



www.viserdata.com

工程施工技术

ENGINEERING CONSTRUCTION TECHNOLOGY

月刊

■ 主办单位: Viser Technology Pte.Ltd.

■ ISSN 2972-4058(online) 2972-404X(print)

中国知网 (CNKI) 收录期刊

RCCSE权威核心学术期刊

2025

1

第3卷 总第18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.



工程施工技术

Engineering Construction Technology

2025年·第3卷·第1期(总第18期)

主办单位: Viser Technology Pte. Ltd.

I S S N: 2972-4058 (online)

2972-404X (print)

发行周期: 月刊

出版时间: 1月

数据库收录: 中国知网收录期刊

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: 朱强

学术副主编: 魏忠 高江

责任编辑: 戚滕

学术编委: 倪勤盛 陈鹏 王子红 张耕野

侯明卫 刘刚 赵欢 王海军

王永华 洪秋生 李笑宇 刘汉涛

钱冰 吉咸伟 杨熠卿 宋世超

美工编辑: 李亚 Anson Chee

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

建筑工程

公路工程桥梁桩基施工检测研究..... 马波 1

BIM 技术在建筑给排水工程设计中的应用研究. 王海洋 4

活态传承视角下的石家庄传统风貌建筑保护与利用策略

研究..... 陈利伟 7

建筑工程管理中创新模式的应用及发展的分析.....

..... 胡安玲 11

基于 BIM 技术的建筑给排水设计优化策略与实施路径研

究..... 刘洲 14

外挂组合吊篮在超高层异形建筑的应用探究.. 李聚刚 17

幕墙在建筑外立面装饰设计中的应用研究.... 陈阳 21

市政工程

市政工程施工管理的强化措施及工程质量提升路径研究

..... 褚胜辉 24

城镇燃气管道施工质量控制与设计要点分析.. 黄龙 27

路桥工程中路基路面施工技术的应用分析.... 孔亚峰 30

绿色节能环保技术在市政工程施工中的应用与实践研究

..... 吴江帆 33

材料工程

沥青路面新材料和新技术的分析与研究..... 王疆 36

不同材质外门窗气密性能的现场检测与对比研究.....

..... 李帅 39

工程管理

施工许可证改革对建筑市场管理的影响与应对策略....

..... 王永安 42

航天工程采购项目进度控制与管理策略探讨.....

..... 徐静 王靖凯 季旭 45

公路隧道施工安全管理技术应用与分析..... 马永伟 48

浅析建筑工程管理的制约因素及应对措施.... 翟艳红 51

政府投资项目造价审计方法与实践研究..... 杨应付 55
公路隧道施工安全管理技术应用及分析..... 王金亮 58

施工技术

地下管线临时架空受载保护技术研究..... 王 志 61
隧道施工难点及技术措施研究..... 薛广彬 65
钻孔灌注桩施工工艺在建筑工程中的实践与优化研究..
..... 王 强 68
桥梁桩基施工技术在复杂地质条件下的应用研究.....
..... 李 威 71
越南中心城区老基坑逆作法施工综合技术研究.....
..... 马 尧 74
公路施工中基底处理技术的优化研究..... 李宏伟 79
建筑结构施工中膨胀混凝土技术的运用..... 张志利 82
公路桥梁施工中桥面铺装技术的优化与创新.. 裴 立 85
地下工程的施工技术与方法..... 许运伟 88
环线快速路改建工程预制箱梁吊装技术研究.. 熊国夫 92

石油化工

四川页岩气旋转导向钻井技术应用..... 唐勇军 97

机电机械

智能化技术在机电一体化制造中的应用..... 忻容荣 100
混凝土搅拌站机械设备常见故障及维修保养.....
..... 郭 镪 103
信息技术背景下机械设计制造及其自动化探讨.....
..... 薛佳昊 106
闪速炉电收尘器的运行实践及分析.....
..... 刘富全 何国方 109
仿真技术在机械设计制造中的应用前景分析.....
..... 杨 俊 112

能源矿业

煤矿水害治理中物探关键技术的应用..... 严锦钢 115
数字化技术在矿山施工安全管理中的应用探析.....
..... 周 严 119
复杂水文地质条件下探放水工程技术研究... 薛路伟 122

勘察测绘

钻探工艺优化及其对超深孔孔斜控制的影响分析.....
..... 李 妍 126

公路工程桥梁桩基施工检测研究

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] 桥梁工程是公路工程的关键组成部分, 而桩基作为桥梁工程的基础结构, 其施工质量直接关系到整个工程的安全性、稳定性和耐久性。在公路工程建设规模不断扩大的背景下, 加强对桥梁桩基施工检测的研究具有重要意义。有效的检测策略能够及时发现桩基施工过程中的问题, 保证桩基质量符合工程要求, 从而为道路桥梁的长期正常使用奠定坚实基础。

[关键词] 公路工程; 道路桥梁; 桩基施工; 施工检测

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15128

中图分类号: U4

文献标识码: A

Research on Construction Inspection of Bridge Pile Foundations in Highway Engineering

MA Bo

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: Bridge engineering is a key component of highway engineering, and pile foundation, as the foundation structure of bridge engineering, its construction quality directly affects the safety, stability, and durability of the entire project. Against the backdrop of the continuous expansion of highway engineering construction scale, it is of great significance to strengthen the research on bridge pile foundation construction inspection. An effective detection strategy can timely detect problems during the construction process of pile foundations, ensuring that the quality of pile foundations meets engineering requirements, thereby laying a solid foundation for the long-term normal use of roads and bridges.

Keywords: highway engineering; road and bridge; pile foundation construction; construction inspection

引言

随着我国交通基础设施的快速发展, 公路工程中的桥梁建设越来越复杂, 尤其是道路桥梁的桩基施工质量, 直接影响着工程的整体安全性和稳定性。因此, 如何有效开展桩基施工检测, 确保其质量符合设计和规范要求, 已成为公路工程建设中的重要课题。本文主要探讨了公路工程中桥梁工程桩基施工检测的相关方法, 希望对相关人士能够具有一定的启迪作用, 进而提高桩基施工的整体质量, 保证道桥工程的建设质量并延长使用寿命。

1 桩基施工检测的意义

桩基是道路桥梁工程的基础部分, 承担着上部结构的全部荷载, 并将这些荷载有效地传递到地下土层。作为桥梁结构的重要组成部分, 桩基的施工质量直接影响着整个桥梁的稳定性、安全性以及使用寿命。因此, 桩基施工的质量控制至关重要, 其中桩基的施工检测是保障工程质量的核心环节, 也是确保桥梁长期稳定运营的关键手段。通过实施严格的桩基施工检测, 不仅能及时发现施工过程中的潜在问题, 还能够有效避免可能出现的安全隐患。例如, 桩基的垂直度、承载力、桩身完整性等指标都需要通过专业检测手段加以评估。这些检测结果能够为施工过程中的调整提供科学依据, 确保桩基的设计功能得以实现。同时, 桩基施工质量的保障还能够延长桥梁的使用寿命, 降低后期维修和改造的成本。因此, 桩基施工检测工作是桥梁工

程建设中不可忽视的重要环节, 直接关系到工程的整体质量和安全^[1]。

2 桩基施工检测的主要方法

2.1 钻探取样法

钻探取样法是桩基施工中常用且有效的检测方法, 广泛应用于评估桩基桩长、桩身缺陷、桩底沉渣厚度以及桩身混凝土的强度, 从而判定或鉴别桩端岩土性状。通过钻机对桩基进行钻探, 可以获取土层的详细地质资料, 包括土层的深度、分布、类型、密实程度等。钻探过程中, 还会进行土样的取样与分析, 进一步了解土层的物理力学性质, 如土壤的承载能力、摩擦系数、膨胀性等。基于这些分析结果, 可以对桩基的设计承载力进行精准评估, 并为施工提供科学依据。在桩基施工过程中, 常用的钻探设备主要有液压高速钻机。使用液压操纵的高速钻机, 配备单动双管钻具、孔口管、扩孔器、卡簧和扶正稳定器等设备。钻头采用金刚石钻头, 外径不宜小于 100mm, 确保钻头的同心度和径向跳动符合要求。每回次钻孔进尺控制在 1.5m 内, 钻至缺陷处或下钻速度快的位置, 及时量测钻杆深度, 确定缺陷位置和程度。钻取的芯样应按回次顺序放进芯样箱中, 并记录相关信息。

2.2 静载试验

静载试验是一种常用于桩基施工中的检测方法, 主要通过施加静态荷载, 测试桩基的承载力与变形特性。该方

法通过模拟实际荷载作用下桩基的表现,能够准确评估桩基的承载能力和变形响应。试验中,荷载逐步施加至桩基,直到达到桩基的极限承载力,通过测量桩基的沉降量,能够直观地了解桩基的承载状况及其变形特性。静载试验的一个重要优势是它可以全面、准确地评估桩基在实际使用中可能承受的荷载情况。除了能够检测桩基的极限承载力外,还可以通过测试桩基在不同荷载下的沉降情况,获取其沉降与荷载之间的关系数据。这些数据对进一步的设计优化和施工方案的调整具有重要的参考价值。此外,静载试验还能够帮助识别桩基存在的潜在问题,例如不均匀沉降、桩基承载力不足等,从而为后续的施工和质量控制提供科学依据。因此,静载试验不仅是评估桩基承载力的重要手段,也是确保桥梁等工程长期安全运行的关键环节^[2]。

2.3 动态试验法

动态试验法是一种通过施加动态荷载来测试桩基动态特性的重要检测方法。该方法主要通过施加一定频率和幅度的动态荷载,观察桩基在荷载作用下的响应,从而评估桩基的承载能力和变形特性。常见的动态试验方法包括低应变反射波法和高应变波速法。低应变反射波法通常用于测定桩基的完整性,通过测量波速反射时间来评估桩基的质量和承载力。高应变波速法则适用于测定桩基在动荷载下的动态响应,利用波速变化分析桩基的承载能力和变形能力。动态试验法的一个显著优势是其快速、简便,能够在施工过程中实时进行监测。相较于静载试验,动态试验具有较高的效率和较低的成本,能够在施工阶段及时发现桩基存在的问题,避免安全隐患。特别是在大规模施工中,动态试验法可以作为常规检测手段,通过对大量桩基进行快速检测,确保整个工程的质量和安全性。

2.4 桩身检测

桩基在施工过程中,桩身的质量是影响桩基承载能力的关键因素之一。桩身的完整性直接关系到桩基的稳定性和安全性,因此,确保桩身质量符合设计 requirements 是桩基施工的重要环节。为了有效评估桩身的质量,常用的检测方法包括声波检测法、电磁检测法和超声波检测法等。声波检测法通过向桩身发送声波并分析声波的传播情况,能够评估桩身是否存在裂缝、孔洞或其他不连续性^[3]。这种方法具有较高的灵敏度,能够快速检测出桩身的缺陷。电磁检测法则通过测量电磁场的变化来检测桩身内部的缺陷,尤其适用于钢筋桩等具有导电性的桩基。超声波检测法则是利用超声波在桩身中的传播速度和反射特性来评估桩身的质量,能够有效检测出桩基的孔洞、裂缝等问题。这些检测方法的显著优势在于它们属于非破坏性检测技术,不会对桩基的结构造成损伤,能够在施工过程中进行实时监测。通过对桩身的完整性进行全面评估,能够及时发现潜在的质量问题,从而保证桩基的设计承载力和施工质量,确保整个桥梁或建筑结构的安全性和使用寿命。

2.5 桩顶标高检测

桩基施工完成后,桩顶标高的严格监测是确保工程质量的重要环节。通过对桩顶标高的精确测量,可以有效判断桩基是否按照设计要求施工,确保桩基的垂直度、深度和定位等关键指标符合设计规范。这一过程不仅是施工质量控制的必要步骤,也是后期施工稳定性的保证。桩顶标高检测能够及时发现施工过程中可能出现的偏差问题,如桩位移、桩体倾斜、深度不足或过深等问题。这些偏差可能会影响桩基的承载能力,进而影响到上部结构的稳定性和安全性。如果在施工过程中没有对桩顶标高进行有效监测,可能会导致潜在的安全隐患,增加后期的维修和调整成本。通过精确的标高检测,可以对施工过程中的异常情况进行及时调整,避免不符合设计要求的桩基投入使用。此外,桩顶标高的监测还能够为后期的工程验收和质量评估提供重要依据,确保桩基施工符合设计标准,达到预期的工程质量和使用性能^[4]。

3 施工检测的关键问题

3.1 土质条件的影响

不同地区的土桩基土质条件差异较大,这直接影响桩基的施工和检测方法的选择。土质条件的变化不仅决定了桩基的承载力,还影响桩基的设计和施工难度。一般来说,土层的类型、密实度、含水量等因素都会影响桩基的稳定性和安全性。例如,在软土、淤泥或黏性土等软弱地层中施工时,桩基可能会遭遇沉降较大或承载力不足等问题,而在岩石层或坚硬土层中施工时,桩基可能面临钻探困难等挑战。因此,不同地质条件下的桩基施工和检测必须针对具体情况进行调整,以确保桩基的稳定性和安全性。

在复杂的地质条件下,桩基检测面临较大的挑战。土层的变化可能非常不规则,甚至存在不同土质交替的现象,导致桩基承载力的评估更为复杂。此外,一些地下水位较高或存在气体、化学腐蚀等环境因素的地区,也会对桩基的质量和耐久性产生不利影响。因此,传统的检测方法可能无法完全适应复杂地质条件的需求。为了确保桩基的稳定性和安全性,施工前应对土层进行全面的勘察,获取精确的地质资料。通过地质勘察,可以全面了解土层的分布、强度、承载力等信息,从而为桩基设计和施工提供科学依据。在勘察的基础上,选择适宜的检测方法非常关键。例如,在软土或松散土层中,可选择低应变反射波法、静载试验等方法,而在岩石层或坚硬土层中,则可能需要采用高应变波速法、钻探取样法等技术。只有结合具体的土质条件选择合适的检测方法,才能确保桩基的设计和施工达到预期的效果,保证工程的长期稳定性和安全性^[5]。

3.2 施工过程中检测的及时性

桩基施工是一个长期且复杂的过程,涉及多个阶段和多项技术要求。从桩基的设计、施工到后期的质量控制,每一个环节都需要严密的管理和检测。为了确保桩基的稳

定性和安全性,实时的质量检测在整个施工过程中显得尤为重要。及时发现并解决施工中的问题,不仅能有效避免潜在的安全隐患,还能提高施工效率和工程质量。在桩基施工过程中,定期的检测尤为关键,特别是对桩身质量和承载力的检测。桩身质量直接影响桩基的承载能力和使用寿命,因此,必须对桩身的完整性进行严格检查,确保没有出现裂缝、空洞或其他不符合标准的缺陷。常见的检测方法如声波检测法、超声波检测法等,能够有效地识别桩身内部的潜在问题,确保桩基质量达到设计要求。

此外,对桩基承载力的实时监测也不可忽视。通过静载试验、动态试验等手段,可以对桩基的承载能力进行评估,确保桩基能够满足上部结构的荷载要求。通过定期检测桩基的承载力,可以及时发现桩基可能出现的沉降过大、承载力不足等问题,并采取相应的措施进行调整。实时检测和定期检查能够帮助施工团队及时发现不规范操作或设计偏差,确保问题能够在第一时间得到纠正。这样不仅可以提高施工的精度和质量,还能够避免施工过程中因为问题未及时解决而带来的更大风险,确保工程的长期稳定性与安全性^[6]。

3.3 检测技术的不断更新

随着科技的不断进步,桩基施工检测的技术也在不断发展和创新。传统的桩基检测方法在精度和效率上虽能满足基本需求,但随着工程规模的扩大和技术要求的提高,传统方法逐渐暴露出一些局限性。为了应对这些挑战,越来越多先进的检测技术被应用到桩基施工中,极大地提高了检测的精度和可靠性。例如,基于激光扫描技术的桩基检测方法,能够通过激光扫描仪快速、准确地捕捉桩基的三维空间数据。这种方法不受复杂地质环境的限制,能够提供高分辨率的桩基形态数据,帮助检测人员对桩基的质量、垂直度、沉降等进行全面评估。激光扫描技术的应用,不仅大大提高了检测速度,还有效减少了人工检测中的误差,确保了桩基施工质量的精确控制。

此外,地质雷达技术作为一种非破坏性检测技术,已广泛应用于桩基检测中。地质雷达能够穿透土层,实时获取地下桩基的完整性信息。通过分析回波信号,能够识别桩基内部是否存在裂缝、空洞等缺陷,尤其适用于复杂地质条件下的桩基检测。相比传统的钻探取样法和静载试验法,地质雷达技术具有更高的灵活性和准确性,能够更全面地了解桩基的状态。这些新型检测方法的应用,不仅提高了检测的精度,减少了人工误差,还使得桩基检测更加科

学化、精准化。随着技术的进一步发展,未来的桩基施工检测将更加高效、智能,为工程质量提供更为有力的保障。

3.4 综合性检测方案的应用

单一的检测方法往往只能提供桩基质量的部分信息,无法全面评估桩基的整体性能。因此,采用多种检测方法的综合性检测方案成为桩基施工质量控制的趋势。这种方法通过结合静载试验、钻探取样、桩身检测等多种手段,能够从不同角度全面了解桩基的状况。静载试验能够准确评估桩基的承载力和沉降特性,提供桩基在实际荷载作用下的表现;而钻探取样则通过分析土层的物理力学性质,为桩基的设计和施工提供土质信息;桩身检测,如声波检测或超声波检测,能够评估桩基的内部完整性,检查是否存在裂缝、空洞等结构性问题。通过这些方法的结合使用,可以获取更为全面的检测数据,确保桩基的质量和性能满足设计要求^[7]。

4 结语

公路工程中道路桥梁的桩基施工检测,作为确保工程质量的重要手段,必须高度重视。通过采用科学的检测方法和技术手段,可以有效提高桩基施工质量,确保桥梁结构的稳定性与安全性。随着科技的进步,未来桩基施工检测将朝着智能化、绿色化的方向发展,进一步提升检测效率和精度,为公路工程的可持续发展提供有力保障。

[参考文献]

- [1] 李晓光. 公路工程中道路桥梁的桩基施工检测技术研究[J]. 运输经理世界, 2021(2): 61-62.
- [2] 秦增灵, 崔盘盘. 公路工程中道路桥梁的桩基施工检测研究[J]. 四川水泥, 2018(1): 41.
- [3] 贾世珣. 公路桥梁桩基施工与检测技术分析[J]. 居舍, 2020(8): 67+25.
- [4] 傅强. 公路工程中道路桥梁的桩基施工检测技术解析[J]. 工程技术研究, 2019, 4(11): 82-83.
- [5] 谭少云. 公路工程中道路桥梁的桩基施工检测技术解析[J]. 黑龙江交通科技, 2019, 42(1): 136+138.
- [6] 周洋. 公路路桥桩基施工检测方法分析[J]. 居舍, 2018(22): 95.
- [7] 谢朋吉. 道路桥梁桩基施工检测技术分析[J]. 中华建设, 2018(1): 152-153.

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, 当前工作单位: 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。

BIM 技术在建筑给排水工程设计中的应用研究

王海洋

中汽研汽车试验场股份有限公司, 江苏 盐城 224171

[摘要]随着城市化进程的不断推进, 给排水系统的设计变得愈加复杂。传统的二维设计方法容易导致设计冲突, 且部门间的协作效率低下, 这不仅增加了项目成本也可能导致进度延误。而 BIM 技术的引入, 通过三维建模与数据集成, 成功地解决了这些问题, 优化了管道设计与布局, 显著提升了设计、施工及运营阶段的协同效率。在设计阶段, 冲突能够被实时发现并迅速调整, 信息共享得以促进, 项目的整体质量与效率因此得到了提升。由此, BIM 推动了建筑行业向数字化转型的进程, 为项目的顺利实施提供了强有力的保障。

[关键词]建筑给排水; BIM 技术; 设计

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15124

中图分类号: TU1

文献标识码: A

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

WANG Haiyang

China Automotive Proving Ground Co., Ltd., Yancheng, Jiangsu, 224171, China

Abstract: With the continuous advancement of urbanization, the design of water supply and drainage systems has become increasingly complex. Traditional two-dimensional design methods are prone to design conflicts and inefficient collaboration between departments, which not only increases project costs but may also lead to schedule delays. The introduction of BIM technology has successfully solved these problems through 3D modeling and data integration, optimized pipeline design and layout, and significantly improved the collaborative efficiency of design, construction, and operation stages. In the design phase, conflicts can be detected in real-time and quickly adjusted, information sharing can be promoted, and the overall quality and efficiency of the project can be improved as a result. As a result, BIM has promoted the process of digital transformation in the construction industry, providing strong support for the smooth implementation of projects.

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

引言

随着建筑行业日益复杂, 传统的给排水工程设计方法面临诸多挑战, 尤其是在应对复杂管道布局和设计冲突时, 二维设计手段显得尤为局限。BIM (建筑信息模型) 技术的引入打破了这一局限, 提供了一种集成三维建模、数据分析及信息共享的创新方式, 极大地提升了设计精度、协同工作效率与项目管理能力。因此, 探讨 BIM 技术在建筑给排水工程设计中的实际应用, 分析其在优化设计方案、提升协作效率及减少设计冲突方面所展现的独特优势。

1 BIM 技术在建筑给排水工程设计中的应用优势

1.1 提高设计精度与可视化

BIM 技术通过三维建模与信息集成, 显著提升了建筑给排水设计的精度。在传统的二维设计中仅有平面图纸展示, 设计人员往往难以直观识别潜在的冲突与问题。而 BIM 技术则提供了一个三维可视化的设计环境, 各个元素如管道、阀门、设备等在虚拟空间中得以清晰呈现, 整个给排水系统的布局与运行逻辑, 设计人员能够全面观察, 并在设计初期便识别出不合理的设计或空间冲突, 减少后期修改的可能性, 避免了施工阶段的返工。同时, 自动化

计算与参数化设计的应用, 确保了数据的精确性, 传统设计中参数计算多依赖人工处理, 误差时有发生。而 BIM 技术能够实时更新模型数据, 管道尺寸、流量及压力等关键参数的计算均得以精准执行, 确保每个设计环节符合工程规范, 这些技术手段的使用既提升了设计方案的准确性, 也有效降低了项目实施过程中的潜在风险。

1.2 加强部门协同与信息共享

BIM 技术的引入极大地促进了建筑给排水工程设计中各专业部门的协同工作与信息共享。在传统的设计模式中各专业设计人员通常依赖独立的图纸与数据, 信息交流与同步更新往往难以实现, 这种分散的设计方式不仅容易导致冲突, 还可能在施工阶段引发返工或延误。而 BIM 技术通过建立统一的数字化平台, 将所有设计要素与数据整合进一个三维模型, 进而实现了各专业之间的实时协作与修改, 确保了设计数据的统一性与一致性。通过 BIM 技术, 结构、给排水、暖通、电气等各部门可以在设计初期识别潜在的冲突, 及时调整方案, 避免了传统设计中常见的信息孤岛问题。设计人员不再单纯依赖二维图纸逐项对比, 而是能够直接在三维模型中查看其他专业的设计内

容进行协同优化。设计变更也得以实时共享,任何修改都会自动反映在模型中,确保各部门能够同步获取最新的设计信息。通过信息流的实时传递与共享,工作效率得以提升,同时也有效减少了沟通误差与重复劳动的风险,从而提升了整个项目的协作水平与质量控制。

1.3 优化设计方案与减少冲突

BIM 技术在优化设计方案与减少冲突方面,发挥了至关重要的作用。传统设计中,不同专业之间的冲突往往出现在给排水系统布置阶段,尤其是在管道、结构及设备的空间协调上,许多问题直到施工现场才被发现,不仅增加了施工难度,还可能导致进度延误与成本上升。BIM 技术通过三维建模与实时数据更新,提供了一个可视化平台,使设计人员能够直观查看各专业的设计内容,进而提前识别管道、设备、墙体等设施之间可能存在的空间冲突。利用 BIM,设计人员得以在项目初期就进行跨专业的碰撞检测并及时调整方案。例如,通过对管道布置与结构关系的分析,BIM 系统能够实时展示两者之间的空间是否符合安装要求,从而避免了传统设计中“设计合理、施工困难”的情况。BIM 的智能分析功能还能根据项目需求自动生成优化方案,使设计人员能够迅速评估不同的设计选项,并通过数据支持选择最佳的设计路径,这一过程有效地确保了设计的合理性,不仅提升了设计效率,还显著减少了施工阶段的变更与返工,从而降低了项目的风险与成本。

2 BIM 技术在建筑给排水工程设计中的具体应用

2.1 给排水管道设计与优化

在建筑给排水工程设计中,BIM 技术的应用带来了管道设计与优化的深刻变革。传统设计依赖二维图纸进行管道布置,设计人员常通过经验与手工计算来确定管道的走向、尺寸及配件选择,这种方法容易忽略空间冲突或计算误差,进而影响施工的精度与效率。BIM 技术的引入突破了二维平面的局限,转而在虚拟三维空间中全面进行建模与调整,管道路径、坡度、流量等关键参数均可通过数字化方式进行精确计算与优化。通过 BIM 平台,设计人员得以直观地在三维模型中查看管道布局与走向,及时识别可能与建筑结构、设备或其他专业系统发生冲突的地方,从而进行必要的调整,这一空间协调的优势大大减少了施工现场的不必要变更,提升了施工过程的可执行性与精确性。同时,BIM 系统具备自动化优化功能,能够根据设计参数与流体力学原理,自动计算出最优的管道尺寸与布置方案,避免了传统设计中由于人为疏忽或经验不足所带来的误差。更为重要的是 BIM 技术能够实现实时的工程量计算与材料清单的生成,确保每个设计环节都能精准匹配所需材料。信息化管理的高度集成不仅提升了设计效率,还显著降低了浪费与材料超支的风险。此外,BIM 技术使得管道设计中的各类数据能够无缝衔接,管道参数、施工图纸及后期维护信息均可在统一的模型中体现,从而为后期运营

与维护工作提供了有效支持。

2.2 水力计算与管道压力分析

在建筑给排水工程中,水力计算与管道压力分析是确保系统正常运行与安全性的关键环节。传统的水力计算方法依赖手工计算与经验判断,导致计算精度与实时数据更新存在一定限制,这可能在系统设计中埋下潜在风险,BIM 技术的引入极大地提高了水力计算与管道压力分析的精度与效率。通过 BIM 平台,设计人员能够在三维模型中直接运用流体力学原理,实时计算管道内的水流速度、压力变化与流量分布等关键参数,从而全面评估给排水系统的水力性能。在 BIM 环境下,水力计算不仅限于单独管道的流量与压力分析,而是能够考虑到整个管网布局及各节点的流体特性,通过模拟不同工作条件下的水流状态,BIM 技术能够精确预测管道在不同负荷下的压力波动,进而帮助设计人员优化管道尺寸与配置,避免由于管道压力过高或过低引发的管道破裂或设备损坏等问题。同时,BIM 系统支持实时反馈与数据更新,任何参数调整都会自动影响整个模型,从而确保设计方案的一致性与准确性。BIM 技术还能够实现管道压力的动态模拟与实时监控,使设计人员在不同工况下模拟管道的表现,及时发现潜在水力问题并进行调整,这种精准的水力计算与管道压力分析,不仅提升了设计的科学性,也有效减少了后期调试与维护阶段的风险,为项目的顺利推进提供了坚实的保障。

2.3 BIM 在管道安装模拟与仿真中的应用

BIM 技术在管道安装模拟与仿真中的应用,极大地提高了建筑给排水系统施工的精度与效率。在传统的管道安装过程中,施工人员通常依赖现场的二维施工图纸,然而这些图纸难以充分展现复杂的空间关系与施工细节,导致在实施时常常遇到空间冲突或设计偏差,进而引发返工与时间延误,BIM 技术通过三维建模与虚拟仿真,为管道安装过程提供了精准的前期模拟与全面验证,从而有效避免了这些问题。在 BIM 平台上,设计人员能够精细规划管道的安装路径、坡度及连接部件,并通过虚拟仿真演练整个安装流程,此过程不仅能够提前识别管道与建筑结构、其他设备之间的潜在冲突,还能对管道布置进行优化,确保每根管道都能在最佳位置安装,从而避免因空间不足或过度弯曲而引发的安装困难^[1]。此外,BIM 技术还支持模拟管道的安装顺序,优化施工流程,确保各项施工活动能够高效且协调地进行。BIM 还可以与施工人员调度及设备管理相结合,提供施工资源的可视化调度。通过 BIM 模型,施工人员能够实时掌握管道安装的进度与潜在问题,从而及时调整施工方案与作业计划,这种信息化管理方式使施工效率得到了显著提升,无谓的停工等待时间得以减少,进而降低了施工中的风险与成本,确保项目按时按质完成。通过前期的仿真与精准模拟,BIM 技术有效提高了设计与施工的精度,并显著增强了整体施工效率。

3 BIM技术在建筑给排水工程设计中的实施流程

3.1 初步设计阶段的BIM应用

在建筑给排水工程的初步设计阶段，BIM技术为设计过程提供了坚实的支持。初步设计阶段主要聚焦于整体方案的构思与功能布局，而BIM的优势在这一过程中尤为突出，特别是在可视化、协同工作及数据整合方面。BIM模型使设计人员得以在三维空间中清晰展示给排水系统的初步布局，包括管道走向、设备位置及设施连接方式。相较于传统的二维设计，三维建模不仅提高了设计的可视性，还帮助设计团队在早期识别潜在的空间冲突或设计缺陷，为后续的调整与优化提供了有效基础，进而减少了后期修改的可能性^[2]。在这一阶段，BIM技术的协同功能同样具有重要意义，给排水系统的设计不仅涉及管道布置，还需与建筑结构、暖通、电气等其他系统密切协作，借助BIM平台各专业设计人员能够在统一的模型上进行实时更新与修改，从而有效避免了传统设计过程中常见的信息孤岛现象。这一协同机制让设计团队能够在初步设计阶段实现跨专业的协作与优化，进而降低后续冲突与设计变更的风险。此外，BIM技术还为初步设计阶段的决策过程提供了数据驱动的支持，设计人员能够通过模拟不同设计方案，快速评估各方案的可行性、经济性及可持续性，确保选择最优的设计路径。根据项目的具体需求，BIM系统自动调整管道尺寸、流量及压力等关键参数，确保设计符合水力学原理及工程规范，这些数据支持使设计的精度得到了显著提升，为后续设计阶段的顺利进行打下了坚实的基础。

3.2 详细设计阶段的BIM应用

在建筑给排水工程的详细设计阶段，BIM技术发挥了至关重要的作用，主要体现在设计方案的细化、精度的提高以及施工准备的优化等方面。与初步设计阶段的整体构思相比，详细设计涉及更多复杂且精确的工作，BIM的三维建模与数据分析功能为设计团队提供了强有力的支持，帮助将初步设想转化为具体、可执行的设计方案。在此阶段，BIM模型不仅是一个可视化工具，更是一个集成了管道规格、设备选型、水力计算以及施工细节等多方面信息的综合平台，全面支持着设计过程^[3]。BIM技术的精细化建模功能在这一阶段尤为重要，自动化工具能够对给排水系统进行细致的建模，精确计算每根管道的尺寸、材质及连接方式，从而确保设计符合相关规范要求。通过BIM模型，设计人员可以更直观地识别管道与建筑结构、设备

以及其他系统的空间关系，提前发现并解决潜在的设计冲突。传统设计中，管道与电气系统的交叉或与结构物的碰撞等问题常常难以察觉，而BIM技术通过碰撞检测功能能够在设计阶段及时发现这些问题，调整后避免了施工过程中产生不必要的返工与修改。详细设计阶段的BIM应用还扩展至施工流程的优化。通过虚拟建模，设计团队能够模拟不同的施工方案，并根据现场实际情况评估各方案的可行性与效率，进而选择最优的施工路径。例如，管道的安装顺序或设备的布置方式等，都能够通过仿真模拟得到优化，从而确保施工过程的高效性与安全性。BIM技术的应用还显著提升了工程量统计的精度，并自动生成材料清单，使设计团队能够准确预测所需材料的数量，这一功能有效避免了传统设计过程中常见的材料浪费或采购不足现象，为工程成本控制提供了有效支持，并为后续施工准备及物资管理奠定了坚实基础。通过BIM技术的深入应用，详细设计阶段不仅提高了设计质量，也优化了资源配置与施工效率，为项目的顺利实施创造了有力保障。

4 结语

BIM技术在建筑给排水工程设计中的应用，显著提高了设计精度、协同工作效率以及项目管理水平。通过其可视化能力与智能分析功能，BIM有效优化了管道布局设计，减少了不同系统之间的冲突，确保了给排水系统的安全性与高效运行，不仅在设计阶段提供了精准的方案支持，而且在施工与运营过程中保障了资源的合理调配与高效利用。随着技术的不断演进，BIM将在给排水工程设计的各个环节中发挥更为重要的作用，从而提升工程整体的质量、施工效率与可持续性。展望未来，成为推动建筑行业数字化转型的关键力量，BIM技术将助力实现更为高效、精准的工程管理与实施方式。

[参考文献]

- [1]张翥. 简析 BIM 技术在建筑给排水工程设计中的应用[J]. 智能建筑与智慧城市, 2023(7): 124-126.
 - [2]周鹏瑞. 建筑给排水工程设计中 BIM 的应用[J]. 低碳世界, 2021, 11(2): 125-126.
 - [3]孙敏剑. BIM 技术在建筑给排水设计中的应用[J]. 中国建筑金属结构, 2023(3): 142-144.
- 作者简介: 王海洋(1986.10—), 毕业院校: 盐城工学院, 所学专业: 给水排水工程, 当前就职单位: 中汽研汽车试验场股份有限公司, 职称级别: 中级工程师。

活态传承视角下的石家庄传统风貌建筑保护与利用策略研究

陈利伟

河北美术学院, 河北 石家庄 050000

[摘要] 石家庄作为一座具有丰富历史文化底蕴的城市, 其建筑承载着独特的地域特点与城市记忆。然而, 在快速发展的进程中, 传统建筑面临着被忽视, 乃至拆除的风险。本篇文章基于“活态传承”的视角, 探讨了石家庄传统风貌建筑保护与利用的策略, 以实现在现代城市发展中的可持续应用。

[关键词] 活态传承; 传统风貌建筑; 石家庄; 保护更新

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15115

中图分类号: TU984

文献标识码: A

Research on the Protection and Utilization Strategies of Traditional Architecture in Shijiazhuang from the Perspective of Active Inheritance

CHEN Liwei

Hebei Academy of Fine Arts, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: As a city with rich historical and cultural heritage, Shijiazhuang's architecture carries unique regional characteristics and urban memories. However, in the process of rapid development, traditional architecture faces the risk of being overlooked or even demolished. This article explores strategies for the protection and utilization of traditional architectural styles in Shijiazhuang from the perspective of "dynamic inheritance", in order to achieve sustainable application in modern urban development.

Keywords: active inheritance; traditional style architecture; Shijiazhuang; protection updates

引言

石家庄市位于中国河北省中南部, 是京津冀城市群的重要组成部分, 地理位置优越。身为华北平原上的一座历史文化名城, 自往昔起便为交通要道, 且于民国时期由铁路建设快速兴起, 逐而发展成现今的省会城市。此城市拥有一定的历史文化资源, 涵盖元氏县城遗址、赵州桥、苍岩山、隆兴寺等古迹。另外, 亦是晋冀鲁豫抗日革命根据地的关键中心之一, 故积淀了深厚的革命文化底蕴。

石家庄的传统风貌建筑类别丰富多样, 涵盖古代的宗教建筑、民居至近现代建筑遗址等, 皆承载着不同历史时期的城市记忆与文化内涵。然因欠缺科学且持续的管控策略, 于城市改造更新建设中, 传统风貌建筑未能得以充分活化利用, 从而致使文脉受损, 故而传统建筑的保护与发展乃亟待解决的问题。

1 活态传承视角下的传统建筑保护与利用的理论基础及应用意义

1.1 活态传承的概念

活态传承, 是指在非物质文化遗产生成发展的环境当中进行保护和传承, 在人民群众生产生活过程当中进行传承与发展的传承方式。

那么, 于传统建筑保护之中, 活态传承即把传统建筑的保护同日常运用、社区生活以及现代需求予以结合, 以保证这些建筑不单是静态的历史遗迹或展示物件, 而是持续发挥其功能且能够融入当代生活。这样的方式可让传统

建筑于保护进程中维持“活着”之状态, 再加上实际使用以及和社区的互动, 延续其文化与社会价值。

1.2 建筑保护与利用的应用意义

建筑保护与利用的应用意义在于实现文化遗产与社会发展的平衡, 不仅保护了历史遗产和传统文化, 还通过合理利用使其焕发新的生命力, 为当代社会创造经济、和文化价值。这种理念和实践具有广泛的现实意义。以上海田子坊为例: 田子坊原为上海一片历史悠久的石库门建筑街区, 随着城市现代化发展, 一度面临拆除的风险。田子坊是一种自下而上的再开发模式, 其由居民及众多产业个体一起参与。按照市场导向自发调整使用功能, 逐步演替扩展进而实现再生。整个改造不涉及土地开发和居民拆迁, 无需政府投入大量资本。依靠市场化力量使得街区更新、居民生活改善。但也采取了不少保护措施。通过维护石库门建筑的原貌, 将部分空间改造成艺术家工作室、咖啡馆、画廊等。同时, 吸引艺术家、手艺人入驻, 将田子坊打造为创意与文化融合的地标。让田子坊完成了从废弃到艺术化的转变。纵观其蜕变的意义, 通过对石库门建筑的原始结构和街巷肌理的保留, 和赋予其现代文化创意的功能, 实现了文化的活态传承。

2 石家庄传统建筑的概况

2.1 石家庄传统建筑的历史文化背景

石家庄市是一座兼具深厚历史文化底蕴与现代化进程的城市。作为一个新中国成立后的重要工业城市和河北

省的省会，它的历史与文化具有较为独特的交融性。这种背景造就了其传统建筑的多样性和丰富性，既涵盖了古代的传统民居、宗教建筑，也涵盖了近现代因铁路交通发展带来的洋式建筑和革命时期的建筑风貌。

早期建筑：汉魏古迹与宗教建筑的根基

石家庄拥有悠久的建筑历史，赵州桥是隋朝石拱桥建筑的典范，展现了古代建筑技艺，成为中国桥梁建筑的重要文化遗产。该地区宗教文化同样丰富，隆兴寺古迹保存了唐宋时期的建筑和雕塑，体现了古代宗教建筑的特色。苍岩山的寺庙也与自然环境和諧相融，为石家庄传统文化增添了独特魅力。

近代发展：铁路与工业兴起带来的建筑风格转变

在近代历史进程中，石家庄因京汉铁路与正太铁路的修筑而得以迅猛发展，并慢慢成为北方至关重要的交通枢纽。此阶段，石家庄自原本的传统农业区逐步朝着现代化工业城市过渡。铁路的兴建以及工业的崛起吸引了众多外来人口与技术人员，有力地推动了石家庄建筑风格走向多样化。近代铁路和工业的发展，出现了洋式建筑及西方风格的。譬如，正太饭店能目睹上世纪初期砖木结构的洋楼，此类建筑留存了西式建筑的装饰细节、窗户形态以及屋顶设计等，与传统民居形成了显著的反差。这种洋式风格的建筑见证了石家庄近代发展的历程，亦是工业化与现代化进程中不容小觑的建筑遗产。

革命时期：红色文化与革命纪念建筑

石家庄作为晋冀鲁豫抗日革命根据地的重要中心，积淀了丰富的革命文化。解放战争时期，成为解放军的一个重要指挥中心，留下了许多与革命历史相关的重要场所和红色建筑。包括烈士陵园、解放纪念碑等建筑，是这一时期历史的见证。

2.2 石家庄传统建筑的结构特征

以正太饭店为例，正太饭店是石家庄市近代建筑的经典代表，其建筑风格融合了西方现代建筑特点与中国传统建筑元素，是研究石家庄传统建筑结构和文化价值的重要实例。

1918年，由正太铁路（正定至太原）公司投资建设，是当时中国北方铁路配套设施中最豪华的饭店之一。起初为铁路旅客提供住宿、餐饮和休闲服务，后被多次改建和重新利用，现为重要的历史建筑和文物保护单位。作为石家庄近代化的重要象征，它见证了石家庄从一个普通村镇发展为现代城市的过程。

2.2.1 建筑布局

正太饭店坐西向东，共三层，外部结构呈“日”字型，由东、西、南、中四楼与东西楼相互连接，形成主院和套院楼中楼格局。正太饭店采用砖木结构作为主体形式，墙体使用砖砌承重，屋顶和楼板以木梁为支撑。这种结构兼具坚固性和灵活性。在楼梯、阳台等位置使用了早期的钢

筋混凝土材料，提高了建筑的耐久性。也体现了中西结合的设计思路。门窗采用西式建筑风格的拱形设计，增强了建筑的立体感和视觉效果。窗框为木质，搭配玻璃窗，既通风采光，又保留了简约美感。门窗的排列对称，与整体建筑的对称结构呼应，同时，多开间设计增加了建筑的使用面积和灵活性，方便功能的分区。正太饭店的层高较高，主楼大厅尤为宽敞，具有西式建筑的大空间特点，显得庄重大气。层高设计既提升了内部的采光和通风效果，又增加了建筑的舒适度。室内采用木质楼梯和横梁，在一道道方形横梁的上下两面上，二楼地板和一楼屋顶木条有序排列固定，内部形成空腔。这样的设计，让楼梯承载负荷大大减少，延长了墙体寿命，但影响了上下楼的隔音效果。

2.2.2 建筑风格

正太饭店主体建筑为带有外廊式建筑风格的古典主义建筑，50年代加建部分为中国早期现代主义建筑风格，风格的变化反映时代特征。东立面为法国古典主义风格，三段式构图，三角山花上有圆窗装饰，拱形木门窗，窗上有彩色玻璃及铁艺雕花护栏。南立面为外廊式，首层为连续拱券外廊，二层为开敞柱廊，富有韵律。室内墨绿色木质拱形门窗，门窗上拱有花瓣形装饰，木楼梯曲线流畅，木构件排布细密，木扶手雕花简洁精致。

正太饭店的结构特征表现为法式古典主义风格建筑，代表了民国时期的建筑特点。融入了西方建筑的功能性和美学特点。其砖木结构、对称布局、斜坡屋顶和拱形门窗的设计，也展现了民国时期建筑的一大特色。同时，作为石家庄近代建筑的重要遗存，正太饭店的结构特征为研究建筑保护和利用提供了重要的参考。

3 案例研究与对比分析

3.1 上海万国建筑群

上海的万国建筑群乃是上海历史文化极为重要的构成部分，承载着19世纪末至20世纪初的西方建筑风格，也见证了上海身为全球重要贸易港口及国际化大都市的历史进程。然而伴随时间的流逝，此类建筑渐渐呈现老化之态，诸多建筑逐步丧失其原有功能，面临拆迁、闲置乃至荒废的风险。与此同时，伴随上海快速现代化与城市化进程推进，城市空间中的需求持续增长，原有建筑其功能渐趋难以满足现代社会提出的需求。为满足现代城市生活与经济发展的需求，应对这些历史建筑实施合理的功能更新与保护举措。

为化解此项危机，上海市政府颁布了一系列文化遗产保护政策，并着手对历史建筑展开分类保护。20世纪90年代，上海市政府开启了对外滩区域历史建筑的认定与分类保护工作。万国建筑群被列为历史文化遗产保护的重要对象，相关部门针对这些建筑的历史、结构以及文化价值进行了详细的评估。同时也对功能作出了一系列调整，原本以银行和领事馆为主的建筑，随着城市功能的变化，逐

渐融入现代需求。外滩美术馆位于原中国银行旧址，以举办现代艺术展这种方式，赋予了历史建筑新的艺术生命。还有外滩源项目对外滩北段老建筑进行的重新开发，涵盖商业、文化和休闲功能的融合，成为外滩活态传承的典范。这些改造使得外滩一步步从传统金融中心走到现代综合功能区。

在不断地创新之下，这一片百年历史的建筑群得以在现代化的上海焕发新的活力。

以下对比分析上海万国建筑群和正太饭店。具体分析见表 1。

表 1 上海万国建筑和石家庄的对比

名称	上海万国建筑群	正太饭店
建筑类型	多功能场所	商业性建筑，历史标志性强
保护与利用现状	列为文化遗产保护对象，综合性开发完善	已列为文物保护单位，但利用功能较单一
社区参与度	社区参与度高，常常吸引本地居民与游客的参与	社区参与度较低，保护多由政府主导
政策支持	政策较为成熟和完善	有保护政策，但具体激励措施较少
市场化开发	通过各种多功能空间带动经济，实现利用与平衡	通过酒店、餐饮等进行开发
文化传承	将建筑的历史和文化价值与商业功能完美结合	主要作为历史遗迹展示，逐步带动活态文化传承

通过对上海万国建筑群活态传承的成功经验分析，石家庄可以在正太饭店等历史建筑保护与利用中，探索多功能化、政策扶持、市场化开发和社区参与相结合的模式，真正实现历史文化的保护与现代城市发展的共赢。

4 活态传承视角下的保护与利用策略

4.1 市场化与产业相结合

(1) 文化旅游结合：将传统建筑融入石家庄文化旅游发展规划中，打造“历史建筑+文化旅游”的品牌效应。可以打造以正太饭店为核心的铁路文化主题旅游线路，串联周边文化景点。

(2) 文创产业结合：利用传统建筑的文化底蕴发展文创产品，做成建筑模型、铁路文化纪念品、正太饭店纪念品等，为建筑保护注入经济动力。

(3) 商业运营模式：与企业合作，在传统建筑中引入特色商业业态，可以是高端餐厅、艺术商店。通过经济收益来支持保护工作。

4.2 技术保护与现代化更新

(1) 将传统与现代技术结合：在修缮石家庄传统建筑的过程中使用传统工艺与现代技术相结合的方法，保持传统建筑原貌的同时提升其结构稳定性和安全性。例如，引入防震技术、现代排水系统等，提高建筑的适用性。

(2) 数字化保护：使用三维扫描和数字建模技术记录传统建筑风貌，形成永久数字档案。利用 VR/AR 技术在线上还原建筑的历史风貌，向公众展示建筑文化价值。

(3) 绿色可持续发展：在传统建筑中引入环保节能技术（如太阳能、保温材料等），提升其环保性能，适应现代使用需求。

4.3 建筑功能再利用

(1) 多功能化改造：将传统建筑赋予新功能，如文化展览馆、艺术空间、主题餐厅、民宿、书吧等，吸引更多人流。例如：正太饭店外部空间可以扩大，增设铁路文化为主题的博物馆、城市文化展示中心或高端民宿。

(2) 与非物质文化遗产结合：将传统建筑与当地非物质文化遗产（如石家庄弦索、传统手工艺）结合，定期举办文化活动或体验工作坊，延续其文化内涵。

(3) 设立教育功能：将传统建筑用作教育基地，与学校合作开展历史、建筑文化讲座或实践课程，加强文化传播。

4.4 建筑加固

石家庄传统建筑保护中的加固工作需要结合其历史价值、原有的结构特点以及当地环境条件，以确保在不破坏原貌的前提下，来提高的安全性、耐久性和适用性。

4.4.1 墙体加固

对传统建筑中使用的砖墙进行修复时，选用与原有砖材相似的材料进行局部替换或补强。使用嵌缝加固技术，重新填充松动或开裂的砖缝。对严重受损的墙体，使用钢筋混凝土墙板进行夹墙加固。同时安装锚杆将外墙与内墙连接，防止砖块脱落。

4.4.2 屋顶与梁柱加固

更换或补强腐蚀或老化的木梁和柱，使用与原材料相匹配的木材，保持建筑风貌。对受损的木结构节点采用榫卯修复法或金属构件补强。同时，对屋顶结构进行抗震加固，如增加横梁、斜撑以提高刚度和稳定性。可以使用轻质材料替代原有受损屋顶瓦，减轻屋顶荷载。以及对传统建筑中翘角檐口的支撑结构进行检查与补强，防止倒塌或脱落。

4.4.3 材料保护

修缮时尽量采用与原有建筑相似的材料，如传统砖瓦、木材等，确保保护的真实性和协调性。墙体、木梁和屋顶表面增加防水涂层或防腐材料，防止风化、腐蚀。对木材进行防虫处理，避免虫害进一步损坏结构。

5 结语

石家庄的传统建筑活态传承应从保护、利用和发展三个层面出发，结合功能再利用、政策支持、社区参与、市场化运营和现代技术等手段，打造“活起来”的传统建筑。这不仅能延续建筑的历史文化价值，还能为城市注入经济活力和文化内涵。

通过灵活应用这些策略，石家庄的传统建筑如正太饭店有望成为城市文化地标，并实现文化保护与经济的双赢。

课题来源：2024 年度石家庄市社科专家培养项目，
立项编号：2024zjpy122。

[参考文献]

- [1]覃华. 活态传承视角下传统村落建筑的保护与再利用探讨——以广西灵川县江头村古建筑群为例[J]. 文物天地, 2021(3): 8-12.
- [2]谭炳坤, 叶昌东. 广州市传统风貌建筑保护与利用策略研究[J]. 美与时代(城市版), 2024(1): 5-7.
- [3]王宽, 袁瑀苗. 历史旧建筑活化设计研究——以石家庄

市正太饭店为例[J]. 设计, 2021, 34(4): 92-94.

[4]王方, 王琳. 浅析石家庄民国时期的建筑特色——以正太饭店为例[J]. 青年文学家, 2012(21): 235.

[5]戈祎迎, 刘朔, 谢慧. 上海外滩万国建筑群与天津五大道街区的保护和再利用的分析与比较[J]. 现代装饰(理论), 2014(6): 156.

作者简介：陈利伟（(1984.4—)），性别：男，毕业院校：海南师范大学，所学专业：设计学，当前就职单位：河北美术学院，职务：副院长，职称级别：副教授。

建筑工程管理中创新模式的应用及发展的分析

胡安玲

枣庄高新区房地产开发有限公司, 山东 枣庄 227000

[摘要]近年来,建筑行业正面临一系列深刻的变革与挑战。随着我国对基础设施建设的持续投入以及城镇化进程的加速推进,建筑工程的规模、复杂度与技术要求不断上升。由于技术手段的局限、人员素质的不均以及管理体制的滞后,传统的管理模式难以应对现代建筑工程中日益多样化的需求。在项目管理过程中,信息流通不畅、协同不够紧密、决策迟缓等问题普遍存在,严重影响了项目的进度、质量与成本控制。为此,探索并实践建筑工程管理的创新模式变得尤为迫切。创新管理模式不仅是应对行业挑战的必然选择,更是推动建筑行业整体水平提升与实现可持续发展的重要途径。随着科技的不断进步,智能化与数字化管理逐步渗透到建筑项目中。从数据采集、分析到实时监控与调度,管理模式的革新为行业发展带来了前所未有的机遇。对建筑工程管理创新模式的研究,以及其实施路径与发展趋势的探索具有深远的意义,不仅能推动行业进步,还能显著提升企业的竞争力。

[关键词]建筑工程管理;创新模式;应用;发展

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15111

中图分类号: TN97

文献标识码: A

Analysis of the Application and Development of Innovative Models in Construction Project Management

HU Anling

Zaozhuang High-tech Zone Real Estate Development Co., Ltd., Zaozhuang, Shandong, 227000, China

Abstract: In recent years, the construction industry is facing a series of profound changes and challenges. With the continuous investment in infrastructure construction and the acceleration of urbanization in China, the scale, complexity, and technical requirements of construction projects continue to rise. Due to limitations in technological means, uneven personnel quality, and outdated management systems, traditional management models are unable to meet the increasingly diverse needs of modern construction projects. In the process of project management, problems such as poor information flow, insufficient collaboration, and slow decision-making are common, which seriously affect the progress, quality, and cost control of the project. Therefore, exploring and practicing innovative models of construction project management has become particularly urgent. Innovative management models are not only an inevitable choice to address industry challenges, but also an important way to promote the overall level of the construction industry and achieve sustainable development. With the continuous advancement of technology, intelligent and digital management are gradually penetrating into construction projects. The innovation of management mode from data collection and analysis to real-time monitoring and scheduling has brought unprecedented opportunities for the development of the industry. The research on innovative models of construction project management, as well as the exploration of their implementation paths and development trends, has profound significance, which can not only promote industry progress, but also significantly enhance the competitiveness of enterprises.

Keywords: construction project management; innovative mode; application; development

引言

随着社会经济的不断发展,建筑行业正面临着前所未有的机遇与挑战。建筑工程的规模日益扩大,技术复杂性不断增加,市场竞争愈加激烈,对工程管理的要求也变得愈加严格。如何提升建筑工程的管理效率与质量,已成为行业发展的关键问题。传统管理模式渐显不足,难以满足现代建筑需求,迫切需要进行转型与创新。基于此,建筑工程管理的创新模式应运而生,核心目标是通过引入先进的技术、管理理念及方法,全面提升项目的整体效率与执行力,确保工程质量的同时,降低成本。这一创新模式不

仅涉及人才、制度、方法等方面的改进,还推动了跨学科协作、智能化管理与大数据等新兴技术的应用,为建筑工程管理的现代化奠定了坚实的基础。

1 建筑工程管理创新模式的重要性

建筑工程管理创新模式的重要性体现在多个方面。采用创新管理模式,管理效率可得以显著提升,冗余环节的减少能够避免低效决策的产生。随着项目规模的不断扩大,传统管理方式已逐渐无法应对日益复杂、多变的项目需求。创新模式使资源配置得到优化,各方面协调性得以增强,确保了工程按时完成并符合质量标准。与此同时,创新模

式在提升建筑工程质量方面发挥着至关重要的作用,通过引入如BIM技术、智能化管理系统等先进工具,项目进度与质量得以实时监控,潜在问题被及时识别并解决,避免了传统管理模式中的滞后性与局限性。随着市场环境的快速变化及竞争压力的不断加大,若建筑企业未能及时进行管理模式创新,将难以应对市场挑战,陷入效率低下与竞争力不足的困境。因此,建筑工程管理创新模式的实施,不仅能够显著提高工程项目的成功率,而且是建筑企业实现长期可持续发展的关键所在。

2 建筑工程管理中创新模式存在的问题

2.1 管理主体及对象综合素质偏低

在建筑工程管理中,管理主体及对象的综合素质偏低问题显得尤为突出。许多管理人员在专业知识及技能方面存在短板,尤其是在掌握新兴技术与现代管理理念方面滞后现象十分明显,这直接影响了工程决策效率与执行力。施工人员的整体素质亦参差不齐,部分工人对于现代施工工艺的理解与应用尚显不足,从而影响了施工质量的保障。更为关键的是项目各相关方之间的协作与沟通存在显著障碍,信息不对称与责任分工不清等问题频繁发生,造成了项目进度的延误。综合素质的不足不仅削弱了管理效能,还降低了工程项目的执行力与整体竞争力。

2.2 建筑工程管理体制尚不健全

建筑工程管理体制的不健全,主要表现在制度设计的滞后与执行力的不足。许多项目缺乏明确的管理规范与标准,尤其在跨部门、跨领域的协作中,责任划分模糊,致使项目管理流程不畅。现有的管理体系未能灵活应对日益复杂的项目需求,冗长且低效的决策程序使得项目推进步伐受到拖延。同时,监督机制的缺失使项目实施过程中易产生管理漏洞,问题未能及时发现与纠正。此外,不同企业与项目之间的管理体制差异显著,缺乏统一的标准与规范,进一步加剧了管理过程中的混乱与低效。

2.3 施工技术相对落后

在建筑工程管理中,施工技术的相对滞后问题依然普遍存在,尤其在一些传统项目中更为突出。尽管新兴技术不断涌现,许多建筑公司仍坚持使用传统的施工方法,导致了工作效率低下、工期延误以及成本超支等问题的频繁发生。部分施工队伍对新技术的适应性较差,且缺乏足够的培训,致使技术应用未能跟上行业的快速发展。与此同时,施工设备的更新速度较为缓慢,许多项目依旧使用陈旧的机械与工具,不仅影响了施工进度与效率,还可能埋下潜在的安全隐患。

2.4 管理意识不足

在建筑工程管理中,管理意识的不足是一个深层次的问题,尤其在一些中小型项目中尤为突出。许多项目管理者未能充分认识到现代化管理模式的必要性,仍固守于传统的粗放式管理方式,缺乏系统化的规划与战略思维。前瞻性管理视角的缺乏,导致了项目目标的不明确、资源配

置的低效,甚至在某些情况下,采取了事后补救的做法。更有一些管理人员在风险防控与质量控制方面的意识较为薄弱,未能及时识别潜在风险,忽视了预防性措施的重要性,往往只有在问题显现后才开始应急处理。这种缺乏主动性与系统性的管理思维,非但未能推动项目的顺利进展,反而削弱了项目的整体竞争力与市场适应性。

3 建筑工程管理创新模式的应用

3.1 创新人才队伍建设

人才是企业核心竞争力的重要组成部分,也是实现可持续发展的关键。在当前建筑行业的新发展背景下,建筑企业必须深刻认识到人才在建筑工程管理中的重要性,并加大对人才的培养力度。首先,企业应建立完善的人才招聘制度,制定严格的考核标准,确保只有经过严格筛选的人员才能被录用,并且这些人员需要具备相应的职业资格证书,这不仅提升了企业内部管理人员的整体素质,也为项目的顺利推进提供了保障。其次,企业应注重对现有管理人员的持续教育与培训,定期开展针对建筑工程管理的技能培训,并邀请行业内的专家进行指导,帮助员工掌握最新的管理理念和实用技能,从而有效应对在管理实践中遇到的各种挑战。最后,应建立科学的绩效考核与奖惩机制,对于表现突出的员工给予奖励,以此激励其工作热情,促使在实际工作中更加积极主动。通过上述措施,建筑企业能够吸引和培养高素质的管理人才,为创新建筑工程管理模式、提升管理效率提供有力的人力资源支持。

3.2 创新管理制度的实施

创新管理制度的实施,是提升建筑工程管理效率的关键途径。在当前的建筑工程实践中,传统管理模式常常面临部门割裂、信息流动滞后等问题,难以满足日益复杂的项目需求。迫切需要进行制度创新。企业应根据具体项目的特点,设计出科学合理的管理流程,打破部门之间的壁垒,确保信息流通高效,减少沟通成本,避免决策的延误。进一步地应构建灵活的绩效考核体系,将员工的业绩与项目进展、质量控制等关键指标紧密挂钩,通过激励机制促使员工提升工作效率。创新管理制度时,还需特别注重建立完善的风险预警机制,及时识别潜在问题并加以解决,确保项目能够顺利推进。通过一系列创新措施的实施,建筑企业不仅能够提升整体管理能力,还能增强项目的抗风险能力,为工程的顺利完成提供坚实的保障。

3.3 创新管理方法的应用

应用创新管理方法,成为提升建筑工程管理成效的关键所在。在传统管理模式中,管理流程通常繁琐,决策效率较低,难以适应项目需求的快速变化。为有效应对这些挑战,引入创新管理方法显得尤为重要^[1]。例如,项目生命周期管理法能够对项目各阶段进行全程监控与管控,从而确保任务的有序推进,减少资源浪费。与此同时,敏捷管理方法的应用,使项目在面对突发事件或客户需求变化时,能够迅速调整进度与资源配置。再者,精益管理方法的

引入,强调通过消除浪费、优化工作流程来提升资源使用效率,从而确保项目按时高质量完成。这些创新管理方法的实施不仅能提升项目管理的精准度与效率,还能够增强项目的灵活性,使其更具适应性,进一步提升工程的整体竞争力。

3.4 创新管理思想的推广

建筑工程管理人员的思想观念直接影响着工程管理的水平,因此持续提升管理人员的思想意识至关重要,这也是打造优质建筑工程项目的基础。随着时代的进步,管理人员应与时俱进,采用先进的管理理念,不断更新自身的知识储备,做好工作记录,并深入分析管理过程中存在的问题,制定切实可行的解决方案。在日益激烈的市场竞争环境下,建筑企业必须深刻认识到管理思想创新的关键性,通过思想观念的革新,增强自身的核心竞争力,从而促进建筑工程管理工作的高效发展。这不仅有助于提高项目的管理水平,也为企业应对未来的挑战奠定坚实的基础。

3.5 创新组织结构的构建

构建创新的组织结构,成为提升建筑工程管理效率的重要途径。在传统组织结构中,层级过多,信息流通受限,决策迟缓,这些问题常导致项目管理滞后且缺乏协调。为适应现代建筑项目的需求,企业应根据具体项目特点灵活调整组织结构,推动管理模式向扁平化与灵活性强的方向发展。通过精简管理层次,缩短决策链条,信息得以快速流动,从而使项目管理者能迅速做出反应与调整。创新的组织结构还应鼓励跨部门协作与有效沟通,打破部门间的壁垒,形成各部门之间的协同效应,促进资源共享与优势互补^[2]。通过这一系列调整,建筑企业不仅能够提升管理效率,也能增强项目的适应性与执行力,确保工程能够按时高效、高质量地完成。

3.6 智能化管理与大数据的融合

智能化管理与大数据的深度融合,已成为提升建筑工程管理效率与精准度的关键工具。在传统管理模式下,信息的收集与处理通常依赖人工,容易导致滞后或误差,引进智能化管理系统并结合大数据分析后,建筑企业能够实时捕捉、存储与分析项目中的各类数据,精准监控项目进展、成本及资源使用等关键指标。潜在问题不仅被智能化系统自动识别并发出预警减少人为疏忽,还能通过大数据分析预测项目风险,从而优化决策流程。基于大数据的动态调整能力,也使企业能够灵活调配资源,应对实际情况的变化,进而增强项目的执行力与响应速度。通过智能化管理与大数据的紧密结合,建筑工程的精准度得以提高,项目的透明度与可控性也得到了提升,为项目的高效实施提供了有力支持。

3.7 跨学科合作与协同工作模式

在建筑工程管理中,跨学科合作与协同工作模式的应用,已成为提升项目效率与质量的关键途径。随着建筑项目规模的不断扩大与复杂度的增加,单一学科的管理模式逐渐无法满足日益多元化的需求,通过跨学科合作,建筑、

结构、机电、环保等领域的专业知识得以有机结合,促进了不同专业之间的紧密协作,确保了各个环节的高效运作^[3]。在这一模式下,团队成员得以共享信息与资源,能够迅速应对项目中的变化与挑战,减少了沟通上的障碍,从而提高了决策的准确性。协同工作模式强调项目全过程中的无缝衔接,无论是设计阶段、施工过程,还是监控与验收,每个环节的信息流动都能迅速得到调整与更新。此种方式不仅增强了项目的整体执行力,还促进了创新思维的融合,为解决复杂问题提供了更多的视角与解决方案,推动了建筑工程管理向更高效、精细化的方向不断发展。

4 建筑工程管理中创新模式的发展分析

建筑工程管理中的创新模式,正在经历一场深刻的转型。从过去依赖经验的管理方式,到如今融入智能化与信息化技术,创新模式不仅提升了管理效率,还推动了行业技术的快速发展。随着项目需求日益复杂,市场竞争愈加激烈,传统管理模式已无法满足现代建筑工程对高效与精细化管理的需求。在这种情况下越来越多的建筑企业开始采纳科技驱动的创新模式,通过智能化技术、数据分析与云计算等手段,全面提升了项目管理水平。尤其是大数据与人工智能的应用,在工程进度、成本与质量的精准控制上,带来了极大的提升。随着绿色建筑与可持续发展理念的普及,环保与节能创新管理逐渐成为企业发展的新方向。展望未来,建筑工程管理的创新模式将更加注重新多方协同、综合管理与信息资源的整合,推动行业朝着更加高效、智能、绿色的方向发展。

5 结语

建筑工程管理创新模式的应用与发展,不仅在提升工程质量与优化管理流程方面具有深远意义,还为建筑企业在竞争激烈的市场中提供了重要支持。通过强化人才队伍建设、完善管理制度、推广先进管理方法及引入智能化技术,建筑工程管理的整体水平得到了显著提升。尽管如此,创新模式的推进仍面临着诸如管理体制不健全、技术应用滞后等挑战,这些问题亟需在未来进一步深化改革与创新。随着技术的不断进步与管理理念的持续更新,建筑工程管理的创新模式将不可避免地朝着更加高效、智能、绿色的方向发展,推动建筑行业的可持续与高质量发展,提供强大的驱动力。

[参考文献]

- [1]徐小梅. 建筑工程管理中创新模式的应用及发展分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(30): 67-69.
- [2]马大为. 建筑工程管理中创新模式的应用及发展分析[J]. 居业, 2023(2): 160-162.
- [3]陈东勇. 建筑工程管理中创新模式的应用及发展分析[J]. 砖瓦, 2023(2): 94-96.

