使岩土界面的划分变得愈加复杂。如此不确定性不仅影响勘察数据的精准性,还可能引发后续分析与设计过程中出现偏差。尤其在边坡治理过程中,界面划分的不明确,极可能导致对稳定性评估的错误判断,进而影响后续处理措施的有效性。

3.2 地质形态及构造的复杂性

地质形态与构造的复杂性构成了岩土工程勘察中一项巨大的挑战。边坡地区的地质条件通常呈现出极高的不均匀性,地层分布的差异、断层的延展及岩层的倾斜,均对勘察工作提出了严峻的要求。多种类型的岩石与土壤交错分布,甚至伴随有不规则的沉积与变形现象,这些不稳定的地质构造进一步增加了勘察的难度,使地质现象的准确分析与判断变得愈加复杂。尤其在拥有多条断裂带或复杂构造的区域,岩土体的力学性质、渗透性等关键特性往往难以精准评估,从而影响对边坡稳定性的判断及治理方案的合理性。如此复杂的地质形态不仅提升了勘察过程中的技术难度,也可能在后期设计中埋下潜在风险,进而推高了工程的成本。

3.3 岩土参数的获取难题

获取准确的岩土参数,作为岩土工程勘察中的一项重大挑战,尤其在边坡治理中显得尤为关键。边坡稳定性评估高度依赖土壤和岩石的物理力学参数,如抗剪强度、孔隙率、密度及渗透性等,但这些参数在不同地点、深度以及地质环境中,往往呈现较大的差异。在复杂的地质条件下,岩土体的力学特性不仅受深度的影响,还可能受到水文条件、温度变化等因素的干扰,从而导致其参数出现波动。现场勘察技术的局限性使得许多岩土参数无法通过常规测试手段直接获得,通常需要借助实验室分析或推测方法,这无疑增加了勘察的难度。一些参数的测试过程繁琐且成本较高,消耗了大量时间与资源,严重影响了勘察效

率。这些挑战导致了岩土工程勘察数据的不确定性,进而对后续设计与施工的科学性及安全性产生潜在影响。

3.4 勘察人员的技术水平问题

勘察人员的技术水平作为岩土工程勘察中的一项重要制约因素,直接影响着工作质量与效率。在岩土勘察中,复杂地质条件的详细分析要求勘察人员不仅具备扎实的专业知识,还需具备高度的操作技能与准确的判断力。由于行业内技术人员的培养周期较长,经验积累有限,部分勘察人员在面对复杂地质环境时,可能未能做出及时有效的反应。尤其在特殊或极端的地质条件下,勘察人员的判断力常常面临挑战,导致数据采集可能出现偏差甚至对地质现象产生误读,这些问题不仅影响勘察结果的准确性,还可能在后续设计与施工中带来潜在隐患,从而增加项目的风险与不确定性。

3.5 勘察数据的代表性与精度问题

勘察数据的代表性与精度作为岩土工程勘察中的关键问题,直接关系到边坡治理设计与施工的科学性与可行性。在边坡治理过程中,所收集的勘察数据若无准确性与代表性,将无法为后续工程决策提供可靠基础。由于地质条件的复杂性及勘察方法的局限性,全面、精确地反映每一处地质体的特征常常面临困难,勘察数据代表性的问题,主要体现在勘察点位的选择上,某些区域因地形复杂或交通不便等原因未能得到充分勘察,导致所得数据未能全面覆盖整个区域的地质状况。与此同时,勘察过程中所使用的设备、测量方法与分析技术存在精度差异,也可能导致同一地质条件下的数据产生偏差。这些问题最终可能导致勘察结果的误差,从而影响边坡稳定性评估的可靠性,进而影响治理方案的有效性与可行性。

4 岩土工程勘察在边坡治理中的优化措施

4.1 多阶段勘察的实施

实施多阶段勘察作为优化岩土工程勘察并提升边坡治理效果的有效途径,在边坡治理过程中发挥着重要作用。由于地质条件的复杂性与不确定性,单一阶段的勘察往往难以全面掌握区域的地质特征及潜在风险,通过多阶段勘察可以有效弥补这一不足,逐步获得更加详尽的数据。在初期阶段,浅层勘察主要用于了解地表的基本情况,为后续更深层次的勘察提供基础。随后,随着勘察的深入逐步展开中深层勘察,通过钻探与取样等手段,获取更为全面的岩土参数与地质信息。随着勘察进一步推进,特殊区域(如滑坡带、断层带等)及关键区域将成为重点勘察对象,确保所有潜在危险因素能够得到及时识别,采用这种多阶段的勘察方式不仅提高了数据的准确性与全面性,还可根据实际需求灵活调整勘察方案,从而为边坡治理提供切实有效的技术支持,最终有效降低工程风险并提高治理效果。

4.2 测绘与物探技术的综合应用

测绘技术与物探技术的综合应用,在提升岩土工程勘

察精度与效率方面,发挥着至关重要的作用。在边坡治理勘察中,尽管传统的钻探与取样方法能够提供一定的地质信息,但由于勘察点位和深度的限制常常难以全面覆盖整个区域,通过结合测绘与物探技术,这一不足得到了有效弥补。凭借其高精度的地面调查能力,测绘技术能够准确描绘地形地貌及地表特征,为后续勘察工作提供可靠的基础数据。而物探技术,如地震波探测、雷达扫描等则能深入地下,非破坏性地探测土层与岩层的特性,进而有效识别潜在的断层、裂隙或滑坡等隐患区域。两者的结合应用不仅拓宽了勘察的广度与深度,还确保了数据的精确性与全面性,从而能够及时发现边坡治理中的关键问题。随着技术的不断进步,测绘与物探技术的结合变得愈加精密,提供了更加详尽的地质信息,并实时监测勘察过程,确保数据的连续性与可靠性,这种综合应用显著提高了勘察质量,为边坡治理方案的科学制定提供了更加扎实的依据。

4.3 原位测试方法的应用

原位测试方法在岩土工程勘察中占据了至关重要的地位,尤其是在边坡治理过程中,这些方法通过在现场直接对土壤和岩石进行测试,能够获得最真实且具有代表性的地质数据,相较于实验室分析能够更准确地反映出工程中的实际地质条件。常见的原位测试方法包括标准贯入试验(SPT)、静力触探试验(CPT)以及原位剪切试验等,这些方法能够有效测量土层的承载力、变形特性及其他工程性质,通过这些测试实时获得的土层密实度、粘性、稳定性等关键参数,为边坡稳定性分析提供了精准的数据支持。在边坡治理的过程中,原位测试方法尤为重要,潜在的滑坡带、软弱层以及其他不稳定因素能够被有效识别,及时发现风险,进而帮助制定科学、合理的加固措施。与其他测试方法相比,原位测试具有非破坏性、快速且成本低廉的优势,使勘察效率大幅提升,同时最大限度地减少了对现场环境的干扰,通过合理运用这些测试技术,不仅能显著提高边坡治理的精度与效果,还为工程的顺利推进打下了坚实的基础。

4.4 提升技术设备及人员素质

在岩土工程勘察中,技术设备水平与人员素质的提升是确保工作质量的关键因素。在边坡治理的勘察过程中,所采用的技术设备直接决定了数据的精度与全面性。以高精度地质雷达、三维地质建模软件以及自动化钻探设备为例,这些先进设备能够高效、准确地获取地下土壤与岩石的特性,从而减少人为误差并提高勘察结果的可信度。与此同时,勘察人员的技术水平同样至关重要,精通现代勘察设备的操作技能不仅要求他们具备扎实的地质学与岩土工程专业知识,还应能够对复杂的地质条件进行科学分析与准确判断。通过持续的培训与技术交流,勘察团队的综合素质得以显著提升,从而在面对多变的地质环境时能够作出快速有效的响应。只有在技术设备与人员素质双管

齐下的情况下,勘察工作才能得以高效、精准地开展,从而为边坡治理提供可靠的数据支持,确保工程顺利实施并为其打下坚实的基础。

5 未来发展方向与创新

5.1 新型勘察技术的引入

随着科技的飞速发展,新型勘察技术在岩土工程领域的应用带来了深刻的变革。在边坡治理过程中,逐渐无法应对日益复杂的工程需求的传统勘察手段,推动了更先进、效率更高的勘察技术的引入。近年来,作为一种创新手段,无人机勘察技术凭借搭载高清摄像头与激光雷达(LiDAR)等设备,能够快速获取边坡区域的三维数据,这不仅提高了勘察效率还有效规避了人工勘察中存在的风险与局限性^[1]。同时,地质雷达成像技术(GPR)与高精度微波成像技术也逐步成为重要的勘察工具,通过这些非破坏性手段,地下结构能够深入探测,岩土体的详细信息得以获取,勘察数据的精度与可靠性得到了大大提升。随着人工智能与大数据技术的不断进步,勘察数据的分析与处理正朝着智能化方向发展。基于大数据的地质模型,能够更准确地预测边坡变化趋势,为治理方案的制定提供科学支持。新型勘察技术的引入使岩土工程勘察在边坡治理中的应用更加高效、精准,极大地促进了项目的顺利实施。

5.2 勘察信息化与智能化发展

在岩土工程领域,尤其在边坡治理中信息化与智能化技术的发展正成为一项重要趋势,展现出广泛的应用潜力。通过数字化手段,勘察数据、分析结果与工程设计之间的无缝连接已被信息化技术实现,推动了数据管理的高效性与实时共享^[2]。借助地质信息系统(GIS)与勘察管理软件,勘察进度可以被工程师实时追踪,现场数据得以远程获取并进行分析,从而有效提升了决策的效率与准确性。智能化的发展进一步促进了勘察过程的自动化与智能分析,利用人工智能算法,勘察数据得以深度挖掘与模式识别,土壤与岩层的结构特征不仅能被智能系统自动分析,还可以结合历史数据对边坡稳定性进行预测,为后续治理措施提供了科学依据。通过信息化与智能化的深度融合,岩土工程勘察的各个环节得到了优化,不仅数据的准确性与时效性得以提升,也降低了人工操作的风险与成本,显著提高了边坡治理的效率与安全性。为未来边坡治理提供了更加精细与智能的技术支持,这一发展趋势无疑将推动行业的持续进步。

5.3 跨学科协作与数据共享

在岩土工程勘察中,尤其是复杂的边坡治理项目中,跨学科协作与数据共享的作用愈发显得重要。岩土工程不仅涉及土壤与岩石的物理特性,还需要整合结构工程、环境科学、信息技术等多个领域的专业知识,通过不同学科的协同合作,工程师能够从多个角度对边坡稳定性进行全面分析,结合各学科的优势使勘察数据变得更加准确。比如,地质学家与结构工程师的合作,使勘察数据不仅仅局限于土壤层面,还能够将边坡的承载力、应力变化等因素综合分析,从而为设计出更加安全、经济的治理方案提供了科学依据^[3]。与此同时,数据共享为高效协作奠定了基础,各方通过统一的数据平台,得以实时访问勘察数据与分析结果,避免了信息孤岛的产生,减少了重复劳动及数据冲突。这种集成化的数据管理模式不仅提升了工作效率,还增强了项目团队的协同创新能力,为边坡治理的顺利实施提供了坚实的保障。随着跨学科协作与数据共享的深入应用,岩土工程勘察无疑将朝着更加系统化、精确化的方向发展。

6 结语

岩土工程勘察在边坡治理中占据着至关重要的位置,凭借其精准的数据采集与分析,为设计与施工提供了坚实的科学依据。尽管勘察工作面临技术与人员能力等方面的挑战,但随着勘察技术的持续进步,这些问题正在逐步得到解决。多阶段勘察、物探技术与原位测试等手段的应用,有效提升了勘察的精确性与效率,信息化、智能化的发展及跨学科协作的推动,为岩土勘察开辟了更多新的机遇。随着技术创新与各方合作日益深入,岩土工程勘察无疑将进一步引领边坡治理走向更加精细化、可持续的发展方向。

【参考文献】

- [1]倪志. 岩土工程勘察在边坡治理中的应用[J]. 交通世界, 2023(21): 47-50.
 - [2]范来生. 岩土工程勘察在建筑边坡治理中的重要性[J]. 江西建材, 2020(10): 71-72.
 - [3]杨争. 岩土工程勘察在地质工程边坡治理中的运用分析[J]. 工程建设与设计, 2022(11): 58-60.
- 作者简介: 傅显显(1987.2—), 男, 毕业院校: 安徽建筑工业学院; 所学专业: 勘查技术与工程, 当前就职单位: 安徽建筑大学设计研究总院有限公司, 职务: 专业副总工, 职称级别: 高级工程师(副高)。

土木工程施工技术中存在的问题与创新探究

宗力军

中电科建设发展有限公司, 河北 石家庄 050299

[摘要] 近几年, 随着我国经济的快速发展, 城市化进程速度不断加快, 建筑项目的需求也随之不断地增长。土木工程施工技术是建筑项目中要用到的一个十分重要的技术, 目前我国在土木工程领域小有成就, 土木行业的技术也一直处在不断地改革创新中。虽然目前发展状况良好, 但是依然存在着许多问题。鉴于此, 找出现阶段土木工程施工技术中存在的问题, 并且改革创新是十分有意义的。

[关键词] 土木工程; 施工技术; 问题与创新

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15047

中图分类号: TU74

文献标识码: A

Exploration on Problems and Innovations in Civil Engineering Construction Technology

ZONG Lijun

China Electronics Technology Construction Development Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050299, China

Abstract: In recent years, with the rapid development of Chinese economy and the accelerating pace of urbanization, the demand for construction projects has also continued to grow. Civil engineering construction technology is a very important technology used in construction projects. Currently, China has made some achievements in the field of civil engineering, and the technology in the civil engineering industry has been constantly reforming and innovating. Although the current development situation is good, there are still many problems. In view of this, it is very meaningful to identify the problems existing in the current stage of civil engineering construction technology and to reform and innovate.

Keywords: civil engineering; construction technology; problems and innovations

引言

随着城市化进程的加速以及基础设施需求的持续增长, 土木工程施工技术在建筑行业的重要性愈加突出。然而, 诸多亟需解决的问题依然存在于实际施工过程中, 这些问题不仅制约了施工效率, 还对工程质量与安全性产生了负面影响。因此, 探讨土木工程施工技术的相关问题与创新变得尤为重要。目前, 施工技术面临的主要挑战包括实践性不足、管理机制不完善及施工技术水平的参差不齐等。这些问题往往导致施工效率低下、资源浪费加剧, 同时安全隐患也随之增加, 从而对工程进度与项目成本造成不利影响。新材料、新设备及新工艺的不断涌现, 使得如何有效应用这些创新技术成为行业发展的重要课题。对土木工程施工技术的创新进行深入研究, 能够为行业发展提供理论支持, 同时为实际施工提供切实可行的解决方案。通过分析存在的问题, 结合科技进步与工程实践, 适应新时代需求的施工技术创新路径的探索, 将有助于推动土木工程行业的转型与升级, 进而实现更高效、更安全及更可持续的建设目标。

1 土木工程施工技术创新的重要价值

1.1 提高施工效率和工程质量

土木工程施工技术的创新在提升施工效率与工程质量方面具有重要意义。传统施工方法常常面临资源浪费、

工期延误以及工程质量不稳定等挑战, 这些问题的缓解得益于新技术的引入。例如, 通过采用先进的建筑信息模型 (BIM) 技术, 各项参数在施工过程中得以实时监控与分析, 潜在的设计缺陷及施工冲突可以提前识别, 从而减少现场施工中的变更与返工。此外, 结构的耐久性因新型材料的使用, 如高性能混凝土与自愈合材料而显著增强, 同时后期维护成本也大幅降低。智能化施工设备的应用, 使得施工精度得以显著提高, 复杂环境中的高难度作业得以顺利完成, 确保了工程的安全性与稳定性。

1.2 实现环保和可持续性目标

土木工程施工技术的创新在实现环保与可持续性目标方面至关重要。随着全球对生态环境保护关注的持续增加, 亟待解决的是传统施工方法导致的资源浪费与环境污染问题。新型施工技术的引入, 如绿色建筑材料的应用与循环利用, 不仅减少了自然资源的消耗, 也降低了施工过程中的碳排放。此外, 采用可持续的施工工艺, 如雨水收集系统与能效优化设计, 建筑物在使用过程中的能源消耗与水资源浪费得以显著降低, 从而提升整体的生态效益。

1.3 推动建筑领域的科技创新

土木工程施工技术的创新不仅深刻影响了工程实践, 还推动了建筑领域的科技进步。现代科技的迅猛发展带来了前所未有的机遇, 新材料、设备与施工方法的引入显著

提升了建筑行业的效率与效果。信息技术的应用,使得建筑设计与施工过程的数字化与智能化成为现实,从而增强了工程的精确性。此外,先进施工设备如机器人与无人机的使用,不仅提高了施工的安全性与可靠性,还加速了建筑行业向自动化转型的进程。通过不断探索与应用新技术,传统方法所面临的瓶颈问题得以有效解决,同时建筑材料的开发、施工工艺的优化以及建筑设计理念的创新也获得了新的视角与方法^[1]。这种科技创新提升了建筑工程的整体水平,为行业的可持续发展注入了活力,推动了更高效与环保的建筑实践的实现。

2 土木工程施工技术中存在的问题分析

2.1 施工技术实践性不足

在土木工程施工技术中,实践性不足的问题日益显著,直接影响工程的效率与质量。显著的脱节存在于部分施工技术的理论研究与实际应用之间,许多新技术在实验室中表现出色,但在真实施工环境中却难以有效实施。这种差距不仅源于理论与实践的不同,还受到施工环境、材料特性及设备条件等多种因素的影响。此外,由于施工人员的专业技能与实践经验不足,技术应用过程中难以准确掌握施工要领,从而增加了施工风险。现行施工标准与规范往往缺乏针对性,未能充分考虑实际施工条件的复杂性,这限制了新技术的有效推广。在施工过程中,不确定性与复杂性交织,再加上对新材料及新技术应用缺乏系统的培训与指导,施工操作容易出现失误,从而影响工程的质量与安全。

2.2 管理机制不够完善

在土木工程施工技术中,普遍存在的管理机制不完善,显著影响施工效率与工程质量。施工管理的职责与权责分配常常显得模糊,信息传递不畅与沟通效率低下由此产生,进而引发资源浪费与施工进度延误。与此同时,缺乏规范性与系统性的管理流程,使得施工过程中相关环节的衔接与配合缺乏有效协调,容易出现盲点与失误。此外,管理人员的专业素养与能力参差不齐,缺乏系统的培训与考核机制,面对复杂的施工环境时,科学合理的决策往往难以作出。施工现场的安全管理与质量控制机制不够健全,增加了风险隐患,进而影响施工的安全性与可靠性。同时,信息化管理手段的应用相对滞后,施工数据的实时监测与分析不足,使得缺乏有效决策所需的信息基础。

2.3 施工技术水平参差不齐

在土木工程施工技术中,普遍存在施工技术水平参差不齐的问题,显著影响了工程的质量、安全性及整体进度。由于施工队伍的专业背景、培训程度及实践经验差异,各施工单位在技术应用与执行标准上存在较大差距。系统培训的缺乏,使得部分施工人员在专业技能、理论知识及实操能力方面的不足,直接影响了施工的精度与质量。此外,未能及时跟进行业技术发展的某些施工单位,依旧采用传统施工方法与技术,无法有效应对复杂的施工环境与项目

要求,致使施工效率低下,并容易出现质量问题。技术标准与规范的执行力度不足,导致一些技术方案在实际施工中未能得到有效落实,影响了整体施工效果^[2]。由于技术水平不均所导致的质量缺陷与安全隐患,往往增加后续的维护成本,甚至可能引发安全事故。

3 土木工程施工技术的创新研究

3.1 科学的设计施工方案

在土木工程施工技术创新中,科学的设计施工方案至关重要,直接影响着施工效率,同时关系到工程的质量与安全。在制定施工方案时,项目的实际情况,如地质条件、气候因素、资源配置及工程的复杂性,需充分考虑。通过运用先进的设计工具与软件,可以全面模拟与优化施工方案,帮助工程师提前识别潜在的问题与风险。此外,兼顾可施工性与经济性的科学设计方案,通过合理的工序安排与资源利用,降低施工成本,确保施工进度的顺利进行。在施工方案中,必须充分重视必要的技术细节与安全措施,以保障施工过程的安全与稳定。此外,方案设计的灵活性也需具备,以便根据现场实际情况的变化进行调整,从而确保施工的适应性。

3.2 合理的安排施工程序

合理安排施工程序是土木工程施工技术创新中的关键环节,其重要性体现在多个方面,包括优化资源配置、提高施工效率及保障工程质量。在复杂的土木工程项目中,施工程序的安排对各项作业的衔接与协调直接产生影响。因此,在项目启动之初,显得尤为重要是科学制定施工程序。此过程应当包括对工程整体进度的合理规划,明确各施工阶段的时间节点,以确保工序的有序进行。同时,施工现场的空间布局亦需得到充分考虑,合理安排设备与材料的存放位置,以减少运输时间与人力资源的浪费。此外,重视不同施工工序间的相互影响,合理的程序安排能够有效避免施工冲突与重复劳动,从而提升工作效率。通过引入先进的项目管理工具与技术,如BIM(建筑信息模型)技术,施工进度实时监控与调整得以实现,确保施工过程的透明度与可控性。在安排施工程序时,关键环节也是安全措施落实,合理的施工步骤应将安全防范贯穿始终,以降低事故发生风险。

3.3 采用新型的施工材料

在土木工程施工技术的创新研究中,采用新型施工材料被视为提升工程质量及施工效率的关键策略。这些新材料通常具备更优异的性能,例如更高的强度、轻质特性、耐腐蚀性及环保性能,从而显著改善了传统材料在实际应用中的不足之处。以碳纤维复合材料和高性能混凝土为例,其应用不仅提升了结构的承载能力,同时有效减轻了自重,降低了基础设施的负担。此外,这些新型材料的优越耐久性在长期使用中减少了维护及更换的需求,进而降低了整体生命周期成本。自愈混凝土的引入,为土木工程施工带来了革命性的变化,能够通过内部胶结物的反应,在出

现微裂缝后实现自我修复,延长了结构的使用寿命,增强了安全性^[3]。另一方面,绿色环保材料的应用显示了对可持续发展的重视,其在生产及施工过程中对环境的影响较小,助力实现工程的生态友好性。在实际施工中,合理选择与应用新型材料,不仅能提升施工效率与缩短工期,还能增强工程的整体安全性与经济性,从而推动土木工程向更高标准与更优质量的发展。

3.4 管理机制的创新

在土木工程施工技术的创新研究中,管理机制的改革被视为确保项目顺利推进及提高工程质量的重要因素。传统管理模式常常面临信息流通不畅、决策效率低下以及资源配置不合理等问题,这些问题制约了施工效率与团队协作的潜力。更高效的信息共享与实时监控能够通过引入现代化管理机制实现,进而增强项目的透明度与可控性。例如,建筑信息模型(BIM)技术的应用,使得施工过程中的每一个环节均可通过数字化平台进行实时追踪,施工人员、设计师与管理者共享统一的数据源,从而减少误解及信息滞后引发的错误。同时,跨专业的协作机制的建立,有助于设计、施工及监理等各方的紧密配合,使得项目实施过程中能够灵活应对变化,并及时调整施工方案以应对突发情况。此外,提升项目管理者的培训与素质显得尤为重要,培养其综合管理能力与决策水平,以便在复杂的施工环境中作出科学合理的判断。通过制度创新与流程优化,现代土木工程的需求能够更好地满足,推动施工团队的高效协作与资源的最优配置,最终实现工程质量的持续提升与成本的有效控制。

3.5 提升土木工程信息化水平

在土木工程施工技术的创新研究中,提高信息化水平被视为推动行业发展与提升工程效率的重要途径。传统施工管理模式的改变,伴随着信息化技术的引入,为项目全生命周期提供了更为精准的数据支持与决策依据。借助建筑信息模型(BIM)、地理信息系统(GIS)及云计算等先进技术,信息在土木工程施工过程中的流动与处理能力显著增强。BIM技术的应用,使各专业之间的协调更加高效,施工人员通过三维可视化的方式,在动工前全面理解设计意图,潜在问题得以提前识别,从而减少现场施工中的变更与返工。此外,利用信息化管理系统,施工现场的各种数据,如进度、资源消耗及安全隐患,得以实现实时监控与分析,为管理者提供及时反馈。这种基于数据的管理模式,帮助实现了更科学的资源配置与风险控制,进而提升工程的整体安全性与经济性^[4]。在提升信息化水平的过程中,团队培训与素质提升显得尤为重要,确保信息技术的有效实施,施工团队需具备相应的信息化应用能力。同时,信息技术的普及与应用也需克服技术壁垒与传统观念的阻碍,通过建立标准化的信息交流平台,促进信息共享与协同工作,从而实现施工过程的智能化与自动化。

3.6 提升土木工程施工人员的整体素质

提高土木工程施工人员的整体素质,作为推动施工技术创新及提升工程质量的基础与保障,显得尤为重要。随着工程项目复杂性的不断增加,施工人员不仅需掌握传统施工技能,还应具备现代施工技术、信息化工具的应用能力,以及项目管理与团队协作等多方面的知识。实现这一目标的关键,在于持续的培训与教育。通过系统的职业培训与进修课程,施工人员能够及时获取最新行业标准、施工方法及材料应用,从而提升技术水平与实践能力。素质提升不仅仅限于技能方面,职业道德与安全意识的增强同样至关重要。施工现场的安全,直接关系到工程的顺利进行及人员的生命安全,因此,施工人员的安全意识、应急处理能力与规范操作意识的提高显得十分必要。通过开展安全培训、模拟演练等活动,施工人员应当有效提升应对突发情况的能力,从而减少安全事故的发生。此外,良好的团队协作能力也是施工人员素质提升的重要组成部分。在现代土木工程中,各专业间的协作与沟通,确保工程顺利进行的关键所在。施工人员需具备优秀的沟通技巧与协调能力,以便在多方利益关系中寻求平衡,促进团队合作。同时,信息化技术的引入,为施工管理提供了有效的数据支持,使信息交流更加高效。施工人员需学习如何利用这些新技术进行信息共享与反馈,从而提升工作效率。

4 结语

在土木工程施工技术不断演进的过程中,创新与问题并存的现象始终明显。尽管面临施工技术水平参差不齐、管理机制尚待完善以及实践性不足等挑战,但这些问题也为创新提供了动力与方向。有效途径提升工程质量与施工效率,在于科学设计施工方案、合理安排施工程序,以及应用新型施工材料。此外,必将为施工技术进步创造更优越环境的,还有管理机制的创新与信息化水平的提升。随着技术的持续发展,土木工程领域将迎来更多机遇与挑战,唯有坚持创新,积极应对当前问题,才能确保土木工程在可持续发展与社会进步中发挥更大作用。通过全行业的共同努力,质的飞跃将实现土木工程施工技术,为经济建设与城市发展带来繁荣。

【参考文献】

- [1]阿尔木来.土木工程施工技术中存在的问题与创新研究[J].现代物业(中旬刊),2020(1):206.
 - [2]李鹏远.土木工程施工技术中的问题与对策创新[J].四川建材,2019,45(7):89-91.
 - [3]孙瑞华.土木工程施工技术中存在的问题与创新研究[J].住宅与房地产,2019(6):183.
 - [4]朱昱瑾.土木工程施工中的问题与技术创新,劳动保障研究(2019年第1辑)[J].四川建材,2019,12(3):35-37.
- 作者简介:宗力军(1988.2—),男,毕业院校:天津大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:中电科建设发展有限公司,职务:项目经理,职称:工程师(中级)。

土木工程建筑中的混凝土结构施工技术

王连亮

衡水市建设工程质量检测中心有限责任公司, 河北 衡水 053000

[摘要]随着建筑行业的持续发展, 工程项目的规模和复杂性不断增加, 对混凝土结构的要求也愈加严格。在高强度与高耐久性要求的建筑中, 混凝土结构的施工质量直接决定了项目的最终效果。尽管传统的施工技术与管理方法在过去取得了显著成果, 但随着技术进步和施工环境的变化, 混凝土施工技术面临着新的挑战。例如, 在极端天气下的施工、复杂模板施工的精确度, 以及混凝土运输与浇筑过程中的严格控制等方面, 都需要更加精细与专业的技术措施确保施工质量。同时, 环保要求的提升与绿色建筑理念的推广, 使混凝土材料及施工过程中能源消耗、废弃物排放等问题必须得到妥善解决。如何在确保结构质量的基础上, 优化施工技术、提升效率并降低成本, 已成为当前混凝土施工技术研究与实践中的核心课题。

[关键词]土木工程; 混凝土; 施工技术

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15041

中图分类号: TU74

文献标识码: A

Construction Technology of Concrete Structures in Civil Engineering and Architecture

WANG Lianliang

Hengshui Construction Engineering Quality Testing Center Co., Ltd., Hengshui, Hebei, 053000, China

Abstract: With the continuous development of the construction industry, the scale and complexity of engineering projects continue to increase, and the requirements for concrete structures are becoming increasingly strict. In buildings with high strength and durability requirements, the construction quality of concrete structures directly determines the final effect of the project. Although traditional construction techniques and management methods have achieved significant results in the past, concrete construction technology is facing new challenges with technological advancements and changes in the construction environment. For example, in extreme weather conditions, precision in complex formwork construction, and strict control during concrete transportation and pouring processes, more refined and professional technical measures are needed to ensure construction quality. At the same time, the improvement of environmental protection requirements and the promotion of green building concepts require proper solutions to issues such as energy consumption and waste emissions during concrete materials and construction processes. How to optimize construction technology, improve efficiency, and reduce costs while ensuring structural quality has become a core issue in current research and practice of concrete construction technology.