作者简介: 胡安玲(1981.4—), 毕业院校: 济宁职业技术学院, 所学专业: 建筑工程技术, 当前就职单位: 枣庄高新区房地产开发有限公司, 职务: 专员, 职称级别: 助理工程师。

基于 BIM 技术的建筑给排水设计优化策略与实施路径研究

刘 洲

中国二十二冶集团有限公司西南分公司, 四川 成都 610000

[摘要]近年来, 人民群众的生活质量显著提升, 从而对生活居住条件提出了更高要求, 为切实满足人们当下的物质需求, 各城市建筑施工结构越发繁琐、复杂, 在此情况下, 则对建筑给排水设计有了更高要求, 如何在满足建筑日常给排水需求的基础上, 让给排水工程更为合理、科学, 更好地提高住户的居住体验, 已成为相关单位及人员需深入思索的重要课题。而 BIM 技术因具备数据驱动型、可视化等特点, 将其应用到给排水设计中, 可显著提升设计方案的可行性。基于此, 文章主要分析 BIM 技术在建筑给排水设计中的应用对策, 以期为建筑从业者提供些许参考。

[关键词]BIM 技术; 建筑给排水设计; 优化策略; 实施路径

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15108

中图分类号: TU717

文献标识码: A

Research on Optimization Strategy and Implementation Path of Building Water Supply and Drainage Design Based on BIM Technology

LIU Zhou

Southwest Branch of China MCC22 Group Corporation Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract: In recent years, the quality of life of the people has significantly improved, which has put forward higher requirements for living conditions. In order to effectively meet people's current material needs, the construction structures of buildings in various cities have become increasingly complex and cumbersome. In this situation, higher requirements have been placed on the design of building water supply and drainage. How to make drainage engineering more reasonable and scientific on the basis of meeting the daily water supply and drainage needs of buildings, and better improve the living experience of residents has become an important issue that relevant units and personnel need to deeply consider. BIM technology, with its characteristics of data-driven and visualization, can significantly improve the feasibility of design schemes when applied to water supply and drainage design. Based on this, the article mainly analyzes the application strategies of BIM technology in building water supply and drainage design, in order to provide some reference for construction practitioners.

Keywords: BIM technology; architectural water supply and drainage design; optimization strategy; implementation path

引言

随着建筑行业的飞速发展, 效率低下、信息传递不畅及施工协调困难等问题逐渐暴露, 传统的给排水设计方法面临着严峻挑战。尤其是在复杂建筑项目中, 设计优化愈加关键。作为建筑工程的重要组成部分, 施工进度、工程质量及后期维护管理的顺利进行, 直接受到给排水系统设计合理性的影响。近年来, 建筑信息模型 (BIM) 技术的兴起, 为这些问题提供了新的解决思路。通过三维建模、数据共享与多专业协同工作, BIM 技术不仅在设计精度与效率方面带来了提升, 而且能够在施工过程中实时识别潜在的设计冲突, 从而减少返工与资源浪费, 显著提高了给排水系统的设计质量与施工效率。尽管 BIM 技术在建筑设计中的应用日益广泛, 其在给排水设计中的具体实施路径与优化策略, 仍需进一步探索。在不同项目中, 如何有效地应用 BIM 技术并解决实际操作中的挑战, 已经成为亟待研究的课题。本文将围绕 BIM 技术在给排水设计中的应用展开, 优化策略将被分析并实施路径将被探讨, 旨在为建筑行业数字化转型提供切实可行的实践方案, 从而推动给

排水设计的创新与优化。

1 BIM 技术在建筑给排水设计与优化中的作用

BIM 技术在建筑给排水设计与优化中的作用至关重要。通过数字化建模与信息集成, 给水排水系统的设计、施工及运维等多个环节被 BIM 有机地结合在一起, 从而推动了全生命周期的优化管理。在设计阶段, BIM 技术通过三维建模, 管道、阀门、接头等设计元素得以直观呈现, 设计人员能够精确调整布局与尺寸, 管网设计得到优化, 空间冲突与资源浪费也因此得以减少。同时, 利用碰撞检测技术, 管线间的冲突及与结构设施的干扰问题能够被 BIM 自动识别, 设计方案的可行性得以确保, 从而避免了传统方法中因设计缺陷而导致的施工返工。BIM 技术所提供的协同工作平台, 也极大提升了不同专业之间的沟通与合作。在同一平台上, 设计更新与修改可以实时进行, 信息的一致性与准确性得到确保。通过这种跨专业的整合与协作, 整体设计的协调性得到了增强, 信息传递滞后或误解所导致的施工问题被有效减少。进入施工阶段, 施工团队通过 BIM 模型得到精准的三维指导, 现场管道安装与系

统调试的高效进行得以支持，施工质量与进度得到确保。同时，项目完成后，BIM 技术还为后期运维提供了详尽的数据支持，便于建筑管理者进行后续与维护与优化工作。

2 BIM 在建筑给水排水工程设计与优化的应用

2.1 安装模拟设计

在建筑给水排水工程设计与优化中，BIM 技术的应用，尤其在安装模拟设计方面，展现出了显著的优势。传统的给水排水系统设计，通常依赖于二维平面图与单一视角，导致难以全面、直观地呈现管道与设备之间的空间关系及安装布局。而通过 BIM 技术，三维虚拟模型的创建使得设计人员能够将给水排水系统的各个组成部分——管道、阀门、泵站、接头及排水口等——准确地建筑结构中进行空间定位与模拟。这一过程不仅确保了各设备与建筑结构之间的协调性，还能有效识别潜在的空间冲突及管线干涉问题。例如，BIM 技术能够清晰地呈现给水排水管道与其他机电系统之间的相互关系，管道交叉或与其他系统设备的冲突被避免，从而大幅减少了后期施工阶段的修改与返工。此外，施工过程中的重要参考依据，BIM 的安装模拟设计提供了。通过在设计阶段提前模拟管道敷设路径、安装顺序及施工流程，施工团队能够准确了解每一部分系统的安装顺序及与其他建筑元素的配合要求^[1]。这不仅提升了施工的组织性，还能有效预测施工过程中的难点与潜在风险，为现场施工提供了科学指导。同时，环境适应性分析，如管道走向的优化，BIM 技术也能够进行，确保给水排水系统的布局在建筑物内最为合理，从而减少不必要的施工调整，降低施工成本。

2.2 实现可视化设计

在建筑给水排水工程中，BIM 技术的可视化设计应用，显著提升了设计精度、施工效率与项目协调性。通过 BIM 建模，管道、阀门、排水系统等设计元素被转化为三维数字模型，从而使得给水排水系统的空间布局与运行状态得以直观展示。该三维可视化设计方法，不仅帮助设计人员更准确地理解系统的结构与功能，还能在设计阶段提前识别潜在的空间冲突与设计缺陷，从而避免了传统二维设计中的信息传递误差与模糊性。与传统设计方法相比，BIM 技术提供了一种集成化设计模式，将给水排水系统与建筑结构、电气、暖通等其他专业设计紧密融合。在统一平台上，设计人员得以协作，确保了各系统之间的协调性与兼容性。通过这种实时动态的设计模式，各专业人员能够及时发现设计冲突，并迅速采取解决方案，从而避免了施工阶段的不必要返工。可视化设计不仅在设计阶段起到了优化作用，在施工阶段，施工团队也得以依据 BIM 模型进行精准的施工指导，误解与错误在施工过程中的减少，进而提升了施工效率与质量。

2.3 材料表自动统计

在建筑给水排水工程设计中，BIM 技术的材料表自动

统计功能显著提高了设计与施工过程中的效率与精确性。传统的材料统计通常依赖于设计人员手动计算与整理，尤其是在大型复杂项目中，繁琐的计算与手工录入往往导致遗漏或错误。然而，借助 BIM 技术，三维模型中的每个设计元素都被赋予了明确的属性信息，包括材质、尺寸、数量与规格等，这些数据与整个设计过程紧密关联。当设计人员对给水排水系统进行调整时，例如更改管道类型或尺寸，BIM 系统会根据更新后的设计自动生成精准的材料清单。实时统计管道、阀门、接头、配件等材料数量与规格，系统不仅能够实现，还能生成详细的材料表，精确列出每一项所需物资，减少了人为错误与遗漏的可能。这种自动化统计方式使得项目管理者能够迅速获取完整的材料数据，优化采购计划与资源配置，从而为工程的顺利推进提供保障。随着设计的持续优化，BIM 系统会自动更新材料表，确保数据的实时性与准确性，避免了因设计变更导致的材料短缺或过剩问题。通过这种精准的材料统计，成本控制得以更有效地进行，减少了不必要的材料浪费或采购延误。此外，BIM 系统支持与项目管理软件的集成，进一步提升了整体项目管理效率，确保设计、采购与施工等环节的顺畅衔接。

2.4 管线综合设计

在建筑给水排水工程设计中，管线综合设计作为 BIM 技术应用的重要环节，通过整合不同系统的管线信息，优化了设计方案，减少了冲突与重复，从而显著提升了施工效率。传统的给水排水设计通常依赖二维图纸来描述管道的走向与布置，这种方式往往无法全面展示各专业管线之间的空间关系，设计冲突因此频繁发生，尤其是在管道交错密集的复杂建筑中，设计不合理或管线碰撞的问题屡见不鲜。借助 BIM 技术，通过三维建模，给水排水管线与其他建筑系统（如暖通、消防、电气等）中的管线信息得以有效整合，形成一个完整的三维数字化模型。通过模型，设计人员能够直观地查看并调整各系统管线的布局，确保不同管线在空间上的合理分配，避免了不必要的干扰与冲突。管线综合设计的优势不仅体现在减少管道冲突上，设计阶段也通过模拟与优化，找到了最合理的管道布置方案，从而有效减少了施工时因空间不合理导致的返工与延误。在 BIM 技术的帮助下，设计人员能够在模型中进行实时的碰撞检测，迅速识别并解决管道与建筑结构、其他机电设备之间的空间冲突^[2]。这种高效的冲突检查显著降低了施工阶段的风险，使得设计变更得以在早期解决，从而避免了因设计缺陷或信息传递不畅导致的施工问题。此外，BIM 技术还具备强大的协同工作功能。在同一平台上，设计人员可以实时查看并修改管线布局，确保设计变更与调整能够及时反映到整个模型中，有效消除信息孤岛，从而提升不同专业间的沟通效率。

2.5 参数化设计

在建筑给水排水工程设计中，BIM 技术的参数化设计

应用显著提升了设计过程的灵活性、精确性与自动化水平。传统设计方法通常依赖固定的手工设计参数,而这些参数的调整往往需要重新绘制或修改整个设计图纸,既效率低下,又容易出现错误。与此不同,BIM中的参数化设计将设计元素与参数紧密关联,通过建立数学模型与规则,使得设计元素具备可调节的参数属性,从而允许设计人员仅通过调整某一关键参数,自动更新整个设计方案。设计的适应性因此得到了增强,尤其在给水排水系统设计中,这种方法能够根据实际需求快速生成多种设计方案。举例而言,通过修改管道的直径、流量或系统压力等参数,BIM系统能够自动计算并更新与这些参数相关的所有设计内容,如管道布置、设备选型、管材规格等,从而实现设计的快速优化。除此之外,参数化设计并不局限于单一元素的修改,在复杂设计过程中,大规模、系统化的自动化设计调整也得以实现。例如,在给水排水管道布局中,管道长度、弯头数量及连接方式等,都可以依据预设的参数化规则进行自动优化。这种设计方式大幅提升了设计效率,同时确保了设计的一致性与精确性。每当一个参数被调整时,系统将根据预设的规则与约束条件,自动重新计算并生成相关设计,从而避免了人工干预可能带来的错误与不一致问题。进一步地,参数化设计也具备提升设计方案可持续性与灵活性的优势。面对复杂的建筑结构与不断变化的需求时,设计人员能够快速响应,确保通过调整设计参数,使得给水排水系统在各种条件下都能保持最佳的运行效果。

2.6 提升建筑给排水建设工程计算的精确度

在建筑给排水工程设计中,BIM技术的应用,计算精度显著得到了提升。传统设计方法通常依赖手工计算与二维图纸,这种方式不仅计算过程繁琐,而且容易受到人为因素的干扰,导致设计结果出现误差。尤其在处理复杂或大型项目时,计算误差往往会积累并放大,影响工程整体质量。与此不同,通过创建三维数字化模型,BIM技术将建筑的各种数据、管道信息以及流体动力学参数等集成于一个统一的计算平台,大大提高了计算精度与效率。在BIM模型中,水力学、流量、压力等参数的模拟与计算可以直接进行,精确的数值分析将自动由系统执行,避免了传统手工计算中常见的误差与重复工作^[3]。通过这一方式,设计人员能够实时获取准确的计算结果,从而提高设计过程中的可靠性。此外,BIM技术还支持不同设计方案运行效果的模拟,能够帮助快速识别并调整设计中的潜在问题。例如,水力计算模块能够在BIM系统中集成,自动计算给水排水系统中每个管段的流量、压力损失等数据,精确反馈运行效果。

3 BIM技术在建筑给排水设计中的实施路径

在建筑给排水设计中,BIM技术的实施路径,贯穿了项目的全生命周期,从初期规划设计到施工,再到后期

的运维管理。在项目初期,设计团队需与各相关专业紧密协作,确保BIM模型的准确性与全面性,整合各方需求。通过建立一个统一的数字化设计平台,所有涉及给水排水系统、建筑结构、机电设备等数据能够实时共享与更新,从而保证设计的一致性与协调性。设计阶段中,BIM平台被用于三维建模,设计人员对给水排水系统的各项设计进行优化。碰撞检测、管线优化、流量及压力计算等功能使BIM技术能够及时识别设计中的冲突与潜在问题,借助模型进行调整与优化,从而提高了设计的精度与效率。同时,BIM系统自动统计并管理材料、设备及管材等信息,为采购与施工阶段提供了可靠的数据支持。施工阶段中,BIM技术为施工人员提供了详细的三维可视化指导,确保管道布置与设备安装的准确性^[4]。此外,施工过程中,现场反馈能够进一步完善BIM模型,确保施工与设计预期保持一致。后期运维阶段,BIM模型为资产管理提供了坚实基础,运维人员可通过该模型深入了解给水排水系统的布局、运行状态与维护历史,进而提升建筑物的运维效率。

4 结语

BIM技术在建筑给排水设计中的应用,不仅为设计优化提供了有效的工具,也推动了建筑行业向数字化、智能化转型。通过精确的三维建模、信息集成、碰撞检测等功能,BIM技术能够有效提升设计精度,优化管网布局,减少施工过程中的返工与资源浪费,并提高多专业协同工作的效率。然而,尽管BIM技术在建筑给排水设计中展现出了巨大的潜力,实际应用中仍面临诸如技术实施、团队协作以及数据管理等多方面的挑战。因此,制定合理的优化策略和实施路径,结合项目的具体需求和特点,推动BIM技术在建筑给排水设计中的深入应用,是未来研究的重点。通过进一步的实践探索与技术创新,BIM技术必将为建筑给排水系统的设计、施工与运维提供更为高效、精确的解决方案,促进建筑行业的可持续发展与提升整体工程管理水平。

[参考文献]

- [1]陈语仪.基于BIM技术的建筑给排水设计与优化分析[J].陶瓷,2024,12(12):219-221.
 - [2]杨永凡.BIM技术在建筑给排水设计与优化中的应用[J].四川水泥,2022,11(11):56-58.
 - [3]陈岩.BIM技术在建筑给排水设计与优化中的应用[J].工程建设与设计,2024,11(4):123-125.
 - [4]张志鹏,王兴晨.BIM技术支持下的建筑给排水设计优化研究[J].中国建筑金属结构,2024,23(5):151-153.
- 作者简介:刘洲(1997.8—),毕业院校:常州大学怀德学院,所学专业:给排水科学与工程,当前就职单位:中国二十二冶集团有限公司西南分公司,职务:施工员,职称级别:初级。

外挂组合吊篮在超高层异形建筑的应用探究

李聚刚

河北冀科工程项目管理有限公司, 河北 邯郸 056007

[摘要] 邯郸城发金融大厦作为一座融合多种功能的现代化建筑, 以其独特的“玉樽”造型和大面积玻璃幕墙外立面成为当地的地标性建筑。其 A 塔 20 层高达 80m, B 塔 34 层达 130m, 屋面花架梁及最高 10.5m 的幕墙给外墙施工带来巨大挑战, 常规悬挑吊篮难以施展, 文章深入剖析此困境并提出切实可行的应对策略。

[关键词] 外挂组合; 骑平梁吊篮; 骑斜梁吊篮; 弧线造型

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15106

中图分类号: TU6

文献标识码: A

Application Exploration on External Hanging Basket in Super High-rise Irregular Buildings

LI Jugang

Hebei Jike Engineering Project Management Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 056007, China

Abstract: As a modern building that integrates multiple functions, Handan Chengfa Financial Building has become a landmark in the local area with its unique "jade bottle" shape and large glass curtain wall facade. The 20th floor of Tower A is as high as 80 meters, and the 34th floor of Tower B is as high as 130 meters. The roof flower frame beam and the curtain wall with a maximum height of 10.5 meters pose a huge challenge to the external wall construction. Conventional cantilever baskets are difficult to use. This article deeply analyzes this dilemma and proposes practical and feasible response strategies.

Keywords: external hanging; riding a flat beam suspended basket; riding a sloping beam suspended basket; curved shape

在超高层异形建筑的外墙施工领域, 施工方案的选择至关重要。对于邯郸城发金融大厦项目而言, 经过多方考量与技术论证, 最终选定 ZLP630 吊篮作为施工的关键设备。在材料运输环节, 为确保施工安全与效率, 明确规定外墙材料依靠专门的施工升降机进行运输, 而吊篮仅在材料安装过程中发挥辅助作用, 且其承载重量严格限制在 350kg 以内。同时, 为保障施工操作的便捷性与安全性, 篮筐与幕墙之间保持 200mm 的合理间距, 操作平台的长度也被控制在不超过 6m 的范围内。基于施工现场复杂多变的实际状况, 精心规划了四种外挂组合吊篮安装途径, 以应对不同位置和结构的施工需求。

1 吊篮工艺及原理剖析

1.1 悬吊平台构造

悬吊平台作为施工人员直接作业的空间载体, 其结构设计紧密围绕施工安全与操作便利性展开。它主要由高低栏杆、篮底和提升机安装架通过高强度螺栓稳固连接而成。高低栏杆的设置不仅为施工人员提供了必要的防护, 防止人员在施工过程中意外坠落, 其高度和强度均经过严格计算与测试, 符合相关安全标准。篮底采用坚固且质量较轻的材料制作, 在保证承载能力的同时减轻了整体重量, 便于吊篮的升降操作。提升机安装架则为提升机提供了稳定的安装基础, 确保提升机在运行过程中不会因晃动而影响施工安全。

1.2 提升机运作机制

提升机是吊篮实现升降功能的核心部件, 采用先进的

电动爬升式技术。其动力源来自电磁制动电机, 这种电机具有启动迅速、制动稳定的特点, 能够在复杂的施工环境下精准控制提升机的运行。当电机启动后, 动力经高效的减速装置传递至钢丝绳输送机构。减速装置通常由涡轮蜗杆和一对精密齿轮组成, 通过合理的传动比设计, 将电机的高速旋转转化为钢丝绳的缓慢而稳定地输送运动, 从而带动提升机沿着工作钢丝绳实现平台的平稳升降, 确保施工人员能够在安全、稳定的环境下进行高空作业。

1.3 安全锁防护功能

安全锁是保障吊篮异常, 并在极短时间内锁死安全钢丝绳, 有效防在突发情况下施工人员生命安全的关键装置。在施工过程中, 一旦出现钢丝绳断裂或平台因外力作用倾斜至特定角度的危险情况, 安全锁会立即启动其精密的锁定机制。它通过内部的传感器和机械结构迅速检测到止吊篮进一步坠落或倾斜, 为施工人员提供了至关重要的二次保护, 极大地降低了高空作业的安全风险。

1.4 悬挂结构设置

悬挂结构肩负着将吊篮稳固悬挂于建筑上部的重任。其设计充分考虑了建筑结构的特点和承载要求, 通常采用高强度的钢材制作, 并经过严格的力学计算和现场测试。在安装过程中, 悬挂机构需精确架设于建筑物的合适位置, 确保通过钢丝绳能够稳定地悬吊平台。同时, 为适应不同建筑结构和施工需求, 悬挂结构在设计上具有一定的灵活性, 可根据实际情况进行调整和优化, 以保证吊篮在施工

过程中的安全性和稳定性。

1.5 电气控制箱作用

电气控制箱是操作人员控制吊篮平台运动的关键设备。其内部主要元件均安装在一块优质的绝缘板上,确保电气系统的安全性,防止因漏电等问题引发安全事故。在电气控制箱的箱门板上,设置了一系列操作按钮,如万能转向开关、电源指示灯、启动按钮和紧急停机按钮等。操作人员通过这些按钮能够方便、快捷地控制吊篮的升降、平移等运动,同时可实时了解电气系统的工作状态,如电源是否正常、设备是否处于运行状态等,在紧急情况下能够迅速按下紧急停机按钮,确保施工安全。

2 外挂组合吊篮安装策略

2.1 裙楼吊篮安装(A类型)

裙楼顶部的吊篮安装是整个施工过程中的重要基础环节。在安装过程中,首先将前后支腿精准放置于屋面结构楼板上,确保支腿的放置位置稳固可靠,能够承受吊篮在施工过程中的各种荷载。悬挑长度严格控制在不超过1.7m的范围内,前后支点间距设定为4.4m,支架高度为1.9m,这些参数均经过详细的力学计算和现场模拟试验确定,以保证吊篮在施工过程中的稳定性。在材料选择上,采用80×80×4mm与70×70×4mm方管作为主要支撑结构,这些方管具有较高的强度和良好的稳定性,能够有效支撑吊篮的重量。为平衡吊篮的受力,在单侧配置500kg配重,配重由20块25kg/块的标准配重块组成,通过合理分布配重,确保吊篮在运行过程中不会因重心不稳而发生晃动或倾斜。

2.2 塔顶骑平梁吊篮安装(B类型)

塔楼屋面钢梁处的安装环境较为特殊,需要定制专门的支架以满足施工需求。在安装时,将定制支架精确安置于钢梁位置,悬挑长度为1.2m,前后支点距1.5m,选用2.7m长80方管作为大梁,为保证前立柱与花架梁的稳固连接,将0.5m高吊篮前立柱与300×400×10mm钢板进行满焊处理,焊接过程严格遵循焊接工艺规范,确保焊接质量。焊接完成后,使用2个M18U型螺栓将钢板牢固固定在花架梁上,U型螺栓各用双螺母拧紧,并在下方垫平垫片及弹簧垫片,以防止螺栓松动。对于后拉钢丝绳,在次顶钢梁位置进行绕圈固定,采用四个M10卡扣固定并用M20花篮螺栓拧紧,使后拉钢丝绳处于绷紧状态,有效增强吊篮的稳定性。由于屋面框架楼较高,安装过程中需借助塔吊将长2.5m宽1.5m重3200kg的升降车吊运至楼顶进行吊篮悬挂作业,安装完毕后再将升降车用塔吊吊至地面退场,整个过程需要严格的操作流程和安全把控,确保施工安全高效进行。

2.3 塔顶骑斜梁吊篮安装(C类型)

因斜梁存在一定坡度,这给吊篮安装带来了较大难度,为此特制前立柱成为关键。在制作前立柱时,根据现场坡

度在97~103°之间的实际情况,现场进行精确焊接,为保证吊篮安装立柱为90°垂直,在焊接过程中需不断测量和调整角度,并对焊口进行加固处理,当立柱高度超过0.7m时,在双侧用50#角铁加固,防止立柱因受力不均而倾倒。焊接完成后,同样使用2个U型螺栓将带有前立柱的300×400×10mm钢板固定在花架梁上,U型螺栓安装时确保拧紧,下方垫平垫片及弹簧垫片。在处理后拉钢丝绳时,当下方有钢梁时,采用与骑平梁吊篮类似的绕圈固定方式;当下方为女儿墙时,需在女儿墙反檐下10mm处预留开Φ20孔,将吊篮后拉钢丝绳(Φ8.3mm钢丝绳)穿入结构后固定,为保护主体结构与钢丝绳接触部位,采用软胶皮套管进行防护,确保后拉钢丝绳处于绷紧状态,从而保障吊篮在斜梁位置的安全稳定运行。

2.4 南北立面弧线幕墙交接处吊篮设置(D类型)

南北立面弧线幕墙交接处的施工较为复杂,在此处采用常规吊篮,并结合特殊的架设方式。将吊篮前后支腿放置在结构楼板上,悬挑长度控制在≤1.7m,前后支点距离为4.4m,前后支架高度在1.1~1.7m之间,悬挂结构采用与裙楼相同的80×80×4mm方管和70×70×4mm方管,单侧压配重500kg,共20块(25kg/块)。为适应弧线幕墙的施工需求,采用分段在不同楼层架设吊篮(加反框)的施工方法,由低楼层至高楼层顺序施工。在施工过程中,根据南立面和北立面不同楼层的幕墙形状和尺寸变化,灵活调整吊篮尺寸。例如,在南立面凸出幕墙施工时,A座在9层采用6m篮筐,12层采用5m+1m反框,15层采用4m+1m反框等;B座在12层采用6m篮筐,17层采用5m+1m反框等,通过这种精细化的施工安排,确保能够覆盖到弧线幕墙的各个施工部位,保证施工质量。

2.5 反框悬吊平台运用

在建筑的特殊位置,如阳角、弧角等部位,常规吊篮难以满足施工操作要求,此时反框悬吊平台发挥了重要作用。在安装反框时,首先将底板垫高200mm以上并平放,确保底板处于水平稳定状态,然后将各基本节仔细对接,保证对接处紧密对齐,接着装上篮片,注意将低的篮片放置于工作面一侧,以便于施工操作,使用螺栓将各部件稳固连接,并预紧螺栓,使整个平台框架保持平直。提升机安装在侧篮两端,安装过程中特别注意使安全锁支架朝向平台外侧,以便在紧急情况下安全锁能够正常发挥作用。安装完成后,均匀紧固全部连接螺栓,确保平台的整体稳定性。在使用反框悬吊平台时,必须严格遵循相关法规和安全要求。例如,若国家法规或地方法规明确规定禁止此种方法使用,则绝对不能使用;主篮体必须是厂家标准产品,且当主篮≤2m时不能使用此方法;严禁将吊篮作为垂直运输工具使用,在副框内最多只容许站一个人,整个篮筐同时作业人员不允许超过两个人,且施工人员必须正确佩戴和使用安全带;操作人员在吊篮使用过程中要时刻

留意吊篮的平衡度,如发现不平衡情况应及时采取相应的调平措施,确保施工安全。

3 吊篮安全试运行检验验收流程

3.1 关键检验要点

吊篮筐的刚度是保障施工安全的重要因素之一,其必须能够承受施工过程中的各种荷载而不发生过度变形,否则可能影响施工人员的操作安全和施工质量。连接螺栓的牢固程度直接关系到吊篮各部件之间的连接稳定性,若螺栓松动,可能导致部件脱落,引发严重安全事故。安全自锁性能可靠的安全锁是防止吊篮坠落的关键防线,其必须在规定的危险情况下迅速启动并有效锁死钢丝绳。提升限位性能保险的提升机能够防止吊篮在上升过程中超出安全范围,避免与建筑物顶部结构发生碰撞。运行稳定的吊篮能够为施工人员提供安全舒适的工作环境,减少因晃动、震动等因素带来的安全隐患。此外,电器设备的安全性也不容忽视,包括电器设备开关的灵敏性、漏电保护电缆的可靠性等,必须符合安全用电规范要求,防止因电气故障引发火灾或触电事故。

3.2 试运行检测方法

外观与电气检查:对吊篮进行外观检查时,需仔细查看工作平台、提升机、提升机与工作平台的连接处等部位,检查是否存在异常磨损、腐蚀、错位、安装误差、表面裂缝、过载、不正常的松动、断裂、脱焊等情况,这些问题可能影响吊篮的性能和安全性。在电气检查方面,要确认电气控制系统是否符合设计和选型要求,检测其绝缘性能是否良好,确保电气系统无漏电风险,保证施工人员的用电安全。

空载试运行评估:在空载试运行过程中,重点检测各传动部件的运行情况。观察吊篮升降是否平衡,起制动是否正常,限位装置和安全锁是否灵敏可靠,并对检测结果进行详细记录。若发现任何异常情况,应立即停止试运行,查找原因并进行修复,直至各传动部件运行安全、正常、可靠,方可进行后续试验。

静载试验操作:静载试验按照设计使用荷载即额定荷载 350kg 的 1.5 倍进行加载,即加载 525kg。在加载过程中,在所有绳卡、花篮螺栓处用红漆做清晰标记,然后将吊篮缓慢升至离地面 50cm 的高度,静止放置 24 小时。在此期间,密切观察红漆标记处是否有变化,若标记无位移、绳卡无松动、提升机无打滑现象,则表明钢丝绳延伸正常,吊篮结构能够承受相应荷载,静载试验合格。

动载试验实施:在动载试验中,于平台内均匀布置额定荷载 350kg,然后控制吊篮在 3~5m 的高度范围内进行升降操作,至少升降三次。在升降过程中,仔细检查吊篮的运行情况,观察是否有异常响声,停止时是否有滑降现象。同时,人为使平台倾斜,检验安全锁是否能够灵活可靠地锁住安全钢丝绳,以及各紧固处是否牢固,无松动现

象。若在试验过程中未发现任何问题,则动载试验合格。

超载试验步骤:在静载试验验收合格后,进行超载试验。超载量为原设计荷载值的 1.1 倍或 1.25 倍,即约为 385kg 或 437.5kg。加载过程应采用分级加载的方式,级差为 10%,例如先加载至 385kg,观察吊篮各部件的运行情况,若正常则继续增加荷载至 437.5kg,再次检查。在加载的同时,密切检查吊篮各主要受力部件、传动部位的完好性和运行变化情况,如有不安全状况应立即停止试验,查找原因,并及时处理后再进行试验或进行吊篮安全性评估。超载试验要求吊篮升降平稳,启制动正常,限位装置和安全锁灵敏可靠,确保吊篮在超载情况下仍能保持一定的安全性。

3.3 检查规范要求

使用前的验收工作至关重要,吊篮必须经过施工、安装、监理等单位的严格验收,只有验收合格的吊篮才允许投入使用。验收过程应按照相关标准和规范进行全面检查,确保吊篮的各项性能指标符合安全要求。

在日常使用中,吊篮应按《高处作业吊篮使用验收表》的详细规定逐台逐项进行验收,并且只有在空载试验合格后,方可正式使用。每次使用前,施工人员都要对吊篮进行全面检查,确保其处于安全可用状态。

具体检查内容包括:外观检查,查看工作平台、提升机等部位是否存在异常情况;检查钢丝绳连接处是否牢固,有无过度磨损、断裂等异常现象,对于达到报废标准的钢丝绳必须及时更换,同时确保钢丝绳下端的垂锤安装正常;检查电器箱、电缆、控制按钮、插头等是否完好,限位开关、手握开关等是否灵活可靠,查看电缆有无损坏并及时包扎好,插头是否拧紧,保护零线是否连接可靠,试验篮内配电箱的漏电保护开关是否灵敏可靠;检查提升机工作是否正常,有无过度震动现象,提升机的制动和安全锁的锁绳功能是否正常;检查配置的安全带是否良好;清扫吊篮内的尘土垃圾、积雪和冰渣,保持施工环境整洁;在检查完上述各项后,操作吊篮进行升降试验,检查其工作情况,确认一切正常后方可正式使用。

3.4 监测监控举措

在吊篮作业的整个过程中,必须安排专人负责监测其运行状况,每天对吊篮的安全锁、安全绳、上限装置、安全锁扣配件、悬挂机构运行情况等进行一次全面监测监控。监测人员应具备专业知识和丰富的经验,能够及时发现并处理潜在的安全问题。

具体监测项目包括:检查钢丝绳的型号、规格是否符合规范要求,查看钢丝绳有无磨损、断裂情况,若发现钢丝绳存在安全隐患,应及时更换;检查安全锁锁绳功能及锁扣的配件是否完整、齐全,规格和标识是否清晰可辨,确保安全锁在紧急情况下能够正常工作,同时检查安全绳是否有松散、断裂、打结现象;检查安装的上限位装置是

否正常工作,防止吊篮在上升过程中出现冒顶现象,测试警报系统的灵敏性,确保在危险发生时能够及时发出警报;检查工作平台有无开裂变形,若发现平台存在结构问题,应立即停止使用并进行修复;严格监控吊篮平台的物料运输情况,严禁吊篮作为垂直运输设备使用,因为吊篮运送物料易超载,极易造成吊篮翻转及坠落事故,一旦发现违规运输物料行为,应立即制止并进行安全教育;检查电机、电磁制动是否运作正常,确保吊篮的动力系统稳定可靠,保证施工安全。

4 实施成效分析

外挂组合吊篮在超高层异形建筑邯郸城发金融大厦的应用取得了显著成效。其独特的组合方式展现出了高度的灵活性,能够完美适应建筑复杂多变的外形和结构特点。无论是塔楼的不同高度和形状,还是裙楼以及南北立面弧线幕墙等特殊部位,外挂组合吊篮都能通过合理的安装和调整,确保施工过程的顺利进行,有效避免了因建筑结构复杂而导致的施工困难和安全隐患。在施工效率方面,相较于传统施工在施工效率方面,相较于传统施工方法有了大幅提升。其高效的工作效率使得施工团队能够在更短的时间内完成大量的外墙施工任务,有效缩短了整个项目的工期。例如,在以往类似建筑的施工中,采用常规吊篮可能需要耗费大量时间在复杂部位的反复调整和施工上,而外挂组合吊篮凭借其针对性的设计和便捷的安装方式,大大减少了施工中的停滞和等待时间,加快了施工进度。

同时,在安全保障上,外挂组合吊篮的稳固结构和先进的安全防护措施发挥了关键作用。从吊篮的设计制造到现场安装、调试以及后续的使用和维护,每一个环节都严格遵循安全规范和标准。在实际施工过程中,安全锁、限位装置等安全部件多次成功应对突发状况,有效避免了可能出现的安全事故,为施工人员提供了可靠的保护,极大

地降低了施工过程中的安全风险,确保了项目的安全推进。在施工质量方面,由于吊篮能够稳定地贴近幕墙表面进行作业,施工人员能够更加精准地进行材料安装和施工操作,保证了外墙施工的质量稳定性。无论是幕墙的拼接精度还是材料的安装牢固程度,都得到了有效的保障,使得建筑的外观效果和整体质量达到了较高的水平。

5 总结与展望

外挂组合吊篮在邯郸城发金融大厦的成功应用充分证明了其在超高层异形建筑施工中的巨大优势。它不仅成功地适应了复杂的施工环境,还在高效性和安全性方面表现出色,为建筑行业在类似项目的施工提供了宝贵的经验和借鉴。

在未来的建筑施工领域,随着建筑技术的不断发展和建筑造型的日益多样化,超高层异形建筑的数量将会不断增加。外挂组合吊篮技术也将在实践中不断优化和完善,进一步提高其适应性和性能。例如,在材料的选择上可能会采用更轻质、高强度的新型材料,降低吊篮自身重量的同时提高其承载能力;在安全防护方面,可能会引入更智能化的监测系统,实时监测吊篮的运行状态和安全隐患,并及时发出预警和采取相应措施。相信在未来的建筑施工中,外挂组合吊篮将继续发挥重要作用,为建筑行业的发展做出更大的贡献,推动建筑施工朝着更加高效、安全和高质的方向发展。

[参考文献]

- [1]刘文峰.高层建筑外挂式吊篮施工技术[J].安徽建筑,2014(2).
- [2]李娟.高层异形建筑外挂式组合吊篮技术应用[J].安徽建筑,2015(8).

作者简介:李聚刚(1979—),男,汉族,河北邯郸人,专科学历,专业监理工程师,从事建筑工程监理工作。

幕墙在建筑外立面装饰设计中的应用研究

陈 阳

浙江建院建筑规划设计院, 浙江 杭州 310000

[摘要]随着建筑行业的发展,幕墙作为重要的外立面装饰形式,已成为现代建筑设计的关键元素。其不仅提供优良的装饰效果,还兼具结构安全、节能环保等功能。幕墙的设计和材料选择推动了建筑美学与技术的创新。研究表明,优化幕墙设计不仅能提升建筑外观和功能性能,还为未来建筑外立面装饰提供了新思路,促进了建筑行业的持续进步与发展。

[关键词]幕墙设计;建筑外立面;美学表达;功能性;技术创新

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15099

中图分类号: TU2

文献标识码: A

Research on the Application of Curtain Walls in Architectural Facade Decoration Design

CHEN Yang

Zhejiang Jianyuan Architectural Design and Urban Planning Institute, Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract: With the development of the construction industry, curtain walls, as an important form of exterior decoration, have become a key element in modern architectural design. It not only provides excellent decorative effects, but also has functions such as structural safety, energy conservation and environmental protection. The design and material selection of curtain walls have driven innovation in architectural aesthetics and technology. Research has shown that optimizing curtain wall design not only improves the appearance and functional performance of buildings, but also provides new ideas for future building facade decoration, promoting the continuous progress and development of the construction industry.

Keywords: curtain wall design; building facade; aesthetic expression; functionality; technological innovation

引言

随着建筑技术进步和美学要求提升,幕墙成为现代建筑外立面的重要元素。作为集装饰性、功能性和环保性于一体的系统,幕墙在提升建筑外观、优化能效和确保结构安全方面起着关键作用。文章探讨幕墙对建筑外立面美学和实用性的影响,分析其设计原则与创新技术,旨在为建筑外立面装饰设计提供参考与启示。文章将从幕墙的定义、装饰作用及技术创新等角度进行分析。

1 幕墙的定义与分类

1.1 幕墙的概念

幕墙是一种非承重的建筑外立面结构,主要由支撑系统和面板系统组成,其主要功能是保护建筑物免受自然环境影响,并在美学上与建筑风格相协调。幕墙并不承载建筑的荷载,所有负荷通常由建筑主体结构承担。其基本特征是轻便、高效,能够提供良好的防水、防风、隔热和隔音等性能。与传统外立面相比,幕墙的设计更加注重建筑物的外观形态与功能性的结合,特别是在高层建筑中,它提供了更为灵活的外立面设计空间。

幕墙与传统外立面最大的区别在于其独立性和结构方式。传统外立面往往直接与建筑主体结构结合,承载建筑物的部分重量和荷载。而幕墙则是悬挂式的独立系统,既能够与建筑主体相连接,又能独立承担自身的功能性需求,避免了传统外立面在承重上的局限。

1.2 幕墙的分类

幕墙可以根据材质和结构形式进行不同的分类。

(1) 按照材料分类

玻璃幕墙:玻璃幕墙是现代建筑中最为常见的一种幕墙形式,具有优良的透光性和视觉美感,能够使建筑更具现代感与通透性。常见的有单层玻璃幕墙和双层玻璃幕墙两种,后者可以通过中空玻璃层实现更好的隔热与隔音效果。

金属幕墙:金属幕墙通常采用铝合金、不锈钢等金属材料,具有较强的耐候性与抗腐蚀性。金属幕墙常用于一些特殊设计的建筑,能够呈现出简洁、现代的建筑外观。

石材幕墙:石材幕墙多使用天然石材或人造石板,具有优良的耐久性和自然的质感,常见于高端商务或文化建筑。

(2) 按照结构分类

挂式幕墙:挂式幕墙结构较为简单,面板通过挂件直接悬挂于建筑主体结构上,面板之间通常采用密封胶或其他连接件进行密封。挂式幕墙适用于大多数高层建筑,其施工和安装较为便捷。

框架幕墙:框架幕墙的结构较为复杂,其通过框架系统支撑面板,面板不直接承重,而是通过框架将荷载传递至建筑主体。框架幕墙具有较高的稳定性,适用于一些具有较大风荷载的建筑。

1.3 幕墙的构成要素

幕墙系统由支撑结构和面板系统组成,其中支撑系统

主要包括框架、挂件、连接件等构成，它负责承载和传递面板的重力和外力作用，确保幕墙的稳定性和安全性。面板系统则由玻璃、金属、石材等材料制成，起到外立面装饰和防护的作用。

幕墙的结构层次通常包括：

(1) 支撑系统：负责传递外部载荷，包括框架、支撑架、连接件等，确保整体稳定性。

(2) 面板系统：是幕墙的外层，直接与外界环境接触，通常由玻璃、金属板、石材等材料制成。面板系统的选材、工艺、连接方式直接影响建筑的美观与性能。

幕墙在建筑设计中的重要性不仅体现在其装饰性，还具有诸多功能性。首先，幕墙能够提供建筑物外立面的美观与统一，提升建筑的视觉效果；其次，幕墙具备防水、防风、隔热等功能，保证室内环境的舒适性与安全性。此外，幕墙的节能性能在建筑中逐渐得到重视，通过合理设计，可以实现更好的隔热保温、光热效应的控制，减少建筑能耗。

2 幕墙在建筑外立面中的装饰作用

2.1 外立面的美学表达

幕墙作为建筑外立面的主要装饰元素，赋予了现代建筑独特的美学价值。在现代建筑设计中，外立面的美学不仅仅追求形式的多样性，更注重建筑与周围环境的和谐共生。幕墙作为建筑的外衣，不仅是视觉感受的第一印象，也往往传递出建筑的文化、品牌甚至是时代特征。通过灵活运用各种材料、色彩和造型，幕墙能够赋予建筑更加现代、简洁或豪华的外观，提升其艺术性和可观性^[1]。

随着建筑美学趋势的不断演进，幕墙与现代建筑美学理念高度契合。现代建筑往往追求简洁、大气、流线型的外观，幕墙的设计正好能够满足这些需求。例如，玻璃幕墙的透明性使得建筑更具现代感和通透性，而金属幕墙则能够展现出未来感与科技感。幕墙的设计理念越来越注重建筑与环境的相互融合，使得建筑外立面更加具有视觉冲击力与艺术表现力。

2.2 幕墙的装饰性设计原则

幕墙在装饰性设计上必须遵循一定的原则，才能确保建筑外立面的和谐美感。首先，形态、颜色与材质的协调是幕墙设计中的基本原则。形态的设计应根据建筑的功能与周围环境的特点来选择，避免过度张扬或过于单一的设计。颜色的选择则应考虑建筑的整体色调与材质的搭配，避免色彩过于刺眼或不协调。材质方面，玻璃、金属、石材等常见材料的搭配应依据其纹理和质感来设计，既要表现出材料本身的特色，又要服务于整体视觉效果。

其次，立面设计的创新性与灵活性同样是幕墙设计的重要考虑因素。随着建筑设计需求的多样化，幕墙的设计应具有灵活性，能够根据建筑的功能、环境要求以及设计理念进行调整和创新。尤其是在高层建筑、公共建筑以及

商业建筑的设计中，幕墙的个性化和创新性至关重要。

2.3 实例分析

通过具体建筑项目中的幕墙设计，可以更直观地展示幕墙在外立面设计中的装饰作用。以北京鸟巢（国家体育场）为例，该建筑外立面采用了金属网格幕墙设计，形成了具有强烈现代感和动感的外观。通过精巧的几何造型与材料选择，鸟巢展现了科技感与艺术感的结合，增强了建筑的独特性和视觉冲击力。

另一个经典案例是巴黎蓬皮杜艺术中心，其外立面采用了色彩鲜艳的管道幕墙设计，打破了传统建筑外立面的单调，体现了艺术与功能的结合，成为建筑界的重要象征。这些实例表明，幕墙设计不仅仅是外立面的“装饰”，更是一种通过材质与形态表达建筑内涵和精神的艺术形式。通过巧妙运用幕墙，建筑的外观和氛围得以完美呈现。

3 幕墙的结构与功能设计

3.1 结构设计原理

幕墙的结构设计首先必须保证其稳定性与安全性。幕墙作为建筑外立面的非承重系统，虽然不承担建筑物的主要荷载，但必须具备足够的抗风压能力。由于外立面暴露在风压、雨水和温差等自然环境影响下，幕墙的支撑系统需经过精确设计，以确保在强风、地震等极端天气情况下的结构稳定性和安全性。同时，材料的选择对幕墙的结构安全性至关重要。例如，采用铝合金、钢材等高强度、抗腐蚀材料可以有效提高幕墙的承载能力与使用寿命。合理的材料搭配和工艺设计能确保幕墙在长期使用过程中依然稳定可靠。

3.2 防护功能

幕墙在建筑外立面中的防护功能也至关重要。随着建筑对舒适性和安全性的要求提高，防水、防火和防腐成为幕墙设计中的基本功能。防水设计保证了幕墙系统在暴雨等极端天气下的防水性，避免了水渗透对建筑内部造成损害。防火功能尤其重要，尤其是在高层建筑中，选择具有良好防火性能的材料和系统可以有效防止火灾蔓延，保障建筑的安全性。防腐功能则保证了幕墙能够应对长期的自然环境侵蚀，减少维护成本，延长幕墙的使用寿命。此外，幕墙的密封性和耐久性同样至关重要，良好的密封设计可以避免空气和水分的渗透，确保建筑物的舒适性和安全性^[2]。

3.3 节能与环保性能

现代建筑设计越来越注重节能与环保，幕墙作为建筑外立面的重要组成部分，在这一领域发挥着关键作用。节能设计要求幕墙不仅具备隔热和保温功能，还需通过合理的设计优化建筑的能效。例如，采用低辐射玻璃、双层玻璃幕墙等技术可以有效提高建筑物的保温隔热性能，减少能源消耗。特别是玻璃幕墙，其光热效应的合理控制可以显著优化建筑的能效。通过选择高性能玻璃材料，如镀膜玻璃或太阳能控制玻璃，可以降低阳光热量的穿透，同时

确保室内采光和视野。玻璃幕墙的能效优化不仅能提升建筑的舒适性,还能在较长时期内为建筑的运营节省大量能源费用,减少建筑对环境的负面影响,从而促进建筑设计的可持续发展。

4 幕墙设计的技术创新与挑战

4.1 新型幕墙材料的应用

随着科技的发展,新型材料在幕墙设计中的应用不断涌现,推动了设计创新。例如,纳米技术提升了幕墙材料的耐污性和自清洁功能,纳米涂层使表面具备抗污染、抗风化等优异特性。智能玻璃根据外界环境条件自动调节透光性与热传导率,既保证了采光效果,又优化了节能性能。新型材料不仅提升了幕墙的装饰性,还增强了其功能性,如热隔离、隔音效果和自适应环境变化,满足了现代建筑对美观与舒适性的需求^[3]。

4.2 幕墙设计中的技术难点

尽管新材料推动了幕墙设计的进步,但施工中仍面临技术难题。幕墙施工精度要求极高,特别是大面积玻璃幕墙或异形幕墙的安装,需保持精准度以确保安全性与美观性。解决这一难题需精准设计图纸和施工计划,采用高精度的制造和安装技术^[4]。同时,幕墙的安全性尤为关键,特别在高层建筑中,耐风压能力和抗震能力需严格计算和测试。因此,幕墙设计需在安全性、施工精度与美观性之间找到平衡。

4.3 未来发展趋势

未来幕墙设计将注重智能化与可持续性结合。智能幕墙将通过传感器和自动化系统实现自我调节,以应对环境变化。例如,集成光热控制和温控系统的智能玻璃将更普及,提升能效。高性能幕墙系统将成为主流,具备更强的隔热、隔音、抗风压等性能,适应不同气候条件。随着绿色建筑理念的推广,未来幕墙将使用可回收材料,延长使用寿命,减少对环境的影响。

5 幕墙设计的实际案例与应用分析

5.1 案例分析:经典建筑的幕墙设计

通过对国内外经典建筑的分析,可以展示幕墙设计在实际应用中的成功经验。例如,北京鸟巢(国家体育场)采用的金属网格幕墙,不仅实现了建筑的独特视觉效果,还具备优良的抗风压能力和通透性,成为现代建筑设计中的标杆。这种独特的幕墙设计不仅考虑到美学和功能性,还具备了良好的结构安全性,适应了极端天气条件下的使用需求。此外,伦敦的碎片大厦(The Shard)也为幕墙设计提供了宝贵经验,其玻璃幕墙的运用既确保了建筑内外的采光效果,又通过使用低辐射玻璃提高了建筑的节能性能^[5]。通过这些经典案例,可以看到幕墙设计成功地将美学、功能性和环保性结合,形成了标志性的建筑外立面。

5.2 幕墙设计中的问题与解决方案

尽管幕墙设计在现代建筑中取得了显著成效,但在实际项目中,设计和施工过程中仍然面临一系列挑战。例如,在一些高层建筑中,幕墙的抗风压能力和密封性常常成为施工中的难点。在某些极端气候条件下,幕墙可能出现玻璃面板变形或风压过大的问题。为了解决这些问题,设计师通常会选择采用加强型玻璃或优化幕墙支撑结构的设计,以提高其抗风压和抗震性能。此外,不同类型的建筑对幕墙设计的需求也存在差异,如商业大楼和住宅楼的外立面设计需求就截然不同,商业建筑更注重外观的冲击力和艺术感,而住宅建筑则更重视节能与舒适性。因此,针对不同建筑功能,设计师需要进行定制化设计,以确保幕墙的功能性与美学效果兼具。

5.3 幕墙设计的未来发展前景

未来幕墙设计将朝智能化和可持续性方向发展。智能幕墙将根据环境变化自动调节光照、温度等,优化室内环境并减少能源消耗,如智能玻璃能根据气候变化调整透明度,提升能效。同时,高性能幕墙系统的创新推动节能建筑发展,通过材料创新和结构优化,不仅提升美观性,还增强耐久性和功能性。随着绿色建筑理念的实施,未来幕墙将更多使用环保材料,减少资源消耗,并关注整体生态效益,推动建筑外立面设计的技术革命。

6 结语

幕墙作为现代建筑外立面的重要组成部分,既具备显著的装饰性,又发挥着重要的结构和功能作用。本研究通过分析幕墙的定义、分类、设计原理及实际应用,展示了幕墙在美学、功能性和技术创新中的优势与挑战。通过对经典案例的分析,提出了在实际项目中遇到的常见问题及解决方案。未来,随着智能化和可持续设计的不断发展,幕墙将迎来更广阔的应用前景,为建筑外立面装饰设计带来技术革命,推动建筑行业的创新与进步。

[参考文献]

- [1]张计磊,周婧.建筑幕墙在建筑外立面设计中的应用分析[J].建材与装饰,2017(26):122-123.
- [2]李孟东.建筑幕墙在建筑外立面设计中的应用[J].住宅与房地产,2019(27):65.
- [3]陈陶.建筑幕墙在建筑外立面设计中的应用[J].地产,2019(20):61-62.
- [4]詹福善.幕墙在建筑外立面装饰设计中的应用研究[J].四川水泥,2022(10):89-91.
- [5]曹智.幕墙在建筑外立面装饰设计中的应用研究[J].居舍,2022(34):95-97.

作者简介:陈阳(1992.3—),男,浙江理工大学,本科,土木工程专业,任职于浙江建院建筑规划设计院,工程师-建筑幕墙,任职10年,现为中级工程师。

市政工程施工管理的强化措施及工程质量提升路径研究

褚胜辉

浙江航兴建设集团有限公司, 浙江 湖州 313000

[摘要]在经济水平不断发展的同时,各个地区的基础建设也在火热地推进,市政施工企业也因此大量地兴起。随着市政施工企业数量的增多,导致了这个市场的竞争力变大,一些企业为了保护自己的利益,减少成本的支出,不惜降低工程的质量,因而出现了一系列的豆腐渣工程,从而使得工程问题频繁爆出。文中对当前市政工程施工质量管理经常出现的问题以及相应的解决策略进行探讨,以期为市政工程建设有所帮助。

[关键词]市政工程; 施工管理; 强化措施; 工程质量; 提升路径

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15123

中图分类号: TU71

文献标识码: A

Research on Strengthening Measures for Municipal Engineering Construction Management and the Path to Improving Engineering Quality

CHU Shenghui

Zhejiang Hangxing Construction Group Co., Ltd., Huzhou, Zhejiang, 313000, China

Abstract: With the continuous development of the economy, infrastructure construction in various regions is also being vigorously promoted, and municipal construction enterprises have emerged in large numbers as a result. With the increase in the number of municipal construction enterprises, the competitiveness of this market has become stronger. Some enterprises, in order to protect their interests and reduce cost expenditures, are willing to lower the quality of their projects, resulting in a series of shoddy projects and frequent engineering problems. The article explores the common problems and corresponding solutions in the quality management of municipal engineering construction, in order to provide assistance for municipal engineering construction.

Keywords: municipal engineering; construction management; strengthening measures; engineering quality; upgrade path

引言

随着城市化进程的不断推进,市政工程作为城市基础设施的核心组成部分,肩负着支撑城市功能与提升居民生活质量的重要责任。市政工程涵盖的范围广泛,涉及道路、桥梁、排水系统、供水设施及电力通讯等多个领域,其施工质量对城市运行效率、公共安全以及居民日常生活的影响不可忽视。然而,随着市政工程建设规模的扩大以及项目复杂度的增加,施工管理与质量控制面临着诸多困难。施工管理的不善、质量监管的不到位、技术手段的滞后等问题频频发生,这不仅给工程进度、成本控制与质量保障带来了巨大压力,也可能对城市的可持续发展构成潜在风险。市政工程施工管理的加强,工程质量的提升,已成为当前亟待解决的一个重要课题。本文将深入分析市政工程施工管理过程中存在的主要问题,且将探讨相应的强化措施与质量提升的路径。研究内容将重点关注施工单位、业主单位、监理单位等各方职责的明确与协同,管理体系的优化与完善,将成为探索的核心。具体的解决方案将被提出,以期解决现有管理中的薄弱环节。通过分析市政工程管理中的关键环节,尤其是质量控制的薄弱部分,期望本文能够为未来市政工程施工管理提供理论依据与实践指导,从而推动市政工程施工管理水平的全面提升,保障城市基础设施建设在安全、环保、经济等方面的长远发展。

1 市政工程施工管理的重要性

市政工程施工管理在现代城市建设中发挥着至关重要的作用。随着城市化进程的加速,市政工程作为基础设施建设的重要部分,涵盖了道路、桥梁、供水排水、绿化等多个领域,直接影响着城市的运行效率与居民的生活质量。施工管理不仅保障着工程的顺利推进,还是确保工程质量、安全、进度及成本控制的关键。通过高效的施工管理,工程风险得以有效降低,避免了因施工不当或管理失误所引发的质量问题、成本超支及工期延误等情况。在市政工程的各个环节中,施工管理需进行精细化操作。从设计、招标、施工到验收,任何一个阶段的管理质量都会对最终工程效果产生直接影响。一个科学合理的管理体系,能够协调各方力量,有效确保施工人员、材料、设备等资源得到最优化配置,从而确保工程项目按既定标准与要求顺利实施。此外,环境保护、社会影响、资源节约等可持续发展因素,必须被充分考虑于市政工程施工管理中,以实现经济、社会与环境的三重效益。

2 市政工程施工质量管理过程中存在的问题

2.1 施工单位质量管理存在的问题

在市政工程施工质量管理中,施工单位面临着一系列亟待解决的问题。许多施工单位的质量管理体系尚不完善,缺乏系统化的质量控制流程与标准化的操作规范,致使质

质量管理难以高效、规范地落实。在项目开工前,质量管理培训未能充分对施工人员进行,导致施工人员对质量控制的重要性认识不足,操作流程不规范,从而影响了工程的整体质量。此外,施工过程中,材料与设备的管理常显松懈,未能严格按照设计要求与相关标准进行材料的验收与使用,造成了潜在的质量隐患。更有部分施工单位,在追求工程进度与成本控制时,忽视了质量管理的重要性^[1]。为了缩短工期与降低成本,可能采取了牺牲质量的方式,导致偷工减料、违规操作等问题的出现,这种现象往往大幅度降低了工程质量的可靠性。与此同时,施工单位在质量检查与监督上的投入不足,质量问题在工程中未能得到及时处理,致使问题不断积累,最终影响了整个工程的质量水平及其使用寿命。

2.2 业主单位质量管理存在的问题

在市政工程施工质量管理过程中,业主单位面临着的一系列的质量管理难题。部分业主单位未能充分重视质量管理工作,往往在项目初期过于关注工程造价与进度,未合理配置足够的质量管理资源,导致项目实施阶段缺乏有效的质量监督。招标与合同管理中,严格的质量控制条款未能设立,施工单位质量管理能力的考察与评估被忽视,未能有效约束施工单位的质量行为。此外,项目实施过程中,业主单位对施工现场的质量监管存在疏漏,监督力度不足,致使一些潜在的质量问题未能在早期被识别并及时纠正。在质量验收环节,业主单位对验收程序与标准的把控不够严格,检查工作表现出形式化与随意性,未进行细致、全面的检查,导致一些质量问题未能在竣工验收时得到及时发现与解决。由于部分业主单位对工程的技术标准及质量要求理解不足,在审查设计文件与施工方案时,往往缺乏充分的技术审核,未能及时识别设计或施工中的潜在质量风险。此外,部分业主单位的项目管理团队在专业素质与经验方面存在欠缺,质量培训与技术支持未能有效开展,从而影响了质量管理工作的落实与执行效果。

2.3 监理单位质量管理存在的问题

在市政工程施工质量管理过程中,监理单位面临着的一系列质量管理的挑战。部分监理单位在人员配备与专业素质方面存在不足,许多监理人员缺乏足够的技术能力与实践经验,使得他们在识别施工过程中潜在的质量问题时显得力不从心。由于监理人员的专业背景与技术水平差异较大,现场检查与验收时,他们往往难以发现细节上的质量隐患,无法实现全面、细致的质量控制。此外,监理单位在日常管理中存在监督力度不足的问题,常常依赖施工单位自行管理,缺乏有效的动态跟踪与实时监督。施工现场的巡查不够频繁,监理单位未能保持持续的质量控制,导致施工过程中出现的问题未能及时被识别与处理,从而对工程质量造成了不利影响。监理单位在施工过程中,有时过于依赖合同文件与标准,缺乏灵活性与应变能力,未能根据现场实际情况对施工工艺、材料质量等进行必要的调

整与控制^[2]。此外,监理单位与施工单位之间的利益关系,也可能影响监督效果。在某些情况下,个别监理单位可能因过于注重与施工单位的合作关系,未能严格执行质量监督职责,甚至可能存在包庇行为,削弱了监理职能的独立性与公正性。

3 加强市政工程质量管理的对策

3.1 建立完善的市政工程质量管理体系

建立完善的市政工程质量管理体系,是提升质量管理水平的基础性工作。一个健全的管理体系,能够为项目提供清晰的质量控制标准、流程及责任划分,从而保障质量管理工作能够高效开展。市政工程质量管理体系应明确各参与方的职责与权限,包括业主单位、施工单位、监理单位以及设计单位等,确保各方在质量管理中的角色清晰,责任明确。通过设立严格的质量管理组织结构,能够保证各项管理措施的有效落实,并加强各环节之间的协作与沟通,避免因信息不对称或职责不清而导致管理漏洞的产生。该管理体系应涵盖全面的质量管理标准与控制流程,项目设计、招标、施工到竣工验收的各个阶段,都应设有详细的质量监控措施,以确保每个环节的质量得到有效保障。质量控制指标应根据项目的具体情况制定,切实可行的管理措施也应结合实际情况进行制定,以确保工程项目能够达到既定质量要求。此外,健全的质量监督机制至关重要,定期进行质量检查、审核与评估,质量问题应及时发现并解决,从而保持施工过程中对质量的有效控制。在这一过程中,应充分利用信息化手段,数字化质量管理平台应当构建,用于实时跟踪施工进度与质量数据,从而提高管理的透明度与效率。

3.2 精心选择监理单位

精心挑选监理单位,是加强市政工程质量管理的关健措施之一。作为工程质量控制的重要环节,监理单位承担着对施工质量的监督、施工过程的检查以及确保工程符合设计与规范要求的责任。对于确保工程质量而言,选择具备强大专业能力与良好信誉的监理单位至关重要。在选择过程中,监理单位的资质与专业能力应重点关注,确保其具备相关领域的认证及丰富的行业经验。通常,一个优秀的监理单位,拥有一支技术力量雄厚、经验丰富的团队,能够精准识别施工过程中潜在的质量问题,并采取有效的控制措施。此外,监理单位的管理体系及工作流程应契合项目的需求,具备高效的质量检查与监督机制,确保在项目的各个阶段进行全面、细致的监控,使施工质量始终保持在可控范围内。除了专业能力外,监理单位的过往业绩与信誉,也是选择的重要参考标准。具有良好行业声誉的监理单位,通常能够公正、独立地履行监督职责,避免与施工单位产生利益冲突,从而确保质量管理工作的客观性与公正性^[3]。

3.3 加强对施工单位质量的监督管理

加强对施工单位质量的监督管理,是确保市政工程施工

工质量的关键措施。作为项目实施的主体，施工单位的工作直接影响到工程的最终效果与安全性。为了确保施工质量符合设计要求与技术规范，必须采取多种手段，对施工单位进行严格的质量监督，确保每个环节都按标准执行。一方面，应当建立健全的质量监督体系，明确各级监督人员的职责与权限，确保质量问题能够及时发现并得到处理。监督管理的核心，应聚焦于施工过程中的关键环节，如材料采购与使用、施工工艺以及设备调配等，确保这些环节符合质量要求。另一方面，除了传统的现场检查外，应积极运用信息化手段，实现实时监控与数据采集，从而对施工质量进行动态追踪。借助数字化平台，施工进度与质量数据能够及时获取，做到信息共享与透明管理，使得问题能够在第一时间得到调整。此外，质量检查应覆盖从材料进场到竣工验收的全过程，定期组织全面的质量检查及专项审查，避免施工单位在质量管理方面出现疏漏。在面对施工单位可能存在的偷工减料、工艺不规范等问题时，监督人员应当坚守独立性与权威性，严格要求施工单位按照规范操作，从源头防范质量问题的发生。

3.4 重视勘察设计工作

在市政工程质量管理中，勘察设计工作占据着极其重要的位置，关系到项目的整体顺利推进。勘察设计阶段，为后续施工的顺利开展提供了基础，其质量直接影响到工程实施的全过程与最终质量。在勘察阶段，确保数据全面精准应当是首要任务。勘察人员必须详细了解施工现场的地质条件、环境因素及水文情况，进行充分分析与勘探，以确保设计方案在实际条件下具备可行性。勘察数据的准确性，对于设计工作的合理性至关重要。任何遗漏或错误的勘察结果，可能导致不合理的设计，从而在后续施工过程中引发质量问题。设计单位在接到勘察结果后，应根据实际情况与技术规范，制定科学合理的设计方案。符合工程功能需求的设计，除满足结构安全、经济性及环境影响外，还应避免设计缺陷或不合理之处的出现。在设计过程中，沟通也是至关重要的。设计单位应与施工单位保持密切协作，确保设计方案能够在施工中得到有效实施，从而避免施工过程中出现设计变更或与实际情况不符的现象。此外，设计单位还应紧跟技术发展的步伐，依据最新的技术标准和规范进行设计，采用先进的技术手段，提升设计的准确性与可操作性。

3.5 提高质量管理人员的专业素质

在市政工程质量管理中，提升质量管理人员的专业素

质至关重要。扎实的专业知识与技术能力，必须是质量管理人员所具备的基础条件；然而，除了这些，丰富的现场管理经验与应变能力，同样不可或缺，以应对施工过程中可能出现的各种质量问题。为此，通过系统化的培训与持续学习，质量管理人员应不断提升自身的专业水平，掌握最新的行业标准、法规以及工程技术。特别是在新材料、新工艺与新技术不断涌现的背景下，紧跟行业前沿，确保质量管理工作具备科学性与实效性，成为质量管理人员必须具备的能力。除了专业知识的积累，质量管理人员还需要具备较强的现场管理能力。能够全面、细致地识别并分析施工过程中的潜在质量问题，及时采取有效措施，确保工程质量符合设计要求和相关标准，质量管理人员应时刻保持警觉^[4]。与此同时，出色的沟通协调能力，亦是质量管理人员所需具备的重要素质。在设计、施工及监理各方的紧密合作中，确保问题能够及时发现并得到有效解决，才能保证各环节的质量管理工作有序推进。责任意识与职业道德，对于质量管理人员而言，同样不可忽视。

4 结语

通过对市政工程施工管理强化措施及质量提升路径的深入研究，得出了一个明确的结论：提高市政工程的施工管理水平与质量，乃是确保项目顺利推进的核心要素。无论是通过完善管理体系、加强质量监管、提升监理与施工单位能力，还是重视勘察设计工作的精确性与提高专业素质，各项措施在保障工程质量、控制风险方面，均具有至关重要的作用。随着技术的不断进步与发展，市政工程施工管理的智能化与精细化，逐渐成为未来的发展趋势。面对日益复杂的工程挑战，管理模式的优化，强化各方合作，推动质量提升，已成为各相关方必须不断追求的目标。确保市政工程为城市的可持续发展提供更为坚实与可靠的基础，必须依赖于这些措施的落实与推进。

【参考文献】

- [1]胡洁,甄世瑾.市政工程施工质量管理问题和解决措施分析[J].建材与装饰,2019(5):153-154.
- [2]冯文锋.市政工程施工中的质量管理措施[J].中国住宅设施,2024(8):189-191.
- [3]王蕾.市政工程施工中的工程质量管理措施探讨[J].建材与装饰,2016(41):143-144.

作者简介：褚胜辉（1976.6—），毕业院校：东北财经大学，所学专业：工程管理，当前就职单位：浙江航兴建设集团有限公司，职务：副总经理，职称级别：工程师。

城镇燃气管道施工质量控制与设计要点分析

黄龙

合肥合燃华润燃气有限公司, 安徽 合肥 230001

[摘要]随着城市化进程的推进,城镇燃气需求持续增长,燃气管道的建设规模不断扩大。但在管道施工过程中,常见的质量隐患,如泄漏和爆炸等事故时有发生,这对城市安全带来了巨大的压力。为此,提升施工质量、确保合理设计以及加强安全管理,已成为当前燃气工程建设中的重要任务。通过科学的设计方法与精细化的质量控制措施,安全风险能够有效降低,燃气管道系统的长期稳定运行得以确保。

[关键词]城镇;燃气管道;质量控制;设计要点

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15117

中图分类号: TQ0

文献标识码: A

Analysis of Quality Control and Design Points for Urban Gas Pipeline Construction

HUANG Long

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

Abstract: With the advancement of urbanization, the demand for urban gas continues to grow, and the construction scale of gas pipelines continues to expand. However, common quality hazards such as leaks and explosions occur during pipeline construction, which puts enormous pressure on urban safety. Therefore, improving construction quality, ensuring reasonable design, and strengthening safety management have become important tasks in current gas engineering construction. Through scientific design methods and refined quality control measures, safety risks can be effectively reduced, ensuring the long-term stable operation of gas pipeline systems.

Keywords: urban; gas pipeline; quality control; design points

引言

城镇燃气管道作为城市能源供应的核心基础设施,直接关系到居民生活、工业生产以及社会安全。随着城市化进程的加速,燃气管道的建设规模日益扩大,施工质量与安全性面临着更加严格的要求,如何通过科学的设计方案与严格的质量控制措施,确保管道系统的安全性、稳定性与高效性,已成为当前燃气工程建设中的一个关键议题。因此,探讨城镇燃气管道施工中的质量控制要点与设计原则,分析施工过程中可能遇到的各类问题及其解决对策,为燃气管道工程的实践操作与理论研究提供参考与指导。

1 城镇燃气管道施工质量控制的重要性

城镇燃气管道作为城市能源供应的核心基础设施,施工质量直接影响着城市的安全、社会稳定与居民生活质量。若燃气管道发生故障或泄漏,极有可能引发火灾、爆炸等严重事故甚至造成人员伤亡,给社会带来巨大的损失。为确保管道的安全运行,施工过程中每个环节必须严格遵循设计标准进行操作,高质量的施工不仅有效预防事故的发生,还可延长管道的使用寿命,减少后期维护成本。随着城市化进程的不断推进,燃气管道系统的需求日益增长,合理的质量控制措施不仅提高了施工效率,还确保了管道系统的长期稳定性。在施工过程中,质量问题常常潜藏于细节之中,只有通过严格的质量管理与控制才能在源头上

预防潜在的安全隐患,确保公众的用气安全及城市的可持续发展。因此,施工质量控制不仅是对施工单位与设计方的要求,更是对社会与公众的责任。

2 城镇燃气管道设计要点

2.1 管道选材与规格设计

城镇燃气管道的选材与规格设计是确保管道安全、高效运行的关键环节。管道材料的选择应综合考虑燃气种类、安装环境及长期使用中的物理与化学稳定性。常见的燃气管道材料包括钢管、聚乙烯管(PE管)及复合材料管,钢管因其高强度与耐压特性广泛应用于城市主干管道;聚乙烯管则因其优异的抗腐蚀性较强的灵活性,通常用于地下管网或小口径管道系统。在规格设计方面,管道尺寸的确定需综合考虑燃气流量、管道长度及环境温度等因素,若管径过小输气能力不足,可能导致气压波动;若管径过大,不仅会浪费材料,气流也会因过大管道而不畅降低系统效率。管道壁厚的设计则应充分考虑外部与内部压力的共同作用,确保管道在极端条件下能够保持结构完整,避免破裂或变形,特别是对于长距离管道或穿越特殊地质条件(如山区、湿地)的部分,使用更高规格的材料并采取加强防护措施尤为重要。科学合理的选材与精准的规格设计,不仅能够有效预防管道泄漏、腐蚀等安全隐患,也能确保管道系统的长期稳定运行。优质的管道设计为后期的

维护与管理提供了便捷,同时也为城市的安全保障及居民的生命财产提供了坚实的支撑。

2.2 防腐设计与防火措施

在城镇燃气管道设计中,防腐与防火设计是确保管道安全稳定运行的核心要素。燃气管道通常埋设于地下,长期暴露在潮湿、酸性土壤及其他腐蚀性环境中,这使得腐蚀问题成为管道安全的主要隐患。防腐设计必须从多个方面入手,涵盖材料选择、涂层处理以及保护层的设计等,常用的防腐技术包括环氧煤沥青涂层、电化学保护以及防腐层包裹等。环氧煤沥青涂层能够有效隔绝水分与化学物质的侵入,而电化学保护则通过施加外部电流,抑制管道金属表面的氧化反应,是长输管道防腐的常见手段。防火设计在管道系统中的地位同样至关重要,燃气管道承载着可燃气体的输送,一旦发生泄漏或其他事故极易引发火灾甚至爆炸。因此,为了最大限度地降低火灾风险,防火设计需要注重管道的防火包覆、接头的密封性以及周边环境的防火隔离。在管道沿线应设置适当的防火隔离带,以减少火源接触的可能性,而在穿越城市道路或靠近重要建筑物的关键区域,应采取双重防护措施。例如,使用防火涂层或隔热层,以防止火灾蔓延,从而确保管道系统的安全性。

2.3 压力控制与泄漏防控设计

在城镇燃气管道系统中,压力控制与泄漏防控设计是保障燃气安全稳定输送的关键环节。管道的压力控制设计需根据输气能力、环境条件以及燃气的特性,科学设定工作压力与最大承压值。为避免压力波动对管道系统造成损害,通常会在关键位置安装压力调节阀及减压装置,确保管道内的压力始终保持在安全范围内。同时,实时压力监测系统也极为重要,能通过持续监控管道内的压力变化,在发生异常时及时发现问题并采取相应措施,从而有效防止压力失控引发的事故。

泄漏防控设计则是保障管道安全的另一个关键方面,管道发生泄漏不仅浪费能源还可能引发火灾、爆炸等严重后果。因此,确保管道连接部位的密封性以及材料选择的可靠性应成为设计的重点。管道接口采用高标准焊接工艺,并定期进行无损检测,以确保焊接部位无微小裂纹或缺陷,管道系统还应配备先进的气体探测技术实时监测泄漏情况,确保及时发现并报警,一旦发生泄漏系统应能够自动关闭泄漏阀门,迅速切断气源,从而有效防止泄漏的蔓延。通过科学合理的压力控制与严密的泄漏防控设计,不仅可以确保燃气管道的平稳运行,还能显著降低压力波动或泄漏所带来的安全隐患,保障管道系统的长期安全性。

2.4 穿越安全管理

在城镇燃气管道穿越道路、河流、铁路等重要设施时,安全管理显得尤为重要,由于这些区域的复杂性与特殊性,一旦管道发生破损或泄漏可能会引发更为严重的后果,同时也增加了处理难度。因此,穿越段的设计不仅需确保管

道结构的安全性,还应全面评估周围环境可能对管道造成的影响。在管道穿越特定地段时,材料选择与加固措施的合理性至关重要,以河流或地下水丰富的地区为例,必须选用具有强耐腐蚀性、良好密封性的材料,必要时应采取双重防护策略,如外包防腐层与内衬防腐层,以避免水流与土壤的腐蚀。而对于城市道路或铁路等穿越区域,管道的埋深与强度要求则更为严格,通过加固设计或安装专用保护管道(如钢管保护套管)及采用更强的焊接工艺,可确保管道结构的稳定性。在施工过程中,应选择对环境影响最小的施工方法,避免对周围交通与建筑设施造成不必要的风险。此外,施工现场必须加强安全防护措施与人员培训,确保每个环节都严格遵守规范要求。穿越段完工后还应进行定期检查与监测,尤其是在高风险区域,如地下水水位较高或地质条件复杂的地方,建议配备实时监测系统,以确保能够及时发现问题并采取有效应急措施。

2.5 管道系统的布局与安装方式

城镇燃气管道系统的布局与安装方式对系统的运行效率、安全性及维护便利性具有决定性影响。在设计阶段,布局的合理性应综合考虑燃气输送的畅通性、施工的可行性以及后期维护的便捷性,在优化管道布局时需充分考虑城市的地理环境、建筑分布及燃气需求等多重因素,避免设计中过多的弯头及复杂的交叉,这样的设计不仅能有效减少管道的阻力损耗,还能显著提升系统的输气效率。在安装方式的选择上,必须根据地形、管道类型及施工条件进行具体区分。例如,地下管道系统的铺设可采用明挖法或非开挖技术。明挖法适用于管道线路较为直线、土质松软的地区,施工时对周围交通的干扰较小,并且便于后期检修与维护;非开挖技术则更适用于城市密集区或交通繁忙区域,借助水平定向钻进或顶管法等精确铺设管道,能够有效减少对地面交通及周围环境的影响,从而确保施工的安全与高效。在管道系统的安装过程中,尤其应注重管道与管道、管道与设备之间连接质量的把控。连接部位的密封性与稳定性必须得到重点关注。无论采用焊接、螺纹连接还是法兰连接,都应严格控制焊接工艺与连接精度,以确保每个接点均无泄漏隐患。在安装过程中,还应合理设置支架与固定装置,防止因压力波动或外力作用造成管道的位移或损坏,保障系统的长期稳定运行。

3 城镇燃气管道施工质量控制措施

3.1 施工前质量控制措施

施工前的质量控制是保障城镇燃气管道工程顺利实施的关键环节,直接影响到后续施工的安全性与工程质量。在这一阶段,设计方案的严格审核为首要任务,必须确保符合国家及地方的相关规范,并结合现场的实际情况进行必要的调整。管道选材、规格以及技术要求的合理性,必须与土质、气候等环境条件相适应,以确保工程的可持续性与安全性。施工单位还应应对施工人员进行全面的专业培

训,确保熟悉施工流程、质量标准及安全操作要求,尤其是在焊接与连接等关键工序中,操作人员必须持有相应的资质,并经过严格的考核与认证^[1]。管理层还应明确各级责任,确保每个施工环节均有人负责,从而避免因疏忽导致的质量问题。设备与材料的检查同样不可忽视,施工设备必须具备稳定的性能,所有材料如管道、阀门等需经过质量检验并附有合格证明,在材料存放过程中应采取有效的防护措施,避免其在存储过程中遭受损害或变质。施工前的现场勘查是确保工程顺利推进的重要步骤,施工人员应根据设计图纸,确认施工路径、管道铺设深度及周边环境的情况,确保方案的可行性,避免与周围的交通、建筑及地下设施发生冲突。此过程有助于提前识别潜在问题,从而确保施工工作能够顺利进行。

3.2 施工过程中质量控制措施

在城镇燃气管道施工过程中质量控制贯穿整个工程,确保每个环节均符合设计标准与安全要求。在施工阶段,必须严格按照设计图纸与施工方案执行操作,确保每项施工活动有明确依据,尤其是在管道铺设、焊接及连接等关键工序中,技术规范的严格遵守是至关重要的,避免工艺问题引发后期安全隐患。管道铺设时位置、深度与坡度的精确控制不可忽视,埋设深度需符合规范要求,以防管道在地面沉降或外部压力作用下发生破裂^[2]。施工过程中应实施实时监测,确保管道铺设位置准确无误,必要时可根据现场情况调整施工方案,确保管道走向与设计一致。焊接与连接工序在管道施工中占据核心地位,必须严格遵循焊接工艺规范,在焊接前,焊接材料、设备及操作人员资质应逐一检查,确保焊接质量符合标准要求。焊接完成后应利用无损检测手段,如X光或超声波检查确保焊缝的密封性良好,避免渗漏。管道连接部位的法兰、螺纹等接口应确保密封性可靠,连接时要严格控制拧紧力矩,防止接口松动或漏气。施工现场的管理与安全保障同样不可忽视,施工区域应设立明显的安全标识,以防无关人员进入,减少事故发生风险。临时设施,如支架、固定装置等必须稳固可靠,防止管道因外力作用而发生位移或损坏。在特殊环境下的施工,如管道穿越桥梁、道路或复杂地形时应选择专用施工方法,确保质量与安全。定期进行质量检查与监控是保障施工质量的有效手段,项目经理与技术负责人应定期开展检查,同时设置专门的质量检查员,确保潜在质量问题及时发现并解决。在施工过程中,每项工序的实施情况,包括材料批次、设备使用及工艺参数等都应详细记录,以确保施工过程可追溯,便于后期验收与审查。

3.3 施工后质量控制与验收措施

施工后的质量控制与验收是确保城镇燃气管道工程符合设计标准与安全要求的关键环节。在验收阶段,必须对管道系统进行全面检查,以确认各项施工工序、设备安装与设计图纸及技术规范的一致性。尤其是焊接、连接及密封等关键部位,必须通过无损检测手段进行检查,以确保没有漏气、裂纹或其他潜在缺陷。压力试验在验收过程中占据至关重要的地位,通过充水或充气等介质进行压力测试,管道的密封性与强度被检查,以确保其能够承受正常工作压力而不发生泄漏或爆裂,仅当管道在压力稳定且无泄漏的情况下,验收才能视为合格。管道系统的调试与功能检查同样不可忽视,确保流量调节、压力控制系统及所有安全装置能够正常运行^[3]。与管道系统相关的配套设施,如阀门及监测仪表也需逐一进行检查与验证。验收过程中,施工记录、材料清单与质量检测报告等相关文件的审核同样重要,以确保信息的准确性与完整性。施工单位需提供相关技术文档,便于后期的管理与维护,一旦验收合格施工单位与相关部门将共同确认交接,确保管道系统具备投入使用的条件。

4 结语

城镇燃气管道的质量控制与设计是确保工程安全与稳定运行的基础,通过合理的设计、严格的施工管理以及完善的验收措施,风险能够有效降低,系统的长久安全与可靠性得以保障。在设计阶段,至关重要的是科学规划;在施工阶段,精细化管理的严格执行必须得到保证;而验收阶段,全面检查是确保管道符合安全标准的必要环节。随着城市规模的扩大,燃气管道建设的复杂性不断提升,质量控制的要求也愈加严格。通过不断优化设计方案、改进施工管理流程,结合技术创新,燃气管道系统的高效与安全运行得以确保,为城市居民提供持续、稳定的燃气服务。

[参考文献]

- [1]王亮,张璘.城镇燃气管道施工质检质量控制[J].上海化工,2024,49(4):37-40.
 - [2]王文彬.城镇燃气工程设计与施工[J].居舍,2021,11(29):101-102.
 - [3]卢东波,李明,王红.城镇燃气管道设计及防腐问题处理[J].石化技术,2022,29(3):177-178.
- 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,当前就职单位:合肥合燃华润燃气有限公司,职务:职工,职称级别:工程师。

路桥工程中路基路面施工技术的应用分析

孔亚峰

新疆北新路桥国际事业部, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]在社会经济飞速发展的背景下, 路桥工程的重要性日益突出, 并受到了广泛人民群众的关注。在路桥工程施工中, 建筑工程企业需要秉持质量至上的原则, 合理应用路桥路面施工技术, 以此保障施工质量与效率。本篇文章将以路基路面施工技术作为研究对象, 针对其在路桥工程中的应用展开探讨, 期望借此提升我国路桥工程的施工水平。

[关键词]路桥工程; 路基施工; 路面施工技术; 应用要点; 建筑工程企业

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15116

中图分类号: U415

文献标识码: A

Application Analysis of Roadbed and Pavement Construction Technology in Road and Bridge Engineering

KONG Yafeng

Xinjiang Beixin Road and Bridge International Division, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: Against the backdrop of rapid social economic development, the importance of road and bridge engineering has become increasingly prominent and has received widespread attention from the people. In road and bridge construction, construction companies need to adhere to the principle of quality first and apply road and bridge surface construction technology reasonably to ensure construction quality and efficiency. This article will take roadbed and pavement construction technology as the research object, and explore its application in road and bridge engineering, so as to improve the construction level of road and bridge engineering in China.

Keywords: road and bridge engineering; roadbed construction; road construction technology; application points; construction engineering enterprises

引言

路桥工程是我国交通运输系统的基础, 其施工质量直接关系到人民群众的日常出行以及城市的经济往来^[1]。随着路桥工程数量的不断攀升, 与路桥工程有关的施工技术逐步呈现科学化、多元化的发展趋势。在这之中, 路基路面施工技术的应用最为显著。通过路基路面施工技术, 路面不平整、路面裂缝以及路基沉降等问题可以得到有效解决, 为行车安全提供坚实的保障。基于此, 建筑工程企业需要加强对路基路面施工技术要点的研究。本文将对路桥工程中路基路面施工技术的应用展开进一步论述。

1 路桥工程中路基路面施工的常见问题分析

1.1 路面不平整

路面不平整是路桥工程中路基路面施工的常见问题。路面不平整指的是路面的表面存在高低不平的特点, 未达到路桥工程平整度的设计要求, 可能会使得路桥在后续应用过程中导致汽车颠簸, 降低行车体验, 引发安全事故的问题。在对相关文献资料进行查阅后, 可以发现路面不平整问题的成因较为多元化。例如, 当混凝土在硬化过程中出现不均匀收缩时, 可能会使得路面出现不平整的问题。再有, 软土地基塌陷、路面设计不合理、基层不平整、摊铺作业未达标等因素也会引发路面不平整的问题^[2]。在实际施工中, 建筑工程企业应当秉持具体问题具体分析的精神,

科学剖析路面不平整的成因, 并优化路基路面施工工艺。

1.2 路面裂缝

路面裂缝指的是在路面上出现的长条形或者不规则形状的裂缝。这些裂缝通常因温度变化、水分侵入、车流量过大而引起。依照裂缝的具体形状, 可以将路面裂缝进一步划分为横向裂缝、纵向裂缝以及网状裂缝^[3]。在路面结构设计、施工质量低劣或者车辆严重超载时, 沥青面层或者半刚性基层内便会产生一定的拉应力, 从而产生断裂现象, 引发横向裂缝问题; 纵向裂缝多是由于路基压实不均匀而引起; 网状裂缝指的是路面上形成的、类似于网状结构的裂缝群, 其在沥青路面中较为常见。在路基路面施工中, 一旦出现裂缝问题, 施工人员便需要及时采取措施, 修复路面, 以此保障行车的安全性。

1.3 路基沉降

路基沉降指的是在路桥工程施工中, 由于路基土层压实、固结沉实导致的地表下陷现象, 其经常会出现在路基施工后的一定时间内。当施工人员操纵施工设备后, 施工设备会对土壤施加一定的荷载, 而这些荷载会被逐步传递到路基下方的土层中。当土层受到荷载作用后, 会导致土壤密实度的增加, 进而引发路基沉降问题。除此之外, 环境因素也会导致路基沉降问题。当地下水位升高时, 水文会侵入土壤, 导致土壤松动, 引发路基下沉问题。在实践中,

路基沉降问题会对路桥的使用造成不良影响,还会增加行车的安全风险,提高交通事故的出现概率^[4]。在严重情况下,路基沉降问题还会导致道路塌方,使得汽车下陷。为避免这种情况,建筑工程企业需要予以路基沉降问题高度的重视。

2 路桥工程中路基路面施工技术的应用要点

从上文可知,路面不平整、路面裂缝和路基沉降均会在一定程度上增加路桥工程的施工风险,降低路桥工程的施工质量。基于路桥工程的建设要求以及行业技术规范,施工人员应当秉持从实际出发的原则,将质量至上的理念落实在路桥工程的始终,合理应用路基路面施工技术,将路面不平整、路面裂缝以及路基沉降问题扼杀于萌芽状态。接下来将结合实践,对路桥工程中路基路面施工技术的应用要点展开进一步论述。

2.1 路基开挖施工技术的要点

路基开挖施工技术是路桥工程施工技术体系的重要组成部分,其应用效果既取决于施工人员的专业能力,又取决于施工流程的完整性与科学性。在实际施工中,施工人员需要充分发挥自身的专业能力,遵循行业技术规范,依照设计图纸的内容,开展标准化的路基开挖作业^[5]。首先,施工人员需要立足于待施工区域的地势情况和环境条件,确定最为贴合的开挖方式。常见的路基开挖方式有三种,即人工开挖、机械开挖以及爆破开挖。其中,人工开挖指的是施工人员不依赖于机械设备,利用人为作业的方式实施路基开挖任务。人工开挖通常被应用于小型基坑的开挖,其存在成本投入少、施工周期短等特征,但存在施工效率的缺陷机械开挖通常被应用于大型基坑的开挖,其具有效率高、操作简单等优势,但可能带来噪声污染问题。一般情况下,施工人员需要将挖掘机、装载机以及切削机作为机械开挖的首选设备。爆破开挖通常被应用于地质条件复杂的区域,但需要建筑工程企业做好安全防护措施,以免对施工人员的生命安全造成威胁;其次,施工人员需要在施工现场设置测量控制网络^[6]。施工人员应当合理利用全站仪,以巧妙的方式测量、控制施工的各项数据,对路基边坡的开挖轮廓采取精准放样措施。同时,施工人员需要对路基开挖现场进行清理,将杂物堆放至指定地点;再其次,施工人员需要严格遵循坡比,对岩体采取破碎措施,尽可能避免出现整体坡度过大的情况。施工人员可以将运输车安排进来,将破碎岩体运输至指定地点。在路基开挖作业完毕后,施工人员还需要设置临时排水设施和永久性排水设施,满足路基的排水需求;最后,施工人员需要对路基开挖工作成果进行质量检验,判断其是否满足路桥工程的施工要求^[7]。倘若未达到要求,施工人员需要分析原因,并制定针对性的优化方案,以此保障路基开挖工作的质量。

2.2 软土路基施工技术的要点

软土地基在我国的分布较为广阔,主要集中于沿江、沿海等水系密集的区域。在路桥工程中,建筑工程企业需

要仔细辨别路基类型,判断其是否属于软土地基。这主要是因为软土地基的含水量较大,会导致路基出现稳定性不足,引发路基沉降问题。因此,建筑工程企业应当加强对软土路基施工技术的应用。软土路基施工技术的类型较为多元化。常用的软土路基施工技术有夯实法、化学加固处理法、爆破和抛石排淤法等几种表现形式。接下来将分别展开论述。

2.2.1 夯实法的应用分析

夯实法通常用于碎石土、砂土、粉土和杂填土等软土地基的处理,其主要指的是施工人员将夯锤提到一定高度,使得夯锤自由落下,并重复夯击,从而加固地基的一种软土路基施工技术^[8]。强夯法可以在较短时间内对软土地基施加一个巨大的冲击能量,达到强制性夯实的目标。施工人员在应用夯实处理技术前,需要对地质条件展开充分剖析,判断待施工区域是否满足夯实法的应用要求。随后,施工人员需要合理选择夯锤、起重机械设备,并设计好夯点、夯击次数等指标,以此保障施工的规范性。

2.2.2 化学加固处理法的应用分析

化学加固处理法指的是施工人员通过将化学浆液注入路基,使得化学浆液与土颗粒胶结,从而改善软土地基性能的一种软土路基处理技术。化学加固处理法具有强度高、防水性能突出且稳定性高的优势,因而受到了建筑工程企业的青睐。施工人员在应用化学加固处理法前,需要将地基表层的土壤、泥沙等杂物清理干净,按照设计图纸的要求,钻制孔洞。在钻孔期间,施工人员需要控制好钻机的倾斜度以及钻孔深度,并保障孔壁的垂直度,这样可以有效规避因孔壁损伤、结构裂缝和土体下沉而带来的质量问题。针对多孔状的土层,施工人员可以采用分层充注法。在化学浆液填充完毕后,施工人员需要在孔洞顶部堆放砂土,从而避免孔洞泄露。

2.2.3 爆破和抛石排淤法的应用分析

爆破和抛石排淤法是实践中较为常见的软土路基施工技术。爆破法指的是施工人员将特定数量、性质的炸药放置于指定地点,在做好安全防护措施的前提下,利用爆炸所产生的张力改善软土路基的软土路基处理技术。由于爆破法的危险性较高,所以建筑工程企业在启用爆破法前,需要对施工人员采取技术培训措施,提升施工人员的安全责任意识以及专业能力,促使其把控好每一个环节的要点,避免出现人员伤亡^[9]。抛石排淤法指的是施工人员抛出一片石料,利用石料产生的挤压力实现排淤,进而达到加固软土路基的目标。施工人员在应用抛石排淤法时,需要将石料选定为不易风化的片石或者块石,并筛选石料,确保石料的尺寸处于合理范围内。一般情况下,石料的尺寸应当在30厘米以上。在平坦的施工地段,施工人员应当按照先路基中部,再路基两侧的顺序进行扩展抛填,从而将淤泥挤向两侧。

2.3 路基碾压施工技术的要点

针对路基的碾压施工往往以大型碾压机械设备的参与为主。这主要是因为人为碾压的效率过低,且容易出现误差,不利于保障施工质量。在正式进入路基碾压施工环节前,建筑工程企业需要指派采购人员,在市场中货比三家,选用性价比最高的压路机。在将压路机投入实际施工前,需要由专门的人员实施质量检验,确保压路机无异常。随后,施工人员应当对压路机的碾压强度、碾压次数进行设计。一方面,施工人员需要结合路桥工程的实际要求;另一方面,施工人员需要结合技术条件、气候条件以及经济因素,综合性地确定碾压强度与碾压次数。特别是在不同等级的路桥工程中,施工人员需要立足于实际情况,将道路铺设的具体要求纳入考虑范围,以此保障路基碾压施工的高质量开展。在正式进入路基碾压环节前,施工人员需要做试验段,以便确定最佳的技术参数。在路基碾压期间,施工人员应当遵循“先轻后重、先静后振、先低后高、先慢后快”的原则,并将压路机的碾压速度控制在合理范围内^[10]。具体来讲,施工人员需要将压路机的速度控制在每小时4千米以内,且碾压需要从路基边缘向中央进行。施工人员还需要实时检查土的平坦度、厚度以及含水量,并依照实际情况采取不同措施。

2.4 路面摊铺施工技术的要点

在路基碾压施工结束后,建筑工程企业便可以进入路面摊铺施工环节。路面摊铺旨在提升路桥对车辆的荷载能力,为行车的稳定性、安全性提供保障。在路面摊铺环节,施工人员需要做好路面材料的选择、铺设以及压实等步骤,以此提升路面的平整度。具体来讲,施工人员需要提前选择、准备好路面材料,从物理层面保障路面摊铺施工效果。施工人员在选择水泥时,需要着重关注水泥的耐磨性能和水热性能,优先选用硅酸盐水泥。施工人员在选择集料时,可以将质地坚硬、耐磨的中性砂料作为优先事项,以此保障混凝土的强度、耐久性。随后,施工人员还需要依照配合比方案,对施工材料进行搅拌,以此保障混凝土的均匀性。在此期间,施工人员应当做好混凝土内外部温度控制,尽可能降低混凝土出现裂缝问题的概率。在实践中,路面区域的余热较为重要。施工人员需要利用熨平板,在路面区域实施预热,确保预热温度为70℃以上。一般情况下,预热时长需要控制在15分钟到20分钟之间。完成一切准备工作后,施工人员可以利用合适的摊铺机,将混

合料均匀地摊铺在路面上,并做好碾压和抗滑处理。除此之外,在整个施工过程中,建筑工程企业需要密切关注气候因素,避免在恶劣天气下施工,减少路面裂缝问题。在路面施工完毕后,建筑工程企业需要指派专业人员,采取路面养护措施,延长道路的使用寿命。

3 结束语

在路桥工程中,路基路面施工长期以来都是需要关注的重点。若建筑工程企业所采用的路基路面施工技术不合理,将会对道路使用与交通安全造成不良影响。因此,建筑工程企业需要聚焦于常见的病害问题,想方设法提升路基路面施工的整体质量。具体来讲,建筑工程企业需要科学应用路基开挖施工技术、软土路基施工技术、路基碾压施工技术以及路面摊铺施工技术。同时,施工人员需要积极研究上述技术,掌握技术要点,为技术应用奠定坚实基础。本文通过对路桥工程中路基路面施工技术的应用展开探讨,希望对路桥工程领域相关人士有所助益。

[参考文献]

- [1]付恺. 路桥工程中的路基与路面施工技术[J]. 运输经理世界, 2024(33): 76-78.
- [2]王凯. 路桥工程建设中路基路面施工技术要点研究[J]. 运输经理世界, 2024(8): 7-9.
- [3]孙小绪. 沉降段路基路面施工技术在市政道路桥梁工程中的应用[J]. 工程技术研究, 2022, 7(8): 46-48.
- [4]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.
- [5]李晶晶. 路桥工程施工中路基和路面施工质量控制技术分析[J]. 运输经理世界, 2021(31): 113-115.
- [6]毛文中. 沉降段路基路面施工技术在市政道路桥梁工程中的应用[J]. 中华建设, 2021(11): 144-145.
- [7]陈海燕. 路桥工程建设中路基路面施工技术要点分析[J]. 运输经理世界, 2021(30): 16-18.
- [8]陈飞飞. 路基路面拼接施工技术在公路改扩建工程中的应用[J]. 工程建设与设计, 2021(1): 171-173.
- [9]罗安娜. 路基路面压实技术在某市政路桥工程中的应用[J]. 低碳世界, 2020, 10(7): 151-152.
- [10]成栋. 路桥工程建设中路基路面施工技术要点[J]. 建材与装饰, 2020(21): 265-267.

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。

绿色节能环保技术在市政工程施工中的应用与实践研究

吴江帆

浙江航兴建设集团有限公司, 浙江 湖州 313000

[摘要] 大力发展市政工程可以给民众出行创造更加有利的条件, 也会让民众生活质量明显加强, 所以, 工程本身修建的质量及施工管理便得到社会各界的高度重视。现阶段, 城区节能环保思想得到更加深广性的实施, 民众也提高了维护环境良好状态的责任感, 而且也都切实知晓节能环保的现实意义。而市政工程修建的主要宗旨就是给民众生产生活创设有利条件, 所以, 就需要充分执行节能环保思想, 以增进节能环保工作的质量成效, 增进市政工程的节能环保效用。

[关键词] 绿色节能; 节能环保技术; 市政工程; 技术应用; 实践

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15121

中图分类号: U655

文献标识码: A

Application and Practice Research on Green Energy-saving and Environmental Protection Technology in Municipal Engineering Construction

WU Jiangfan

Zhejiang Hangxing Construction Group Co., Ltd., Huzhou, Zhejiang, 313000, China

Abstract: Vigorously developing municipal engineering can create more favorable conditions for people's travel and significantly improve their quality of life. Therefore, the quality and construction management of the engineering itself have received high attention from all sectors of society. At present, the concept of energy conservation and environmental protection in urban areas has been more widely implemented, and the public has also increased their sense of responsibility for maintaining a good environment. Moreover, they are all aware of the practical significance of energy conservation and environmental protection. The main purpose of municipal engineering construction is to create favorable conditions for people's production and life. Therefore, it is necessary to fully implement energy-saving and environmental protection ideas to enhance the quality and effectiveness of energy-saving and environmental protection work, so as to improve the energy-saving and environmental protection effectiveness of municipal engineering.

Keywords: green and energy-saving; energy-saving and environmental protection technologies; municipal engineering; technology application; practice

引言

随着社会经济的迅速发展以及城市化进程的加快, 市政工程作为城市基础设施建设的关键组成部分, 对提升城市功能与改善居民生活质量发挥了不可或缺的作用。然而, 传统市政工程施工常伴随大量资源消耗、能源浪费及环境污染, 这不仅对生态环境造成了巨大压力, 也限制了城市可持续发展的潜力。在全球环境问题日益严峻的背景下, 绿色节能环保技术的应用, 已成为推动市政工程转型与升级的重要途径。通过这些技术, 不仅能有效降低工程建设过程中的能耗与资源浪费, 且能显著减少施工过程中的负面环境影响, 如扬尘、噪音及水污染等, 从而在确保工程质量的同时, 有助于生态文明建设。当前, 如何在市政工程施工中有效应用绿色节能环保技术, 提高资源利用效率, 减少环境污染, 已成为建筑行业亟待解决的关键课题。本文将深入分析绿色节能环保技术在市政工程施工中的实际应用, 探讨施工过程中常见的环境问题, 并介绍一系列节能与环保技术的具体应用, 旨在为相关从业人员提供科学的指导, 推动市政工程行业实现绿色转型与可持续发展。

1 市政工程施工中应用绿色节能环保技术的重要性

在市政工程施工中, 绿色节能环保技术的应用具有至关重要的意义。通过这些技术的采用, 不仅可以提升工程的整体环保水平, 减少对生态环境的负面影响, 还能实现资源的高效利用与能源的节约, 进而促进城市建设的可持续发展。在全球环境问题日益严重的背景下, 尤其是在城市化进程加速的情况下, 市政工程作为城市基础设施建设的核心, 其绿色节能环保性直接关系到城市整体环境质量及未来发展。绿色节能环保技术的应用, 有助于显著减少施工过程中对自然资源的消耗, 碳排放得以减少, 能耗被有效降低, 同时资源的循环利用效率得以提高。在节能降耗方面, 通过合理的能源规划与科学管理, 能源管理在施工过程中得到了优化, 避免了不必要的能源浪费, 从而降低了项目的运营成本。除能效提升外, 施工现场的生态环境也能得到改善, 扬尘、噪音及水污染等问题的减少通过有效控制措施得到实现, 周边居民生活质量的影响因此得以减轻, 从而提高了公众对市政工程的认可度与满意度。

2 当前市政工程施工产生的环境问题

当前市政工程施工过程中,环境问题日益严峻,已成为制约可持续发展的关键因素。大量土石方的开挖及建筑材料的运输,常常导致扬尘污染,尤其在干燥季节,扬尘不仅对施工人员的健康构成威胁,且对周围居民的生活环境造成不良影响。此外,在城市密集区域,噪声污染尤为突出,产生的噪音由大型机械设备和持续进行的施工活动所造成,常常对周边居民的日常生活产生干扰,影响身心健康。水污染亦为施工过程中常见的问题,未经处理的废水以及含有有害物质的废水,可能渗入地下水或流入周围水体,进而破坏生态系统及水质。废弃物的处理不当同样构成隐患,若建筑垃圾未能及时清理或按规定分类处置,土地资源不仅被占用,而且加重了环境负担^[1]。土壤污染问题亦需引起重视,不当的废弃物堆放或化学物质的使用,可能导致土壤污染,进而加剧土壤退化。此外,能源消耗过高与资源浪费所带来的负面影响对环境的深远影响不容忽视,特别是能源密集型设备与机械的使用,推动了温室气体的排放,进而加剧了气候变化的压力。

3 绿色节能环保技术在市政工程施工中的应用

3.1 整体资源能源统筹管理

在市政工程施工中,整体资源与能源的统筹管理是绿色节能环保技术应用的核心之一。通过科学合理地规划与调配各种资源,该管理方式旨在最大化资源利用效率,减少浪费并降低能源消耗。项目实施过程中,整体能源需求需进行全面分析,涵盖施工设备、建筑材料运输、现场照明等各个环节。通过优化资源配置,能源的过度消耗及无序使用得以有效避免,从而减少了不必要的浪费。例如,先进的能源管理系统的引入,可以对施工现场的电力消耗进行实时监控,高能耗设备的工作模式可及时调整,确保设备始终在高效状态下运行。同时,施工现场应加强能源消耗的监控与评估,施工过程中的能源使用可通过动态跟踪进行实时数据调整,施工方案与作业计划据此作出相应调整,避免了高峰时段的能耗积累。集中化管理的资源调度平台能够实现材料、设备与能源的合理调配,确保关键时刻的资源得到有效利用,并减少了闲置资源与空闲时间的浪费。在材料采购方面,低能耗、环保的材料的选择,也是整体资源能源管理的关键环节。

3.2 施工过程科学检测

科学检测在施工过程中是实现绿色节能环保技术应用的核心环节之一。通过精确地监测与数据分析,各类资源在施工过程中的高效利用得以确保,可能对环境产生负面影响的行为也能及时发现并纠正。科学检测不仅包括对能源与资源使用情况的监控,还涵盖对环境影响的实时跟踪。在施工阶段,能源消耗、材料使用、废弃物排放等关键环节需进行全面监测,确保操作符合节能与环保的相关标准。以电力使用为例,智能电表可实时监控施工现场的电力消耗,异常消耗可被及时识别并进行调整,以避免无谓的电力浪费。材料使用的监控则通过系统化的追踪手段进行,确保采购、运输及使用过程中的每一环节符合节能环保要求,从而减少了

资源浪费与不必要的消耗。除了资源和能源的管理,施工过程中的环境影响也需要进行严格检测与控制。各类监测设备的设置,使得扬尘、噪音及废气等排放物得以实时监控。例如,扬尘监测仪器能够反馈施工现场的扬尘浓度,抑尘措施可及时采取,以防止粉尘污染的发生。噪音监测设备则能够确保施工噪音始终保持在标准以内,从而减少了对周围居民及环境的影响^[2]。在废水与固体废弃物的管理方面,适当的检测设备可被安装,以实时监控水体排放与废弃物处理,确保废水符合排放标准,废弃物得到妥善处置。

3.3 扬尘管控技术应用

扬尘管控技术在市政工程施工中的应用,旨在有效减少施工过程中粉尘污染,确保施工现场及周边环境的空气质量符合环保标准。市政工程中的土方作业、道路铺设、拆迁等施工活动,往往会产生大量扬尘,这不仅对施工人员的健康构成威胁,且对周围居民及环境产生不良影响。因此,扬尘管控技术的有效应用,已成为现代市政工程中不可或缺的环保措施。在应用扬尘管控技术时,合理规划施工现场的作业区域至关重要,裸土暴露的减少,可以有效降低扬尘产生的源头。洒水设备的合理使用,是最常见且行之有效的措施之一。通过定期洒水施工道路、材料堆放区及作业区域,有助于扬尘的有效抑制。此外,封闭式运输车及喷洒装置的使用,可以有效覆盖运输建筑材料,避免运输过程中扬尘的生成,特别是在沙石、土方等物料运输时,扬尘蔓延的显著减少得以实现。为提高扬尘管控的精准性,智能化扬尘监测系统的引入,已在越来越多的市政工程施工现场得到应用。这些系统能实时监控空气中的扬尘浓度,通过数据传输,监测结果能及时反馈至管理平台,从而采取应对措施。对于风力较大的天气情况,应加大洒水频次或增加喷雾系统,防止扬尘的扩散。先进的除尘设备,如高效集尘装置与空气净化器的采用,能进一步净化空气中的颗粒物,从而降低扬尘排放。

3.4 节水节电技术应用

在市政工程施工中,节水节电技术的应用,对于降低资源消耗、减轻环境负担,具有重要意义。施工过程中,水和电的需求量通常较大,尤其在混凝土浇筑、建筑施工及道路铺设等环节,水电消耗尤为显著。通过采用高效的节水节电技术,施工成本不仅能有效降低,且对环境的影响将减少,从而助力绿色施工理念的实现。节水技术可通过多种途径实现。例如,雨水收集系统的应用,使降水得以收集并储存,用于现场洒水、清洗或灌溉等需求,从而减少了对城市自来水系统的依赖。与此同时,智能水表及漏水检测装置的安装,有助于水的使用情况实时监控,漏水问题能及时被发现并修复,从而避免了不必要的浪费。施工用水还可通过循环利用来减少,例如,施工过程中产生的废水可以经过处理与净化,再用于混凝土浇筑或绿化灌溉,从而进一步节约了水资源。在节电方面,市政工程施工现场的电力消耗主要集中于照明、设备运行及机械作业等方面。高效LED照明设备的采用,能显著降低能耗,

并改善施工现场的照明效果。此外,施工机械设备的节能优化亦至关重要。高效节能设备的选择,以及设备工作时间及使用方式的合理调整,能够有效减少能源浪费。对于大型施工项目,智能电力管理系统的建立,可实现电力使用的合理调度,从而避免了电力浪费或在高峰期出现的过载现象。

3.5 光污染控制技术

光污染控制在市政工程施工中的应用,旨在减少夜间施工过程中产生的光污染对周围环境及居民生活的负面影响。在大型市政工程施工阶段,夜间作业或长时间连续施工时,强烈的施工照明常常对邻近居民区、交通道路及生态环境造成干扰,影响人们的正常休息与生活秩序。因此,保障施工顺利进行的同时,减少光污染,采取有效的光污染控制技术,显得尤为重要。控制光污染的关键之一是选择合适的照明设备。高效LED照明灯具的应用,不仅提升了照明效果,还能有效控制光线的散射,避免光线的无谓泄漏。LED灯具具备较强的定向性,通过合理调整灯具的照射角度与安装高度,确保光线集中照射到作业区域,从而避免影响周围环境,特别是住宅区、商业区等对光敏感的区域。此外,智能化照明系统的应用,也为光污染控制提供了有力的手段。通过安装光感应器与自动调节装置,照明系统能够根据周围环境亮度的变化,自动调整灯光强度,既满足了施工照明的需求,又减少了不必要的光浪费^[3]。例如,在无作业时,照明系统会自动调低照明强度或关闭灯具,从而避免了无谓的光污染。光照布置的科学规划同样至关重要。照明设备应集中安装在施工区域内,并通过遮挡装置减少光线的溢出,尤其在靠近居民区或自然保护区等敏感区域时,强光照射到非施工区域的避免,必须特别注意。

3.6 噪声污染控制技术

噪声污染控制在市政工程施工中具有至关重要的作用,尤其在城市化快速发展的背景下,施工噪声常常成为影响居民生活质量及周围环境的一个关键因素。施工现场的噪声来源多种多样,包括重型机械的运转、建筑物拆除、混凝土搅拌、土方作业等,这些噪声不仅影响周边居民的正常生活,还可能对施工人员的听力健康以及施工效率产生不利影响。因此,实施有效的噪声污染控制技术,已成为市政工程施工过程中不可忽视的环节。控制噪声污染的核心措施之一是低噪声设备的选择。随着技术的不断发展,许多新型低噪声施工设备已经被广泛应用,如低噪声的混凝土搅拌机、压路机及挖掘机等,这些设备在保证施工效率的同时,能够大幅度降低噪声水平。此外,合理规划与布置噪声源,也对控制噪声污染至关重要。噪声隔离墙或屏障的设置,可以有效将噪声源与周边居民区或商业区隔离,从而显著减少噪声的扩散。同时,施工时间的合理安排,避免在夜间或清晨进行高噪声作业,有助于减少噪声对周围居民的干扰。噪声水平的持续监测与管理,亦是噪声污染控制的重要措施之一。施工现场噪声的实时监控,可确保在噪声超标时,及时采取相应的降噪措施,

如调整施工方式或增加隔音设备,从而有效控制噪声的扩散。通过这些综合措施的实施,施工过程中噪声对环境和居民的负面影响,能够得到最大限度的减轻。

3.7 土壤保护技术

土壤保护技术在市政工程施工中的应用至关重要,尤其是在城市建设过程中,土壤的保护直接关系到生态环境的可持续性以及城市绿地的质量。在施工活动中,土壤常常面临污染、压实和侵蚀等多重威胁,这些因素可能破坏土壤结构,污染地下水源,并导致生态系统的失衡。因此,实施有效的土壤保护措施,减少施工过程中对土壤的负面影响,已成为市政工程中不可或缺的环节。施工前,土壤应进行全面的保护规划,明确需要重点保护的土壤类型及生态环境。此举为后续施工提供了指导,采取了适当的防护措施,如设置土壤保护屏障或覆盖防护膜,以避免因施工机械操作或恶劣天气(如暴雨)导致的土壤侵蚀^[4]。施工期间,应尽量缩小施工场地的开挖面积与时间,从而减少对土壤的扰动,特别是在植被覆盖较好的区域,过度干扰土壤结构的行为应避免,以防止表层的破坏。此外,施工现场的废弃物及污染物应及时清理,确保有害物质不会渗入土壤,防止其造成长时间的污染。项目完成后,进行覆土与绿化等修复措施,不仅有助于恢复土壤的原始结构与功能,还确保生态环境得到了有效恢复。这种措施不仅提高了土壤质量,还对土地的可持续利用具有重要意义。

4 结语

对绿色节能环保技术在市政工程施工中应用的研究表明,这些技术在提升工程质量、节约资源、降低能耗方面发挥了重要作用,同时也为推动社会可持续发展与环境保护作出了积极贡献。尽管在实际应用中存在技术尚不完全成熟、成本较高等挑战,但随着相关技术的持续进步与政策支持力度的加大,绿色施工技术的应用与推广前景广阔。展望未来,绿色节能环保技术将在市政工程施工中逐步成为行业的普遍标准,推动城市建设朝着更绿色、低碳、可持续发展的方向发展。为了实现这一目标,应加强行业各方的协作,优化技术方案,提升环保意识,共同为打造宜居、生态、智慧城市贡献力量。

[参考文献]

- [1] 黄梅清. 绿色节能环保技术在市政工程施工中的应用研究[J]. 智能建筑与智慧城市, 2024(12): 100-102.
- [2] 张效宾. 市政工程施工节能环保技术的应用分析[J]. 智能建筑与智慧城市, 2024(3): 123-125.
- [3] 吴祖富. 绿色节能环保技术在市政工程施工中的应用[J]. 江西建材, 2021(5): 92-93.
- [4] 张勇. 市政工程施工中节能环保技术探析[J]. 绿色环保建材, 2020(3): 19-20.

作者简介: 吴江帆(1979.6—), 毕业院校: 浙江求真学院, 所学专业: 计算机及应用, 当前就职单位: 浙江航兴建设集团有限公司, 职务: 项目经理, 职称级别: 工程师。

沥青路面新材料和新技术的分析与研究

王 疆

新疆北新顺通路桥有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]在现代交通基础设施中, 沥青路面扮演着关键角色。随着城市化的快速发展以及交通运输需求的持续上升, 对于该路面材料及施工技术的研究变得尤为关键。文中对沥青路面新材料和新技术进行了分析与研究, 特别是对高性能沥青混合料、改良沥青材料的运用进行了详尽讨论。研究结果显示, 相较于传统沥青, 新型材料显著提升了路面的耐用性、减少了噪声、增强了抗滑特性, 并延长了其使用寿命。采用如智能监测、自动化施工等先进技术, 能显著提高沥青路面施工的效率及品质。该文献最终推荐了未来在沥青路面材料及技术领域研究路径, 目的是为相关专业人士的研究活动及实际操作提供借鉴。

[关键词] 沥青路面; 新材料; 新技术

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15135

中图分类号: U416

文献标识码: A

Analysis and Research on New Materials and Technologies for Asphalt Pavement

WANG Jiang

Xinjiang Beixin Shuntong Road and Bridge Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: Asphalt pavement plays a key role in modern transportation infrastructure. With the rapid development of urbanization and the continuous increase in transportation demand, research on the pavement materials and construction technology has become particularly crucial. The article analyzes and studies new materials and technologies for asphalt pavement, especially the application of high-performance asphalt mixtures and improved asphalt materials, which are discussed in detail. The research results show that compared to traditional asphalt, the new material significantly improves the durability of the road surface, reduces noise, enhances anti-skid properties, and extends its service life. By adopting advanced technologies such as intelligent monitoring and automated construction, the efficiency and quality of asphalt pavement construction can be significantly improved. This literature ultimately recommends future research paths in the field of asphalt pavement materials and technology, with the aim of providing reference for the research activities and practical operations of professionals.

Keywords: asphalt pavement; new materials; new technologies

引言

在城市与乡村的宽阔道路上, 沥青铺设的路面承担着确保行车安全与舒适的重任, 构成了交通系统的基础。伴随着交通流量的上升, 以沥青材料为主的路面结构正遭遇诸如耐用性较差、噪声污染以及环境冲击等多重挑战。面对这些难题, 众多科学研究者和技术开发人员逐步投身于探究新型材料与先进技术, 目的是优化沥青路面的施工速度及其表现^[1]。本篇文章旨在探讨沥青路面所用的新型材料及先进技术, 评估其实际应用成效与潜在发展前景, 并试图为后续学术研究奠定理论基础。

1 沥青路面新材料的研究

近年来, 对沥青路面新材料的研究取得显著进步, 主要涉及高性能沥青混合料、改性沥青和再生沥青技术等领域。通过精细调节骨料分布、引入改性添加剂以及优化沥青结合料属性。这种新型混合料能够有效延长路面的使用寿命, 减少频繁养护带来的经济负担。此外, 改性沥青作为提升沥青性能的重要材料, 通常通过加入聚合物、橡胶或其他改性剂, 来增强其温度稳定性、抗老化性和抗剥离性。例如, 聚合物改性沥青 (PMB) 因其优异的弹性和抗

裂性能, 被广泛应用于高交通量及特殊环境条件的路面。而再生沥青技术则强调资源的有效利用, 通过对旧路面材料的回收再利用, 既减少了废弃物的产生, 又降低了施工成本。通过物理和化学方法, 旧沥青材料可以被处理成再生沥青混合料, 保持甚至提升原有材料的性能。新材料的应用不仅提高了沥青路面的整体性能, 还在环保和可持续发展方面发挥了积极作用。随着科技的不断进步, 这些新材料在提高沥青路面性能、降低维护成本和延长使用寿命等方面展现出良好的应用前景, 推动了沥青路面建设的持续发展^[2]。

2 沥青路面新技术的探讨

2.1 智能监测技术

智能监测技术的崛起象征着现代科技在众多领域, 诸如工程建设和基础设施管理中的深入普及。智能监测技术融合了传感器、物联网、大数据分析及人工智能, 实现了数据的实时采集、分析及反馈功能。技术的运用显著提高了监测的准确度和效率, 从而为工程项目的安全管理与维护工作提供了坚实的辅助。智能监测技术利用各类传感器, 对建筑物的结构完整性、环境状况以及施工进度实行连续

监控。借助应变和位移传感技术,能对结构体的形变、应力及振动实施即时监控,从而及时识别可能存在的安全风险。传感器能够对施工环境的温度、湿度以及气压和空气质量进行实时监控,辅助工程师们判断环境因素对工程进度和质量的潜在影响。在施工过程中对决策制定起到了关键性作用,并在工程后期对维护与管理环节给予了坚实的科学保障。

沥青路面智能监测技术的新发展大大提升了路面施工和养护的效率与质量。沥青路面作为现代交通基础设施的重要组成部分,其使用寿命和安全性能对整体运行至关重要。而智能监测技术的应用,赋予了我们实时且精确监控和管理路面状况的能力,从而显著增强了路面管理的效率和可靠性。在施工与养护期间,智能监测技术扮演着重要角色,它通过整合物联网、传感器及大数据分析,对沥青路面的关键性质如温度、湿度、平整度和密实度等进行实时监控,以保障路面质量满足既定规范。在施工的进程中,智能传感器设备能够嵌入到路面材料中,实时采集和传输数据,帮助施工方优化铺设工艺,以便在温度、压力等控制上更为精准,避免因施工环境或操作不当导致的路面缺陷。同时,温度监控的先进技术,能够对沥青混合料的铺设和压实温度进行精准调控,这有助于维护沥青材料的物理属性,并增进路面的持久性。在养护阶段,智能监测系统持续监控沥青路面的性能变化,及时发现路面破损、裂缝和沉降等问题,通过大规模数据处理与分析,预见性地判断沥青路面的衰减走向,从而实施积极的维护策略。利用结合了空中无人机拍摄与地面传感器数据的监测手段,实现了对广阔路面区域的全面监控,进而能够准确识别出可能存在的损害位置。此外,借助人工智能算法,智能监测技术能够基于历史数据进行机器学习,进而对不同环境下沥青路面的磨损程度进行预测。协助管理部门制定合理的养护方案,智能监测技术在路面工程的应用,显著提升了工程质量与安全性,同时优化了施工工艺,延长了路面的使用寿命。技术的进步不仅使得维护费用减少,同时也降低了路面损坏所引发的交通事故和相应的经济损失,这为智能交通系统的推进以及基础设施管理的数字化升级提供了重要的助力^[3]。

2.2 自动化施工技术

沥青路面自动化施工技术的应用为现代道路建设带来了显著的效率提升和质量保障。在沥青路面的施工环节,人工方式往往导致准确度不足及效率低下,伴随着高昂的成本,而采用自动化技术后,施工精准性与一致性得到显著增强。当前,自动化施工技术主要体现在自动化摊铺、自动化碾压、智能控制系统等方面,利用先进的传感器、GPS定位和数据控制系统实现机械的精准作业。例如,利用集成GPS定位与传感器技术的自动化摊铺机,能够精确调控铺设宽度及厚度,进而提升沥青路面的均一性与稳定性。借助智能调控,自动化碾压技术优化了压实机的频率、

压力与速度等关键参数,从而使路面密实度的达成度与均匀性更契合设计规范,这显著降低了路面上可能出现的裂缝及不均匀沉降的风险。在施工全周期内,智能控制系统通过实时跟踪摊铺与碾压的各个指标,构建了闭环的反馈调整机制,该机制能够在参数出现偏差时,自动进行调整,实现了施工过程的高度智能化与自动化。在沥青路面自动化施工过程中,大数据驱动的施工信息管理系统扮演了关键角色,该系统通过捕获和剖析施工期间的温度、湿度、材料消耗等关键数据,实现了施工方案的持续优化,从而提升了施工的质量与材料的利用效率。自动化施工技术的采用,有效减少了人工开支,遏制了施工现场工作人员面临的安全隐患,并且大幅缩减了工程周期,进而降低了交通方面的不便。沥青路面自动化施工技术对提升道路施工效率、保证工程质量、延长路面使用寿命起到了关键作用,这一技术推动了道路工程向现代化、智能化和可持续发展的转型,技术的广泛应用,为构建未来智能交通体系提供了坚实的支撑^[4]。

自动化机械,诸如机器人和无人机,能显著减少在危险场所作业的工人面临的风险,进而减少事故的发生频率。无人机被应用于高危作业场所,其功能在于实施监控与检验任务,从而免除了人工直接置身于危险环境的必要,有效确保了作业人员生命财产的安全。安全监测系统,作为自动化设备的组成部分,能够在施工环境中进行实时变化监测,并对潜在的安全隐患进行预警,从而提高施工现场的安全性。自动化施工技术虽然带来了许多优点,但其应用和普及过程中仍然遭遇诸多难题,尤其是在中小型施工企业中,设备的高成本往往成为广泛应用的主要制约因素,这可能会对其经济承受能力造成初始投资的冲击。

挑战的解决需寄望于未来的研究与发展工作,其重点将放在如何减少自动化设备的生产成本,并提高其技术水平的成熟度。推动自动化施工技术的广泛应用,关键在于对施工人员进行再教育,以增强他们对自动化技术的认知及操作技能。自动化施工技术需要得到政府与行业协会的强化推广支持,以激发企业投入更多相关技术的研发,推动技术不断创新并广泛应用,自动化施工技术,作为施工方法的一种创新形式,正对传统建筑作业方法进行着根本性的转换。科技的持续发展及其成果的技术化,正使得自动化施工在施工效率、安全及质量的提高上显得越来越关键,进而驱动建筑行业朝智能化与效率化前进^[5]。

2.3 绿色施工技术

沥青路面绿色施工技术的应用为道路建设的可持续发展提供了全新的路径,此技术重点减少对环境和资源消耗,通过一系列创新技术手段,促成了更环保的施工流程。绿色施工技术主要涵盖了再生沥青材料的使用、低能耗设备的引入、污染排放控制和资源高效利用等方面。在材料方面,再生沥青混合料(RAP)的运用,实现了旧

路面沥青废料的回收与再利用,从而显著降低了新沥青的需求量和生产过程中的能源消耗,并减轻了废弃物对环境的负面影响。随着再生技术日新月异,其成果之一的再生沥青,在某些性能上已逼近甚至超越传统新材料,为路面施工质量提供了坚实保障。推广温拌沥青技术显著减少了沥青拌合与铺设对高温的依赖,施工温度由此下降了 30 至 40 摄氏度,此举不仅降低了能源消耗,而且减少了有害气体的排放,从而提升了施工现场人员和周边环境更加友好。在施工机械方面,绿色施工倡导使用节能型设备,并通过智能控制系统减少设备空转和不必要的能耗,使得整个施工过程更加节能高效。同时,在绿色施工领域,粉尘与尾气污染的治理技术得到了普遍运用,通过利用集尘装置和尾气过滤技术,我们能够显著降低施工现场的粉尘与尾气排放污染,例如,在缺水地区,洒水降尘和循环冷却系统等措施,通过绿色施工技术实现水资源的多次使用,从而显著减少水资源的浪费,这一点具有重要的实际意义^[6]。

施工项目在设计和实施时,应充分考虑对周边生态环境的影响。例如,在施工前进行环境影响评估,识别潜在的生态风险并制定相应的保护措施。在施工过程中,通过设立监测系统,实时跟踪水质、土壤及空气质量等环境指标,确保施工活动对周围环境的影响降至最低。此外,合理布置施工场地,设置防尘网、防噪声屏障等设施,可以有效减少施工过程对周边居民的干扰。各级政府应出台相关政策法规,鼓励和引导企业采用绿色施工技术。例如,通过提供财政补贴、税收优惠等措施,降低企业实施绿色施工技术的经济负担。

3 新材料与新技术的效果

新材料和新技术在提升路面性能、延长使用寿命、降低施工及养护成本方面表现出显著优势。例如,改性沥青在高速公路和机场跑道中广泛应用,显著提高了抗疲劳性能和使用寿命;透水沥青在城市慢行系统和停车场中应用,改善了城市排水环境;智能化施工技术提高了施工效率和质量,减少了人为误差。此外,绿色环保材料和再生技术的推广,也为可持续发展提供了有力支持。

引入创新技术,施工的效率 and 准确度均得到了显著提升。采用自动化施工技术,例如机器人施工和 3D 打印,有效降低了人工施工过程中的失误,显著提升了施工效率与精准度。例如,3D 打印技术不仅可以快速构建复杂的建筑结构,还能减少材料浪费,从而降低施工成本^[7]。此外,智能监测技术的普及,使得工程进度、质量和安全管理

更加科学和有效。通过实时数据监测和分析,工程管理者可以及时发现并解决施工过程中的问题,确保项目按计划进行,降低延误风险。新材料与新技术的结合,推动了绿色建筑快速发展。例如,再生混凝土和环保涂料等新型材料,它们的环境保护特性满足可持续发展的需求。在材料的制造与利用阶段,能够有效减轻对生态环境的损害,并减少温室气体排放量。例如,利用建筑信息模型(BIM)这类智能施工技术,不仅提高了设计和施工过程中的协作效率,而且对项目生命周期内的资源利用进行了优化,进而有助于降低资源使用量,推动绿色施工的进程。

4 结语

研究显示,新型沥青路面材料及其技术的应用,不仅优化了路面性能与施工效率,而且对可持续交通发展起到了关键推动作用。通过对高性能沥青混合料、改性沥青及新型施工技术的分析,我们可以看到,这些创新措施在实际应用中展现了良好的效果。然而,随着技术的发展,相关研究仍需进一步深入,特别是在新材料的开发、智能技术的应用以及绿色施工的推广等方面。未来,我们期望通过更加系统的研究与实践,推动沥青路面领域的可持续发展,为现代交通提供更加安全、环保的基础设施。

[参考文献]

- [1] 周长辉. 高速公路沥青路面材料选择与性能提升研究[J]. 时代汽车, 2024(11): 196-198.
 - [2] 焦生杰, 赵睿英. 沥青路面再生拌和设备新技术及应用[J]. 中国公路, 2024(4): 20-28.
 - [3] 郭木强, 申铁军. 高速公路沥青路面预防性养护新技术分析[J]. 四川建材, 2022, 48(8): 146-147.
 - [4] 李攀, 李东峰, 陆新焱, 等. 回收 PE 地膜残膜在高性能沥青路面新材料中应用[J]. 中国塑料, 2021, 35(8): 84-87.
 - [5] 李从军. 循环经济中的沥青路面回收材料再利用研究[J]. 建筑机械, 2020(7): 13-15.
 - [6] 王虎. 半刚性基层沥青路面反射裂缝处治新材料的应用[J]. 住宅与房地产, 2018(36): 91.
 - [7] 牛军, 李攀, 马友珍. 高性能沥青路面新材料在机西高速二期工程施工质量控制及智能化系统应用研究[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2018, 14(8): 58-60.
- 作者简介: 王疆(1980.11—), 毕业院校: 新疆大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 新疆北新顺通路桥有限公司, 职称级别: 高级工程师。

不同材质外门窗气密性能的现场检测与对比研究

李 帅

上海建科深水港检验有限公司, 上海 201306

[摘要] 随着全球节能减排目标的不断推进, 建筑行业作为主要能源消耗领域之一, 面临着日益严格的能效标准。外门窗作为建筑物的“透气口”, 气密性对建筑节能效果具有至关重要的影响, 气密性不佳的门窗会导致空气渗透, 从而引起热能流失, 增加供暖与制冷所需的能耗, 进而加重环境负担。因此, 选择合适材质的门窗, 并采用有效的检测方法来评估其气密性能, 已成为提升建筑能效及推动绿色建筑实现的核心要素。目前, 市场上普遍采用的门窗材质, 包括铝合金、塑钢与木质门窗, 各自在气密性、耐候性与环境适应性等方面的表现存在显著差异。通过现场检测, 旨在分析不同材质门窗的气密性能差异, 从而为建筑节能技术的优化提供数据支持与理论依据。

[关键词] 建筑外窗; 气密性; 门窗材质; 现场检测

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15104

中图分类号: TU111

文献标识码: A

On-site Testing and Comparative Study on the Airtightness Performance of External Doors and Windows Made of Different Materials

LI Shuai

Shanghai Jianke Deepwater Port Inspection Co., Ltd., Shanghai, 201306, China

Abstract: With the continuous advancement of global energy conservation and emission reduction targets, the construction industry, as one of the main energy consuming sectors, is facing increasingly strict energy efficiency standards. As the "air vents" of buildings, the airtightness of external doors and windows has a crucial impact on the energy-saving effect of buildings. Doors and windows with poor airtightness can cause air infiltration, resulting in heat loss, increasing the energy consumption required for heating and cooling, and thus increasing the environmental burden. Therefore, selecting appropriate materials for doors and windows, and using effective testing methods to evaluate their air tightness performance, has become a core element in improving building energy efficiency and promoting the realization of green buildings. At present, the commonly used door and window materials in the market, including aluminum alloy, plastic steel, and wooden doors and windows, have significant differences in their performance in terms of air tightness, weather resistance, and environmental adaptability. Through on-site testing, the aim is to analyze the differences in air tightness performance of doors and windows made of different materials, in order to provide data support and theoretical basis for optimizing building energy-saving technologies.