Keywords: civil engineering; concrete; construction technology

引言

在现代土木工程建设中, 作为最常见的建筑材料之一, 混凝土被广泛应用于各种类型的工程项目中。建筑物的安全性、耐久性及使用性能直接受到混凝土结构质量的影响, 因此, 确保其质量已成为施工管理与技术研究的重要课题。混凝土的性能不仅受原材料、配合比、施工工艺及环境条件的影响, 还需在施工过程中实施精细化的技术管理。温度控制、裂缝防治、运输与浇筑技术及后期养护等环节, 是确保质量的关键因素。为保证混凝土结构的质量, 必须深入分析影响混凝土性能的多种因素, 掌握关键施工技术并采取科学的质量控制措施。

1 土木工程混凝土的影响因素

1.1 温度的影响

温度对土木工程混凝土性能的影响贯穿于材料制备、施工过程及硬化阶段, 作用复杂且具有显著的时效性。在施工过程中, 水泥的水化反应可能在高温环境下加速, 进

而增大混凝土内部的温度梯度, 这种变化容易引发塑性收缩裂缝。而在低温环境中, 水化反应的进程会被延缓, 混凝土的早期强度因此受到影响, 极端低温甚至会导致混凝土发生冻结损伤。由温差变化引起的热胀冷缩效应, 也会导致混凝土内部应力集中, 从而削弱结构的整体耐久性。因此, 控制施工阶段的温度条件显得尤为关键。采取如预冷材料、使用合适外加剂以及设置保温设施等措施, 能够有效减轻温度波动带来的不利影响, 确保施工质量得到保障。

1.2 混凝土自缩

混凝土自缩是水泥水化过程中, 由于内部湿度降低引起的体积收缩现象, 通常发生在混凝土硬化的初期阶段, 主要原因在于水泥颗粒与水反应时, 水泥水化产生的化学结合水与毛细孔水使内部毛细张力增加, 进而引发收缩。在高性能混凝土中, 由于低水灰比和高掺合料比例, 水分蒸发速度加快, 自缩现象因此更加显著。由此产生的收缩效应, 可能导致混凝土内部微裂缝的形成, 进而影响其抗

裂性和耐久性。因此，在混凝土配合比设计过程中，水灰比应合理调整，膨胀剂或养护材料的适度使用，能有效减缓自缩现象的产生与扩展。

1.3 混凝土成分的影响

混凝土的成分对其性能及施工效果具有直接且深远的影响。作为主要的胶凝材料，水泥的种类、矿物组成及细度，决定了混凝土强度的增长与耐久性的表现。骨料的粒径、级配及表面特性，则影响着混凝土的工作性与体积稳定性。水灰比作为混凝土配合比中的核心参数，比例直接决定了混凝土强度与耐久性之间的平衡。外加剂的选择与掺量（如减水剂、缓凝剂或膨胀剂）能够显著改善混凝土的流动性、抗裂性以及施工适应性。同时，掺合料如粉煤灰、硅灰或矿渣微粉的使用，除了有助于提升混凝土的后期强度和抗化学侵蚀能力外，还能优化碳足迹增强工程的可持续性。优化混凝土成分设计的科学性，是确保施工质量与工程耐久性至关重要的环节。

1.4 施工环境条件的影响

施工环境条件对混凝土结构质量的影响深远，特别是在极端天气下。温度、湿度与风速等因素，会直接作用于混凝土的水化反应及强度发展。在高温环境中，混凝土表面水分蒸发的速度加快，可能导致表面干裂或内部水化不完全，从而影响强度与耐久性。为应对这一问题，施工过程中通常会采取遮阳或喷水等手段，降低混凝土表面温度并保持适宜湿度，确保水化反应得以正常进行。低温条件下，水泥水化反应的速度减缓，若温度过低混凝土的水化过程可能无法完全进行，导致强度不足或发生冻裂。为保证水化顺利完成，在低温环境下施工时，常采取加热或保温等措施维持混凝土的适宜温度。过高的湿度也可能对混凝土产生不利影响，过多的水分会导致强度下降或引起不均匀沉降。风速过大会加速水分的蒸发，导致混凝土表面产生裂缝。为应对这些不利环境因素，施工现场应进行环境监测，并采取有效的调控与防护措施，以确保混凝土在各种环境条件下能够达到预期的质量标准。

2 混凝土结构施工技术的要点

2.1 配合比设计与调整技术

配合比设计与调整技术在混凝土施工中的重要性不言而喻，核心目标是在强度、耐久性与施工性能之间实现最佳平衡。在设计阶段，工程需求、环境条件及材料特性需要被综合考虑，以合理确定水灰比、骨料级配与水泥用量，并根据实际需要适量加入外加剂和掺合料，从而提升混凝土的流动性与抗裂性能。在施工过程中，配合比必须具备一定的灵活性，以便在温湿度变化、材料批次差异或运输延误等情况下及时调整关键参数。例如，减水剂用量的增减可以调节坍落度，而在高温天气条件下，适当增加缓凝剂的用量有助于控制水化反应速率。

2.2 模板工程施工技术

模板工程施工技术在混凝土结构施工中具有至关重

要的作用，其质量直接影响混凝土浇筑效果及结构的最终稳定性。在模板的设计与施工过程中，必须根据结构类型及荷载要求选择适宜的模板材料，如钢模板、木模板或组合模板，以确保其强度与刚度足够。同时，模板的安装应确保平整、垂直，接缝处须严密，以防止混凝土渗漏或发生变形。支撑体系的合理设置也是施工中的关键，支撑点需合理安排以防止模板变形，避免影响混凝土表面平整度或导致结构缺陷。在浇筑之前，模板表面应进行润滑处理以减少混凝土与模板的粘附，确保拆模时顺利进行。拆模时，混凝土强度应达到设计要求，避免因过早拆模而导致结构损坏。

2.3 混凝土运输与浇筑技术

混凝土的运输与浇筑是保证质量与施工进度关键环节。在运输过程中，保持混凝土的均匀性是至关重要的，需避免发生离析，并尽量减少运输时间，防止混凝土在途中提前凝固。根据施工现场的具体情况，混凝土可通过搅拌机、泵车或输送带等设备进行运输。运输过程中适当的保温措施也不可忽视，需防止低温影响水泥的水化反应，或高温导致混凝土过早凝结。浇筑阶段，应采取分层浇筑的方式，每层的厚度应符合设计标准，在浇筑过程中还必须及时振捣，确保混凝土充分密实避免空洞的产生。尤其在高层建筑或深基坑等复杂区域，应使用专门的振捣器或泵送设备，以保证混凝土浇筑的质量，严格控制浇筑速度防止冷缝或层间粘结不良现象的发生是必要的。

2.4 温度与裂缝控制技术

温度与裂缝控制在混凝土结构施工中起着至关重要的作用。若温度管理不当，混凝土内部的温差可能过大进而引发裂缝。混凝土浇筑后，尤其是在水泥水化反应期间，内部温度升高与外部温度较低之间的差异，常常会导致表面与内部之间的收缩差异从而形成裂缝。为了有效控制这种温差，适当的保温或降温措施是必须采取的。例如，冬季施工时通过加热设备保持混凝土温度，防止其冻结；而在高温季节则应采取降温措施，如喷水降温或使用冰水进行搅拌以减缓水化过程，避免裂缝产生，及时的养护对于降低裂缝发生的概率至关重要，混凝土浇筑后适宜的湿度与温度必须保持，防止表面过早干燥从而降低干裂的风险。对于关键部位或重要结构，可使用温度监测仪器实时监测内部温度变化，并根据监测数据适时调整施工措施。

2.5 养护施工技术的优化

混凝土结构的质量与耐久性在很大程度上依赖于养护施工技术的优化。合理的养护不仅能有效促进水泥的水化反应，还能防止混凝土表面因水分过快蒸发而产生裂缝。尽管传统的养护方法，如洒水和覆盖湿麻袋能够达到一定效果，但劳动强度较大且管理上存在一定困难。为提高养护效率，现代施工中已逐渐采用更为高效的技术手段，常见的优化措施包括使用养护膜、养护剂或预制养护板等，这些材料不仅能有效保持混凝土表面的湿度减少水分流失，还便于管理与维护。对于大面积浇筑的结构，自动化

喷雾养护系统的配置可确保养护过程的一致性与持续性。在面对极端天气条件时养护措施必须适时调整,在高温环境下喷水或覆盖反射膜等降温措施可用于减缓水化反应速度;而在低温条件下,加热设备或保温覆盖物的使用则能保持混凝土的温度,确保水化反应正常进行。

3 混凝土结构施工中的质量控制措施

3.1 施工准备阶段的控制要点

在混凝土结构施工中,施工准备阶段的质量控制至关重要,作为确保施工顺利进行的基础环节。这一阶段所有原材料必须严格确保符合设计要求及相关标准,水泥、骨料、外加剂等每一项材料均需经过合格检测,保证性能的稳定性与一致性。配合比的设计与调整同样是关键,所选配合比必须确保能够满足项目的强度及耐久性要求^[1]。模板和支撑系统的检查工作尤为重要,模板的材质、规格以及安装精度直接影响混凝土结构的外观及强度,确保模板无任何变形接缝严密,支撑系统稳固可靠必须得到严格把关。同时,施工人员需接受全面的技术培训与安全教育,确保在施工过程中能够规范操作,避免因操作不当影响施工质量。施工准备阶段,还需对现场施工条件进行全面评估,尤其在极端天气条件下,合适的温控与湿控措施必须提前规划,以确保施工环境适宜混凝土的浇筑与养护。

3.2 浇筑过程中质量管控

混凝土浇筑过程中,质量控制对于确保结构的强度与耐久性至关重要。在浇筑之前,混凝土的运输与浇筑计划应进行详细安排,确保在运输过程中混凝土不发生离析或过早凝结,以避免对最终质量造成影响。浇筑时分层操作必须严格按照设计要求进行,每一层的厚度应严格控制在合理范围内,避免因一次性浇筑过厚而导致上层混凝土未完全凝固时,下层混凝土未能充分压实^[2]。每层浇筑后应及时进行振捣,以确保混凝土的密实性,消除气泡避免产生空洞。振捣时,特别应注意振动的程度,避免出现过度振动造成分层,或振动不足导致密实度不够,从而影响结构的强度。接缝的处理在浇筑过程中也至关重要,必须确保上下层混凝土的良好粘接,以防止冷缝或裂缝的形成。对于一些特殊部位,如深基坑或结构复杂的区域,可能需要采用泵送混凝土或其他先进设备,以确保混凝土的均匀性及浇筑质量。

3.3 后期养护质量的保障措施

后期养护是确保混凝土结构达到设计强度与耐久性的关键步骤。完成浇筑后的混凝土必须进行及时且持续的养护,防止水分过早蒸发从而避免表面开裂或产生收缩裂缝。洒水法适用于温和气候下,但需频繁进行以确保混凝土表面保持湿润;而在极端天气条件下,覆盖法尤为有效,麻袋、塑料薄膜或其他湿润材料覆盖混凝土表面,能够有效降低水分流失^[3]。在高温天气中,冷却法或蒸汽养护有

助于控制混凝土温度,避免水化反应过快引发裂缝;在低温环境下,保温养护显得尤其重要,使用加热设备或保温材料可以维持混凝土温度,确保水泥水化过程正常进行。随着现代技术的发展,养护剂在后期养护中的应用逐渐增多,这些养护剂能够在混凝土表面形成保护膜减缓水分蒸发,从而提高混凝土的耐久性。在养护期间,温湿度的监测同样至关重要,定期检测混凝土内部的湿度与温度变化,有助于及时调整养护措施,确保混凝土处于最适宜的环境中。

3.4 施工过程中的常见问题及解决措施

混凝土施工过程中,裂缝、表面不平整、气泡或空洞等问题是常见的质量缺陷,若未及时处理将对结构的耐久性与安全性产生不良影响。裂缝是最常见的质量问题,通常由收缩、温度波动或浇筑不均匀引起。为避免裂缝的出现,应严格控制混凝土的配合比,确保水灰比的适宜性并在浇筑后及时进行养护,保持表面湿润防止干裂的发生。混凝土表面不平整也常常发生,通常源于振捣不充分或模板安装不当,为解决这一问题必须确保振捣均匀,并加强模板的精度与支撑,避免模板变形或错位。气泡或空洞的形成往往是由于振捣不足或混凝土流动性差引起的。对此,通过增加振捣频率或使用合适的流动性调节剂,能够有效改善这一问题。混凝土凝结过快或过慢也是常见问题,过快凝结通常与环境温度过高或不当添加剂使用有关,可以通过减少水泥用量或采取降温措施加以调节;而在低温环境中,凝结过慢时可以通过使用防冻剂或采取保温措施促进水泥水化反应的进行。

4 结语

混凝土结构施工技术在土木工程中至关重要,直接影响建筑的安全性与使用寿命。本文分析了影响混凝土质量的因素,包括原材料选择、施工技术和后期养护。通过优化配合比、精确模板施工、控制温度变化及科学养护,能够显著提升混凝土的强度与耐久性。及时解决裂缝、气泡、表面不平整等问题能有效减少质量隐患。因此,精准控制施工每一环节至关重要。随着技术进步,混凝土结构施工将更注重精细化管理与创新,推动土木工程的可持续发展。

[参考文献]

- [1]白斌. 土木工程建筑中混凝土结构的施工技术探讨[J]. 科技资讯, 2024, 22(08): 134-136.
- [2]夏永鑫. 土木工程建筑中混凝土结构的施工技术探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(26): 130-132.
- [3]赵超. 土木工程建筑中混凝土结构的施工技术研究[J]. 住宅与房地产, 2022(13): 206-208.

作者简介: 王连亮(1984.6—), 男, 学历: 本科, 毕业院校: 河北建筑工程学院, 所学专业: 土木工程, 目前职称: 工程师, 目前就职单位: 衡水市建设工程质量检测中心有限责任公司。

工程测量中的自动化控制与数据可视化技术研究

杨鹤松

河北天博建设科技有限公司, 河北 保定 071100

[摘要]随着工程项目的不断发展,传统的人工测量方法已难以满足高精度和高效率的需求。自动化控制技术和数据可视化技术的引入,极大地提高了工程测量的精度和效率。自动化控制技术通过智能设备和系统的应用,实现了测量过程的自动化,减少了人为误差;数据可视化技术则通过图形化展示数据,使得工程师能够更直观地分析和理解测量结果,从而做出更好的决策。文中将探讨了自动化控制与数据可视化技术在工程测量中的面临的挑战及解决策略,旨在为未来的技术发展提供参考。

[关键词]工程测量;自动化控制;数据可视化技术

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15014

中图分类号: P236

文献标识码: A

Research on Automation Control and Data Visualization Technology in Engineering Surveying

YANG Hesong

Hebei Tianbo Construction Technology Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071100, China

Abstract: With the continuous development of engineering projects, traditional manual measurement methods are no longer able to meet the requirements of high precision and efficiency. The introduction of automation control technology and data visualization technology has greatly improved the accuracy and efficiency of engineering surveying. Automation control technology has achieved automation of the measurement process and reduced human errors through the application of intelligent devices and systems; Data visualization technology presents data graphically, allowing engineers to analyze and understand measurement results more intuitively, thereby making better decisions. The article will explore the challenges and solutions of automation control and data visualization technology in engineering surveying, aiming to provide reference for future technological development.

Keywords: engineering surveying; automation control; data visualization technology

引言

随着信息技术、人工智能、大数据及物联网技术的飞速发展,工程测量领域正在经历深刻的变革。传统的测量方法,虽然使用广泛,但主要依赖人工操作,其效率较低且精度容易受到人为因素的影响,难以满足现代工程建设对高精度、高效率和实时性的迫切需求。为应对这一挑战,自动化控制技术与数据可视化技术的引入,为工程测量提供了新的解决路径。通过结合精准的测量仪器与智能化控制系统,自动化控制技术显著提升了测量的精确度与工作效率。借助自动化设备,人工干预得以减少,从而降低了人为错误的发生率,整体工作效率得到了提高。同时,数据可视化技术的应用,使得测量数据能够以图形化、交互式的方式呈现,为工程人员提供了更为直观且实时的决策支持。这不仅提高了数据分析的效率,也优化了测量数据的管理与共享方式。本文旨在探讨自动化控制与数据可视化技术在工程测量中的应用与融合,分析两者在提升测量精度、工作效率及数据处理能力方面的优势,同时研究其结合所面临的技术挑战与解决方案。

1 自动化控制在工程测量中的应用

随着技术的不断进步,自动化控制技术在工程测量中的应用,已成为现代工程测量的核心组成部分。该技术的

引入,使得工程测量在数据采集与处理过程中更加高效与精确,从而显著提升了测量的精度与工作效率。在传统测量方法中,人工操作往往容易受到人为因素的干扰,导致测量误差的产生,尤其是在复杂的工程环境下,精确测量显得尤为关键。通过高精度传感器、定位设备以及智能控制系统的配合,自动化控制技术能够实时采集数据并进行自动校正,有效减少人为误差的影响。在测量过程中,设备状态的实时监控也由自动化控制系统完成,测量参数,如方向与角度等,能够及时调整,从而确保测量精度的稳定性。例如,建筑施工中的自动化控制全站仪,能够实现无人值守的测量。通过自动对焦与定位,大幅提升了测量的连续性与准确性,不仅减少了人工成本,也提高了工作效率。此外,自动化控制技术与激光扫描、卫星定位系统等其他测量手段的结合,进一步扩展了测量技术的多样性,使其能够适应不同工程项目对精度与实时性的需求。在某些特殊工程项目中,如隧道测量或大型基础设施建设等,自动化控制技术不仅能有效减少测量误差,还确保了数据的可追溯性,为后续工程的顺利推进提供了可靠的数据支持^[1]。由此可见,自动化控制在工程测量中的应用,既是提高工作效率与测量精度的关键手段,也是保障工程质量与安全的重要技术支撑。

2 数据可视化在工程测量中的应用

随着大数据技术与计算机图形学的飞速发展,数据可视化在工程测量中的应用,逐渐成为提升精度、效率及决策支持的关键工具。在传统测量方式中,数据往往以表格或数字的形式呈现,这不仅使得数据之间的关系难以直观理解,还限制了信息的有效传达。而通过将复杂的工程测量数据转化为图形、图表或三维模型,数据可视化技术使得信息更加直观、易于操作,从而提升了数据的可读性与实用性。在实际应用中,工程师能够更清晰地观察到地形变化、建筑形态及施工进度等信息,潜在问题或异常现象的识别得以快速完成。在土地测量中,地形图、等高线图及三维可视化模型能够精准展示地形起伏,从而帮助设计人员进行更准确的规划。在建筑施工过程中,通过将实时测量数据与建筑设计模型相结合,数据可视化技术能够动态显示施工进度、结构状态及环境变化,确保每个施工环节严格按照设计方案与质量标准执行。此外,实时测量数据与历史数据的对比,也使得施工中的偏差得以及时识别,从而迅速调整施工策略,保障工程质量与安全。尤其在隧道、桥梁等大型复杂工程项目中,数据可视化技术不仅提高了不同专业团队之间的协作效率,还减少了信息误差,优化了沟通效果。总之,数据可视化在工程测量中的应用,不仅增强了数据的可视性与理解度,还为工程决策提供了更加精准、可靠的信息支持,推动了工程测量朝着智能化与精细化方向发展。

3 工程测量中的自动化控制与数据可视化技术的引入与融合

自动化控制与数据可视化技术的引入与融合,标志着工程测量领域的技术革新,为工程项目的精确度、效率以及安全性提供了坚实的保障。利用传感器、无人机、激光扫描仪等先进设备,自动化控制技术实现了测量过程的自动化与精确化,有效减少了人为因素的干扰,同时显著提升了数据采集的速度与准确性。通过这些自动化系统,工程现场的变化能够实时监控,并即时反馈数据,为工程师提供科学决策的依据。例如,结合激光扫描技术与GPS定位的自动化控制系统,地形测量及建筑物定位得以精确完成,建筑几何信息被自动获取,并实时传输至计算机系统进行数据处理。与此同时,数据可视化技术的应用,使得复杂的测量数据得以以图形、图表或三维模型等形式直观呈现,极大提高了数据的可理解性与可操作性。通过数据可视化,工程师不仅能够实时监控中查看测量数据,还能直观地发现潜在问题,例如建筑结构的偏差或施工进度的滞后,从而及时进行调整。自动化控制与数据可视化技术的结合,不仅提升了测量的精度,还优化了项目管理与决策过程。特别是在大型复杂工程项目中,来自不同来源的数据得以有效整合,实现跨平台的数据共享与分析^[2]。随着技术的不断进步,这两种技术的融合将进一步推动工程测量的智能化发展,测量工作的整体效率将得到提升,

确保项目在高精度、高效率和安全性的保障下顺利完成。

4 集成应用中的技术挑战与解决方案

4.1 跨平台数据兼容性问题

在工程测量中,自动化控制与数据可视化技术的集成应用面临的一个关键技术挑战,是跨平台数据兼容性问题。随着各种设备、软件及平台的广泛应用,数据在不同系统间的传输与共享变得日益复杂,兼容性问题也随之凸显。不同设备和平台使用的格式、通信协议及接口标准各异,这使得数据在传输、整合过程中,容易出现错误、丢失或无法有效对接的情况。例如,一些传统测量设备可能输出特定格式的数据,而现代自动化控制系统则使用不同的数据格式,从而在同一平台上的数据共享时,产生障碍。此外,工程测量系统通常依赖多种技术,如激光扫描、地理信息系统(GIS)、无人机影像等,这些技术各具特有的数据处理需求与特点,若缺乏统一的标准或适配接口,系统间的数据兼容性将无法得到有效保障。为解决这一问题,改进措施需要从多个层面着手。首先,在技术标准层面,设备与平台的标准化推进至关重要,开放接口与统一通信协议的采用,可以有效促进不同技术之间的无缝对接。其次,开发中间层软件,可起到数据转化与接口适配的桥梁作用,确保不同数据格式间的转换与兼容。随着大数据技术的不断发展,云平台的应用也成为一种有效的解决方案^[3]。通常,云平台提供跨平台的数据处理能力与接口集成服务,有助于实现数据的同步与共享,从而进一步缓解兼容性问题。通过这些措施的实施,数据整合与应用的效率将得以提高,工程测量系统的高效运行得以推动。

4.2 数据存储与传输的实时性要求

在工程测量中,自动化控制与数据可视化技术的集成应用,面临着数据存储与传输实时性要求的重大挑战。随着自动化测量设备与可视化系统的广泛应用,工程项目生成的数据量迅速增加,且这些数据通常需要在极短时间内完成采集、处理、存储与传输,以支持实时决策和动态监控。特别是在复杂的测量过程中,设备的测量数据必须迅速传输到中央系统进行分析与处理,任何延迟或丢失的情况,都可能影响工程进度、质量控制或安全管理。例如,动态测量任务,如建筑物沉降监测或桥梁结构健康监测,要求对结构变化的微小变动进行实时反映,任何延时都可能错失关键的安全隐患,进而引发难以预见的风险。因此,数据的实时传输与存储的保障,已成为确保测量精度与项目安全的关键要素。为应对这一挑战,高效的数据传输网络与存储方案的采取,亟需进行。随着无线通信技术的进步,5G与低功耗广域网(LPWAN)等技术的应用,显著提升了数据传输的速度与稳定性,有效满足了实时数据传输的需求。此外,引入分布式数据存储与边缘计算技术,能够有效提升数据存储与处理的效率。通过将数据处理从云端推向更靠近数据源的地方,边缘计算减少了传输延时,

确保了实时性需求的满足。针对存储实时性的要求,采用高性能存储系统(如固态硬盘或专用存储服务器),可以显著提高数据读写速度,确保数据能够迅速保存与检索。与此同时,数据压缩与优化技术的应用,在提高传输效率、降低延迟方面,也发挥着重要作用。通过减少数据体积及优化传输协议,能够在保证数据完整性的基础上,最大限度地降低延迟,从而确保实时性要求得到满足。

4.3 集成系统的稳定性与可维护性

在工程测量中,自动化控制与数据可视化技术的集成应用,面临的另一个关键技术挑战,是系统的稳定性与可维护性。随着自动化控制设备与数据可视化平台的逐渐复杂化,集成系统的稳定性对测量精度、实时性及安全性有着直接影响。多种设备、软件平台及网络系统在工程测量项目中涉及,确保各组件协调与合作是确保数据准确传输与处理的关键。如果系统出现故障,不仅可能导致数据丢失或传输延迟,还可能影响工程进度,甚至带来安全隐患。因此,确保集成系统在长时间运行中的稳定性,并避免不可预测的故障,已成为当前面临的重要问题。系统稳定性面临的核心挑战之一,在于各组件之间的兼容性与协同工作。随着技术进步与设备种类的增多,不同厂家或型号的设备往往使用不同的操作系统、通信协议及数据格式。在这种异构环境下,兼容性问题可能导致数据交换失败或系统崩溃,进而影响整个工程测量系统的正常运作。为解决这一问题,在系统设计阶段,必须进行充分规划,选择标准化与模块化的解决方案,确保不同设备间能够实现数据兼容与无缝衔接。同时,采用开放接口与标准协议(如OPC、RESTful API等),能够有效提高系统的可扩展性与适应性,减少集成过程中的难度。提升系统可维护性时,集成系统往往涉及大量的数据处理与实时监控,一旦故障或性能下降,必须能够迅速定位并修复问题。为增强系统的可维护性,定期进行系统诊断、性能监测与故障预警,已成为必不可少的措施^[4]。通过建立全面的监控平台,实时跟踪关键节点并进行故障诊断,可以在问题初期进行介入,避免问题扩大。系统模块化设计同样有助于后期的维护与升级,确保出现故障时,问题模块能够迅速隔离,从而减少停机时间。除了技术上的措施外,操作人员的培训与技术支持团队的建设也同样重要。需要这些团队熟悉系统操作与故障处理,确保在问题发生时,能够迅速作出反应,解决潜在的技术难题。

5 自动化控制与数据可视化技术的未来发展趋势

随着科技的迅速发展,自动化控制与数据可视化技术在工程测量中的应用,正朝着更加智能化、集成化与精准化的方向迈进。未来,人工智能、大数据、云计算及物联

网技术的深度融合,将推动这些技术在测量精度、实时性及操作效率等多个方面取得显著进展。引入人工智能后,自动化控制系统的智能化进程将得以促进。未来的系统,将具备更强的自我学习与决策能力,能够实时分析测量数据并根据变化调整控制策略,从而提升工程测量的精度与效率。例如,借助深度学习算法,实时数据将被系统分析,潜在问题能够被预测并自动优化测量方案,从而减少人为干预,进一步提高测量过程的自动化水平。与此同时,数据可视化技术将更加注重实时数据展示与动态分析。结合虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术,工程测量数据将以更直观、交互的形式呈现给用户。特别是在复杂的工程环境中,实时可视化技术能够有效帮助工程人员快速识别潜在问题、优化施工方案,并显著提高项目的安全性与效率。此外,云计算与大数据技术将为数据存储与处理提供强有力的支持。通过云平台,未来的工程测量系统将能够实现跨地域、跨设备的实时数据共享与协同分析,进一步增强系统的灵活性与可扩展性。随着技术的不断创新,自动化控制与数据可视化技术将在智能化集成系统的发展中发挥重要作用,推动工程测量向更加数字化的管理平台演进。借助大数据的深度分析与人工智能的智能决策能力,未来的系统将能够提供更加精准的预测与风险评估,进一步提高工程测量的精准度与工作效率。

6 结语

自动化控制与数据可视化技术在工程测量中的应用,显著提升了测量精度与效率,同时使数据处理更加智能化与直观。尽管在数据兼容性、实时性以及系统稳定性等方面,仍面临一定的挑战,但随着技术的不断进步,这些问题有望在未来得到有效解决。技术创新的持续推动,将进一步促进自动化控制与数据可视化技术的发展,推动工程测量朝着更高效、更精确的方向发展。通过这些技术的不断优化与升级,工程测量不仅将变得更加高效且精准,处理过程也将变得更加智能与直观。

[参考文献]

- [1] 李征霖. 公路测量工程中数字化技术的应用[J]. 中国信息化, 2024(10): 86-87.
 - [2] 宋智慧, 唐思宽, 刘钊, 等. 基于三坐标测量的数据处理研究[J]. 机械工程师, 2024(9): 133-137.
 - [3] 毛文亮. 智能化发展下工程测量中的数字化测绘技术探析[J]. 水上安全, 2023(14): 64-66.
- 作者简介: 杨鹤松(1992.6—), 毕业院校: 石家庄铁道大学四方学院, 所学专业: 无机非金属材料工程, 当前就职单位: 河北天博建设科技有限公司, 职务: 检测员, 职称级别: 中职。

隔震与耗能减震技术在建筑设计中的应用研究

耿锦彦

石家庄圣帝建筑工程设计咨询有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着城市化快速推进, 高层建筑、桥梁等复杂结构逐渐增多, 建筑抗震安全已成为工程领域的研究重点。地震的突发性和破坏力对建筑物及人类生命财产构成巨大威胁。为有效应对地震灾害, 隔震与耗能减震技术已被广泛应用。将两者结合使用, 能够在不同地震频率下实现优势互补, 进一步提升建筑的抗震性能。对隔震与耗能减震技术的性能特点、设计策略及实际应用展开深入研究, 具有重要的理论意义和工程实践价值。

[关键词]隔震技术; 耗能减震; 建筑结构; 抗震性能; 联合应用

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15012

中图分类号: TU352.1

文献标识码: A

Research on the Application of Seismic Isolation and Energy Dissipation Technology in Building Structure Design

GENG Jinyan

Shijiazhuang Shengdi Architectural Engineering Design Consulting Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the rapid advancement of urbanization, complex structures such as high-rise buildings and bridges are gradually increasing, and seismic safety of buildings has become a research focus in the engineering field. The suddenness and destructive power of earthquakes pose a huge threat to buildings and human life and property. In order to effectively respond to earthquake disasters, seismic isolation and energy dissipation technologies have been widely applied. Combining the two can achieve complementary advantages at different earthquake frequencies, further enhancing the seismic performance of buildings. Conducting in-depth research on the performance characteristics, design strategies, and practical applications of seismic isolation and energy dissipation technologies has important theoretical significance and engineering practical value.

Keywords: seismic isolation technology; energy dissipation and shock absorption; building structure; seismic performance; joint application

引言

地震灾害频繁发生, 特别是在环太平洋地震带、欧亚地震带等高风险区域, 建筑物受地震破坏的现象时有发生。传统的抗震设计方法主要依靠提升建筑结构的强度和刚度, 通过增强承载能力来抵抗地震作用。随着结构控制技术的发展, 主动控制、被动控制及两者的协同应用逐渐成为抗震领域的重要研究方向。隔震技术通过在建筑基础与上部结构之间设置隔震装置, 有效阻隔地震波的传递, 降低建筑的整体响应; 耗能减震技术则利用特定装置消散地震产生的能量, 减小结构的局部变形和破坏程度。将隔震与耗能减震技术联合应用, 能够实现优势互补的效果。隔震装置对低频地震波具有显著的抑制作用, 而耗能装置在高频地震波作用下则展现出强大的能量消散能力。两者的结合广泛应用于高层建筑、大跨度桥梁等重点工程。

1 隔震技术概述

1.1 隔震技术的发展历程

隔震技术诞生于 20 世纪 60 年代, 最初用于桥梁等交通设施的抗震设计, 旨在减少地震对这些设施的破坏。20 世纪 70 年代, 日本和美国开展了大规模的隔震研究工作, 并取得了显著成果。日本率先将橡胶支座技术应用于多个建筑项目, 尤其在高层建筑与医院等关键设施中, 取得了

良好的抗震效果。如今, 这项技术不仅应用于交通设施, 建筑领域中的许多项目也广泛采用该技术, 尤其在地震多发的地区。在高层建筑、医院及学校等公共建筑的抗震设计中, 隔震技术已经成为不可或缺的一部分。随着建筑规模的增长及地震风险的提升, 隔震技术已在全球范围内得到了广泛应用, 成为现代建筑设计中的核心技术之一。

1.2 隔震技术的基本原理

隔震技术的核心原理是通过在建筑物与地基之间安装隔震装置, 有效隔离地震波传递的能量, 减少震动对建筑物的影响。这些装置通过其弹性或滑动特性, 在地震波作用下吸收或分散能量, 从而降低建筑物的震动反应。常见的隔震装置包括橡胶支座与金属支座等。橡胶支座通过其弹性特性, 能够有效吸收震动能量并快速恢复原状; 而滑动支座则通过减少地震波的传递效应来减轻建筑物的震动。在设计时, 选择合适的隔震装置至关重要, 需综合考虑建筑物类型、地震强度及地质条件等因素, 以确保系统的有效性。

1.3 隔震技术的分类与特点

弹性隔震装置通过材料的弹性特性吸收震动能量, 从而减轻建筑物的震动响应。橡胶支座与球形支座是常见的弹性隔震装置, 它们能够在震动作用下保持较为稳定的抗震效果。不同于弹性装置, 非弹性装置依赖非弹性变形来

消散震动能量,显著降低建筑物的震动。尽管非弹性装置在恢复性方面较差,但它们能够在强震条件下有效消耗大量地震能量,从而显著减小震动幅度。摩擦阻尼器与粘滞阻尼器是典型的非弹性隔震装置,它们通过摩擦力或阻力消散地震能量。滑动支座通过减少地震波的传递来降低震动,而能量耗散型支座则通过摩擦或阻尼作用来吸收震动能量,从而减小建筑物的震动幅度。

2 耗能减震技术概述

2.1 耗能减震技术的定义与原理

耗能减震技术主要通过使用特定的装置,吸收地震带来的振动能量,从而减小建筑物的震动反应。减震装置的工作原理依赖于材料的非弹性变形,借此耗散地震波的能量。以粘滞阻尼器为例,它通过流体的黏性阻力来吸收震动;摩擦阻尼器则借助摩擦力将震动能量转化为热量;弹簧阻尼器通过弹簧的变形来吸收震动。采用合理的减震装置配置,能够显著降低建筑物在地震中的震动幅度,从而提升其抗震性能。

2.2 耗能减震器的分类

根据不同的工作原理,耗能减震器可分为粘滞阻尼器、摩擦阻尼器、弹簧阻尼器以及调谐质量阻尼器等几种类型。粘滞阻尼器利用流体的黏性力来吸收震动能量,适合用于高层建筑。其能量吸收效率较高,并能有效减小地震对建筑物的影响。摩擦阻尼器通过摩擦力消耗震动能量,并将其转化为热能,通常用于中低层建筑^[1]。结构简单,成本较低,适合用于预算有限的工程。弹簧阻尼器通过弹簧的弹性变形来吸收能量,能够在较大震动情况下保持较强的恢复力,因此常用于对抗震性能要求较高的建筑结构。调谐质量阻尼器则根据建筑物的固有频率调节质量与刚度,当震动频率与系统频率匹配时,可最大程度地吸收震动能量,通常应用于高层建筑的低频震动控制。

2.3 耗能减震技术的应用与发展

随着材料科学与工程技术的不断进步,耗能减震技术的应用范围得到了显著拓展,尤其在高层建筑、桥梁及其他关键基础设施的抗震设计中,表现出了强大的减震能力。新型高强度材料的出现,使得耗能减震器在体积小巧的同时具备了更强的能量吸收能力,进一步提升了减震系统的效果。此外,随着智能化控制技术的引入,减震装置能够实时调整工作状态,根据地震的强度和频率自动调节能量吸收策略,从而更高效地消耗震动能量。高层建筑、桥梁等结构通过使用耗能减震器显著提高了抗震能力。