Keywords: building exterior windows; airtightness; door and window materials; on-site testing

引言

随着建筑节能要求的不断提升, 外门窗作为建筑外围结构的重要组成部分, 其气密性对建筑的能源消耗、室内舒适度及环境保护具有显著影响。具有良好气密性的门窗能够有效减少空气渗透, 从而提升室内温度的稳定性, 降低能源消耗。因此, 对门窗气密性能的评估, 特别是在实际环境中的表现, 已成为建筑设计与施工中的重要环节。不同材质的门窗在气密性方面表现各异, 通过现场检测与对比研究, 重要参考资料得以提供, 这对优化门窗设计至关重要, 从而推动建筑节能目标的实现。

1 气密性能的基本理论与评估标准

气密性能指门窗在气压差作用下, 阻止空气渗透进出室内的能力。具备良好气密性的门窗能够有效隔绝外界的冷风、噪音及污染物, 从而保持室内环境的稳定与舒适, 这一性能直接影响建筑的能源消耗及室内空气质量, 尤其

在节能设计与绿色建筑的实践中, 气密性已成为评估门窗性能的关键指标之一。气密性评估通常通过渗透风量来量化, 这一过程是在一定气压差下测量通过门窗缝隙渗透的空气量。根据不同地区与国家的标准, 门窗气密性被分为多个等级, 评估则主要依据检测过程中总风量的大小。常见的评估标准包括欧洲的 EN 12207 标准与中国的 GB/T 7106—2008 标准, 这些标准为气密性能的测试方法、实验条件及分级依据提供了详细的规范。气密性能受到诸多因素的影响, 如门窗材质、密封条质量、安装工艺及外部环境条件(例如风速与温差)。在评估气密性时, 除了参考检测标准外, 必须考虑这些因素对实际表现的影响, 以确保在不同气候条件下, 所选门窗仍能保持良好的气密性。

2 不同材质外门窗的特点

2.1 铝合金门窗

铝合金门窗因其优越的强度、耐候性及轻质特性, 已

广泛应用于现代建筑。具有坚固结构的铝合金，能够有效承受外界风压与冲击力，尤其在高层建筑与大型商业设施中，常被选作理想材料。经过阳极氧化或粉末涂装处理后，铝合金门窗表现出强大的抗腐蚀性，有效抵御酸雨、紫外线及其他化学物质的侵蚀，从而延长其使用寿命。在气密性方面，铝合金门窗表现较为稳定，由于铝合金材料具备优良的可加工性，窗框设计可实现较高的密封效果，并搭配高品质的密封条，从而显著减少空气渗透。然而，由于铝合金具有较强的热传导性，在缺乏合适隔热设计时，门窗可能在冬季或夏季产生较大的温差，进而影响能效表现。为解决这一问题，现代铝合金门窗普遍采用断桥铝技术，在铝合金框架中加入隔热条，有效减少热传导，提升门窗的保温性能。

2.2 塑钢门窗

塑钢门窗通常由聚氯乙烯（PVC）材料与增强型钢材共同构成，具有良好的耐腐蚀性、绝缘性以及隔音性能，广泛应用于住宅建筑中。与铝合金门窗相比，塑钢门窗最突出的特点是其优异的隔热性能。由于PVC材料的低导热性，塑钢门窗能够有效减少室内外温差的传导，从而提升保温效果，尤其适合寒冷气候或节能要求较高的建筑。在气密性方面，塑钢门窗表现尤为出色，由于PVC材料具有优良的可塑性，能够精细加工制造出紧密的框架与缝隙设计，加之高质量密封条的配合，气密性得到了显著提升。相较于传统金属窗，塑钢门窗在气密性方面的表现更加卓越，无论在大多数环境条件下，还是在高风压的条件下，塑钢门窗的密封性能都能保持稳定，有效防止空气及水分的渗透，显著提高室内的舒适度。另外，塑钢门窗还具备较强的抗风压能力，特别适用于中低层建筑。其材质不易受到潮湿或腐蚀的影响，且维护成本较低，清洁也十分便捷。尽管如此，塑钢门窗在抗老化性能方面相对较弱，长期暴露于强紫外线下可能导致材料褪色或老化。为此，通常需要对表面进行防紫外线处理，以延长其使用寿命。

2.3 木质门窗

木质门窗因其自然美观及温暖的质感，一直是高端住宅与古典建筑中的常见选择。与金属或塑料门窗相比，木质门窗独特的视觉魅力，能够为室内空间增添温馨且高贵的氛围。木材本身的优越性能，尤其在保温与隔音方面提供了显著的优势，由于木材的导热性远低于金属，其在隔热效果上的表现尤为突出，能够有效降低热量流失，从而提升建筑的能效。在气密性方面，木质门窗的密封效果得到了良好的实现。木材的天然弹性与可调节性使得窗框能适应环境的变化，减少开关时产生的缝隙，从而提升气密性能。同时，窗框与玻璃之间精心设计的密封条，有效防止了空气与水分的渗透。木质门窗的主要不足在于容易受到湿气与气候变化的影响。未经处理的木材容易吸水膨胀，导致门窗变形或开裂，从而影响其结构强度与气密性。因此，木质门窗通常需要进行防腐、防潮及防虫处理，尤其

在湿润或极端气候条件下保养显得尤为重要。与金属或塑料材质相比，木质门窗的耐久性稍逊，长期使用可能出现褪色或老化现象，因此需定期涂漆或重新处理。

3 不同材质门窗气密性能的现场检测工序

3.1 检测前的准备工序

在进行不同材质门窗的气密性检测之前，充分的准备工作至关重要，它是确保检测结果准确性与可靠性的前提。首先，检测人员应从门窗的安装质量着手，检查门窗框架与墙体的结合情况，确保没有松动或变形的现象，安装不当对气密性测试可能产生不利影响，因此，必须确认所有密封条完好无损，门窗开启关闭自如，且窗框与玻璃的接缝处紧密无松动。接下来，检测环境的评估同样不容忽视，气密性测试通常在特定气压差下进行，这要求室内外具备稳定的风压差，或通过专用设备模拟出相应的风压条件。检测人员需检查室外风速及室内气压是否符合规定标准，若风速过大或气候条件不稳定，检测时间应适当调整，或借助调节设备创造理想的测试环境。此外，检测设备的状态检查也不可忽略，常见的检测工具，如风压差计、渗透风量测量仪等均需进行预校准，以确保设备正常工作，数据测量准确。在正式测试前，检测人员应确保门窗周围区域清洁且无任何障碍物，以免外部因素干扰测试结果。为了确保整个检测过程的顺利进行，所有参与检测的人员应明确操作规范与测试流程，测试前对设备、方法及具体要求的讨论与确认极为必要，这有助于保证每一环节按标准执行，从而确保数据的可追溯性与可验证性。

3.2 总渗透风量检查

总渗透风量检查是评估门窗气密性的重要步骤，通过测量在一定气压差下门窗的空气渗透量，能够直观地反映其密封性能。在实际检测过程中，需建立一个稳定的气压差，通常专门的风机或气压差设备被用来模拟实际使用环境中的风压，以确保测试条件与实际情况一致。在此过程中，所有门窗的开启部分，如窗扇和门框必须保持完全关闭，以避免外部风源干扰测量结果。在测试过程中，渗透风量计会在门窗表面产生均匀的气压差，通过测量在这个压力差下，门窗周围渗透进来的空气量，气密性得以判断。风量计精确测量这些数据，并结合门窗的尺寸、类型等参数，计算出单位面积上的渗透量，从而评估门窗的整体气密性。为了确保测试结果的准确性，外部环境因素，如风速或气温变化必须避免影响测量，通过设置多个测量点，数据的一致性与可靠性得以进一步验证。如果不同位置的渗透风量差异较大，这表明门窗的某些部分存在明显的密封问题，需进一步分析并进行调整。总渗透风量检查不仅提供了门窗气密性的量化数据，还能评估其在不同环境条件下的表现，从而为优化设计和改善密封方案提供参考。

3.3 室外环境风速及附加渗透风量测量

在气密性检测过程中，准确测量室外环境的风速对测

试精度至关重要。风速的变化会显著影响门窗的气密性表现，因此，必须使用风速计进行实时监测，确保测试时风速处于适当范围。理想的检测环境应选择风速稳定的天气，若风速较大则需通过调节室内外的气压差来降低风速对测试的干扰。附加的渗透风量测量可用来评估风速对门窗气密性产生的影响。在风速较大的情况下，门窗周围的空气渗透量通常会增加，通过模拟不同风速条件，并逐步测量渗透风量的变化，风速对气密性的附加影响能够被定量评估。这一测量过程有助于分析门窗在不同风速条件下的稳定性，为门窗设计的优化提供数据支持，确保其在多变环境下的可靠性。

4 不同材质外门窗气密性能的对比分析

4.1 气密性能差异分析

在对不同材质外门窗的气密性进行对比分析时，必须明确不同材质的门窗在密封结构、材料弹性及耐候性等方面存在显著差异。铝合金门窗具备较高的强度与刚性，但由于铝合金表面容易受到温度变化的影响，气密性通常不如塑钢或木质门窗稳定。特别是在极端气候条件下，铝合金门窗的密封条可能因温差变化而发生收缩或松弛，从而导致气密性下降。相比之下，塑钢门窗的热膨胀特性较好，材料弹性较强，能够较好地适应温差波动^[1]。因此，塑钢门窗的气密性在长期使用过程中通常能够保持较为稳定。然而塑钢门窗的结构较为复杂，气密性的表现往往直接受到密封条和连接部位质量的影响。若安装不当，接缝可能不够严密，从而导致空气渗透现象。木质门窗在天然材料的密封性方面具有一定的优势，但气密性常受到木材湿度变化的影响，木质门窗在吸湿或干燥过程中容易发生变形，进而影响密封效果。特别是在潮湿环境中，木质门窗的稳定性较差，气密性可能显著下降。因此，木材的处理及防潮性能直接关系到木质门窗气密性的稳定性。

4.2 材质对气密性能的影响

材质在外门窗气密性中的影响具有重要意义，因其不仅决定了门窗的结构强度，也直接影响了密封性能与耐久性。铝合金门窗具备较高的强度与刚性，能够承受较大的外力，但气密性可能存在一定不足，这主要是由于铝合金的热膨胀系数较大，当温度发生变化时，密封条容易发生松动或变形，从而导致密封不严，进而增加空气渗透的风险^[2]。相比之下，塑钢门窗在气密性方面表现较为优越，主要源于其较强的弹性与较低的热膨胀系数。塑钢材质能够较好地适应温度波动，从而确保门窗在各种气候条件下保持稳定的气密性。此外，塑钢门窗的设计通常更注重细节，采用的多道密封结构有助于增强密封性，从而减少空气的渗透。木质门窗在天然材料方面具备一定优势，尤其在干燥环境中，木材表现出良好的气密性。木质门窗的这一优势常常受到湿度与温度变化的影响，在湿度波动较大的环境中，木质门窗容易发生膨胀或收缩，从而导致密封性下降，尤其是在潮湿或高温环境下，气密性能往往面临较

大挑战。为了保证其气密性，木质门窗通常需要额外的防潮处理，其质量亦依赖于优质木材的选材与精湛工艺的应用。

4.3 各种材质气密性能的优势与不足

在对不同材质外门窗的气密性能进行对比时，各种材质的优缺点逐一显现。凭借卓越的强度与耐用性，铝合金门窗能够承受较大外力，尤其适合对安全性要求较高的建筑。此外，铝合金的外观现代，维护便捷，因而在现代建筑设计中常被应用，但铝合金门窗的气密性相对较差，特别是在温差较大的环境下，密封性能容易受到影响，密封条老化或变形现象较为普遍，从而导致气体渗透问题。在气密性能方面，塑钢门窗则占据显著优势，塑钢材质具备较低的热膨胀系数与较强的弹性，这使得其能够有效适应环境温度变化，从而在长时间使用过程中保持较为稳定的密封效果^[3]。通过多道密封设计，塑钢门窗的气密性得以进一步增强，在寒冷或温差较大的地区表现尤为突出。尽管如此，塑钢门窗的结构较为复杂，且安装精度要求较高。如果在施工过程中出现问题，密封条接缝可能不够严密，进而影响整体气密性。木质门窗则在天然美观及环境适应性方面具有独特的优势。天然木材本身具备一定的隔热性，有助于维持室内温度，木质门窗的密封性通常较好。但木材的气密性能容易受到湿度和温度变化的影响，在湿度过大时，木门窗会膨胀变形，从而影响密封效果；而在干燥环境中，木材则可能收缩，导致密封性降低。因此，木质门窗的气密性相对不稳定，尤其在潮湿或高温环境下，其性能会受到一定的影响。

5 结语

通过对不同材质外门窗气密性进行检测与对比，揭示了铝合金、塑钢与木质门窗在气密性表现上的显著差异。铝合金门窗在密封性及适应性方面展现了较强的优势，而塑钢门窗则在气密性上保持了较为稳定的表现。与之相比，木质门窗在气密性方面的表现较为薄弱，尤其是在潮湿或大风天气条件下，其气密性易受到较大影响。在气密性检测过程中，环境风速及渗透风量的测量被广泛应用，从而能更精确地评估门窗在实际使用中的表现。基于此，研究为建筑节能及门窗选材提供了有力的数据支持，同时也为未来门窗设计的优化提供了实践依据。长期性能变化在不同环境下的探讨，将有助于推动门窗设计的进一步完善。

[参考文献]

- [1]付相球,张喜臣,王晓军,等.建筑外门窗气密性能研究综述[J].建筑科学,2024,40(12):107-115.
- [2]郭翰卿.建筑外窗窗口气密性能现场检测方法探讨[J].居舍,2022(8):54-56.
- [3]王红霞.新旧建筑外门窗气密、水密、抗风压性能检测方法的对比分析[J].中国建筑装饰装修,2024(15):128-130.

作者简介:李帅,当前就职单位名称:上海建科深水港检验有限公司,当前职称级别:中级职称。

施工许可证改革对建筑市场管理的影响与应对策略

王永安

乌鲁木齐建筑市场运行服务中心, 新疆 乌鲁木齐 830092

[摘要]传统的施工许可证审批模式长期以来存在审批环节冗长、行政干预过多、信息不透明等问题, 这些问题不仅导致项目开工延误, 增加了企业的运营成本, 而且还阻碍了行业的公平竞争与市场的健康发展。随着国家对建筑行业管理要求的日益严格, 改革已成为迫在眉睫的任务。施工许可证改革的目的在于突破这些瓶颈, 简化审批流程、减少行政干预、提高审批效率并加强质量安全监管, 推动建筑行业朝着更加规范与透明的方向前进。这一改革不仅提升了建筑企业的合规要求, 也为企业创造了更加公平的市场环境。为了更好地适应这一变化, 从内部管理入手, 企业必须强化合规意识, 推进信息化建设并优化资源配置。同时, 与监管部门保持紧密沟通与协作, 企业应共同推进建筑行业的高质量发展。

[关键词]施工许可证改革; 建筑市场; 管理

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15131

中图分类号: D92

文献标识码: A

The Impact of Construction Permit Reform on the Management of the Construction Market and Corresponding Strategies

WANG Yong'an

Urumqi Construction Market Operation Service Center, Urumqi, Xinjiang, 830092, China

Abstract: The traditional construction permit approval model has long been plagued by problems such as lengthy approval processes, excessive administrative intervention, and opaque information. These issues not only lead to project delays and increased operating costs for enterprises, but also hinder fair competition in the industry and the healthy development of the market. With the increasingly strict management requirements of the construction industry by the country, reform has become an urgent task. The purpose of the construction permit reform is to break through these bottlenecks, simplify the approval process, reduce administrative intervention, improve approval efficiency, and strengthen quality and safety supervision, promoting the construction industry towards a more standardized and transparent direction. This reform not only enhances the compliance requirements of construction enterprises, but also creates a more fair market environment for them. In order to better adapt to this change, starting from internal management, enterprises must strengthen compliance awareness, promote information technology construction, and optimize resource allocation. At the same time, maintaining close communication and collaboration with regulatory authorities, enterprises should jointly promote the high-quality development of the construction industry.

Keywords: construction permit reform; construction market; management

引言

随着社会经济的快速发展, 建筑行业在基础设施建设中占据着举足轻重的地位, 其管理模式与运行效率对经济增长具有深远影响。近年来, 我国对建筑行业的监管逐渐趋严, 尤其是在施工许可管理方面。为适应新的经济环境, 推动建筑行业的现代化与高效发展, 施工许可证改革应运而生。优化审批流程、提升审批效率、强化施工质量与安全监管, 同时促进市场竞争的公平性与管理的透明度, 构成了这一改革的核心目标。基于此, 施工许可证改革不仅仅是政策层面的调整, 它更标志着建筑市场管理模式的一次深刻变革。

1 施工许可证改革的主要内容

1.1 优化审批流程与简化行政程序

施工许可证改革的核心之一在于简化行政程序与优化审批流程。传统的审批流程通常涉及多个环节和部门, 这导致了审批周期的冗长与程序的复杂性, 不仅拖延了项

目的启动, 还增加了企业在时间与成本上的压力。为了解决这一问题, 改革通过整合相关职能部门的职责, 去除了冗余环节有效缩短了审批时限。在线审批系统的引入, 使企业能够通过数字平台提交申请, 相关部门则能实时进行审查并及时反馈, 避免了传统人工操作中常见的延误与遗漏。此举不仅为企业节省了大量人力与时间成本, 也加速了项目的开工进度。经过优化的审批流程为企业提供了更高效、便捷的路径, 使施工许可证的获取更加迅速, 进而提升了建筑市场的活跃度与竞争力。

1.2 信息化与数字化审批系统

信息化与数字化审批系统在施工许可证改革中起着至关重要的作用, 通过将传统的人工审批流程转变为电子化、智能化操作, 审批效率与透明度得到了显著提升。在改革前, 企业申请施工许可证往往需要提交大量纸质材料, 审批流程既复杂又耗时。随着数字化系统的引入, 申请人

只需通过在线平台上传相关资料,审批部门则通过系统自动进行审核与比对,大大减少了人工操作的介入。审批速度不仅得到了加快,跨部门的信息即时共享与反馈也得以实现,确保了各环节的高效运作。审批过程的全程跟踪与记录得以进行,使审批过程更加公开透明,有效避免了传统人工模式下的低效与人为疏漏。由此,信息化转型不仅提升了建筑行业的整体管理效率,还为企业提供了更加便捷、安全的服务环境。

1.3 加强施工质量与安全监管

加强施工质量与安全监管成为施工许可证改革中的一项关键举措。过去施工许可证的审批主要聚焦于合规性审查,缺乏对施工过程中的质量控制与安全管理的监督。随着改革的推进,审批环节与施工过程中的质量与安全监管紧密结合,信息化手段被各级监管部门广泛应用,实现了对项目全程的实时监控。由此,从开工到竣工的每一个环节都能确保符合相关的质量与安全标准。借助数字化平台,工程进展得以实时追踪,潜在的安全隐患能够迅速被发现并发出预警,这推动了企业加强施工现场的自查与整改,审批过程中对质量与安全的要求更加明确,只有那些具备充足保障措施的项目才能顺利获得施工许可,不仅提升了建筑行业整体质量标准,减少了施工中的安全事故与质量问题,还促进了更加健康、安全的建筑环境的建设。

1.4 强化审批后跟踪与监督

强化审批后的跟踪与监督成为施工许可证改革中的一项核心内容。在传统审批模式下,施工许可证一旦发放,往往缺乏有效的后续监管,导致部分项目未能严格遵守施工标准,从而影响工程的质量与安全,改革加强了对已发放施工许可证项目的全过程跟踪。引入数字化监管系统后,政府部门能够实时收集和监控施工现场的关键数据,如进度、安全、质量等,确保项目在施工阶段始终符合既定标准与要求,施工单位需定期提交项目进展报告,接受监管部门的抽查与验收。这种全程监控模式不仅提高了违规行为的发现与处理效率,还大幅度增强了建筑项目的透明度与公信力,推动了行业向更加规范化与标准化的方向发展。

2 施工许可证改革对建筑市场管理的影响

2.1 提高审批效率与减少行政干预

施工许可证改革显著提高了审批效率,同时有效减少了行政干预。以往由于复杂的审批流程及多层级的审批环节,审批周期往往较长,导致项目启动被延缓,并增加了企业的运营成本。通过简化审批流程,改革不仅去除了冗余的手续,还大大缩短了审批时间,随着信息化平台的引入,申请可以在线提交,相关部门则通过系统自动进行审批,从而加快了审核速度,并避免了人工操作中的延误与疏漏,这一改革不仅减少了行政干预,还提升了审批过程的透明度与公开性,进而有效遏制了腐败与不规范操作的空间。

2.2 增强市场透明度与公平竞争

施工许可证改革有效提升了市场透明度,推动了公平

竞争的实现。过去由于审批过程缺乏透明性,信息不对称现象广泛存在,部分企业通过不正当手段获取特殊待遇,进而影响了市场的公平性。随着改革的推进,信息化手段被引入审批过程,确保了审批信息的公开与透明,企业可随时查阅审批进度及相关数据,监管部门的操作也更加规范,这一透明化的过程不仅减少了行政干预,还确保所有企业都在相同的规则下进行竞争,消除了市场中的不正当操作空间。公开、公正的审批机制促使企业更加注重合规经营与质量控制,进而提升了整个行业的规范性。

2.3 促进建筑行业的整合与优化

施工许可证改革在推动建筑行业整合与优化方面发挥了至关重要的作用。审批流程的简化与信息化推进,不仅提高了市场准入门槛也使行业资源得到了更加有效的整合。对于建设单位而言这一制度改革带来了显著的好处,首先改革提高了市场准入标准,促使建筑企业逐步优化自身的经营与管理模式,通过严格的技术与管理要求,企业被迫提升综合竞争力从而加强了市场的集中度,减少了低效企业的存在。其次,项目审批中的标准化和透明化提升了建设单位在项目实施过程中的可预测性与保障性,减少了审批环节中的不确定因素。与此同时,改革还促进了建筑行业整体优化与升级,推动了技术、管理及服务领域的创新,从而增强了建设单位在项目执行中的竞争优势,提升了整体效能与项目质量。通过这些改革建设单位不仅能够更高效地获得施工许可,还能够享受到政策带来的资源优势与市场机遇。

2.4 强化建筑工程质量与安全保障

施工许可证改革通过强化建筑工程质量与安全保障,确保了项目能够高标准、规范化地执行。在审批环节中,质量与安全要求被纳入核心内容,企业在申请施工许可证时必须提交详细的安全管理计划及质量控制措施。这一要求迫使企业在项目开工之前就要明确安全与质量保障方案,从而有效避免了施工过程中可能出现的疏漏与隐患,改革加强了监管部门对施工现场的实时监控与定期检查,通过数字化技术对工程进度、安全状况及质量管理进行全程跟踪,及时发现问题并采取干预措施。通过这种方式项目的质量与安全问题得到了源头上的有效控制,事故风险显著降低,工程整体水平也得到了提升。

3 施工许可证改革面临的挑战

施工许可证改革虽然为建筑行业带来了显著的积极变化,但在实际执行过程中也暴露出一些挑战。尽管信息化建设提升了审批效率,但由于不同地区与企业的技术支持水平参差不齐,一些地方和企业适应新系统时面临了困难,信息滞后或系统漏洞的情况时有发生。审批流程的简化虽减少了繁琐环节,但新的监管要求与更高的审批标准对企业合规性的要求变得更加严格,尤其是对一些中小型企业而言,资质不足及管理体系不完善,使其面临较大压力。审批过程的透明度虽有所提高,但在某些地区审批及监管标准的执行仍存在不统一、不一致的情况,影响了

改革的全面实施。简化后的审批流程让企业在面对后续监管与检查时,未能提前做好充分准备,进而未能及时应对潜在的风险与问题。如何协调技术、管理与执行层面的平衡,依旧是施工许可证改革亟待克服的关键难题。

4 加强施工许可证改革对建筑市场管理的应对策略

4.1 加强企业内部管理与合规意识

在施工许可证改革的背景下,强化企业内部管理与合规意识已成为一项至关重要的任务。随着审批流程的简化以及监管要求的日益严格,建筑企业面临着更高的合规标准与操作规范,企业必须从管理体系的完善着手,确保每一个工作环节都严格遵循相关法规与标准^[1]。从项目的立项、设计、施工到竣工验收,每一阶段都应设置清晰的合规指导与监督机制。定期开展法律法规培训,强化员工的合规意识,并提高全员的执行力,不仅有助于企业顺利通过施工许可证的审批,还能有效规避因违法操作带来的法律风险与经济损失。与此同时,企业应积极运用信息化手段,强化项目管理与施工过程的监控,以实现质量与安全的实时掌控,从源头上降低违规风险,确保项目的顺利推进与合规运营。

4.2 推动信息化建设与数字化转型

推动信息化建设与数字化转型,是企业应对施工许可证改革的核心举措。随着审批流程数字化的加速,建筑行业的管理模式正逐步向智能化、数字化发展。为适应这一变革,建筑企业必须积极引进先进的信息技术,以提高项目管理的效率与透明度,通过建设完善的数字化平台,企业能够实时监控项目的进度、成本、质量与安全等关键数据,并与监管部门实现高效对接,确保项目在整个生命周期中的合规性与高效执行。数字化转型不仅有助于优化资源配置,还能显著减少人为错误的发生,提高信息处理的准确性与时效性。借助信息化建设,企业内部与外部的信息共享与协作得以加强,传统管理模式中的信息孤岛得以打破,从而提升了应对复杂市场环境的能力,使企业能够更加灵活、精准地做出决策。推动信息化建设不仅是提升企业竞争力的关键所在,也是为企业适应施工许可证改革后的新要求提供坚实基础的关键。

4.3 强化企业资质管理与资源整合

在施工许可证改革的背景下,建设单位提升竞争力的关键之一是强化资质管理与资源整合,随着市场准入门槛的逐步提高,企业资质管理的重要性愈加凸显。对于建设单位而言,确保资质的有效性与完整性已成为基础要求。与此同时,企业还需持续提升技术与管理能力,以适应行业日益严苛的发展要求,这促使建设单位建立健全的资质管理体系,定期进行资质审查与更新以确保始终符合最新的法律法规要求。在这一过程中,建设单位可通过规范化的资质管理,提升项目的审批效率与成功率,减少因资质问题带来的项目延误或失效风险。资源整合作为提升竞争力的重要策略,对于建设单位而言具有特别的意义,企业

应优化内部资源配置,合理整合技术、人才与设备等各类资源形成协同效应,从而提高施工效率与项目执行力^[2]。面对大型项目时,跨企业的合作与资源共享成为建设单位提升整体竞争力的关键手段,通过联合协作,多个企业可弥补单一企业资源的不足,优化项目实施方案,从而更好地满足项目的技术与管理要求,确保项目质量与进度。通过强化资质管理与资源整合,建设单位不仅能够更有效应对施工许可证改革带来的挑战,还能够在激烈的市场竞争中占据有利地位,提升长期的可持续发展能力。

4.4 加强与监管部门的沟通与合作

加强与监管部门的沟通与合作,已成为企业应对施工许可证改革的关键策略之一。随着审批程序透明度的提高与监管力度的加大,企业与监管部门之间的协作显得尤为重要。主动保持与监管部门的紧密联系,企业应及时获取政策更新与最新要求,确保在申请施工许可证及项目执行过程中严格遵守相关规定。为促进信息流通,企业还应建立定期沟通机制,及时共享项目进展与风险评估^[3]。通过这一措施不仅有助于提前发现潜在问题,还能获得监管部门的有效指导与支持。通过这种双向交流,企业的合规性得到了加强,避免了因信息不对称或沟通不畅引发的误解与冲突。同时,企业应积极参与行业研讨、培训等活动,深化对新法规与政策的理解,提高行业敏感度。通过与监管部门的密切合作,审批流程得以优化,项目执行的效率与质量在规范化管理框架下得到提升。

5 结语

施工许可证改革对建筑市场带来了深刻的变革,显著优化了审批流程提升了市场透明度,强化了质量与安全监管并推动了行业的整合与优化。这些变化不仅促进了建筑行业的规范化与高效运作,也为企业创造了更加公平与透明的竞争环境。在这一改革环境中企业若想真正适应与发展,内部管理水平的持续提升、信息化转型的推进、资质管理的强化以及与管理监管部门的紧密合作,均成为至关重要的战略任务。通过这些综合性策略,企业能够在新的市场格局中脱颖而出,增强其核心竞争力。同时,随着改革的不断深化,建筑行业必将朝着更加健康与有序的方向发展,为社会经济的可持续发展奠定坚实基础。

[参考文献]

- [1]李海珍. 首府: 工程建设项目审批制度改革呈现新格局[N]. 呼和浩特日报(汉), 2023-12-18(01).
- [2]朱叶. 审批制度改革下 X 公司房地产项目报建流程优化研究[D]. 西安: 西安石油大学, 2023.
- [3]袁佳晨. 探析上海市工程建设项目审批制度改革[J]. 建筑科技, 2023, 7(3): 156-158.

作者简介: 王永安(1974.6—), 毕业院校: 新疆职业大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位名称: 乌鲁木齐建筑市场运行服务中心, 就职单位职务: 建筑市场科副科长, 职称级别: 副高职。

航天工程采购项目进度控制与管理策略探讨

徐静 王靖凯 季旭

航天长征化学工程股份有限公司, 北京 101111

[摘要] 航天工程项目的采购管理在确保项目顺利进行中扮演着关键角色, 尤其是在化工项目建设中, 采购进度的控制直接影响到项目的整体工期和成本。随着航天炉专利技术的应用, 航天工程在化学品生产设施建设中的采购需求日益增加。针对这一背景, 文中探讨了航天工程采购项目的进度控制与管理策略。通过分析采购项目的特点、影响因素以及常见问题, 提出了优化采购进度管理的措施, 包括加强供应商管理、合理规划采购流程、提升信息化管理水平等方面。研究结果为提升航天工程采购项目的进度控制能力提供了理论支持与实践指导。

[关键词] 航天工程; 采购管理; 进度控制; 化工设备; 项目管理

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15129

中图分类号: TU722

文献标识码: A

Exploration on Progress Control and Management Strategies for Aerospace Engineering Procurement Projects

XU Jing, WANG Jingkai, JI Xu

Aerospace Changzheng Chemical Engineering Co., Ltd., Beijing, 101111, China

Abstract: Procurement management of aerospace engineering projects plays a key role in ensuring the smooth progress of the project, especially in chemical project construction. The control of procurement progress directly affects the overall project duration and cost. With the application of patented technology for space furnaces, the procurement demand for chemical production facilities in aerospace engineering is increasing day by day. In response to this background, the article explores the schedule control and management strategies for aerospace engineering procurement projects. By analyzing the characteristics, influencing factors, and common problems of procurement projects, measures to optimize procurement schedule management have been proposed, including strengthening supplier management, rational planning of procurement processes, and improving the level of information management. The research results provide theoretical support and practical guidance for improving the progress control capability of aerospace engineering procurement projects.

Keywords: aerospace engineering; procurement management; progress control; chemical equipment; project management

引言

在现代航天工程项目中, 采购管理的有效性直接影响着项目的顺利实施与经济效益, 尤其是涉及化工设备和技术的建设项目。随着航天炉专利技术的不断创新, 化工项目建设逐渐成为航天工程的一项重要组成部分。如何高效控制采购进度, 保证项目按时完成, 成为了众多工程管理者面临的挑战。有效的采购进度控制不仅有助于提高资源利用率, 还能减少成本浪费、降低风险。因此, 探索适用于航天工程的采购进度控制与管理策略具有重要的现实意义。

1 航天工程采购项目的特点与挑战

1.1 航天工程采购项目的特点

航天工程采购项目通常涉及高技术含量的设备和系统, 具有独特的技术要求和复杂的采购流程。在化工项目中, 航天炉技术的应用使得采购的设备多为大型、专用的化工设备, 这些设备的采购不仅需要满足技术规范, 还要确保与项目整体建设的高度契合。因此, 航天工程的采购项目具有较高的技术门槛和专业要求, 采购过程中需要与

多个领域的专家进行紧密合作, 确保设备和技术的先进性与可靠性。此外, 航天工程项目的采购通常涉及的资金规模较大, 供应链管理和成本控制是至关重要的环节。设备的生产周期长、运输过程复杂, 往往需要较长的周期来完成采购任务。在这种情况下, 如何精确预测和控制采购周期, 保证项目按时推进, 是采购管理中必须重点关注的问题。

1.2 航天工程采购项目的挑战

首先, 航天工程项目的采购面临着高度的不确定性, 特别是在技术研发阶段, 设备的技术规格、性能需求可能随项目进展而发生变化, 这给采购管理带来较大的挑战。采购人员需要对项目需求进行实时跟踪和调整, 确保采购计划与项目进度同步。

其次, 供应商选择和管理也是航天工程采购中的重要挑战。由于采购设备的技术复杂性和定制化要求, 供应商的选择不仅需要考虑价格和交货期, 更要考虑其技术能力和质量保证能力。然而, 供应商的生产能力和交货时间往往不可预测, 这对采购进度控制造成了较大的影响。

最后，航天工程采购项目通常跨越多个地区和国家，供应链的全球化带来了运输、法规和文化差异等多方面的挑战。这要求采购团队具备更高的协调能力和风险应对能力，以应对可能的突发事件和复杂的国际环境。

2 影响采购进度控制的关键因素分析

2.1 采购计划与项目进度的协调性

采购计划与项目整体进度的协调性是影响采购进度控制的关键因素之一。在航天工程项目中，采购通常是项目实施的前置环节，因此，采购的周期直接与项目的建设进度挂钩。若采购计划未能与项目各阶段进度精确匹配，可能会导致设备交付延迟，进而影响到项目的整体工期。航天工程项目涉及的设备具有较长的生产周期和较高的定制化需求，因此，采购计划必须考虑到设备生产、运输、安装等环节的时间要求，并确保每个环节的顺利衔接。任何环节的拖延都会直接影响到项目的顺利推进。

2.2 供应商管理与交货期控制

供应商选择和管理对采购进度有着至关重要的影响。由于航天工程采购的设备通常为高技术含量和定制化要求较高的设备，供应商的生产能力、技术水平、质量控制能力以及交货承诺都是影响采购进度的重要因素。在采购阶段，若供应商的交货期未能得到有效控制，或者供应商未按时交货，可能会导致项目进度受阻，进而增加项目成本。因此，供应商的选择不仅仅是依据价格和技术参数，还要考虑其交货的可靠性和供货能力。在合同签订时，采购方需要设定明确的交货时间表，并要求供应商提供详细的生产计划和进度表，以保证采购任务能够按时完成。

2.3 风险管理与突发事件应对

航天工程采购项目通常涉及复杂的供应链管理和跨地区、跨国采购，在这个过程中，各种风险因素，如自然灾害、政治风险、原材料价格波动、运输问题等，可能会对采购进度造成影响。例如，国际贸易中的关税政策变化、货物运输过程中出现的延误、供应商生产能力突发问题等，都会导致设备采购周期的延长，进而影响项目进度。因此，采购管理团队必须具备高度的风险意识，并能够采取预防和应急措施来减少突发事件对采购进度的影响。合理的风险预测和应急响应机制，可以有效降低不可控因素带来的负面影响，确保采购按时完成。

2.4 信息化管理的支持作用

随着信息技术的快速发展，信息化管理在采购进度控制中的作用日益凸显。通过信息化手段，如采购管理系统、供应链管理系统、ERP 系统等，采购团队可以实时追踪设备的生产进度、运输状态以及供应商的履约情况，从而实现从采购到交付的全流程实时监控和有效管理。信息化管理不仅能够提高采购过程的透明度，减少人为操作失误，还能优化资源配置，提高采购效率，确保采购任务的按时完成。因此，信息化技术的应用成为提升航天工程采购进度控制

能力的重要手段。

3 航天工程采购进度管理的现状与问题

3.1 采购进度管理现状

目前，航天工程项目的采购进度管理普遍存在一定的规范化和流程化，但仍面临不少挑战。大多数航天工程项目采用标准化的采购流程，包括供应商筛选、合同签订、生产进度跟踪和设备验收等步骤。然而，由于项目规模庞大、技术要求复杂以及供应商分布广泛，传统的管理模式在面对快速变化的市场和技术需求时，显得缺乏灵活性和适应性。

许多项目依赖于手工记录和传统的沟通方式，这导致采购管理的透明度较低，信息共享存在滞后，影响了项目各环节的协同工作。此外，虽然信息化管理逐步得到应用，但整体信息化水平仍不够高，特别是在供应链管理和进度追踪方面，尚未实现完全的实时监控和数据共享。

3.2 存在的问题

一是采购计划与项目进度协调不足。航天工程项目中，采购与建设进度紧密相关，但在实际操作中，采购计划常常未能与项目进度同步更新。特别是在设备生产周期较长的情况下，采购计划的滞后往往导致设备交付延迟，从而影响到项目的整体工期。二是供应商管理不到位。由于供应商数量众多且分布广泛，管理起来相对复杂，尤其是高技术含量的设备采购，供应商的交货期、质量控制能力和生产能力不一致，使得采购进度常常受到影响。一些供应商由于管理不善或生产瓶颈，难以按时完成交货，导致项目进度受到牵连。三是风险管理机制不健全。航天工程项目的采购管理涉及跨地域、跨国的供应链，运输过程中不可控因素多，如关税政策变化、自然灾害、国际局势波动等因素都可能影响交货时间。然而，许多项目缺乏完善的风险预测与应急响应机制，导致突发事件的应对不及时，进而影响采购进度和项目整体推进。四是信息化管理滞后。尽管一些航天工程项目已开始尝试采用信息化管理手段，但整体应用水平仍显不足，尤其是在大数据和智能化分析方面，很多采购团队依然依赖传统的手工操作和纸质记录，缺乏有效的数据共享和协同平台。信息化的滞后使得采购进度的透明度较低，难以及时发现潜在的进度问题。

4 优化航天工程采购进度控制的策略与措施

4.1 加强采购计划与项目进度的协调性

优化航天工程采购进度控制的首要措施是加强采购计划与项目整体进度的紧密协调。项目管理团队需要确保采购任务从一开始就与项目的各阶段进度匹配，明确每一阶段所需的设备和物资，并为采购活动设定合理的时间节点。此外，采购计划应根据项目进展的变化进行动态调整，避免出现因进度变动导致的计划滞后或冲突。在实际操作中，可以通过制定详细的采购时间表，并与项目进度管理系统进行实时对接，从而确保采购任务能够按时完成，减

少因延误造成的项目滞后。

4.2 完善供应商管理与交货期控制

为了确保采购进度的顺利推进,优化供应商管理至关重要。首先,选择具备良好履约记录和技术能力的供应商,建立长期稳定的合作关系,以降低供应风险。其次,加强供应商与项目团队的沟通,定期召开协调会议,确保供应商对项目进度要求的充分理解。对于关键设备,采购方应要求供应商提供详细的生产进度报告,及时发现并解决潜在问题。此外,可以通过合同中的交货期约定和违约条款,增强供应商的交货责任感,确保按时交货。

4.3 强化风险管理与应急机制

航天工程采购项目涉及复杂的国际供应链,面临着多方面的风险。为了有效控制采购进度,必须建立健全的风险管理体系。项目团队应对可能影响采购进度的风险因素进行系统识别和评估,包括市场波动、供应商失约、运输延迟等。同时,应制定应急预案,确保在突发情况下能够迅速应对。例如,可以建立备用供应商库,以防某一供应商出现问题导致的延误。

4.4 提升信息化管理水平

信息化管理在采购进度控制中具有重要作用。通过引入ERP系统、供应链管理系统以及采购管理软件,航天工程项目可以实现对采购进度的实时监控和数据共享。信息化系统能够将供应商的生产进度、运输状态以及项目进展情况进行整合,使得项目管理团队能够快速获取最新信息,及时调整采购计划。通过大数据分析,管理团队还可以预测可能的延误风险,提前采取措施,确保采购任务按时完成。此外,信息化平台能够促进不同部门之间的协同合作,减少信息滞后和误差,提升整体项目的管理效率。

5 信息化技术在航天工程采购进度管理中的应用

5.1 实时进度监控与数据共享

信息化技术在航天工程采购进度管理中的应用,首先体现在实时进度监控和数据共享上。通过引入ERP系统和供应链管理平台,项目管理团队能够实时追踪采购环节的每一进展,包括供应商生产进度、物料运输情况及项目实施进度。信息化平台将所有相关数据集中管理,项目各方可以及时获取最新的采购信息,确保采购任务与项目进度同步进行。这种透明化管理不仅提升了工作效率,还能提前发现潜在的进度问题,为调整采购计划提供决策支持。

5.2 智能预测与风险管理

信息化技术的智能化应用,使得航天工程项目的采购进度管理能够提前识别风险并做出应对。例如,通过大数据分析和机器学习技术,系统能够基于历史数据和当前进度预测设备交货时间、供应商交付能力等关键信息。这种预测能力使得采购团队能够提前制定应急预案,规避因突发风险(如供应商生产延误、运输问题等)带来的进度延

误。此外,信息化技术还能够识别项目中的瓶颈环节,从而优先调配资源,确保关键设备按时交付,减少延误带来的不利影响。

5.3 供应商管理与沟通优化

信息化技术在供应商管理中的应用,优化了沟通与协作流程。在传统管理模式下,信息传递通常依赖于人工操作,容易出现延迟和误差。而通过供应链管理系统,项目团队和供应商之间的沟通变得更加高效和透明。项目方可以实时查看供应商的生产进度、交货期等信息,并在发现问题时及时与供应商沟通,进行调整或提供支持。此外,信息化平台还可以自动提醒供应商和采购方,确保关键交货节点的达成,减少人为疏漏。

5.4 数据分析与决策支持

信息化技术不仅提升了管理的效率,还为决策提供了有力支持。通过数据分析功能,系统能够为项目管理者提供详尽的采购数据报告,帮助其更准确地把握项目进度。例如,系统可以分析采购周期、供应商履约情况、运输时间等数据,形成数据报告,为未来采购计划的制定和优化提供依据。决策者可以通过这些数据做出更加科学的调整,提高采购进度管理的精准度,确保项目按时按质完成。

6 结束语

航天工程采购进度管理在确保项目顺利实施中起着至关重要的作用。通过加强采购计划与项目进度的协调、优化供应商管理、完善风险管理机制及提升信息化技术应用,可以有效提升采购进度控制能力,减少延误风险,保障项目按时完成。信息化技术的引入为采购管理提供了强有力的支持,提升了管理效率和决策精准度。未来,航天工程采购进度管理将在更加智能化、精细化的方向上不断优化。

[参考文献]

- [1]苏凤梅,刘虎,常宝宝,等.航天强国建设新征程背景下“航天工程与材料”校企联合课程教学改革探索[J].科技风,2024(26):76-78.
 - [2]曹晨.航天工程董事长姜从斌:以技术立身 打造世界一流绿色低碳企业[Z].证券时报,2024-06-11(A05).
 - [3]张恒力,李嘉豪,李昂.身份与责任:航天工程师的伦理冲突探析[J].自然辩证法通讯,2024,46(3):102-110.
 - [4]吴志.航天工程董事长姜从斌:强化科技创新能力 打造原创技术策源地[Z].证券时报,2023-12-05(A08).
- 作者简介:徐静(1989.12—),女,汉族,研究生学历,工程师,就职于航天长征化学工程股份有限公司,从事项目管理工作;王靖凯(1988.10—),男,北京市通州区人,蒙古族,硕士学历,工程师,就职于航天长征化学工程股份有限公司,从事采购管理相关工作;季旭(1985.7—),男,北京市朝阳区人,汉族,本科学历,工程师,就职于航天长征化学工程股份有限公司,从事采购管理相关工作。

公路隧道施工安全管理技术应用与分析

马永伟

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830011

[摘要] 高速公路的迅猛发展带动了隧道工程这一关键交通基础设施的广泛应用, 其涉及山区、城市及地质条件复杂的公路建设领域。在隧道施工环节, 安全风险尤为显著, 涉及爆破作业、深基坑作业及机械设备操作等众多领域。文中对公路隧道施工领域的安全管理问题进行了深入研究, 详细剖析了现行安全管理体系, 同时深入探讨了先进安全管理技术的实际应用, 其目的在于显著提升隧道施工的安全水平, 有效降低安全事故的频发率。本篇文章在深入剖析国内外隧道施工安全管理案例的基础上, 提出了涵盖围岩稳定性监测、施工人员安全防护、风险评估与预警以及应急管理等方面的精准安全管理策略。通过对具体案例的剖析, 对隧道施工安全管理技术的未来演进路径进行了探讨, 旨在为公路隧道的安全生产提供有益的参考。

[关键词] 公路隧道; 施工安全; 安全管理技术; 风险评估; 应急管理

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15127

中图分类号: U455.1

文献标识码: A

Application and Analysis of Safety Management Technology in Highway Tunnel Construction

MA Yongwei

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830011, China

Abstract: The rapid development of highways has driven the widespread application of tunnel engineering, a key transportation infrastructure, which involves the construction of highways in mountainous areas, cities, and complex geological conditions. In the tunnel construction process, safety risks are particularly significant, involving many fields such as blasting operations, deep excavation operations, and mechanical equipment operation. The article conducts in-depth research on safety management issues in the field of highway tunnel construction, analyzes the current safety management system in detail, and explores the practical application of advanced safety management technologies, with the aim of significantly improving the safety level of tunnel construction and effectively reducing the frequency of safety accidents. On the basis of in-depth analysis of domestic and foreign tunnel construction safety management cases, this article proposes precise safety management strategies covering rock stability monitoring, construction personnel safety protection, risk assessment and warning, and emergency management. Through the analysis of specific cases, this paper explores the future evolution path of tunnel construction safety management technology, aiming to provide useful references for the safe production of highway tunnels.

Keywords: highway tunnel; construction safety; safety management technology; risk assessment; emergency management

引言

路建设持续推进, 隧道这一关键交通枢纽, 正承担着日益增长的运输负荷。然而, 特殊的作业环境与复杂的地质条件, 使得隧道施工常遭遇显著的安全风险挑战。在施工过程中, 对隧道的挖掘、支撑以及爆破作业, 一旦操作失误, 极易引发塌陷、爆炸及人员伤亡等重大安全事故。科技进步带动了安全管理技术在公路隧道施工领域的广泛应用, 实施合理评估、实时监控及自动化管理, 有效预防并控制施工环节的安全隐患, 降低事故发生频率, 进而提升施工效能。下文就公路隧道施工安全管理风险以及管理技术的应用进行探讨, 以期提升我国公路隧道工程的施工安全。

1 公路隧道施工的安全风险

实施公路隧道施工这一过程, 其作业环节错综复杂, 任何一环都潜藏着或轻或重的安全风险。在隧道施工过程中, 存在着多维度安全风险, 诸如地质环境潜在威胁、施

工技术操作隐患、设备管理不足及人员操作失误等。在隧道施工这一复杂作业中, 施工单位必须面对地质环境的挑战, 而围岩性质作为影响施工安全的关键因素, 其重要性不容忽视^[1]。

施工技术风险主要涉及隧道的开挖方法、支护结构的设计与施工过程中的技术手段。例如, 风险系数较高的爆破作业, 一旦爆破参数设置不当或操作失准, 便可能引发剧烈震动、爆炸乃至破坏, 随之影响施工进度与施工人员的安全不容忽视。机械设备的运用过程, 暗藏风险隐患, 在隧道施工领域, 广泛应用的各类设备, 诸如盾构机、开挖机、支护装置等。在应用过程中若遭遇故障或操作失误, 往往导致设备损毁及人员伤亡。在隧道施工过程中, 对各类设备实施高效的管理与维护, 构成了设备管理的风险核心。

施工现场的安全与否, 与施工人员的安全意识、操作技能及应急处置能力密切相关。在隧道施工的相对封闭环境中, 由于空气流通不佳、光线昏暗, 施工人员常感疲惫,

因而容易疏于关注安全防护。在进行隧道建设过程中,施工任务往往繁重,特别是在爆破、开挖、焊接等危险性较高的作业环节,一旦操作失误,便可能引发安全事故。

2 公路隧道施工安全管理体系

在公路隧道施工领域,构建一套完善的安全管理体系是保障施工安全的关键,这一体系涵盖了一系列多维度的管理策略。施工过程中,一套健全的安全管理体系不仅有助于预防事故发生,而且在突发安全事故面前亦能提供坚实保障。

2.1 安全管理组织架构

在隧道施工项目中,安全管理职责应由专业团队承担,该团队包括项目经理、安全主管与技术负责人等关键角色,旨在确保各级管理人员职责清晰、责任分配得当。在项目实施阶段,负责全面安全规划及其实施的负责人,致力于确保每一个施工环节均有对应的安全防护策略^[2]。

2.2 安全风险识别与评估

全面的风险识别和评估是构建隧道施工安全管理体系不可或缺的基础。在进行施工前,项目单位需详尽评估安全风险,辨识施工环节可能潜藏的安全隐患,对施工现场的地质状况、周边环境、作业形式进行详尽分析,对各类潜在风险及其可能引发的负面影响及发生概率进行科学评估。采用专家评审、经验判断、模拟仿真等评估手段,对潜在的安全风险进行全方位审查,以此为基础制定后续的安全管理策略。

2.3 安全技术措施与控制

针对施工过程中辨识出的风险,务必采纳特定安全技术,确保工程顺利进行。为应对围岩的稳定性问题,实施地质雷达和隧道监控系统等先进监测技术的实时监控,并据此迅速执行加固作业;在爆破作业中,采纳先进的爆破技术,科学规划爆破参数,以实现爆破作业的精确性与安全保障。

2.4 安全操作规程与作业标准

在隧道施工领域,安全操作规程与作业标准构成了保障施工过程安全的关键要素,在执行每一项施工任务之际,务必编制详尽的安全作业指导文件,旨在让施工人员清晰掌握作业中的安全规范,在执行爆破、起重、焊接等具有高风险的作业时,务必严格遵守作业规范,并确立具体详尽的作业流程及安全保障措施,严格的安全培训是施工人员必备的,它要求他们熟练掌握操作技能及高效应对紧急情况的能力^[3]。

2.5 应急管理 with 事故处理

在隧道施工环境中,尽管安全管理体系能有效地防范事故发生,却因环境特性,突发安全事件仍时有发生。在紧急情况下,构建一个高效的应急管理体系显得尤为关键,构建应急管理体系,涉及应急预案的编制、应急演练的实施以及应急队伍的组建。当遭遇紧急状况,担任应急职责的人员需立即执行预先制定的应对措施,统筹整合各类资

源,竭力降低事故造成的损害。

3 安全管理技术的应用

3.1 围岩稳定性监测技术

在隧道施工领域,围岩的稳定性扮演着至关重要的安全角色,其不稳定状态极有可能引发隧道坍塌、地面滑移以及岩石剥落等险情。实时监测围岩稳定性,应用围岩稳定性监测技术,对施工安全至关重要,以确保围岩变形和应力状态得以实时掌控,进而及时施策。地质雷达、声波探测、应变计、位移计和隧道监控系统等,均为评估围岩稳定性的关键监测技术手段。

电磁波发射器即地质雷达,其功能在于探测地下岩层的结构及裂隙,并监测水文条件,以此手段可对围岩的异常状况进行有效识别,进而实施提前预警。围岩变形监测中,应变计与位移计功不可没,它们实时捕捉围岩变动,数据剖析揭示围岩是否出现不稳之兆。施工人员通过隧道监控系统,运用多样化的传感器设备,对隧道周边围岩的压力、位移以及变形进行综合监测,并将实时数据传输反馈。施工单位通过对所获监测数据深入分析,能够敏锐洞察围岩的潜在风险,进而据此实施加固措施或调整施工策略,以保障施工过程的安全性^[4]。

3.2 施工人员安全防护技术

隧道施工安全管理中,施工人员的安全防护占据着至关重要的地位。在隧道施工过程中,众多复杂因素交织,诸如低温、湿度、通风不良及机械设备操作等,这些潜在的危险要素往往容易诱发施工人员伤亡或安全事故的频发。为确保施工人员的人身安全,采纳前沿的安全防护技术显得尤为关键。隧道施工环境复杂,施工人员需配备规范的个人防护设施,诸如安全帽、防护鞋、防护眼镜、防尘口罩等,以有效抵御掉落物、飞尘及有毒气体等潜在风险。在科技不断进步的背景下,隧道施工领域逐步引入了智能化安全防护设施,装备有传感器的智能安全帽,能实时监控佩戴者的生命体征(诸如心率、体温等)。

在执行高风险作业过程中,施工人员必须配备防爆、防火、防跌落等防护设施,并接受严苛的安全操作训练。实施全面的安全防护技术及措施,旨在最大限度地降低施工人员面临的安全风险,从而保障其生命安全。

3.3 风险评估与预警技术

在隧道施工过程中,鉴于地质环境的多变性与施工条件的复杂性,对可能发生的安全风险进行及时评估与预测,其重要性不言而喻,旨在提前识别可能存在的安全隐患并采纳相应预防手段的风险评估与预警技术。对于提升施工过程的安全性、降低事故发生率具有至关重要的价值^[5]。

风险评估技术通常通过对隧道施工的地质环境、施工方法、设备状况等多维度因素进行全面分析,识别出施工过程中可能存在的风险点。常见的评估方法有定性分析与定量分析相结合,利用数据模型和历史事故数据进行风险预测。例如,基于数据挖掘技术和人工智能算法,可以从

历史施工数据中识别出潜在的风险模式,从而提前预测可能发生的安全问题。

3.4 智能化安全管理平台的应用

随着信息技术的发展,智能化安全管理平台逐渐成为公路隧道施工中不可或缺的一部分。智能化安全管理平台通过集成多种先进技术,如物联网、大数据、云计算、人工智能等,形成了一个全面的施工安全管理系统,能够实现对施工现场的实时监控、分析、预警和响应。

智能化安全管理平台的核心功能是数据采集与分析。通过安装在施工现场的传感器、摄像头、监测仪器等设备,平台能够实时采集施工现场的各类数据,如人员位置、设备运作状态、围岩变形等,并通过云平台将数据进行实时上传和存储。

4 公路隧道施工中的应急管理

4.1 应急预案的制定与完善

在隧道施工安全管理的范畴内,应急预案的编制与优化扮演着举足轻重的角色,它为应对突发事故提供了迅速反应及处理对策,高效实施事故应急响应,需构建周密而科学的应急预案,以最大限度地减轻事故对施工人员、设备与工程进度的负面影响。在制定应急预案时,需针对多样的施工条件、作业手段以及潜在的安全隐患,实施分门别类及有的放矢的设计。突发地质灾害,如围岩坍塌、突水、突泥等,亟需设立专项应急对策;针对技术性事故,诸如设备故障与电气火灾,独立制定应对预案势在必行^[6]。

4.2 应急响应的组织与协调

在隧道施工过程中,高效的安全管理运作离不开对应急响应及其组织与协调的重视,在紧急事件应对过程中,所构建的架构体系通常涵盖应急指挥中心、安全管理团队、技术支持团队、医护救援团队等关键部门,这些部门需在紧急状态下紧密协作,协同构建一个高效、协同的应急响应系统,突发状况降临时,科学的组织架构保障了信息畅通无阻,决策高效迅捷,资源合理调配,从而确保了救援行动的有序开展。

在实施应急响应过程中,组织需要确立明确的责任分配机制,各相关部门需遵循预先设定的职责范畴展开协作配合。例如,一旦事故发生,安全管理团队需迅速核实事故详情,并立即部署人员执行疏散及救助任务。承担技术支持任务的团队,须给予专业性的技术辅导与必要的设备辅助;在救援行动中,医护救援团队肩负起现场急救的重任。在紧急救援任务中,应急指挥中心需统筹调度,对各部门进行有效协调,合理配置资源与人员,保障救援行动连贯且资源分配得当,信息流通的重要,不亚于人员之间的协作,二者相辅相成,缺一不可。实施应急响应时,指挥者必须借助无线电、通信系统等设施,以保障现场与指挥中心及各相关单位间信息的即时传递。遭遇事故,保障信息流通,使指挥中心能及时掌握现场状况,进而迅速作

出评估与抉择。

4.3 应急管理技术手段的应用

在隧道施工安全领域,应急管理技术的运用日益凸显其关键作用,其与生俱来的现代技术特性,赋予应急响应前所未有的科学性、精准度与效率。在隧道施工应急管理的领域中,随着信息化的推进和智能化的深入,诸如物联网、大数据分析、无人机巡检以及智能监测设备等先进技术手段得以广泛应用,从而显著提高了应急管理的综合效能。实时监控施工现场环境和设备状态,传感器与智能设备共同构成了物联网技术的核心应用。施工环节中,隧道围岩状态、地下水位高低及气体浓度等要素,均有可能诱发意外事件。部署传感设备,实现数据的即时捕捉,依托物联网技术平台,实现集中化的安全监控,确保能够迅速识别潜在的安全风险^[7]。

施工单位借助大数据分析手段,有效应对应急管理,预测事故发生趋势与规律。通过分析历史事故与现场监测资料,有效辨识出隐藏的风险地带,从而为预防措施制定提供前置依据。依托大数据技术构建的风险预测体系,能够精准识别施工过程中潜在的关键安全风险点,进而实现前置干预,有效预防事故的潜在发生。

5 结语

公路隧道施工中的安全管理技术已经逐步走向智能化、数字化和精细化,技术手段的不断创新为提高施工安全、减少事故发生、保障施工人员生命安全提供了强有力的支持。未来,随着新技术的不断发展与应用,公路隧道施工的安全管理将更加高效和精准,施工过程中的风险将得到更有效的控制,从而为公路隧道建设提供更加坚实的安全保障。

[参考文献]

- [1]郑孟林.公路隧道施工安全管理技术应用与分析[J].上海建材,2024(5):76-78.
- [2]唐继辉,王世武.高速公路隧道施工中的安全管理与技术创新[J].交通建设与管理,2024(4):115-117.
- [3]周小燕.高速公路隧道施工安全管理与事故预防措施[J].汽车周刊,2024(6):37-39.
- [4]李翔.公路隧道施工安全管理技术应用研究[J].运输经理世界,2023(14):95-97.
- [5]郭聪.公路隧道施工安全管理技术应用分析[J].智慧城市,2021,7(6):136-137.
- [6]王小松.公路隧道施工安全管理技术应用探讨[J].中国建材,2020(5):119-121.
- [7]刘艳仓.高速公路隧道技术施工及安全管理措施研究分析[J].中华建设,2019(4):46-47.