2.4 与隔震技术的比较

隔震技术与耗能减震技术在增强建筑抗震性能方面各有其特点,二者的工作原理与适用场景有所不同。隔震技术通过在建筑物与地基之间安装专门的隔震装置,如橡胶支座或滑动支座,从而有效隔离地震波的传递,显著减少建筑物的震动影响。该技术特别适用于对抗震要求较高

的建筑物,如医院、学校及其他重要公共设施,能够确保建筑物在地震中保持稳定。与隔震技术不同,耗能减震技术通过特定装置(如粘滞阻尼器、摩擦阻尼器等)吸收地震波传递的能量,从而减小建筑物的震动幅度^[2]。两者若结合使用,隔震技术通过有效阻隔地震波的传播,减少了震动对建筑物的影响;而耗能减震技术则通过吸收震动能量,进一步减小震动的幅度。

3 隔震与耗能减震技术的联合应用

3.1 联合应用的理论基础

隔震与耗能减震技术的结合基于两者各自的优势,隔震技术通过设置隔震装置,阻断地震波的传播路径,有效降低建筑物的震动响应。与此同时,耗能减震技术通过消耗地震能量,进一步减小震动幅度。隔震装置主要用于抑制低频地震波,而耗能减震装置则针对高频震动。结合使用时,二者可以协调工作,确保建筑物在经历复杂地震波时依然能够保持稳定,减少破坏。此种协同效应有效增强了建筑的抗震能力,提升了建筑在多变地震环境下的安全性。

3.2 隔震与耗能减震的协同效应

隔震装置主要通过削减低频地震波的影响,减少建筑物的振动。而耗能减震装置则能吸收高频震动的能量,降低震动响应的幅度。当二者共同工作时,建筑物的震动会在不同频段内得到有效抑制,确保整体抗震效果的全面性。

3.3 联合应用的设计方法与策略

设计联合应用时,必须综合考虑建筑物的结构特性、地震风险等级以及使用功能等多方面因素。设计时要特别关注建筑物的振动模式以及可能遇到的地震类型,以实现最优的减震效果。对于隔震装置,选择时应结合建筑物的刚度、高度及地质条件,合理布置在建筑物与地基之间。耗能减震装置的选择则需要依据建筑所面临的具体震动类型以及高频与低频震动的特征来确定,确保装置的最大效能^[3]。设计时,需通过数值模拟与物理实验来验证其效果,从而优化设计方案。通过精准的计算与优化,使隔震装置与耗能减震装置达到最佳搭配。最终目标是实现建筑物在不同震动频率下的最优表现,增强建筑物的抗震性能,确保其在灾难性地震中的安全性。

4 隔震与耗能减震技术在建筑结构中的设计方法

4.1 建筑结构设计中的需求分析

建筑结构设计的初步阶段应进行全面的需求分析。此分析考虑建筑的使用要求、地震环境及建筑类型等各项因素,直接影响隔震与耗能减震技术的选择及应用方式。建筑物的功能需求、耐久性以及使用年限等要素,决定了抗震技术的适配性。不同类型的建筑,如住宅、商业楼宇和公共设施,抗震性能要求不尽相同,因此设计过程中需要针对各类建筑的特定需求进行技术选择。在此基础上,地震环境的影响同样不可忽视。包括地震带等级、震源距离、土壤性质等方面,都会直接决定设计的抗震标准。此外,

建筑的质量、刚度及结构特性对地震波的响应有着至关重要的作用,分析这些特性后,设计者方能精准地选择出合适的抗震技术,为后续的设计决策提供充分依据。

4.2 隔震技术在建筑结构设计中的应用方法

隔震技术的应用涉及多个重要环节,包括隔震装置的选择、安装位置的布局以及隔震层的设计等。根据建筑物的质量分布、形态特点及抗震需求,设计人员应选择性能最适合的隔震装置。不同的隔震技术具有不同的效果,高层建筑需要选用具有更强弹性的隔震系统,以便有效应对高频地震波;而低层建筑则适合使用刚性较高的隔震装置。在装置安装方面,合理的布局位置至关重要,通常将隔震层设置在建筑物的基础与主结构之间,以阻断地震波的传播,减少震动响应。

4.3 耗能减震技术在建筑结构设计中的应用方法

耗能减震技术在建筑设计中的应用包括选择适合的减震器类型、确定其安装位置及合理设计连接方式。选择适当的减震器时,需考虑建筑物的动态响应特性。例如,粘滞阻尼器适用于高频地震波,而摩擦阻尼器更能有效吸收低频震动。减震器的位置设计应根据建筑的震动特性进行合理布局,通常设置在楼层连接部位或支撑结构中,以实现最大化的能量吸收,降低震动幅度。连接方式也是设计中的关键因素,设计人员应确保减震装置与建筑结构之间的连接稳定,以避免在强震中失效。

4.4 联合应用设计的步骤与流程

隔震与耗能减震技术的联合应用设计流程通常包括需求分析、技术选择、装置布局及结构优化等环节。首先,需求分析为技术选择提供依据,通过全面了解建筑物的功能需求、地震环境及结构特性,确保选择最适合的技术方案。接下来,设计者需评估隔震与耗能减震技术各自的特点,结合建筑物的需求,做出合理的技术组合。隔震技术在低频地震波下具有显著优势,而耗能减震技术在高频震动下的能量吸收效果更为显著,因此,二者结合能在不同震动频率下发挥互补作用。在装置布局方面,合理配置隔震装置与减震装置的数量、位置及布置方式,能够确保各项技术协同工作,最大化地提升抗震效果^[4]。结构优化的目的是进一步提高建筑的抗震能力,通过调整建筑刚度、质量分布等参数,增强建筑的整体性能。每个环节都需精心设计,以保证设计方案的有效性与可行性。

5 隔震与耗能减震技术的性能评估与分析

5.1 隔震与耗能减震的性能评价指标

在建筑抗震性能评估中,位移、加速度及振动幅度是关键参数。同时,建筑物的修复成本、使用年限等经济指标同样需要综合考虑。通过这些指标的量化分析,隔震与耗能减震技术的效果及实用价值能够得到全面体现。例如,过大的位移可能导致结构破坏风险增加,而较高的振动幅度则可能对建筑稳定性产生不利影响。此外,修复费用与

建筑使用寿命直接关系到成本控制与经济性评估,二者需在设计阶段充分权衡。

5.2 性能评估的实验方法

实验研究是验证隔震与耗能减震技术性能效果的重要途径。目前,主要的实验方法包括振动台试验、缩尺模型试验以及数值模拟分析等。振动台试验通过模拟不同幅度与频率的地震波,为结构动态响应提供真实数据,能够较为直观地反映减震装置的实际表现。而缩尺模型试验,则通过建立比例建筑模型,尽管尺寸有所缩减,仍能为复杂结构提供可靠参考数据。随着数值模拟技术的不断发展,计算机仿真分析逐渐被广泛应用于性能评估。通过虚拟建模与参数分析,可在多种条件下研究不同减震方案的实际效果。这种方法不仅降低了物理实验成本,还能够提供更精准的动态响应预测。

5.3 模拟与计算分析方法

有限元方法通过将建筑结构划分为若干单元,详细分析地震作用下的应力分布与变形响应,尤其适用于复杂非线性结构的计算。此外,时程分析法可对地震过程中的动态响应进行实时追踪,完整呈现建筑物在地震作用下的表现。在数值模拟中,结合不同地震频率与结构参数,可深入评估隔震系统与耗能装置的实际作用。

5.4 隔震与耗能减震技术的抗震效果分析

通过对不同抗震设计方案比较,隔震技术主要通过阻隔地震波的传播,显著降低建筑物在低频地震作用下的振动响应,特别适用于高层建筑等对位移敏感的结构。相比之下,耗能减震技术通过耗散地震能量,能够有效控制高频地震波对建筑的冲击。在高频振动环境下,耗能装置的减震作用尤为显著,有助于提高建筑结构的稳定性和安全性。两者结合使用,能够更全面地应对不同频率地震波的影响。隔震装置降低低频震动幅度,耗能装置消耗高频地震能量,从而达到更理想的综合抗震效果。

5.5 应用效果与经济性评估

在实际工程中,抗震性能与经济性的双重评估,经济性指标主要涵盖设备购置成本、施工费用、维护支出以及地震后的修复成本等因素。虽然高性能减震装置在初期投入上可能费用较高,但长期来看,结构损伤的减少与使用寿命的延长所带来的综合效益十分显著。施工费用受技术复杂性与工期长短的影响,精密的装置安装往往需要较高的施工成本^[5]。而维护成本则取决于装置运行的稳定性与维护频率,稳定性越高,后期维护支出就越少。此外,地震后的修复成本是评估经济性不可忽视的因素。合理的减震设计能够有效减少地震损伤,从而降低修复费用,提高整体经济效益。

6 结语

隔震与耗能减震技术作为现代建筑抗震设计的重要手段,在实践中展现出卓越的性能。通过不同的减震机制,

隔震装置能够减少地震波向上部结构的传递,从而降低建筑整体的振动响应;耗能装置则通过消耗地震能量,有效减轻结构的局部变形与损伤。未来,随着新材料、智能监测及信息技术的快速发展,隔震与耗能减震技术有望取得更大突破。借助大数据与智能化分析,建筑结构的性能评估和动态优化将更加高效精准。

[参考文献]

[1]张学智,王心宇.钢框架建筑基于减震技术的地震韧性提升[J].建筑科学,2024,40(5):167-175.

[2]王红松.消能减震技术在某医院抗震加固中的应用[J].安徽建筑,2024,31(5):54-57.

[3]孙澳,陈鑫,傅文炜,等.基于混合减震技术的既有建筑抗震韧性提升[J].振动与冲击,2024,43(16):238-246.

[4]吴昊,贺阳,江洋,等.组合减震技术在加固改造项目中的应用[J].建筑结构,2024,54(18):82-86.

作者简介:耿锦彦(1987.6—),毕业院校:北华航天工业学院,专业:土木工程,单位:石家庄圣帝建筑工程设计咨询有限公司,职务:结构设计,现职称:工程师。

海绵城市在公共建筑给排水设计中的应用

耿 帅

河北中科建研工程设计有限公司，河北 石家庄 050000

[摘要]近年来，我国政府高度重视海绵城市建设，先后出台了《海绵城市建设技术指南》等政策文件，并在中央城市工作会议上将海绵城市建设作为重点任务。随着城市化进程加快，城市内涝、水资源短缺等问题日益严峻，海绵城市理念亟需在规划设计阶段体现出来。文章主要阐述了海绵城市理念在公共建筑给排水设计中的应用，以及海绵城市建设在促进城市可持续发展，应对气候变化带来的挑战中的重要作用。

[关键词]海绵城市；公共建筑；给排水设计；应用

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15039

中图分类号: TU82

文献标识码: A

Application of Sponge City in Public Building Water Supply and Drainage Design

GENG Shuai

Hebei Zhongke Jianyan Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: In recent years, the Chinese government has attached great importance to the construction of sponge cities, and has successively issued policy documents such as the "Technical Guidelines for Sponge City Construction", and has made sponge city construction a key task at the Central Urban Work Conference. With the acceleration of urbanization, problems such as urban waterlogging and water scarcity are becoming increasingly severe, and the concept of sponge city urgently needs to be reflected in the planning and design stage. The article mainly elaborates on the application of sponge city concept in the design of public building water supply and drainage, as well as the important role of sponge city construction in promoting urban sustainable development and addressing the challenges brought by climate change.

Keywords: sponge city; public buildings; water supply and drainage design; application

引言

随着全球气候变化加剧与城市化进程的不断推进，传统的城市排水系统已无法有效应对极端天气引发的洪涝灾害，城市水资源的短缺与污染问题也愈加严重。在此背景下，海绵城市理念应运而生，作为应对城市排水问题的关键解决方案，得到了广泛关注。通过模拟自然水循环系统，并采用渗水、蓄水、净化与回用等技术，最大化地利用降水资源，减少城市内涝，改善水环境质量，进而实现水资源的可持续利用。在公共建筑给排水设计中，海绵城市理念的应用不仅是技术创新的体现，更是推动城市生态发展理念的具体表现。通过将雨水管理系统、绿色屋顶、透水铺装地面等元素融入建筑设计，建筑物的自给自足水处理能力得到了增强，同时，周围城市排水系统的压力也得到了有效缓解。绿色、低碳、可持续建筑的发展由此得以推动。海绵城市理念在公共建筑给排水设计中的应用，具有重要的现实意义。它不仅为城市建筑设计提供了新的思路，也为水资源的高效利用创造了有利条件，推动了城市建设朝着生态化与智能化的方向发展。

1 海绵城市设计的基本原则

海绵城市设计的基本原则立足于自然水文循环与城市建设的协调融合，旨在通过科学的水资源管理与控制

措施，确保城市能够在应对降水、洪涝以及水资源短缺等问题时，具备可持续发展的能力。该理念强调全方位的“吸水、渗水、蓄水、净水、用水”管理体系，要求城市不仅能有效吸纳和渗透雨水，还应储存部分降水并通过适当的净化手段，使水资源得以循环利用。在设计过程中，应尽量保留和恢复原有自然地形，尊重自然地面径流，减少过度硬化的地面，降低雨水径流量，同时提升土壤与植被的透水性。为达成这一目标，优先选用透水性材料，并增设绿地与植物覆盖，避免大规模不透水表面的铺设，以减少地表径流，增强城市的水循环能力。水资源的多元化利用，尤其是雨水的收集与回用，亦是海绵城市的核心关注点之一。通过构建雨水收集与存储系统，降水被有效存储与净化，利用蓄水池、雨水花园、生态湿地等设施，不仅能缓解城市内涝问题，还能将雨水转化为可利用资源，用于冲厕、灌溉、路面清洗等非饮用用途，从而减轻城市供水系统的负担。在排水设计方面，海绵城市提倡“源头减排”，即通过优化水流控制与排出路径，使雨水在进入城市排水系统之前经过初步处理与滞留。此举不仅能减少市政排水系统的压力，还能防止未经处理的雨水直接排放至江河湖泊，从而有效避免水质污染的发生。

2 公共建筑给排水设计的现状与问题

公共建筑给排水设计是城市建筑工程中至关重要的组成部分,涉及建筑供水、排水以及雨水处理等多个系统的规划与实施。随着城市化进程的加快与公共建筑规模的不断扩大,公共建筑给排水设计面临的挑战变得日益严峻。传统设计理念通常侧重于建筑内部水的流动与排放,主要考虑如何满足基本功能需求,较少关注雨水收集与利用、节水措施以及环保等绿色节能的需求。许多公共建筑仍延续着传统的直接排放方式,导致场地内雨水径流量过大,从而增加了城市排水系统的负担,同时未能充分利用雨水资源。随着环保与节水意识的不断增强,公共建筑的给排水设计在满足基本功能要求的基础上,逐渐融入绿色建筑理念,逐步强化了雨水收集与再利用系统的设计,如雨水花园、渗透式排水系统、景观水体等。然而,在实际实施过程中,仍然存在一些突出问题^[1]。首先,雨水收集与利用设施的设计标准尚不完备,许多建筑在设计阶段未充分考虑雨水的收集、净化与储存需求,导致设施投用后效果不尽如人意,甚至功能失效。其次,给排水设计往往未能与建筑结构、景观设计以及环保政策等方面有效协调,致使设计方案不合理,未能形成有效的系统化集成。举例来说,雨水管网与排污管网的交叉、排水系统未能根据建筑物的实际使用需求进行优化等问题,均导致了水资源的浪费与系统的低效运行。此外,公共建筑的给排水设施常常存在建设不规范、后期维护不足的问题。尽管一些建筑在初期设计时融入了节能与环保理念,但缺乏对设施的长期运营与维护规划,致使系统随着时间推移逐渐失效,无法持续实现预期的节水与排水效果,影响了建筑的整体节能效能。水资源智能化管理与自动化控制系统的应用普遍滞后,许多建筑缺乏对水资源使用的实时监控与调节机制,未能有效避免水资源的浪费。

3 海绵城市在公共建筑给排水设计中的应用路径

3.1 渗水设计

在海绵城市理念的指导下,渗水设计在公共建筑给排水系统中的重要性不言而喻。它不仅能够有效减轻城市内涝与雨水径流压力,还促进了雨水资源的高效利用,使建筑雨水排放与自然水循环实现有机结合。渗水设计的核心在于通过提高建筑周围地面的透水性及提高绿化面积,增强雨水的渗透能力,使其迅速渗入地下,减少地面径流,进而有效减轻城市排水系统的负担,为地下水的补给提供支持。在公共建筑中,渗水设计通常通过选择透水性强的地面材料、建设渗水设施以及合理规划周围的雨水渗透区域来实现。常用的透水材料包括透水混凝土、透水砖、生态草坪及植物覆盖等,这些材料广泛应用于建筑周围的硬化地面,有效增强了地面的渗透性能,防止了雨水的直接流失。渗水设施,如渗水沟、雨水花园、渗水池等,常被设计在建筑外围,这些设施结合了绿化与渗透的双重功能,

不仅能收集并引导雨水进入地下,减少地面径流,还能够改善城市水文循环系统。在屋顶与外墙的设计上,绿化屋顶或屋顶花园的设置,不仅提高了雨水的渗透与吸收能力,还能为建筑提供绿化景观,提升其生态价值。然而,渗水设计的实施绝非仅通过增加透水面积即可达到预期效果,它还需要综合考虑土壤类型、地下水位、气候条件等多个因素。例如,在土壤渗透性较差的地区,透水材料的选择及铺设方式需要合理规划,以确保雨水能够顺利渗透。同时,排水层的设计至关重要,确保在渗水过程中不会出现积水或地下水位过高的情况。在一些具有排水需求的建筑地下空间或其周围,渗水设计还需与排水系统有机结合。渗水与排水功能的协调与互补,必不可少,确保在满足渗透需求的同时,也能够有效防止地下水位过高或积水问题的发生。

3.2 蓄水设计

蓄水设计是海绵城市理念在公共建筑给排水系统中的重要应用之一,旨在通过收集与储存降水,减少雨水径流,提升水资源的利用效率,同时减轻城市排水系统的负担。公共建筑中的蓄水设计,不仅能有效应对极端天气带来的强降水,还为建筑提供可重复利用的水源,减少了市政供水系统的压力,进而促进了节水与水资源的循环利用。通过建设雨水收集与储存设施,如雨水收集池、蓄水塔及地下储水池等,蓄水设计得以实现。这些设施能有效收集降水并通过处理后用于非饮用用途,如景观灌溉、冲厕、空调冷却水补水等,从而显著降低自来水的消耗。蓄水设计的另一个关键作用在于调节雨水的存储容量。通过暂时储存降水,蓄水系统能够减缓雨水流入市政排水系统的速度,从而防止过量雨水集中排放引发水灾,减轻城市排水系统的压力。在实际设计过程中,蓄水系统的容量需根据建筑物的用水需求、降水量及排水系统负荷等因素进行精准计算。若容量过小,建筑可能无法满足日常用水需求或应对突发降水;若容量过大,则可能导致资源浪费或建设成本增加。为了提高蓄水系统的运行效率,合理设计雨水的存储与输送管道至关重要,确保雨水能够高效、安全地存储并及时释放。在一些复杂的建筑环境中,蓄水设计还需要与排水及渗水系统相结合,确保水流的合理管理,避免积水过多或排水系统阻塞。对环境的影响也必须充分考虑^[2]。设施选材应选择合适的材料,并确保蓄水池具备良好的密封性,防止污染物渗入地下水源,保障储水设施的清洁与安全。为确保系统的长期稳定运行,应定期检查与清理过滤装置,避免杂物堆积,确保蓄水系统的稳定性与可持续性。这些措施将为建筑的节水、环保及可持续发展提供有效保障。

3.3 净化与回用设计

净化与回用设计是海绵城市理念在公共建筑给排水系统中实现水资源循环利用的关键途径,其核心在于通过

对降水与废水资源的有效净化,达到规定水质标准后再进行回用,从而减轻对传统水源的依赖,并提升建筑物水资源的管理效率。随着城市化进程的加快,传统的供水与排水系统已无法有效应对日益增长的用水需求与水资源短缺的问题,净化与回用设计的实施,成为应对这一挑战的重要策略。在公共建筑中,净化与回用设计主要包括雨水净化处理与生活废水回用两大方面。雨水收集后,需要经过一系列的净化处理步骤,去除其中的杂质、污染物及有害物质,确保水质符合回用标准。常见的处理方法包括粗滤、沉淀、活性炭吸附以及紫外线消毒等,这些方法能够有效去除雨水中的悬浮物、重金属及细菌等污染物,使水质符合灌溉、空调冷却水补水或冲厕等非饮用水用途的标准。对于一些更高要求的设计,膜过滤与反渗透等先进水处理手段也可能被采用,以进一步提高水质,满足清洗与洗涤等用水需求。除雨水回用外,公共建筑中的生活废水回用同样构成净化与回用设计的重要部分。厨房、浴室及洗衣间产生的废水污染程度较轻,经过适当预处理后,完全可以用于景观灌溉或冲厕等用途。为了实现废水的有效回用,设计中通常会采用污废分流并集成水处理设施,如生物处理池与污水回用设备,利用物理、化学或生物处理手段去除废水中的有机物与悬浮物,从而确保回用水的水质安全。此外,废水回用系统的设计还需充分考虑水流量与水质波动的特点,合理规划储水池、管道系统与自动化控制设备,确保回用系统的高效稳定运行。通过这一设计,不仅能够大幅度减少公共建筑对外部供水系统的依赖,还能有效降低建筑运营中的水资源消耗,实现资源的最大化利用。

3.4 排水设计

在海绵城市理念的框架下,排水设计的目标不仅局限于传统的雨水排放管理,更侧重于雨水的蓄渗、净化与循环利用,旨在减少城市内涝、提升水资源的利用效率,并改善生态环境。海绵城市排水设计的核心在于通过“软排水”替代传统的“硬排水”,实现雨水的渗透、滞留与调节,减轻城市排水系统的负担,增强排水系统的韧性与可持续性。在公共建筑的排水设计中,海绵城市理念强调源头控制与局部调节。通过铺设透水性地面材料、建设绿化带与雨水花园等绿色基础设施,雨水流速能够有效减缓,径流量得以减少。渗透与滞留设施被布置在建筑周围的硬化区域,能够在雨水流入城市排水系统之前进行初步吸收,降低集中进入市政排水管网的水量,从而减轻管网压力,避免强降水引发的内涝问题。此外,水质控制在排水系统中显得愈加重要。提倡海绵城市理念的做法,是利用植物、土壤、人工湿地等自然元素的过滤、吸附与分解功能,以去除初期雨水中的污染物,如油脂、重金属与固体悬浮物。通过设置雨水花园、渗水池与湿地系统等设施,雨水能够进行初步净化,从而达到排放或回用标准。这不仅有助于改善周围水体的水质,还为雨水资源的回用提供了条件,

减少了城市水资源的浪费。排水设计还需充分考虑雨水调蓄与回流功能。在暴雨期间,建筑周围难以立即吸收过量雨水,因而需要设计调蓄池或雨水收集系统,以暂时储存多余雨水,待水位降低后再缓慢释放到城市排水管网或自然水体。通过这一设计,暴雨对排水系统的冲击能够减少,同时,储存的雨水在干旱季节被用于绿化灌溉或其他非饮用水用途,进一步提升了水资源的利用效率。

3.5 整体规划与景观设计结合

在海绵城市理念的引领下,公共建筑给排水设计与景观设计的融合不仅提升了建筑及其周围环境的生态价值,还有效地改善了城市水环境与雨水管理效率。通过将排水系统与景观元素有机结合,雨水的自然渗透、蓄积、净化与回用能够得以实现,从而减少了对传统排水设施的依赖。在景观设计中,通过雨水花园、透水铺装、湿地公园、景观水体等绿色基础设施,雨水被引导渗透到地下或储存至雨水收集系统,利用自然手段进行管理^[3]。这些措施不仅能有效降低地表径流及水土流失,还优化了雨水管理过程。同时,绿化带、屋顶花园及植被墙等合理规划的元素,不仅改善了周围环境质量,还增强了建筑的防洪能力与空气质量。结合景观设计,雨水在地面或绿化区域的初步净化得以实现,有效地减少了水体污染,提升了水质。此外,水景元素,如人工湖、溪流或水池等,既能作为雨水的调蓄区,又能美化景观,暴雨期间可起到缓冲作用,进而降低了洪涝风险。

4 海绵城市给排水未来的设计方向

未来,海绵城市给排水设计的发展将更加注重智能化、系统化与绿色可持续性。随着城市化进程的加速,传统给排水设施面临着前所未有的挑战,尤其是在应对极端天气及气候变化方面的能力。设计理念将高度依赖信息技术与智能系统,通过实时监测、数据分析与自动化调控,提升给排水系统的响应速度与运行效率。例如,物联网(IoT)技术将被广泛应用,实时监控雨水收集、存储、净化及回用过程中的各项参数,从而优化水资源的分配与利用。未来,海绵城市的给排水设计将更加注重生态修复与景观设计的有机融合。雨水的收集、渗透、净化与回用不再是孤立的技术操作,而将被纳入整体城市生态系统的一部分,形成一个多功能的绿色基础设施网络。随着技术的不断创新,未来的设计将更加关注高效、低能耗的雨水净化技术以及智能化雨水调节设备,从而减少了对传统管网系统的依赖,推动资源循环利用与环境可持续发展。此外,随着绿色建筑与低碳发展的需求日益增长,海绵城市给排水设计将加强节水、节能与绿色建筑认证的要求,推动雨水资源化利用的全面实现。这一趋势将进一步促进城市在水资源管理、能源利用以及环境保护方面的全面提升。

5 结语

在公共建筑给排水设计中,海绵城市理念的应用不仅

为应对城市水资源短缺及内涝问题提供了创新的解决方案,也推动了建筑行业朝着更加生态与可持续的方向发展。通过渗水、蓄水、净化与回用等技术的综合运用,建筑物对雨水的利用效率得以有效提升,城市排水系统的压力得以缓解。而在改善建筑环境质量的同时,减少了对自然资源的依赖,促进了生态平衡发展。随着海绵城市技术的不断进步及设计理念的深化,海绵城市理念在公共建筑给排水系统中的角色将愈发重要。随着政策支持的增强与行业标准的逐步完善,海绵城市理念的广泛应用必将为城市建设的可持续发展提供更加坚实的保障,推动绿色建筑与智慧城市目标的实现。

[参考文献]

- [1] 卢颖. 海绵城市在公共建筑给排水设计中的应用[J]. 大众标准化, 2024, 11(18): 127-129.
 - [2] 王飞. 海绵城市理念在市政给排水设计中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, 12(18): 202-204.
 - [3] 陈放. 市政给排水设计中海绵城市理念的渗透[J]. 智能城市, 2021, 7(8): 34-35.
- 作者简介: 耿帅 (1993.1—), 毕业院校: 河北建筑工程学院, 所学专业: 给水排水工程, 当前就职单位: 河北中科建研工程设计有限公司, 职务: 给排水设计, 职称级别: 工程师。

建筑电气设计中的照明节能技术的研究

全立婧

石家庄圣帝建筑工程设计咨询有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 建筑照明在建筑总能源消耗中占据约 20%-30% 的比例, 这一数据彰显了巨大的节能潜力。随着 LED 照明技术的普及与智能控制系统的广泛应用, 照明系统的能效显著提升, 设备的使用寿命也得到了延长, 维护成本大幅降低。智能照明系统能够根据环境变化自动调整光照强度与亮度, 从而有效避免不必要的能源浪费, 进一步增强了节能效果。尽管如此, 初期投资较高以及系统集成的复杂性仍然限制了节能照明技术的广泛应用。分析照明节能技术的现状、发展趋势及其经济性, 为建筑照明节能设计提供有价值的实践指导。

[关键词] 建筑电气; 电气设计; 节能技术

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15011

中图分类号: TU201.5

文献标识码: A

Research on Lighting Energy-saving Technology in Building Electrical Design

QUAN Lijing

Shijiazhuang Shengdi Architectural Engineering Design Consulting Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Architectural lighting accounts for about 20%-30% of the total energy consumption of buildings, which demonstrates enormous energy-saving potential. With the popularization of LED lighting technology and the widespread application of intelligent control systems, the energy efficiency of lighting systems has significantly improved, the service life of equipment has also been extended, and maintenance costs have been greatly reduced. The intelligent lighting system can automatically adjust the light intensity and brightness according to environmental changes, effectively avoiding unnecessary energy waste and further enhancing the energy-saving effect. However, the high initial investment and complexity of system integration still limit the widespread application of energy-saving lighting technology, which analyzes the current status, development trends, and economic feasibility of energy-saving lighting technology, providing valuable practical guidance for energy-efficient design of building lighting.