作者简介:马永伟(1989.4—),毕业院校:河南城建学院,所学专业:给排水,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:中级。

浅析建筑工程管理的制约因素及应对措施

翟艳红

河南省周口市商水县东城街道办事处, 河南 周口 466100

[摘要] 建筑工程管理的效率与效果直接影响到工程质量、工期和经济效益, 期间涉及的制约因素及其应对策略是本研究的重点探讨。在对多个实际建筑工程进行深入研究和分析后, 文章发现, 制约建筑工程管理的主要因素有: 施工方案的合理性、工程材料的质量及供应、现场管理的效果以及员工的素质。针对上述问题, 提出了相应的解决措施, 如, 优化施工方案, 严格材料监控, 提升现场管理能力, 完善人员培训等。这些对于提高建筑工程管理的效率和质量具有积极的指导意义。同时, 该研究也提出更为系统性的建筑工程管理模式, 强调了信息化和标准化对于建筑工程管理的重要性。通过在实际工程中的应用验证, 这种模式将有助于更好地应对管理的制约因素, 提升建筑工程的整体管理效果, 实现工程质量和经济效益的最优化。

[关键词] 建筑工程管理; 制约因素; 应对措施; 管理效率; 管理模式

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15105

中图分类号: F426

文献标识码: A

Brief Analysis of the Restrictive Factors and Countermeasures in Construction Project Management

ZHAI Yanhong

Dongcheng Street Office, Shangshui County, Zhoukou City, Henan Province, Zhoukou, He'nan, 466100, China

Abstract: The efficiency and effectiveness of construction project management directly affect the quality, duration, and economic benefits of the project. The constraints and response strategies involved during this period are the focus of this study. After conducting in-depth research and analysis on multiple actual construction projects, the article found that the main factors restricting construction project management include the rationality of construction plans, the quality and supply of engineering materials, the effectiveness of on-site management, and the quality of employees. Corresponding solutions have been proposed to address the above issues, such as optimizing construction plans, strictly monitoring materials, enhancing on-site management capabilities, and improving personnel training. These have positive guiding significance for improving the efficiency and quality of construction project management. At the same time, the study also proposes a more systematic mode of construction project management, emphasizing the importance of informatization and standardization in construction project management. Through practical application verification in engineering, this model will help better cope with management constraints, improve the overall management effectiveness of construction projects, and achieve the optimization of project quality and economic benefits.

Keywords: construction project management; restrictive factors; response measures; management efficiency; management model

引言

随着我国经济社会的快速发展, 建筑工程的规模、数量和技术复杂性持续增长, 因此, 有效的建筑工程管理变得尤为重要。建筑工程管理的核心目标是实现工程质量、工期和经济效益的最优化, 特别是在当前资源有限, 同时工程需求持续增长的背景下。然而, 在实践中, 制约建筑工程管理效果的各种因素引起了学术界和业界的关注。具体来说, 施工方案的合理性、工程材料的供应状况、现场管理效果以及员工素质等问题, 都可能在不同程度上影响管理效果的优化。为解决这些问题, 有人提出了一些应对措施, 如设计优化的施工方案、严格的材料监控制度、提升现场管理能力和完善员工培训等都值得我们去深入研

究和探讨。特别是信息化和标准化的建筑工程管理模式, 已经在多个实际工程中得到了验证, 被认为可以更好地应对管理的制约因素, 从而提升建筑工程的整体管理效果, 实现工程质量和经济效益的最优化。本文就以上内容进行深入剖析和研究, 旨在通过理论研究和实践探讨, 找出建筑工程管理的主要制约因素及其应对策略, 为提高建筑工程管理的效率和质量提供参考。

1 建筑工程管理的重要性

1.1 工程质量与建筑工程管理

工程质量是建筑工程管理的核心目标之一, 其直接关系到建筑物的使用寿命和安全性能^[1]。在建筑工程管理中, 对工程质量的把控贯穿于项目的全生命周期, 包括设计、

施工、验收等各个环节。施工阶段的有效管理是确保工程质量的关键,需从施工方案的优化、施工过程的严格监控及施工人员的专业技能等方面进行全面管理。尤其是在施工方案的合理性和施工材料的优劣性上,管理者需综合考虑多种因素,制定出符合工程实际需求的科学方案。借助信息化技术,可以实时监控施工质量,及时发现并处理质量隐患,提升施工过程中的管理效率。有效的建筑工程管理能显著减少工程缺陷和质量问题,为建成后的建筑物安全使用奠定坚实基础。

1.2 工期控制与建筑工程管理

工期控制在建筑工程管理中具有至关重要的地位,直接关系到工程项目的成功与否。有效的工期管理不仅能确保工程按期完成,还能避免因工期延误而导致的额外成本及合同违约等问题。工期延误往往与施工方案不合理、资源配置不当以及不可控因素的影响密切相关^[2]。加强工期控制需从多方面着手,通过科学合理的计划制定与实施、持续的进度监测和调整,以及高效的资源及风险管理,来减小施工中的不确定因素对工期的影响。这不仅有助于提升工程的总体进展效率,也会直接提高工程项目的经济效益和质量稳定性,从而实现建筑工程管理目标的最大化。

1.3 经济效益与建筑工程管理

建筑工程管理在实现经济效益最大化方面具有重要作用。通过有效的管理,工程成本得以优化,预算得到严格控制,资源配置更加合理,避免了不必要的浪费和超支现象^[3]。科学的管理能加快工程进度,缩短工期,从而节省时间成本,提升资金周转效率。高效的管理提升工程质量,减少返工和维修支出,保障投资回报率。精细化的工程管理还可以提升市场竞争力,增强企业的品牌影响力和市场占有率,为企业带来长期的经济增值。

2 建筑工程管理的制约因素

2.1 施工方案的合理性

施工方案的合理性在建筑工程管理中扮演着关键角色,对工程质量、工期及经济效益均有重大影响。不合理的施工方案可能导致施工进度延误、成本增加及质量问题,其原因包括:未充分考虑施工现场的实际情况、对施工环节的时间和资源调配不足以及对潜在风险评估不够充分^[4]。这些问题会引发一系列后续矛盾,如资源浪费、人员与设备的调度失控,进而导致工程延期与质量隐患。制订科学合理的施工方案,需从工程全局出发,充分结合项目规模、现场条件和技术要求,并合理分配资源与时间。还需在方案制订过程中加大对风险的识别和防范,确保施工活动有序、高效进行,以提高建筑工程的综合管理水平及其最终成效。

2.2 工程材料的质量及供应

在建筑工程管理中,工程材料的质量及供应是关键的制约因素。优质材料是确保建筑物安全性和耐久性的基础,

但市场上材料质量参差不齐,给工程管理带来了挑战。材料供应的稳定性直接影响工程进度。供应链中断、交货延迟都会导致工期延误,增加项目成本。面对这些挑战,需要建立严格的材料质量监控体系,从源头到现场加强质检,确保所有材料符合标准。优化供应链管理,与可靠的供应商建立长期合作关系,以保证材料的及时采购和供应。这种措施能够有效地控制材料质量和供应问题,确保建筑工程的顺利实施。

2.3 现场管理的效果

在建筑工程管理中,现场管理的效果对工程进度和质量的影响至关重要。现场管理的不足可能导致施工过程中的沟通不畅、资源浪费以及安全隐患等问题,进而影响工程的顺利推进。良好的现场管理要求对施工现场进行全方位的监督和协调,包括人员调度、工作流程的合理安排及施工环境的优化等^[5]。现场管理人员的能力和和经验直接影响施工进度和质量,应加强对管理人员的培训和考核,确保其具备必要的专业知识和管理技能,以提高现场管理的整体效果。

3 制约因素的应对措施

3.1 优化施工方案

优化施工方案是提升建筑工程管理质量的关键措施。科学合理的施工方案能够有效降低资源浪费和施工风险,提高工程效率。为实现施工方案的优化,应在方案设计阶段充分结合工程特点、环境条件以及技术要求,采取精细化设计思路。在实施过程中,需加大对施工方案的动态调整能力,根据施工进度和现场实际情况,及时优化初始方案以应对突发问题。加强施工方案的交底工作,确保每个施工环节的具体要求和技术细节清晰传达,以减少因沟通不畅引发的管理漏洞。工程技术人员的参与也需得到重视,应在方案设计和修改阶段引入多方协作,通过组织专家论证和评估,提升方案的科学性与严谨性。最终,优化的施工方案不仅能够提高工程质量,还能够有效缩短施工周期,提升整体管理效果。

3.2 严格材料监控

在建筑工程管理过程中,材料质量及供应的控制直接关系到工程的整体质量和进度。严格材料监控是应对该问题的关键措施。需建立完整的材料采购和验收制度。在材料采购环节,应严格筛选供应商,签订明确的质量协议,确保材料符合设计和施工需求。对进场材料的质量验收,应采用专业检测手段,确保不合格材料不得进入施工现场。加强材料存储管理,避免因环境、储存不当等因素导致材料性能下降。实现全过程动态监控是提升材料管理效率的重要环节,通过引入信息化管理工具实时跟踪材料的采购、运输、验收及使用情况,确保流通环节透明可控。全面的材料监控措施可有效减少材料相关问题对工程质量及工期的影响,为建筑工程管理提供了坚实保障。

3.3 提升现场管理能力

提升现场管理能力可通过引入先进的管理工具和技术,加强对施工现场的实时监控与反馈机制,确保信息流通的高效。强化现场管理人员的专业技能,通过定期培训和评估,提高管理水平与决策能力,从而全面提升建筑工程管理的效率和质量。

4 建筑工程管理模式的构建

4.1 信息化在建筑工程管理中的应用

信息化在建筑工程管理中的应用已经成为提升工程管理效率和质量的关键手段。通过信息技术,建筑工程管理实现了从传统模式向现代化管理模式的转变。在信息化的支持下,项目管理者能够实时获取和分析工程相关数据,从而做出更为科学和高效的决策。建筑信息模型(BIM)技术的应用,推动了工程设计、施工和运营的全生命周期管理,减少了信息孤岛现象的发生。BIM的三维可视化和数据分析功能能够帮助工程各方更好地沟通和协调,极大地降低了因沟通不畅导致的施工错误和返工现象。

项目管理软件的应用也是建筑工程信息化的一大体现。先进的管理软件提供了合同管理、进度控制、成本核算等功能,便于管理者对项目进行全方位监控和调整,确保项目的整体进度和资金使用与计划相符。移动端应用程序的开发和使用,使得现场管理人员可以随时随地了解工程进展,进行远程监控和数据记录,提高了现场管理的灵活性和应变能力。信息化技术在建筑工程管理中的普遍应用,不仅提升了管理效率,还为建筑行业的可持续发展奠定了基础。通过构建信息化管理模式,有效应对了传统管理中的诸多挑战,推动建筑工程向智能化、精细化方向发展。

4.2 标准化在建筑工程管理中的应用

标准化在建筑工程管理中的应用是提升管理效率和工程质量的关键环节。在建筑工程中,标准化有助于统一施工流程和规范,确保各个环节的有序进行和协调。这包括从设计到施工的整个过程,贯穿于工程的每一个阶段。通过建立健全的标准化施工流程,可以减少由于操作不一致导致的质量问题,并有效降低工期延误的风险。标准化也为质量控制提供了具体的量化指标,使得监控和评价变得更加精准。人员培训和操作规范的标准化使员工能够更好地理解和执行工作任务,进一步提升整个团队的工作效率和项目的经济效益。在标准化的指引下,建筑工程管理能够实现更高层次的专业化和系统化,从而更好地应对管理中的各种挑战。

5 建筑工程管理模式的实用性和优越性

5.1 应用新模式处理制约因素

新模式在建筑工程管理中,通过信息化和标准化手段,有效应对制约因素,显著提升管理效果。在施工方案的合理性方面,新模式通过利用先进的软件工具,实

现施工计划的数字化模拟和优化,确保施工过程中的每一个环节都能按计划高效推进。针对工程材料的质量及供应,新模式通过建立全面的质量控制系统,结合实时数据监测和追踪技术,确保材料的质量和供应链的稳定性。现场管理的效率则通过信息化手段实现智能化调度和资源配置,提升整体协同能力。人员素质的提升在新模式中依赖系统化的培训和考核机制,确保员工具备高效完成任务的能力。通过这些举措,新模式不仅解决了传统管理中存在的主要障碍,还在工程实践中呈现出极大的实用性和优越性。

5.2 优化现有模式提升管理效果

在优化现有建筑工程管理模式以提升管理效果的过程中,新模式的实践显示出明显的优越性。通过信息化管理系统,能够实现对工程各环节的动态监控,提高了问题发现的及时性与决策的准确性。标准化流程的引入,加强了施工方案的执行力,减少了因人为因素导致的施工偏差。信息化与标准化结合应用,促进了不同施工单元与环节之间的信息共享与协调,降低了资源浪费与工期延误的风险。这些优化措施不仅提升了施工效率和质量,还有效控制了工程造价,实现了更高的经济效益。新模式的应用验证了其在复杂、多变的工程环境中的适应性及高效性。

5.3 新模式下的工程质量和经济效益

新模式在提升建筑工程质量方面,通过标准化流程和信息化技术的应用,有效减少人为错误,提高施工精确度。严格的质量监控和实时数据分析确保了施工的一致性和安全性。在提高经济效益方面,新模式通过优化资源配置,降低浪费,缩短工期,从而显著降低总工程成本。信息化管理还提高了沟通效率,减少了因信息不对称导致的延误和预算超支。这一模式为工程管理提供了更具前瞻性的工具,优化了整体效益。

6 结束语

本次研究针对建筑工程管理中存在的问题进行了全面深入的探讨并给出了相应的解决策略。我们发现,建筑工程管理的制约因素主要包括施工方案的合理性、工程材料的质量及供应、现场管理的效果以及员工的素质等。针对这些制约因素,我们提出了相应的解决措施,如优化施工方案、严格控制材料质量、增强现场管理效能以及改进员工培训等。在提出解决措施的同时,我们提出了更为系统性的建筑工程管理模式,强调了信息化和标准化在改善建筑工程管理中的重要作用。然而,值得注意的是,虽然我们的研究成果可以针对特定问题提供解决方案,但在具体操作过程中,仍需要考虑多种复杂因素。例如,如何在保证质量的前提下,尽量降低项目成本,以期实现经济效益的最大化等。在未来的研究工作中,我们将致力于研究各类新兴技术,如大数据和人工智能等在建筑工程管理中

的应用,以提供更为高效、灵活、经济的建筑工程管理方案。我们期望,随着技术的发展,未来的建筑工程管理将能够更好地应对各种制约因素,从而提高工程质量和经济效益。

[参考文献]

- [1]黎艳梅.浅谈建筑工程管理的制约因素及应对措施[J].魅力中国,2021(21):0097-0099.
- [2]王新新吴静.建筑工程管理的制约因素及应对措施[J].新材料·新装饰,2022,4(15):160-162.
- [3]邱教兰.浅谈建筑工程管理的制约因素与应对措施[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(10):76-78.
- [4]代效波.建筑工程管理的制约因素及应对措施研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2022(05):65.
- [5]王凯.探究建筑工程管理的制约因素及应对措施[J].建材与装饰,2020(15):165-166.

作者简介:翟艳红(1977.3—),性别,女,民族,汉,籍贯:河南省周口市商水县固墙镇,学历,本科。

政府投资项目造价审计方法与实践研究

杨应付

禄丰市审计局, 云南 禄丰 651299

[摘要] 工程结算审计是对工程造价的真实性、合法性和效益性进行的审查和评价。根据审计法实施条例第二十条规定, 审计机关应正确理解和把握政府投资项目中进行工程结算审计是审计机关的法定职责, 审计机关不仅要开展结算审计, 更要开展好竣工审计。因此对政府投资项目工程造价审计的方法进行探讨, 对我们搞好工程造价审计工作, 合理确定工程造价, 对推动政府投资项目的建设投资和管控以及提高政府投资效益起着极为重要的作用。

[关键词] 政府投资; 工程造价审计; 审计方法; 实践

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15103

中图分类号: F283

文献标识码: A

Research on Cost Audit Methods and Practices for Government Investment Projects

YANG Yingfu

Lufeng Audit Bureau, Lufeng, Yunnan, 651299, China

Abstract: Engineering settlement audit is a review and evaluation of the authenticity, legality, and effectiveness of engineering costs. According to Article 20 of the Implementation Regulations of the Audit Law, audit institutions should correctly understand and grasp that conducting engineering settlement audits in government investment projects is the statutory duty of audit institutions. Audit institutions should not only conduct settlement audits, but also carry out settlement audits well. Therefore, exploring the methods of engineering cost audit for government investment projects plays an extremely important role in promoting the construction investment and control of government investment projects, improving the efficiency of government investment, and ensuring the reasonable determination of engineering costs.

Keywords: government investment; engineering cost audit; audit methods; practice

引言

随着政府在基础设施建设方面的持续投入, 工程造价管理在政府投资项目中发挥着重要作用。作为项目管理中的关键环节, 工程造价审计不仅有助于确保公共资金的合理使用, 而且还能够有效防止浪费与腐败。该审计活动包括对项目全过程中的费用支出、资金流向以及合同执行情况进行深入的检查与分析, 其目的是确保项目开支的真实性、合法性及效益性。近年来, 随着政府投资项目规模的不断扩大与工程类型日益复杂, 造价审计工作面临的挑战愈加突出。在复杂的项目环境中, 审计人员不仅需要核实工程概预算、实际支出及工程变更, 还需要对施工过程中材料、设备、人工费用等方面进行细致审计, 以确保每项支出均真实合理。本文将探讨政府投资项目工程造价审计的方法与实践, 分析当前审计工作所面临的难点与挑战, 并提出相应的对策建议, 旨在为推动政府投资项目造价审计工作的发展与优化提供参考。

1 政府投资项目工程造价审计的目的

政府投资项目的工程造价审计主要目标在于实现财政资金的规范管理与高效使用。通过对项目造价的全面审核, 在最大程度上为工程建设节约不必要的开支, 进而减少财政资金的损失浪费, 同时防范廉政风险。与此同时,

审计工作的另一重要任务是严格把控项目各阶段成本的合理性。通过对工程量、价格标准及合同执行情况的详细核查, 确保造价数据的真实与准确, 为政府的科学决策与项目优化提供坚实的依据。在此过程中, 审计不仅关注资金的经济效益, 更注重其社会效益。通过加强对资金使用全过程的监管, 推动投资项目在质量、进度与成本之间的平衡, 有利于提高项目质量效益, 节约投资成本, 促进公共基础设施建设的顺利推进, 并支持社会经济的可持续发展。

2 工程造价审计的难点

2.1 对关键组成部分的审计

在政府投资项目的工程造价审计中, 关键组成部分的审计被认为是一个核心难点。这些组成部分通常包括项目中的关键工序、大宗材料、重要设备及特殊技术应用等, 它们在造价中占据着重要地位, 直接影响整个工程的成本与效益。然而, 鉴于其技术复杂性和专业性, 审计过程中常面临数据难获取与核算标准不统一的问题。例如, 材料与设备的价格波动较大, 采购渠道众多, 这使得成本核实的难度被大幅增加。同时, 施工过程中的工艺标准及工程量计算方法较为复杂, 也对审计人员的专业能力与经验提出了较高要求。除此之外, 项目建设规模、建设内容变化、设计变更等不可控因素经常导致关键组成部分造价的变

化,从而进一步加大了审计工作的难度。

2.2 对造价真实性和合理性的审计

在政府投资项目的工程造价审计中,审查造价的真实性与合理性通常是关键难点,因为其直接影响资金使用的质效。真实性审计的主要任务是核实项目造价是否与实际发生的费用相符。然而,在实际工作中,某些施工单位可能通过虚增工程量、高估冒算、虚假变更等手段抬高项目成本,从而增加了审计的难度。与此不同,合理性审计则侧重于审查工程成本是否符合计价标准及市场行情。然而,由于市场价格波动、区域经济差异以及某些特殊工艺的个性化需求,通常很难找到统一的衡量标准^[1]。同时,设计变更、工期延期及不可抗力等不可控因素常常导致造价突破概预算,从而进一步增加了合理性判断的复杂度。此外,随着市场经济的发展,国家为充分发挥市场在资源配置中的决定性作用,全面放开了实行政府指导价管理的建设项目专业服务价格,在实行市场调节价的过程中,由于相关行业主管部门的监管未跟上、经营者行业自律缺失,在经济利益的驱动下,经营者违反标准规范规定或合同约定、降低服务质量、减少服务内容、价格欺诈等行为时有发生,这也给待摊投资费用的真实性与合理性审计带来了更大的挑战。

2.3 对工程物资设备的审计

工程物资设备审计也是工程造价审计中的一项关键难点,其复杂性主要源于物资设备的多样性及核查标准缺乏统一性。在施工过程中,所需物资种类繁多,包括土建材料、装饰材料及机电设备等,这些物资的来源渠道广泛,采购方式各不相同,导致价格透明度较低且波动性较大。此外,部分物资设备可能涉及特殊定制或进口,其定价及运输成本的核算也相对复杂。在审计过程中,还需核实物资设备的实际使用情况是否与采购清单及施工计划一致。然而,由于现场管理水平有高低,实际消耗与理论消耗之间往往存在差异。另一方面,施工设备是自有、还是租赁,对折旧费用的影响同样是审计的重点,尤其在大型项目中,设备的使用周期、转场费用及维护保养费用的核算环节易引发争议。同时,部分物资设备在项目实施过程中可能存在浪费、盗卖或重复采购的现象,这使得对施工物资设备的审计不仅需对详细的账目记录进行核对,还需对现场实际情况进行仔细核实。

2.4 对施工合同的审计

施工合同审计也是工程造价审计的重要内容,其复杂性主要体现在合同条款的多样性、执行过程的动态变化以及与造价相关内容的紧密联系上。施工合同通常涵盖工程范围、工期要求、技术标准、计价方式及支付条款等多个方面,这些条款对工程造价的计算与分配起着直接作用。由于合同内容本身的专业性与复杂性,审计过程中需要逐条核查合同条款是否符合相关法律法规及项目实际需求。

然而,在实际操作中,合同文本可能存在条款表达不清、约定模糊或附加条款遗漏等问题,这些都为审计工作带来了理解与判断上的挑战。此外,合同执行过程中,由于施工计划调整、设计变更或不可抗力等因素,这使得原合同内容与实际执行情况之间存在一定的偏差,从而对审计的全面性与准确性提出了更高要求^[2]。同时,在施工结算阶段,还需核实支付条款的执行情况,确保其符合合同约定,避免超范围支付、重复支付或拖延支付等问题。合同中涉及的各项变更、索赔与争议处理记录同样是审计的重点内容,然而,由于信息记录不完整或真实性不足,这些内容增加了审计工作的难度与复杂性。

3 政府投资项目工程造价审计的方法

3.1 工程图纸的全面审计

工程图纸审计在政府投资项目的造价审计中具有至关重要的作用。它不仅为审计人员提供了核查项目造价的技术依据,还能够揭示潜在的设计缺陷与施工难点,从而对项目造价进行有效控制。作为项目实施的技术蓝图,图纸详细描述了结构设计、施工工艺、材料选型及设备配置等内容,是计算工程量与编制预算的基础。在进行全面审计时,图纸的完整性与准确性需重点核实,确保所有施工项目信息被准确标示,避免遗漏或错误标注对造价计算产生偏差。此外,图纸中的工程量计算、材料用量及设备配置等细节,直接影响预算的准确性。审计人员应对照设计图纸与预算文件,逐项核对,确保每个费用项目的合理性与可行性。施工图纸的变更情况应作为审计的重点,尤其是在项目实施过程中,设计变更或施工现场实际情况的变化常常导致图纸修改。在审计时,图纸变更是否符合规定流程、是否经过审批,以及变更后的工程量是否真实,需仔细检查。此外,图纸是否符合国家及地方的工程建设规范与标准,是否经审图机构审查合格,也应进行检查,以确保项目实施过程中避免因设计不当产生额外费用或风险。

3.2 工程概预算与决算差异的对比审计

工程概预算与决算差异的对比审计是政府投资项目工程造价审计中的一种关键分析方法。通过对比项目概预算与决算之间的差异,潜在问题与风险在造价控制中得以揭示。概预算是在项目开工前,依据设计图纸及相关技术资料进行的估算和预算,反映了项目的预期造价和投资控制依据,通常依据计价标准来编制。而决算则是在项目完工后,根据实际发生的费用与实际完成的工程量进行编制。审计人员通过对比审计,能够对概预算与决算之间的差异进行系统分析,判断差异的合理性及其产生原因。这些差异的来源可能是多方面的,如工程量变化、材料价格波动、工艺调整、设计变更或施工延误等。通过对比能够发现是否存在“三超”问题,通过深入剖析这些差异,审计人员能够识别是否存在不合理费用支出、资源浪费或项目管理

漏洞。例如，如果实际费用远高于预算，可能是由于材料采购不当、施工方案频繁变动或管理不到位等原因所致；反之，若费用明显低于预算，则可能意味着项目某些部分未按计划完成，或某些环节未全面实施。

3.3 人员询问与调查审计

人员询问与调查审计也是政府投资项目工程造价审计中的重要手段之一。通过与项目建设、管理及相关部门人员的直接沟通，审计人员能够获得第一手资料，从而全面了解项目的实际执行情况。在审计过程中，人员询问的范围不应仅限于与财务人员和工程管理人员，还应涵盖施工现场的项目经理、监理、造价、设计及分包人等各参建方，以确保信息来源的充分性和真实性。通过这些询问，审计人员能够掌握项目实施中的关键问题，如项目进展、材料采购、工程变更及成本控制措施，从而判断实际支出是否合理，是否符合预算。此外，调查审计还可通过审核相关人员的工作记录、会议纪要、施工日志、监理日志等资料，进一步核实项目操作是否遵循法律法规及合同条款^[3]。此过程有助于识别管理漏洞及资金流向不清的问题，特别是在资金支付、工程变更和设备采购等环节，超预算支出、虚报工程量或重复计费等情况是否存在。通过人员询问与调查，使审计证据的充分性得到加强，还能帮助审计人员更加深入地了解现场实际情况，弥补工程结算书审核中可能遗漏的细节。

3.4 现场实地复核审计

项目现场实地复核是结算审计中不可缺少的重要环节，也是结算审核中的一个重要方法。通过现场走访、检查与测量，项目的实际情况能够被审计人员更直观地掌握，能够为做好工程项目结算审核提供有力支撑，可以有效强化结算审核质量、降低结算审核风险。实地复核通过对照工程结算资料，准确复核实际工程量，核实实际施工数量是否与结算工程量相符，同时也对工程质量、材料使用等多方面予以关注。通过现场调查，图纸与项目实际实施情况的一致性得以核对，对是否存在未按照设计要求进行施工或是否按设计变更进行结算导致结算与实际不符的情况，也能够被识别。对于实地复核的结果，审核人应现场制作相应的复核记录，并经参与复核的各方签字确认，同时在复核的过程中，要使用拍照、录像等方式详细记录现场情况，确保记录准确、完整。

3.5 合同条款与履约情况审计

合同条款与履约情况审计是政府投资项目工程造价

审计中至关重要的一环，旨在确保项目在合同规定的框架内顺利实施，避免因履约不当导致成本超支或工期延误。审计人员首先需要详细审核合同中的各项条款，特别是费用支付、工期、质量标准、项目变更及违约责任等关键内容，确保合同条款清晰、具体且具有可执行性。在此基础上，审计还需要对项目的实际履约情况进行深入分析，评估是否存在未按合同约定执行的情况，如施工进度延迟、未经批准的变更或费用增加等问题^[4]。审计过程中，审计人员将对项目的相关文件、记录和报告进行核查，包括施工日志、工程变更单、验收报告等，以便了解各方在项目执行中的实际表现，确认是否存在任何违规行为或潜在风险。此外，审计人员还需关注合同履行过程中各方的合作情况，特别是在面对项目变更或争议时，是否遵循了合同规定的程序，是否有充分的审批流程和依据，防止项目造价出现无端增加或不合理支出。

4 结语

政府投资项目造价审计在确保公共资金合理使用、促进项目透明管理方面发挥着至关重要的作用。通过对审计方法与实践的探讨，可以看出，尽管审计工作面临诸多挑战，项目复杂性较高、审计人员专业素养有待提升等问题，但随着审计工作的越来越规范，这些问题有望得到有效解决。完善的审计流程、精准的审计工具和技术手段，将进一步提高审计工作的效率和准确性。未来，随着政府投资项目规模的不断扩大，审计工作的复杂性将愈加突出，因此，必须持续优化审计方法，科学规范地开展审计工作，以确保公共资金的合理使用，推动项目的高效实施，并实现社会效益与经济效益的最大化。

[参考文献]

- [1] 吴时贵. 浅析政府投资项目工程造价审计的重点和方法[J]. 建材与装饰, 2019(12): 181-182.
 - [2] 吴本国. 政府投资项目工程造价审计的重点和方法[J]. 企业改革与管理, 2017(4): 117.
 - [3] 洪鑫. 大数据时代下政府投资项目造价审计方法创新的几点思考[J]. 时代金融, 2018(9): 175.
 - [4] 余彬. 政府投资建设项目工程造价审计的几种方法[J]. 四川建材, 2014, 40(6): 269-271.
- 作者简介：杨应付（1990.7—），男，毕业院校：云南农业大学水利水电与建筑学院，所学专业：水利水电与建筑工程专业，当前就职单位：云南省楚雄州禄丰市审计局，职务：政府投资审计中心主任，职称级别：中级。

公路隧道施工安全管理技术应用及分析

王金亮

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]在公路建设的关键阶段, 针对公路隧道施工这一环节, 必须充分考虑其独特的地质构造及施工环境因素。随着技术的不断进步和施工标准的不断提升, 隧道施工安全管理逐渐成为提高施工质量和确保人民生命安全的重要保障在公路隧道施工领域, 文中通过分析普遍存在的安全隐患及风险要素, 并深入研究了现阶段隧道施工中采纳的安全管理策略, 尤其是对先进的安全监控技术、应急应对体系以及现场人员管理等方面的运用。在此基础上, 文中提出了具体且实用的安全管理举措, 旨在降低施工过程中的安全事故发生率, 确保隧道施工的顺畅进行。通过对地质条件各异情形下的安全管理要领进行深入剖析, 文章旨在为公路隧道施工安全管理的理论与实践发展贡献理论依据与技术参考。

[关键词]公路隧道; 施工安全; 管理技术

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15118

中图分类号: U455.1

文献标识码: A

Application and Analysis of Safety Management Technology in Highway Tunnel Construction

WANG Jinliang

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: In the critical stage of highway construction, it is necessary to fully consider the unique geological structure and construction environment factors of highway tunnel construction. With the continuous advancement of technology and the improvement of construction standards, tunnel construction safety management has gradually become an important guarantee for improving construction quality and ensuring people's safety. In the field of highway tunnel construction, this article analyzes the common safety hazards and risk factors, and deeply studies the safety management strategies adopted in current tunnel construction, especially the application of advanced safety monitoring technology, emergency response system, and on-site personnel management. On this basis, the article proposes specific and practical safety management measures aimed at reducing the incidence of safety accidents during the construction process and ensuring the smooth progress of tunnel construction. Through in-depth analysis of safety management essentials under different geological conditions, this article aims to contribute theoretical basis and technical reference for the development of safety management in highway tunnel construction.

Keywords: highway tunnel; construction safety; management technology

引言

公路隧道的建设是一项复杂且具有较高技术要求的工程, 涉及深埋、复杂的地质环境以及施工技术的不断创新。随着我国高速公路网络迅速扩张, 随之而来的是公路隧道工程规模与数量的持续攀升。地下隧道工程中的施工活动, 其过程的安全性问题始终是人们关注的焦点。在隧道建设作业期间, 施工人员、机械装置及施工条件等要素, 均可能诱致潜在风险, 进而引发严重的安全事件。在公路隧道建设领域, 确保隧道施工过程的安全, 亟需应用科学的安全管理技术, 这一问题亟待解决。本文就是针对公路隧道施工安全管理技术的应用进行分析和探讨, 以期促进施工的整体安全性与公路隧道的整体使用寿命。

1 公路隧道施工安全管理概述

路隧道施工作为基础设施建设的重要组成部分, 具有较高的技术难度和安全风险。在施工过程中, 隧道的特殊环境, 如地质条件复杂、地下水位不稳定、气候变化剧烈等, 都会对施工的安全性产生直接影响。因此, 公路隧道

施工的安全管理显得尤为重要。有效的安全管理不仅能够预防各类事故的发生, 还能提高施工效率, 保障人员和设备的安全, 从而确保项目按时保质完成^[1]。

实施公路隧道施工安全管理, 旨在系统化、科学化地预防及管控施工过程中的潜在风险, 以保证施工现场的安全与施工进程的顺利。在隧道施工领域, 传统的安全管理模式多仰赖人工进行实地监察, 尽管能够迅速识别隐患, 却常面临响应滞后的不足与效能低下的挑战。技术的不断进步使得现代化安全管理手段在隧道施工领域中得到了广泛应用。在隧道施工过程中, 安全管理不再仅限于人工巡检, 而是涵盖了包括高级监测系统、数据解析技术以及应急响应计划在内的多种策略。采用这些技术, 对隧道施工环境实施实时监控, 对潜在风险进行预测并发出预警, 显著减少了施工过程中的安全隐患。

在信息化技术迅猛发展的背景下, 隧道施工领域的安全管理模式正逐步向智能化与数字化转型。运用前沿的安全监控技术, 施工现场的环境状况、结构变动以及设备运

作得以实现即时跟踪与数据解析,以此保障安全措施的有效执行与风险隐患的即时辨识。通过构建现代隧道施工的安管理体系,不仅为施工单位提供了科学的治理工具,亦为项目顺利推进构筑了坚实的防线。

2 公路隧道施工安全管理的现状

在我国公路隧道建设持续推进的背景下,施工安全管理问题备受瞩目。尽管在施工过程中,公路隧道的安全管理问题频现,诸多难题亟待克服。在隧道施工领域,尽管已实施若干安全管理举措,然而隐患问题依然不容忽视。在隧道施工项目中,若缺失了有效的风险预判体系,施工人员对潜在的风险隐患认知匮乏,进而使得部分施工环节未能及时实施有效的安全保障措施。在施工现场这一复杂多变的领域中,传统安全管理手段往往难以迅速响应突发安全事故,显现出其缺乏灵活应变的能力。

就目前公路隧道施工领域而言,安全管理方面的问题可概括为以下几个层面:一是施工现场部分施工人员及管理人员安全管理意识薄弱,对安全重要性认识不足,因而常存侥幸心理,安全意识淡薄。二是在安全管理技术方面,部分老旧隧道项目存在监控设施与设备简陋的问题,导致无法有效进行实时监测与数据解析,进而造成安全信息反馈的延迟。三是在施工领域,安全培训体系尚存不足,部分施工人员因未接受系统化的安全教育及培训,导致其在应急处理方面能力匮乏。四是在安全管理领域,体制构建尚显不足,尽管现行制度构建相对完备,然而在执行环节,常常遭遇执行不力、管理宽松的难题^[2]。

3 公路隧道施工安全管理技术的应用

隧道施工领域,安全监测技术扮演着至关重要的角色,是其基础技术构成的重要组成部分。地质雷达、振动监测仪、位移传感器等传感器被部署于施工场地,以实现隧道掘进速度、地质条件及地下水位等关键指标的实时跟踪监控。在察觉到诸如地质活动、支撑结构不稳等潜在安全隐患时,该监测系统即刻启动警报机制,向施工团队传达紧急应对指令。后期施工决策得益于大数据分析云计算技术的融合,使得监测系统能够高效进行数据存储和趋势剖析,显著增强安全管理的前瞻性。隧道施工领域对建筑信息模型(BIM)技术的应用正逐渐增多,运用BIM技术对隧道施工项目实施全面管控与直观呈现,助力管理者高效执行现场监控、沟通协作与资源配置。在施工前,通过三维建模技术,能对设计阶段的潜在安全隐患进行识别与预防,有效提升了施工过程的安全保障水平。运用BIM技术,施工进度、安全监控以及资源调度等关键信息得以在单一平台上整合,进而实现全方位的安全管理方案提供。

随着人工智能和机器人技术的不断发展,隧道施工中的安全管理也逐渐趋向智能化。例如,运用无人机与智能机器人等高科技设备进行现场巡查,实时采集施工场地图像与数据,借助人工智能算法对所获信息进行深度解析,

有效自动辨识并揭示潜在安全隐患,施工人员得益于机器人技术的运用,得以规避险境,人工操作的风险亦随之降低。在隧道施工过程中,为应对可能发生的突发安全事故,普遍配置了自动化应急响应机制,遭遇紧急情况,此系统即刻触发应急措施,高效应对及处置,例如,一旦监测到隧道内出现有害气体泄漏或气压异常等问题,系统会自动开启通风设备,调节空气流通,确保施工人员的安全。应急响应系统的自动化可以大幅缩短响应时间,提高处理效率^[3]。

4 公路隧道施工安全管理的风险控制与预防措施

4.1 地质条件与施工环境风险控制

在公路隧道施工过程中,地质条件和施工环境的变化是影响施工安全的重要因素之一。地质条件包括岩土层的稳定性、地下水位、地震活动以及土壤的力学性质等,而施工环境则涉及气候、温度、湿度、空气质量等外部因素。由于隧道施工大多是在地下进行,施工区域的地质和环境变化直接影响到施工的顺利进行。因此,进行地质条件与施工环境的风险控制,是确保隧道施工安全的关键步骤。

鉴于地质条件的复杂,施工前必先全面开展地质勘察工作,详尽的地质勘探有助于掌握地层构造、岩土稳定性及地下水位等关键信息,进而识别出滑坡、坍塌、涌水等可能的地质灾害隐患。一旦地质风险显露端倪,需迅速实施技术性调整,诸如调整施工策略、选用强度更优的支护结构,抑或采纳防水技术等措施,旨在降低地质问题对隧道建设进程的干扰。例如,对于软弱地层的隧道施工,实施喷射混凝土加固与预应力锚索支护,旨在提升隧道结构的稳固性。

在隧道施工过程中,地下水渗漏构成了不容小觑的潜在威胁。隧道施工过程中,地下水渗透可能引发诸如坍塌及涌水等水害事故,因而需借助安装排水系统、应用防水材料等手段,以减轻地下水对施工安全的潜在威胁。在潮湿或频繁降雨的季节,施工现场的环境稳定性易受气候要素的负面影响。施工单位需构建完善的环境监控网络,对水位、温度、湿度等关键环境参数进行实时监控,遇异常状况进行调整与接入,以保障施工过程的安全稳定。通过科学的环境评估及有效的应对策略,可大幅降低地质及环境诱因导致事故风险,确保隧道施工得以顺畅推进^[4]。

4.2 施工技术与设备风险管理

随着隧道施工技术的不断发展,施工设备和施工方法也逐步向高效、精准、安全的方向发展。然而,施工技术和设备的应用过程中,也存在着一定的风险,这些风险主要来源于设备的故障、施工方法的不适应以及技术人员操作不当等因素。为了有效控制这些风险,必须在施工过程中加强施工技术和设备的管理与维护。

在施工过程中,技术选用与调整务必依据现场的具体状况与条件进行。例如,在软土层或地质结构复杂的地带,若沿用常规挖掘手段,则面临较大安全隐患,此时应采纳

盾构机械、喷射混凝土等前沿施工技术以应对。尽管相关技术能显著减少地质风险,但若施工人员缺乏必要的专业技能,或是设备操作失误,施工事故的风险依旧不容忽视。因此,在技术选定阶段,务必深入实施风险评估,并综合考虑现场地质状况、环境因素及设备功能,挑选出最适宜的施工方法。

施工设备的维护与管理至关重要。隧道施工需要大量的机械设备,如钻机、开挖机、盾构机、输送带等,这些设备的性能直接影响到施工进度和安全,施工过程中,设备一旦出现故障或损坏,极有可能引发施工停顿,甚至造成安全事故的严重后果,设备运行状态的维持,施工单位需定期执行检查与维护作业,以保证其性能处于最佳状态。为确保设备使用安全,操作人员需接受专业训练,掌握操作规范,以防因操作失误导致意外发生^[5]。

此外,在施工阶段,若技术人员经验欠缺或操作失当,亦可能引发潜在的安全隐患。施工单位需编制详尽的技术操作指导文件,并借助周期性的教育培训与技术研讨活动,增强技术人员的职业技能与安全防范意识。在施工现场,操作人员需精通应急应对措施,以便有效处理突发的紧急情况。通过强化施工技术与设备的管理与调控,显著减少施工潜在风险,保障隧道施工过程的安全流畅。

4.3 应急预案与现场管理

应急预案和现场管理是确保隧道施工安全的重要组成部分,能够帮助施工单位应对突发事件,并及时采取有效的处理措施,防止事态恶化。在隧道施工环节,突发状况频发,诸如岩土坍塌、水涌、气体外泄及设备故障等,故此编制严谨的应急计划并强化现场管控显得尤为关键,预防性及应对突发性事故所采取的预案措施。构建一套完备的预案体系,需涵盖对事故的迅速应对机制、事故处理流程、应急物资的筹备、疏散路径的规划以及应急通信的联络等多个方面。在制定应急预案时,必须充分考虑常规风险类别,并针对隧道施工的特定性质,组建专门的应急处理团队,同时清晰界定每位成员的职责与使命。面对突发的紧急事件,组成的专业应急队伍迅速作出反应,对事故进行高效处置,力求降低损害^[6]。

现场管理是施工安全的基础,直接关系到各项安全措施的落实。在施工现场管理中,安全检查、人员分工与设备使用、施工进度以及环境保护等方面均需得到充分考虑。施工现场的安全得以保障,依赖于施工单位精心编制的细致管理方案,同时配备专业的安全管理部门,专职进行现

场的安全监督与执行检查。施工现场的安全巡查应由管理人员定期执行,以便及时揭露潜在隐患并实施相应整改措施。施工现场管理需确保作业人员正确使用安全防护设备,严格执行安全操作规范,以杜绝因操作不当造成的安全事故。

此外,应急预案与现场管理应结合施工现场的实际情况进行调整和完善。在隧道施工进展过程中,风险要素与管理要求随之演变,因此应急预案需定期修订并实施演练,以保障其时效与操作便捷性。基于严谨的预案制定与精准的现场操控,显著增强施工场地的紧急应对实力,确保隧道工程的安全施工,大幅降低事故发生率^[7]。

5 结语

公路隧道施工是一项高风险的工程活动,施工过程中涉及的安全问题和隐患复杂多变。随着技术的不断进步和施工标准的不断提升,隧道施工安全管理逐渐成为提高施工质量和确保人员生命安全的重要保障。本文通过对隧道施工安全管理现状的分析,结合具体的安全管理技术应用实例,探讨了如何通过科学的安全管理方法有效防范隧道施工中的风险,确保施工人员和设备的安全。随着信息化、智能化技术的快速发展,公路隧道施工的安全管理工作也在逐步升级。尤其是安全监控技术、应急响应系统以及智能化管理平台的应用,为隧道施工提供了更加精准和高效的安全保障。

[参考文献]

- [1]郑孟林.公路隧道施工安全管理技术应用与分析[J].上海建材,2024(5):76-78.
- [2]王刚.高速公路隧道施工安全管理与事故预防措施[J].汽车周刊,2024(11):171-173.
- [3]唐继辉,王世武.高速公路隧道施工中的安全管理与技术创新[J].交通建设与管理,2024(4):115-117.
- [4]王虎良,武玉清.岩溶、岩堆体山岭公路隧道施工安全管理研究[J].工程建设与设计,2024(1):229-231.
- [5]杨恩总.高速公路隧道施工安全技术管理策略思考[J].城市建设理论研究(电子版),2023(30):37-39.
- [6]简益义.加强隧道施工安全管理的具体措施分析[J].交通科技与管理,2023,4(1):144-146.
- [7]樊庆文.公路隧道施工安全风险管理体系构建[J].中华建设,2022(8):59-60.

作者简介:王金亮(1990.6—),毕业院校:新疆交通职业技术学院,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:工程师。

地下管线临时架空受载保护技术研究

王志

上海建工集团股份有限公司, 上海 200062

[摘要]在“城市交通更新”背景下的市政道路桥梁交通功能提升工程(改、扩建工程)必然会遇到各类复杂地下管线,当管线无法迁移时,地下管线的保护必然是一项重点工作。文中依托上海外环某段交通功能提升工程,针对施工红线内地下高危输油管线、燃气管线无法迁移,浅析市政道路桥梁改、扩建工程在遇到高危地下暗埋管线,在保护范围内需要凌空受载时,采取路基箱+板梁的临时管线保护施工技术,为类似工程提供参考。

[关键词]架空受载;路基箱;板梁;管线保护

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15133

中图分类号: TN912.3

文献标识码: A

Research on Temporary Overhead Load Protection Technology for Underground Pipelines

WANG Zhi

Shanghai Construction No. 5 Construction Group Co., Ltd., Shanghai, 200062, China

Abstract: In the context of "urban transportation renewal", the improvement of municipal road and bridge traffic functions (renovation and expansion projects) will inevitably encounter various complex underground pipelines. When the pipelines cannot be relocated, the protection of underground pipelines is inevitably a key task. Based on the traffic function improvement project of a certain section of the Shanghai outer ring road, this article analyzes the temporary pipeline protection construction technology of using roadbed boxes and slab beams for municipal road and bridge renovation and expansion projects when encountering high-risk underground buried pipelines within the construction red line that cannot be relocated, which provides reference for similar projects.

Keywords: overhead load; roadbed box; plate beam; pipeline protection

引言

城市市政工程地下管线保护需要充分地掌握管线的原始的资料。经过多方面去收集原有的地下管线的资料信息,尽量不要让施工同原有的管线出现冲突。当出现冲突时,如何因地制宜,经济合理的地下管线施工保护技术措施是建筑行业研究的一个重要问题。当管道保护要求高,遇到施工无法避开,管线临时架空受载时,常规盖板涵(钢筋混凝土、砌体等结构)需开挖,对原状土体扰动大,开挖后管线暴露等防腐处理要求高,施工周期长,施工成本高等因素,往往不能满足工程的工期和成本要求。本文结合上海外环某段交通功能提升工程的具体施工案例,浅析路基箱+板梁架空管线受载形成临时管线保护技术。

1 工程概况

本工程交通功能提升工程 P100-105 段,南北向敷设有两条高压输油管道,一条高压燃气管道。根据国家及上海市燃气管道保护办法及相关权属部门意见管线要求:高压输油管保护范围为管线中心线两侧各 5m;高压燃气管道为管线中心两侧各 6m。

表 1 输油、燃气管线概况

管线	走向	管材、管径	管道埋深	保护要求
输油管	南北向(两条)	钢管: 610mm、273mm	1.57~2.9m	管道中心两侧 5m
燃气管	南北向	钢管: DN500	1~1.55m	管道中心两侧 6m



图 1 P100-P105 管线平面图

为确保现状南北向外环主线交通正常运行,中间施工区域狭小(约 16m 宽),其中老桥盖梁为减少扰动,无法拆除,老桥盖梁端头之间水平间距仅 5m 左右;现状外环主线从吕家浜(P101 处)起坡,至 P105 处桥下净空高度约:0~3m,吊装机械无法正常进出、旋转作业,因此在车道中间不满足吊装施工条件,西侧有 500KV、220KV 高压线,高压线下净空较小(40~54m),受西侧高压线影响,采取吊装机械站在东侧吊装。吊装期间,400t 履带吊后配重旋转及松钩过程位于管线上方,对于输油管线和燃气管线影响大,管线上方需采取临时架空

受载区域保护措施。

2 架空管线受载施工技术措施

2.1 路基箱+板梁临时保护技术

管线临时架空受载区域保护,并监测区域:P100~105外环东侧,此区域钢结构作业时,履带吊超起工况作业时,超起配重需在输油管与高压燃气管保护范围以内,故需对输油管与高压燃气管进行保护。保护方法:采用10组22m板梁在管线架5米外设置路基箱架空受载,履带吊后配重最大超起配重为200t。如下图所示:

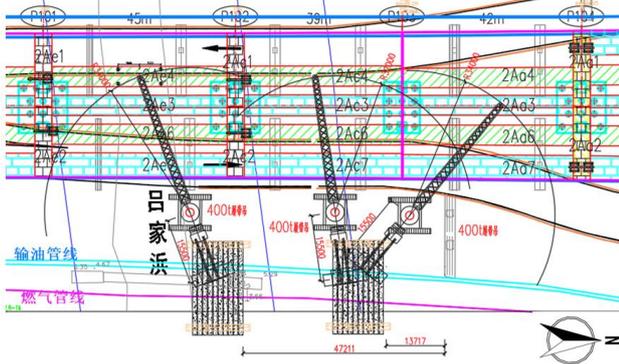


图2 吊装施工与输油、燃气管线平面图

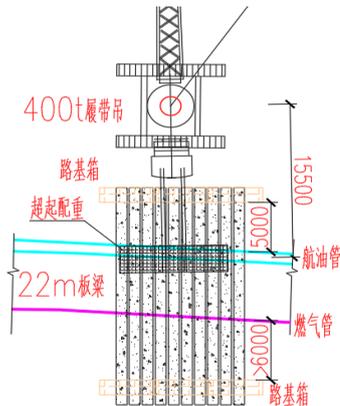


图3 路基箱+板梁架空管线细部平面图

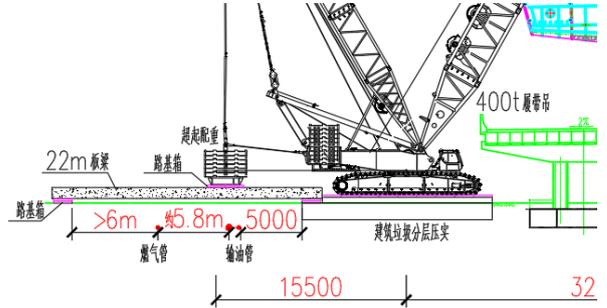


图4 路基箱+板梁架空管线细部断面图

2.2 路基箱+板梁管线保护措施安全性计算

(1) 荷载组合取值依据

《先张法预应力混凝土空心板(桥梁)》(2015 沪G1005)(DBJT08-101-2015)。

(2) 先张法预应力混凝土空心板梁承载力

施工现场根据老桥拆除下来的空心板梁重复利用,经查询老桥原有资料:空心板(梁)底宽1100mm,底面横向为平坡;中板(梁)顶宽1250mm,边板(梁)顶宽1475mm,混凝土的强度等级:C50;钢筋:采用HPB300和HRB400钢筋。根据图集规范查询如下表2和表3:

根据荷载表可得出22m长,0.95m高,板梁承载能力极限状态设计弯矩及剪切力(基本组合),如表4:

表4 板梁承载能力极限状态设计弯矩及剪切力

梁高	跨中正截面抗弯	支点抗剪	备注
0.95m	4259KN.m	1144KN	中梁
0.95m	4304KN.m	960KN	边梁

注:上述数值按DBJT08-101-2015规范而得;

(3) 施工现场履带吊施工参数说明

现场实际吊装时,履带吊超起配重最大200t,托架9.95*2.7m,分别由10组板梁承担。每组板梁反力:1.15*(200+2*5)/10=24.15t(不均匀分布系数取1.15)。

表2 中板荷载数据

跨径: 22m

中梁

汽车荷载: 城-A级/公路-I级

2015 沪 G1005 第 28 页汇总

荷载及荷载组合	弯矩 (KN.m)					剪力 (KN)				
	支点	L/8	L/4	3L/8	跨中 L/2	支点	L/8	L/4	3L/8	跨中 L/2
裸梁自重	-1	367	728	910	988	192	147	95	52	0
结构自重	-2	674	1345	1684	1828	349	272	176	96	0
汽车(不计冲击)	0	502	720	897	972	360	258	147	121	91
基本组合(计冲击)	-2	1843	3142	3927	4259	1144	848	511	355	172
短期效应组合(计冲击)	-2	1026	1849	2312	2509	601	453	278	180	64
长期效应组合(计冲击)	-2	875	1633	2043	2217	493	375	234	144	36
标准组合(计冲击)	-2	1293	2233	2791	3027	793	590	357	244	112

表 3 边板荷载数据

跨径: 22m
汽车荷载: 城-A 级/公路-I 级
边梁: 2015 沪 G1005 第 30 页汇总

荷载及荷载组合	弯矩 (KN.m)					剪力 (KN)				
	支点	L/8	L/4	3L/8	跨中 L/2	支点	L/8	L/4	3L/8	跨中 L/2
裸梁自重	-1	396	786	984	1067	207	158	102	56	0
结构自重	-2	686	1368	1714	1860	355	277	179	97	0
汽车 (不计冲击)	0	378	717	898	974	230	194	149	122	92
基本组合 (计冲击)	-2	1623	3167	3966	4304	906	733	518	360	174
短期效应组合 (计冲击)	-2	951	1870	2342	2542	516	412	283	183	64
长期效应组合 (计冲击)	-2	837	1655	2073	2249	447	354	238	146	37
标准组合 (计冲击)	-2	1152	2252	2820	3061	639	515	362	248	113

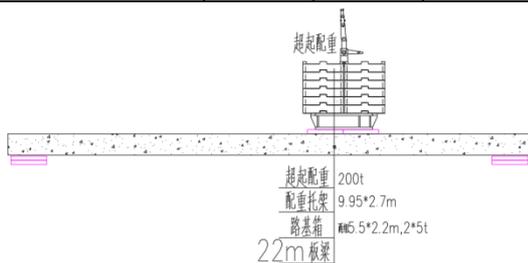


图 5 超起配重断面图

表 5 桥面板梁自重参数

序号	板梁位置	自重 (KN/m)	备注
1	中板梁	14.76	梁高 0.95m
2	边板梁	15.48	梁高 0.95m

(4) 板梁承载力验算

根据结构工程 CAD 软件 (TSSD 计算软件): 弯矩和剪力计算如下。

计算简图:



图 6 计算简图

弯矩计算结果:



图 7 弯矩计算结果

$M_{max}=2400KN.m < [M]=4259KN.m$, 满足要求!

剪力计算结果:

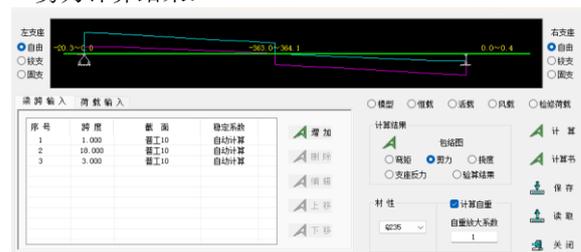


图 8 剪力计算结果

$V_{max}=364KN < [V]=960KN$, 满足要求!

3 路基箱+板梁管线保护施工概述

本工程在制定路基箱+板梁管线保护措施前, 分阶段做好以下准备工作:

3.1 管线保护施工前策划

管线的保护工作需要多方面收集原有的地下管线的资料信息, 积极协调各方意见, 达成统一目标: 在保护管线安全的情况下, 经济、合理地完成施工任务。

(1) 通过对接管线权属单位、第三方勘测单位实测、开挖样沟等方式, 确定管线的平面位置、埋深、管径、管道材质、管道连接方式、管道压力等管道信息, 明确管道的保护范围及保护要求。

(2) 由建设单位组织后, 对接设计、勘察、管线权属部门, 针对管线的保护要求, 结合现场实际设计情况, 地勘情况等, 进行经济、合理、工期短等可行性最优的管线保护技术策划, 制定专项管线保护施工方案、监测方案, 根据管线保护要求及各方意见, 可邀请专家组织论证。

3.2 管线保护施工中的管控

管线保护工作的落实需要管线权属单位、施工单位等多方共同配合、协作完成。

(1) 管线保护施工过程中明确有效的管理制度, 包括管线附近施工时报备制度, 权属单位、监测单位及施工单位巡查、旁站制度, 以及出现预警时的应急救援制度。

(2) 具体到施工现场, 主要从“人、材、机、法、

环”等方面落实。做好人员交底，施工时，管线单位及施工单位管理人员现场旁站、巡视检查。使用的路基箱、板梁等材料进场验收符合要求，施工机械验收合格，施工时按照施工方案实施，施工过程中注意对周围现状老桥等周边构筑物、管线的影响。

3.3 管线的监测

在施工过程中，由于卸载与加载导致土的缺失或挤压，会对周边环境产生一定的影响，造成周边土体不同程度的沉降和位移。为了保障主体工程的顺利进行，确保输油、燃气管道不因施工造成破坏，必须对施工影响范围内的输油管道进行变形监测。

管线监测是保证管线安全必不可少的措施，管线保护施工人员及管线监护/监测人员（提前联系）对管线全程监护。本工程监测设置如下：

施工距离管道 25m 内按照 20m 布置，25~50m 内按照 40m 布置一个测点；路基箱+板梁施工以及吊装施工过程中监测频次：1 次/天。报警值：管道平面位移监测：日报警值 2mm/天、累计 8mm；管道垂直位移监测：日报警值 2mm/天、累计 8mm；

4 结语

本文依托于上海外环某段交通功能提升工程在无法

避开地下高危管线时，采用路基箱+板梁临时管线架空受载措施，解决地下管线保护问题。路基箱+板梁相对于其他盖板涵措施，有着拆卸、组装灵活方便，施工周期短，成本低，板梁承受荷载能力大等优点。实际施工过程中，可根据管线埋深、保护范围、临空荷载等要求，可灵活运用改造、翻建施工现场不同不同尺寸的拆除构件，在分析验算的基础上，作为盖板，用于管线的上方保护措施。既节省工期、成本，旧构件重复利用，也符合绿色施工。在“城市更新”的背景下，有利于相关工程的借鉴。

【参考文献】

- [1]上海市人民政府.上海市石油天然气管道保护办法[S].上海:上海市人民政府令第 64 号,2022:2.
 - [2]上海市人民政府.《上海市民用机场航空油料管理保护办法(2010 修正)》[S].上海:上海市人民政府,2010:4.
 - [3]上海市住房和城乡建设管理委员会.《先张法预应力混凝土空心板(桥梁)》(2015 沪 G1005)(DBJT08-101-2015)[S].人民法院电子音像出版社,2015:2-3.
- 作者简介:王志(1992.6—),毕业院校:上海海事大学,所学专业:交通工程,当前就职单位:上海建工集团股份有限公司,职务:项目经理,职称级别:中级工程师。

隧道施工难点及技术措施研究

薛广彬

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830011

[摘要]隧道施工作为一项复杂且具有挑战性的工程任务,常面临一系列的施工难点。隧道施工的挑战不仅源于地质构造的独特性、水文状况的复杂性,以及自然环境的难以预测性,亦涵盖施工安全、成本管控与进度控制等关键议题。因此,确保隧道工程顺利实施,有必要深入分析施工过程中所遇到的难题及其对应的技术解决方案。在隧道施工领域,剖析并应对技术难关,制定技术方案与管控办法,力求增强施工安全、优化品质与提升效率。在隧道施工领域,针对诸如围岩稳定性、水土压力控制及通风排水系统等常见问题。通过融合现代技术手段,如地下水压控制技术、智能监测及支护设计优化等,旨在为隧道建设提供更为科学、高效的解决策略。

[关键词]隧道工程施工; 施工难点; 技术措施

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15126

中图分类号: U45

文献标识码: A

Research on Difficulties and Technical Measures in Tunnel Construction

XUE Guangbin

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830011, China

Abstract: Tunnel construction, as a complex and challenging engineering task, often faces a series of construction difficulties. The challenges of tunnel construction not only stem from the uniqueness of geological structures, the complexity of hydrological conditions, and the unpredictability of natural environments, but also cover key issues such as construction safety, cost control, and schedule control. Therefore, to ensure the smooth implementation of tunnel engineering, it is necessary to conduct in-depth analysis of the difficulties encountered during the construction process and their corresponding technical solutions. In the field of tunnel construction, we analyze and address technical difficulties, develop technical solutions and control measures, and strive to enhance construction safety, optimize quality, and improve efficiency. In the field of tunnel construction, common issues such as rock stability, water and soil pressure control, and ventilation and drainage systems are addressed. By integrating modern technological means such as groundwater pressure control technology, intelligent monitoring, and optimized support design, the aim is to provide more scientific and efficient solutions for tunnel construction.

Keywords: tunnel engineering construction; construction difficulties; technical measures

引言

城市基础设施建设中,隧道施工作为关键一环,其应用遍及交通、能源、水利、矿业等诸多行业。在地下进行隧道施工,其环境多变,技术挑战重重,因而此类工程任务在建筑领域内通常被认定为风险与难度并存的重要挑战,工程的安全与耐久性紧密依赖于隧道施工的质量,为此,必须采纳高效技术手段,确保施工全过程的每个步骤均能实现高效且安全的操作。本文通过对隧道施工领域内的关键性技术难题进行详尽分析,并借助当代工程学原理,详述针对性技术解决方案,以期促进我国隧道工程的整体施工建设质量,提高其使用年限和使用性能。

1 隧道施工中的主要技术难点

实施隧道工程,其难度与风险并存,施工中频繁遭遇复杂地质、地下水状况等难题,隐患亦不容忽视,以下是隧道施工中常见的技术难点:隧道所处的地质环境复杂多变,涵盖软弱围岩、岩溶、裂隙发育的岩层以及不均匀土质等要素,这些要素对隧道结构的稳定性产生直接影响。

隧道施工过程中,若围岩存在松散或破碎状况,将极易引发塌方与滑坡等险情,对施工人员的安全构成严重威胁。在复杂的地质环境中,对围岩稳定性进行精确评估并实施恰当的支护方案,是确保隧道施工安全的核心。在水土压力显著或地下水源充沛的条件下,隧道施工常遭遇挑战,尤其是在河流、湖泊或水源地穿行时,地下水涌入往往对施工进度及安全构成重大威胁。在地下水控制领域,合理排水设计的实施乃重中之重,同时亦需采取高效加固手段,以防涌水对施工进度造成干扰^[1]。

在隧道施工过程中,由于空气流通不畅,施工现场的空气质量往往较差,容易造成有害气体积聚,影响工人的健康。因此,在有限的地下空间中,通风系统设计必须确保气流有效循环,以维护施工环境的安全。在隧道施工环节,排水系统的构建设计扮演着至关重要的角色,为有效应对地下水渗漏问题及施工废水排放,必须保障排水系统的运作效率,以防积水损害隧道结构。在隧道施工这一相对封闭的环境中,施工人员所承受的安全风险尤为显著。

他们可能遭遇诸如塌方、透水、火灾以及气体泄漏等突发紧急情况。在施工过程中,科学评估安全风险,制定合理的应急预案,并保障施工人员具备有效应急处理技能,构成了保障施工安全的关键技术环节。

2 隧道施工技术措施

2.1 围岩稳定性与支护设计优化

施工隧道期间,围岩的稳定性对于作业安全与成品品质至关重要,围岩的不稳固性可能引发塌陷、形变等一系列灾难性后果,严重威胁隧道工程的安全。因此,隧道施工稳固围岩成为最为关键的使命,确保围岩稳定性,务必施行科学且恰当的支护策略,以防潜在风险的发生。围岩的稳定性,其影响因素诸多,诸如地质结构、岩层属性、地下水存续以及岩石裂隙演变等。在隧道施工前,进行详细的地质勘探,准确评估围岩的质量和性质,是设计支护系统的前提^[2]。

针对隧道实际情况,对支护设计进行必要的调整与改进,以确保其有效性。例如,在软弱围岩极不稳固的岩层,层状加固体系可择机运用,旨在分阶段减轻围岩负荷,有效遏制突发塌陷事件的发生。对于处于复杂地质环境中的结构,智能监测技术能实时捕捉围岩变形状况,进而对支护措施进行适时优化调整。施工中支护材料的选择至关重要,其中现代支护材料,诸如高强度钢支架与合成材料等,不仅能有效提升支护的效能,还能显著减少施工的成本。

2.2 地下水控制与水压管理

隧道施工领域,地下水控制技术扮演着至关重要的角色。施工隧道多经地下水丰沛地带,地下水渗透、涌水现象及水土压力波动,均可能对施工安全、工程进度及结构长期稳定性能产生不利影响。在隧道施工过程中,采取科学合理的地下水控制与水压管理技术显得尤为关键。施工隧道前,对地下水位、流速、渗透性等水文地质参数的详尽调查至关重要。在施工阶段,此过程旨在对潜在地下水问题进行评价,并为制定后续水压控制及排水设计方案奠定基础。运用地质勘探及水文测试手段,制定包括注浆、降水、密封等在内的地下水控制策略^[3]。

注浆技术作为地下水控制的重要手段,广泛应用于隧道施工中。在隧道围岩内施以水泥浆、化学浆液或其他注浆材料,此举旨在有效封闭渗水路径,显著降低地下水渗漏量。为确保水压的合理管控,依据地质差异,需采纳多样化的注浆技术手段。在面临水土压力显著的区域,通过实施深孔注浆及二次注浆等工艺,能够显著缓解水压,进而保障施工人员的人身安全。在施工阶段,必须强化对水土压力的监控力度,借助现代化的监测仪器,例如水位计、压力传感器等,实时监控水位与水压的波动,以便及时辨识可能引发的水灾风险。

2.3 高效通风与排水系统设计

隧道施工属于密闭空间作业,施工环境较为复杂,空

气流通不畅,湿度较大,容易积聚有害气体,这对施工人员的健康和安全的构成威胁。因此,隧道施工中的高效通风与排水系统设计,成为确保施工安全和提高工作效率的核心技术之一。通风系统的设计需要根据隧道的规模、长度、施工深度等条件进行合理规划。在长距离隧道中,通风系统不仅要确保空气流通,还需要调节温湿度,防止有害气体的积聚。

施工隧道内积水现象不仅对施工环境带来负面影响,亦对结构稳定性构成挑战,甚至对施工安全构成潜在威胁。因此,设计排水系统务必科学合理,以确保施工阶段积水能迅速排除,有效规避水流滞留带来的潜在风险。在常规的排水领域,铺设管道、配置集水设施、动用泵类工具等设备进行水体排放,构成了一套综合的排水策略。在当前隧道建设领域,智能化通风与排水系统的运用正逐渐演变为一种主流趋势,隧道内空气质量、湿度、温度等参数通过智能监测系统实时监控,该系统依据实时数据自动调节通风与排水系统运作状态。该系统在提升通风排水效能的同时,显著实现了能源的节约和运营成本的削减。隧道施工过程中,设计高效通风与排水系统,对确保施工人员健康与安全起着至关重要的“保障”作用^[4]。

2.4 施工安全技术与风险预警系统

在隧道施工这一封闭与地质复杂并存的作业环境中,安全风险往往伴随施工全过程。在施工活动开展期间,务必要确保人员安全与工程品质,此过程中需实施一系列安全技术及风险预警手段,以便于及早识别潜在隐患,进而实施有力的预防措施。在施工过程中,安全技术涵盖了对于围岩稳定性、地下水状况及通风系统等关键环境要素的严密监控及有效管理。施工过程中,围岩稳定性欠佳、地下水渗透及塌方等风险因素,均有可能对施工安全构成严重威胁。为确保施工区域稳定性,施工期间需实施一系列技术手段,包括高强度支护技术、岩层加固以及注浆加固等。在隧道施工领域,火灾、爆炸、毒气泄漏等安全隐患不容忽视,故亟须设立严谨的安全作业规范及应急处理预案。

为了提高施工安全性,现代隧道施工中广泛采用风险预警系统。实时监控气体浓度、围岩变形、支护结构应力等关键数据,依赖安装高精度传感器与监控设备,中央控制系统对数据进行处理,并在异常状况下自动释放预警信号,促使施工人员即刻实施预防策略。施工调度系统与风险预警系统实现联动,智能调整施工方案,以优化作业环境,并最大限度地降低施工风险。在施工过程中,对施工人员实施严格的安全培训和应急演练措施,其重要性不言而喻。施工人员通过参加周期性的安全培训,得以熟练掌握基础的安全作业技巧及应对突发状况的救援策略,从而在紧急关头得以快速响应并实施有效的自我及同伴救助行动^[5]。

3 隧道施工中的成本控制与进度管理

项目隧道施工项目管理,项目顺利实施与施工质量保障,需严格把控成本与进度,此二者对工程投资效益的直接影响,至关重要。在实施隧道工程的过程中,所需资金投入巨大,特别是在面临复杂地质条件时,工程难度显著提升。资源利用率上升,从而导致成本控制面临巨大挑战,极易超出预算范围。隧道施工领域,地质条件往往复杂多变,且难以全面预测。施工进度与成本受围岩稳定性与地下水控制等多重因素制约。在复杂地质环境下,施工项目的持续时间可能被拉长,随之而来的是机械设备耗损加剧,以及人力物力资源的庞大投入。在隧道建设领域,技术手段及所选用之工艺、材料各异,由此引发成本在各个施工阶段呈现出显著差异。施工组织若不当,往往导致资源被无谓消耗,进而引发额外成本的增加,重型机械设备在隧道施工中不可或缺,其采购、保养与使用管理的得当与否,直接影响着成本的增加与否,项目成本受到设备故障及停工待修等问题之严重影响。

项目启动时,进行全面的勘察与论证,评估工程的可行性,制定合理的预算。在施工阶段,对于预算编制而言,需对各施工环节、设备采购成本以及人工费用等要素进行细致的预测工作。项目执行期间,持续监控资金流向,灵活调整财务计划,确保预算不超限。施工单位在确保安全和施工质量的同时,为了降低成本并维护施工进度,应当审慎挑选适宜的施工方法。技术的进步,使得隧道施工中盾构机与TBM等设备的运用成为可能,显著提升了施工速度,并有效缩短了项目周期,同时显著减少了人工费用^[6]。新型材料与施工技术的应用,不仅显著提升了施工效率,亦实现了资源配置的优化,大幅减少了不必要的开支。在隧道施工过程中,风险因素不容忽视,特别是在地质条件不稳定时,可能会对工程进度与成本造成显著波动。在施工活动进行期间,务必构建并完善风险管理框架,实施周期性的风险等级评定,并编制应急处理计划。例如,在施工前,针对地下水涌水问题需先行开展水文测试,施工过程中亦需部署特定的降水应对策略,实时监控地下水位及围岩稳定性等关键数据,风险预警系统旨在及时捕捉潜在问题并予以妥善处理。

理配置资源,优化人员、设备和材料的管理,确保施工各个环节的顺利进行确保施工资源供应不断档,必须依照施工进度合理分配人力与物资,为确保施工进度不受阻碍,必须定期对设备状态进行细致核查,预防因设备故障所导致的工程延期。供应商提供的材料若能及时送达,对工程进度的推进有着至关重要的作用,因此需与供应方维

持紧密联系,以保证材料准时抵达。施工隧道时,必须构建一套动态管理体系,对工程进展实施周期性审视,一旦察觉问题即刻进行策略修正。运用项目管理软件等科技工具,实时审视施工进度状况,将其与既定计划相对照,迅速捕捉到进度延误的迹象,进而采纳相应策略实施调整。在遭遇无法预测的要素时,项目经理须及时采取决断,对工程进度做出相应调整,以保证工程总体完成时限不受显著干扰。施工的质安问题,其影响直接波及成本与工程进度的调控,对施工活动而言,严守质量标准,强化安全管理,乃是一项不可忽视的基本要求。工期延误及修复补救成本的增加,均与质量问题或安全事故息息相关。采用前沿的质量监控手段、强化施工人员技能培训、提升管理层安全警觉度,可显著降低质量与安全事故的风险,确保施工进程的平稳进行^[7]。

4 结语

隧道施工中的成本控制与进度管理是一个系统工程,涉及项目规划、技术选择、资源配置、风险管理等多个方面。通过科学的项目规划、优化的施工技术、有效的资源调配和严格的风险管理,可以在确保质量与安全的前提下,最大限度地降低成本,缩短工期。项目管理者需要根据具体情况,灵活调整管理策略,及时应对施工过程中出现的各类问题,确保隧道工程能够顺利完成。

[参考文献]

- [1]郭志彬.公路隧道施工监控量测质量控制重难点研究[J].运输经理世界,2024(10):96-98.
 - [2]赵恺.复杂地质条件下盾构隧道施工重难点分析及应对措施[J].运输经理世界,2024(7):77-79.
 - [3]秦于伟.桥梁隧道工程施工难点和对策探讨[J].四川建材,2023,49(12):110-112.
 - [4]曹佩芝,刘峰,周洋洋,等.高速公路隧道工程施工技术应用分析[J].交通节能与环保,2023,19(1):57-60.
 - [5]张阳.软弱围岩条件下浅埋隧道施工关键技术[J].工程技术研究,2023,8(14):213-215.
 - [6]陶益胜,刘斌,刘岩,等.隧道施工技术难点问题分析——以特长隧道为例[J].工程建设与设计,2022(10):168-170.
 - [7]万波.大直径泥水盾构隧道施工现状及重难点思考与讨论[J].广东土木与建筑,2022,29(6):92-99.
- 作者简介:薛广彬(1991.2—),毕业院校:塔里木大学,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。

钻孔灌注桩施工工艺在建筑工程中的实践与优化研究

王强

浙江航兴建设集团有限公司, 浙江 湖州 313000

[摘要] 钻孔灌注桩施工工艺凭借出色的适应能力, 能够应对复杂地质条件并提供高承载力, 已广泛应用于重大基础设施建设中。传统工艺在质量控制、工期管理及成本控制等方面仍存在一定的不足, 随着建筑行业对施工精度、效率及环保要求的不断提升, 优化钻孔灌注桩工艺已成为行业发展的关键任务。通过引入技术创新、改进施工方法以及升级施工设备, 钻孔灌注桩施工工艺的整体水平得到了显著提升, 这已被证明是解决当前问题的有效途径。探索钻孔灌注桩工艺的优化路径, 推动其在建筑工程中的进一步应用与发展。

[关键词] 钻孔灌注桩; 施工工艺; 建筑工程; 实践路径; 优化研究

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15122

中图分类号: U443

文献标识码: A

Practice and Optimization Research on Drilling and Grouting Pile Construction Technology in Construction Engineering

WANG Qiang

Zhejiang Hangxing Construction Group Co., Ltd., Huzhou, Zhejiang, 313000, China

Abstract: The construction technology of bored pile, with excellent adaptability, can cope with complex geological conditions and provide high bearing capacity, and has been widely used in major infrastructure construction. Traditional craftsmanship still has certain shortcomings in quality control, schedule management, and cost control. With the continuous improvement of construction accuracy, efficiency, and environmental protection requirements in the construction industry, optimizing the drilling and grouting pile technology has become a key task for industry development. By introducing technological innovation, improving construction methods, and upgrading construction equipment, the overall level of bored pile construction technology has been significantly improved, which has been proven to be an effective way to solve current problems, explore the optimization path of drilling and grouting pile technology, and promote its further application and development in construction engineering.

Keywords: bored pile; construction technology; construction engineering; practical path; optimization research

引言

随着城市化进程的加速及建筑规模的不断扩大, 桩基在保障建筑结构的稳定性与安全性方面扮演着至关重要的角色。钻孔灌注桩施工工艺因其强大的适应性与高承载力, 已广泛应用于各种建筑工程。随着施工环境的日益复杂, 以及技术要求的不断提高, 传统的钻孔灌注桩施工工艺在施工效率、质量控制及风险管理等方面, 正面临显著的挑战。基于此, 优化钻孔灌注桩施工工艺已成为提升建筑工程质量与施工效率的迫切需求, 探讨钻孔灌注桩施工工艺的优势、实施路径与优化研究, 为该工艺的进一步发展与应用提供理论依据与实践指导。

1 钻孔灌注桩施工工艺的优势

钻孔灌注桩作为深基础施工中的关键技术, 因其独特优势而广泛应用于复杂地质条件下的建筑工程。具备优异适应性的这种桩基形式, 能够有效解决软弱地基、湿陷性黄土及高水位等不良地质问题。与其他桩基类型相比, 钻孔灌注桩不受土层限制, 通过深孔钻进精确定位确保了在不同地质条件下, 基础的承载力与稳定性得到有效提升。在施工经济性方面, 钻孔灌注桩展现出较高的性价比, 施

工设备相对简单, 避免了大量土方开挖, 极大地减少了施工对周围环境的扰动与材料消耗, 特别是在城市或空间受限的施工场地, 小型设备的使用使得钻孔灌注桩能高效完成作业, 节省了人力与空间资源且减轻了对周边环境的影响。质量控制在钻孔灌注桩施工中占据至关重要的地位, 通过实时监控孔内泥浆状况、灌注过程及桩体完整性, 确保每一根桩均达到设计要求, 避免了因施工不当而产生的质量隐患。灌注完成后的桩体具有较高的密实度与承载力, 显著提升了桩基的稳定性。在安全性方面, 相较于其他传统桩基方法, 钻孔灌注桩具有明显优势。作业人员在危险环境中的暴露时间减少, 特别是在复杂地质条件下, 钻孔灌注桩有效降低了由于突发塌孔而引发的安全事故风险。

2 钻孔灌注桩施工工艺的实践路径

2.1 工程准备阶段: 前期勘察与设计

在钻孔灌注桩施工的准备阶段, 前期的勘察与设计工作至关重要, 其质量直接影响后续施工的可行性与成效。精准的执行为项目的顺利推进奠定了基础, 地质勘察是该阶段的首要任务, 通过钻探、土层测试以及水文条件的调查, 工程师能够全面掌握施工现场的土质特征与地下水位

变化,从而识别潜在的地质问题,如软弱土层、岩层分布不均或沉降风险,由此获得的勘察结果为桩基设计提供了必要的技术支持,确保设计方案与现场实际条件相匹配。基于勘察所得的数据,桩基设计团队会根据地质状况、工程荷载及安全性要求,确定桩基的类型、尺寸及桩长等重要参数。在此过程中,还需考虑不同桩型对建筑结构的适应性,特别是在软土地区,可能会选择更长的桩基或采用增强型桩结构,以提升承载力与稳定性,确保满足设计要求。除地质与结构设计外,前期准备工作还包括施工方法的合理选择,根据现场的具体条件,如空间限制、设备适用性及周边环境等因素,合适的钻孔方式与灌注工艺会被选择。例如,位于交通繁忙的城市中心的工程,可能需要使用小型设备,以减轻对周围环境的影响;而在远离市区的施工场地,则可选用大功率机械设备以提高施工效率。

2.2 施工阶段:设备选择与施工控制

钻孔灌注桩施工阶段是整个工程的关键环节,施工设备的选择与过程控制直接决定了项目的进度、质量及安全性。根据施工现场的实际情况,必须选择与之匹配的设备,设备选择不仅需要考虑施工效率,还应充分考虑地质条件及现场空间的限制。常见的施工设备如旋挖钻机与机械冲击钻机等,对于岩土层较硬或地质条件复杂的区域,高功率钻机的应用可以有效提升钻进速度,并确保孔壁的稳定性。相对而言,在空间狭小或环境复杂的城市施工现场,小型化或专用设备则更为适用,这些设备能够适应受限的场地条件或避开地下管线等障碍。设备选择确定后,施工过程中的质量控制成为确保施工顺利进行的关键,钻孔的垂直度与深度是保证桩基承载力的重要因素,任何孔位偏差或深度不达标都可能导致后续问题的出现。通过电子测量设备实时追踪孔位与深度,钻孔过程中的监控得以严格实施,任何可能的误差能够及时纠正,确保钻孔符合设计要求。混凝土灌注的质量控制同样是施工阶段的重要任务。每一环节,包括混凝土的拌合、运输及浇筑必须严格按照标准操作,确保混凝土强度与密实度达到设计规格。在灌注过程中,必须避免出现混凝土空洞或离析等现象,这不仅会影响桩基的承载力,还可能导致严重的质量隐患,施工团队通常会安排专门的质量检测人员,使用混凝土取样检测、压力测试等手段,对每根桩的质量进行精确验收。施工现场的安全管理同样至关重要,尤其在高温、低温或湿润等极端天气条件下,施工人员必须根据环境变化及时调整作业流程与工艺参数,从而确保施工的安全性及工程质量。通过精确调度设备、严格控制施工过程以及落实安全管理措施,钻孔灌注桩施工得以顺利完成,同时保证工程质量与高效、安全的施工进度。

3 钻孔灌注桩施工工艺的优化研究

3.1 优化钻孔灌注桩施工工艺的必要性

钻孔灌注桩作为现代建筑工程中至关重要的基础施

工技术,工艺优化对提高工程质量、缩短工期以及降低施工成本起着决定性作用。随着建筑规模不断扩大及地质条件逐渐复杂,传统的钻孔灌注桩施工工艺暴露出诸多问题,如效率低下及适应性差,在复杂的地质环境下,传统工艺常常难以应对软弱土层、高水位或不均匀岩层等挑战,这不仅增加了施工过程中的风险,还使桩基质量的稳定性难以保障,通过优化施工工艺不仅能够提升对复杂环境的适应性,还能有效确保桩基的承载力与稳定性^[1]。施工工艺优化在提高施工效率及节约成本方面也发挥着至关重要的作用,随着钻孔技术及灌注工艺的不断创新,新型施工方法能够在较短时间内完成高质量的施工,避免因施工滞后导致的工期延误,通过严格控制钻孔深度、灌注速率以及混凝土质量,可以显著减少不必要的返工与资源浪费,从而降低整体施工成本。工艺优化对于质量控制也至关重要。在传统施工中桩基质量容易受到人为操作及设备限制的影响,导致不均匀沉降或桩体裂缝等问题,引入自动化监测系统、智能化施工设备及改进灌注工艺后,施工团队能够实时监控每根桩的施工进度与质量,确保桩基按照设计要求完成,从而避免后期修复所需的额外成本。此外,施工工艺的优化还具有显著的环境保护与安全管理效益,特别是在高密度城市或环保要求严格的施工现场,先进的施工方法能够有效减少噪音、振动及污染物的排放,从而减少对周围环境的负面影响。智能化施工设备及优化的作业流程能够大幅提高施工人员的安全保障,减少施工事故的发生,确保工程顺利进行。

3.2 优化设计与技术创新

优化设计与技术创新在提升钻孔灌注桩施工工艺中的作用至关重要。随着建筑行业对桩基质量、施工效率及成本控制要求的不断提高,传统设计方法与施工技术已难以满足现代工程的需求,为有效解决现有问题推动行业发展,优化设计与技术创新成为推动进步的必然选择。在设计阶段,通过合理优化桩基结构,施工的可操作性与安全性能够得到显著提升。分析地质勘察数据,桩基的规格与深度可精准调整,以适应不同土层的特性,避免不必要的桩基数量增加,从而降低施工成本。借助先进的设计软件与建模技术,设计人员可以在初期进行虚拟仿真,提前识别潜在问题并优化设计方案,这一过程不仅提高了设计质量,还为后续施工的顺利进行奠定了基础。在技术创新方面,钻孔与灌注技术的进步使施工过程更加高效且精准^[2]。以旋挖钻机为例,在复杂土质条件下,特别是在硬土层或岩层钻进时显著提高了钻孔速度,减少了施工时间,同时降低了设备磨损。自动化控制系统的引入使钻孔深度、垂直度及混凝土灌注流量得以实时监控,从而减少了人为操作误差,确保了施工质量的稳定性与一致性,这些技术创新不仅提升了施工效率,也为质量控制提供了强有力的保障。绿色施工技术的引入,作为设计与技术创新的另一重

要方向,回应了环保与可持续发展的理念。通过使用低噪音、低振动的施工设备,优化混凝土配比与灌注工艺,显著减少了对周围环境的影响,符合现代环保标准。同时,新型环保材料的应用及施工废弃物的资源化利用,也增强了整个施工过程的可持续性,推动了绿色建筑的实现。

3.3 施工方法的创新路径

随着建筑工程复杂性的不断增加,钻孔灌注桩施工方法的创新已经成为提高质量与效率的关键所在。传统方法在应对复杂地质条件、提升施工速度以及确保桩基质量等方面面临诸多挑战,因此,创新施工方法显得尤为迫切。精准钻孔技术的应用通过智能化设备的支持显著提高了施工精度,自动化钻孔设备与垂直度监测系统的配合能够有效避免钻孔偏差,确保孔位与深度符合设计要求,不仅减少了人为误差,也增强了桩基的稳定性与可靠性。在灌注工艺方面,连续灌注技术的采用成功解决了传统方法中混凝土离析与堵塞的问题,通过连续供应混凝土,保证了灌注的均匀性与稳定性。同时,振动与压力监测设备的使用,提高了混凝土灌注的精度,从而增强了桩基的承载力。施工流程的优化中,BIM技术的引入使得施工前能够进行虚拟仿真,进而评估设计与施工的可行性,在施工过程中BIM技术不仅帮助监控进度与质量,还优化了设备与资源的调度,极大减少了施工延误与不必要的损失。绿色施工方法的引入,采用了环保材料与低噪音设备,有效减少了对周围环境的影响,同时提升了项目的社会形象,彰显了企业的社会责任感。

3.4 施工设备与技术手段的优化

钻孔灌注桩施工的质量与效率在很大程度上依赖于施工设备与技术的持续优化。随着建筑行业对工期、成本与质量的要求日益严格,传统施工设备与技术逐渐无法满足现代工程的复杂需求,因此,提升设备性能与技术创新成为工艺优化的关键。设备性能的提升,尤其是钻孔设备的进步是提高施工效率与质量的核心环节,面对硬土层、岩石层等复杂地质条件,传统钻孔机往往存在效率低下及设备故障等问题^[3]。随着旋挖钻机、液压钻机等新设备的应用,施工效率得到了显著提升,这些设备具有更强的地质适应性,能够在硬土层或岩层中快速钻进,极大缩短了施工周期。现代钻孔设备还配备了自动化控制系统,能够实时监控钻孔深度、角度及压力减少人为误差,从而确保桩基的精度与稳定性。灌注设备与混凝土输送技术的创新同样不可忽视,传统灌注设备常面临流量不均、堵塞等

问题,这直接影响桩基质量。新型灌注设备采用了高效泵送技术,能够持续且稳定地将混凝土输送至桩孔,配合压力传感器实时监控混凝土的流量与压力,确保灌注过程的均匀性与无空洞,灌注设备的高度自动化减少了人工干预,进一步提升了施工精度与效率。信息化技术的应用也在施工过程中发挥了重要作用,通过BIM技术、GPS定位与实时监控系统等现代化手段,施工管理水平得到了大幅提升,借助BIM技术施工团队可以对桩基施工过程进行全程监控,确保施工进度、质量与成本的可控性。GPS技术的应用精准地定位每个钻孔的位置,有效避免了施工中的误差,确保了桩基的正确布局,而实时监控系统则通过全面监测各项施工参数,及时发现并调整问题,保障施工过程的顺利进行。环保设备与绿色技术的引入,进一步提高了施工的可持续性,低噪音、低振动的施工设备不仅减少了施工对周围环境的影响,还提高了施工现场的安全性。在混凝土材料的选择上,采用环保水泥、再生骨料等新型材料,不仅符合国家环保政策,还使施工过程更加符合可持续发展的要求。

4 结语

钻孔灌注桩施工工艺在建筑工程中的重要性不言而喻,直接关系到桩基的稳定性以及整体工程的质量,通过分析施工优势、实施路径及优化研究,探讨了如何通过优化设计、技术创新及设备升级等方式,提升施工效率、降低风险,并确保工程质量。在实际应用中,前期的精确勘察与设计、科学的施工控制、有效的质量监控以及后期管理,构成了完整的施工流程,这一过程的顺利进行依赖于各个环节的协调与配合。与此同时,设备与技术的不断改进成为提高施工精度、缩短工期以及控制成本的坚实保障。随着施工环境日益复杂,提升施工工艺的智能化水平与环保性能,仍是未来研究的重要方向。

[参考文献]

- [1]王忠玮. 钻孔灌注桩技术在建筑工程施工中的应用实践[J]. 新城建科技, 2024, 33(1): 136-138.
- [2]李诗文. 论钻孔灌注桩施工质量控制[J]. 建设监理, 2024(8): 88-91.
- [3]薛烨烨. 钻孔灌注桩施工工艺及质量缺陷分析[J]. 上海公路, 2023(2): 177-180.

作者简介:王强(1973.10—),毕业院校:中国地质大学(武汉),所学专业:建筑工程技术,当前就职单位:浙江航兴建设集团有限公司,职务:项目经理,职称级别:助理工程师。

桥梁桩基施工技术在复杂地质条件下的应用研究

李威

湖北省路桥集团有限公司, 湖北 武汉 430051

[摘要]随着交通基础设施建设的加速推进,桥梁桩基施工在复杂地质环境中的应用愈加广泛。在岩溶、软土及高水位地区,桩基施工面临着独特的地质挑战。岩溶区中,溶洞的存在常常影响土层的稳定性;软土区域则由于地基承载力较低,给施工带来了困难;而在高水位地区,水位变化可能威胁桩孔的稳定性。为此,合理选择施工技术并实施有效的风险管理显得尤为重要。针对这些特殊地质条件进行桩基施工技术的深入研究,不仅有助于提升施工安全性,也能显著提高施工效率,从而确保工程质量的优化。

[关键词]桥梁桩基; 施工技术; 复杂地质

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15119

中图分类号: U45

文献标识码: A

Research on the Application of Bridge Pile Foundation Construction Technology in Complex Geological Condition

LI Wei

Hubei Road & Bridge Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430051, China

Abstract: With the acceleration of transportation infrastructure construction, the application of bridge pile foundation construction in complex geological environments is becoming increasingly widespread. In karst, soft soil, and high water level areas, pile foundation construction faces unique geological challenges. In karst areas, the presence of caves often affects the stability of soil layers; In soft soil areas, the low bearing capacity of the foundation poses difficulties for construction; In areas with high water levels, changes in water levels may threaten the stability of pile holes. Therefore, it is particularly important to choose construction techniques reasonably and implement effective risk management. In depth research on pile foundation construction technology for these special geological conditions not only helps to improve construction safety, but also significantly enhances construction efficiency, thereby ensuring the optimization of project quality.

Keywords: bridge pile foundation; construction technology; complex geology

引言

桥梁桩基作为支撑结构的重要基础,其施工质量对工程的安全性与稳定性至关重要。在复杂的地质环境中,尤其是岩溶、软土及高水位区域,桩基施工面临着众多挑战,由于地质条件的高度不确定性,施工的难度和风险大大增加,这可能导致工程进度的延误或质量问题的发生。因此,研究适应复杂地质条件的桩基施工技术不仅具有显著的实践意义,而且为桥梁建设提供了切实可行的技术指导,从而确保项目能够顺利完成。

1 复杂地质条件的特征分析

1.1 地质条件分类

复杂地质条件对桥梁桩基施工具有显著的影响,主要包括岩溶地质、软土地质、高水位地区以及混合型地质等。不同地质条件的特征各异,对施工的具体影响也存在差异。因此,施工前必须进行详细的勘察与评估,以确保准确掌握地质特性。岩溶地质区域通常伴随有溶洞或裂隙的存在,这些地下不稳定结构容易导致桩孔坍塌或桩基不稳。软土地质的特点在于土层松软且持力层较浅,使桩基沉降控制难度增大,施工过程中常面临沉降超标的风险。高水位地

区由于地下水位波动的影响,水土相互作用使得施工复杂度大幅增加,常见的技术难题包括水土渗漏等现象。对这些复杂地质条件的识别与分类,准确性至关重要,它为选择适合的施工方法并确保工程顺利进行奠定了基础。

1.2 复杂地质条件的主要挑战

1.2.1 岩溶地区

岩溶地区的地质特征主要由地下广泛分布的溶洞和裂隙构成,这些溶蚀性地层对桩基施工带来了显著挑战。岩溶地质的形成,源于水流长期作用于可溶性岩石(如石灰岩、白云岩等),使岩层发生溶解进而形成孔洞和裂隙,在这样的环境下,溶洞的大小、深度及分布难以精确预测,施工过程中常常会遭遇意外的塌孔或地下空洞,这些问题不仅影响桩基的设计与施工进度,还可能引发工程安全隐患。桩基施工面临的技术难题之一是如何处理突然出现的溶洞,在开挖过程中,溶洞的意外显现会导致孔壁不稳定,进而增加施工的复杂性。即使采用传统施工方法,如灌注桩或冲击钻等,溶洞的填充通常难以彻底,混凝土灌注也容易出现不均匀的情况,这直接影响了桩基的承载力与稳定性。在岩溶地区,地下水的频繁活动进一步加剧了水土

流失问题,施工难度也因此加大,水位波动不仅影响桩孔的稳定性还会导致桩基承载力的变化。因此,在岩溶地区进行桩基施工时,必须依赖高精度的地质勘察与水文分析,结合专用施工技术,如高压灌浆加固和充填作业来确保桩基的质量与稳定性。同时,施工过程中应对桩基的沉降与变形进行实时监控,增强现场的应急响应能力,确保工程的顺利推进。

1.2.2 软土地区

软土地区的地质特征主要表现为土层松软、黏性较低,承载力较弱,这类地区通常位于湖泊、湿地或河流沿岸,土层较厚且水分含量高,容易受到水文变化的影响。由于软土的强度和密实度较低,桩基在此类地区施工时,常遇到承载力不足的问题,甚至可能出现桩基沉降过大的情况影响工程稳定性。在软土地区,桩基施工面临的主要难题之一是承载力评估,由于土层松软且较深,传统的施工方法难以确保桩基的稳定性,容易发生沉降不均或桩基沉入过深等问题。同时,软土的液化性也是一种潜在的风险,在地震或负荷作用下软土区容易发生液化,导致桩基失去支撑进而可能引发沉降或倾斜。为了应对这些挑战,软土地区的桩基施工常需采用特殊的技术手段。例如,使用高强度桩、钻孔灌注桩或复合桩基等措施,可以有效增强桩基的承载力,防止沉降过大或桩基失稳。为减小液化风险,施工过程中可通过加固技术,如灌浆加固土层,提升土体密实度与稳定性。此外,在软土地区施工时,还需要关注高水位及水土流失问题,特别是在暴雨或地质条件剧烈变化时,水位波动可能进一步加剧桩基的沉降。

1.2.3 高水位地区

高水位地区的地质特征主要表现在地下水位较高且水位波动频繁,这对桩基施工的稳定性的构成了显著挑战,这类地区通常位于沿海、河流低洼地带或地下水丰富的区域,水位变化直接影响施工的难度及工程质量。在高水位条件下,地下水的渗透性较强,尤其在雨季或涨潮时水位急剧波动容易导致土壤松动,进而影响桩基的沉降情况与承载力。桩基施工过程中,高水位地区的主要难题之一是如何有效控制水土流失及确保桩孔的稳定性,由于水位较高水压可能导致桩孔壁坍塌,特别是在开挖阶段,水与土的相互作用常常引发塌方,从而给施工带来极大困难,水位波动还可能影响桩基承载力测试的准确性,导致结果不稳定甚至出现偏差。为应对这些问题,桩基施工通常需要采取一些特殊技术手段。例如,通过护壁技术加固桩孔以防止孔壁坍塌,常见的护壁方式包括泥浆护壁及水下清孔技术,这些措施有助于保持桩孔的稳定性。同时,为确保桩基承载力测试结果的准确性,通常会采用专用的水位调控设备或进行封闭性钻孔,从而避免水位波动对测试数据的影响。在高水位地区施工时,水土相互作用对施工方案的设计提出了更高的要求。完善的排水系统在施工过程中至关重要,合理设计排水系统不仅能够有效控制地下水流

动,还能减少水位波动带来的负面影响。

2 复杂地质条件下的桩基施工技术应用

2.1 挖孔桩施工技术

挖孔桩施工技术在桩基建设中得到广泛应用,尤其适用于复杂地质条件下的桥梁桩基施工,该技术通过机械或人工方式在地面上开挖桩孔,并按照设计要求进行施工,优势在于能够有效适应各种复杂土质和地质环境,特别是在硬土层、砾石层或岩层中,通过精确设计钻孔深度和桩径,桩基的承载力与稳定性得以确保。在复杂地质条件下,挖孔桩施工面临的主要难点之一是孔壁的稳定性及成孔过程中土体的变形。尤其在岩溶地区,岩溶裂隙与溶洞的存在常引发孔壁坍塌,给施工带来极大挑战。因此,通常在施工过程中需要采取护壁措施以增强桩孔的稳定性,从而防止土体松动或水流侵蚀导致孔壁坍塌,护壁材料的选择、护壁厚度及施工方法,直接影响桩基的质量与安全性。此外,成孔过程中的土体沉积与泥浆护壁的使用,都是挖孔桩施工中的关键环节。在高水位地区,水位波动剧烈时,桩孔内可能会发生涌水现象,这会严重影响施工进度。此时,采用泥浆护壁技术能有效防止水流渗入桩孔,保持孔壁稳定确保施工顺利进行。泥浆的配制、清孔技术与混凝土灌注的实施,均为确保挖孔桩施工质量的核心内容。挖孔桩施工不仅需要精确的技术控制,还要求严格的质量监控,从前期勘察设计到实际操作的每一环节,都必须确保施工工艺符合标准。在复杂地质条件下,施工技术的灵活应用与调整显得尤为重要,通过高效的施工管理与实时监控,潜在的地质风险能够最大程度地被规避,从而确保工程的安全与稳定。

2.2 冲击钻桩施工技术

冲击钻桩施工技术广泛应用于软土、砂土及中等强度岩土层的桩基工程,尤其适用于对施工进度要求较高的项目,该技术通过使用冲击钻具对土层进行连续打击,借助冲击力逐步破土形成桩孔。与传统机械钻孔方法相比,冲击钻桩施工效率较高,能够迅速穿透松软的土层及沉积层,在水位较高的地区尤为具有优势。复杂地质条件下冲击钻桩施工面临的主要挑战在于土层的非均匀性与地下水的干扰。软土层与砂土层通常较松软,容易导致钻头卡顿或孔壁坍塌,尤其是在高水位地区,水土相互作用进一步增加了施工的难度。为应对这些问题,施工过程中常采用泥浆或水泥浆护壁技术稳定桩孔壁,防止水土流失或孔壁坍塌。此外,根据土层硬度与桩基深度的不同,冲击钻的冲击力与转速需精确调整,以避免过度冲击影响桩基的质量。设备的选择也是冲击钻桩施工中的关键,通常采用液压冲击钻机或动力冲击钻机,这些设备能够提供强大的冲击力及稳定的旋转力,从而确保钻孔的连续性与稳定性。技术人员通过实时监测设备,随时掌握钻孔的深度、垂直度及孔壁状态,确保施工过程符合设计要求。尽管冲击钻桩施

工的速度较快,但对操作人员的技术要求较高。特别是在复杂地质条件下,操作人员需不断调整施工参数精确控制冲击力,同时监控桩孔的稳定性。

2.3 灌注桩施工技术

灌注桩施工技术是一种广泛应用于复杂地质条件下的桩基方法,尤其适用于软土、黏土及地下水位较高的区域,该技术通过在桩孔内灌注混凝土,依靠其自重与强度将桩基牢固固定于土层中,从而承载上部结构的荷载。灌注桩不仅能够满足大荷载的要求,且由于其强大的孔壁支撑能力,广泛应用于桥梁、建筑物以及道路等工程领域^[1]。在复杂地质条件下,灌注桩施工面临的主要挑战之一是桩孔的稳定性及混凝土质量的保障,桩孔在开挖过程中常遇到岩层、溶洞或地下水等问题,这些因素容易导致孔壁坍塌或泥浆渗漏,从而影响混凝土的灌注效果。为应对这些挑战,施工过程中通常采用泥浆护壁技术,这不仅增强了孔壁的支撑力,也有效防止了水土流失,确保桩基能够顺利成型。在灌注过程中,必须确保混凝土的均匀性与流动性,避免气泡及杂质的混入以确保桩基的承载力与长期稳定性。根据桩孔的深度与地质层的实际情况,施工人员需根据实际需要调整混凝土的配比与灌注速度,确保每一层混凝土均匀灌注且无空隙,从而避免出现质量缺陷。在水位较高或水土相互作用较为明显的地区,地下水对混凝土灌注的影响尤为显著。为解决这一问题,施工过程中常常会配合使用水泥浆或其他加固材料,以增强灌注的稳定性,防止水流冲击混凝土并影响其硬化过程。

3 复杂地质条件下的桩基施工风险与控制措施

3.1 地质风险的识别与评估

在复杂地质条件下,桩基施工中的地质风险识别与评估,对于工程安全性至关重要。地质风险的来源主要包括地下土层结构、岩土体变化以及水文地质等因素,如果未能准确识别这些风险,可能会引发严重的安全隐患或质量问题。地质风险识别的关键在于精准地勘察数据收集,尤其是岩土层的厚度、性质、密度度及其分布情况,通过勘探与钻探技术能够发现土层或岩层中的异常现象,如溶洞或断层等,这些异常现象往往难以通过常规观测方法发现,一旦发生可能导致桩基不稳定或孔壁坍塌,从而严重影响施工进度与质量。地下水位的变化同样构成桩基施工中的一大风险因素,特别是在水位较高或水流性较强的地区,水流渗透往往会加剧土层松动,进而影响桩基的承载能力^[2]。在施工前,必须进行详细的水文地质勘查以掌握水位变化的规律,从而评估潜在的水害风险。地质风险的评估不仅依赖于勘察数据的准确性,还需结合实际施工情况进行动态分析,通过对历史数据、现场监测及土壤力学性质的分析,能够准确识别潜在的风险点及其可能后果,为施工方案的

制定、技术选择与施工组织提供科学依据。

3.2 施工过程中常见问题与应对策略

在复杂地质条件下,桩基施工可能面临一系列挑战,若未及时解决将对工程质量、进度及安全造成显著影响。常见的施工问题包括桩孔坍塌、泥浆渗漏、桩基偏斜以及灌注不均等。桩孔坍塌常见于软土和岩溶地区,当孔壁接触到松软或湿润的土层时,坍塌发生的可能性较高,从而直接影响施工质量。为了防止这一问题,通常会采用钢筋笼或泥浆护壁技术,并结合对开挖速度的控制以确保孔壁的稳定性。泥浆渗漏及水土流失问题在高水位地区尤为突出,水流可能冲刷掉孔壁加固的泥浆导致孔壁不稳^[3]。为应对此问题,合适配比的泥浆护壁材料需选用,同时合理设计排水系统以控制水位波动,这对于保持施工稳定性至关重要。桩基偏斜通常由土层不均或桩孔过深引起,这种偏斜不仅影响桩基的垂直度,还可能影响其承载能力。为避免此问题,定位及监测设备必须使用,实时跟踪桩孔的垂直度,并根据土层变化调整施工方案及钻机角度。在水土交互作用较强的区域,灌注不均匀是常见的问题,为了确保混凝土灌注的均匀性,高效的混凝土搅拌及输送系统必不可少,灌注速率也需要合理控制,防止气泡或分层现象的发生。同时,严格的封闭性设计及防水措施能够减少水流对施工的干扰,保障桩基质量。

4 结语

在复杂地质条件下,桥梁桩基施工面临诸多挑战,尤其是岩溶、软土及高水位等多种地质特征的影响,通过精确的地质勘察与风险评估,潜在的地质问题可被有效识别,进而采取针对性的技术措施确保施工过程中的安全性与质量。本文深入探讨了挖孔桩、冲击钻桩与灌注桩等施工技术在复杂地质环境中的应用,分析了桩孔坍塌、泥浆渗漏、桩基偏斜等常见问题,并提出了相应的应对策略。合理的施工工艺与风险控制措施的采取,是确保工程顺利推进的关键。随着相关技术的不断进步,桩基施工的安全性及效率将得到持续提高。未来,施工单位应加强对勘察数据的有效利用优化施工工艺,从而为桥梁工程的顺利实施提供更加坚实的保障。

[参考文献]

- [1] 祝俊宝. 复杂不良地质条件下的公路桥梁桩基施工技术[J]. 设备管理与维修, 2023(14): 158-159.
 - [2] 王秋丽. 岩溶复杂地质条件下的公路桥梁桩基施工技术[J]. 黑龙江交通科技, 2020, 43(10): 80-81.
 - [3] 肖必飞. 岩溶复杂地质条件下的高速公路桥梁桩基施工技术[J]. 工程技术研究, 2020, 5(7): 66-67.
- 作者简介: 李威(1991.6—), 男, 路桥中级职称, 籍贯: 湖北省麻城市。

越南中心城区老基坑逆作法施工综合技术研究

马尧

上海建工五建集团有限公司, 上海 200062

[摘要]为研究逆作法深基坑工程相关施工技术特点,改进优化海外老基坑的设计与施工方法,以越南中心城区某老基坑工程项目为例,进行了逆作法施工技术的研究。结合中、越两国多家设计咨询审查单位分析计算,提出相应加固、改造措施方案,结合监测数据,有效解决了场地局促、环境复杂等问题,保证了基坑与周边环境的安全。

[关键词]逆作法;围护加固;结构改造;变形监测

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15134

中图分类号: TU973

文献标识码: A

Research on Comprehensive Technology of Reverse Construction Method for Old Foundation Pits in Central Urban Areas of Vietnam

MA Yao

Shanghai Construction No. 5 Construction Group Co., Ltd., Shanghai, 200062, China

Abstract: In order to study the construction technology characteristics of deep foundation pit engineering using reverse method and improve and optimize the design and construction methods of overseas old foundation pits, this study takes a certain old foundation pit engineering project in the central urban area of Vietnam as an example to conduct research on reverse method construction technology. Based on the analysis and calculation of multiple design consulting and review units in China and Vietnam, corresponding reinforcement and renovation measures were proposed. Combined with monitoring data, the problems of site confinement and complex environment were effectively solved, ensuring the safety of the foundation pit and surrounding environment.

Keywords: reverse method; enclosure reinforcement; structural renovation; deformation monitoring

引言

随着科学技术的发展,尤其是建筑工艺的大幅度进步,近年来,深基坑工程在数量上急剧增加,在技术上也有了长足的进步。逆作法施工技术是先施工地下连续墙,同时在建筑物内部有关位置施工中间支撑临时柱,作为施工期间于底板封底前承受上部自重与施工荷载的竖向支撑。而后施工逆作楼层水平结构,作为地墙或其他围护的水平支撑,随后逐层向下开挖与浇筑各层结构,直至底板封底,再向上回筑竖向结构构件。逆作法施工技术的应用,可有效提高建筑密集区域深基坑作业的安全性,而且能有效缩短工期、降低临时支护成本,大幅减少对周边环境的影响。

本文以越南中心城区某老基坑工程为例,阐述了逆作法施工技术在基坑工程中的应用,对该工程逆作法围护支撑设计、逆作法结构楼板优化改造、基坑周边监测等重点难点进行分析,为类似工程施工工艺选择及变形控制提供参考依据。

1 工程概况

本项目位于越南胡志明市的CBD商业区内,本项目工程综合商用及住宅功能,通过各物业功能和形态之间的相互促进,相互补充,共同提升项目整体形象,将本项目打造为胡志明市第一郡核心商区综合体。

项目总建筑面积163669.61 m²,其中地上总建筑面积约133169.61 m²,地下总建筑面积约30500 m²,地上部分

49层,地下4层。地上由9层商业裙房、两座塔楼组成,塔楼高度为221.8m。塔楼选用钢筋混凝土框架-核心筒结构体系,现浇混凝土板;裙房为钢筋混凝土框架结构,中庭区域采用钢桁架。建筑外立面采用玻璃幕墙。



图1 项目效果图

本项目作为海外老深基坑工程,基坑普遍深度为15.45m,最深开挖深度为21.8m,采用逆作法施工工艺,周边建筑、管线、地质水文条件复杂,工程桩、围护体系分三次在10余年间由其他施工单位完成。

2 逆作法施工综合技术研究

2.1 逆作法围护加固技术

本工程基坑普遍深度为15.45m,最深开挖深度为21.8m,工程桩、钢立柱、地下连续墙、咬合桩等桩基及围护体系分三次在10余年间由其他施工单位完成,地处胡志明市市中心,西侧北侧紧靠居民区、中学,建筑结构为砖混结构,受

扰动能力薄弱，东侧为著名酒吧街，周边环境复杂。

项目部在中、越两国多家设计咨询审查单位的合作下，通过 Plaxis、Midas 等有限元分析软件，对基坑围护结构的变形、型钢立柱反力、地下室逆做楼板受力等内容进行了计算复核。

基于两国设计咨询审查单位的计算与复核，得出相关的结论与建议。在本工程基坑逆作法开挖至坑底阶段，基坑围护存在如下两个安全风险点，项目部即采取相应的加固措施。

2.1.1 坑底 K 撑加固

经围护结构验算后，塔楼 3m 厚底板，围护体系稳定性不满足要求。基坑塔楼区域（3m 厚底板区域），在 B3 板与底板之间，开挖至 K 撑围檩底标高（约-14.600），拟加设 K 撑，土方开挖各工况的围护结构变形才能满足安全要求。

临时钢支撑选用双拼 H400X400X13X21，Q345，双肢轴心间距 600mm，角撑型钢长度不应大于 12m，间距不应大于 3m；斜 K 撑型钢长度不应大于 10m 且间距不应大于 4m，斜 K 撑需布置八字撑。H 型钢需布置加劲肋，各焊接节点采用等强连接。为确保节点传力可靠性，斜 K 撑上节点支撑于钢立柱与楼板节点处。

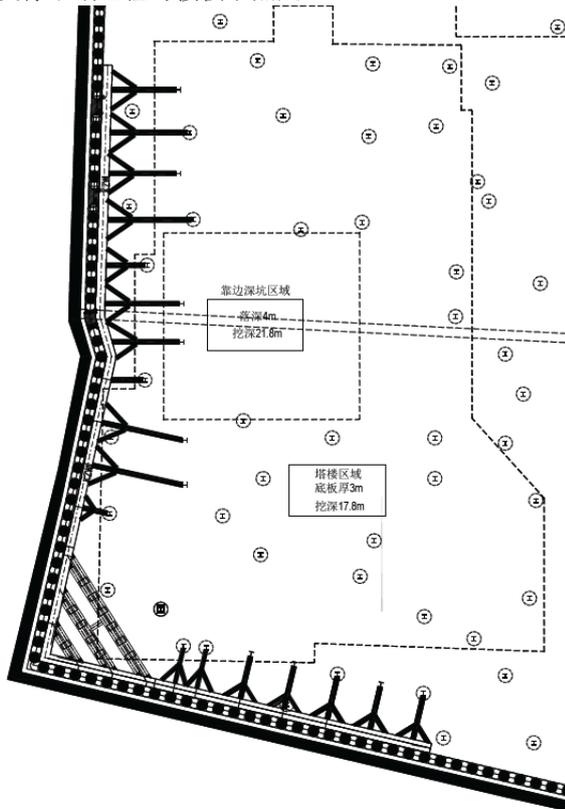


图 2 坑底 K 撑围檩平面布置图

2.1.2 深坑加固

开挖 21.8m 处深坑区域，原设计未考虑围护加固体系，

施工存在风险。靠近深坑区域周边，拟增加 $\varnothing 800@600$ 二重管高压旋喷桩加固+一道水平钢角撑的方式，增加该区域的围护刚性。

深坑开挖流程：施工深坑区域高压旋喷桩——开挖至塔楼基底——浇筑深坑范围外的底板（含暗埋于底板的砼围檩）——待先浇底板养护完成后，架设深坑钢角撑——开挖靠边深坑区域土方至深坑底——浇筑完成深坑区域混凝土——割除钢角撑

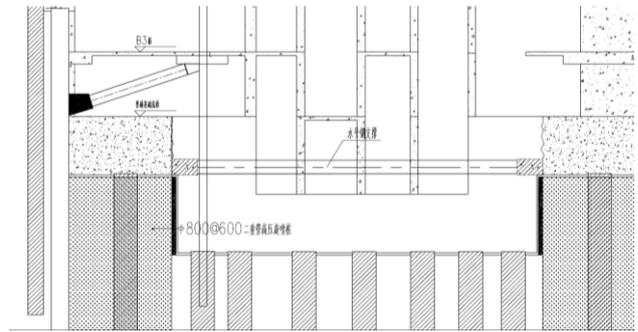


图 3 电梯深坑剖面图

2.2 逆作法临时支撑优化、再利用技术

2.2.1 临时立柱支撑优化

本工程为非一柱一桩式逆作法，钢立柱仅作为逆作法施工阶段临时竖向支撑使用，后期完成地下室永久结构后，将对临时支撑进行拆除。原设计方案中，钢立柱与结构楼板的连接方法通过临时混凝土柱帽，以此来增强该节点的抗冲切力。

本工程原设计利用了 150 根临时钢立柱，意味着四层楼板将产生 600 个临时混凝土柱帽，但当地下室全部完成后，混凝土柱帽将对建筑的使用造成影响，为避免实际使用功能的受限，必须对其进行剔凿，后期垃圾外运、楼面修复将浪费大量的资源与成本。

为减少施工时间、节约人工，项目部通过计算，将混凝土柱帽优化成可拆卸钢柱帽与埋入式加强牛腿，通过钢梁（牛腿）与钢立柱进行连接，满足受力要求的前提下，大幅提高了后期拆除的施工效率，并降低了拆除过程中的安全风险，提升了结构质量。



图 4 钢柱帽现场施工照片

经越南当地第三方审查单位计算分析，提出 B1-B3

层板的临时混凝土柱帽直接取消,在梁板内部增加弯起钢筋、小牛腿与抗剪钉,满足抗冲切要求,简化了施工步骤,且后期不需要清理,直接留置在梁板内部。



图5 楼板立柱支撑加固现场照片

2.2.2 临时立柱再利用

根据计算分析结果,大面开挖至坑底时,部分立柱不能满足强度与稳定性要求,单根立柱所分担的荷载面积过大。且在部分区域由于钢立柱离取土口较远导致取土口成为悬臂梁、悬臂板,呈现一定的风险。

由于本工程钢立柱存在屈曲风险,需要进行加固处理,根据本工程特性,不适合再施打新增钢立柱,在了解项目特殊性后利用原工程中已经施工的老立柱(10年前),其型号为350*400*20*20(截面面积略大于新立柱),对新立柱所承担的受荷面积进行分散受力,减小新立柱的竖向受力面积,以达到满足整个项目竖向承载处于可控范围的目的。

考虑到老立柱已经施工了一段时间,强度可能有一定折减,虽然经检测后其强度满足受力要求,但在计算中仍只考虑按其一-half承载力进行控制。而后根据行车方案的多次优化后,最终确定增加利用了24根老钢立柱,局部受力较大地方采用留洞后补措施,并限制一定范围内的堆载。

由于钢立柱在层层荷载累计后,在B3-B4层受力最大,并且在B4层开挖时,最后一层土方开挖底标高至B3层板顶距离为6.4m,深度较深且偏心距也加大,稳定性不足。采用斜向钢支撑对不满足要求的立柱进行加固,增加侧向约束以减小计算长度,从而对压弯稳定性进行加强,具体做法是在B3层钢立柱顶部和侧面增设钢支撑,H型钢型号为500*300*12*18和200*100*5.5*8。

2.3 逆作法结构改造和施工措施应用技术

2.3.1 逆作法地下室结构改造优化技术

设计单位在设计阶段未考虑逆作法施工阶段受力情况,仅考虑永久结构的受力情况,由于逆作法施工竖向结构后做,受力形式与永久结构阶段完全不同。

本工程逆作法并不是一柱一桩类型,梁板与永久柱和临时柱的受力并不一致,根据设计图纸建议楼板活荷载,经过越南第三方设计审查单位的计算复核,需要对板和梁

做加固,局部增加梁板钢筋。

为满足逆作法施工需求,在楼板设置七个取土孔,根据实际梁板结构布置,在原设计基础上,仅做微调。由于取土孔的面积较大,在经过计算后,增加相应钢支撑、混凝土上翻梁及附加钢筋。

在北侧跨度较大且无钢立柱支撑区域,为了满足水平力的传递,在此区域增加临时梁与柱帽,后期竖向结构施工完成后,将增加的临时梁及柱帽凿除。



图6 越南第三方设计审查单位审查模型(Etabs)

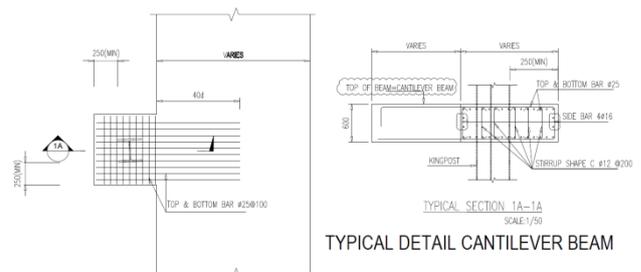


图7 局部附加临时上翻柱帽详图

2.3.2 逆作法基坑施工技术措施应用

本项目占地面积8321m²,基坑占地面积7397m²,基坑外仅能布置零星临时办公场所、临时仓库,主要加工设施如钢筋加工棚及钢筋堆场布置在首层板,围绕7个取土孔设置行车道路,尽量环通覆盖整个项目。

因首层板结构标高多,最大高差约0.5m,在局部出入口高差位置,填筑轻质混凝土坡道,且需要避开首层板预留竖向钢筋,使本工程行车道大致能够形成环通。

本工程地下室根据后浇带可分为6个区域,项目部在组织当地劳动力时,安排了2个班组,分别施工3个区域,为满足各班组的施工需求,在靠近首层板的行车道路周边,

设置了 2 处钢筋加工场地, 2 处木工加工场地。
 根据越南劳动力的特殊需求, 无需设置生活区, 工人每日骑摩托车上下班, 高峰期项目部拟投入工人约 1300 人, 场地布置时, 考虑了专门的停车场。

在 B1~B3 层设置周转材料堆场, 通过在取土孔设置悬挑卸料平台, 驳运楼层间的材料, 进一步缓解首层板堆场紧张的压力。

逆作法施工地下结构时, 在已完成的楼板下进行土方开挖, 由于暗挖阶段作业条件差, 坑内视线差, 且因为通风条件受限, 坑内有毒气体含量高。为了在逆作法施工阶段提供良好的施工环境, 在坑内增加轴流风机, 可根据需要做排风与送风, 在梁板下方布置 LED 灯带, 满足照明需求。

2.4 逆作法深基坑施工变形监测技术

2.4.1 周边环境监测技术

本工程基坑开挖深度超过 15m, 基坑开挖 1.5 倍范围内的有 68 栋建筑物。(1) 建筑物数量多, 建筑间距小, 密集程度高;(2) 结构薄弱, 受扰动造成影响大;(3) 建筑物地处闹市区, 且包含文保建筑, 保护要求高。

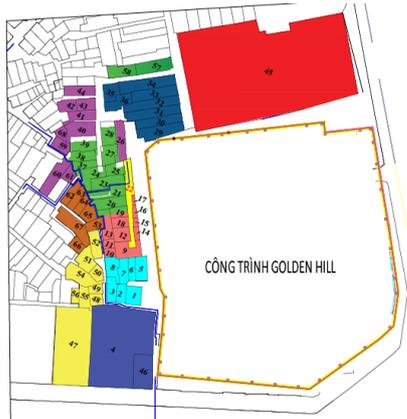


图 9 周边房屋平面图

周边房屋监测以监测裂缝与发展为主, 借助裂缝宽度尺、卷尺、相机、平面图等工具, 记录监测周期内, 新裂缝的产生、旧裂缝的发展。配合基坑变形监测内有关的监测数据, 辅助判断周边房屋的受影响程度, 以达到提前警示居民群众、及时采取相应措施的目的。

2.4.2 基坑变形监测技术

本工程基坑普遍深度为 15.45m, 塔楼底板开挖深度 17.85m, 电梯井开挖深度 21.8m。围护结构为地下连续墙与咬合桩的结合形式, 地墙分两次在 10 余年前由其他施工单位完成, 厚度 800mm, 深度分别为 23m 与 30m。除北侧靠近学校区域仅由咬合桩(桩长 34m)组成, 其余区域均为地下连续墙与咬合桩(桩长 26.3m)共同组成。

本项目基坑开挖深度深, 围护体系组成类别多, 周边环境复杂, 故在基坑开挖阶段, 对基坑进行了一系列变形监测, 包括基坑围护及周边的地质变形监测, 如周边房屋、道路、地墙、咬合桩的沉降、倾斜; 基坑内外的水力情况

监测, 如地下水水位、水压力; 且沿基坑四周布置了 8 口回灌井, 待必要时启用, 减小基坑外的水头差。基坑变形监测技术的研究, 在本项目正常开展阶段, 提供了有利的支撑工作。基坑开挖阶段, 基坑围护位移最大值为 34.44mm, 报警值为 70mm, 基坑安全满足要求。

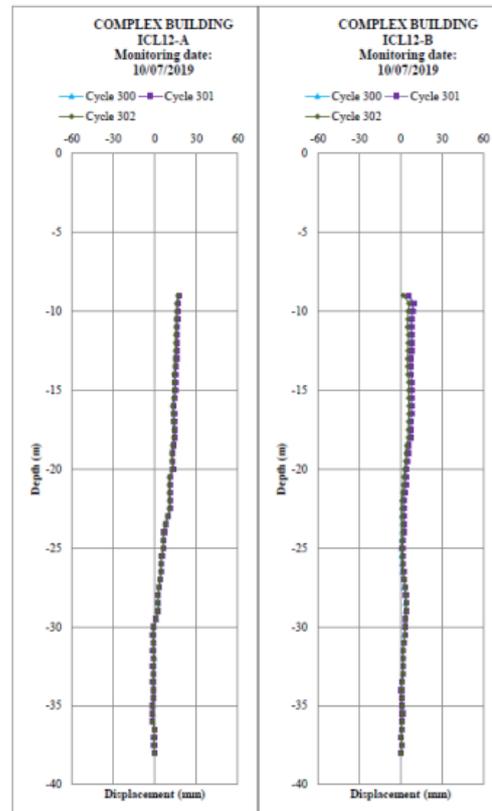


Table 4.3. Bảng quan trắc tổng hợp chu kỳ 382/Monitoring Total

NO	Monitoring type	Date	Alarm value(mm)		Actual value				Remark	
			Dailychange	Totally change	Daily change max	Location	Max	Location		
1	Neighbor house Settlement monitoring	2019.08.17	2	-9.00	-	-	-7.19	BSM9		
		2019.08.24			-	-	-8.38	BSM9		
2	Neighbor house Tilt monitoring	2019.08.17	2	PR1 : 8.00	-	-	6.00	PR1		
		2019.08.24			-	-	6.00	PR1		
3	Ground water level monitoring	Inside excavation			2019.09.04	0.10	MW2	-15.40	MW4	
					2019.09.05	0.30	MW14	-10.80	MW9	
		Outside excavation			2019.09.04	-0.10	MW3	-15.40	MW6	
					2019.09.05	-0.20	MW9	-11.00	MW9	
4	Road Settlement monitoring	2019.08.17	2	-9.00	-	-	-13.81	GSM10		
		2019.08.24			-	-	-14.03	GSM10		
5	Secant pile wall inclination monitoring	2019.08.04	4	70	0.97	ICL05 (-8.5m)	34.44	ICL05 (-8.5m)	Sliding into the excavation	
		2019.08.05			0.61	ICL09 (-14.0m)	33.95	ICL05 (-8.5m)		
6	Diaphragm wall inclination monitoring	2019.09.04	4	70	1.19	INC04 (-0.5m)	34.39	INC02 (-9.0m)	Sliding into the excavation	
		2019.09.05			1.14	INC07 (-2.5m)	34.12	INC02 (-9.0m)		

图 11 基坑变形监测报告

3 结语

本文以越南中心城区某老基坑工程为对象, 对该项目逆作法施工技术在基坑工程施工过程中的应用进行研究, 对该工程逆作法围护支撑设计、逆作法结构楼板优化改造、基坑周边监测等重点难点进行分析总结, 得到以下结论:

(1) 通过 Plaxis、Midas 等有限元分析软件对基坑围护、逆作法施工工况进行计算分析, 提出基坑围护加固、

结构改造等方案,通过场地合理布置等措施手段,根据实测监测数据表明,基坑围护及逆作法施工变形均在要求范围内。

(2)逆作法施工工艺在建筑密集老城区、场地条件受限、周边环境复杂区域应用,可有效控制基坑围护开挖阶段的变形,是超深基坑开挖有效的技术手段之一。

[参考文献]

[1]詹晓波,纪元刚,等.建筑密集地区深基坑逆作法设计

与施工技术研究[J].建筑结构,2022(5):6.

[2]颜立明.逆作法在复杂环境深基坑工程中的应用研究

[J].岩土工程技术,2021(4):45.

[3]陈银波,苏恒强,等.地下空间新型逆作法关键技术的联合应用[J].建筑结构,2020(8):89.

作者简介:马尧(1989.11—),毕业院校:淮海工学院,所学专业:土木工程,当前就职单位:上海建工五建集团有限公司,职务:项目工程师,职称级别:中级工程师。

公路施工中基底处理技术的优化研究

李宏伟

山东高速工程建设集团有限公司, 山东 济南 250000

[摘要]随着公路建设规模的持续扩大,基底处理技术成为影响工程质量与施工周期的关键因素之一。当前基底处理技术存在一定的不足,优化技术的研究已成为提升施工质量与效率的重点。通过分析不同基底处理方法对工程质量的影响,提出了基于地质特征、创新材料和施工工艺的优化策略。同时,结合实际案例展示了优化技术在公路施工中的应用效果,为基底处理技术的进一步提升提供了理论依据与实践指导,推动了公路施工领域的技术创新与进步。

[关键词]公路基底处理; 技术优化; 智能化; 环保材料; 施工质量

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15114

中图分类号: U416.166

文献标识码: A

Optimization Research on Base Treatment Technology in Highway Construction

LI Hongwei

Shandong Hi-speed Engineering Construction Group Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250000, China

Abstract: With the continuous expansion of highway construction scale, base treatment technology has become one of the key factors affecting engineering quality and construction period. The current substrate treatment technology has certain shortcomings, and research on optimization technology has become a key focus in improving construction quality and efficiency. By analyzing the impact of different substrate treatment methods on engineering quality, optimization strategies based on geological characteristics, innovative materials, and construction techniques were proposed. At the same time, the application effect of optimization technology in highway construction was demonstrated through practical cases, providing theoretical basis and practical guidance for further improvement of base treatment technology, and promoting technological innovation and progress in the field of highway construction.