Keywords: building electrical; electrical design; energy-saving technology

引言

随着全球能源危机的加剧及环境问题日益严峻, 建筑节能已成为各国推动可持续发展的关键目标。在建筑能源消耗中照明系统占据重要地位, 节能设计在降低能源使用与运营成本方面发挥着至关重要的作用。近年来, LED 照明技术与智能控制系统的快速发展, 为建筑照明节能提供了创新的解决方案。深入探讨建筑照明节能设计的核心技术与实施路径, 评估其节能效果与经济性, 从而为建筑行业的可持续发展提供切实可行的思路。

1 建筑照明节能技术发展现状

随着全球能源危机的加剧以及环保意识的日益提升, 建筑照明节能技术的关注度迅速增加, 并得到了广泛的发展。过去, 建筑照明设计主要关注功能性与美观性, 而如今节能效果已成为设计过程中的核心考量因素。近年来, 随着 LED 技术的成熟, 建筑照明的能效得到了显著提高, 与传统白炽灯和荧光灯相比, LED 光源不仅具有更高的光效, 还具备更低的能耗与更长的使用寿命, 逐渐成为现代建筑照明的首选。除了节能光源的应用, 智能照明控制系统的推广也逐渐成为一种重要趋势, 这些系统基于传感器

与自动调光技术, 能够根据环境光照变化或人员活动自动调节照明强度, 从而实现精准的能效管理。例如, 光照强度传感器能够实时检测室内光线变化, 自动调整灯光亮度; 而人体感应器则可在无人时关闭灯具, 避免不必要的电力浪费。智能控制系统不仅提高了照明系统的效率, 还显著增强了用户的舒适感与使用体验。尽管照明节能技术在近些年取得了显著进展, 实施过程中仍面临不少挑战, 现有技术在很多情况下受到成本、安装复杂度及维护难度的制约。尤其是对于一些老旧建筑, 照明节能改造面临着较大的技术难题与经济压力。虽然智能控制系统在新建建筑中的应用日益增多, 但许多旧建筑的智能化升级依然滞后, 且普及程度较低。

2 建筑电气设计中的照明节能措施

2.1 高效照明设备的选用

在建筑电气设计中, 选择高效照明设备是实现节能目标的首要步骤。目前, LED 照明技术被广泛认为是最具代表性的高效光源。与传统的白炽灯及荧光灯相比, LED 灯具的能效得到了显著提高, 光效也大幅提升。其光效可超过 100 流明/瓦, 而白炽灯仅为 15 流明/瓦。此外, LED 灯具的低发热量有助于减少空调负荷, 进一步提升了能效

并降低了运营成本,由于LED的使用寿命较长,灯具的更换频率大大减少,从而有效降低了维护成本。另外,电子镇流器荧光灯也是一个值得关注的高效光源,与传统的磁性镇流器相比,电子镇流器能够精确控制电流,减少了能量损失,同时延长了灯具的使用寿命。荧光灯还具有较宽的色温范围,能够满足不同空间的照明需求,尤其适用于办公、商业及工业环境。除了选择高效光源外,灯具的配光设计同样至关重要,即使采用高效光源,若配光设计不合理仍可能造成能效浪费。通过合理选用灯具并优化配光设计,可以最大化光源的能效,确保照明效果的同时减少不必要的能源消耗。利用反射罩或透镜等辅助装置,光线能够被有效引导,从而减少无效照明进一步降低能耗。

2.2 照明控制系统

照明控制系统在建筑电气设计中扮演着至关重要的角色,通过智能化的管理与自动调节,有效降低了能源消耗。现代照明控制系统通常集成了传感器、调光技术及智能控制模块,能够根据环境光照、人员活动等数据,自动调节灯光的开关及亮度,从而最大化节能效果并优化照明质量。光感控制是最常见的控制方式之一,系统通过光照传感器监测室内外自然光强度,自动调节人工照明的亮度。在阳光充足的情况下室内照明强度会自动降低,从而避免能源浪费,这种自动调节不仅提高了照明的舒适度,也有效减少了过度照明带来的能源消耗。人体感应控制则是另一种常用技术,尤其适用于走廊、楼梯间及卫生间等公共区域,通过安装红外线或超声波传感器,系统能够感知是否有人存在自动开关灯具。无人时,灯光会关闭;而有人时,灯光会迅速亮起,并根据需求调节亮度,这种方式有效地避免了无效照明,显著提升了系统的能效。在商业及办公场所,定时控制与区域控制也被广泛应用,定时控制能够根据预设的工作时间自动开启或关闭照明,减少人工操作的需求。而区域控制则允许对不同区域的照明进行独立调整,从而避免不必要的能源消耗。随着智能建筑技术的不断发展,集中控制平台逐渐成为一种趋势,通过集中式管理界面,用户能够远程监控、调整各照明系统,实时查看能源消耗情况,并根据数据分析优化照明策略,这种智能化管理不仅增强了系统的灵活性与便捷性,也为节能提供了有力的数据支持。

2.3 先进的电气设计与照明规划

先进的电气设计与照明规划不仅专注于满足空间照明需求,还强调在节能、舒适性与环境友好性之间的平衡,在建筑电气设计中,合理的照明规划成为实现能源最大化利用与光环境优化的核心。如今的照明设计不再仅依赖单一照明设备,而是通过综合考虑建筑功能需求、空间布局及光线分布等多重因素,采用先进的设计理念与技术手段,力求减少能耗的同时提升使用体验。精确的照明布局构成了整个规划的基础,在设计过程中照明设计师需要根据每

个区域的使用需求进行灯具布局。例如,办公室、餐厅、展览厅与走廊的照明要求各有不同,通过合理安排灯具的位置,不仅可以避免过度或不足照明,还能节约能源并增强空间的舒适性与实用性。同时,设计师应根据不同空间的功能需求,选择最合适的灯具与光源,以确保每个区域的光线分布均匀、适宜。光源与电气设备的优化组合也是提高照明效率的关键措施,选用高效照明设备如LED或OLED,并配合合适的电气驱动系统,能够显著降低功率消耗并延长使用寿命。灯具外壳、反射罩与透镜的合理选择有助于精确控制光的分布提高光效,避免光的浪费,进一步提升能效。照明系统的分区控制与灵活调节是提升能效的有效手段,通过对照明区域的精细划分,可以根据实际需求独立调节不同区域的灯光亮度。例如,会议室或办公区域的亮度可以依据使用人数及时间段进行调整,从而避免能源浪费。在日常使用中,调光系统能够根据室内外光照变化自动调节灯具亮度,实现精准的节能效果。智能照明系统的整合借助物联网技术(IoT)与智能控制平台,使建筑照明系统能够实时监控与数据分析,为后期优化提供支持。通过集中管理,系统能根据建筑的实际情况动态调整照明并实现远程控制,极大地提升了照明管理的效率与能源使用的智能化水平。

2.4 照明系统的维护与管理

照明系统的有效维护与管理是确保持续高效运行的关键。即便一个经过精心设计的照明系统在安装初期能够达到理想的节能效果,随着时间的推移,定期的保养与科学管理仍不可忽视,只有这样才能保障其预期的能效,并延长设备的使用寿命。基础维护工作包括定期检查与清洁灯具,长期使用后灯具表面容易积聚灰尘与污垢,这不仅影响光照效果还可能引起灯具过热,缩短其寿命。保持灯具表面的清洁,确保灯具能够持续发出稳定光线,是延长系统使用寿命的重要措施。随着使用时间的延长,照明设备的光效可能逐渐降低,尤其是传统光源如荧光灯、钠灯等,它们的亮度随着使用时间增加而衰退。定期检查并在必要时更换设备,可以有效避免因设备性能下降而导致的能耗浪费。对于LED等高效光源,驱动电源及灯具本身的定期检测同样至关重要,确保正常工作,以防突发故障影响系统的稳定性。在智能照明系统的管理中,数据分析与远程监控的作用愈发显著,现代照明系统通常配备智能控制平台,能够实时跟踪设备的运行状态。通过收集与分析这些数据,管理者可迅速发现潜在问题。例如,系统能够自动监测灯具的亮度变化、能源消耗以及故障情况。若出现异常平台会及时发出警报并采取措​​施,防止小问题演变为重大故障。此外,基于大数据分析,管理系统还能够根据灯具的使用频率、光照需求等自动调整设备的开关及亮度设置,从而进一步优化节能效果。维护管理策略应包括对设备使用状况的全面规划,例如建立设备台账,记录每

个灯具的使用寿命、维护历史与更换情况,这将帮助管理人员准确掌握设备的运行状态,从而做到及时更换与调整。通过定期培训操作人员,提升他们对照明系统的理解与操作技能,也能够减少因人为失误引发的系统故障。

3 筑照明节能设计的经济性与效益分析

3.1 初期投资与长期节能效益评估

在建筑照明节能设计中,评估初期投资与长期节能效益是衡量方案可行性的核心因素。尽管 LED 灯具及智能照明控制系统的初期投资相对较高,但在能效提升与使用寿命延长方面的显著优势却不容忽视。与传统光源相比,LED 灯具的能效提高了约 80%,且其使用寿命是传统光源的 10 倍,这一差异大大减少了频繁更换灯具与维护的需求,从而有效降低了运营与维护成本。智能照明控制系统通过自动调节光照强度与亮度,根据环境光照变化及人员活动情况,智能控制灯具的开关。光照传感器能够避免不必要的过度照明,而人体感应器则能在无人时自动关闭灯具,这些智能控制系统的安装成本虽较高,但其节能效果往往在几年内便可收回初期投资^[1]。长期效益的评估应综合考虑生命周期成本(LCC),即设备购买、安装、维护与电力消耗等全过程的费用。高效 LED 照明系统的投资回收期通常为 3 至 5 年,超过回收期后,节省的电费将转化为显著的经济效益。特别是在商业建筑及办公大楼中,由于较短的回收期节能效益更加突出。

3.2 成本回收期与投资回报分析

在建筑照明节能设计中,评估节能项目经济效益时,成本回收期(Payback Period)与投资回报率(ROI)是两项重要的分析工具,这些指标能够帮助业主清晰地掌握节能投资的回收时间及其长期收益,从而做出更加合理的决策。成本回收期是指项目开始运营后,通过节省的能源费用覆盖初期投资所需的时间,在照明节能项目中,初期投资通常包括高效照明设备的采购、智能控制系统的安装以及相关的工程费用。尽管这些开支通常高于传统照明系统的成本,但显著的节能效果能有效降低长期运营成本^[2]。以 LED 照明为例,尽管其初期投入比传统荧光灯高出 30% 至 50%,但 LED 灯具的使用寿命是白炽灯的十倍,且能效提高约 80%。通过减少灯具更换频率及能源消耗,节省的电费能够在较短的时间内回收投资。一般而言,LED 照明系统的成本回收期在 3 至 5 年之间,具体取决于建筑的照明使用频率及电费水平。投资回报率则从更长远的角度分析节能投资的经济效益。通过计算 ROI,业主可以清楚了解每投入一元所带来的收益。ROI 的计算公式为:

$$ROI = \frac{\text{节省的能源费用} - \text{初期投资}}{\text{初期投资}} \times 100\%$$

假设一个办公楼进行节能改造,投资 100 万元,每年

节省电费 20 万元,那么该项目的年投资回报率为 20%。随着设备使用年限的增加,节省的能源费用逐年积累,投资回报率也将逐步提升。对于大规模建筑而言,节能改造的回报率通常是非常可观的,特别是在结合智能照明控制系统与区域调光技术的情况下,这些技术能够精细化管理电力消耗,进一步优化节能效果。从长期角度来看,节能改造的投资回报不仅局限于电费节省,还能从多个维度带来额外收益。例如,减少设备更换和维护的费用、提升建筑资产价值、改善室内环境舒适度以及增强用户的满意度等。此外,引入智能照明系统后,建筑管理的灵活性和控制能力也得到了显著增强,使得企业在未来运营中能够更加高效。

4 照明节能技术的未来发展趋势

未来照明节能技术将集中于智能化、环保性与集成化发展。智能照明系统借助物联网(IoT)技术,实现实时监控与自动调节,根据光照强度与人员活动智能调整亮度,提升能效减少能源浪费,远程控制与个性化设置增强了用户的灵活性与舒适性^[3]。环保领域,OLED 与量子点 LED 等新光源将取代传统照明设备,提供更高能效并减少环境影响,这些光源减少有害物质使用,灵活调节色温与色彩优化视觉效果。照明与建筑环境的深度融合,将推动智能照明与能效管理系统协同工作,实现整体能效提升。

5 结语

建筑照明节能设计是绿色建筑与可持续发展中不可或缺的核心环节,通过引入高效照明设备、智能控制系统及优化电气设计,不仅能显著提升能源利用效率,还能有效降低运营成本。尽管初期投资较高,但凭借较短的回收期及长远的节能效益,经济回报依然可观。随着智能技术的不断进步与环保要求的日益严格,未来照明系统将变得更加高效与灵活,进一步推动绿色建筑与智慧城市的建设。在设计阶段,全面评估投资与回报的平衡,需业主确保照明系统不仅满足经济需求,还具备良好的可持续性,从而为环保事业作出积极贡献。

[参考文献]

- [1]张奋学. 建筑电气设计中的照明节能技术研究[J]. 住宅与房地产,2024(26):101-103.
 - [2]白莉莉. 民用建筑电气照明设计中节能技术的应用[J]. 光源与照明,2022(10):25-27.
 - [3]邓永茂. 基于照明节能技术的民用建筑电气设计[J]. 工程建设与设计,2024(18):28-30.
- 作者简介:全立婧(1988.10—),毕业院校:河北建筑工程学院,专业:建筑电气与智能化,单位:石家庄圣帝建筑设计咨询有限公司,职务:电气设计,现职称:工程师。

节能减排措施在建筑给排水设计中的运用分析

刘玉贵

中土大地国际建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 建筑行业作为全球能源消耗的主要领域, 水资源管理和热水系统是重要的能耗来源。随着节能减排政策的深入实施, 建筑给排水设计中的节能技术, 已逐渐成为行业发展的核心。雨水回收、节水设备的应用, 以及热水系统的优化等措施为建筑节能提供了新的解决路径。在推动绿色建筑及节能减排方面, 我国已发布多项政策, 而建筑给排水系统的节能设计已成为实现可持续发展的关键环节。

[关键词] 节能减排技术; 建筑给排水设计; 建筑工程

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15038

中图分类号: TU82

文献标识码: A

Application Analysis of Energy-saving and Emission Reduction Measures in Building Water Supply and Drainage Design

LIU Yugui

Zhongtu Dadi International Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: As the main field of global energy consumption, water resource management and hot water systems are important sources of energy consumption in the construction industry. With the deepening implementation of energy-saving and emission reduction policies, energy-saving technologies in building water supply and drainage design have gradually become the core of industry development. The application of rainwater harvesting, water-saving equipment, and optimization of hot water systems provide new solutions for building energy conservation. In promoting green buildings and energy conservation and emission reduction, China has issued multiple policies, and the energy-saving design of building water supply and drainage systems has become a key link in achieving sustainable development.

Keywords: energy-saving and emission reduction technology; architectural water supply and drainage design; architectural engineering

引言

随着全球节能减排目标的不断推进,作为能源消耗和碳排放重要来源的建筑行业亟需采取有效措施,以优化资源使用、减轻环境负担。在这一过程中,建筑给排水系统的作用至关重要,通过合理的设计与先进技术的应用,不仅能够显著提升能源利用效率,还能有效降低运营成本推动建筑的绿色发展。探讨节能减排措施在建筑给排水设计中的应用,分析其对能源消耗、环境影响以及建筑成本等方面的深远影响。

1 节能减排措施在建筑给排水设计中的意义

1.1 对环境的保护作用

在建筑给排水设计中,节能减排措施对环境保护产生了深远的影响。水资源的高效配置与利用已成为当今建筑设计的关键目标,特别是在全球气候变化的情况下,水资源短缺已成为严峻的挑战,通过引入低流量水龙头、智能水表及自动化控制系统等节水技术,不仅能够显著减少不必要的水消耗,还能确保水资源得到最大化的利用,雨水收集与再利用系统的应用,不仅将降水转化为可再生水源,也减少了对城市供水系统的依赖,有效降低了水处理过程

中的能耗与污染排放,进一步促进了水资源的循环利用。在排水系统方面,节能减排措施同样展示了显著的环境效益,传统排水系统通常依赖高能耗的泵站与复杂的排水管网,而通过采用变频驱动水泵及高效排水管道等节能设备,排水过程中的能量损失得到了有效减少。此外,优化后的排水设计不仅降低了碳排放,还缓解了城市洪涝问题,减少了排水过程中对环境造成的二次污染。

1.2 对能源资源节约的影响

节能减排措施在建筑给排水设计中的应用,显著推动了能源资源的节约。给排水系统的正常运行需要大量能源,尤其在水处理、热水供应及排水过程中能源消耗尤为明显,通过优化设计与采用先进的技术手段,能源浪费得以有效减少。水流与水压的精确调控,通过高效水泵与智能控制系统的应用,避免了传统系统因过度运转所产生的能耗损失,特别是变频驱动水泵,根据实际需求动态调整运行速度不仅有效降低了能耗还减少了设备的维护频次,从而延长了使用寿命。在热水系统设计方面,通过合理的管道布局与高效热水回收系统的引入,能源利用率得到了显著提升,减少了不必要的加热需求,进而降低了对燃气或电力

的依赖,推动了建筑内部能源管理的优化。雨水收集与回用系统的引入,也在一定程度上减少了建筑对市政供水系统的依赖,进而降低了供水与排水过程中所需的能源。通过这一“源头减量”的方式,不仅减少了水泵与管网设施的能耗,还有效减轻了整体能源系统的负担。

1.3 对建筑运营成本的降低

节能减排措施在建筑给排水设计中的应用,显著降低了建筑的运营成本。传统建筑的给排水系统常伴随着高能耗与高维护费用,尤其是在用水量、热水需求高的建筑中,运营成本占据了日常支出的较大份额。随着节能减排技术的引入与优化,建筑的运营成本得到了有效控制。例如,安装节水设备(如低流量水龙头、节水型马桶、智能水表等),使得水的消耗得以显著减少,且不会影响使用舒适度,从而降低了水费支出。应用高效节能水泵与智能控制系统,确保了水泵的精准运行,避免了因过度运转导致的电力浪费,从而有效减少了电费开支。雨水收集与回用系统的设计,不仅减少了对市政供水的依赖,还节省了水资源成本,同时降低了水处理过程中的能耗。在热水供应方面,采用太阳能热水系统或高效热水回收系统,显著减少了对传统热水供应的需求,从而降低了燃气或电力的使用,这些节能技术对热水供应的运营成本产生了直接影响,特别是在大型商业建筑或住宅小区中,节省的能源费用极为可观。从长远来看,节能减排措施不仅降低了日常运营支出,还能够延长设备的使用寿命,减少设备的维护与更换频率,进一步降低了维护成本。

2 当前建筑给排水设计中的节能减排现状

当前,节能减排措施在建筑给排水设计中的应用逐渐成为行业关注的焦点,但整体实施仍面临诸多挑战与瓶颈。随着绿色建筑与环保标准逐步趋严,越来越多的新建建筑项目在设计阶段开始考虑水资源的高效利用与节能优化,尽管技术手段已有显著进步,但在实际操作中依然存在一定的差距。在技术应用层面,虽然高效节水设备(如低流量水龙头、智能水表等)以及节能排水设备已受到广泛关注,部分建筑项目在节水设备的选型与应用上仍显不足,尤其是一些老旧建筑或低成本项目,未能有效实施水资源的高效管理,造成了能源与水资源的浪费。尽管雨水回收与再利用系统已在部分大型商业建筑与公共设施中得到了应用,但在住宅及中小型建筑中的普及率仍较低,技术难度与初期投资成本成为其推广的主要制约因素。智能化技术与自动化控制系统在建筑给排水设计中的潜力尚未得到完全释放。尽管智能水管网、自动化调节泵站等前沿技术能够显著提升系统效率减少能耗,但部分建筑在设计时未充分考虑这些技术的引入与应用,导致未能实现系统运行效率的最大化,甚至错失了节能减排的最佳机会。从政策层面来看,尽管国家对节能减排已有明确的政策引导,并出台了相关绿色建筑认证与节能标准,但地方政府与行

业的执行力度却存在差异。一些地区的建筑项目在执行节能减排措施时缺乏足够的监管与激励机制,导致设计标准未能严格落实,进而影响了节能减排目标的实现。

3 节能减排措施在建筑给排水设计中的具体运用

3.1 水资源的优化配置与高效利用

水资源的优化配置与高效利用在建筑给排水设计中占据着核心地位。合理配置水资源不仅有助于提升建筑的用水效率,还能有效减少对外部水源的依赖,进而降低运营成本。优化给水管网的设计被视为提升水资源利用效率的关键环节,通过科学规划管道布局能够避免水流损失,保持水压的稳定性与均匀性,从而有效减少能源浪费。例如,智能化水管网系统的应用,使得水流、管道压力及用水需求可以实时监控,水泵的运行状态自动调节,精确供水,从而避免了过度供水及由此产生的能量损耗。建筑内节水设备的安装是提高水资源利用效率的直接措施,在不影响舒适度的前提下,低流量水龙头、节水型马桶与自动感应水龙头等设备显著减少了水的消耗,智能水表的引入使用水情况可实时监控,及时发现水流异常并发出警报防止水资源的浪费。对于水资源的回收与再利用,雨水收集系统提供了一种高效的解决方案,屋顶雨水通过简单过滤后被收集,可用于绿化灌溉、厕所冲洗等非饮用需求,这种方式不仅减少了对市政供水的依赖,也有效降低了水费支出。在一些高端建筑项目中,废水回用系统被广泛采用,经过处理的洗澡水、洗衣水等被回收并用于清洁、灌溉等其他用途,实现了资源的最大化利用。

3.2 节水设备的选型与应用

节水设备的选型与应用在建筑给排水系统中扮演着至关重要的角色,是实现节能减排的关键所在。面对日益紧张的水资源,合理选择节水设备不仅能有效减少水的消耗还能降低建筑的运营成本,助力绿色建筑的发展。水资源的最大化利用,需要在建筑设计中综合考虑水压、流量、使用频率及建筑类型等多种因素。节水型水龙头和淋浴头是常见的节水措施,通过限制水流量这类设备能够降低水的消耗,低流量水龙头与带气泡器的淋浴头在保证用水舒适性的同时,减少了每次用水量^[1]。无论是在住宅、商业还是酒店等公共建筑中,这些设备都能够发挥显著的节水效果,尤其适用于用水需求量大的场所。马桶与冲洗系统的改进也是节水设计的重要组成部分,传统马桶每次冲水需消耗大量水量,而节水型马桶通过双档水量控制根据需求提供适量水量,一次冲水仅消耗3到6升水,显著低于传统马桶的9升或更多,而采用虹吸式冲水原理的高效马桶在节水的同时,保持了良好的冲洗效果。在商业建筑与高端住宅中,智能化节水设备逐渐成为趋势,智能感应水龙头通过红外传感技术控制水流,避免了人为开关操作从而防止了水流的浪费。同时,智能水表能够实时监测用水情况,并通过手机应用对数据进行分析,及时发现异常用

水或漏水情况,提升了水资源管理效率。除了常规的水龙头与马桶,厨房、浴室等区域的节水设备也得到了广泛应用。例如,节水型洗衣机与洗碗机通过优化水流量与水利用率,进一步降低了建筑的整体水消耗。在节水需求较为严格的商业或公共建筑中,这类设备尤为重要,能够有效减轻水资源的使用压力。

3.3 雨水回收系统设计与应用

雨水回收系统作为建筑给排水设计中的重要节能减排措施,已逐渐成为水资源管理中的关键组成部分。随着城市化进程的加速以及气候变化带来的挑战,雨水作为一种可再生资源,正被越来越多的建筑项目所应用,合理的雨水回收设计不仅能减轻供水系统的负担,还能减少对市政水源的依赖,从而实现水资源的高效利用与能源节约^[2]。雨水回收系统的运作原理是通过收集建筑屋顶或其他硬化表面上的降水,经过初步过滤后将雨水储存于专门的储水池中。经处理后的雨水可用于灌溉、冲洗厕所、景观用水等非饮用需求。在设计阶段,需考虑建筑所在地区的降水量与频率,这些因素直接决定了储水池的容量及回收系统的规模,储水池的设计应依据建筑的面积、雨水使用需求以及降水季节性变化等因素,以确保雨水最大化收集并避免资源浪费。在雨水收集过程中初级过滤系统至关重要,为保证储存水质的清洁,雨水在流入储水系统之前必须通过粗过滤装置去除较大杂物及污染物,为了进一步提高水质,沙滤、活性炭过滤等多层过滤装置可用于精细处理。此外,雨水回收系统应配备合适的消毒设备,确保储存的雨水在使用时不会对健康造成威胁,尤其是在用于建筑内冷却系统或景观水体时。随着智能化技术的不断发展,现代雨水回收系统正向更高的自动化水平迈进,智能控制系统可根据降水量与储水池水位,自动调整收集与分配机制确保水资源的合理使用。例如,当储水池水位过高时收集将自动停止,排水装置启动,防止溢出;反之,当水位较低时市政水源将自动补充,确保水源供应的稳定性。

3.4 节能排水系统的设计与优化

节能排水系统的设计与优化在建筑给排水系统中占据着重要地位,不仅关乎水的高效排放,更直接影响建筑的能源消耗与运行效率。传统排水系统常常缺乏精细化的管理导致了不必要的能耗与水流浪费,通过对排水系统的优化设计,能源消耗能够显著降低,系统的整体效能得以提高^[3]。合理设计排水管网是节能排水系统的基础,通过科学规划管道的坡度与走向,能够确保污水与废水在重力

作用下顺畅流动,从而减少了泵站等设备的使用频率降低了电力需求,优化管道设计还能减少水流阻力,避免因水流不畅导致系统负担过重从而提升排水效率。污水提升泵的能效优化是节能减排中的重要环节,传统的提升泵系统常以固定运行模式运作,无法根据实际需求调整运行状态造成能源浪费。现代节能排水系统则采用变频驱动(VFD)泵站,使泵的运行速度能够与排水量精确匹配,避免了泵在低流量或空载时的过度运转。此智能调节不仅提高了能源使用效率,还延长了设备寿命,减少了维护成本。在排水系统的设计中,雨水排放与再利用的方案也是节能措施的重要部分,对于降水量较大的地区合理设计的雨水排放系统与雨水回用系统,能够有效减轻市政排水系统的压力,并避免对能源密集型泵站设施的过度依赖,通过优化排水口设置与提升雨水储存能力,能够在大雨天气中高效排水,并为建筑提供更多非饮用水资源,如景观灌溉与冲刷,进一步减少了对市政水源的需求。智能化控制技术在排水系统优化中的作用日益显著,实时监控排水系统的运行状态并结合大数据分析,能够自动识别管网中的泄漏、堵塞等异常情况,及时调整各环节的运行模式。

4 结语

建筑给排水设计中的节能减排措施在降低能源消耗、减少碳排放以及优化资源利用方面具有深远的意义,通过合理配置水资源、选用高效节水设备、设计雨水回收系统等手段,建筑的能源利用效率得以有效提升,同时也为绿色建筑的实现提供了强有力的支持。尽管在这一领域已经取得了一定进展,但随着技术的不断创新以及绿色理念的深入推进,建筑给排水系统在节能减排方面仍然有巨大的潜力。未来优化与创新将进一步推动建筑的可持续发展,为实现低碳社会目标奠定更加坚实的基础。

【参考文献】

- [1]何思辰.建筑给排水设计中的节能减排措施研究[J].中国建筑装饰装修,2022,12(2):70-71.
- [2]程思源.建筑给排水设计中的节能减排措施研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,13(7):76-78.
- [3]付鲲.节能减排技术在建筑给排水设计中的应用[J].智能城市,2021,7(21):32-33.

作者简介:刘玉贵(1993.2—),毕业院校:河北建筑工程学院,所学专业:给排水工程,当前就职单位:中土大地国际建筑设计有限公司,职务:给排水设计师,职称级别:工程师。

城市更新背景下老旧小区改造设计策略探究

王贝贝

商丘工学院, 河南 商丘 476000

[摘要]城市更新是推动城市持续发展的重要举措,老旧小区改造是提升城市居住质量的关键所在。目前众多老旧小区存在着建筑老化、公共设施落后、绿化环境杂乱等问题,因此,对于老旧小区的改造势在必行。文中首先阐述了老旧小区改造的时代背景,其次深入剖析目前老旧小区存在问题,最后文中提出老旧小区改造的基本原则以及优化改造设计的策略。通过这些对策不仅能解决老旧小区目前存在的问题,而且还能为居民创造一个更加宜居、舒适的生活环境。

[关键词]城市更新; 小区改造; 设计

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15015

中图分类号: TU984.2

文献标识码: A

Exploration on Design Strategies for Renovation of Old Residential Areas under the Background of Urban Renewal

WANG Beibei

Shangqiu Institute of Technology, Shangqiu, He'nan, 476000, China

Abstract: Urban renewal is an important measure to promote sustainable urban development, and the renovation of old residential areas is the key to improving the quality of urban living. At present, many old residential areas suffer from problems such as aging buildings, outdated public facilities, and disorderly green environments. Therefore, the renovation of old residential areas is imperative. The article first elaborates on the historical background of the renovation of old residential areas, then deeply analyzes the existing problems in old residential areas, and finally proposes the basic principles of renovation of old residential areas and strategies for optimizing renovation design. These measures can not only solve the current problems in old residential areas, but also create a more livable and comfortable living environment for residents.

Keywords: urban renewal; community renovation; design

1 老旧小区的改造背景

1.1 政策推动

随着城市化进程的加快和居民生活水平的提高,老旧小区建筑的问题日益逐渐凸显,如设施老化、环境恶劣、安全隐患多等。为进一步解决这些问题,同时改善居民的居住环境,国家层面出台了一系列政策推动老旧小区改造。比如,2020年7月,国务院办公厅印发了《关于全面推进城镇老旧小区改造工作的指导意见》,对推进城镇老旧小区改造工作作出全面安排。这些政策的出台为老旧小区居住环境的改造提供了有力的政策支持和保障。

1.2 居民需求

居民居住环境随着生活水平的提高而要求越来越高。但老旧小区由于建成年代较早、设施落后、居住条件比较恶劣,很多老旧小区都已经不能满足现代生活的需要。如:停车空间缺乏、缺少公共活动的场所以及小区内的绿化不足等,这些都使居民生活的质量受到了严重的影响。因此,通过对老旧小区的改造,可以促进小区居民的生活质量的提高。

1.3 城市更新

老旧小区建筑的改造是城市更新和发展的重要组成部分。随着新建住宅小区越来越多,而部分老旧小区墙体

开裂与破损严重影响了城市的美观。通过改造老旧小区建筑环境,可以使其与周边的新建建筑环境相协调,提升城市的整体形象和品质。

2 老旧小区存在的问题

2.1 建筑性能退化

(1) 墙体开裂与破损:随着时间的推移,老旧小区的墙体可能会出现裂缝,这不仅影响美观,还可能危及结构安全。裂缝的出现可能是由于地基沉降、材料老化或外力作用等多种原因。在老旧小区建筑中墙体涂料腐蚀脱落也是常见问题,这不仅损害了建筑的外观,还可能导致墙体进一步受损。

(2) 屋顶漏水与保温性能下降:屋顶是建筑的重要组成部分,但随着时间的推移,屋顶材料可能存在老化、破损,导致漏水等问题。这不仅会影响居民的日常生活,还可能对建筑结构造成损害。同时,屋顶的保温性能也可能下降,导致室内温度难以控制,增加能耗。

(3) 楼梯间与公共区域破损:楼梯间、公共区域是居民日常活动的重要场所,但由于使用频繁,这些区域往往容易出现破损现象。如楼梯踏步磨损,扶手松垮,墙皮脱落,墙面还有较多小广告等,严重影响了居住环境的美观。

(4) 水电设施老化:水电设施是居民生活的基础设

施,但由于使用时间过长,老旧小区的水电设施往往会老化。水管爆裂不仅会造成水资源的浪费,而且破坏整体室内装修,同时电路老化又可能引发火灾等更严重的安全问题,这对于居民的生命财产安全构成了严重的威胁。

(5) 门窗老化与密封性能下降: 老旧小区的门窗往往因为使用时间之久,导致材料老化而变形、松动,从而导致门窗密封性下降。这不仅会影响室内的保温,还可能缺乏有效的隔音措施,会严重影响居民的休息和生活质量。

2.2 基础设施落后

(1) 停车设施不足: 老旧小区往往建设于较早的年代,当时汽车保有量较低,因此,小区内停车位规划不足。由于汽车越来越多、停车困难越来越突出,居民经常遇到没有停车的尴尬处境。

(2) 交通组织混乱: 老旧小区的道路设计往往未充分考虑现代交通的需求,导致交通组织混乱。主要表现在小区进场机动车辆随意穿行,以及机动车非机动车的乱停乱放等现象上。这些问题在给居民出游造成很多不便的同时,也使小区秩序受到一定的干扰。

(3) 健身娱乐设施缺失: 老旧小区当时的设计只关注了居住需求,没有过多考虑人们其他身心需求,在建造过程中,这些小区未能配备充足的健身器材和儿童游乐设施,从而无法满足当前居民对于健身和娱乐活动的需求。

(4) 社区服务设施不完善: 多数的老旧小区可能缺乏社区服务中心、图书室、活动室等社区服务设施,导致居民无法享受到便捷的社区服务。同时老旧小区内部存在着垃圾桶数量不足或分布不合理的情况,同时垃圾清理不及时,导致环境卫生状况差,这严重影响了小区整体的美观度。

(5) 照明设施不足: 老旧小区内部的路灯以及楼道灯等照明设施可能损坏或数量不足,导致夜间照明的亮度根本不足,严重影响居民出行安全。特别是在一些治安状况较差的老旧小区,照明设施的缺失也可能加剧治安问题。

2.3 绿化环境杂乱

(1) 景观设计较单一: 老旧小区的景观设计缺乏多样性和趣味性。这主要体现在没有统筹考虑功能空间的布局安排上,如缺少休憩亭廊、娱乐活动空间等。因此,合理的景观设计应充分考虑居民的日常活动需求,提供多样化的功能空间,以提升居民的生活质量和幸福感。然而,在老旧小区中,这些功能空间往往被忽视或缺失,导致居民无法享受到舒适的户外环境。

(2) 绿化结构不合理: 老旧小区的绿化结构普遍存在不合理的问题,如绿化面积不足、植物配置单一、缺乏层次感以及绿化带往往被忽视或破坏,导致植物缺失、地表裸露等现象频发。这些问题主要是由于绿化率达不到,后期没有很好地保持,在影响小区美观的同时,也使绿地生态功能有所降低。

3 老旧小区改造基本原则

(1) 人性化原则: 对老旧住宅区进行改造,要充分考虑居民的生活需求和居住习惯,保证改造后环境更宜居、方便居住。包括为方便老年人、残疾人及其他特殊群体提供无障碍设施,为满足居民多样化生活需求提供充足的休闲、娱乐、健身设施,包括优化小区布局,提升公共空间的功能性和舒适性。

(2) 实用性原则: 改造工作应注重实用性,确保每一项改造措施都能切实解决居民面临的问题。改造前要进行深入的研究分析,对小区存在的基础设施老化、排水不畅、安全隐患等存在的问题要进行准确识别,并提出有针对性的解决办法。同时要选择耐用、易维护的材料设备,保证改造效果的持久性。

(3) 经济性原则: 老旧小区改造应充分考虑经济成本,确保改造工作的可行性和可持续性。在制订改造计划的时候,对改造规模、改造进度进行合理的规划,要充分考虑资金的来源和预算的限制。同时,为减轻财政压力,促进改造效率,积极探索由政府补贴、社会资本参与等多元化融资模式。

(4) 美观性原则: 改造后的老旧小区应具有一定的美观性,以提升居民的生活品质和城市的整体形象。因此,在改造过程中,要注重建筑风格的协调统一,提升小区的绿化和景观水平,打造宜居宜人的居住环境。同时,应充分考虑小区的历史文化背景,保留和传承有价值的文化元素。

(5) 系统性原则: 坚持系统性的原则来改善老旧小区建设,以保证改建工作的整体性及协调性。因而,在改造之前要对小区的基础设施进行整体性的规划及设计,统筹考虑小区内的基础配套、公用空间、景观绿化及小区公共服务等方方面面的综合性及协调性的。同时还要加强各方面在改建过程中的协调配合,确保改建工作的顺利开展及各种措施的落实。

(6) 可持续性原则: 改造后的老旧小区应具备可持续发展的能力,以适应未来城市的发展和居民需求的变化。因此,在改造过程中要注重环保和节能,采用绿色、低碳的技术和材料,降低能耗和排放。

4 老旧小区改造设计策略

4.1 建筑性能提升策略

建筑外立面更新是老旧小区改造中的重要环节,不仅能够提升小区的整体美观度,而且还能增强建筑的结构安全性和耐久性。在改造设计中,要注重外立面的整体风格协调与细节处理。首先,要对原有外立面进行彻底清洗和修缮,对墙体裂缝进行检测,同时采用专业材料和技术进行修补,确保结构安全。对墙体进行保温改造,提高建筑的保温性能,降低能耗。其次,根据小区的历史文化特色和居民喜好,设计新的外立面风格,在材料选择上,应优先考虑耐久性强、维护成本低的材料,如涂料、金属板等。

同时,在外立面上增加一些装饰元素,如浮雕、壁画或绿植等。建筑外立面的更新,使老旧小区将焕发新的生机与活力。在屋顶改造上,通过采用高性能防水材料、设置多重防水层、加强细节部位的防水处理、选用高效保温材料、设置保温隔热层、加强屋顶通风散热以及定期检查与维护等优化设计策略,可以有效解决屋顶漏水与保温性能下降的问题,提高建筑的舒适性和节能性能。

老旧小区建筑内部改造设计需综合考虑消防、门窗、楼梯、水电等多个方面,以提升居住安全性和舒适度。在消防方面,应全面检查并升级消防设施,如增设火灾报警系统、烟雾探测器,确保火情能够及时发现并得到有效控制。同时,优化消防通道和疏散路线,确保居民在紧急情况下能够迅速撤离。在门窗改造上,应更换老化、破损的门窗,选用保温、隔音性能良好的新型门窗,提高居住环境的舒适度和安全性。特别是入户门,应选择防火、防盗性能强的门体,增强家庭安全防护。楼梯作为重要的垂直交通设施,也需进行改造升级。应修复破损的楼梯踏步和扶手,确保居民行走安全。在水电方面,发现老化、锈蚀、漏水的水管及时更换,优先选用耐腐蚀、耐高压、使用寿命长的材料,如PPR、PE等新型管材。在电路系统中安装漏电保护装置,一旦发现漏电情况,立即切断电源,确保居民用电安全。

4.2 基础设施完善策略

改善交通及停车空间:在道路流线方面,应重新规划小区内部道路网络,优化道路布局,减少不必要的曲折与交叉,确保车辆与行人能够高效、安全地通行。同时,明确划分人行道与车行道,设置合理的交通标志与标线,引导居民规范出行,降低交通事故风险。在路面情况改造上,需对破损、坑洼的路面进行全面修复,采用耐久性强、防滑性能好的材料重新铺设路面,确保道路平整、稳固。此外,针对小区内排水不畅的问题,应同步改造排水系统,增设或疏通排水管道,确保雨水能够迅速排走,避免路面积水影响居民出行。在停车方面,应规划新增或改造停车位,满足居民停车需求,引入智能停车管理系统,提高停车效率和便捷性。

优化公共设施:老旧小区公共设施的改造策略应聚焦于提升功能性、便捷性与美观性,同时融入现代科技元素,以满足居民日益增长的多样化需求。首先,对老旧、破损的公共设施进行全面排查与更换,如更新休闲座椅、儿童游乐设施、健身器材等,确保其安全、耐用且符合现代审美。其次,优化设施布局,根据居民活动习惯与需求,合理调整公共设施的位置与数量,如在人流密集区域增设休息亭、垃圾分类回收站等,提高设施的使用效率与便捷性。最后,还应关注无障碍设施的建设,如增设坡道、扶手、

电梯等,确保残障人士、老年人及行动不便者能够自由出入小区公共设施。

4.3 绿化环境优化策略

在景观植物数量配置上,应依据小区的空间规模与生态环境,科学规划植物的数量与分布。既要保证足够的绿化覆盖率,提升小区的生态质量,又要避免过度密集导致的养护困难与空间压抑感。通过合理搭配乔木、灌木、地被植物等多层次绿化,形成丰富多样的绿色景观,为居民提供宜人的居住环境。

在景观地域特色方面,应深入挖掘小区所在地的历史文化与地域风情,将其融入景观设计之中。可以通过种植具有地方特色的植物、设置反映地域文化的雕塑或小品、运用当地传统材料与工艺等方式,展现小区的独特魅力,增强居民的文化认同感与归属感。

在景观照明方面,应结合小区的道路布局、活动空间与绿化区域,设计科学合理的照明系统。采用节能高效的LED灯具,既保证夜间行走的安全与便利,又营造出温馨、舒适的夜晚氛围。同时,可以通过灯光色彩与光影效果的变化,为小区增添动态美感。

在景观铺装方面,改造过程中应注重材料的选择与铺装的工艺。选用耐磨、防滑、易清洁的铺装材料,确保路面的安全与耐用,如花岗岩、广场砖、沥青混凝土等。同时,还要结合小区的整体风格与景观设计主题,进行创造性的铺装设计,打造独具特色的步行道与活动场地,从而提升小区的景观品质。

5 结论

综上所述,本文深入分析了当前老旧小区所面临的建筑性能衰退、基础设施落后以及绿化环境杂乱等部分问题,这些问题严重制约了居民的生活质量,同时影响了小区整体的美观度。因此,本文基于以上问题提出了相对应的改造设计策略,旨在从根本上提升老旧小区的居住环境品质。这些策略不仅对于改善居民的居住条件具有重大意义,而且还能老旧小区居民打造一个更加宜居、舒适且充满活力的生活空间。

【参考文献】

- [1]程舒娴.基于城市更新背景下老旧小区微改造建筑设计研究[J].住宅产业,2024(9):45.
 - [2]郭兴峰.关于老旧小区存在的问题及改造措施研究[J].科技风,2021(27):45.
 - [3]卫勇.老旧小区改造设计策略探讨[J].安徽建筑,2023(9):76.
- 作者简介:王贝贝(1994.6—),女,汉族,籍贯:河南新密人,商丘工学院,硕士学位,专业:艺术设计,研究方向:环境设计。

绿色建筑标准下暖通设计的创新与应用

张梅恒

石家庄圣帝建筑工程设计咨询有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 现阶段, 社会经济稳步发展, 人们的物质生活条件得到显著改善, 进而对暖通设计提出了更高要求。同时, 随着我国大力倡导绿色、环保、节能等可持续发展理念, 各行各业都在积极尝试向绿色可持续方向转型发展, 建筑行业也不例外。因此, 设计单位需要积极践行绿色建筑设计原则, 探索暖通节能设计等优化方案。基于此, 文中围绕绿色建筑暖通节能设计展开研究, 以期对相关设计人员提供有益参考。

[关键词] 绿色建筑标准; 暖通设计; 创新与应用

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15007

中图分类号: TU201.5

文献标识码: A

Innovation and Application of HVAC Design under Green Building Standards

ZHANG Meiheng

Shijiazhuang Shengdi Architectural Engineering Design Consulting Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: At present, with the steady development of the social economy and significant improvement in people's material living conditions, higher requirements have been put forward for HVAC design. At the same time, with China vigorously advocating sustainable development concepts such as green, environmental protection, and energy conservation, various industries are actively trying to transform and develop towards green sustainability, and the construction industry is no exception. Therefore, design units need to actively practice the principles of green building design and explore optimization solutions such as HVAC energy-saving design. Based on this, the article focuses on the research of green building HVAC energy-saving design, in order to provide useful references for designers.

Keywords: green building standards; HVAC design; innovation and application

引言

随着全球能源危机与环境污染问题的日益加剧, 绿色建筑作为推动可持续发展的关键途径, 受到了世界各国的广泛关注。绿色建筑的核心不仅体现在材料的环保性与资源的高效利用上, 还在于建筑设计中融入节能、环保与舒适等多维度因素, 旨在尽可能减少自然资源消耗及环境负担。暖通系统作为绿色建筑设计的核心组成部分, 承担着室内空气质量调节、温湿度控制与能效管理等至关重要的职责。在绿色建筑设计中, 如何实现暖通系统的高效能、低能耗与环保性, 已成为一个关键议题。为了实现绿色建筑的能效目标, 暖通设计必须全面考虑能源利用效率, 同时结合智能化技术与可再生能源等创新手段, 以确保在满足舒适性需求的前提下, 节能效果的最大化得到保障。暖通设计在绿色建筑标准下的创新与应用, 不仅挑战了传统设计理念, 也推动了现代技术的综合应用, 进一步促进了建筑行业向低碳、环保与高效的方向发展。

1 绿色建筑和能效管理的重要性

随着全球气候变化问题的加剧、资源消耗的不断增加及可持续发展目标的日益突出, 绿色建筑与能效管理的重要性愈加凸显, 二者之间的紧密关系愈发显著。绿色建筑不仅仅是满足环境可持续性要求的建筑设计, 更加注重通过优化能源利用、减少有害排放、提升建筑的生态效益与

舒适性来推动可持续发展。作为绿色建筑的核心组成部分, 能效管理通过提升设备效率、优化能源使用、减少能源浪费等手段, 显著地降低了建筑物的能源消耗及运营成本, 同时有效减少了对环境的负面影响。在全球能源危机的严峻形势下, 碳排放标准日益严格, 高效能效管理的实施已成为绿色建筑设计中不可或缺的要求。通过合理的能效管理, 不仅能够为用户节省大量能源费用, 还能够为用户提供更健康、舒适的室内环境, 从而提高了建筑物的市场竞争力。绿色建筑与能效管理的有机结合, 对于推动建筑行业绿色转型、实现社会可持续发展的目标, 具有极为重要的意义。

2 绿色建筑中暖通系统在能效管理方面存在的常见问题

2.1 能耗过高问题

在绿色建筑中, 暖通系统的能耗过高已成为许多建筑面临的突出挑战。尽管绿色建筑的设计目标是通过高效的能源管理系统降低能源消耗, 但在实际运营中, 暖通系统的能耗往往仍处于较高水平, 这一问题受到多重因素的影响。暖通设备的选型与配置若不符合建筑的实际需求, 系统的运行效率常常较低。此外, 调控设计未能精确匹配建筑的使用需求, 缺乏实时调整供暖、制冷与通风的机制, 能量的浪费因此产生。在某些建筑中, 暖通系统过度依赖机械设备的运行, 缺乏有效的节能设计与优化, 从而进一步加剧了能耗问

题。尤其是在高层建筑或大面积建筑群中,若暖通系统的集中控制与分区调节未能到位,能源消耗常常过度,特别是在季节性温差较大的地区,能耗水平的攀升更容易发生。

2.2 系统响应迟缓

在绿色建筑中,暖通系统的响应迟缓问题表现为系统未能在外部环境变化或内部需求波动时及时调整,从而导致能源浪费和舒适性下降。这类问题通常源自系统设计与控制机制的不足。在部分建筑中,暖通系统的自动控制精度不足,未能有效监测或反应室内外环境的变化。例如,在室外温度骤变或室内负荷变化时,系统的温度调节往往无法迅速作出响应,导致供暖或空调系统运行过度或不足,从而增加不必要的能源消耗^[1]。此外,某些建筑中的暖通设备若老化或未得到及时维护,也会导致系统响应速度的减缓,甚至出现启动或停机延迟。长时间的运行下去,不仅会导致能源的过度消耗,还会影响室内环境的舒适性。

2.3 维护不足导致的能效下降

在绿色建筑中,暖通系统维护不足是导致能效降低的关键问题之一。随着时间的推移,空调、加热设备、通风系统等暖通设备若未得到及时有效的维护,其性能会逐渐衰退。常见的问题,如空气过滤器堵塞、散热器腐蚀、管道泄漏等,都会直接影响系统的运行效率及能效水平。若长时间未进行定期检查和维修,设备部件容易老化或损坏,从而无法发挥最佳性能,甚至可能引发能源浪费。在系统效率降低的情况下,更长时间需要设备才能达到设定温度,从而导致能源消耗的增加。此外,若缺乏有效的维护,还可能导致控制系统精度下降,影响温度调节的及时性与准确性,进而加剧能效的下降。

2.4 用户行为影响

在绿色建筑中,用户行为对暖通系统能效管理的影响不可忽视。尽管建筑配备了先进的节能技术与智能控制系统,用户的日常操作与使用习惯往往是决定系统实际能效表现的关键因素。例如,在调整空调温度时,若用户未遵循节能指导原则,频繁调节温度,系统便可能频繁启动与停止,从而增加能耗。此外,许多用户未能在空闲或非使用时段关闭暖通设备,导致了不必要的能源浪费。其他不合理的行为,如通风系统的不当使用、窗户管理的不当以及设备长期处于高负荷运行状态等,亦会加重系统负担,降低能效水平。由于每个用户对节能的认知差异,暖通系统在实际运行过程中,往往难以实现最优化的能效控制。

3 绿色建筑中暖通系统在能效管理方面的创新技术

3.1 智能控制系统

智能控制系统在绿色建筑暖通系统中的应用,是优化能效的核心技术之一。通过集成先进的传感器、自动调节设备以及数据分析平台,建筑内的温度、湿度、空气质量、人员流动等多个环境参数能够被实时监测,系统则依据这些数据动态调整暖通系统的运行模式。例如,当室内温度

达到设定的舒适范围时,空调或暖气的输出功率会被自动调节,从而避免了过度供能。在人员流动较多的区域,空调和通风系统的运转效率能通过实时监测人流量变化得到调节,有效实现了节能减排。此外,智能控制系统还能够结合外部气候信息,如天气预报,提前调整室内温湿度控制策略,从而防止不必要的能源浪费。

3.2 高效能换热器

高效能换热器是绿色建筑暖通系统中至关重要的技术之一,其主要作用在于提升能效并减少能源浪费。通过高效的热量交换,热能能够在不同流体之间有效传递,从而降低供暖、制冷等系统的能耗。在绿色建筑中,采用高效能换热器有助于显著提高热交换效率,减少能源损失。例如,板式换热器、壳管式换热器等设备,能够在实际应用中实现较低的能量消耗,同时保持较高的热效率,确保在较小体积和重量下完成更多的热能交换。与此同时,现代换热器的设计趋向于模块化和可调节性,能够根据建筑内外环境的实际需求,灵活调节热交换的流量和温度,从而实现更为精细的能效管理^[2]。新型材料,如高导热性合金和复合材料,已被部分高效能换热器所采用,这些材料的使用进一步提升了热传导效率,从而增强了换热器的整体性能。

3.3 能量回收技术

能量回收技术在绿色建筑暖通系统中的作用至关重要,尤其在优化建筑能效和降低能耗方面。通过回收建筑内产生的废热或多余热能,并将其重新利用于供热、制冷或空气处理等系统中,显著提升了能源使用效率。废热或多余热能在回收后得以重新利用,建筑能效得到了极大改善。例如,通风系统中的废热可以通过空气源热泵与热回收系统有效回收,用于新鲜空气的预热或热水供应,从而减少了传统供热系统对外部能源的依赖。此外,空调系统中也广泛应用了能量回收装置,冷凝水中的热量得到了回收,进而降低了冷却负荷。能源消耗的有效减少、运营成本的降低以及外部能源需求的显著减少,都是能量回收技术的主要贡献,它还通过减少碳排放,助力了可持续发展。建筑的舒适性也得到了提升,室内温湿度的调节为使用者创造了更为宜人的环境。能量回收技术与智能控制系统的结合,在绿色建筑设计中得到了广泛应用,确保了暖通设备能够高效运行,且能源使用可实时监控与调整。

3.4 集成化能源管理平台

集成化能源管理平台在绿色建筑中的应用,成为提升暖通系统能效管理的关键创新技术。通过集中采集、分析和优化建筑内各类能源消耗数据、设备运行状态及环境监测数据,该平台提供了对建筑能源使用的全面监控与智能调节。借助这一平台,暖通系统、照明、电力、空调、供热等设备得以实现协调控制,从而有效减少了能源浪费,并提高了资源的利用效率。先进的传感器与数据分析算法配备于平台,使得各项运行参数能够实时获取,设备的能效状态得以准确预测,并且根据实时数据,设备运行模式

能够自动调整,从而优化了能源消耗。此外,集成化能源管理平台还可通过历史数据分析,潜在的能源使用问题得以识别,预警能够及时发出,并提出针对性的节能措施,有效避免了因设备故障或调度不当导致的能效损失。

4 能效管理创新技术在绿色建筑中的优化策略

4.1 采用智能控制系统优化运行策略

智能控制系统在绿色建筑中的应用,成为提升能效管理的关键手段之一。通过集成传感器、控制算法与数据分析平台,建筑内部的温湿度、CO₂浓度、室内空气质量等环境参数,以及暖通系统的运行状态能够被实时监测。基于这些实时数据,设备的工作模式能够智能调节,空调、供暖、照明等设备的运行得以优化。与传统的定时控制或人工调节方式不同,智能控制系统能够根据建筑实际使用需求及外部气候变化,自动优化设备的运行效率,从而避免了能源的浪费。应用深度学习与自适应控制技术后,系统能够动态调整建筑内的能耗,在保障室内舒适性与空气质量的前提下,尽可能降低能源消耗。例如,空调系统可依据室内外温差的变化,调节制冷或供暖负荷,防止设备长时间处于低效运行状态。此外,系统还能够根据用户的活动模式自动调整温度与通风量,从而减少空闲时段的能源浪费^[3]。结合历史能耗数据与预测模型,智能控制系统能提前识别潜在的能效问题,及时进行调整,避免了突发的能源浪费。

4.2 利用高精度传感器与实时数据分析改进控制响应

通过高精度传感器与实时数据分析优化控制响应,已成为提升绿色建筑能效管理的关键策略之一。环境变化,包括室内温度、湿度、光照强度、空气质量以及能源消耗等参数,能够被高精度传感器精确实时监测。与传统控制系统相比,这些传感器提供了更高的分辨率和更迅速的响应,从而确保建筑系统能够在动态变化的环境中快速且准确地调整运行状态。实时数据分析使得系统能够即时处理传感器采集的数据,揭示室内外环境、能源使用及设备运行之间的相互关系,为建筑管理者提供优化的控制策略。例如,通过实时分析温湿度数据,空调和通风设备的运行方式能够精确调整,确保室内舒适度的同时,减少了不必要的能源消耗。此外,结合历史数据与趋势预测,实时数据分析还能够对设备运行状态及能源使用进行精确预判,从而提前发现潜在的能效问题,采取预测性调整措施,避免了因系统反应延迟所导致的能源浪费。

4.3 实施预测性维护与性能监测计划

实施预测性维护与性能监测计划,已成为优化绿色建筑能效管理的重要策略之一。通过引入预测性维护技术,潜在问题能够在设备故障发生前被识别,从而有效减少了因故障引发的能源浪费及运营中断。该策略依赖于对建筑内各类设备(如空调、供暖设备、照明设施等)进行实时监测,设备性能的微小变化能够通过数据采集与分析被及时发现。设备运行状态的持续跟踪,使得管理系统能够结合历史数据与设备健康状况,预测未来的运行趋势,运行

参数能够被及时调整或必要的维护措施得以执行,从而避免了不必要的停机或能源过度消耗。同时,性能监测计划通过建立全面的能效评估体系,确保了对建筑能效的定期检查与评估,使得各个系统始终保持在最佳运行状态。这一综合管理方法,不仅提高了设备的运行效率,还延长了设备的使用寿命,整体能效得到了有效优化。

4.4 开展节能教育与用户参与计划,提高节能意识

开展节能教育与用户参与计划,已成为提升绿色建筑能效管理效果的关键策略之一。通过系统化的节能教育,能效管理的重要性能够帮助用户理解,从而增强他们对个人行为如何影响建筑能效的认知。教育内容应包括空调、暖气和照明设备的合理使用方法,高效设备的应用推广,以及节能设备工作原理的解释等方面的知识。与此同时,定期举办节能讲座、研讨会和宣传活动,有助于用户对绿色建筑理念和节能技术的了解得到提升,激发了他们积极参与节能措施的兴趣。通过用户参与计划,能够鼓励他们在日常使用中养成节能的良好习惯,例如合理调节室内温度、避免能源浪费等^[4]。此外,建立有效的反馈机制,能够及时掌握用户在节能过程中遇到的问题,通过提供针对性的指导或激励措施,帮助其改善节能行为。这些举措不仅提升了建筑的能效管理水平,还能推动用户成为节能行动的积极推动者。

5 结语

在绿色建筑标准的框架下,暖通设计的创新与应用不仅是提升建筑能效的核心手段,也是推动可持续建筑发展的重要环节。通过引入智能控制技术、高效换热器以及能量回收系统等创新方法,能源消耗能够有效减少,碳排放得以降低,室内环境质量也得到了改善。然而,当前技术的应用仍面临不少挑战,包括系统集成复杂性、维护成本的提高以及用户行为的不确定性等问题。为应对这些挑战,应更加注重技术的优化和实践经验的积累,未来的暖通设计将结合智能化管理平台,以进一步提升系统的运行效率与适应性。随着绿色建筑理念的日益深入,建筑行业的可持续发展将得到暖通设计创新的有力支持,推动行业朝着更加节能、环保及智能化的方向发展。

[参考文献]

- [1]郭浩.绿色建筑背景下的暖通设计节能优化[J].石材,2024(12):136-138.
- [2]张聪慧.绿色建筑中暖通空调系统的能效管理与优化[J].工程与建设,2024,38(3):695-697.
- [3]刘塘斌.绿色建筑暖通设计存在的问题与对策浅析[J].中国设备工程,2023(19):247-249.
- [4]彭涛.绿色建筑中暖通空调节能控制方法的研究[J].化肥设计,2023,61(3):31-34.

作者简介:张梅恒(1990.2—),毕业院校:河北建筑工程学院,专业:建筑环境与设备工程,单位:石家庄圣帝建筑工程设计咨询有限公司,职务:暖通设计,现职称:工程师。

BIM 技术在装配式建筑设计中的应用

郑鹏飞

河北省城乡规划设计研究院有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]在全球建筑行业面临资源紧张与环境压力的背景下,装配式建筑凭借其模块化与工厂化生产模式,已成为推动行业转型的关键方向。装配式建筑对设计精度和协作效率提出了更高要求,而传统的二维设计手段难以应对这一挑战。通过实现数据共享与跨专业协作,BIM 技术推动了装配式建筑从设计到施工的全过程数字化管理,不仅显著提高了项目效率,也为建筑行业的数字化转型开辟了新的发展路径。

[关键词]BIM 技术; 装配式建筑; 设计

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15005

中图分类号: TU201.4

文献标识码: A

The Application of BIM Technology in Prefabricated Building Design

ZHENG Pengfei

Hebei Province Urban-Rural Planning and Design Research Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Against the backdrop of resource scarcity and environmental pressure in the global construction industry, prefabricated buildings, with their modular and factory production models, have become a key direction for promoting industry transformation. Prefabricated buildings require higher design accuracy and collaboration efficiency, and traditional two-dimensional design methods are difficult to meet this challenge. By achieving data sharing and cross disciplinary collaboration, BIM technology has promoted the digital management of the entire process of prefabricated buildings from design to construction, significantly improving project efficiency and opening up new development paths for the digital transformation of the construction industry.

Keywords: BIM technology; prefabricated buildings; design

引言

装配式建筑因在效率、环保与可持续性方面的显著优势,已逐渐成为建筑行业的重要发展方向。但传统的设计与施工模式无法满足装配式建筑对高精度与高协同的需求,导致了信息孤岛与低效率等问题的产生。凭借强大的数据整合与协作功能,BIM 技术为装配式建筑提供了全新的解决路径,通过对设计优化与施工管理的全方位支持,BIM 技术有效地促进了装配式建筑的高质量发展,探讨 BIM 技术在装配式建筑设计中的具体应用,并分析其在提升项目质量方面的潜在价值。

1 BIM 技术在装配式建筑设计中的作用

1.1 信息集成与协同设计

在装配式建筑设计中,BIM 技术的核心优势体现在信息集成与协同设计。通过 BIM 平台,设计数据与模型在一个统一系统中共享,项目各方能够高效地进行信息整合,不仅提高了数据的精确度还有效避免了信息割裂或数据不匹配所带来的错误与重复工作。建筑、结构及机电等不同领域的专家,能够实时访问并更新项目数据,从而实现跨学科的协同工作目标。与传统设计方式相比,BIM 技术消除了各专业之间的隔阂,设计人员可在方案制定的同时同步进行修改、协调与优化,确保各设计环节的高度契合,这种协作方式使设计冲突与遗漏显著减少,从而降低了返

工风险,缩短了项目周期并节省了成本支出。信息集成的优势不仅表现在设计阶段,也在项目管理中得到了充分体现,项目负责人能够实时掌控进度与质量,迅速响应设计变更需求。

1.2 构件标准化与模块化设计

在装配式建筑设计中,构件的标准化与模块化设计被视为实现高效与可持续建造的关键途径。借助 BIM 技术的精确三维建模与数据管理能力,建筑的各个部分能够按照统一规范进行设计与生产,标准化设计不仅提升了构件生产的效率,还确保了质量的稳定性,有效减少了施工现场的不确定性因素。模块化设计通过将建筑拆解为标准化的模块单元,显著优化了设计与施工流程,这些模块通常在工厂内完成部分或全部加工后,再运至现场进行组装,从而缩短了整体建设工期。BIM 技术在这一过程中起到了核心作用,精准的设计与模拟确保了每个模块的尺寸、接口及功能能够精确衔接。BIM 技术实现的标准化与模块化设计,不仅加速了装配式建筑的生产进程,还提升了现场管理与协作水平,减少了人为失误与资源浪费。

1.3 可视化与设计优化

在装配式建筑设计中,BIM 技术通过其可视化功能显著提高了设计过程的直观性与精确性,通过三维建模,设计方案不仅局限于平面图的呈现,还能够在虚拟环境中全

面展现建筑的空间结构、布局以及细节,借助这种直观展示,设计师、工程师乃至业主都能全面理解项目的整体形态与构件配置,从而有效减少了传统设计中因信息不对称或误解所导致的问题。此外,BIM技术的可视化功能为设计优化提供了强有力的支持,通过虚拟模型设计人员得以进行多次调整与模拟,快速分析不同方案的优劣,进而优化建筑的功能性与美观性。例如,日照分析或风环境模拟等可以通过虚拟模型提前进行,这使得潜在问题得以及时发现,并在设计阶段做出相应调整,从而减少了后期修改与返工的风险。将可视化与优化相结合的这一方法,不仅提升了设计效率,也为装配式建筑在施工阶段的高效与精准执行奠定了坚实基础,最终实现了更高质量与更低成本的建设目标。

1.4 设计自动化与施工图纸生成

BIM技术在装配式建筑设计中的显著优势之一,是实现设计自动化与施工图纸的快速生成。通过BIM平台,三维模型与设计参数能够直接结合,从而自动生成高度精确的施工图,这一自动化过程不仅大大节省了人工制图所需的时间,还有效降低了传统手动绘图中可能出现的错误与疏漏。在传统设计方法中,施工图纸通常需要经过多次调整与修订,且因版本不统一往往容易产生问题。借助BIM技术,模型实时更新确保了施工图纸始终与设计文件保持一致,避免了重复修改。当设计变更发生时,系统会自动同步生成最新版本的图纸,确保所有相关方获得最准确的设计信息,进而降低了沟通成本,并减少了施工中的潜在失误。设计自动化的应用不仅提高了效率,更显著增强了设计的精密性。对于装配式建筑而言,精准的构件尺寸与施工图纸是确保预制构件与现场组装顺利衔接的关键。通过BIM技术生成的详细图纸,预制构件的生产过程得以更加规范,现场安装效率显著提高,推动了装配式建筑向更高效、更精确的方向发展。

2 BIM技术在装配式建筑设计中的具体应用

2.1 建筑方案设计阶段

在装配式建筑的方案设计阶段,BIM技术的引入显著提升了设计效率与品质。通过BIM平台,设计团队能够在项目初期便创建虚拟的三维建筑模型,从整体布局到功能分区再到外立面效果都可以直观呈现,以这种三维可视化方式,设计意图的表达变得更加清晰,业主也能更轻松理解项目规划,同时,潜在问题或不合理设计能够在早期被识别,并迅速进行调整与优化。BIM技术在这一阶段的另一核心作用是促进了各专业间的协作,建筑师、结构工程师以及机电工程师等专业人员通过共享的BIM平台,可以实时进行设计的交流与调整,避免了传统设计模式下因信息延迟或误差导致的冲突。借助BIM系统,各专业人员能够快速协调优化设计方案,在提高空间利用率、优化功能布局的同时,确保建筑外观的协调性、结构的安全性及机

电系统布置的合理性。在装配式建筑领域,BIM技术还在构件标准化设计方面发挥了重要作用,通过高精度的三维建模,设计师可以制定符合预制构件标准的模块化方案,不仅简化了施工流程,还显著提高了现场组装的效率,为项目的顺利建设提供了坚实的保障。

2.2 结构设计与构件深化阶段

在装配式建筑的结构设计及构件深化阶段,BIM技术发挥了至关重要的作用。借助BIM平台,结构设计师能够在三维模型中精准规划和优化各结构构件的布局,从而确保各构件在尺寸、连接方式及安装位置上的完美匹配,不仅提高了设计的精确度还增强了设计的可实施性,有效避免了传统二维设计中可能出现的错误与冲突。在构件深化设计过程中,BIM技术为设计师提供了制定详深加工图纸与安装方案的有效工具,通过与其他专业协同的模型,BIM系统能够迅速识别并解决设计中潜在的冲突,特别是在结构与管道或机电系统交叉的区域。信息的集成与实时动态调整使设计方案得以及时优化,避免了施工过程中因冲突产生的返工现象,从而显著缩短项目周期并降低成本。此外,BIM技术还支持构件的模块化与标准化生产,使预制构件得以在工厂内高精度制造,从根本上简化了现场安装的难度。借助虚拟模型,设计师能够全面检查与调整构件的细节,确保构件的生产与安装严格符合质量要求,从而进一步提升建筑结构的安全性及施工效率。

2.3 机电设计的集成与优化

在装配式建筑设计中,机电设计的集成与优化对于确保建筑系统的高效运作至关重要。通过BIM技术,建筑、结构与机电系统被整合至一个统一的三维模型中,实现了各专业间的信息共享与协作,这种集成化设计方法使设计团队能够在项目初期便识别并解决机电系统与建筑结构或其他系统之间的冲突,从而避免了传统设计中由于信息孤岛导致的返工与项目延误。借助BIM平台,机电设计得以更精准且高效地进行,设计师根据建筑的实际需求,优化了空调、给排水、电气等系统的布置,确保了既能满足功能要求,又不影响建筑整体美观与结构安全。通过三维可视化,设计人员能够清晰地查看各类管线的空间位置及相互关系,从而调整布局,避免设计中的冗余与冲突提升了空间利用率。BIM技术的优势还体现在其对机电系统的性能模拟与分析的支持,使设计团队能够在施工前进行负荷计算、能效分析及系统优化,这些分析不仅有助于选择最适合的设备与配置,还能优化能源利用,显著降低后期运营成本。

2.4 装配式建筑施工模拟与优化

在装配式建筑的施工模拟与优化中,BIM技术大大提升了施工过程的精度与效率。通过利用BIM模型,施工团队能够在项目开工之前进行虚拟施工,全面模拟各个环节,如预制构件的运输、吊装与组装等,这种虚拟建造

使潜在的冲突得以提前识别,施工流程得到优化从而确保了资源与时间的最优配置。BIM 技术在施工模拟中的作用尤为突出,使各施工工序能够在项目实施前提前预演,施工顺序得以合理安排,避免了传统施工中因临时调整而引发的延误或材料浪费。例如,针对预制构件吊装,BIM 系统能够根据现场条件精确模拟吊装路径,确保各构件能够在最短的时间内顺利安装。此外,借助精确的工期规划与物资调度,施工进度能够有效控制,现场的等待时间与重复作业得以显著减少。不仅仅局限于施工前的模拟与优化,BIM 技术还在施工过程中发挥着重要作用,支持实时监控。在项目实施阶段,BIM 与项目管理系统的结合,使施工方能够及时发现偏差与问题并通过实时数据反馈支持快速决策与调整,从而确保项目按计划高效推进。