Keywords: highway foundation treatment; technical optimization; intelligentization; environmentally friendly materials; construction quality

引言

随着公路建设规模扩大,基底处理作为关键技术,直接影响工程质量与工期。现有技术存在施工质量不稳定和技术实施难度大的问题,亟需优化。国内外研究显示,基底处理在不同地质条件下效果差异明显,需要技术创新与优化。文章旨在分析现有问题,探索适应性强且效果显著的优化策略,并通过实际案例验证其在公路施工中的应用效果。

1 公路基底处理技术概述

1.1 基底处理的定义与分类

基底处理是指在公路施工过程中,为确保路基稳定性与承载力,对路基土层进行的物理、化学或机械性质的改善。基底通常指的是公路路面以下的土壤层或岩层,其主要由土壤、石料、水分和有机物等成分构成。基底的特征包括土壤的颗粒组成、密实度、湿度、渗透性及其与周围环境的相互作用等。

基底处理技术可按方法分类为机械处理、化学处理和物理处理三大类。机械处理主要通过压实、挤密等手段增强基底的密度与强度;化学处理则利用化学反应改变土壤性质,提高其稳定性和耐久性;物理处理包括通过热力或

电场等物理方法改变土壤结构,提高其承载能力。

基底处理的技术要求包括确保处理后的基底具有足够的强度、稳定性和耐久性,并符合设计标准和施工规范。标准通常包括土壤的压实度、抗剪强度、渗透性等指标,确保处理后基底能够有效支持路面结构。

1.2 基底处理的作用与影响因素

基底处理对于公路施工至关重要。基底处理能显著提高路基的强度和稳定性,防止沉降、滑坡等地质灾害的发生。加强基底的承载力,有助于保障公路的使用寿命和安全性。

基底处理直接影响施工工期和成本。有效的基底处理能够减少后期维护和修复的费用,缩短施工周期,提升工程效益。

外部环境因素,如气候、地质、土壤类型及地下水位等,都可能影响基底处理的效果。特别是在湿润或干旱地区,土壤的稳定性和可施工性更易受到环境变化的影响,因此,针对不同地区的具体条件,采取灵活的处理方法至关重要^[1]。

1.3 当前公路基底处理的常用技术

公路施工中常见的基底处理技术包括机械处理技术、

化学处理技术和物理处理技术。

(1) 机械处理技术：通过压实和加固基底来提高其强度与稳定性，常用设备包括振动压路机、桩基等。适用于大多数土壤类型，尤其是松散土壤。

(2) 化学处理技术：通过加入石灰、泥灰、粉煤灰等化学材料，与基底土壤反应，改变土壤的物理和化学性质，从而提高其稳定性和承载力。适用于含水量高或黏性较强的土壤。

(3) 物理处理技术：利用物理方法，如热处理、冷冻法或电场处理等，改变土壤的结构，增强其力学性能。这些技术一般用于特殊土质或特殊环境下的基底处理。

不同的基底处理技术在实际应用中需根据土壤类型、施工环境等因素进行选择与优化。

2 公路基底处理技术的主要问题分析

2.1 基底处理过程中常见的问题

基底处理过程中，不同类型的基底土壤常常面临不同的处理难点。对于松散的砂土或膨胀性土壤，处理难度较大，需要通过强化压实或改性处理来提高其稳定性。而黏土类基底则可能面临吸水膨胀或开裂问题，需要采取化学稳定或物理加固的措施。

基底的不均匀性和不稳定性也是常见问题，尤其在复杂地质条件下，土层的分布不均可能导致局部处理效果差异。基底的不稳定性可能源自地下水位变化、外力扰动等因素，这些因素往往对基底的长期稳定性产生负面影响，增加了施工风险。

处理后效果的不确定性也是一大挑战。即使在理论上采用了合适的处理方法，实际效果仍可能受到施工工艺、天气变化及材料质量等多重因素的影响，造成基底处理后不达标或效果不如预期。

2.2 施工质量控制问题

施工环境对质量的影响显而易见，湿润、多雨或极端气候条件可能影响基底的处理效果。尤其在复杂或极端气候下，基底土壤的稳定性难以保证，施工难度增加。

施工技术和操作规范的执行不到位，也容易导致质量问题的出现。若施工人员对操作要求把控不严或对技术要求理解不到位，基底处理效果就可能出现偏差。

材料的选择与质量控制也是施工质量的关键。若使用不合格的改性材料，或材料在运输、储存过程中受到污染，也可能导致基底处理效果大打折扣。

2.3 技术实施中的经济与资源问题

成本控制是基底处理中的一大难题。不同的处理方法有不同的成本，而在保证施工质量的前提下，如何优化资源配置，降低施工成本，成为业界关注的重点。

技术实施过程中往往伴随较高的资源消耗。尤其是大规模施工时，机械、材料、劳动力的消耗较大，如何提高资源利用效率，降低浪费，是优化处理技术的关键^[2]。

施工周期和经济效益之间的矛盾也不容忽视。过长的施工周期会导致资金周转压力增大，同时也可能影响工程整体进度，因此在保证施工质量的同时，如何控制施工周期，提升经济效益，是技术优化亟待解决的问题。

3 基底处理技术优化策略

3.1 基于地质特征的个性化优化

基底处理的优化首先依赖于详细的地质调查与基底特征分析。通过对施工区域土壤的详细勘测，可以识别基底的成分、湿度、密实度等特性，进而为后续处理方法的选择提供依据。针对不同的基底类型，例如沙土、黏土或膨胀性土壤，需要选择最合适的处理方法。对于松散土壤，通常采用压实或改性处理；而对膨胀性土壤，化学加固技术则更为有效。定制化技术方案应根据不同土质、施工环境和预算要求量身定制，实施后的效果应通过现场监测进行反馈调整，确保处理效果的可持续性和稳定性。

3.2 新型材料的应用与效果评估

随着环保要求的提高，高效环保材料在基底处理中的应用逐渐增多。这些新型材料不仅具有更好的稳定性和更低的环境负担，还能提高土壤的承载能力和耐久性。材料的选择需结合实际施工环境和成本效益进行综合评估。例如，使用环保型化学稳定剂和再生材料，不仅减少了对自然资源的依赖，还能降低施工成本和长期维护费用。对新型材料的效果评估，除了关注其对施工效果的直接影响，还要分析其对环境和社会的可持续性影响^[3]。

3.3 施工工艺与设备的创新优化

施工工艺的优化路径主要通过提高工艺的精细化和标准化来实现。在此过程中，智能化设备的引入和新型施工技术的应用至关重要。智能化设备如自动化压实机和智能化监测设备，能够实时监控施工状态并调整作业参数，确保施工质量。此外，设备的技术革新和施工技术的协同优化能有效提高施工效率，降低资源浪费，缩短工期，进一步提升经济效益。在管理创新方面，施工过程中应加强团队协作与信息共享，确保技术与管理手段的有机结合，达到优化施工质量和成本控制的双重效果。

4 基底处理技术优化的案例分析

4.1 案例一：某高速公路基底处理优化实践

某高速公路项目位于地质条件较复杂的区域，施工时面临基底土壤松散、强度不足的问题，严重影响了路基的稳定性。项目初期，基底处理采用常规的机械压实方法，但效果不理想，路基沉降较大，无法达到设计要求。经过地质勘查后，发现土壤中含水量过高且存在膨胀性，导致传统的压实方法无法有效改善土壤性质。因此，项目组决定采用改性土技术和石灰稳定化技术相结合的方法进行基底处理。在实施过程中，先用机械设备对基底进行初步清理和松散，然后将石灰均匀喷洒在基底表面，并利用专用设备混合改性。优化后，基底的密实度和强度得到了有

效提升,施工质量得到了明显改善,项目按期完成,路基稳定性大大提高,经过长期监测,未出现沉降或裂缝现象,技术方案取得了显著的优化效果^[4]。

4.2 案例二:低质量土壤基底处理的改进措施

某公路段施工中,基底土壤质量较差,尤其是局部地区土质松散,水分过多,施工方面面临严峻的基底处理问题。该区域的土壤主要由黏土和有机物质混合而成,传统的机械压实方法无法达到要求,且处理后的土壤容易出现塌陷和变形。在项目施工过程中,通过现场地质分析,决定采用石灰和水泥复合改良技术,增强土壤的稳定性。该技术通过将水泥与石灰按一定比例混合,经过机械搅拌后注入基底土层,形成更为坚固的复合基底。实施过程中,优化后的基底土壤不仅提高了强度,还大大改善了其承载能力和抗渗性。经质检部门验证,改良后的土层符合设计要求,施工后期,基底稳定性显著提升,沉降现象几乎消失,项目整体施工周期也得到了有效缩短,经济效益和社会效益得到了较好体现。

4.3 案例三:基底处理技术在山区公路中的应用

在某山区公路建设过程中,项目所经过的山区地质复杂,土壤含水量较高且有部分地段存在滑坡现象。山区公路基底施工的特殊性要求项目组在基底处理时,采取灵活多样的处理技术来应对不同的地质条件。通过详细的地质勘查后,项目组在滑坡及湿滑地段采用了混凝土桩基和深层搅拌技术,而在其他地段,则使用了石灰改良和压实法。混凝土桩基能够有效加固基底,防止滑坡现象的发生,而深层搅拌技术则能够改善湿滑地段的承载力。在实施过程中,项目组还加强了施工的精细化管理,通过严格的质量控制体系确保每一段基底处理都达到了设计要求。项目建成后,经过多次地质监测和质量检测,路面稳定性大幅提升,抗滑性能显著增强,未发生任何滑坡或地基沉降现象,极大地提高了公路的使用安全性与稳定性,得到了各方的高度评价。

5 公路施工基底处理技术的未来发展趋势

5.1 基底处理技术的智能化与自动化发展

随着科技进步,智能化与自动化技术将在公路基底处理中发挥越来越重要的作用。智能检测技术,如地质传感器与无人机巡检,能够实时监测土壤状态、湿度、密实度等关键参数,为基底处理提供数据支持,确保施工质量与安全。智能传感器系统可实时监控土壤变化,及时调整处理方案,提高施工精准度和稳定性。自动化设备的应用不仅提升施工效率,还能减少人为误差,尤其在复杂地质条件下,保持施工质量的稳定性。智能化技术的应用有效减少人工操作,降低成本,同时提升施工质量,是基底处理技术优化的重要方向。

5.2 绿色环保技术在基底处理中的应用前景

环保问题日益成为公路建设领域关注的重点。绿色环

保技术在基底处理中的应用前景广阔,尤其是环保材料的研发与应用。高效、低碳、可再生的环保材料,如再生土、绿色化学稳定剂和生物降解材料,将成为未来基底处理的主要选择。这些材料不仅能有效改善土壤性质,还能减少施工过程中的资源消耗和污染排放,符合可持续发展的要求。绿色施工理念的推进要求施工单位在技术实施时更加注重环境保护,优化施工过程中的能源使用和废物处理,减少对生态环境的负面影响。同时,环保技术的成本控制也将逐步得到解决,通过技术创新和大规模应用,环保材料的成本将进一步降低,从而实现经济效益与环境效益的双赢^[5]。

5.3 行业标准与政策的优化建议

随着公路建设规模的不断扩展,基底处理技术的行业标准亟须进一步完善。应制定更为科学、精确的标准,涵盖不同地质条件下的处理方法、材料选择和施工技术要求,以确保工程质量和安全。此外,政策支持与技术推广的协同发展将推动基底处理技术的进步,政府可以通过财政补贴、税收优惠等方式鼓励企业采用先进技术,并推动行业技术的普及和应用。同时,行业人才的培养与技术创新的支持也非常关键。通过建立完善的培训体系,提高从业人员的专业素质,激励创新研发,进一步推动基底处理技术的创新发展,以适应未来公路建设的需求。

6 结语

文章深入探讨了公路基底处理技术的优化路径,分析了不同优化策略在提升工程质量、降低施工成本和缩短工期方面的重要作用。通过案例分析,证明了智能化、环保材料以及定制化技术方案在实际应用中的有效性。未来,基底处理技术将朝着智能化、绿色环保和标准化方向发展,同时相关政策支持和行业人才培养也将推动技术进步和行业升级。通过技术创新与政策引导,公路基底处理技术将在提高施工效率和环境可持续性方面发挥更大作用,助力公路建设的长远发展。

【参考文献】

- [1]焦文欣.河套地区积水地段公路路基基底处理技术研究[D].西安:长安大学,2014.
- [2]石磊.公路桥梁施工中填石路基施工技术的应用[J].交通世界,2018(1):104-105.
- [3]金霄.填石路基施工技术在公路施工中的应用分析[J].建材与装饰,2018(29):244-245.
- [4]谢欢欢,周琴.填石路基施工技术在公路施工中的应用方法[J].交通世界,2018(31):52-53.
- [5]赵晓英.公路施工中软土路基的施工技术和处理方法[J].四川建材,2022,48(5):141-142.

作者简介:李宏伟(1980.8—),男,毕业院校:山东交通学院,专业:土木工程,当前就职于:山东高速工程建设集团,职务:分公司副总经理,职称:高级工程师。

建筑结构施工中膨胀混凝土技术的运用

张志利

科邦建筑有限公司, 河北 邢台 054000

[摘要]在建筑领域,随着技术的不断革新与发展,结构材料的性能要求逐步提高,尤其是在复杂结构和特殊环境下的应用。膨胀混凝土作为一种具有特殊性能的建筑材料,在硬化过程中能够有效产生膨胀力,进而填补混凝土内部的微小空隙,从而提高结构的密实性、抗裂性与防水性。该特性使得膨胀混凝土在地下工程、水利设施以及要求较高抗裂性的建筑中,展现出了显著优势,成为许多工程的优选材料。尽管膨胀混凝土的使用效果得到广泛认可,但膨胀混凝土材料的配比,施工环境的温湿度控制、膨胀效果的监控等都需要进一步地优化。文中分析膨胀混凝土施工中面临的技术难点,提出相关解决方案,并探讨如何通过优化施工流程与创新施工技术,进一步提升膨胀混凝土在建筑项目中的应用效果。

[关键词]膨胀混凝土;建筑结构;施工技术;应用策略

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15113

中图分类号: TU755

文献标识码: A

Application of Expansive Concrete Technology in Building Structure Construction

ZHANG Zhili

Kebang Construction Co., Ltd., Xingtai, Hebei, 054000, China

Abstract: In the field of architecture, with the continuous innovation and development of technology, the performance requirements of structural materials are gradually increasing, especially in the application of complex structures and special environments. Expanded concrete, as a building material with special properties, can effectively generate expansion force during the hardening process, thereby filling the small gaps inside the concrete and improving the compactness, crack resistance, and waterproofing of the structure. This characteristic enables expansive concrete to demonstrate significant advantages in underground engineering, water conservancy facilities, and buildings requiring high crack resistance, making it the preferred material for many projects. Although the effectiveness of using expansive concrete has been widely recognized, further optimization is needed for the proportioning of expansive concrete materials, temperature and humidity control in the construction environment, and monitoring of the expansion effect. The article analyzes the technical difficulties faced in the construction of expansive concrete, proposes relevant solutions, and explores how to further improve the application effect of expansive concrete in construction projects by optimizing the construction process and innovating construction technologies.

Keywords: expanded concrete; building structure; construction technology; application strategy

膨胀混凝土作为一种具有特殊膨胀性能的建筑材料,其应用始于上世纪中期,经过多年发展,已成为建筑工程中不可或缺的重要材料。膨胀混凝土主要通过向混凝土中加入膨胀剂,在硬化过程中引起微膨胀,填补混凝土内部的空隙,从而有效地防止裂缝的形成,提升混凝土的强度与密实性。正因如此,膨胀混凝土在地下建筑、水利工程以及其他要求密实性较高的工程中,得到了广泛应用。尽管其具有显著的优势,膨胀混凝土的施工过程中依然面临许多技术难题。特别是在材料配比、膨胀剂的选择与添加量、施工环境的控制等方面,施工质量的保证成为了一个巨大的挑战。温度、湿度等环境因素的变化,直接影响膨胀混凝土的膨胀效果及硬化强度。因此,施工过程中必须加强对这些因素的实时监控与调控,确保混凝土的膨胀性能达到预期。

1 膨胀混凝土施工特性分析

1.1 膨胀混凝土的基本构成

膨胀混凝土是一种功能性强的建筑材料,通常由水泥、

骨料、膨胀剂及外加剂组成。在选择水泥时,通常选用普通硅酸盐水泥,因其具备良好的稳定性与黏结力,可以为混凝土提供所需的强度。混凝土中的骨料由粗骨料和细骨料组成,骨料的级配直接影响混凝土的密实度与强度。为了确保混凝土性能的稳定,骨料需要严格控制其粒径分布,并且含泥量应尽量降低,以免对混凝土的整体质量产生负面影响。膨胀剂是膨胀混凝土的关键成分,它与水泥发生水化反应,生成膨胀性物质,从而在混凝土硬化过程中产生膨胀力,抵消由于水分蒸发或温度变化导致的体积收缩。由此,混凝土的体积能够得到有效保持,避免裂缝的形成。此外,外加剂的使用也对混凝土的性能起到重要作用。适量添加减水剂、缓凝剂等,可以改善混凝土的流动性,并且调节膨胀过程的速率,使得混凝土在施工过程中具有更好的可操作性。

1.2 膨胀混凝土材料特性

膨胀混凝土凭借其特殊的物理特性,与常规混凝土在

硬化过程中容易因体积收缩而引发裂缝不同,膨胀混凝土通过其内部的膨胀效应生成自应力,从而有效地抵消了由于收缩产生的应力,这一过程大大减少了裂缝的产生。膨胀混凝土还在填充性方面展现出了突出优势。在形状复杂或结构不规则的施工场景中,膨胀混凝土能够确保各个部位均匀填充,避免了传统混凝土可能出现的孔隙或结构缺陷问题。其低收缩率特性在大体积混凝土施工中尤为重要,能够有效防止因干缩引发的变形,进一步提升了工程结构的稳定性与耐久性。膨胀混凝土的抗渗性能也是其一大亮点。其内部致密的结构使得水分渗透几乎被完全阻隔,这一性能尤其适用于地下工程、水工设施等对防水性要求极高的领域。综合来看,膨胀混凝土凭借其出色的抗裂、抗渗以及低收缩的特性,显著提升了建筑工程的质量,也推动了施工技术的不断革新与进步。

2 建筑结构膨胀混凝土施工技术难点

2.1 膨胀混凝土的加工制备关键要素

膨胀混凝土的施工效果与其材料的合理配比以及搅拌的均匀性密切相关。在制备过程中,水灰比、膨胀剂的掺量与搅拌时间是影响膨胀混凝土性能的关键因素^[1]。水灰比的控制对于混凝土强度及膨胀效应至关重要,水灰比偏高会导致膨胀效果减弱,并可能导致混凝土的强度不足;若水灰比过低,搅拌可能不均匀,影响膨胀剂的分布。膨胀剂的掺入量亦需精确控制,过少会导致膨胀效应不明显,过多则可能导致膨胀过度,进而破坏混凝土的结构。而搅拌时间的长短直接影响膨胀剂与其他成分的反应过程,时间过短可能导致膨胀剂未充分反应,而过长则可能引起不必要的反应,影响混凝土的膨胀效果。因此,控制每个环节的操作精度,确保混凝土配比的合理性与搅拌的均匀性,对于膨胀混凝土的施工质量至关重要。

2.2 膨胀混凝土施工中的技术难点

在膨胀混凝土的实际应用中,膨胀率过低可能导致混凝土无法有效抵抗因收缩而产生的内应力,从而影响结构的密实性;相反,膨胀率过高则可能导致混凝土膨胀过度,甚至破坏结构的整体性。因此,如何精确调整膨胀率,使其既能满足结构的强度要求,又能保持适当的体积稳定性,是施工中的一大挑战。除此之外,环境因素对膨胀混凝土的影响同样不容忽视。高温会加速膨胀剂的反应速度,导致膨胀过度;低温则可能导致膨胀反应的迟缓,从而影响混凝土的膨胀效果。同样,湿度的变化也会影响膨胀剂的反应情况。湿度过高时,膨胀剂的反应速度减慢;而湿度过低,则会使混凝土表面水分过快蒸发,影响膨胀效应的实现。因此,在膨胀混凝土施工过程中,必须根据实际情况调控膨胀率,并对施工环境进行适当控制,确保混凝土的膨胀效果达到预期标准。

2.3 膨胀混凝土施工人员管理中的难点

膨胀混凝土施工过程涉及多个环节,从混凝土的配制、

搅拌到成型,每个环节都需要精准地操作。如果施工人员经验不足或技术不熟练,可能导致混凝土配比不精准、搅拌不均匀,甚至在实际施工中出现失误,从而影响工程质量。针对这一问题,加强施工人员的专业培训尤为重要。通过培训,施工人员能够更好地理解膨胀混凝土的特性及施工中的关键点,提升其操作技能,从而确保混凝土的高质量施工。同时,施工现场的管理也应得到重视。对施工现场进行有效的管理,明确每个施工环节的责任分工,不仅能减少操作失误,还能提高施工效率。现场管理人员应对施工过程进行全过程监管,确保每个环节都按照技术要求进行操作,从而保证膨胀混凝土的施工质量。

2.4 施工环境控制的挑战

膨胀混凝土的施工效果受环境因素的影响较大,温度、湿度等因素对其性能有着显著的影响。在高温环境下,膨胀剂的反应速度较快,容易引发过度膨胀,影响混凝土的稳定性;而在低温环境中,膨胀剂反应速率降低,膨胀效果可能不足。湿度也是影响膨胀效果的一个重要因素,湿度过高可能抑制膨胀剂的反应,导致膨胀效果减弱;湿度过低则会加速水分蒸发,影响混凝土的膨胀性能。风速过大会导致混凝土表面水分过快蒸发,同样会对膨胀效果产生负面影响。因此,施工过程中采取适当的防护措施,如设置遮阳网、加湿设备等,能够有效减少环境对膨胀混凝土施工的干扰,确保其膨胀效应的稳定性^[2]。在施工过程中,确保适宜的环境条件,能够大幅减少膨胀混凝土性能的波动,从而保证混凝土在施工后的质量与稳定性。因此,对施工环境的适应性控制,成为膨胀混凝土施工中不容忽视的技术难点。通过科学合理的环境管理,能够有效促进膨胀混凝土的施工效果,达到设计要求。

3 建筑结构膨胀混凝土施工技术的应用策略

3.1 科学完善膨胀混凝土的施工流程

为了确保膨胀混凝土施工的高效与高质量,必须制定一套科学、标准化的施工流程。这一流程涉及到多个方面的具体操作,涵盖了从材料准备到混凝土浇筑、振捣以及膨胀率检测等环节。在每一个环节中,都要细致入微地控制与把握,只有这样才能确保施工的每一步都能达到设计要求,保证膨胀混凝土的性能。材料的选择,尤其是膨胀剂的使用,需要严格按照工程的具体要求来进行。膨胀剂的种类及其掺量应根据施工要求精确调配,避免出现膨胀不足或过度膨胀的情况^[3]。混凝土的浇筑过程中,施工人员应注意浇筑的速度与时机,浇筑过快或过慢均会对混凝土的质量产生负面影响,影响混凝土的均匀性。振捣操作是保证混凝土密实度的关键,施工人员应根据混凝土的状态,进行适度的振动,避免出现空隙和离析现象,确保混凝土的密实性。膨胀率的检测也是施工流程中的一个重要环节,必须保证膨胀率的变化符合设计要求,才能确保膨胀混凝土在后期的施工与使用中具有足够的强度与稳

定性。因此,施工方应严格把控每一个施工环节,确保每项操作都符合标准,从而保证混凝土的膨胀性能得到充分发挥。

3.2 丰富膨胀混凝土施工技术手段

随着技术的不断发展,膨胀混凝土施工过程中,应充分利用先进的设备与技术,依据不同工程的需求进行灵活应用。机械化浇筑设备的引入不仅能提高施工效率,还能确保混凝土浇筑过程的精确性与一致性,避免人工操作的误差和不规范性。在大型建筑项目中,机械化设备的使用尤为重要,它能够显著提升施工速度,减少人工操作带来的不确定性,提高施工进度的可控性。智能监测系统的应用,使得施工人员可以实时获取施工现场的各项数据,如混凝土的膨胀率、强度、温度及湿度等,这些数据能够为施工管理提供科学依据,帮助及时调整施工方案,确保膨胀混凝土的质量与性能始终维持在最佳状态。在选择膨胀剂时,需要根据工程的实际需求与环境因素来选择合适的膨胀剂类型。不同的膨胀剂对混凝土的膨胀性能、抗压强度及硬化时间等方面均有不同的影响,必须根据工程特点进行针对性的选择。除了常规的膨胀剂外,现代科技的发展使得各种改性膨胀剂的出现成为可能,这些膨胀剂能够在提高膨胀性能的同时,增强混凝土的抗渗性、耐久性等综合性能。在具体施工中,选用适当的膨胀剂可以帮助满足工程的特殊需求,进一步提升混凝土的质量与稳定性。借助先进的施工设备与合理选择膨胀剂,膨胀混凝土的施工质量得到了更好的保障,技术手段的多样化也大大提高了施工效率。

3.3 做好膨胀混凝土的常规养护工作

膨胀混凝土的养护工作在施工过程中占据着至关重要的地位,养护条件的好坏直接影响着混凝土的性能与质量。合理的养护措施能够有效避免因温度过高或湿度过低导致混凝土出现裂缝或膨胀不足等问题。通常,膨胀混凝土的养护应在适宜的温湿度条件下进行,理想的养护温度为20℃左右,而湿度则应保持在85%以上。若温度过高或湿度过低,混凝土中的水分将过度蒸发,水化反应难以顺利进行,导致膨胀不足。因此,施工方应采取相应的养护措施,确保混凝土水化反应的顺利进行。为了确保养护效果,常见的养护方法包括覆盖湿布法与洒水养护法。通过这些方法,能够有效防止混凝土表面水分的蒸发,使其维持在一个相对湿润的状态,保证膨胀性能得到充分发挥。在特殊环境下,可能需要使用加热设备来调控温度,防止混凝土因低温而水化反应受阻。养护工作还需要根据实际施工环境进行调整,在一些极端环境下,需要采取更为专业的养护手段。例如,在高温或干燥环境中,施工方应密切关注混凝土表面的湿度,通过增加洒水次数或使用湿度控制设备来保持适当的湿度,以保证混凝土的膨胀性能不受外部环境的影响。同时,对于冬季施工,需要采取保温

措施,确保混凝土在低温环境下仍能顺利进行水化反应。科学合理的养护措施不仅能够有效避免膨胀混凝土开裂,还能提高其最终的强度与稳定性,对工程的长期质量起到关键性作用。

3.4 强化施工质量的实时监控

为了确保膨胀混凝土施工的质量能够得到全面保障,需要在施工现场布置传感器,对混凝土的膨胀率、硬化强度以及温湿度等关键参数进行实时监控,施工人员可以随时掌握施工状态,及时发现并处理施工过程中出现的问题。监测数据的实时反馈,使得施工管理更加精细化,施工人员能够迅速采取措施,解决可能出现的质量隐患^[4]。在膨胀混凝土的施工过程中,膨胀率、硬化强度等参数的变化直接影响混凝土的性能,而温湿度等环境因素也可能对混凝土的膨胀效果产生较大影响。通过智能监测系统,施工人员能够实时跟踪这些参数的变化,必要时可根据数据调整施工方案,确保施工质量始终处于最佳状态。在发生异常情况时,系统能够及时发出警报,帮助施工人员及时做出反应,避免问题的进一步恶化。例如,如果发现膨胀率未达到预期,系统会提醒施工人员采取相应的措施进行调整,避免出现混凝土膨胀不足的情况。

4 结语

膨胀混凝土凭借其出色的抗裂性能、良好的膨胀特性,已成为多种建筑工程中的重要材料。本文通过分析膨胀混凝土施工中的技术难点,提出了优化施工流程、加强技术手段与施工环境控制等策略,为膨胀混凝土的高效应用提供了理论依据。在科学制定施工计划、合理选择膨胀剂及优化施工工艺的过程中,膨胀混凝土的性能能够得到充分发挥,进而确保施工质量的稳定性与长期效果。未来的研究应集中于进一步优化膨胀混凝土的配比及施工技术,同时加强对施工环境影响因素的精准调控。智能化监测技术的引入,将为膨胀混凝土的施工过程提供更加精细化的监控手段,从而提高施工质量与效率。

[参考文献]

- [1]林仁灿. 膨胀混凝土技术在建筑结构施工中的应用探究[J]. 城市建筑, 2020, 17(29): 122-123.
 - [2]张洪才, 严世军, 段佑强, 等. 超长结构无缝施工技术在建垃圾资源再生循环经济园区项目中的应用[J]. 中国建材科技, 2019, 28(5): 52-53.
 - [3]朱瀚, 李家丞, 余德浩, 等. 膨胀混凝土施工技术在建筑结构施工中的应用[J]. 建筑技术开发, 2020, 47(16): 59-60.
 - [4]刘光宇. 膨胀混凝土施工技术在建筑结构施工中的应用探究[J]. 工程机械与维修, 2023, 11(4): 262-264.
- 作者简介: 张志利(1987.10—), 毕业院校: 河北建筑工程学院, 所学专业: 工程造价, 当前工作单位: 科邦建筑工程有限公司, 职务: 项目经理。

公路桥梁施工中桥面铺装技术的优化与创新

裴立

湖北省路桥集团华晟通建设工程有限公司, 湖北 武汉 430000

[摘要]公路桥梁施工中的桥面铺装技术是保证桥梁使用性能和耐久性的关键。为了提高桥面铺装的施工质量与效率,结合现代化材料和施工工艺进行优化设计。采用高性能混凝土、沥青材料及先进的铺装工艺,可以有效提高桥面抗压、抗老化性能,同时减少养护成本。通过优化施工流程,精确控制铺装厚度与材料比例,缩短施工周期,降低工程造价。此外,创新的桥面铺装技术能够提升交通安全性,减少维护频率,延长桥梁使用寿命,确保桥梁在长期服役中的结构稳定性与行车平顺性。通过这些技术改进,不仅能够提升施工质量,还能带来可持续的经济效益和环境效益。

[关键词]桥面铺装; 施工技术; 优化设计; 材料创新; 耐久性

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15110

中图分类号: U443.33

文献标识码: A

Optimization and Innovation of Bridge Surface Pavement Technology in Highway Bridge Construction

PEI Li

Huashengtong Construction Engineering Co., Ltd. of Hubei Road & Bridge Group, Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract: The bridge surface pavement technology in highway bridge construction is the key to ensuring the performance and durability of the bridge. In order to improve the construction quality and efficiency of bridge surface pavement, optimization design is carried out by combining modern materials and construction techniques. The use of high-performance concrete, asphalt materials and advanced paving technology can effectively improve the compression resistance and aging resistance of the bridge deck, while reducing the maintenance cost. By optimizing the construction process, accurately controlling the paving thickness and material ratio, shortening the construction period, and reducing project costs. In addition, innovative bridge surface pavement technology can improve traffic safety, reduce maintenance frequency, extend the service life of bridges, and ensure the structural stability and smooth driving of bridges in long-term service. Through these technological improvements, not only can construction quality be improved, but sustainable economic and environmental benefits can also be brought.

Keywords: bridge surface pavement; construction technology; optimization design; material innovation; durability

引言

随着公路交通量的持续增长,桥梁作为重要的交通基础设施,其桥面铺装的质量直接影响到行车安全、舒适度和桥梁的使用寿命。然而,传统桥面铺装技术在耐久性、施工效率和经济性方面存在一定的局限性。为了解决这些问题,近年来桥面铺装技术不断优化与创新。通过引入新型材料和高效施工工艺,不仅能够显著提升桥梁的结构性能,还能有效降低工程造价和后期维护成本。这些技术进步为提升桥梁施工质量、延长使用寿命提供了新的可能,为现代公路桥梁建设提供了宝贵的参考和借鉴。

1 桥面铺装技术现状与发展趋势

1.1 现有桥面铺装技术概述

公路桥梁的桥面铺装技术主要包括沥青铺装、混凝土铺装和复合铺装等几种形式。沥青铺装因其施工简便、价格相对低廉,广泛应用于公路桥梁中。沥青材料具备较好的抗滑性和适应温度变化的能力,是目前最常用的桥面铺装材料。混凝土铺装则由于其较强的抗压强度和耐久性,常用于重载交通频繁的桥梁,尤其是在高速公路和城市主

干道的桥梁中得到应用。此外,复合铺装技术通过将沥青与混凝土的优势结合,改善了单一材料铺装的局限性,逐渐成为现代桥梁建设中的重要方向。

1.2 现有技术面临的问题

尽管现有桥面铺装技术已经取得一定的进展,但仍存在一些问题和挑战。首先,传统沥青铺装在高温或极端气候条件下容易发生软化、老化现象,导致桥面产生裂缝和坑洼,降低使用寿命。其次,混凝土铺装虽然耐久性较好,但施工周期长,成本较高,且维修难度较大。复合铺装技术虽然能够弥补上述缺陷,但其施工过程复杂,要求更高的技术标准。再者,桥面铺装的施工质量受施工人员技术水平、设备精度和施工环境等多方面因素影响,常常难以保持一致性,影响桥梁的长期稳定性^[1]。

1.3 发展趋势与技术创新

随着科技的进步,桥面铺装技术正朝着更高的材料性能和施工工艺效率方向发展。未来,高性能材料的应用将成为提升桥面铺装质量的关键。例如,高抗裂、高抗压的复合沥青材料和超高强度混凝土材料的研究与应用,有望

显著提升桥梁的抗老化性能和整体稳定性。此外，纳米技术和改性技术在材料中的应用，也为桥面铺装提供了更优异的性能，延长了桥梁的使用寿命。

另一方面，施工工艺的不断优化也是技术发展的重点。例如，通过自动化设备和智能化施工监控系统来提高施工精度、减少人工误差，提升施工质量与效率。现有的桥面铺装技术在施工过程中也越来越倾向于绿色环保，低碳排放技术的引入，将有效减少施工过程中对环境的影响，推动桥梁建设走向可持续发展的道路。

2 高性能材料在桥面铺装中的应用

2.1 高性能混凝土的特点与应用

高性能混凝土（HPC）是一种通过优化水泥、骨料和外加剂配比，以提高其抗压强度、抗裂性、耐久性等性能的材料。相较于传统混凝土，高性能混凝土具有更低的渗透性、更高的抗冻性和抗老化能力，因此在桥面铺装中能够显著提高桥梁的耐久性和使用寿命。高性能混凝土适用于高负荷、交通繁忙的桥梁，尤其是对于长期暴露在恶劣环境下的桥梁，能够有效抵抗酸雨、盐碱等腐蚀性物质的侵蚀。它的抗裂性能和抗磨损性使得桥面在长时间使用后不会发生严重的裂缝，减少了维护成本和频率。

此外，高性能混凝土具有较好的施工性和较短的养护时间。其在桥面铺装中的应用，尤其是在复合材料铺装系统中，能够与其他材料共同作用，达到优化性能的效果，延长桥梁的使用寿命并减少运营成本。

2.2 改性沥青的特点与优势

沥青材料因其良好的黏结性和弹性，广泛应用于公路桥梁的桥面铺装。然而，传统沥青在高温或低温环境下容易发生软化或脆裂，影响桥梁的使用性能。为了克服这一问题，改性沥青材料的出现成为了一种有效解决方案。通过加入聚合物、橡胶粉、纳米材料等添加剂，改性沥青材料的性能得到了显著提高，具有更好的高温稳定性和低温抗裂性。

改性沥青具有较高的抗车辙性能和抗老化性能，能够在高温情况下保持稳定形态，在低温下不易开裂。其弹性特性使其在交通荷载作用下能够分散应力，减少了桥面发生裂缝的概率。对于重载桥梁或长期承受高频车流的桥梁，改性沥青铺装能够有效提高桥面铺装的使用寿命和行车平顺性^[2]。

2.3 高性能材料带来的技术提升

高性能材料的应用使得桥面铺装技术的整体水平得到显著提升。首先，通过使用高性能混凝土和改性沥青材料，能够有效提升桥面的抗压、抗裂、抗老化等基本性能，减少了传统铺装材料所带来的局部破损、裂缝和坑洼问题。其次，材料的创新使得施工过程更加高效。改性沥青具有较好的施工适应性，能够在较短时间内达到高质量的铺装效果，缩短了施工周期并降低了工期压力。高性能混凝土

则通过优化材料配比和技术手段，确保了桥面铺装的均匀性和坚固性。此外，这些新型材料还能够降低养护成本，提高桥梁的长期经济效益。通过提高铺装的耐久性，减少了桥梁维护的频率和维修费用，从而为交通管理部门节省了大量的维护支出。

3 施工工艺优化与桥面铺装质量提升

3.1 施工工艺优化的必要性

桥面铺装的施工工艺直接影响桥梁的使用性能和维护周期。传统的铺装工艺存在施工周期长、质量控制难度大、人工依赖强等问题，且难以保证每次施工的质量一致性。随着工程技术的进步，施工工艺的优化已经成为提高桥面铺装质量、减少工程成本及缩短施工周期的关键手段。优化施工工艺不仅能够提高施工效率，还能确保铺装质量，减少后期的维护和修复费用。因此，施工工艺的改进是提升桥面铺装整体性能和经济效益的核心所在。

3.2 高效施工技术的应用

高效施工技术的引入是桥面铺装工艺优化的重要方向。例如，使用机械化施工设备替代传统人工操作，可以大幅提高施工精度和效率。自动化摊铺机、振动压实机和热控技术设备的广泛应用，确保了铺装材料均匀分布、温度控制精准，避免了人为因素对施工质量的影响。摊铺机能够确保材料铺设的厚度一致，振动压实机则有效提高了桥面材料的密实度，从而增强了铺装的抗压强度和耐久性。

此外，自动化监控系统的应用，可以实时监测施工过程中材料的温度、湿度、厚度等关键参数，确保每一环节都在最佳状态下进行。施工工艺的精细化和高效化使得桥面铺装质量得到了显著提升。

3.3 施工工艺的质量控制与精细管理

施工工艺优化不仅仅体现在新技术和设备的使用上，精细的质量控制也是确保铺装效果的重要因素。通过优化施工流程，实施分段作业和逐步检查，可以避免施工过程中出现的任何质量问题。为了确保铺装质量，施工单位通常会对材料的配比、温度控制、铺设速度等进行严格监控，同时在每一个环节设置质量检查点，确保每一层铺装都符合标准要求。精细化管理不仅能够提高施工效率，还能避免后期频繁的维修工作。

同时，通过引入先进的质量控制系统，能够对桥面铺装的每一个施工环节进行实时跟踪。施工过程中遇到任何异常情况时，系统能够立刻发出警报，提前发现问题并采取应对措施，从而最大限度地保障施工质量。

3.4 工艺优化带来的成本与时间节约

施工工艺的优化直接影响项目的施工周期和成本。机械化施工和自动化监控系统的使用，大大减少了人力成本和施工时间。通过合理安排施工步骤、优化施工顺序，可以使得桥面铺装工作更加高效，不仅提高了施工质量，还能够避免返工和材料浪费。优化后的施工流程通常使项目

提前完成,减少了因施工延误而增加的费用^[3]。

此外,高效的施工工艺还能够减少材料的浪费,提高材料的使用效率。通过精准控制材料的用量和铺设厚度,避免了过量使用材料或不均匀铺设的问题,从而降低了施工成本。随着施工工艺的优化,桥面铺装的经济效益和施工效率都有了显著提升。

3.5 长期效果与维护成本降低

施工工艺的优化不仅仅体现在短期的施工效率上,更重要的是对桥面铺装长期使用效果的提升。精细化的施工管理保证了铺装的均匀性和耐久性,使得桥面在长时间使用过程中保持良好的状态,减少了裂缝和损坏的发生。高质量的铺装有效降低了桥梁后期的维护成本,延长了桥梁的使用寿命,从而为投资方带来更大的经济效益。

4 桥面铺装技术创新的经济与环境效益

4.1 提升桥梁耐久性与减少维护频率

桥面铺装技术创新通过采用高性能材料和先进施工工艺,显著提升了桥梁的耐久性。新型高性能混凝土、改性沥青等材料的使用,提高了桥梁抵抗温差变化、腐蚀性物质侵蚀和交通荷载的能力。这使得桥面在长期使用过程中不易发生裂缝、剥落等问题,从而延长了桥梁的使用寿命。延长使用寿命的直接经济效益是减少了对桥梁的维修和养护频率。

传统桥面铺装材料和工艺在长期使用中容易出现破损,需要频繁进行大规模的修复和更换,这不仅增加了维护成本,还可能对交通流畅性和道路安全带来不利影响。而采用创新的铺装技术后,桥梁的维护周期大大延长,频繁维修和突发性修复事件的发生率显著下降^[4]。

4.2 降低施工和材料成本

桥面铺装技术的创新不仅提升了桥梁的质量,还有效降低了施工成本。通过采用智能化施工技术和高效设备,施工过程更加精准、高效,减少了人工成本和施工周期。例如,自动化铺装设备和智能监控系统的引入,可以确保每一层铺装的均匀性和质量,从而避免了因不合格铺装导致的返工现象,进一步降低了施工费用。同时,高性能材料的应用能够减少桥梁在使用中的损耗和频繁维修,降低了长期的运营成本。

此外,新型复合材料和高性能沥青的使用,虽然初期成本较高,但其更强的耐用性和较低的维护需求,使得长期来看,整体投资回报率明显提高。通过优化材料使用和施工工艺,项目的总体经济效益得到了提升。

4.3 环境效益:绿色施工与可持续发展

桥面铺装技术的创新也为环境保护作出了积极贡献。新型环保材料的使用不仅降低了桥面铺装的能耗和污染,还推动了绿色建材的广泛应用。例如,改性沥青材料的研究不仅增强了其性能,还改善了其生产过程中对环境的负面影响;某些创新材料如再生沥青的使用,能够通过回收

利用废旧材料,降低资源消耗,减少建筑垃圾,减少对自然资源的依赖^[5]。

同时,优化的施工工艺降低了施工过程中的能源消耗和废气排放。自动化和机械化施工大大提高了施工效率,减少了人工操作带来的环境影响,并且智能化监控系统的应用,能够实时监控施工中的能耗和排放情况,确保施工过程更加环保。

4.4 促进可持续发展

随着桥面铺装技术不断创新,其在可持续发展中的作用日益突出。高效节能、低污染的材料和工艺,使得桥梁建设和运营更加符合现代社会对环境保护和资源节约的需求。创新技术不仅延长了桥梁的使用寿命,降低了全生命周期的资源消耗,还为交通基础设施的绿色发展奠定了基础。

此外,桥面铺装技术创新也在减少温室气体排放方面发挥了积极作用。通过降低施工阶段的能耗和减少材料的浪费,创新技术帮助实现了建筑行业的绿色转型。随着环保要求日益严格,绿色建筑和可持续发展成为全球趋势,桥面铺装技术的创新必将在推动交通基础设施可持续发展中发挥重要作用。

5 结语

桥面铺装技术在公路桥梁施工中的创新与优化,显著提升了桥梁的耐久性、施工效率和经济效益。通过采用高性能材料和先进施工工艺,不仅增强了桥面抗压、抗老化能力,还有效延长了桥梁的使用寿命,减少了频繁的维护和修复工作。施工工艺的精细化和自动化技术的引入,进一步提高了铺装质量和施工效率,降低了成本和施工周期。此外,创新技术在环保和可持续发展方面的应用,也推动了绿色施工理念的实现。未来,随着新材料和新技术的不断发展,桥面铺装技术将进一步优化,助力交通基础设施建设实现高质量、低成本、可持续的发展目标,为社会提供更安全、可靠、环保的桥梁设施。

【参考文献】

- [1]王奇伟.公路桥梁工程施工中的桥面铺装技术研究[J].门窗,2013(11):114.
- [2]张园操,郭亮.高速公路桥梁桥面铺装施工控制技术分析[J].交通世界,2016(36):66-67.
- [3]郁家龙.关于道路桥梁施工技术[J].中华民居(下旬刊),2013(12):307.
- [4]陈广明,姜顺龙.公路桥梁施工中的桥面铺装及防撞墙技术[J].江西建材,2012(1):175-176.
- [5]李朋强.浅谈水泥混凝土桥面铺装施工控制技术在公路桥梁施工中的运用[J].中国设备工程,2021(22):53-54.

作者简介:裴立(1991.3—),男,职称:目前中级路桥,籍贯:湖北黄冈。

地下工程的施工技术与方法

许运伟

上海建工二建集团, 上海 200080

[摘要]文中首先介绍了地下工程的分类与特点。根据地下工程的分类给出了地下工程中的施工技术。重点介绍了基坑工程和隧道工程中的各类技术。在基坑工程中重点梳理了开挖和支护的不同方式, 以及逆作与气压沉箱, 以及基坑工程中的机械。此外, 比较了隧道工程中的顶管法、盾构法、新奥法、TMB(掘进法), 和沉管法, 以及各种施工方法所用到的机械。最后做出展望。

[关键词]基坑; 开挖; 支护; 逆作; 隧道

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15101

中图分类号: TU943

文献标识码: A

Construction Technology and Methods for Underground Engineering

XU Yunwei

Shanghai Construction No. 2 Construction Group Co., Ltd., Shanghai, 200080, China

Abstract: The article first introduces the classification and characteristics of underground engineering. According to the classification of underground engineering, construction technology in underground engineering are provided. Emphasis was placed on introducing various technologies in foundation pit engineering and tunnel engineering. In foundation pit engineering, the different methods of excavation and support, as well as reverse work and pneumatic caisson, and the machinery used in foundation pit engineering were emphasized. In addition, the top pipe method, shield tunneling method, new Austrian tunneling method, TMB (excavation method), and immersed tube method in tunnel engineering were compared, as well as the machinery used in various construction methods. Finally, an outlook was made.

Keywords: foundation pit; excavation; support; inverse operation; tunnel

引言

地下工程是指为开发利用地下空间, 在地面以下所建造的工程。地下工程包括地下房屋、地下构筑物、地下铁道、地下公路、地下隧道、水下隧道、地下共同沟、地下连通道、人防工程、巷道、管道、粮仓、油库, 以及地下过街通道等。具有良好的热稳定性和密闭性、良好的抗灾和防护性能、很好的社会效益和环境效益; 当然一般施工难度会增加、工期较长、投资量较高、使用时要充分考虑人的光照、通风、温湿度, 以及心理需求。

随着城市化进程的放缓, 我国的城市工程建设必将更加突出开发和利用“地下空间”。与建立海底城市、太空城市相比, 开发与利用现有国土资源所涵盖的地下空间是最现实且经济价值回报快速且显著的途径。主要原因有三: 一是有大量的国土地下空间资源; 二是现有的地下空间技术和方法正在不断完善和日益成熟; 三是始终不脱离土地和城市, 便于广大民众的居住和生活。

开发地下空间的益处也显而易见: 在有限的地面土地资源条件下, 它提供了可利用的丰富的地下空间资源。由此可见, 地下工程的应用前景广阔: 铁路、公路隧道建设; 地下海底隧道; 地铁隧道; 地下市政建设; 以及水利、水电的地下工程等。

尽管土木工程领域专门针对地下工程的诸多领域并

未像岩土工程和结构工程一样那样成果斐然。但其实很多工程类的相关研究和基础知识是相通的。其工艺和施工技术也可以相互借鉴。比如, 地下工程中也可能涉及桩基工程, 对桩基一样也可以根据承载力特征、桩身材料、施工方法、成桩大小, 和成桩直径对桩基进行分类^[1]。还有沉井的分类^[2]与做法^[3]、常用地基土的处理方法(换土垫层、加筋、化学加固、深层密实)^[4], 以及对土体的工程分类理解^[5], 等。

1 分类与特点

根据工程类型, 地下工程可分为: 洞室开挖、洞室支护、衬砌工程、洞内建筑及防排水工程、专业设备安装工程, 洞口及配套工程。

地下工程与地面工程受力特点不同, 是先有荷载, 后有结构, 且荷载类型与大小不确定。围岩作为工程材料的特性不稳定, 常常需要根据围堰的材料特性做支护工程。此外, 围岩的破坏模式也不确定。地下工程的难度受围岩土体、水文地质、开挖顺序、支护方式、施工工艺, 以及支护时间影响。此外, 还面临信息搜集难、勘察困难, 地下工程环境具有明显的局部特性。

2 施工技术

在岩层或土层中天然形成或经人工开发形成的空间称为地下空间。建造在岩层或土层中的各种建筑物和构筑物。在地下形成的构筑物, 称为地下建筑。地面建筑的地

地下室部分归为地下建筑。地下工程的施工技术和（开挖）方法总结如下：

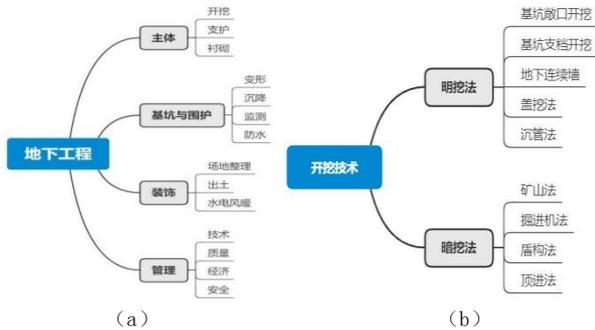


图 1 地下工程与开挖技术分类图（图 1a、b）

3 基坑工程

基坑施工可根据开挖深度，选择不同方案。如：放坡开挖、土钉墙、水泥土搅拌桩、灌注桩加支撑、SWM 工法加支撑、地下连续墙加支撑、半逆作法，或逆作法。

3.1 开挖

开挖是地下工程实际施工时的第一步。主要方法包括放坡开挖、土钉墙、水泥土搅拌桩、灌注桩、SWM，和地下连续墙，等。

3.1.1 放坡开挖

早期的开挖常采用放坡形式。后来随着挖深的增加，支护形式更为复杂，支护结构增加。当放坡面受到限制时，多采用支护开挖。

3.1.2 土钉墙

土钉墙是一种原位土体加筋技术。将基坑边坡通过由钢筋制成的土钉进行加固。边坡表面铺设一道钢筋网，再喷射一次混凝土面层和土方边坡相结合的边坡加固型支护方案。

土钉墙能充分利用土体的自稳能力，结构合理、轻质、柔性大，破坏前有变形发展过程。施工设备及工艺相对简单，不需要复杂的技术和大型机具。

3.1.3 水泥土搅拌桩

水泥土搅拌桩是用于加固饱和软黏性土地基的一种方法。工程搅拌机械在搅拌过程中添加水泥基等土体固化材料，将软黏性土与粘结材料充分搅拌。随着固化材料的水化水合等的物理和化学的变化，将原先的软黏性土硬结成新的地基。新地基具有一定的固态强度，并且整体大幅提升。水泥土搅拌桩加固深度通常超过 5m，干法加固深度不超过 15m，湿法加固深度不超过 20m。用回转的搅拌叶片，将压入软土内的水泥浆与周围软土强制拌和，形成泥加固体。

3.1.4 灌注桩

根据成孔方法可分为钻孔灌注桩、挖孔灌注桩，和沉管灌注桩等。灌注桩是指在通过机械钻孔、开挖、钢管挤土，等方法在地基土中获得一定深度的孔径，随后再在其

中放置钢筋笼，并最终浇筑混凝土成的桩。根据桩的排列形式，灌注桩还可为间隔式、双排式，和连续式等几种形式。灌注桩其特点是施工时无振动、无噪音等环境污染，无挤土破坏。排桩对周围环境影响小、墙身强度高、刚度大、支护稳定性好，且变形小。尤其适用于软黏土质地区。缺点是桩与桩之间主要通过桩顶冠梁和围檩连成整体，整体性较差。

3.1.5 SWM

劲性水泥土连续墙（SMW）是采用专用多轴搅拌机，就地钻进切削土体，同时从其钻头前端将水泥浆液注入土体，经反复搅拌和充分混合后，再将 H 型钢或其他芯材插入搅拌体内，形成地下连续墙体。SMW 止水性好，对周围环境影响小，无泥浆污染，施工速度快，以及对地层适应性强等。

3.1.6 地下连续墙

地下连续墙是地下用于承重、挡水、防渗等作用的钢筋混凝土墙体。地下连续墙技术适用于地质条件差、环境复杂、基坑深度大，以及周边环境要求较高的基坑。优点是施工时对周围环境影响小，施工速度快，墙体整体性好，施工速度快、使用范围广、施工场地清爽，且对环境友好。缺点是造价较高，施工需要专用设备。

3.2 支护

3.2.1 钢筋混凝土支撑

现浇钢筋混凝土支撑具有较大的整体刚度。优点是安全可靠、变形小、现浇节点不会产生松动，墙体位移增加。现浇形状多样，有利于浇筑成最优化的布置形式。在钢结构支撑施工技术水平不高的情况下，钢筋混凝土支撑具有更高的可靠性。其缺点是自重大，材料不能重复使用。安装和拆除工期较长，施工工艺复杂。且由于整个钢筋混凝土支撑施工过程耗时较长，无法随挖随撑。因此造价比钢内支撑高。适用于各种复杂平面形状的基坑。

3.2.2 钢支撑

钢支撑优点是自重轻、造价低、环保，利于施工且便于回收。可根据土方开挖进度，做到边挖边撑。还可施加预应力，还可多次调整预紧力值，利于控制墙体变形。由于在两个方向施加预紧力，使纵横支撑的连接处于铰接状态。一般专业化施工情况下优先采用。

3.3 逆作

顺作法优点是施工作业面多、方法简单、速度快、支撑构架单纯、工期易掌握、易掌控工程质量、工程造价低。顺作法缺点有：开挖受限制、工期长、适合浅开挖工程、对城市生活干扰大、对周围环境破坏大。避开“顺作法”的缺点，“逆作法”是利用地下室的梁、板、柱结构，取代内支撑体系去支撑围护结构。逆作法中，地下室梁板结构要随着基坑，由地面向下开挖，而由上往下逐层浇筑，直到地下室底板封底。

对于深度大的多层地下室,用上述传统方法施工存在一些问题:如基坑深,支护结构的挡墙长度大,费用增加。基坑内部支护的支撑量大:一方面需要大量大规格的钢材;另一方面也增加了地下结构施工的难度。

逆作法主要优点是可上部结构的施工和地下基础结构施工平行立体作业,节省工时。利用先完成的刚性高的地下结构体作为挡土支撑,挡土墙变形较小,周围地盘与邻房之不良影响较小,安全性好。节省构台支撑的时间与费用,在不规则基坑施工时较容易。且方便地下施工,利于降低噪音,且受气候影响小。

3.4 智能化气压沉箱

气压沉箱是一个气密性高的钢筋混凝土结构工作室。在无水的环境下,智能化气压沉箱,可以进行远程遥控排土与挖土。箱体在指定位置下沉,首先在箱底浇筑钢筋混凝土底板,并逐步完成混凝土沉箱的整体全部结构。

智能化气压沉箱施工技术适用的地质条件广,特别在城市更新等新工程中值得借鉴。很多城市更新的施工条件是:周边环境复杂,对周边及沉降变形要求严苛,尤其是涉及文保类和优秀历史建筑的保护。

4 隧道工程

隧道施工,根据机械的不同,可以分为:顶管法、盾构法、新奥法、TBM(掘进法),和沉管法等。

4.1 盾构法

盾构法是一全新的智能施工方法,依赖的是盾构机。盾构机在前方刀盘切削岩层和土体的同时,向前掘进。还能将刀盘切割下的岩石碎块和土体从盾构机身通过,输送到尾部运出。此外,新型的盾构机还兼具拼装预制管道结构的能力,常见的有圆形钢筋混凝土管道结构和矩形。

盾构法分为土压平衡盾构和泥水平衡盾构。盾构开挖相对安全,衬砌和掘进速度快,施工劳动强度低;盾构的推进、出土、拼装衬砌等全过程可实现自动化作业;不影响地面交通与设施,不影响航运,同时不影响地下管线等设施;不受季节、风雨等气候条件影响,施工中没有噪音。在松软含水地层中修建埋深较大的长隧道常具有技术和经济优势。缺点是断面尺寸多变的区段适应能力差。新型盾构购置费昂贵,对施工区段短的工程不太经济。

4.2 新奥法

传统方法认为巷道围岩是一种荷载,而新奥法则通过一系列加固技术,把加固过的围岩区域都等同于一种承载结构。具体的方法包括,比如浇筑厚壁混凝土以加固紧邻的围岩,构筑成柔性的与围岩紧贴的支护结构。还有诸如采用喷射混凝土、拉结防护网,和铺设锚杆桩。缺点是加固方法需要很强的技术和理论支撑。往往随着环境的变化,相应的巷道围岩的力学特性的分析有很强的局限性。新方法旨在使围岩与支护结构共同形成支撑环,来承受压力。但不可避免地会有化学物理变化的影响以及耐久性影响。

故缺点也很明显。因此,在采用新奥法时上应少扰动、早支护、勤测量,和紧封闭。

4.3 TBM掘进法

隧道掘进机法,也称为TBM掘进法,是隧道掘进机切削破岩,开凿隧道的施工方法。一种靠旋转并推进刀盘,通过盘形滚刀破碎岩石而使隧道全断面一次成型的机器,由盾构法发展而来的。

一般只适用于圆形断面隧道。适用于中硬岩层。地质条件对TBM掘进效率影响大。遇到不良岩层时情况不可控。一般情况下,施工速度快,工期短,特别适合稳定围岩的中长距离掘进。工作时,对环境和上部构筑物影响小,沉降偏小。机械化程度高。安全性高,作业环境好。缺点是运输和组装费用高。挖掘的灵活性不够。开挖成本高,短距离不适用。

4.4 顶管法

借助顶推设备,将工具管或掘进机从始发井穿过土层一直推到接收井,与此同时,把紧随工具管或掘进机后的管道埋设在两井间的一种施工技术。主要适用于断截面面积稍小一些的地下管线的铺设。

顶管法中的管段可在工厂完成预制。因此,质量和强度都有保证。工序简单,只需要不断从一端顶向另一端即可。管段之间的连接可以设计成套口的等的形式。主要的施工难度在于顶管井口处的不断顶进过程中的勘测和定位。形成的整体管型密封性好,力学性能优异。缺点是位置校准难度大,中途遇到特殊的土体或者硬块的时候会难以处理。对于一些大、小截面的管幕施工,亦可采用顶管法。

4.5 沉管法

沉管法是水底隧道的一种施工方法,也称作预制管段沉放法。沉管隧道就是将钢筋混凝土或钢结构等预制段分别浮运到水面,并一个接一个地沉放安装在已疏浚好的基槽内。

沉管法对地质水文条件适应能力强。施工工艺简单、地基荷载较小。沉管可浅埋,与两岸道路衔接容易。无需长引道,线性较好,防水性也好,接头少漏水。施工工期短,管段预制可与基槽开挖平行施工,浮运沉放较快。且造价低,水下挖图与管段预制成本较低,少于盾构隧道。施工条件好,一般水下作业极少,可做成大断面结构。

缺点是管段制作混凝土工艺要求严格,需保证干舷与抗浮系数。车道较多时,需增加沉管隧道高度。导致压载混凝土量、浚挖土方量,与沉管隧道引道结构工程量增加。

5 展望

目前,在建筑生产领域,还处在部分人工,部分生产劳动由工程机械完成的阶段。且工程机械还是人工操作。要实现地下工程施工的自动化,需要首先完备地下施工的机械化,并同时给施工装备装上“数控”的大脑。

在数字化浪潮的席卷之下,地下工程施工已经开始利

用数字大平台,来统筹和管理包括地下工程机械在内的生产和施工。当务之急,是需要归纳和总结已有的地下工程的施工技术,统计地下工程的重要施工机械。并结合工程实际,研发新的地下工程施工机械,并逐步完成自动化和数字化的过程。

[参考文献]

- [1] 陈希哲. 土力学地基基础[M]. 北京:清华大学出版社,2004.
[2] 段良策,殷奇. 沉井设计与施工[M]. 上海:同济大学出

版社,2006.

- [3] 袁聚云,楼晓明,姚笑青,等. 基础工程设计原理[M]. 北京:人民交通出版社,2011.
[4] 袁聚云,李镜培,楼晓明. 基础工程设计原理[M]. 上海:同济大学出版社,2001.
[5] 赵明华,王贻荪. 土力学与基础工程[M]. 武汉:武汉理工大学出版社,2014.

作者简介:许运伟(1986—),男,汉族,上海人,本科毕业,天津理工大学项目管理专业。

环线快速路改建工程预制箱梁吊装技术研究

熊国夫

上海建工五建集团有限公司, 上海 200062

[摘要]随着城市快速高速发展,城市交通越来越繁忙,现有的环线快速路已不满足要求,需对环线快速交通功能提升,改建成“高架+地面道路”形式。环线快速路为城市重要交通道路,施工期间需保证现状环线正常运行,因此与新建工程相比,施工难度大幅提升,传统的桥梁结构现浇模式将不能服务于项目。对于市政改建工程,都将桥梁主要结构进行工厂预制,运输至现场安装,常规预制构件吊装方法也不满足现状需求。基于这样的现实条件,对改建工程预制箱梁的吊装技术总结对相关工程的施工参考有重大意义。文中以已有工程经验为基础总结预制箱梁吊装技术。

[关键词]预制小箱梁;吊装技术;研究

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15132

中图分类号: U445.4

文献标识码: A

Research on Prefabricated Box Girder Lifting Technology for the Reconstruction Project of Ring Expressway

XIONG Guofu

Shanghai Construction No. 5 Construction Group Co., Ltd., Shanghai, 200062, China

Abstract: With the rapid and high-speed development of cities, urban transportation is becoming increasingly busy. The existing ring expressway no longer meets the requirements, and it is necessary to improve the function of the ring expressway and transform it into a "elevated+ground road" form. The ring expressway is an important transportation road in the city, and during the construction period, it is necessary to ensure the normal operation of the existing ring road. Therefore, compared with new construction projects, the construction difficulty is greatly increased, and the traditional bridge structure cast-in-place mode will not be able to serve the project. For municipal renovation projects, the main structures of the bridges are prefabricated in the factory and transported to the site for installation. The conventional method of hoisting prefabricated components also does not meet the current requirements. Based on such practical conditions, the summary of lifting technology for prefabricated box girders in renovation projects is of great significance for the construction reference of related projects. Based on existing engineering experience, the article summarizes the lifting technology of prefabricated box girders.