3 BIM 技术对装配式建筑设计流程的改进

3.1 数据驱动的设计变更管理

BIM 技术在装配式建筑设计流程中的应用,使设计变更的管理变得更加精确与高效。传统设计中设计变更通常涉及多次文件传递与手动调整,不仅容易导致信息滞后或遗漏,还可能引发沟通问题与施工延误。通过将所有设计数据整合于一个三维模型中,BIM 技术使所有参与方可以在同一平台上实时更新信息,从而有效减少了变更管理中的信息不对称现象^[1]。在 BIM 系统中,每一次设计变更都会即时反映在整个模型中,所有相关构件、施工图纸及文档将自动更新,这种集成化的数据管理方式将设计变更与整个设计与施工流程紧密相连,避免了变更仅停留在孤立环节。这种基于数据驱动的管理方法不仅提高了变更响应的速度,还确保了信息的一致性与准确性,从而有效减少了因设计变更引发的施工错误和重复工作。BIM 技术还能够通过数据分析与历史记录,为设计变更提供有力的决策支持,设计团队能够追溯每一次变更的背景与原因,评估其对项目进度、成本与质量的影响,从而做出更加科学的调整与决策。

3.2 跨专业协作效率的提升

BIM 技术在装配式建筑设计中的应用,显著提升了跨专业协作的效率。传统设计中,各专业间往往面临信息孤岛的问题,结构、机电、建筑等不同领域的设计团队常使用不同版本的图纸与数据,这容易引发冲突并导致信息滞后。通过 BIM 创建一个共享的三维模型,这些壁垒得以打破,使各专业团队可以在同一平台上实时访问并修改相关数据,从而确保了信息的同步更新^[2]。借助 BIM,设计团队得以在设计初期开展跨专业的全面协同工作,建筑、结构与机电等不同领域的设计人员能够在同一个三维模型中查看彼此的设计,及时发现潜在冲突。例如,机电管线的布置可能与结构构件发生干涉,BIM 模型的实时碰撞检测功能使这些问题在设计阶段迅速被识别并解决,从而避免了施工阶段的麻烦,这样的协同工作模式不仅加速了设

计过程,也大幅减少了返工与修正的成本。BIM 还提供了更加直观的可视化工具,使各专业人员能够更清晰地理解其他领域的设计意图与需求。例如,结构设计师可以直观看到机电系统的布局,而机电设计师则能了解结构的承载需求。通过这种互相理解与配合,设计团队的整体协调性得到了显著提升,从而有效减少了因沟通不畅引发的误解与延误。

3.3 设计与施工的无缝衔接

BIM 技术通过提供一个集成的三维数字模型,成功打破了设计与施工之间的隔阂,推动了建筑项目的高效实施。在传统模式下设计完成后,施工团队通常需要重新解读图纸,并将其转化为实际施工方案,这一过程中信息传递不准确、理解偏差等问题频繁出现,导致施工质量和进度的风险^[3]。而在 BIM 环境下,设计数据与施工信息得以在同一平台上流动,确保了设计与施工之间的无缝衔接。借助 BIM 技术,设计师与施工团队能够实时共享最新的设计变更及施工信息,施工方能够更加清晰地理解每个构件的要求与细节。施工人员可以利用 BIM 模型进行施工前的全过程模拟,潜在问题能够在施工前被提前发现,并基于模型数据进行调整,确保施工过程与设计保持一致,从而避免了返工及资源浪费。BIM 的施工模拟与调度功能,进一步强化了项目管理,通过精确控制施工进度与合理安排工序,项目管理者能够实时监控项目状态,确保设计意图得以在施工过程中有效执行。

4 结语

BIM 技术在装配式建筑设计中的应用,显著提升了设计、施工与管理的效率与精度。通过信息的集成、协同设计、可视化优化及施工模拟,传统设计流程中的许多障碍得以突破,跨专业协作得以促进,确保了设计与施工环节的无缝衔接。构件的设计与生产流程不仅得到了优化,施工阶段的设计变更也得到了有效管理,从而确保了项目的高效交付。随着技术的不断发展,BIM 与其他创新技术的融合,将推动装配式建筑在智能化、高效化与可持续性方面迈向新的高度。

[参考文献]

- [1]段雪岷.BIM 技术在装配式建筑中的应用[J].有色金属设计,2024,51(3):94-97.
 - [2]罗珊珊,王乙童,林圭佳栋.BIM 技术在装配式建筑设计中的应用[J].中国住宅设施,2023(12):31-33.
 - [3]李源,孙晔.基于 BIM 技术的装配式建筑设计[J].智能建筑与智慧城市,2023(12):94-96.
- 作者简介:郑鹏飞(1984.1—),男,毕业院校:南京工程学院;所学专业:建筑学,本科学历,学士学位,当前就职单位:河北省城乡规划设计研究院有限公司,职务:主创建筑师,职称级别:高级工程师。

智能化技术在建筑设计中的应用与展望

邢 灿

石家庄圣帝建筑工程设计咨询有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 智能化技术正从建筑设计中的辅助工具转变为核心驱动力。与传统依赖人工经验和逐步调整的设计方法不同, 智能化技术促使设计过程向数据驱动、自动化与精确化转变, 随着计算能力的提升与技术成本的降低, 人工智能、机器学习、BIM、物联网与大数据等技术, 已在建筑设计的各个阶段得到广泛应用, 涵盖从需求分析、施工控制到能效管理等多个领域。与此同时, 绿色建筑与可持续发展的需求日益增强, 建筑设计不仅需满足基本功能要求, 还必须关注能效优化与环境影响。在设计阶段, 智能化技术能够有效优化资源配置, 提高能效, 推动建筑行业向绿色转型。随着技术的持续进步, 智能化建筑将进一步引领设计模式的创新, 促进行业向智能化、精细化和高效化迈进。

[关键词] 智能化技术; 建筑设计; 人工智能

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15009

中图分类号: TU9

文献标识码: A

Application and Prospect of Intelligent Technology in Architectural Design

XING Can

Shijiazhuang Shengdi Architectural Engineering Design Consulting Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Intelligent technology is transforming from an auxiliary tool in architectural design to a core driving force. Unlike traditional design methods that rely on manual experience and gradual adjustments, intelligent technology promotes a shift towards data-driven, automated, and precise design processes. With the improvement of computing power and the reduction of technological costs, technologies such as artificial intelligence, machine learning, BIM, Internet of Things, and big data have been widely applied in various stages of architectural design, covering multiple fields from demand analysis, construction control to energy efficiency management. At the same time, the demand for green buildings and sustainable development is increasing, and building design must not only meet basic functional requirements, but also pay attention to energy efficiency optimization and environmental impact. In the design phase, intelligent technology can effectively optimize resource allocation, improve energy efficiency, and promote the green transformation of the construction industry. With the continuous advancement of technology, intelligent buildings will further lead the innovation of design patterns, promoting the industry to move towards intelligence, refinement and efficiency.

Keywords: intelligent technology; architectural design; artificial intelligence

引言

随着科技的迅猛进步, 智能化技术正在各个行业产生深远的影响, 建筑设计领域也不例外。尽管传统建筑设计模式在过去几十年中推动了行业的进步, 但面对日益多样化的建筑需求、日益增强的环保意识以及快速发展的城市化进程, 现有的设计方法逐渐面临了诸多挑战。智能化技术的应用为建筑设计带来了前所未有的机遇。通过大数据分析、人工智能、物联网、虚拟现实等先进技术, 设计师能够在较短时间内完成更加复杂且个性化的设计任务, 显著提升了设计的效率与精确度。这些技术不仅推动建筑向智能化、绿色化及可持续方向发展, 也使得建筑在功能、舒适性及环保性方面得到全方位优化。

1 智能化技术在建筑设计中的优势

1.1 提升设计效率与质量

智能化技术在建筑设计中的应用极大地提升了设计效率与质量, 通过结合建筑信息模型(BIM)与参数化设计等先进工具, 设计师能够在更短的时间内完成复杂建筑

方案的制定, 不仅有效缩短了设计周期, 还减少了人为错误的发生, 提高了设计的准确性与可执行性。以BIM为例, 数字化可视化技术使设计团队能够在项目初期识别潜在的冲突, 避免了传统设计过程中的频繁修改与返工。同时, 优化算法自动调整设计参数, 以便精准地满足功能与美学需求, 确保设计质量始终如一。随着这些技术的不断进步, 建筑设计的效率得到了显著提升, 质量也得到了有效保障, 推动了建筑行业的持续创新与发展。

1.2 节能环保与可持续发展

智能化技术在建筑设计中的应用, 极大推动了节能环保及可持续发展目标的实现, 通过集成智能控制系统、能源管理平台与环境监测技术, 建筑设计能够在确保满足功能需求的同时显著降低能耗。例如, 智能建筑系统通过实时数据监控, 自动调整空调和照明设备的运行状态, 确保在不同使用场景下达到最佳能效, 智能化技术还促进了绿色建筑材料的选用及可持续设计理念的推广, 帮助设计师选择符合环保标准的材料, 优化建筑结构, 减少资源浪费。

借助这些技术手段,建筑在减少碳排放的同时也提高了能源利用效率,积极推动了可持续发展的进程。

2 智能化技术在建筑设计初期阶段的应用

2.1 参数化设计与 BIM 技术的结合

在建筑设计的初期阶段,参数化设计与 BIM 技术的结合大幅提升了设计的灵活性与精准度。通过参数化设计,建筑师能够定义一系列可调控的参数,快速生成并调整多个设计方案,而无需从零开始。与之协同工作的 BIM 技术,则通过构建一个数字化的三维建筑模型,将所有设计信息统一整合,确保各设计元素的协调性与一致性,这种结合使设计师在早期就能够识别出潜在问题,如结构冲突或功能不合理,进而及时优化调整。与此同时, BIM 模型的可视化效果使客户及项目团队成员能够更加直观地理解设计意图,避免了传统设计过程中因沟通不畅而导致的误解。

2.2 数据挖掘技术在建筑设计中的作用

数据挖掘技术在建筑设计中越来越受到重视,尤其在设计方案的分析与优化方面发挥着重要作用,通过收集并分析大量的历史数据、用户反馈、气候变化、交通流量等信息,设计师能够更准确地把握建筑项目的需求与发展趋势。数据挖掘不仅帮助识别潜在设计问题,还能够预测不同设计方案的效果,为决策提供可靠的数据支持。例如,通过分析建筑使用中的能耗、空气质量等数据,设计师可以优化能效设计降低运营成本,提升居住舒适度。除此之外,数据挖掘在规划阶段同样具有重要价值,利用对城市发展趋势的分析,能够帮助设计师预测未来需求的变化,从而制定出更符合长远发展规划的设计方案。

2.3 虚拟现实与增强现实技术建筑设计初期的创新应用

虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术在建筑设计初期的应用,为设计流程带来了创新的转变。借助虚拟现实技术,设计师能够将建筑的三维模型转换为沉浸式的虚拟环境,使客户与项目团队能够在尚未建成的建筑中“亲身体验”,直观地感知空间布局、光线效果及细节设计,这种方式使设计中的潜在问题得以及早发现和解决,从而避免了后期的修改与返工。与此相配合,增强现实技术通过将虚拟元素叠加到现实场景中,帮助设计师与客户更清晰地理解建筑与周围环境的互动。例如,设计师可以利用 AR 技术在现场查看设计方案与实际场地的契合度,实时调整设计方案中的各项参数。这两种技术的结合不仅提高了设计的准确性,也增强了与客户的沟通,确保了设计更好地满足需求,优化了决策过程。

3 智能化技术在建筑设计过程中的应用

3.1 基于智能算法的设计优化

智能算法在建筑设计优化中的应用,正逐步成为提高效率 and 精确度的重要途径。设计师通过利用遗传算法、粒子群优化等智能优化方法,可以在庞大的设计参数空间中,

自动识别最佳解决方案,这些算法通过模拟自然界的优化过程,结合建筑功能、结构要求及环境因素等多维度的数据,快速生成多个设计方案并进行分析比对。以建筑设计为例,智能算法能够根据不同载荷和材料特性自动调整结构布局,在保证安全性标准的同时优化成本和资源配置。借助智能算法,设计师不仅能更高效地完成复杂任务,还能在确保设计质量的前提下,探索更具创新性和可持续性的方案。

3.2 自动化设计生成与评估

自动化设计生成与评估已成为建筑设计中至关重要的技术手段。在计算机程序和算法的支持下,设计师能够快速生成多个设计方案,并对其进行分析与优化,通过参数化设计及生成式设计技术,自动化设计能够根据既定的设计目标与约束条件,自动调整建筑的布局、结构、功能分区等元素,甚至创造出创新性的设计形式,这一过程不仅显著提高了设计的速度,还有效避免了传统人工设计中的局限性与错误。更为重要的是自动化设计的评估功能可以即时对生成的方案进行多维度分析,评估包括结构安全性、能效、成本及环境适应性等关键指标,帮助设计师快速筛选出最优方案。自动化设计生成与评估的紧密结合,使建筑设计过程更加精细化,并以数据为依据,从而显著提升了设计质量与决策效率。

3.3 智能辅助决策支持系统

智能辅助决策支持系统在建筑设计过程中,扮演着至关重要的角色,帮助设计团队在面临复杂决策时,做出更加高效和精准的选择。这些系统融合了大数据分析、人工智能及机器学习技术,能够实时处理大量设计数据、市场趋势、材料特性以及施工条件等信息。通过算法分析,系统为决策提供数据支持,推动决策的科学性与合理性。例如,在建筑材料的选择上,系统能够基于成本、环境影响、耐久性等多个维度,自动推荐最合适的材料,从而帮助设计师作出更明智的决策。此外,智能决策支持系统还可以评估各类设计方案的可行性、潜在风险与收益,为项目的不同阶段提供科学依据。这种智能化支持不仅提升了建筑设计的精准度,还能有效减少人为偏差与主观判断,使决策过程变得更加透明、客观、快速。

4 智能化技术在建筑设计结果验证与优化中的应用

4.1 建筑设计中的模拟与仿真技术应用

建筑设计中的模拟与仿真技术,已成为优化设计过程的核心工具。通过这些技术,设计师能够在实际施工之前,全面评估建筑的结构、环境性能及运行效果。例如,借助计算流体动力学(CFD)技术,设计团队能够模拟空气流动、热传导等物理现象,从而优化建筑的通风系统、采光设计以及能源效率。与之配合,建筑信息模型(BIM)与虚拟仿真技术的结合,可以对建筑每个细节进行数字化测

试,提前发现潜在的结构性问题或安全隐患,避免传统设计中因反复修改和返工而带来的时间和成本浪费,仿真技术还可以模拟建筑在不同气候、地震或极端天气条件下的表现,帮助设计师在材料、布局和结构上做出相应的调整,以确保建筑在各种环境下的安全性与舒适性。通过这些模拟与仿真手段,建筑设计不仅更加精准可控,还为后期建造阶段提供了坚实的基础,减少了不确定性与潜在风险。

4.2 设计结果的数据分析与反馈机制

在现代建筑设计中,设计结果的数据分析与反馈机制扮演着至关重要的角色,尤其是在确保设计方案的合理性与性能优化方面。通过对设计过程中积累的各类数据进行深入分析,能够全面评估建筑功能是否达到了预期目标,并及时发现潜在的改进空间。例如,借助传感器与智能设备实时收集温度、湿度、空气质量及能耗数据,设计团队得以将建筑的实际表现与最初设定的设计目标进行对比,从而识别出其中的偏差。综合分析这些数据,设计师可迅速发现问题,如能源消耗过高或空间布局不合理,并依据反馈机制对设计进行调整,这种基于数据驱动的优化模式,使设计过程变得更加动态且精准,确保建筑在投入使用后,能够持续高效地运行。随着数据分析与反馈机制的不断完善,建筑设计将朝着更智能、更个性化的方向发展,从而显著提升整体设计质量与项目的运营效果。

5 智能化建筑设计的未来趋势

5.1 物联网(IoT)与建筑设计的融合

物联网(IoT)技术在建筑设计中的应用,正在推动建筑向更智能、更高效的方向发展,将各种传感器、设备及系统连接至互联网,建筑不仅能实时监控和调节内部环境,还能够与外部系统实现无缝衔接,从而优化资源的使用,提升居住体验。以智能建筑中的照明、空调与安防系统为例,通过IoT设备实时数据得以收集并分析使用模式,进而自动调节设备的运行状态,确保能源的最大化利用,同时增强舒适性与安全性^[1]。建筑管理者也可借助IoT技术,实时监控建筑设施的运行状况,及时发现潜在故障并进行维护,从而延长建筑物的使用寿命。随着5G等技术的广泛应用,IoT将在建筑设计中扮演愈加重要的角色,不仅推动建筑智能化进程,还为可持续发展与智能城市建设提供了强有力的技术支撑。

5.2 人工智能与机器学习在建筑设计中的应用前景

人工智能(AI)与机器学习在建筑设计中的应用前景广阔,正逐步改变着建筑行业的设计与决策流程,通过对大量历史数据与实时反馈的分析,建筑性能可以被准确预测,设计方案也能得到优化,从而为设计师提供智能化的改进建议。例如,基于以往项目的数据,机器学习能够自动识别出最优设计模式,从而显著减少人工计算的时间与成本^[2]。在设计阶段,AI技术能够根据环境条件、使用需

求与资源限制,智能生成并优化建筑方案,甚至具备自我学习的能力,不断提升设计质量与效率,除设计阶段外,AI技术还可以在建筑运营过程中发挥作用,自动调节温度、照明及能源使用等,提升建筑的能效与居住舒适性。随着技术的持续进步,AI与机器学习将不再仅仅是设计辅助工具,更将成为推动建筑行业向高效、智能化发展的核心驱动力。

5.3 智能化建筑的个性化与定制化设计

智能化建筑的个性化与定制化设计正在引领现代建筑的革新潮流。借助智能化技术,建筑设计不再仅限于单一的模板化形式,而是能够根据不同客户的需求、环境条件及功能要求进行精准定制。通过大数据分析 with 人工智能技术,设计师得以深入了解用户的生活习惯、工作需求以及文化背景,从而创作出符合个性化要求的空间布局与建筑元素。例如,智能化系统能够根据实时数据自动调整室内温度、光照与空气质量,以适应各类用户的舒适需求^[3]。同时,建筑的外观与结构设计也会根据地理位置及气候特征进行优化,从而确保建筑与周围环境的和谐融合。定制化设计的应用不仅限于住宅与商业建筑领域,公共建筑及城市规划项目也日益采纳这一理念。随着3D打印技术、智能建材以及BIM技术的不断发展,未来的建筑将呈现出更加灵活与多样化的特点,不仅能够满足个性化需求,更将在可持续性 with 功能性方面展现出更高的水平。

6 结语

智能化技术的广泛应用,正推动建筑设计从传统方式向高效、精准、可持续的方向转变。通过模拟仿真、数据分析与物联网等技术,设计不仅更加科学精确还能满足个性化需求,助力可持续发展。智能算法与人工智能为设计优化提供了新视角,虚拟现实与增强现实则改善了设计师与客户的沟通。随着技术进步,智能化建筑已成为城市建设核心,在提升功能性与安全性的同时,促进建筑与环境的深度融合,推动绿色智慧空间发展。未来,智能化技术将持续引领建筑设计革新,推动行业迈向更智能、高效、可持续的新时代。

[参考文献]

- [1]陈承.BIM技术在建筑智能化工程设计中应用[J].现代物业(中旬刊),2019(11):69.
 - [2]宋艳,林红利,衣淑丽.智能化技术在建筑设计中的应用与展望[J].城市建设理论研究(电子版),2024(32):95-97.
 - [3]张永胜.建筑设计中电气工程智能化技术的运用[J].光源与照明,2023(7):216-218.
- 作者简介:邢灿(1989.11—),毕业院校:河北工程大学,专业:土木工程,单位:石家庄圣帝建筑工程设计咨询有限公司,职务:建筑设计,现职称:工程师。

基于土木工程建筑结构设计的优化分析

郑江鹏

陕西西咸新区泾河新城城市建设投资有限公司, 陕西 西安 713700

[摘要]随着经济的发展和科技进步,建筑行业面临着更高的要求。不仅需要建造出安全舒适的居住环境,还需要考虑到环境保护及经济效益。而作为整个建设项目的核心——土木工程建筑结构设计的重要性愈加显著。文中重点围绕结构设计中的几个核心环节进行研究,并尝试通过优化设计思路与方法,达到改善整体结构性能、降低成本及保护环境等多重目标,从而为未来建筑发展贡献更多智慧。

[关键词]土木工程; 建筑结构设计; 优化分析

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15022

中图分类号: TU318

文献标识码: A

Optimization Analysis Based on Civil Engineering Building Structure Design

ZHENG Jiangpeng

Shaanxi Xixian New Area Jinghe New City Urban Construction Investment Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 713700, China

Abstract: With the development of the economy and technological progress, the construction industry is facing higher requirements. It is not only necessary to build a safe and comfortable living environment, but also to consider environmental protection and economic benefits. As the core of the entire construction project, the importance of civil engineering building structure design is becoming increasingly significant. This article focuses on several core aspects of structural design and attempts to optimize design ideas and methods to achieve multiple goals such as improving overall structural performance, reducing costs, and protecting the environment, which contributing more wisdom to the future development of architecture.

Keywords: civil engineering; architectural structural design; optimization analysis

引言

随着城市化进程的加速和建筑行业的飞速发展,土木工程建筑结构设计的重要性日益凸显。结构设计作为土木工程的基础环节,其优化对于提高建筑质量、降低建设成本、提高经济效益等方面具有重要意义。本文旨在探讨基于土木工程建筑结构设计的优化分析,以期为相关领域的研究和实践提供有益的参考。

1 土木工程建筑结构设计的基本原理

土木工程建筑结构设计是一门综合性的学科,它融合了力学、材料科学、结构理论等多个领域的知识。结构设计的过程是一项复杂而细致的任务,它要求设计师具备深厚的专业知识和丰富的实践经验。在结构设计的过程中,安全性是首要考虑的因素。设计师必须确保结构在各种环境条件下的稳定性和承载能力,以防范各类潜在的风险。此外,结构的经济性也是不可忽视的要素,设计师需要在保证结构安全的前提下,寻求最经济、最合理的方案。同时,随着社会对可持续发展的日益关注,土木工程的结构设计也越来越重视环保和可持续性,旨在降低资源消耗、减少环境污染。为了实现这些目标,设计师在结构设计过程中,还需充分考虑建筑的功能需求、地理环境、气候条件等因素。功能需求决定了结构的设计方向和使用要求;地理环境则可能影响结构的基础设计和材料选择;气候条

件则对结构的耐久性和防护设计提出挑战。因此,一个优秀的土木工程师需要全面考虑各种因素,以设计出一个既安全又经济的建筑结构^[1]。

2 土木工程建筑结构设计优化的必要性

2.1 提高建筑质量

优化土木工程的结构设计不仅有助于提升建筑的美观与实用性,更关键的是可以显著提高建筑的安全性和稳定性。通过深入研究和精心设计,我们可以增强结构的抗震性能和抗风性能。在抗震设计中,重点在于提高结构的整体刚度和韧性。这包括选择适当的结构形式、优化梁柱布局 and 连接方式、提高建筑的基础稳固性等。此外,采用高性能材料和先进的施工技术也能进一步提高结构的抗震能力。这样,即使在强烈的地震发生时,建筑也能保持结构的完整性和稳定性。而对于抗风设计,重点在于减少风压对结构的影响。这包括减轻结构质量、优化外形设计以减少风阻、增强结构的侧向支撑系统等。通过这些措施,可以有效地提高建筑抵御强风的能力,保障人们生命财产的安全。因此,优化土木工程的结构设计是提高建筑安全性的重要手段,这不仅需要设计师具备深厚的专业知识,还需要他们具备前瞻性和创新精神。

2.2 降低成本

优化结构设计不仅有助于提升建筑的安全性和稳定

性,还能够显著降低建筑的材料消耗和减少施工周期,从而有效地降低建设成本。在结构设计过程中,通过合理的布局、创新的结构形式以及高效的施工技术,可以最大限度地减少不必要的材料浪费。采用轻质高强材料和优化材料使用方式,能够有效减轻结构自重,减少材料消耗。同时,合理的结构设计还能简化施工流程,缩短施工周期,降低施工成本。这不仅有助于加快项目的进度,还能减少因施工带来的各种风险。此外,优化结构设计还能提高建筑的可持续性。通过采用可再生材料和节能技术,结合可持续的设计理念,可以降低建筑对环境的影响。同时,提高建筑的能效和使用寿命,降低维护和修缮成本,从而实现长期的经济效益和社会效益^[2]。

2.3 提高经济效益

结构优化是建筑工程领域不可忽视的一环,对于实现资源的合理利用和提高建筑的使用价值具有至关重要的作用。这一理念强调在建筑设计阶段,通过科学合理的布局和配置,最大限度地发挥建筑的功能性和经济效益。通过结构优化,可以确保建筑物的结构既安全稳固,又能满足各种使用需求。这不仅体现在建筑物的实用性上,也体现在其经济效益上。结构优化能够确保建筑材料得到合理应用,避免不必要的浪费。这不仅降低了建筑成本,而且有助于减少能源消耗,符合可持续发展的理念。此外,优化建筑结构还能够提高建筑物的使用效率,使其在使用过程中能够更充分地发挥其功能,提高建筑物的使用寿命和保值性。因此,注重结构优化的建筑项目往往能够在激烈的市场竞争中脱颖而出,实现更高的经济效益和社会效益。

3 土木工程建筑结构设计的策略与方法

3.1 理念创新

在当今快速发展的时代背景下,结构设计不再仅仅是技术问题的简单解决。随着环保意识日益增强以及对资源的有效利用需求的提升,结构设计需要与创新思维相结合,寻找更合理、更具经济效益且更为可持续的路径。这样的设计理念不仅能促进建筑行业乃至整个社会经济的发展,还能减少环境污染,促进绿色可持续性,为构建美丽家园贡献力量。任何建筑或产品都是为了解决人们生活中的具体需求而存在,因此其基本构想必须建立在实际需要基础上。然而,在这个过程中不应盲目跟风现有模式,而是要深入理解目标使用者的习惯偏好以及潜在需求,以此指导设计方案的优化。通过跨学科的合作与信息交流来挖掘新方法、新技术的可能性,可以显著提高设计效率及成果价值,确保结构系统在功能性上做到极致的同时兼顾成本控制与美观性^[3]。

经济考量贯穿于项目规划、选址决策、材料采购乃至施工组织等各个环节,要求设计师不仅要熟练运用各类专业知识,还需具备良好的商业判断力以及项目管理能力。比如,在保障结构稳定性前提下尽量选择性价比高的材料

和技术,或是在确保使用年限不变的情形下优化工艺流程等策略,均能在一定程度上降低工程造价。同时注重可持续性的实施,是当前社会普遍关注的重点方向之一。这不仅是为了响应国际社会所倡导的环境保护趋势,同时也是因为绿色理念能够直接带动建筑品质提升与品牌影响力塑造。可持续性主要体现在能源效率高、循环再利用比例大、对周围自然环境影响小等特征。设计者可以采用节能减排设备与系统,优化采光通风等布局安排,最大限度地利用太阳能和地热能等形式可再生能源;另一方面则应加强废物管理机制建设,如推行雨水回收再利用、废建材就地转化等方式,从而在全生命周期内实现低消耗、低排放的目标。

3.2 技术优化

采用先进的结构分析软件,在建筑领域进行精细建模和精准模拟,可以极大地提升设计的准确性和效率,实现结构设计的优化与创新。借助结构分析软件,建筑师可以构建出更接近现实环境的数字模型。例如,通过软件的实时反馈机制,能够在初步设计阶段识别潜在问题,及时做出调整,以保证结构的安全性和可靠性。在复杂的大型建筑设计过程中,这一点尤其重要,因为即便是轻微的设计错误也可能导致后续工程的巨大损失和时间延误。因此,利用先进的计算机辅助设计系统进行多方案比较,并在每个设计方案中评估关键性能指标,如应力分布、震动频率和地震荷载等,不仅可提升结构安全性,还能优化设计方案,降低成本^[4]。

更为先进的软件还具备强大的可视化功能。它可以呈现三维图像或交互式仿真模拟效果,这有助于设计师、业主和施工团队更好地理解复杂的构造细节,并为决策提供强有力的技术支持。此外,这种可视化工具还可帮助客户更加直观地了解未来项目,提前解决潜在的空间安排或使用体验问题,有效增强客户参与感。同时,借助高性能的结构分析软件,能够大幅度减少传统手工作业所带来的计算量大和人工耗时长等瓶颈问题,加快设计流程。在现代建筑工程实践中,工期的延误意味着巨大的财务压力和社会成本。因此,缩短设计和审核过程中的冗长阶段,可以有效加快整体项目周期。

3.3 材料选择

在构建各类建筑物时,选材成为确保其质量和功能的关键因素。建筑所需的不同特性取决于设计目的、预算约束以及所处环境的具体情况,比如预期用途、地区气候特征及技术可行性的限制等。为保证建筑安全性和长期稳定性,选择最适宜的建材至关重要。合理选材可以最大化提升建筑质量与耐久性,进而延长建筑使用年限并减少后续维护保养成本。建筑师需具备深厚的工程知识,对市场进行细致调研,同时兼顾环境因素对建材选择的影响,从而挑选适合特定项目需求的建材。不同的建筑材料具备各自

独特的物理、化学及美学属性，因此在进行材料选择时，要根据建筑本身的特殊性与具体要求来权衡取舍，确保它们能够有效配合，并且能充分利用每种材料的优点以达到最佳的建设效果。例如，玻璃因其出色的采光能力和美观性，在现代高层建筑设计中扮演着重要角色，但与此同时其易碎特性和保温效果差也是不容忽视的缺陷，必须通过搭配其它高性能材料进行合理设计以弥补^[5]。

对于特定区域的气候条件而言，建筑师还需根据实际情况作出调整。例如，在潮湿多雨的地区使用高透气性和防腐蚀能力的材料会更加明智，这样能够提高建筑物的耐用性，并减少因环境带来的结构损害。同时考虑到可持续发展的长远效益，优选绿色低碳的建筑材料也显得尤为必要。在选择绿色材料的过程中，需考虑它们的环保资质、生命周期评价指标以及对生态系统可能造成的影响等多维度标准。这将有助于减轻环境负担，实现人与自然和谐共生。最后，在施工阶段同样要密切关注材料的质量监控。从进场检测至施工过程直至验收阶段皆需严格遵循规范操作标准，杜绝低质量材料进入工程场地，从而确保施工成果的整体质量不受影响。

3.4 跨学科合作

在现代土木工程领域，创新技术的引入和应用越来越受到重视。尤其是在当前复杂多变的设计与施工环境下，单一依靠传统知识和技术已经难以满足日益严苛的功能性和高效性的需求。此时，土木工程与其他相关学科，尤其是计算机科学和数学的交叉合作，无疑为工程的优化设计带来了前所未有的机遇。计算机科学在这一过程中的作用不言而喻。利用计算机技术可以大大提高设计方案的精准度。通过运用高级软件进行三维建模和结构仿真，不仅可以直观展示设计方案的实际应用效果，还能快速识别潜在风险点与优化机会，避免设计中容易出现的计算误差或概念偏差，确保项目的科学合理性与技术先进性。同时，云计算资源的应用则能够加速大型项目数据分析和模拟试验，使得工程师可以在虚拟环境中预演复杂场景，提前应对未来挑战，极大提高了工作效率。而数理基础则构成了这一领域的底层支撑。深入的数值分析技术和算法能够帮助解决工程力学计算中的精确性与速度之间的难题，尤其是在处理复杂的结构受力分析时。例如利用优化理论中的启发式搜索算法，可以在保证系统稳定性的前提下寻求最优设计方案。另外，统计学原理的应用也为不确定性的预测提供了坚实的依据，使设计人员在面对随机变化的因素时可以有更加稳健的设计思路和方法^[6]。

4 案例分析

在高层建筑设计领域，结构优化的应用对于成本控制和工程效率至关重要。以某一具体项目的优化设计方案为例，该项目通过精细模拟与分析，在确保结构安全性、稳固性的同时，实现了资源节约、成本控制、工程周期压缩的多方面提升。设计初期，项目组采用先进的有限元分析技术对建筑结构进行了详细评估。通过对不同荷载组合条件下的应力分析与变形研究，确定了关键部位及连接细节。在此基础上，利用拓扑优化方法寻找最优布局，使得构件尺寸与材料布置更为合理。在选择材料阶段，项目团队引入高强度钢材，并结合轻质高强混凝土等新技术，替代传统材料以达到轻量化设计的目的。这不但减轻了整个结构系统的自重，提高了抗震性能，同时减少了材料用量，从而有效降低了成本支出。针对施工环节，项目团队精心策划施工方案，提前进行模块化预制加工并进行虚拟施工仿真测试，最大限度规避了现场交叉作业引发的时间浪费及风险问题。这种预设方式既加速了整体工期进度，又保证工程质量。

5 结语

基于土木工程建筑结构设计优化分析对于提高建筑质量、降低成本、提高经济效益具有重要意义。在实践中，应注重理念创新、技术优化、材料选择和跨学科合作等方面的策略与方法，以实现结构设计的持续优化。同时，还需要关注最新的研究和进展，为未来的土木工程建筑结构设计提供更为丰富和深入的参考。

【参考文献】

- [1]秦莹. 土木工程建筑结构设计问题及优化措施的研究[J]. 建材发展导向, 2024, 22(7): 62-64.
 - [2]龚轩. 土木工程建筑结构设计中的问题与对策分析[J]. 住宅与房地产, 2024(5): 248-250.
 - [3]张罡睿. 土木工程建筑结构设计中的问题与对策分析[J]. 居舍, 2023(29): 91-94.
 - [4]杜文东. 土木工程建筑结构设计中的问题分析[J]. 中国住宅设施, 2023(6): 125-127.
 - [5]崔伟寿. 土木工程建筑结构设计优化研究[J]. 房地产世界, 2023(10): 50-52.
 - [6]王越. 土木工程建筑结构设计中的问题分析[J]. 全面腐蚀控制, 2021, 35(9): 117-119.
- 作者简介：郑江鹏（1991.7—），毕业院校：西安建筑科技大学，所学专业：结构工程，当前就职单位：陕西西咸新区泾河新城城市建设投资有限公司，职称级别：工程师。

论工业建筑结构防腐设计问题探讨

马 凯

中煤科工集团北京华宇工程有限公司西北设计研究院, 陕西 西安 710000

[摘要]相较于民用或商业建筑,工业建筑环境更为严苛,其不仅要承受重载、震动等物理作用,还长期处于含有酸碱盐等腐蚀性物质的环境中,这种特点也对建筑结构材料的选择及防腐设计提出了更高要求。腐蚀不仅会导致工业建筑材料出现强度减弱或韧性降低等性能下降的情况,还会引发结构裂缝、变形或坍塌等严重后果,而对腐蚀进行预防与处理也会增加整体维护成本,因此防腐设计与措施对于工业建筑结构而言具有较高的实际价值。基于此,笔者结合自身工作经验与研究实践,对工业建筑结构防腐设计问题进行深度剖析与讨论,希望能够对相关企业及个人有所帮助和启发。

[关键词]工业建筑;防腐设计;腐蚀机理

DOI: 10.33142/ec.v8i1.14990

中图分类号: TU352.3

文献标识码: A

Discussion on the Anti-corrosion Design of Industrial Building Structures

MA Kai

Northwest Design and Research Institute of CCTEG Beijing Huayu Engineering Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract: Compared to civil or commercial buildings, industrial buildings have a more demanding environment. They not only have to withstand physical effects such as heavy loads and vibrations, but also are exposed to corrosive substances such as acid, alkali, and salt for a long time. This characteristic also puts higher demands on the selection of building structural materials and anti-corrosion design. Corrosion not only leads to a decrease in strength or toughness of industrial building materials, but also causes serious consequences such as structural cracks, deformation, or collapse. Preventing and treating corrosion also increases overall maintenance costs. Therefore, anti-corrosion design and measures have high practical value for industrial building structures. Based on this, the author combines their own work experience and research practice to conduct in-depth analysis and discussion on the anti-corrosion design issues of industrial building structures, hoping to provide help and inspiration to relevant enterprises and individuals.

Keywords: industrial architecture; anti-corrosion design; corrosion mechanism

工业建筑因其特殊性往往面临高温、高湿、强腐蚀性介质等环境条件,这些因素极易导致建筑结构材料的腐蚀老化而影响建筑的整体安全和使用寿命。因此,本文首先分析了工业建筑结构的腐蚀机理,随后阐述了工业建筑结构对防腐设计的要求,最后对工业建筑结构防腐设计的策略进行深入分析,以期提高工业建筑结构的耐腐蚀性能,延长使用寿命并降低维护成本,同时促进资源节约型和环境友好型社会的建设。

1 工业建筑结构腐蚀机理分析

1.1 大气腐蚀机理

工业建筑作为生产与存储等活动的重要载体长期置身于复杂多变的大自然环境中,大气中不仅弥漫着氮气、氧气等气体还包含着一定量的水分,这些化学成分在特定的条件下会与建筑结构发生相互作用。当空气中的水分与建筑结构的表面接触时,极易因电化学反应或直接的化学反应而形成电解液,而其中溶解的氧气会扮演阴极去极剂的角色与建筑结构中的金属成分相互作用,进而在工业建筑的结构表面引发腐蚀现象。随着腐蚀作用的持续进行,一个类似于原电池的腐蚀体系便逐渐在建筑结构中形成并不断地侵蚀着结构的金属成分,导致锈迹的产生,随着时间的推移,这种腐蚀

作用会愈发严重,不仅会影响建筑的外观更会对结构的稳定性和安全性构成威胁,从而缩短建筑的使用寿命^[1]。

1.2 局部腐蚀机理

局部腐蚀现象在工业建筑领域中颇为常见且其带来的危害不容小觑,目前,大量的研究成果表明,当工业建筑结构遭受局部腐蚀时通常其结构形态也会发生一定程度的损伤。局部腐蚀主要可以分为电偶腐蚀和缝隙腐蚀两大子类,其中,电偶腐蚀多发生在结构连接处或组合结构部位,由于不同部位之间存在电位差异而形成腐蚀原电池效应,在这个过程中,正电位结构的腐蚀速度相对较慢而负电位结构则更容易受到腐蚀的侵袭,二者相互作用以加速整体结构的破坏。而缝隙腐蚀则多发生在工业建筑结构表层的缝隙处或构件之间,当这些缝隙的宽度足够容纳液体悬流时就会为腐蚀反应提供理想的条件,一般来说,敏感宽度范围在 0.025~0.1mm 之间的缝隙最容易受到腐蚀的影响,导致结构裂缝的产生进而影响建筑的整体性能。

1.3 应力腐蚀机理

工业建筑结构在日常运营中若并未受到应力作用则通常不会遭遇应力腐蚀的困扰,然而,一旦在特定的介质环境中引入应力因素就可能触发腐蚀甚至断裂的风险,从

腐蚀的深层机制来看,在应力或腐蚀介质的双重夹击下工业建筑结构表面的氧化保护膜会遭到破坏,进而形成阳极与阴极,这一过程中,阳极区域的金属离子会溶解并以电流的形式向阴极迁移。由于阳极的面积相对较小,导致该区域的电流密度显著增大,这种高强度的电流作用会对工业建筑结构造成严重的破坏,值得警惕的是,应力腐蚀常在无明显预兆的情况下突然发生且引发的后果极其严重,极易导致结构倒塌、管线泄漏等重大安全事故,对人员和财产造成巨大的威胁^[2]。

2 工业建筑结构对防腐设计的要求

2.1 安全性要求

由于工业建筑通常处于高温、重载、腐蚀或振动等不利条件,这些外界因素对于建筑结构的安全性和稳定性会构成严峻挑战,因此其结构设计对于安全性的要求极高。具体而言,工业建筑应根据具体使用环境选择钢筋、钢板及玻璃钢等抗腐蚀性能较强的材料,且所有用于防腐设计的材料必须经过严格筛选并符合相关标准和规范。结构设计要求户外钢结构要避免存在积水区域,比如在H型钢截面墙轴沿水平向放置时要防止形成积水区域而加速腐蚀速度。同时,尽量确保不同的金属不出现直接接触现象,如铁管和铜连接器等存在一定的电位差而加速腐蚀。此外,防护层的使用年限应符合相关标准和规范的要求,在使用过程中预估使用年限并定期对防护层进行评估与维护,并结合工业建筑的具体使用环境和腐蚀程度选择合适的防护层类型^[3]。

2.2 适用性要求

由于工业建筑的类型较为多样,因此《工业建筑防腐设计标准》GB/T 50046—2018 对其腐蚀性等级进行评估时,通常将其分为四个等级:微腐蚀、弱腐蚀、中腐蚀和强腐蚀。因此,相关团队在制定防腐措施时要综合考虑腐蚀性介质的类别、性质与形式,更要结合其所在的环境温湿度来采取契合性更好的方法。例如:对于 H_2S 、 HF 、 SO_2 等气态介质均会对工业建筑产生腐蚀作用,并且因自身浓度的差异而对工业建筑中的混凝土、钢材和水泥砂浆等材料造成不同等级的腐蚀效果。因此,设计人员在防腐设计时必须严格按照适用性要求,深入分析工业建筑结构及其所用材料的腐蚀性等级,从而筛选出更具针对性的防腐设计方案。表1为工业建筑对结构混凝土材料的基本要求。

表1 工业建筑对结构混凝土材料的基本要求

要求		最低混凝土强度等级	最小胶凝材料用量 (kg/m^3)	最大胶凝比	最大氯离子质量比 (%)	最大碱含量 (kg/m^3)
腐蚀等级	强	C40	340	0.40	0.08	3.0
	中	C35	320	0.45	0.10	3.0
	弱	C30	300	0.50	0.10	3.5

2.3 经济性要求

设计人员在工业建筑结构的防腐设计工作初期扮演着至关重要的角色,需要对建筑结构的用途、结构特性、所处环境的特点以及可能遇到的主要腐蚀介质进行全面且深入的分析,以此为制定合理有效的防腐设计方案夯实基础。然而,在实际操作中,部分工业企业出于控制成本的考虑通常会倾向于选择成本最低的防腐设计方案,面对这样的经济压力,设计人员需要更加灵活地应对,应以勘察报告、环境影响评价报告以及初步设计方案等关键文件作为参考依据并辅以BIM技术对结构设计进行进一步优化与完善,在此基础上,设计人员还应设计不少于三套的防腐方案,从成本、技术可行性以及后期的可维护性等多个维度入手对不同方案进行全面评估与比较,确保可以更加清晰地看到各个方案的优势与不足,从而在满足防腐要求的前提下选择出既经济又合理且能够被工业企业所接受的最佳设计方案。

3 工业建筑结构防腐设计的策略分析

3.1 控制腐蚀介质

在工业建筑工程的实践中,提升整体建筑结构防腐能力的一个行之有效的策略便是严格控制气态、固态和液态这三种形态的腐蚀介质,在设计初期,设计人员需要针对这些介质进行深入的考量。详细来说,设计人员必须深入掌握各种腐蚀介质对不同建筑材料的侵蚀影响程度,在此基础上,通过对腐蚀介质的科学管理和控制,设计人员能在后续的设计及施工阶段实施更加精确有效的防腐策略,例如,针对气态腐蚀介质,设计人员需要选用具有抗气体腐蚀性能的材料;而对于液态或固态腐蚀介质,需要设计特殊的隔离层或保护层,这样能够有效减轻建筑材料遭受腐蚀的可能性并确保建筑结构的长久安全。建筑结构遭受腐蚀的缘由多种多样,但归根结底环境因素起着决定性的作用,尤其是在湿度较高的环境中,酸碱盐等腐蚀性物质对建筑物的侵害尤为严重,常常导致建筑结构的局部出现腐蚀,因此,在工业建筑结构的防腐设计中,必须对环境因素予以充分的关注并进行深入的研究。为有效控制腐蚀介质降低结构腐蚀的发生概率,首先需要从源头上进行把控,这意味着必须采取积极的措施对那些容易引发腐蚀的氯气等气体进行控制,比如可以安装高效的空气净化装置,通过过滤和净化有效降低环境中的腐蚀气体浓度。这样一来,就能从根源上控制腐蚀介质并减少其对建筑结构的侵蚀和破坏,同时,还需要结合建筑结构的特点和使用环境来选择更加耐久、抗腐蚀的建筑材料,以进一步提升建筑的抗腐蚀能力^[4]。

3.2 合理调整结构布局

在工业建筑防腐设计中,合理的布局与设计能够将产生或释放侵蚀性介质的区域控制在最小范围内,以减少对周围环境和设备的腐蚀影响,在建筑布置、结构选型、节

点构造和材料选择等方面要通过综合性结构布局理念与防护手段来提升建筑的整体防腐能力。具体而言,对于腐蚀性介质含量较大的厂房和仓库等工业建筑应尽量集中布置于常年主导风向的下风侧和地下水流向的下游,当遇到工业废水中腐蚀性介质含量较高的情况下要对室外排水坡度进行重点设计,尽可能避免因排水不畅或积水问题而引发的腐蚀问题。

在结构选型方面要结合工业生产工艺要求、施工条件和材料类型选择适宜的结构体系,比如钢筋混凝土结构因其材料易得、施工方便与耐火耐蚀等优点,常被用于单层或多层工业厂房建筑中;而钢结构则多用于大跨度、大空间或振动较大的生产车间,并且要做好防火与防腐措施。一般而言,防腐建筑采用钢筋混凝土结构效果更为明显,对于其中梁、板、柱和屋架等承重构件,因其长期与强腐蚀性气体接触且处于高湿度环境下,所以可以采取提高混凝土标号、密实度或加大钢筋保护层等方式,并涂以耐腐蚀涂料来实现多层防腐效果。

加强工业建筑节点构造设计也是防止腐蚀介质侵蚀的关键布局,楼面与地面等防腐设计关键区域应采用耐酸、耐碱的地坪材料,并在找平层与地坪面层中通过设置隔离层的方式来阻止侵蚀性介质渗透与扩散。另外,地沟、地漏、踢脚线、变形缝和设备等与侵蚀性介质发生直接接触的建筑部位都要使用耐腐蚀性材料及相应的构造措施。此外,对于腐蚀性气体和粉尘含量较高的工业生产空间可以采取开放式、半开放式结构设计形式,设计好通风口以降低腐蚀影响并避免粉尘浓度过高引发爆炸事故^[5]。

3.3 优化工程设计

随着社会的迅猛进步与科技的日新月异,工业建筑结构在防护工程方面的质量要求日益提升,为了满足这些要求必须对当前的工程设计进行优化,特别是从防腐工程的设计入手对施工材料的选型以及施工设计指标进行持续的调整和完善。在这一复杂而关键的工程中,施工单位与设计单位之间需要紧密合作,共同探索和实践并进行技术协调,以确保设计方案既科学又实用,这意味着不仅要重视理论知识的指导作用更要密切关注实际操作中的各种问题,实现理论与实践的有机结合。在选择防腐材料时,必须采取全面而细致的考量方式,既要材料防腐性能进行评估,也要对其物理力学性能以及实际应用位置进行深入考虑,例如,应当了解材料在不同环境下的耐久性、稳定性以及其对各种腐蚀因素的抵抗能力,同时,还需要考虑材料在施工过程中的可操作性、与其他材料的相容性以及其对环境的影响等。更为关键的是,在选定防腐材料之前至关重要的一环是要开展一系列精密的实验分析,通过

对比和验证实验所得的数据来更为确切地评估该材料是否符合既定的应用标准,这一举措不仅能够筛选出最适合的防腐材料,还可以为后续的施工工作提供有力的技术支持和数据保障。

3.4 优化技术流程

在制定并确立防腐技术操作的详细方案后,便要严格按照既定方案的要求和步骤付诸实施,这一过程的高标准执行不仅能显著增强建筑结构的整体防腐性能,还能促使技术流程在多维度上得到优化,确保防腐工作更加紧密地贴合社会发展的实际需求。随着我国科学技术的日新月异,环保企业应积极投身于防腐涂料技术的创新研发,不断提升自身的科技创新能力与研发实力,这不但能够满足日益提高的市场需求和行业标准,更可以在新时代的浪潮中抢占先机并引领行业发展,为工业建筑结构的长期稳定运行提供更加坚实的保障^[6]。在这个过程中,选择更加专业、先进的施工设备同样至关重要,能够显著增强工业建筑结构防腐设计工作的效率与品质,为未来应对各种复杂情况提供坚实的信心保障,从而确保整体防腐工程能够完全符合并超越当前的高标准目标要求。

4 结语

综上所述,本文从工业建筑环境分析角度入手,逐一探讨腐蚀机理、防腐要求与防腐设计策略,随着工业技术的不断进步和环境保护意识的增强,新材料、新工艺的不断涌现也为防腐设计提供了更多可能性和选择。笔者在此也希望相关专家和学者对现有防腐设计进行不断完善与创新,为该领域实践提供更为新颖的视角与思路。

【参考文献】

- [1] 李忠良. 工业建筑结构防腐设计问题探讨[J]. 居业, 2024(11): 91-93.
 - [2] 孟祥凯, 张盈. 防腐设计在工业建筑结构中的应用分析[J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(5): 124-126.
 - [3] 胡登先, 唐昊. 工业建筑结构中的防腐设计探析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(31): 181-183.
 - [4] 郭永杰. 工业建筑结构防腐设计问题探讨[J]. 居业, 2022(7): 106-108.
 - [5] 曹志杰, 徐震, 徐春蕾. 城市污水处理厂混凝土结构防腐要点与设计实例[J]. 城市道桥与防洪, 2022(1): 234-236.
 - [6] 苏丽丽. 防腐设计在工业建筑结构中的应用解析[J]. 全面腐蚀控制, 2021, 35(6): 73-74.
- 作者简介: 马凯(1987.11—), 男, 毕业于防灾科技学院, 土木工程专业, 现就职于中煤科工集团北京华宇工程有限公司, 高级工程师, 主要从事工业建筑结构设计工作。

节能减排的措施在建筑给排水设计中的运用

王阿娜

石家庄圣帝建筑工程设计咨询有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 建筑行业在国民经济中占据重要的地位, 和人们的生活有紧密的联系, 建筑行业也是高耗能的行业。全球化的发展使得各种先进理念不断传入我国, 人们保护环境与节能意识不断提高, 对建筑给排水设计节能减排设计也更加关注。需要在确保建筑给排水建设正常运行的前提下, 节约水资源, 对建筑工程给排水建设中节能减排设计进行优化, 使建筑给排水工程的效益得到提高, 文中主要对建筑给排水设计中节能减排设计中常见的问题和处理的措施进行详细的分析, 以便促进给排水设计的发展。

[关键词] 节能减排措施; 建筑给排水; 给排水设计; 技术运用

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15010

中图分类号: TU82

文献标识码: A

Application of Energy-saving and Emission Reduction Measures in Building Water Supply and Drainage Design

WANG Ana

Shijiazhuang Shengdi Architectural Engineering Design Consulting Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: The construction industry occupies an important position in the national economy and is closely related to people's lives. The construction industry is also a high energy consuming industry. With the development of globalization, various advanced concepts are constantly introduced into China, people's awareness of environmental protection and energy conservation is constantly improving, and they pay more attention to the design of energy conservation and emission reduction of building water supply and drainage. On the premise of ensuring the normal operation of building water supply and drainage construction, it is necessary to save water resources and optimize energy-saving and emission reduction design in building water supply and drainage construction, so as to improve the efficiency of building water supply and drainage engineering. This article mainly analyzes in detail the common problems and treatment measures in energy-saving and emission reduction design in building water supply and drainage design, in order to promote the development of water supply and drainage design.

Keywords: energy-saving and emission reduction measures; building water supply and drainage; water supply and drainage design; technical application

引言

随着全球环保意识的不断增强及节能减排目标的逐步推进, 建筑行业作为主要的能源消耗与碳排放领域, 面临着迫切的资源节约与环境保护需求。在这一背景下, 给排水系统作为建筑工程的重要组成部分, 其节能减排不仅有助于降低运营成本, 同时也为实现可持续发展目标作出贡献。节能减排的措施在建筑给排水设计中涉及多个方面, 包括水资源的合理利用、管道系统的优化设计以及水质保障等。水资源利用效率的显著提高、能源消耗的减少以及对环境负面影响的降低, 均可通过科学设计与创新技术得以实现。同时, 随着绿色建筑标准与节能技术的持续进步, 给排水系统设计方法也在不断发展, 新型节能减排技术与理念的涌现, 推动了该领域的革新。这些创新措施不仅响应了国家关于能源节约与环境保护的政策要求, 而且提升了建筑行业的整体可持续性。具体应用中, 节能减排措施在建筑给排水设计中的效果, 将在本文中深入探讨, 现阶段所存在的主要问题也将被分析, 并提出相应的解决方案,

为推动建筑设计行业的可持续发展提供具有参考价值的思路。

1 建筑给排水设计中节能减排的重要性

建筑给排水设计中的节能减排不仅具有显著的现实意义, 还对未来的发展产生深远的影响。随着全球能源危机的加剧及环境污染问题的日益严重, 节能减排已成为建筑行业发展的核心任务之一。在建筑项目中, 给排水系统不仅消耗大量水资源, 而且涉及大量能源的使用, 尤其是在水的供给、热水供应及排水处理等环节。如何通过科学的设计与优化措施有效降低能源消耗与水资源浪费, 已成为提升建筑可持续性、降低运营成本、实现环境友好型建筑的关键途径。通过合理的节能减排设计, 不仅可以显著减少不必要的能源消耗, 还可提升水资源利用效率, 减少排放, 从而降低对自然资源的依赖, 气候变化的压力得以有效缓解^[1]。此外, 节能减排设计对建筑项目的经济效益提升也具有积极作用, 且契合了国家政策对绿色建筑与低碳建筑的支持, 成为推动建筑行业绿色发展的重要措施之一。

2 建筑给排水设计节能减排存在的主要问题

2.1 给水系统管材、阀门附件等设计存在的问题

在建筑给排水设计中,给水系统的管材、阀门附件等设计问题直接影响节能减排目标的实现。管材选择不当,水流阻力的增加会迫使系统消耗更多的能源以维持所需的水压和流量,从而加剧能源消耗。传统管材在长期使用过程中,水垢沉积或腐蚀的现象常常出现,进一步加大了水流阻力,降低了管道的使用寿命,进而影响系统的稳定性及能效。与此同时,阀门附件的设计问题亦不容忽视。例如,部分阀门无法实现精确调节,导致水流量不稳定,从而造成不必要的水资源浪费。管材与阀门材质不匹配的情况,亦可能导致管网系统运行效率的大幅下降。此外,管道布置设计若过于复杂,水流路径长且弯曲,流速不均匀的现象将导致水泵负荷的增加,从而间接提升能源消耗。

2.2 供水设计的浪费问题

在建筑给排水设计中,供水设计的浪费问题主要表现在水的过量供应以及水压设置的不合理。许多建筑的供水设计基于较为保守的假设,导致水流量常常被过度估算,实际使用需求远低于设计标准,造成了大量水资源的浪费。例如,某些高层建筑的供水系统未依据实际用水需求进行精确计算,供水量过高,不仅使水得以过度输送,还增加了管道负担与能源消耗。与此同时,供水系统水压设置过高也常常导致浪费。过大的水压使得管道系统承受过高的压力,同时还容易引发用水设备的频繁泄漏,进而导致水资源的进一步浪费。在不少建筑中,尤其是高层建筑,水压设计未考虑楼层间的差异,导致部分区域水压过高,从而浪费了水流,降低了用水效率。此外,在部分建筑设计中,设备与管道的能效优化被忽视,致使水的运输与分配过程中存在不必要的浪费。

2.3 再生水资源利用率低

在建筑给排水设计中,再生水资源的利用率偏低是一个普遍存在的问题。尽管再生水作为一种可回收资源,具有显著的节能减排潜力,但在许多建筑设计中,其有效利用未能得到充分考虑。一方面,污水处理与再生水回收技术在建筑中的应用尚不普及,导致了大量本应回收的水资源未被有效利用。尤其在一些老旧建筑中,污水处理设施的缺乏,使得再生水回用的难度大大增加。另一方面,尽管一些新建建筑计划引入再生水回用系统,但由于设计标准的限制、技术手段的不完善及管理措施不到位,往往未能在所有可利用区域实现再生水的全面覆盖,从而使其利用率依然偏低。例如,部分建筑仅将再生水用于景观灌溉或冲刷,未能充分发挥其在冷却、清洁等其他领域的潜力^[2]。与此同时,部分设计对再生水水质要求较高,这不仅限制其应用范围,还增加了系统的复杂性与维护成本,进一步制约了再生水利用率的提升。

3 建筑给排水设计中的节能减排有效措施

3.1 热水供应循环系统的合理设计

热水供应循环系统的合理设计在建筑给排水系统中

的节能减排中具有关键作用。传统热水供应系统普遍存在热水循环不畅、能量浪费等问题,这些问题不仅增加了能耗,还降低了能源利用效率。因此,优化热水供应循环系统的设计被视为提高能源效率、减少能量浪费的必要措施。在设计过程中,确保热水管道布置合理至关重要,管道长度及热水输送过程中热量损失的减少,应尽可能得到重视。合理布局的热水循环系统能够有效缩短热水输送时间,避免因长时间等待热水而导致的能源浪费。此外,智能温控系统与分区控制系统的采用,可以根据实际需求动态调节热水供应量,避免了过度加热或不必要的水资源浪费。结合高效保温材料对热水管道进行保温处理,不仅显著减少了热水在管道中的热量损失,也有效促进了节能目标的实现。同时,循环泵的合理设计与运行控制的加强,亦是减少能耗的关键措施之一。变频泵等节能设备的使用,使得泵的运行速度能够根据用水需求的变化自动调节,从而最大化了能效。

3.2 排水管道的节能减排设计

排水管道的节能减排设计在建筑给排水系统中具有至关重要的作用。通过合理设计排水管道系统,不仅能够提升排水效率,还能有效减少能耗与资源浪费。在设计过程中,应尽量避免不必要的管道长度与复杂性,减少过长输水路径对能源消耗的影响。管道的布置应根据建筑结构 with 功能进行优化,避免设置过多弯头与冗余管道,降低水流阻力,进而减少水流对管道产生的压力损失。符合标准的高效排水管材与附件的选用,尤其是在管道连接处,采用密封性强的管件,有助于确保系统的密封性与稳定性,从而减少水流泄漏及能量损失。此外,管道材质的选择对节能减排起着关键作用。选用耐腐蚀、抗老化的材料,不仅延长了系统的使用寿命,还减少了维护成本与资源浪费^[3]。排水系统设计还应考虑雨水的回收与再利用。通过合理设计雨水管道与污水管道的分流,最大化水资源的利用,进一步推动节能减排目标的实现。

3.3 给水管道的节能减排设计

给水管道的节能减排设计在建筑给排水系统中发挥着至关重要的作用。合理规划管道布局,能够显著减少管道长度及弯头数量,从而降低水流阻力与能量损耗,进而提高供水系统的整体效率。管道的走向应尽可能简洁、直线,不必要的弯曲与延伸应予以避免,以减少水流过程中的能量损失。在管材选择上,应优先考虑符合节能标准的高质量材料,特别是那些具有低水阻与优良耐腐蚀性能的管材,这些材料不仅能提高水流的畅通性,还能延长管道的使用寿命,从而减少频繁维护与更换所带来的资源浪费。保温设计在管道系统中同样至关重要,尤其是在热水供应系统中,合理的保温措施能够有效减少热量损失,提升热水使用效率,进而降低能源消耗。管道附件的选择,如阀门、接头等部件,应注重其节能性能,选用高效、耐用的配件,以避免因质量问题而造成水流泄漏或压力损失。此外,

结合智能化控制系统,通过实时监控与调节水流量与水压,可以进一步优化供水系统的能效,确保资源的高效利用。

3.4 应用太阳能热水技术

在建筑给排水系统的节能减排设计中,太阳能热水技术的应用具有重要的意义。通过将太阳辐射转化为热能,太阳能热水系统能够直接为建筑提供热水,从而减少对传统能源(如电力和天然气)的依赖。这一技术不仅有助于降低建筑的能耗,还能减轻环境负担,减少温室气体的排放。太阳能热水系统主要由集热器、储热水箱及相关控制系统构成。阳光被集热器吸收后,将水加热,并将热水储存在水箱中供建筑使用。与传统的电热水器或燃气热水器相比,太阳能热水系统的运行成本几乎为零,且能够提供稳定、长期的热水供应,特别是在阳光充足的地区,能够为建筑提供持续的能源。为了提升系统的效率,合理的设计是至关重要的,集热器的选型与布局、储热水箱的容量设置以及与给水系统的连接方式,均需经过精心设计。通过综合考虑建筑的朝向、坡度及采光条件,太阳能热水系统的运行效率可得到优化,从而进一步增强建筑的节能减排效果。

3.5 雨水的再生利用

在建筑给排水设计中,雨水的再生利用是节能减排的重要措施之一。通过有效收集、储存并利用雨水,不仅能够缓解城市水资源短缺的问题,还能减少对传统供水系统的依赖,降低能源消耗及水处理成本。雨水回收系统通常由屋面排水系统、雨水收集池、沉淀池、过滤装置及再利用设备等组成。雨水经屋顶及管道收集后,存储于地下或地面水池中,并经过必要的过滤与净化处理,最终可用于绿地灌溉、道路清洗及冲厕等非饮用用途。通过这一系统,建筑对自来水的的需求得以显著减少,从而节约了水资源,降低了水处理与供应环节的能源消耗,同时也减少了温室气体排放。特别是在干旱或水资源匮乏的地区,雨水回收系统已成为实现节能减排的关键工具。随着建筑设计理念的创新,越来越多的建筑项目已开始融合雨水回收技术,不仅有效降低了运营成本,还增强了建筑的环保性能。

3.6 新型卫生器具和选用

新型卫生器具的选用在建筑给排水设计中发挥着重要作用,尤其是在实现节能减排方面。随着科技的不断进步,现代卫浴产品在功能、材料与节水性能上得到了显著创新。例如,节水型马桶、低水压冲洗系统以及智能水龙头等新型器具,能够在保证使用便利性与舒适度的同时,有效减少水资源的消耗。节水马桶通过双按钮或感应式设计,使得用户可根据实际需求选择不同的冲洗水量,从而避免了不必要的浪费。此外,低流量水龙头与淋浴头通过调节水流量,既能提供良好的使用效果,又能显著降低水的消耗^[4]。这些创新器具不仅减轻了给排水系统的负担,还有效降低了热水供应系统的能耗,从而进一步减少了建

筑的整体能耗。此外,采用耐用且环保的材料,如不锈钢、陶瓷等的新型卫生器具,不仅延长了产品的使用寿命,还减少了因频繁更换设备所带来的资源浪费。

3.7 二次供水污染的防治设计

二次供水污染的防治在建筑给排水系统中具有至关重要的作用,尤其是在高层建筑中,二次供水常常成为水质污染的主要源头。由于水在供水系统中存储和输送的时间较长,受到环境污染、管道老化、细菌滋生等因素的影响,水质安全可能因此受到威胁。因此,保障水质安全的有效防治措施显得尤为重要。在设计中,二次供水设备,如水池与水箱,必须定期清洗与消毒,以防止有害物质与微生物的滋生。高质量的水箱与管道材料的选用,有助于有效防止有害物质的渗透,从而确保水源的清洁。此外,水箱设计必须合理,死水区的形成应被避免,以确保水流畅通,减少水在系统中的滞留时间。为了进一步降低污染风险,智能监控系统的应用可实时检测水质变化,及时识别问题并进行处理。同时,供水管道的密封性应严格控制,以防止外部污染源进入供水系统。

4 结语

建筑给排水设计中的节能减排措施不仅在推动建筑可持续发展方面扮演着核心角色,也在响应全球节能环保倡议中具有重要意义。通过合理设计供水管道系统、优化排水管道布局、引入太阳能热水技术以及实施雨水回收利用等创新手段,资源利用效率能够得以有效提升,能源消耗及排放得以减少,从而实现节能减排的目标。随着绿色建筑理念的普及与节能技术的不断进步,建筑给排水设计在节能减排方面仍有巨大的潜力等待被挖掘。未来,设计人员应更加注重新技术与传统方法的结合,强化水资源的可持续利用,以推动建筑行业绿色转型的进程。通过不断优化设计方案并采用先进的节能技术,才能在满足现代建筑需求的同时,最大限度地减少对环境的负面影响,从而实现社会、经济与环境的协调共生。

【参考文献】

- [1]关贤杰.节能减排措施在建筑给排水设计中的运用[J].低碳世界,2024,14(10):70-72.
 - [2]杨冬.建筑给排水设计中节能减排设计常见问题及处理措施分析[J].江西建材,2016(23):35.
 - [3]王邓旭.节能减排在建筑给排水设计中的应用[J].居舍,2017(23):77.
 - [4]林立.节能减排在建筑给排水设计中的应用[J].江西建材,2016(20):30-32.
- 作者简介:王阿娜(1986.10—),毕业院校:河北建筑工程学院,专业:建筑环境与设备工程,单位:石家庄圣帝建筑工程设计咨询有限公司,职务:给排水设计,现职称:工程师。

办公楼建筑节能技术的应用现状与优化策略研究

刘唯广¹ 刘 扬²

1. 青岛华堂建筑设计有限公司, 山东 青岛 266000

2. 青岛万科房地产有限公司, 山东 青岛 266000

[摘要] 随着全球能源需求持续增加以及环境问题日益严峻, 建筑行业面临着越来越大的压力。办公楼作为能源消耗的重要来源, 其能效问题已成为各国政府与行业专家关注的重点。建筑节能技术的应用尤为关键, 尤其是在办公楼中, 这不仅关系到节省能源、降低能耗, 还涉及到减少碳排放、提升舒适性等方面。传统的能源消耗方式已经无法满足现代建筑的绿色发展需求, 如何在确保良好的室内环境质量的前提下, 优化建筑的能源使用成为亟待解决的难题。文中探讨建筑节能技术的现状与发展, 分析其应用效果, 并提出优化策略, 以期为办公楼节能技术的提升提供理论依据。

[关键词] 办公楼; 建筑节能; 暖通空调系统; 电气系统; 优化策略

DOI: 10.33142/ec.v8i1.14993

中图分类号: TU746.3

文献标识码: A

Research on the Application Status and Optimization Strategies of Energy-saving Technologies in Office Buildings

LIU Weiguang¹, LIU Yang²

1. Qingdao Huatang Architectural Design Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

2. Qingdao Vanke Real Estate Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

Abstract: With the continuous increase in global energy demand and increasingly severe environmental problems, the construction industry is facing increasing pressure. As an important source of energy consumption, the energy-saving of office buildings has become a focus of attention for governments and industry experts around the world. The application of building energy-saving technology is particularly important, especially in office buildings, which not only relates to energy conservation and energy consumption reduction, but also involves reducing carbon emissions and improving comfort. The traditional energy consumption methods are no longer able to meet the green development needs of modern buildings. How to optimize the energy use of buildings while ensuring good indoor environmental quality has become an urgent problem to be solved. The article explores the current status and development of building energy-saving technologies, analyzes their application effects, and proposes optimization strategies in order to provide theoretical basis for the improvement of energy-saving technologies in office buildings.

Keywords: office buildings; building energy-saving; HVAC system; electrical system; optimization strategy

引言

随着全球城市化步伐的加快, 办公楼的数量与规模逐年增多, 伴随而来的便是能源消耗的快速增长。办公楼中的照明、暖通空调、供暖等系统是能源消耗的主要源头, 尤其在夜间或空闲时段, 系统的运行效率较低, 能源浪费情况严重。全球建筑能耗已占到全球能源消耗的三分之一, 而办公楼能效低下的问题更是亟待解决。随着节能技术的逐步成熟与广泛应用, 建筑能效的提升有了更为显著的突破。因此, 如何实现节能技术的有效配置与综合应用, 是建筑行业未来发展中的一个关键课题。

1 办公楼建筑节能技术概述

1.1 节能技术的定义与分类

节能技术是通过优化建筑设计、选用高效新型材料、合理配置设备及改进管理和操作方式, 来减少能耗、提高能源利用效率的一系列措施。在办公楼建筑中, 节能技术通常包括建筑围护结构节能、暖通空调系统节能、电气系

统节能以及智能化控制技术等。建筑围护结构节能技术通过精心设计外立面与使用高效保温材料, 有效减少了热能流失, 从而降低空调和供暖系统的能耗。暖通空调系统节能技术则通过高效设备的合理配置, 确保办公环境的舒适性, 同时最大限度地控制能耗。电气系统节能技术侧重于优化照明与供电系统, 通过采用节能灯具和智能照明系统来降低电力消耗。智能化控制技术则通过对各系统能耗的实时监控与精确调节, 实现了整体能效的优化。每项技术根据不同建筑的需求, 能够在其特定领域中发挥至关重要的作用。

1.2 办公楼建筑节能的意义

实施办公楼建筑节能技术不仅能有效减少建筑能耗, 降低日常运营成本, 还对环境产生了积极的影响。随着能源价格不断上涨, 节能措施在控制建筑运营成本方面变得愈发关键。通过合理设计与高效设备的应用, 办公楼能够在长期使用中实现节能效果, 进而缓解企业经济压力。节

能技术的应用还能够有效减少温室气体排放,支持低碳经济的发展,帮助实现可持续能源利用的目标。节能建筑减少了对传统能源的依赖,为可再生能源的广泛应用提供了条件。办公楼中节能技术的运用还能为员工提供更为舒适的工作环境,从而提高工作效率与员工的健康水平^[1]。随着绿色建筑与节能减排政策的不断推动,企业通过实施节能措施,不仅能够提升社会责任感,还能进一步塑造企业绿色形象。总之,办公楼建筑节能不仅是降低经济成本的有效手段,更在环境保护与推动社会可持续发展方面发挥着至关重要的作用。

2 暖通空调系统在办公楼中的节能技术应用

2.1 暖通空调系统的组成与作用

暖通空调(HVAC)系统在办公楼的能耗中占据重要地位,通常由空调、暖气、通风以及空气调节设备构成。其主要作用是通过调节室内温度和湿度,创造一个符合办公环境需求的舒适条件。除了保证舒适的室内环境,HVAC系统对能源的高效使用起到了至关重要的作用。通过优化设备选择、合理设计系统结构,能够有效减少能量消耗,同时确保工作空间的温湿度适宜。

2.2 暖通空调节能技术的应用现状

暖通空调节能技术的应用在当前办公楼中得到了逐步普及,并取得了显著成果。通过优化设备选型、提高能效比、引入变频技术以及热回收系统,HVAC系统的能效水平得到了显著提升。变频空调技术,通过根据室内负荷的变化自动调节空调运行的速度,能够有效避免能源浪费,并保证能源的合理使用。同时,热回收技术的应用使得空调在制冷或供暖过程中产生的废热得以回收并重新利用,进一步降低了系统的能耗。上述技术的实施,不仅提升了HVAC系统的整体能效,还促进了绿色建筑理念的发展,推动了能源的合理利用与可持续发展。

2.3 节能空调系统设计优化策略

为了进一步优化暖通空调系统的节能效果,在系统设计中,考虑建筑的整体布局、空间使用需求以及空调负荷的合理分配,有助于避免资源的浪费,提升系统的工作效率。空调系统的配置应尽可能与建筑的结构及使用需求相匹配,从而最大程度上提升运行效能^[2]。此外,智能控制系统的引入,使得空调系统能够根据实时的环境数据自动调节其运行状态,确保能源得到精确控制,避免因过度调节而带来的浪费。综合运用这些优化策略,既能保障办公空间的舒适性,又能显著提升HVAC系统的能效,最终实现节能目标的最大化。

3 电气系统在办公楼中的节能技术应用

3.1 办公楼电气系统的组成与功能

办公楼内的电气系统承担着建筑能耗管理的重要职责,主要包括供电、配电、照明以及智能控制等几个部分。供电系统负责从外部电网引入电力,而配电系统则负责将

电力合理分配至各个使用区域,确保不同功能区的电力需求得到满足。照明系统为办公环境提供充足且适宜的光照,而智能控制系统则通过自动化技术对用电情况进行实时监控,调整电力分配,优化电能使用,减少不必要的能耗。电气系统的高效运作不仅有助于提高能源利用效率,还能营造出更加舒适且高效的工作环境。

3.2 电气节能技术的应用现状

办公楼电气系统中的节能技术已在近年来取得了显著的突破,特别是在照明系统方面的进展。例如,LED灯具被广泛应用于办公楼中,这种高效照明技术相较于传统光源,不仅能显著减少电力消耗,还能延长使用寿命,降低维护成本。同时,智能调光技术的应用,根据外界自然光照强度变化自动调节室内灯光亮度,有效地减少了能源浪费。在电气管理系统方面,通过智能化控制系统对电力负荷进行实时监控与调节,能够动态优化电力分配,降低无效能耗。智能照明控制系统凭借活动感应技术,能自动识别人员的进出与活动状况,避免了不必要的照明开关,进而减少了电能的无谓浪费。

3.3 办公楼供配电系统节能优化策略

在办公楼电气系统中,供配电系统的设计与负荷调度对于优化能源使用至关重要。通过分析各区域的电力需求,能够实现电力资源的精确分配,从而避免无谓的能源浪费。设计阶段,应根据各功能区的实际用电需求进行合理的配电规划,通过设置独立的供电回路来确保每个区域的负荷分配得当,避免因负荷过大导致电力浪费,有助于提升供配电系统的整体运行效率,同时也能确保建筑物的能源资源得到更合理的使用。

3.4 办公楼照明系统节能技术

在办公楼中,照明系统通常占据较高的能耗比例,采用高效的LED灯具及智能化照明控制系统能够有效降低能耗,并提高舒适性。相比于传统的照明方式,LED灯具具有更优的能效表现及更长的使用寿命,能够减少能耗同时提供更稳定的光照质量。智能照明控制系统根据人员的活动与室内外光照情况,自动调节灯光的亮度,这种适应性调节可以在确保照明效果的同时,避免了能源浪费,也为办公人员提供了更加舒适、灵活的工作环境。

3.5 智能化电气控制系统的节能应用

智能化电气控制系统通过集成现代传感器技术与自动化控制手段,能够实时监测并调节建筑内的用电状况。楼宇自动化系统(BAS)凭借传感器捕捉人员活动与环境变化,自动调节空调、照明等设备的工作状态,以减少不必要的电能消耗。与传统的手动控制系统相比,智能控制系统能够根据实时的用电数据进行优化调整,确保设备在最低能耗下高效运行。这种自动化调节不仅使电力资源得到更合理的使用,还能提供更为舒适的办公环境,提高了能源利用的整体效率。

4 暖通与电气系统协同优化策略

4.1 暖通与电气系统的协同作用

在办公楼建筑中,暖通空调系统与电气系统的协调与优化是提高整体建筑能效的核心因素。这两个系统紧密依赖,共同作用于建筑能源管理及室内环境的舒适度控制。通过合理配置这两个系统,不仅可以提高室内的舒适性,还能有效地降低整体能耗。例如,通过智能控制系统,这两个系统能够实现相互配合与调度,最大化地减少能源消耗,同时确保舒适度不受影响。这种协同优化的方式,能够在建筑运营的各个阶段控制初期投资与日常运行成本,为建筑的长远效益提供重要保障^[3]。优化后的运行机制不仅有效降低了建筑的能源消耗,还提升了经济效益,避免了不必要的资源浪费。因此,协同优化成为推动建筑节能技术进一步发展的的重要途径。

4.2 联合优化模型的构建与应用

联合优化模型的构建在提升建筑节能效果中占据了至关重要的位置。通过使用数学建模与计算机模拟技术,能够对不同系统的能效特性进行深入分析,进而寻找到最佳的设计与运行策略。在这一过程中,着眼点不仅在于单一系统的优化,还需要从整体角度出发,探讨多系统协同工作时如何达到最优的节能效果。每个系统在这一联合优化模型中承担着独特的职责,通过合理配置与运行,避免了因单独优化带来的资源浪费。该优化模型通过全面考虑各系统的协同作用,确保了能效的最大化,进一步提升了建筑在运行过程中对能源的利用效率,能够在多个维度上优化建筑节能效果,同时促进了建筑能效技术的普及与应用。

4.3 暖通空调与电气系统节能策略的协调优化

协调优化的核心目标是在不影响室内舒适性的前提下,借助智能调度系统精确地控制各个子系统的运行。例如,在空调负荷较低的情况下,系统优先启动照明设备,而当室内无人时,照明系统会自动关闭,空调系统则进入节能模式。借助这种智能调节机制,建筑内部的能源消耗得到了优化,能效显著提升。实时监控与智能调度的结合,确保各子系统能够根据不同的负荷情况作出灵活调整,从而保持能效的最优状态。这种精准控制的方式使得各个系统能够协调合作,在各种运营条件下达到最佳的节能效果。此外,通过这种灵活的调节方式,建筑能效的提升与运行成本的降低得到了有效保障,建筑的长期节能得到了强有力的支持。

4.4 协同优化在实际办公楼项目中的应用

随着智能技术的不断发展,协同优化策略在许多办公楼项目中得到了广泛应用,并且取得了显著的节能效果。例如,在某办公楼项目中,引入了联动控制系统,使得建筑内的各系统能够根据外部气候变化与内部人员活动情况自动调整运行模式,最终实现了 30%以上的能效节省。

该案例充分展示了协同优化技术在建筑节能中的巨大潜力,证明了其在实际项目中的可行性与高效性。随着绿色建筑理念的不断推广,协同优化将在未来建筑节能中扮演更加重要的角色。通过这种方法,不仅能够有效提升建筑的能源利用效率,还能降低运行成本,增强建筑的市场竞争力,推动建筑行业朝着更加高效、绿色的方向迈进。随着环保技术的不断发展,协同优化将会成为建筑节能领域的主流方法之一,推动建筑行业向着更加可持续的未来发展。

5 办公楼建筑节能技术的综合评价

5.1 建筑节能技术的综合评价方法

综合评价建筑节能技术时,常使用能效评估、环境影响评估以及经济效益评估等多种方法。这些方法通过量化建筑物的能效,能够清晰揭示不同节能技术对能源消耗的影响。在能效评估中,建筑物在不同节能措施下的能源使用水平被测量与计算。环境影响评估则关注节能技术的环保效益,尤其是其对温室气体排放减少与资源节约的贡献。经济效益评估侧重于节能技术对建筑运行成本降低及财务效益提升的影响^[4]。综合这些评估,可以为节能技术的优化与选择提供科学依据,帮助决策者依据节能效益与环境效益做出理性决策,从而推动建筑行业的可持续发展。

5.2 节能技术的成本效益分析

虽然节能技术的应用需要一定的初期投资,但随着时间推移,其节能效益能够为建筑带来显著的经济回报。通过进行成本效益分析,可以将节能技术的经济价值具体量化,从而为决策者提供有力支持。成本效益分析一般包括初期的投资费用、长期的运营成本以及由节能带来的费用减少。研究表明,采用先进的节能技术后,办公楼不仅能够显著减少能源消耗,还能提升建筑物的市场价值。初期投资在节能效益回报的积累下,通常会在一定时间后得到回收,因此,这种技术的经济效益是长远的,能够平衡短期投入与长期回报,为决策者提供更加全面的投资参考。

6 结语

在全球推动可持续发展的过程中,建筑节能技术的重要性日益凸显。作为能源消耗的主要场所,办公楼在节能减排方面具有巨大的潜力。通过有效地引入并应用节能技术,不仅可以显著降低能耗,提升建筑能效,还能有效减少运行成本,推动环境保护。本文从暖通空调、电气系统等技术出发,探讨了其在办公楼中的节能效果,阐明了这些技术在提高能效、降低能耗方面的突出作用。随着建筑节能技术的不断创新与智能化发展,未来的办公楼将更加注重精细化的能源管理,从而实现更高效的节能目标。随着政策、技术及管理手段的不断完善,建筑节能技术将迎来更加广阔的应用前景,为推动绿色低碳建筑的快速发展

提供重要保障。

[参考文献]

- [1]朱宝,黄展华,王庆雨.基于 BIM 的办公楼节能设计与应用研究[J].成都工业学院学报,2022,25(4):60-65.
- [2]张剑辉,史光超,倪欣,等.近零能耗公共建筑节能降碳技术路径研究——以某物流业务配套用房项目办公楼为例[J].绿色建筑,2024,11(6):83-91.
- [3]王天昊,罗曦.“双碳”目标下县级市次中心控规编制策略——以醴陵市流星潭片区控制性详细规划为例[J].

城市建筑空间,2024,31(11):74-76.

- [4]杨道远,王畅.“双碳”背景下的乡村近零能耗公共建筑设计策略研究[J].城市建筑,2024,21(23):35-38.

作者简介:刘唯广(1981.7—),毕业院校:天津大学,所学专业:建筑环境与设备工程,当前就职单位:青岛华堂建筑设计有限公司,职务:工程师,职称级别:中级;刘扬(1981.6—),毕业院校:青岛理工大学,所学专业:自动化,当前就职单位:青岛万科房地产有限公司,职务:工程师,职称级别:中级。

绿色建筑施工材料的环保性能检测与评价方法

新忠理

阿拉尔市天平建材检测有限责任公司, 新疆 阿拉尔 843300

[摘要] 随着绿色建筑的推广, 环保性能良好的建筑材料变得越来越重要。目前, 绿色建筑材料的环保性能检测与评价方法已经初步建立, 主要关注材料的能效、资源利用和环境影响等方面。许多国家和地区也推出了相关的标准和认证体系。然而, 现有的评价方法仍面临一些问题, 如检测技术复杂、数据不准确以及标准不统一等。因此, 如何改进这些方法, 提升其准确性和实用性, 仍是当前需要解决的关键问题。

[关键词] 绿色建筑; 施工材料; 环保性能检测; 评价方法

DOI: 10.33142/ec.v8i1.14996

中图分类号: TU712

文献标识码: A

Environmental Performance Testing and Evaluation Methods for Green Building Construction Materials

JIN Zhongli

Alaer Tianping Building Materials Testing Co., Ltd., Alaer, Xinjiang, 843300, China

Abstract: With the promotion of green buildings, building materials with good environmental performance have become increasingly important. At present, the environmental performance testing and evaluation methods for green building materials have been preliminarily established, mainly focusing on the energy efficiency, resource utilization, and environmental impact of materials. Many countries and regions have also introduced relevant standards and certification systems. However, existing evaluation methods still face some problems, such as complex detection techniques, inaccurate data, and inconsistent standards. Therefore, how to improve these methods and enhance their accuracy and practicality remains a key issue that needs to be addressed at present.

Keywords: green building; construction materials; environmental performance testing; evaluation methods

引言

随着全球环境问题愈加严峻, 建筑行业作为能源消耗与资源利用的关键领域, 正面临日益严格的环境要求。绿色建筑作为一种注重环境友好、资源节约与人体健康的建筑模式, 已成为当代建筑行业发展的主要趋势。在绿色建筑设计及施工的过程中, 材料选择扮演着至关重要的角色。优良的环保性能不仅能有效降低建筑能耗、减少环境污染, 还能提升资源利用效率, 保障居住者的健康。为确保绿色建筑材料的环保性, 全面且系统的检测与评估是必需的。该过程不仅涵盖材料本身的环境影响评估, 还涉及其在整个生命周期内的表现。因此, 环保性能的检测与评估方法被视为绿色建筑材料推广应用中的核心技术之一。借助科学的检测手段, 材料的能效、排放水平、健康影响及可回收性等多个方面可进行量化分析, 为材料选择提供科学依据。本文旨在探讨绿色建筑施工材料的环保性能检测与评估方法, 现有技术的特点及实施现状将被分析, 挑战与不足也将被揭示, 优化路径的提出有助于推动绿色建筑材料的可持续发展。这不仅有助于增强建筑行业的环保责任感, 也为全球应对气候变化与实现绿色低碳目标提供了有力支持。

1 绿色建筑与环保材料的重要性

绿色建筑与环保材料在推动环境保护与可持续发展方面具有重要意义。随着全球生态环境压力不断加剧, 传

统建筑材料在生产与使用过程中所造成的大量能耗与污染, 已成为亟待解决的重大问题。环保材料作为绿色建筑的核心部分, 具备节能、低碳及可回收利用等优良特性, 其应用能有效减少建筑全生命周期中的资源消耗与环境影响。在绿色建筑实践中, 环保材料不仅能满足功能需求, 还在健康、安全与舒适性方面展现出独特优势。环保材料的采用有助于建筑行业降低对自然资源的过度依赖, 废弃物的生成得以减少, 从而实现生态效益与经济效益的双重提升。此外, 环保材料的广泛应用符合绿色发展战略的要求, 推动建筑行业转型升级, 整体技术水平与市场竞争力得以提升。因此, 绿色建筑与环保材料在当前建筑行业转型及全球可持续发展目标的实现中, 扮演着不可替代的重要角色。

2 环保性能检测指标体系

2.1 材料成分检测指标

材料成分检测指标是环保性能检测体系的基础与核心, 其主要任务是全面评估材料的化学成分及其对环境与人体健康的潜在影响。具体而言, 材料中是否含有甲醛、苯、挥发性有机化合物 (VOCs)、重金属等有害物质的检测, 以及这些物质的含量是否符合国家或国际环保标准的确认, 可以有效识别其使用过程中可能带来的污染风险。此外, 材料中绿色成分的比例也应当关注, 如生物基原料、可再生资源及可降解物质的含量, 以评估其对资源可持续

利用的贡献。为确保检测的科学性与准确性,气相色谱、质谱联用、能量色散光谱等精密仪器常被用于分析。同时,根据不同材料类型及应用场景,成分检测应结合行业标准与绿色建筑规范,灵活调整检测重点与评估方法。

2.2 生产过程中的能耗与排放指标

生产过程中的能耗与排放指标是环保性能检测体系的关键组成部分,主要用于评估材料在生产阶段对资源消耗与环境影响的总体表现。能耗指标包括生产过程中总能源消耗量、单位产品的能源利用效率,以及清洁能源在能源结构中的占比,这些数据反映了材料生产是否高效且可持续。排放指标则重点关注温室气体、颗粒物、挥发性有机化合物(VOCs)、污水与固体废弃物的产生情况。通过检测这些排放量以及是否符合环保标准,能够判断其对环境的潜在危害。能耗与排放的评估通常结合生命周期分析(LCA)方法,原料开采、加工、运输等各个环节的环境影响得以全面量化,从而揭示生产过程中的环境成本。此外,现代检测技术结合大数据监测与碳足迹追踪,能为能耗与排放指标的综合评估提供更为精准的技术支持。

2.3 使用过程中的健康与环境影响指标

使用过程中的健康与环境影响指标是环保性能检测体系的核心部分,主要用于评估材料在实际使用阶段对人体健康与生态环境可能带来的直接或间接影响。该指标的关键内容包括材料释放的有害物质、对室内空气质量的影响,以及其在环境中的降解特性与潜在污染风险。对于建筑材料而言,甲醛、苯、挥发性有机化合物(VOCs)等有毒有害物质的释放量是主要检测项目。通过长期释放实验与模拟真实使用条件的动态检测,这些物质的释放是否处于安全范围之内能够被判断。此外,湿度调节、温度保持能力及有害气体吸附等生态功能,材料对室内空气的影响也应纳入评估范畴,以评估其对使用环境的积极贡献。同时,是否会产生微塑料、难降解物质或其他次生污染物,在材料使用过程中,也应作为环境影响评估的重要部分^[1]。为了确保检测结果的科学性与权威性,这些分析不仅依赖于先进的技术手段,如气相色谱、质谱分析以及高精度环境传感器,还需要严格对标国内外绿色建筑评价标准。

2.4 材料的可回收与可再利用性能指标

材料的可回收与可再利用性能指标是环保性能检测体系中评估材料生命周期环境友好性的关键部分,主要关注材料在使用寿命结束后的回收、分解及再利用效率,以减少资源浪费并降低环境负担。检测内容涵盖材料的物理与化学特性是否适合回收处理,以及回收率、回收过程中的能耗与污染物排放水平。同时,还需评估材料在再利用过程中的性能稳定性,包括强度、耐久性与功能性是否能够与原材料相媲美,及是否能够通过改性或处理满足新用途的要求。对于可降解材料,其在自然环境中的分解时间及对土壤和水体的潜在污染风险也是评估的重点。检测方法

通常结合实验室测试与实地验证,通过回收工艺适应性实验与再利用性能模拟实验,全面分析材料在不同回收与再利用场景中的表现。

3 环保性能评价方法

3.1 评价原则与标准

环保性能评价的原则与标准为建立科学、公正、系统的评估体系提供了基础,旨在为材料的环保特性提供明确的衡量依据与规范指引。评价原则应包括全面性、科学性、实用性与可操作性。全面性要求评价涵盖材料全生命周期的各个关键环节,涉及生产、使用及废弃处理阶段,以确保评估结果能够全面反映材料的环保属性。科学性强调,评价方法必须建立在可靠数据与理论支持的基础上,采用先进检测技术与严谨的分析模型,从而确保评估结果的准确性与客观性。实用性要求评价内容切合实际应用需求,能够为材料的选择、优化及市场推广提供有价值的参考。可操作性则要求,评价过程应简洁高效,适应不同场景下的灵活实施^[2]。在具体标准方面,环保性能评价通常参照国际与国内现行绿色建筑标准、材料性能规范以及环境保护法规,如ISO 14040系列标准、LEED认证、BREEAM认证以及中国绿色建筑评价标准(GB/T 50378)。这些标准涉及能耗、排放、有害物质含量、资源利用率与可回收性等核心指标,提供了量化评价的依据。

3.2 量化评价模型的构建

量化评价模型的构建是环保性能评估中的核心环节,旨在借助数学模型与数据分析,将材料的环保性能转化为具体的量化指标,从而提供科学、客观的评估结果。通常需要综合考虑多个变量,模型构建包括能源消耗、排放水平、资源利用效率、健康影响以及生命周期成本等。首先,评价所需的关键参数必须被确定,这些参数可通过实验测试、文献调研及行业标准来获取。接下来,采用加权评分法、模糊综合评价法或多目标决策分析(MODM)等适当的数学方法,这些参数被整合为综合评估指数。在构建过程中,还必须考虑不同材料及应用场景的特点,通过引入敏感性分析、数据拟合及回归分析等技术,确保模型能够在各种条件下保持准确性与适用性。

3.3 多指标综合评价方法

多指标综合评价方法广泛应用于环保性能评估,其核心目的是通过综合考虑多个评价指标之间的关系与权重,将复杂的环保性能问题转化为可量化的综合评分。涉及多个维度的评价任务,这一方法常用于,涵盖材料的能耗、排放、资源利用、健康影响及环境适应性等方面,每个指标反映了材料在不同层面上的环保特性。在实施综合评价时,需对各个指标进行合理的权重分配,通常借助专家评估法、层次分析法(AHP)或熵值法等方法进行。根据各指标对整体环保性能的影响程度,这些方法赋予不同权重,从而使最终评价结果更符合实际需求。在多指标综合评价

中,常用的计算方法包括加权平均法、模糊综合评价法及TOPSIS法等,通过数值计算,将各项指标的评分综合为一个单一的环保性能评分,从而实现不同材料或方案的优劣排序。该方法的优势在于能够有效处理复杂的多维数据,通过系统化的分析与模型设计,为绿色建筑材料的選擇提供明确的决策依据,帮助相关方在多个方案中做出最符合环保要求的选择。

3.4 国内外评价体系的比较

国内外环保性能评价体系的对比,旨在通过分析不同国家和地区的绿色建筑及环保材料评价体系,揭示其共性与差异,从而为材料选择及建筑设计提供全球视角。多个国家已建立起成熟的环保性能评价体系,诸如美国的LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) 认证、英国的BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) 认证及欧盟的环保标签 (EU Ecolabel),在国际上。其共同目标,是通过一系列评估指标,衡量建筑材料与建筑的环境影响,涵盖能效、材料使用、室内环境质量、资源利用及废弃物管理等多个方面^[3]。例如,绿色建筑材料的评估中,LEED与BREEAM重点考量能源消耗、碳排放、可再生资源使用及室内空气质量等因素,并强调生命周期评估 (LCA) 的运用,确保材料环保性在全生命周期内得到体现。与此相对,国内绿色建筑评价体系,如中国绿色建筑评价标准 (GB/T 50378),也在不断完善,侧重于节能、节水、环境保护及室内环境质量等领域。差异,主要体现在国内标准与国际体系的具体技术要求的实施细节及适应性上。中国的绿色建筑标准,更强调能源效率与水资源管理,尤其在环境污染治理与资源回收方面有明确规范要求,同时在推动绿色建筑的过程中,逐渐关注本土化与区域性的可持续发展需求。尽管基本原则与目标上高度一致,国内外评价体系在评价方法、指标权重、具体要求及认证标准的执行力度上,仍存在差异。科学数据与行业经验,国际体系更依赖于,而国内体系则在借鉴国际经验的同时,愈加重视实际操作性与针对性,以适应不同地区的社会、经济与环境特点。

4 检测与评价中的挑战与优化路径

在环保性能的检测与评价过程中,面临着多重挑战,主要体现在技术、数据、标准与实践操作等方面。首要问题,尤其在评估材料成分、能耗、排放及健康影响等领域,是检测技术的复杂性与高昂成本。目前的检测方法,往往需要高精度设备与较长的实验周期,这使得其应用范围受到限制,尤其是在资源匮乏的地区。数据获取与处理的不确定性,也是被认为一大难题。环保性能的评价,依赖大量实验数据,然而这些数据的准确性、完整性及代表性直

接影响评价结果的可靠性。在实际操作中,许多材料的环境影响因子较为复杂,如何全面、客观地采集与分析相关数据,成为一项重要挑战。现行评价标准,虽不断更新与完善,但仍存在地区差异。国际标准与本土需求之间的适配问题,较为突出,且各类标准在实际应用中缺乏统一执行机制,从而影响评价结果的可靠性与可比性。为应对这些挑战,从多个角度进行优化,需要。加强检测技术的研发,推动低成本、高效率、高精度的检测设备创新与普及,尤其是在材料生命周期评估、排放监测与资源回收等领域,借助人工智能、大数据分析等新兴技术,检测效率与数据处理能力,能够提升。与此同时,完善数据采集与共享机制,推动行业信息透明化与共享化,利用云平台与智能工具,材料环保性能数据的标准化与互通共享,能够实现,减少数据偏差对评价结果的影响^[4]。此外,根据不同国家与地区的实际需求,应逐步建立统一的全球绿色建筑材料评价标准框架,促进地方性标准与国际标准的协调,确保绿色建筑的推广具备广泛的适应性与执行力。最后,行业与学术界的合作,应加强,推动理论研究与实践应用的结合,提高评估体系的适用性、科学性与可操作性,助力绿色建筑产业链的健康发展。

5 结语

在绿色建筑理念的深入推广下,环保性能良好的建筑材料在促进建筑行业可持续发展进程中,正发挥着不可或缺的关键作用。绿色建筑施工材料的环保性能检测与评价方法,不仅为材料的选择提供了科学依据,也促进了行业技术的进步与环保标准的提升。然而,仍面临一些技术性难题及标准化问题,现有的评价方法,这要求在检测技术、数据准确性、标准体系等方面,进一步地优化与完善,进行。随着检测手段的持续创新与评价体系的不断完善,未来绿色建筑材料的环保性能,将获得更加精准、全面的评估,从而为建筑行业的绿色转型,提供更为坚实的支持。

[参考文献]

- [1]李继业,张峰,胡琳琳.绿色建筑节能工程材料[M].北京:化学工业出版社,2018.
 - [2]李轩花.简述绿色建筑中节能环保材料的运用[J].陶瓷,2024(9):144-147.
 - [3]王君.绿色环保建筑材料在建筑工程中的应用思考[J].中国建筑装饰装修,2024(9):105-107.
 - [4]危弘毅.节能环保建筑材料在工程中的应用[J].居业,2020(3):37-39.
- 作者简介:靳忠理(1982.1—),男,毕业院校:塔里木大学,专业:农业水利工程,工作单位:阿拉尔市天平建材检测有限责任公司,职务:副经理,职称:中级工程师。

征 稿

Call for Papers

《工程建设》由新加坡Viser Technology Pte.Ltd. 主办, ISSN: 2717-5375 (印刷)。
本刊长期以来注重质量, 编排规范, 选稿较严格, 学术水平较高, 深受高校教师及
科研院所研究人员青睐。本刊为开源 (Open Access) 期刊, 出刊的所有文章均可在
全球范围内免费下载, 文章被万方数据库、维普网等权威数据库收录。

期刊针对工程项目建设的全过程, 重点报道工程建设过程的科研成果、先进技术、
高效设备、新型材料、工程项目管理经验等, 突出工程领域新技术、新工艺、
新方法, 反映建筑、市政、交通等工程领域新成果、新进展, 促进工程技术行业的
交流与成果展示, 为推动国际工程技术和科学技术发展服务。

《工程建设》期刊的主要栏目有:

工程管理、建筑工程、市政工程、机械工程、石油工程、矿山工程、冶金工
程、路桥交通、勘察测绘、施工技术、建筑设计、节能环保、材料科学等。

鼓励工程建设各领域的专业技术人员和管理干部以及大专院校相关专业的师生
和科研人员来稿, 有关国家科技计划、自然科学基金和各种部门、地方、院所科技
基金资助项目的文章优先发布。

征文格式与要求:

(1) 论文要求: 论点新颖, 论证充分; 设想可行, 结论可靠; 条理分明, 书写
清楚, 用字规范, 上交电子文件 (word格式)。

(2) 论文格式: 题目、作者姓名、工作单位、省份及邮政编码、中英文内容摘
要 (150字符-300字符为宜) 及关键词 (3-5组为宜)、正文、参考文献。(附个人
简介、邮箱、联系方式及详细收件地址, 如: 省、市、区、路)。

(3) 论文篇幅: 字符数要求在5000-8000字符之间。

投稿网址: www.viserdata.com



Viser Technology Pte. Ltd.

公司地址

111 North Bridge Rd, #21-01 Peninsula Plaza,
Singapore 179098

官方网站

www.viserdata.com