Keywords: prefabricated small box girder; lifting technology; research

引言

本工程为环线快速路交通工程提升项目,采用“主线高架+地面道路”的建设形式。主线将现状地面快速路改建为高架快速路,维持标准段双向8车道规模,设计速度80km/h,工程终点与原环线高速公路拼接。施工以预制装配为主、现浇为辅,除地面桥下部结构、钻孔灌注桩、主线承台、桥台、主梁湿接缝、组合梁桥面板和桥面铺装现浇外,其他桥梁构件均采用预制装配技术。

1 箱梁吊装环境

现状外环主线与龙东大道高架通过8根定向匝道形成全互通,同时在龙东立交范围内设置有外环与龙东大道地面连接的两对上下匝道。本工程不改变现状立交功能,抬升现状外环跨线桥至龙东大道交叉口以南,与现状跨线桥顺接,并对C、D匝道进行改造,拆除龙东大道南侧上下匝道、向两侧移位重建。

现状外环线东侧敷设有2路南北走向的输油管(Φ

610、Φ273),埋深约1.5~2m,高架结构约760m侵入输油管保护范围,管线线位向东调整;敷设有1路南北走向的高压燃气管(Φ500),结构未侵入燃气保护范围,局部人非及横向道路采用盖板涵形式保护。未做盖板涵保护区施工期间应保持5m以上保护距离。道路西侧均有2路220KV、2路500KV南北走向的高压线,距西侧红线6~12m(立交节点除外)。邻近外环线1路220kV高压铁塔不满足电力公司风偏线与高架安全净距要求,抬升改造。

施工时,要保证现状外环线的正常通行,东侧有输油燃气管道,西侧有高压线,预制箱梁的吊装难度较大。保证安全的情况下,环线标准段及匝道箱梁采用架桥机安装,提梁点选择困难。经现场考察分析,仅有与跨线桥顺接分幅段一处满足提梁点要求,此区域桥墩号为P105-P110,P110为现状利用桥墩。P105-P109为箱梁,P109-与现状P110顺接为双T梁。其中P107-P109在既有匝道下方,

因此要具备提梁点条件下要将P105-P110箱梁和双T梁安装完成。此段为箱梁架设起点,也是最重要,在保证安全、经济、质量的情况下,使用履带吊顺利完成提梁点处箱梁吊装是本工程箱梁安装最难点。

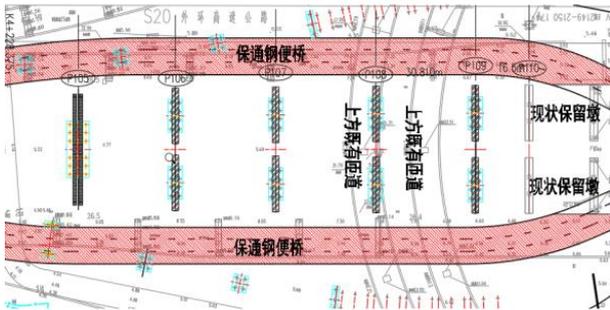


图1 P105-P110平面图

2 箱梁吊装部署

提梁点确定后考虑P105-P110区域吊装工况问题,在现状龙东立交下,两侧为新建保通钢便桥,机械站位受限,按一般正常吊装工况不满足要求,并且此工程立柱、盖梁、小箱梁均为预制构件,考虑吊装次序,有部分小箱梁安装前,履带吊转向、移动空间要求,后方立柱盖梁不能先行吊装。上方既有匝道下安装小箱梁时,小箱梁需穿过现有匝道,一般双机抬吊亦不满足要求,需改变吊装方式。本工程采用单机扁担吊,推送形式吊装,考虑吊装能力以及稳定性要求,此处边梁上的防撞护栏(包括预埋管和接线箱等)与边梁同步预制取消,改为后续现浇方式。再最终剩余最后两跨时,逐跨吊装不满足要求,需两跨一起交叉逐榫吊装。

小箱梁安装总体部署为:安装P107-P110,随后安装P105-P107西侧主线,在P105-P107西侧安装架桥机,随后采用架桥机形式从大里程往小里程方向进行安装,先主线后匝道,匝道安装顺序为与主线对接部分往分幅方向施工。

3 P107-P110 吊装工况分析

3.1 P108-P109 吊装工况

考虑机械站位、移动、吊装连续性,首先吊装P108-P109小箱梁,此时P107立柱盖梁不能先行吊装,梁车位于外环线上方起吊,两台履带吊位于两侧进行取梁。采用400t履带吊(超)+320t履带吊吊装,400t履带吊臂长72m,超起半径15.5m,超起配重100t,作业半径26m,额定起重量 $Q=118t \times 0.8=94.4t$,320t履带吊主臂36m,作业半径14m,额定起重量 $Q=140t \times 0.8=112t$,小箱梁重 $144t/2=72t$ (龙东大道匝道下方小箱梁不带防撞墙),吊索具以7吨考虑,且双机抬吊考虑0.8倍安全系数。则 $Q=94.4t > G_{总}=79t$,总荷载率 $=144+7 \times 2/140+118=61.24%$,满足吊装需要。

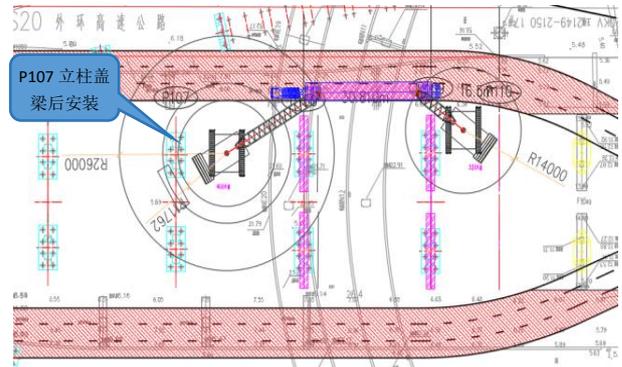


图2 P108-P109小箱梁双机取梁工况平面图1

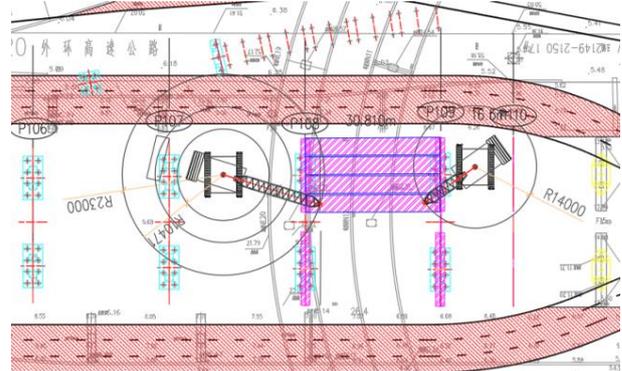


图3 P108-P109小箱梁双机抬吊工况片平面图2

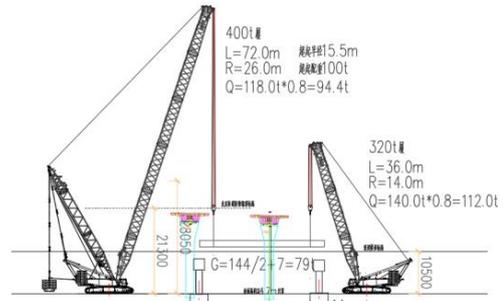


图4 P108-P109小箱梁双机抬吊工况立面图

3.2 P107-P108 吊装工况

与P108-P109吊装类似,考虑机械站位、移动、吊装连续性此时P106立柱盖梁不能先行吊装。由于P108位于龙东大道匝道下方,且净空高度仅为7m左右,无法采用常规双机吊装及架桥机安装(架桥机需要11m高度),施工采用现场已配置的400t履带吊单机吊装(不带防撞墙)。400t履带吊主臂采用48m,超起半径15.5m,超起配重250t,作业半径27.5m,额定起重量 $Q=186t > G_{吊重}=157t$,荷载率 $=157/186=84.4%$,故满足施工需要。单机吊装扁担施工前应进行检查验收:主要为焊缝的全融透检查,加工厂扁担完成之后由检测人员对焊接质量进行把关。施工前运一根梁至现场,先在地面上进行试吊,完成之后再投入施工。

半径最大为16m,最小额定起重量 $Q=115t > \text{吊装} G=56.8t$; 300t 汽车吊主臂 29.3m, 最大作业半径 12m, 最小额定起重量 $Q=68.4t > \text{吊重} G=54.8t$, 荷载率 $=54.8/68.4=80.12\%$, 且新建高架梁底高度约为 12.4m 扣除原地面高程 4.7m, 净空高度为 7.7m $>$ 汽车吊后配重高度 6m, 故不影响后配重旋转, 可满足施工需要。

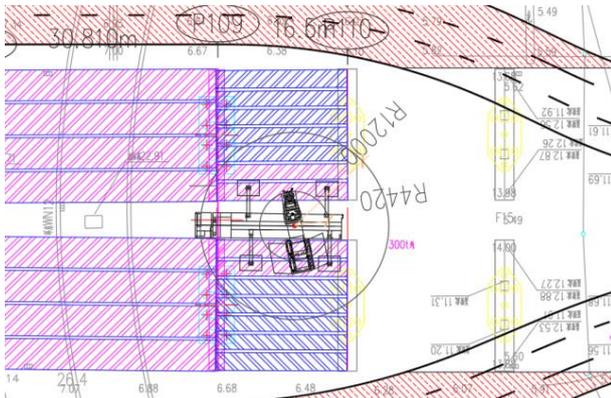


图 11 P109-110 双 T 梁汽车吊吊装工况平面图

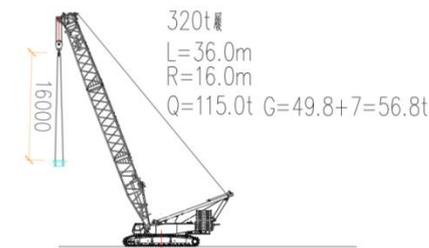


图 12 P109-110 双 T 梁履带吊吊装工况立面图

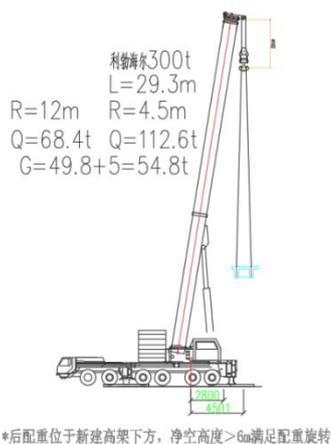


图 13 P109-110 双 T 梁汽车吊吊装工况图

4 P105--P107 吊装工况分析

P105-107 采用 400t+320t 履带吊两跨同步安装, 吊装顺序为左侧边梁→中梁 1→中梁 2→右侧边梁, 最不利为 320t 履带吊, 主臂 36m, 作业半径 12m, 考虑双机抬吊 0.8 倍安全系数, 额定起重量 $Q=168.4 \times 0.8=134.72t >$ 吊重 $G=90.35+7=97.35t$, 满足施工需要。

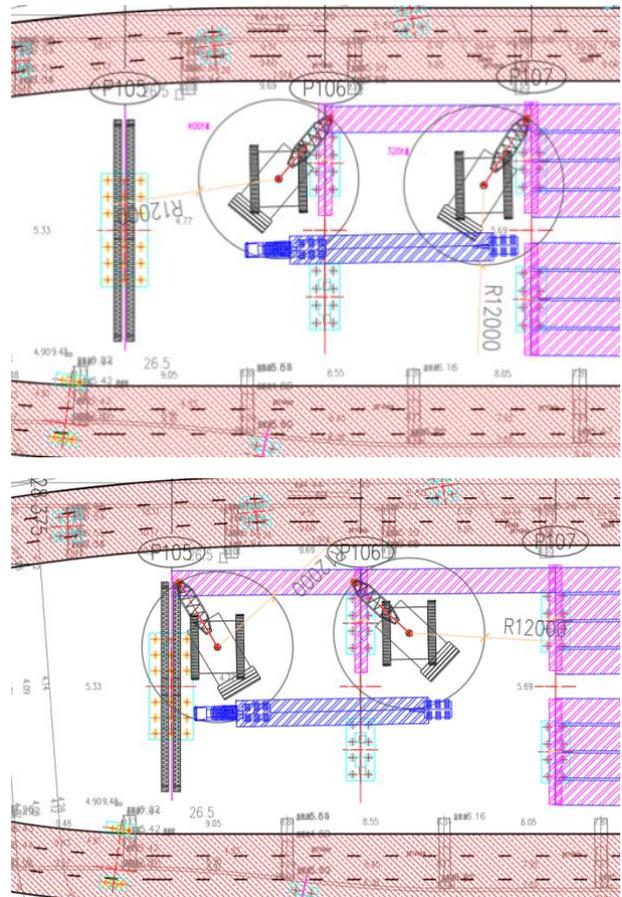


图 14 P105-107 小箱梁双机吊装工况平面图

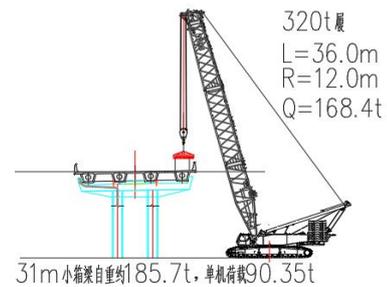


图 15 P105-107 小箱梁双机吊装工况立面图

5 架桥机吊装工况分析

利用 P105-P107 已经安装的小箱梁进行拼装架桥机, 拼装完成之后梁车从外环北侧开至已经安装好的主线上, 随后运至吊装区域采用后方喂梁形式。架桥机安装上部结构 (架桥机 260t, 每个吊钩可吊装 130t, 31m 小箱梁含防撞墙单侧最大中梁为 90.34t, 故满足施工需要)。

架桥机安装最不利工况为边梁安装, 钢丝绳采用 58mm 双道*2 根, 卸扣采用 55t*4 (上下各 2 个), 通过架桥机上的横梁调节孔的位置进行重心控制, 确保吊装过程中构件平衡就位, 且根据调节孔穿卸扣挂钢丝绳, 钢丝绳几乎为垂直状态。架桥机安装小箱梁最不利的为 P90-C 匝道区域中, 最不利的为 P90~P94 高压线 (高压线高程

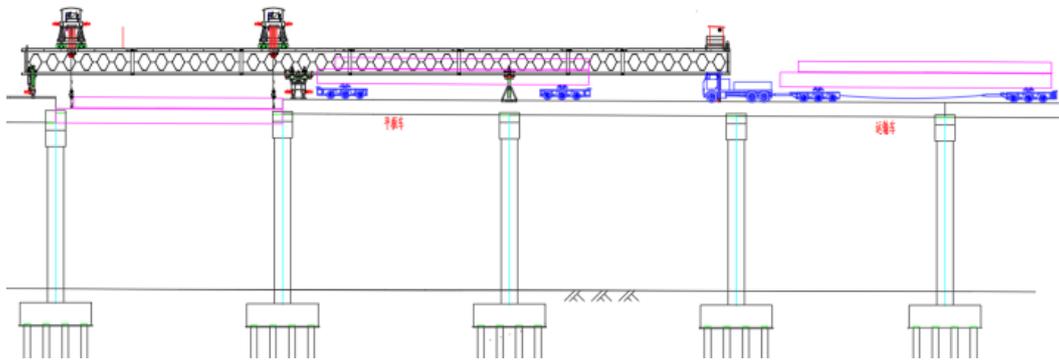


图 16 架桥机安装立面图

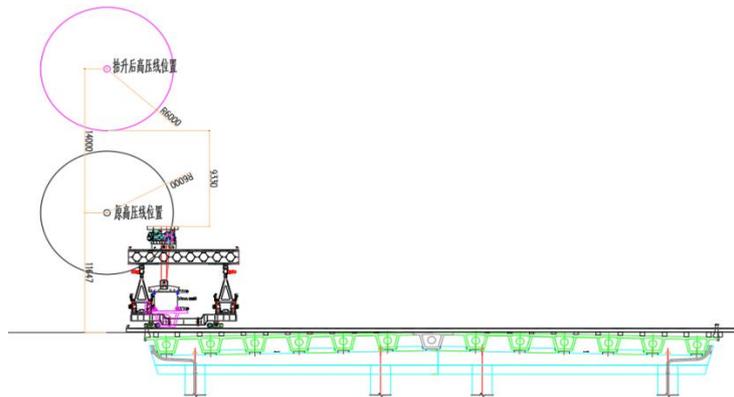


图 18 架桥机边梁安装工

最低)与小箱梁边水平间距最小为 3.4m, 该区域高压线最低高程为 29.3m~30.3m (抬升之后为 29.3+14~30.3+14 即 43.3m~44.3m), 桥梁设计高度为 10.582m~19.102m (匝道桥面高程为 10.582m~16.622m, 对应的高压线高程为 35.39m~49.14m, 抬升后对应 49.39m~63.14m; 主线桥面高程为 16.294m~19.102m, 对应的高压线高程为 29.32~42.33m, 抬升后对应 43.3m~56.33m), 根据上述数据架桥机边梁安装工况如下:

最不利位置 P90 至 P94 位置高压线与架桥机安装的位置关系, 抬升后架桥机边梁安装情况下, 天车顶至 6m 保护线仍有 9.33m 安全距离, 阴雨天气不受影响。

6 结语

预制箱梁吊装方式方法很多,但在改建工程中影响吊装因数也非常多,如何安全、经济组织吊装需参从多方面考虑,如机械选型、机械组合、机械站位、机械行走等等都需要联合考虑。本文以已有工程经验为基础总结预制箱梁吊装技术,对类似改建工程预制箱梁吊装技术的参考有重要意义。

[参考文献]

- [1] 邓成安, 马子梅. 浅谈预制小箱梁的架设安装方法[J]. 黑龙江交通科技, 2009(8): 45.
- [2] 孟会标. 预应力箱梁预制安装施工技术[J]. 交通世界(建养·机械), 2012(9): 165.
- [3] 唐世强. 浅谈预制小箱梁吊装施工技术[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2015(45): 96.

作者简介:熊国夫(1989.12—),毕业院校:南昌航空大学科技学院,所学专业:土木工程,当前工作单位:上海建工五建集团有限公司,职务:项目工程师,职称级别:中级。

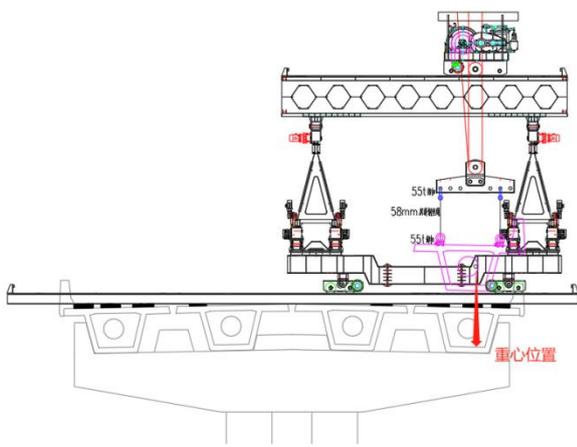


图 17 架桥机安装横断面图

四川页岩气旋转导向钻井技术应用

唐勇军

西部钻探吐哈钻井公司, 新疆 吐鲁番 838200

[摘要]页岩气作为一种重要的清洁能源, 在全球能源结构中的地位日益凸显。四川地区蕴含着丰富的页岩气资源, 然而其开采面临诸多挑战。旋转导向钻井技术为页岩气的高效开采提供了可能。该技术能够精确控制井眼轨迹, 适应复杂的地质条件, 在提高开采效率、降低开采成本等方面具有显著优势。深入研究四川页岩气旋转导向钻井技术应用, 对推动我国页岩气产业发展, 保障能源安全具有重要意义。

[关键词]四川页岩气; 旋转导向钻井技术; 应用

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15120

中图分类号: TE243

文献标识码: A

Application of Sichuan Shale Gas Rotary Directional Drilling Technology

TANG Yongjun

Western Drilling Tuha Drilling Company, Turpan, Xinjiang, 838200, China

Abstract: Shale gas, as an important clean energy source, is increasingly prominent in the global energy structure. The Sichuan region contains abundant shale gas resources, but its extraction faces many challenges. Rotary directional drilling technology provides the possibility for efficient extraction of shale gas. This technology can accurately control the wellbore trajectory, adapt to complex geological conditions, and has significant advantages in improving mining efficiency and reducing mining costs. In depth research on the application of rotary directional drilling technology for shale gas in Sichuan is of great significance for promoting the development of Chinese shale gas industry and ensuring energy security.

Keywords: Sichuan shale gas; rotary directional drilling technology; application

引言

随着能源需求的不断增长和对清洁能源的追求, 页岩气的开发备受瞩目。四川盆地页岩气储量丰富, 但页岩气储层具有低渗透率、地质条件复杂等特点。旋转导向钻井技术是现代页岩气开采的关键技术之一。它的应用有助于克服四川页岩气开采中的诸多难题, 如精确钻进、减少井下事故等。因此, 探讨四川页岩气旋转导向钻井技术应用情况, 是提高页岩气开采效益、实现页岩气大规模开发的必要之举。

1 页岩气开钻的特点及模块化

页岩气的开采由于其自身特点以及所处的地理位置和自然环境, 在钻探方面呈现出诸多特点并面临众多困难。页岩气钻井具有独特的特点。从其面临的问题来看, 页岩气钻井隧道易出现漏水情况, 低隧道阻力可能引发塌陷, 采矿设备安装合理性欠缺, 混凝土隧道施工复杂等。这些技术问题若无法解决, 页岩气开采和收集效率会降低, 相关风险也会增加。页岩气旋转钻井技术是应对这些问题的有效手段, 其模块化特点显著, 矿井回转轨道模块主要负责控制钻机转速, 在应对硬质材料时, 能够保证钻机的硬度, 同时提供攻击、输出和钻井速度等方面的反馈。这一模块不仅解决了如隧道漏水、塌陷等问题, 还解决了直钻效率低下的问题。在钻井过程中, 基于反馈数据进行旋转

方向控制, 当遇到硬岩时, 计算机系统自动识别并增加钻井压力, 虽然钻井速度可能降低, 但钻井作业的整体效率得以提高。而且, 系统能监控钻井工作状态, 一旦钻井温度过高、电阻超出工作时间的正常范围, 就会自动报警并停止工作, 保护钻井设备。在水泥管相关的模块中, 对水泥管形状进行分析并应用于钻孔和板材钻孔过程。为提高钻孔效率, 会减小钻孔尺寸, 相应简化钻孔轨迹, 降低钻孔作业的复杂性。此外, 合理定义页岩气钻井的相关参数也是重要的模块化体现。钻井速度、油泵的扭转和压力以及钻井设备的排放等主要参数的合理确定, 有助于整个钻井过程的顺利进行。而选择合适的页岩油钻井液同样关键, 这需要综合考虑钻井设备的运行状况、地理位置、自然环境、水质、地质等多方面因素, 以保障页岩油钻井的顺利运行。总之, 页岩气开钻的这些特点及模块化有助于应对开采中的难题, 提高开采效率。

2 旋转导向钻井技术原理

旋转导向钻井技术是一种先进的钻井技术, 其原理基于多个关键要素。该技术主要通过井下工具的特殊设计与协同工作来实现精确的井眼轨迹控制。井下旋转导向工具能够在旋转状态下产生侧向力, 这种侧向力可改变钻头的钻进方向。在钻井过程中, 地面控制系统向井下工具发送指令, 井下工具依据指令调整自身的工作状态。例如, 通

过改变导向块的伸出长度或角度,从而改变钻头的受力分布,实现对井眼轨迹的导向。同时,旋转导向钻井技术利用高精度的测量系统,如随钻测量(MWD)和随钻测井(LWD)技术,实时获取井下的各种参数,包括井斜角、方位角、地层特性等。这些测量数据反馈至地面控制系统,地面控制系统根据这些数据对井下工具的工作状态进行调整优化,确保井眼轨迹按照预定的设计方案钻进,提高钻井效率并减少钻井风险。

3 页岩气开采的技术难点

页岩气开采面临着诸多技术难点,页岩气储层的低渗透率是一个关键挑战,页岩气储存在低孔低渗的页岩地层中,气体难以在其中流动,这就需要采用特殊的增产技术,如大规模的水力压裂来提高渗透率,但水力压裂技术的应用也面临着成本高、水资源消耗大以及可能引发地震等环境问题的困扰。页岩气储层的地质条件复杂多变,不同地区的页岩气储层在岩石特性、厚度、埋藏深度等方面存在很大差异,这要求开采技术具有高度的适应性。水平井钻井技术在页岩气开采中虽然广泛应用,但在水平井的轨迹控制、钻井效率提升以及避免井壁失稳等方面仍存在技术瓶颈。另外,页岩气开采过程中的井下工具耐高温、高压和耐腐蚀性能也是需要攻克的难点,因为页岩气储层的复杂环境对井下设备的可靠性和耐久性提出了很高的要求。

4 四川页岩气旋转导向钻井技术应用

4.1 旋转导向失效快速判别及应对措施

旋转导向井的轨迹控制受多种因素影响,像轨迹控制感知、运行状态以及井下仪器结构等。以往旋转导航系统轨迹控制一旦失控,往往需要继续钻进一段井段才能精确判断,这无疑加大了油井的地质风险与控制难度。例如在W204H4-6平台测试中,轨道累积了8个平台控制误差,平均误差延迟达20米,使得平台长度达到13-30米,给基础施工和电能测量带来诸多困难。经过深入研究,以近视轨道数据、MWD井轨数据和Stick-slips黏度指数为依据,对旋转导航系统的轨道控制误差进行快速判别。这种方法成功将井轨的故障决策距离从20米降低到5米,显著降低了因旋转导航系统故障而引发的井轨控制难度。

4.2 旋转导向钻井优化设计

在运用旋转导轨钻机技术时,优化工作环境是首要任务。钻井作业常常遭遇棘手难题,如在四川长宁的倾斜钻井作业中,漏水问题致使严重的塌陷和井漏事故发生,极大地干扰了钻井作业的稳定开展。为提升页岩气开采中旋转定向钻井技术的速度与效率,优化井的设计不可或缺,这能为旋转定向钻井作业营造良好施工环境以确保效率。在优化井设计过程中,要综合考量众多因素,转向工具的倾斜能力至关重要,它关系到钻井井轨能否精准控制;管道的安全性是保障作业顺利进行的基础,避免因管道问题引发安全事故;抗风能力在一些特殊环境下也不可忽视。

为确保井设计中倾斜点的准确设置,从而有效控制施工倾斜度,设计理念从3D转变为2D。这一转变实现了井段的优化设计,降低了约400m井段的高坡效率(此处表述可能有误,推测应为降低高坡处的施工难度或其他相关效率指标),达成了阻力效率(此处表述较模糊,可进一步明确为降低阻力或提高与阻力相关的效率等含义),进而有助于提高整个旋转导向钻井作业的效率 and 安全性。

4.3 旋转导向钻井工艺优化

在旋转导向钻井工艺中,存在诸多需要优化的方面。旋转引导系统多以钻井精度的变化来执行土壤转换指令,在四川板块,众多钻井平台的存在使得钻井体积难以在短期内精确控制,转换率相近的情况影响了钻井效果。鉴于现场实际设备分布,创新性地提出增加地面传输指令的标高和执行来改变钻井流量的技术方法。这一方法成效显著,现场应用指标的成功传输率同比提高了98%,传输时间缩短了70%,实现了地面指标的有效传输。在固相钻井液条件下,机组旋转效率低是一个技术挑战。多级过滤技术和磁过滤技术的应用有效降低了机组旋转失效的风险,信号因子的运用提高了设备的信号强度,机组旋转效率从4.8次/井大幅降低到0.7次/井。回转井轨迹的控制效果受地下工具运行状态等多种因素影响,通常在控制井道后,断层系统需连续钻几口井才能准确判定,这增加了偏离地质目标的风险,导致井道难以控制。例如在204H4-6旋转井引导系统的初次试井中,累计出现8个通道控制故障,平均故障延迟达20m,通道端腿高度达13/30m,增加了施工难度。通过调查研究,依据近井轨迹数据、MWD井轨数据和Stick-slips黏度指数,建立了旋转定向系统井轨控制失效的快速评估方法,将井损截面失效距离从20m降低到5m,有效减轻了旋转定向系统失效带来的井轨控制难度。按照旋转驱动系统和可钻部分的要求,形成优选的垂直钻孔链,根据胎体的PDC选择倾斜部分以增强耐磨性,钢的PDC水平的选择提高了井的流场,提升了井的清洗效率,进而提高了机械钻进速度。通过钻杆力学计算,分析不同钻杆组合对地下振动的影响,优化重钻杆数量,使钻杆传动故障次数减少了50%。同时,深入分析旋转速度、钻孔压力、排放对钻孔旋转速度的影响,实现对钻孔旋转的有效控制,构建基于地下振动和黏度指数的钻孔参数优化模型,有效提高了钻进效率,力学性能比同期提高了1倍以上。利用综合地质资料和钻井资料,在钻井前建立地质取向模型,提前设定各种地质指标,优化井控方案。这使得旋转导航系统特性可降低30%,旋转导航系统倾斜度降低30%,轨迹控制功能进一步提升了旋转方向跟踪效果,在28口井的应用中,平均钻速可达95%以上。通过这些工艺优化措施,旋转导向钻井工艺在效率、稳定性和准确性等多方面都得到了显著的提升,有助于提高页岩气开采等相关工程的效益。

4.4 旋转导向钻井技术的成本控制

在四川页岩气开采中,旋转导向钻井技术的成本控制是一个至关重要的环节。设备成本占据较大比重,旋转导向钻井设备的研发、制造和采购成本高昂,包括井下工具、地面控制系统等。为了控制设备成本,一方面可以加强与设备供应商的合作,通过长期合作协议、批量采购等方式争取更优惠的价格。另一方面,提高设备的使用寿命和可靠性,减少设备的更换频率。例如,对井下工具进行定期维护和保养,优化其结构设计以增强抗磨损能力。钻井液成本不容忽视,钻井液在旋转导向钻井中起到冷却钻头、携带岩屑和平衡地层压力等多种作用。优质的钻井液往往价格不菲。可以通过研发新型钻井液配方,在保证性能的前提下,使用更经济的原材料。同时,优化钻井液的循环利用系统,减少钻井液的浪费,提高其利用率。

4.5 旋转导向钻井技术的环保措施

在四川页岩气开采中运用旋转导向钻井技术时,环保措施是必须要重视的方面。在钻井过程中,噪声污染是一个问题。钻井设备的运行会产生持续的噪声,影响周边居民的生活。为了降低噪声污染,可以采用隔音罩、减震垫等设备对钻井设备进行降噪处理。同时,合理安排钻井作业时间,避免在居民休息时间进行高噪声作业。水资源的保护也非常关键,钻井过程中的水力压裂等环节需要大量的水资源,而且可能会导致地下水污染。一方面,要优化水资源的管理,提高水的循环利用率,减少新鲜水的取用。例如,建立完善的水循环系统,对返排液进行处理后再次用于钻井作业。另一方面,加强对钻井液和压裂液的管理,确保其不会渗入地下水体,对地下水造成污染。

4.6 旋转导向钻井技术与其他技术的协同应用

在四川页岩气开采中,旋转导向钻井技术与其他技术的协同应用具有重要意义。与地质导向技术的协同应用是关键的一方面,地质导向技术能够提供详细的地层信息,如地层的岩性、孔隙度、渗透率等。旋转导向钻井技术则可以根据这些地质信息精确地控制井眼轨迹。两者结合,在钻井过程中,地质导向技术将实时的地层数据反馈给旋转导向钻井系统,旋转导向钻井系统据此及时调整钻头的

钻进方向,从而使井眼轨迹始终保持在页岩气储层的最佳位置,提高页岩气的开采效率。与水力压裂技术的协同也不可或缺,旋转导向钻井技术能够钻出高质量的水平井,为水力压裂提供理想的井眼条件。水平井可以增加页岩气储层的暴露面积,而水力压裂技术则可以在水平井的基础上对页岩气储层进行有效的改造,提高其渗透率。在协同应用时,旋转导向钻井技术钻出的井眼轨迹和井身结构要充分考虑到水力压裂的需求,例如,合理设计水平段的长度、方位角等,以便水力压裂能够更好地发挥作用,最大限度地提高页岩气的产量。

5 结束语

综上所述,四川页岩气旋转导向钻井技术的应用在页岩气开采进程中发挥着不可替代的作用。通过不断优化该技术在轨迹控制、钻井效率提升、成本控制等方面的应用,克服了四川页岩气开采中的诸多困难。随着技术的进一步发展和完善,相信旋转导向钻井技术将为四川页岩气的高效、环保、可持续开采提供更强劲的动力,推动我国页岩气产业迈向新的高度,在能源领域占据更重要的地位。

[参考文献]

- [1]冯飞.水平井钻井技术进展研究[J].西部探矿工程,2023,35(7):99-101.
 - [2]睢圣.永川南区页岩气水平井优快钻井技术[J].石油和化工设备,2023,26(7):109-113.
 - [3]高德利,黄文君,刁斌斌,等.复杂结构井定向钻井技术现状及展望[J].前瞻科技,2023,2(2):11-21.
 - [4]车卫勤,许雅潇,岳小同,等.渝西大足区块超深超长页岩气水平井钻井技术[J].石油钻采工艺,2022,44(4):408-414.
 - [5]杨连行.磁导向钻井技术在辽河油田复杂结构井的应用[J].石化技术,2022,29(6):69-71.
 - [6]熊小华.页岩油钻井技术发展趋势与新技术探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(5):160-161.
- 作者简介:唐勇军(1982.3—),性别:男,民族:汉,籍贯:四川南充,四川省广安市人,学历:大学本科,研究方向:钻井工程。

智能化技术在机电一体化制造中的应用

忻容荣

宁波博威合金板带有限公司, 浙江 宁波 315100

[摘要] 随着全球制造业的快速发展, 传统的机械制造逐渐向智能化、数字化方向转变。机电一体化制造作为一种新型的制造模式, 通过整合机械、电子、信息等多种技术, 实现了生产过程的智能化和自动化。在这个过程中, 智能化技术起到了关键作用, 如自动化控制技术、人机协作技术、智能传感技术以及人工智能技术等的应用, 为机电一体化制造带来了全新的生产模式和管理方式。随之而来的是一系列新的挑战, 包括技术集成与标准化、人才培养与技术普及等问题, 需要我们认真思考和解决。因此, 深入研究智能化技术在机电一体化制造中的应用, 探讨其优势、关键应用及挑战, 对于推动制造业的智能化转型、提升产业竞争力具有重要意义。

[关键词] 智能化技术; 机电一体化; 人工智能

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15137

中图分类号: TH16

文献标识码: A

The Application of Intelligent Technology in Electromechanical Integration Manufacturing

XIN Rongrong

Ningbo Boway Alloy Material Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315100, China

Abstract: With the rapid development of the global manufacturing industry, traditional mechanical manufacturing is gradually shifting towards intelligence and digitization. As a new type of manufacturing model, electromechanical integration manufacturing integrates various technologies such as machinery, electronics, and information to achieve intelligence and automation in the production process. In this process, intelligent technology plays a key role, such as the application of automation control technology, human-machine cooperation technology, intelligent sensing technology, and artificial intelligence technology, bringing new production modes and management methods to electromechanical integration manufacturing. With it comes a series of new challenges, including technology integration and standardization, talent cultivation and technology popularization, which require us to seriously consider and solve. Therefore, in-depth research on the application of intelligent technology in electromechanical integration manufacturing is necessary. Exploring its advantages, key applications, and challenges in the application of intelligent manufacturing is of great significance for promoting the intelligent transformation of the manufacturing industry and enhancing industrial competitiveness.

Keywords: intelligent technology; mechatronics integration; artificial intelligence

引言

随着科技的迅速发展和制造业的持续进步, 智能化技术在机电一体化制造中的应用日益广泛。这种技术的出现不仅为企业提供了更高效、更智能的生产手段, 也为制造业的转型升级带来了新的机遇和挑战。因此, 深入研究智能化技术在机电一体化制造中的应用, 分析其优势、关键应用以及面临的挑战, 对于推动制造业的智能化转型、提升产业竞争力具有重要意义。

1 智能化技术概述

智能化技术是指利用先进的信息技术, 将人工智能、大数据分析、物联网、机器学习等技术与传统制造业相结合, 实现制造过程的自动化、智能化和信息化。随着科技的迅猛发展, 智能化技术在各行各业的应用日益普及, 尤其在机电一体化制造领域发挥着重要作用。智能化技术的发展源于对生产效率和质量的追求。通过自动化控制系统、智能传感器和数据分析等手段, 智能化技术可以实现生产过程的实时监测、自动调整和优化, 从而提高了生产效率,

降低了人力成本和资源浪费。同时, 智能化技术也为制造企业带来了更高的质量标准。通过机器视觉和智能检测技术, 产品质量可以得到更精确的保障, 大大减少了次品率和质量投诉的可能性, 提升了企业的竞争力和声誉。

2 机电一体化制造概述

机电一体化制造是指将机械、电气、电子、计算机等技术融合应用于制造业, 实现生产过程的整体优化和智能化管理的一种生产模式。在这种模式下, 机械设备与电气控制系统相结合, 实现了传统制造过程的数字化、自动化和智能化。机电一体化制造的核心思想是通过将机械设备与电气控制系统相结合, 实现生产过程的高度协同与集成。在这种模式下机械部件与电气元件紧密结合, 通过自动化控制系统实现对生产过程的智能化监控和管理, 从而提高了生产效率和产品质量。这种制造模式的出现, 不仅加快了生产速度降低了生产成本, 还提高了产品的一致性和可靠性, 为企业带来了更高的竞争优势。随着智能化技术的不断发展和应用, 机电一体化制造将成为未来制造业的重

要发展方向,为推动制造业的数字化转型和智能化升级提供了重要支撑。

3 智能化技术在机电一体化制造中应用的优势

3.1 提升生产效率

智能化技术在机电一体化制造中的应用带来了诸多优势,其中之一是提升生产效率。通过智能化技术的应用,生产过程可以实现自动化、智能化控制,大大减少了人为干预的需要从而提高了生产效率。首先,智能化技术使生产过程更加自动化,自动化控制系统可以实现对生产设备和生产流程的自动监控和调整,降低了人为操作的需求,减少了生产中的人力投入和时间成本。其次,智能化技术实现了生产过程的智能化管理,通过实时数据采集和分析,智能化系统可以及时发现生产过程中的异常情况并作出相应的调整,提高了生产过程的稳定性和可靠性。此外,智能化技术还可以优化生产计划和调度,使生产资源得到更合理的利用,通过数据分析和预测算法,智能化系统可以准确预测订单需求和生产能力,实现生产计划的优化和调整,提高了生产效率和资源利用率。

3.2 优化生产质量

智能化技术在机电一体化制造中的应用不仅提升了生产效率,同时也优化了生产质量。首先,智能化技术实现了生产过程的实时监测和控制,通过智能传感器和数据采集系统,生产过程中的关键参数可以实时监测,并及时反馈给控制系统进行调整。这样可以避免生产过程中出现的偏差和异常,提高了产品的一致性和稳定性。其次,智能化技术实现了产品质量的自动检测和筛选,利用机器视觉和人工智能技术,可以对产品进行自动检测和识别,快速发现产品缺陷并进行筛选降低了次品率和不良品数量,提高了产品质量和客户满意度。此外,智能化技术还实现了质量数据的实时分析和反馈,通过数据分析和挖掘,可以发现生产过程中存在的潜在问题,并及时采取措施加以解决,从而不断提升产品质量水平,实现持续改进和优化。

3.3 降低生产成本

智能化技术在机电一体化制造中的应用有助于降低生产成本。首先,智能化技术实现了生产过程的自动化和智能化控制,减少了人工操作和干预从而降低了人力成本。自动化控制系统可以自动监测和调整生产参数,减少了人为错误和资源浪费提高了生产效率,进而降低了单位产品的生产成本。其次,智能化技术优化了生产资源的配置和利用,通过智能化系统对生产流程进行优化和调度,可以实现生产资源的合理配置和利用,降低了闲置资源和能源的浪费,从而降低了生产成本。此外,智能化技术实现了生产过程的精细化管理和优化。通过实时数据采集和分析,可以发现生产过程中存在的潜在问题和瓶颈,及时采取措施加以解决,提高了生产效率和产品质量,进而降低了生产成本。

4 智能化技术在机电一体化制造中的应用

4.1 自动化控制在机电一体化制造中的应用

在机电一体化制造中,自动化控制技术发挥着关键作用,这种技术通过集成先进的控制系统和传感器网络,实现对生产过程的自动化监控和调节。首先,自动化控制技术实现了生产过程的自动化运行,通过预先设定的控制逻辑和参数,自动化控制系统能够自动监测生产设备的运行状态自动调整操作参数,实现生产过程的连续稳定运行减少了人为干预的需要,提高了生产效率。其次,自动化控制技术提高了生产过程的精度和可靠性,通过精密的传感器和智能控制算法,自动化控制系统可以实时监测生产过程中的各种参数和变量,保持生产过程的稳定性和一致性,从而提高了产品的质量和可靠性。此外,自动化控制技术还实现了生产过程的灵活性和可调节性,通过灵活的控制策略和智能化的调度算法,自动化控制系统可以根据生产需求和变化的情况进行实时调整,适应不同的生产任务和生产环境,提高了生产过程的灵活性和适应性。

4.2 人机协作技术在机电一体化制造中的应用

在机电一体化制造中人机协作技术的应用日益重要,通过人与机器之间的密切合作,实现生产过程的高效、智能和安全。人机协作技术涉及多种方面,包括人机界面设计、机器人辅助生产、虚拟现实技术等,它们共同促进了生产过程的优化和提升。首先,人机协作技术改善了生产过程中的人机交互,通过设计直观友好的人机界面,操作人员可以更轻松地与机器进行沟通和交互,提高了操作的便捷性和效率^[1]。此外,人机协作技术还借助语音识别、手势识别等先进技术,实现了更自然、更智能的人机交互方式,降低了操作难度,提高了操作准确性。其次,人机协作技术提升了生产过程的灵活性和适应性,通过引入灵活可调节的机器人系统,生产线可以根据不同的生产需求和任务实时调整配置,实现快速换线和生产模式的转换,提高了生产线的灵活性和适应性,为企业应对市场变化提供了更大的灵活性和反应速度。此外,人机协作技术还增强了生产过程的安全性,通过智能感知技术和机器人安全防护装置,机器人可以识别和避免与人员发生碰撞,保障了生产过程的安全性和稳定性。同时,人机协作技术还可以对生产环境进行实时监测和预警,及时发现潜在的安全风险,并采取相应的措施加以控制和预防。

4.3 智能传感技术在机电一体化制造中的应用

智能传感技术在机电一体化制造中发挥着重要作用,这种技术利用各种传感器设备,实时地采集、监测和分析生产过程中的各种数据,为企业提供了精确的生产信息和决策支持。首先,智能传感技术实现了生产过程的实时监测和控制,通过安装在生产设备和生产环境中的各种传感器,可以实时采集生产过程中的温度、压力、湿度、振动等数据,帮助企业实时了解生产过程的状况和运行情况,

及时发现问题并采取措施加以调整和改进。其次,智能传感技术优化了生产资源的利用和管理,通过对生产设备和物流系统进行智能监控和调度,智能传感技术可以实现生产资源的合理配置和利用,降低了资源的浪费和损耗提高了生产效率和经济效益。此外,智能传感技术还实现了生产过程的智能化优化和预测维护,通过对大数据的分析和挖掘,智能传感技术可以发现生产过程中存在的潜在问题和瓶颈,预测设备的故障和维护需求,帮助企业及时调整生产计划和维修方案,避免生产中断和损失。

4.4 人工智能技术在机电一体化制造中的应用

人工智能技术在机电一体化制造中的应用是推动制造业智能化转型的关键驱动力之一,这种技术利用机器学习、深度学习等算法,对大量的生产数据进行分析 and 挖掘,从而实现了生产过程的智能化管理和优化。首先,人工智能技术实现了生产过程的智能化监控和预测,通过对生产数据进行实时监测和分析,人工智能技术可以发现生产过程中存在的潜在问题和异常情况,并预测生产过程的趋势和变化,帮助企业及时调整生产计划和生产策略,提高了生产效率和产品质量。其次,人工智能技术优化了生产过程的智能化控制和优化,通过机器学习算法和智能控制系统,人工智能技术可以实现对生产设备和生产流程的自动化调节和优化,提高了生产过程的稳定性和可靠性,降低了生产成本和资源消耗。此外,人工智能技术还实现了生产过程的智能化协作和协同,通过智能化的生产调度系统和协作机器人系统,人工智能技术可以实现生产过程中各个环节之间的智能化协作和协同,提高了生产效率和生产灵活性,降低了生产过程中的人为错误和事故风险。

5 智能化技术在机电一体化制造中的挑战与对策

5.1 技术集成与标准化的挑战

智能化技术在机电一体化制造中的挑战之一是技术集成与标准化。由于不同供应商提供的智能化技术存在着标准和接口的不兼容性,以及缺乏统一的行业标准,给技术集成带来了一定的困难。这种异构性导致了集成过程的复杂性和成本增加,同时也增加了集成周期^[2]。为了应对这一挑战,我们需要采取一系列的对策。首先,加强技术研发和创新推动技术标准化。其次,加强与供应商和合作伙伴的合作与沟通,共同探讨技术集成和标准化的解决方案。最后,建立智能化技术应用的开放平台和生态系统,吸引更多的技术供应商和合作伙伴参与,促进技术交流和共享,推动技术集成和标准化的进程。通过这些对策的实施,可以有效地应对技术集成与标准化带来的挑战,推动智能化技术在机电一体化制造中的广泛应用和发展。

5.2 人才培养与技术普及的挑战

在机电一体化制造中,人才培养与技术普及是面临的

重要挑战之一。首先,随着智能化技术的迅速发展,对于掌握这些技术的高素质人才的需求与日俱增。当前存在的问题是,人才培养体系与市场需求之间存在较大的鸿沟,许多传统教育机构的课程设置与现实产业需求脱节,缺乏针对性的智能化技术培训。其次,虽然智能化技术的应用已经越来越普及,但在中小企业和传统行业中,智能化技术的普及程度仍然不足。一方面是因为中小企业的资源和资金有限,难以承担智能化技术的投入和培训成本;另一方面传统行业的工作者可能缺乏智能化技术的相关知识和技能,对于新技术的接受和应用存在一定的抵触心理。要解决这些挑战,首先需要加强人才培养体系的建设,建立与产业需求紧密对接的人才培养机制,加强高校与企业的合作,开设智能化技术相关的专业课程和培训班,培养出符合市场需求的高素质人才^[3]。其次,政府可以制定相关政策,鼓励企业加大对智能化技术的投入和应用,提供相应的扶持措施;同时,可以开展智能化技术的宣传和培训活动,提高广大从业人员的素质和应用能力,推动智能化技术在各行各业的普及和应用。

6 结语

智能化技术在机电一体化制造中的应用已经取得了显著的成效,极大地促进了制造业的数字化转型和智能化升级。通过提升生产效率、优化生产质量、降低生产成本等方面的优势,智能化技术为企业带来了巨大的发展机遇和竞争优势。在迎接成功背后,我们也要直面挑战并不断寻求解决之道。技术集成与标准化、人才培养与技术普及等问题仍然是我们需要不断努力和探索的方向。只有加强合作、加强创新,充分发挥各方的积极性和创造性,才能更好地应对挑战,实现制造业的可持续发展。因此,我们呼吁企业、政府和社会各界共同努力,加强合作,促进智能化技术的创新和应用,推动制造业向高质量发展,为实现经济持续增长和社会繁荣做出更大的贡献。愿智能化技术在机电一体化制造中继续发挥更大的作用,推动制造业迈向更加智能、绿色、可持续的未来。

[参考文献]

- [1]杨亚莉.智能化技术在机电一体化制造中的应用[J].电子技术,2023,52(10):360-361.
 - [2]杨亚莉.智能化技术在机电一体化装配过程优化中的应用[J].集成电路应用,2023,40(7):340-341.
 - [3]杨磊.企业智能化制造中机电一体化技术的发展与应用探讨[J].新型工业化,2021,11(12):142-143.
- 作者简介:忻容荣(1989.4—),毕业院校:浙江理工大学,所学专业:机械设计制造及其自动化,当前工作单位:宁波博威合金板带有限公司,职务:机电工程师,职称级别:中级。

混凝土搅拌站机械设备常见故障及维修保养

郭 强

中铁三局集团桥隧工程有限公司, 河北 邯郸 056003

[摘要]随着建筑行业的快速发展,混凝土搅拌站的规模和复杂性不断增加。混凝土搅拌站的设备种类繁多,包括搅拌机、输送带、供料系统以及电气控制系统等,在混凝土生产过程中发挥着至关重要的作用。设备的高强度运作和长期使用导致故障问题不可避免,不仅会影响混凝土的生产效率还可能导致生产中断和混凝土质量问题,常见的设备故障包括搅拌系统的轴承卡滞和叶片磨损、输送系统的皮带跑偏和断裂、供料系统的计量不准确以及电气系统的传感器故障等。因此,针对这些故障进行深入分析并制定有效的维修和保养措施,是确保混凝土搅拌站稳定运行的关键。

[关键词]混凝土;搅拌站;故障维修及保养

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15136

中图分类号: TQ172

文献标识码: A

Common Faults and Maintenance of Mechanical Equipment in Concrete Mixing Plants

GUO Qiang

Bridge and Tunnel Engineering Co., Ltd. of China Railway No.3 Engineering Group, Handan, Hebei, 056003, China

Abstract: With the rapid development of the construction industry, the scale and complexity of concrete mixing plants continue to increase. There are various types of equipment in concrete mixing plants, including mixers, conveyor belts, feeding systems, and electrical control systems, which play a crucial role in the concrete production process. The high-intensity operation and long-term use of equipment inevitably lead to failure problems, which not only affect the production efficiency of concrete but may also cause production interruptions and concrete quality issues. Common equipment failures include bearing jamming and blade wear in the mixing system, belt deviation and breakage in the conveying system, inaccurate measurement in the feeding system, and sensor failures in the electrical system. Therefore, conducting in-depth analysis of these faults and developing effective repair and maintenance measures is the key to ensuring the stable operation of concrete mixing plants.

Keywords: concrete; mixing plants; faults and maintenance

引言

混凝土搅拌站作为建筑工程中不可或缺的组成部分,设备的性能和稳定性直接影响工程进度和混凝土的质量。随着建筑工程规模的扩大和技术的进步,对混凝土搅拌站的要求也越来越高,这些设备需要在高强度的工作环境中保持稳定运转,同时还需适应多样化的生产需求。因此,对混凝土搅拌站机械设备的故障分类、原因分析和维修保养措施的深入了解,是确保设备高效、安全运行的关键。

1 混凝土搅拌站的作用与重要性

混凝土搅拌站在现代建筑工程中扮演着至关重要的角色,不仅提高了混凝土的生产效率,还确保了混凝土质量的稳定性。通过自动化设备搅拌站能够精确控制混凝土的配比,满足不同工程对强度和耐久性的要求。高效的搅拌和均匀的配料不仅减少了人工操作的需求,也大大缩短了施工周期,提高了工程的整体进度和质量。此外,混凝土搅拌站的使用还能够减少材料浪费,实现资源的最大化利用,对环保和经济效益都有积极作用。因此,混凝土搅拌站是现代建筑施工不可或缺的设备,对提升建筑工程的

效率和质量起到了关键作用。

2 混凝土搅拌站机械设备常见故障分类

2.1 搅拌系统故障

搅拌系统是混凝土搅拌站的核心,一旦故障会直接影响混凝土的质量和生产效率,常见的搅拌系统故障主要包括搅拌轴卡滞和搅拌叶片磨损。首先,轴承损坏是一个主要因素,轴承在长时间运行中会遭受磨损,如果没有及时更换或维修就可能造成轴承运转不畅进而引发搅拌轴卡滞。其次,润滑不足也是一个重要原因,如果润滑系统缺乏必要的润滑油或润滑油质量不佳,轴承和搅拌轴的摩擦会加剧,产生过热和卡滞现象^[1]。最后,生产过程中骨料、杂质或其他物质可能进入轴承部位增加机械阻力,最终导致搅拌轴无法顺利运转,这些问题不仅会影响搅拌机的正常工作,还可能导致设备的突然停机进而延误生产进度,长期不处理可能导致更严重的设备损坏。搅拌叶片磨损是另一个常见的故障,主要原因包括长期使用和搅拌料质过硬,搅拌叶片在长时间的使用过程中,特别是在处理较硬骨料或粗糙物料时会逐渐磨损,长期使用会使叶片的表面逐渐变薄,降低搅拌效率。搅拌料质过硬也是导致叶片磨

损加剧的因素之一,如果混凝土配料中含有大量的粗骨料或硬质材料,搅拌叶片在搅拌过程中会受到更大的磨损,导致叶片表面损坏影响混合效果。操作使用不当,如过度搅拌或搅拌时间过长,也会加速叶片的磨损,磨损的叶片无法有效地搅拌混凝土,导致混凝土混合不均匀影响最终产品的质量。定期检查搅拌轴和叶片的状态,确保润滑系统正常运作,并对磨损的部件进行及时更换,可以有效防止这些故障的发生。此外,合理安排搅拌操作,避免过载和操作不当,也是确保搅拌系统长期稳定运行的重要措施。

2.2 输送系统故障

输送系统在混凝土搅拌站中承担着将混凝土从搅拌机输送到施工现场或存储区域的重要任务,常见的故障主要包括皮带输送机跑偏和皮带断裂,这些问题都可能严重影响生产效率^[2]。皮带输送机跑偏通常由皮带张力不均、导轮调整不当或设备基础不稳引起,皮带张力不均会导致皮带在运行中偏离正常轨迹造成输送不顺畅,同时增加皮带的磨损程度。导轮的调整不当同样会使皮带偏移,影响输送的稳定性,如果输送系统的基础不牢固或出现沉降,也会导致皮带运行不平衡从而引发类似问题。皮带断裂则可能由于长期使用导致的磨损损坏、过载运行或外部异物卡住等原因造成,长时间的使用会使皮带材料疲劳,特别是在超负荷的情况下断裂风险会更进一步增加,混凝土中混入的石块或其他异物可能卡住输送带导致皮带断裂。为保障混凝土生产的连续性和稳定性,必须定期检测和维护输送系统,检查皮带张力和导轮的调整情况确保设备基础稳固,并及时清理系统中的异物防止过载运行,是防止这些故障发生的有效措施。

2.3 供料系统故障

供料系统在混凝土搅拌站中扮演着至关重要的角色,负责将各种原料准确地送入搅拌机。供料系统常常会遇到一些问题,比如计量不准、物料堵塞和供料不均匀。计量不准是由于传感器故障、控制系统的错误或设备校准不当造成的,如果计量系统无法精确测量骨料、水泥等原料的量,就会导致混凝土配方不准确影响混凝土的质量和强度。物料堵塞问题多半发生在输送管道或料斗中,通常是因为物料颗粒过大或湿度过高导致物料在输送过程中出现阻塞从而中断供料,降低生产效率。供料不均则可能是输送部件磨损或操作不当引起的,导致混凝土混合不均匀进而影响施工效果。为避免这些问题,需定期检查和维修供料系统,确保计量系统准确、清理堵塞物,并对输送部件进行适当调整和保养,保持生产的稳定性和效率。

2.4 配料系统故障

配料系统在混凝土搅拌站中负责将各种原料按规定比例混合,配料系统故障包括设备故障和操作不当。设备故障,如称重系统的损坏或输送装置的故障也会导致配料不稳定,进而影响混凝土的均匀性和施工效果。此外,如

未按照正确的程序进行配料或忽视设备的维护,也会导致系统故障和配料不准确。为了保证配料系统的正常运行,需要定期检查和维修设备并培训操作人员,避免因操作失误引发的故障,这样可以确保混凝土的质量稳定并提高生产效率。

2.5 电气系统故障

电气系统在混凝土搅拌站中负责控制和监测设备的运行状态,是保障生产稳定和高效的核心部分,常见的电气系统故障包括控制系统失灵、传感器故障和电气线路问题。控制系统失灵通常是由于程序错误、控制器损坏或电源问题造成的,导致设备无法按预设程序运行,从而影响混凝土生产的正常进行。传感器故障则可能由于传感器老化、环境干扰或安装不当引起的导致数据采集不准确,进而影响设备的精确控制和生产过程。电气线路问题,如线路短路、接触不良或电缆破损,也会引发设备故障或停机。定期检查电气系统,确保控制系统和传感器的正常运行,及时修复电气线路问题,是维持设备稳定运行的关键。

3 混凝土搅拌站设备故障原因分析

3.1 操作不当引发的故障

操作不当是导致混凝土搅拌站设备故障的一个关键因素。首先,设备操作时未严格遵守操作规程,可能导致设备超负荷运行或操作不当引发机械部件损坏。例如,启动或停止搅拌机时没有按照规定程序进行,可能导致搅拌轴卡滞或电机过载。其次,设备在运行过程中对环境条件的适应不良,如忽视设备的预热或冷却要求容易导致热胀冷缩效应,进而影响设备的运转精度和稳定性。此外,如混合时间过长或配料比例不准确也会导致混凝土的质量不稳定,甚至引发搅拌机的故障,这些操作失误不仅增加了设备故障的风险,还可能造成生产线停工影响整体生产效率。为了避免操作不当导致的故障,操作人员必须接受系统的培训,严格按照操作手册执行,并定期进行设备检查和维修确保设备在最佳状态下运行。

3.2 设备老化与磨损导致的故障

设备老化和磨损是混凝土搅拌站常见的故障原因,在设备长期运行后显得尤为突出。随着时间的推移设备部件如搅拌轴、皮带、传动齿轮等会经历不同程度的磨损和疲劳,磨损可能表现为轴承的松动、皮带的裂纹或齿轮的啮合不良,导致设备运行不稳定或效率下降。例如,搅拌机的搅拌叶片长时间使用后可能会出现明显的磨损导致混合效果不均匀,进而影响混凝土的质量。再如,输送带如果经常处于高负荷状态也会因为磨损而导致断裂或跑偏,这些问题不仅会影响生产效率,还可能引发更严重的设备故障或停机。老化和磨损问题的出现与设计质量、使用频率、维护保养状况等因素密切相关,如果设备长期未进行维护或保养,磨损的速度会加快故障的概率也会增加。因此,定期对设备进行检查和维护,及时更换磨损部

件是保证设备长期稳定运行的关键,不仅有助于提高设备的工作效率,还能有效延长设备的使用寿命降低生产成本。

3.3 维护保养不及时的影响

维护和保养不及时会对混凝土搅拌站的设备造成严重影响,未按时进行维护可能导致设备出现小问题而迅速恶化成大故障。例如,未及时更换润滑油会导致部件磨损加剧增加故障率。忽视设备清理则可能导致积尘或污垢影响设备运转,进而降低生产效率。长时间的不维护还会使设备内部的零件出现腐蚀或损坏,导致整个系统运转不稳定,甚至出现停机现象。定期的保养不仅能保持设备的良好状态,还能预防潜在问题减少停机时间,提高生产效率从而降低长期运营成本。

4 混凝土搅拌站设备维修与保养措施

4.1 定期检查与维护

定期检查与维护是确保混凝土搅拌站设备长期稳定运行的关键。定期检查包括对设备的主要部件,如搅拌机、输送带、供料系统和电气控制系统进行全面检查,这些检查应涵盖设备的运行状态、磨损情况、润滑油水平以及各个连接部件的紧固情况,通过定期更换润滑油、清理积尘、检查电缆和传感器的连接,可以有效预防设备故障的发生^[3]。此外,定期进行功能测试确保各个系统按预期运行,有助于及早发现潜在问题并及时修复,不仅可以提高设备的工作效率,还能延长设备的使用寿命降低维修成本。

4.2 故障排查与处理

故障排查与处理是混凝土搅拌站设备维护中至关重要的环节,它要求系统性地诊断问题并迅速采取有效措施。首先,故障排查需要对设备进行全面检查确认故障现象的具体表现和发生的条件,例如出现搅拌不均匀时,需检查搅拌机的轴承是否有异常声音、搅拌叶片是否磨损,以及物料的配比是否准确,通过这些初步检查可以缩小故障的范围,帮助确定具体的故障点^[4]。其次,运用诊断工具和技术,如电气测试仪、振动分析仪等,进行更深入的检测,可以有效识别电气系统问题、机械振动或温度异常等潜在故障源,例如通过电气测试仪检查控制系统的电流和电压是否正常,能够及时发现传感器故障或电缆短路等问题,对于机械故障可以通过振动分析识别齿轮磨损或轴承失效等情况。问题确认后迅速采取修复措施,可能包括更换损坏的部件、调整设备参数或修复电气线路。进行修复时确保使用高质量的替换部件,并严格按照操作手册中的指导进行操作,避免二次故障的发生。同时,修复后应进行设备的功能测试确保故障得到有效解决恢复正常运转。最

后,故障处理不仅仅是解决当前的问题,还需要对故障原因进行分析查找是否存在操作不当、维护不足等问题,并改进相关管理和维护措施防止类似故障的再次发生。

4.3 设备升级与改造

设备升级与改造是混凝土搅拌站提高生产效率和设备可靠性的关键方式。随着技术的发展,设备升级不仅能引入更先进的功能还能提升现有设备的性能和适应性。首先,设备升级通常涉及更换或添加新技术部件,例如升级搅拌机的控制系统,引入先进的自动化技术和智能传感器,可以实现更精准的混合控制和实时数据监测,提高混凝土的质量和生产效率。升级电气系统时,采用更高效的电气元件和控制器可以减少能源消耗和故障率同时提高系统的稳定性。改造方面,主要是对现有设备进行调整和优化,适应新的生产需求或解决现有问题,包括对设备进行结构改进、增加功能模块或调整操作流程,例如为应对不同混凝土配方的需求,可以对供料系统进行改造,引入更灵活的配料装置提升系统的适应性和准确性。此外,改造输送系统的布局 and 配置,可能需要调整输送带的宽度或速度,以匹配生产线的整体需求和效率。

5 结语

混凝土搅拌站的设备故障直接影响生产效率和混凝土质量,通过对搅拌系统、输送系统、供料系统、配料系统和电气系统常见故障的分析,我们可以明确故障原因并采取有效措施来解决问题。定期检查、及时维修、合理升级和改造设备,都是保障生产顺畅和设备长期稳定运行的关键。保持设备的良好状态,不仅能提高生产效率减少停机时间,还能延长设备的使用寿命。未来,我们需要不断跟进新技术,优化设备管理,以应对不断变化的市场需求。只有这样,才能确保混凝土搅拌站在竞争激烈的环境中保持高效和可靠。

[参考文献]

- [1] 赵慧裕. 混凝土搅拌站机械设备常见故障与维护办法[J]. 设备管理与维修, 2020(17): 48-49.
- [2] 孙义梅. 混凝土搅拌站机械常见故障的排除与日常养护[J]. 工程建设与设计, 2018(20): 259-260.
- [3] 武代明. 混凝土搅拌站机械设备常见故障及维修保养[J]. 四川水泥, 2020(6): 7.
- [4] 蒋明吉. 混凝土拌和站机械设备维护与保养技术分析[J]. 设备管理与维修, 2024(10): 83-85.

作者简介: 郭镗(1992.11—), 单位名称: 中铁三局集团桥隧工程有限公司, 毕业学校和专业: 山西农业大学 电气工程及其自动化。

信息技术背景下机械设计制造及其自动化探讨

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]近年来,制造业面临着成本、环保及市场需求等多重挑战,传统的生产模式已无法满足快速变化的环境需求。随着信息技术的飞速发展,特别是云计算、大数据与人工智能的广泛应用,制造业迎来了转型的重大机遇。在机械设计制造领域,信息技术的深度融合显著提升了生产效率、产品质量及灵活性,推动了行业向智能化、精细化与绿色化方向发展。智能制造与数字化设计的结合,已成为推动行业转型升级的关键驱动力。

[关键词]信息技术;机械设计制造;自动化

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15130

中图分类号: TH122

文献标识码: A

Discussion on Mechanical Design, Manufacturing and Automation under the Background of Information Technology

XUE Jiahao

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

Abstract: In recent years, the manufacturing industry has faced multiple challenges such as cost, environmental protection, and market demand, and traditional production models are no longer able to meet the rapidly changing environmental demands. With the rapid development of information technology, especially the widespread application of cloud computing, big data, and artificial intelligence, the manufacturing industry has ushered in a significant opportunity for transformation. In the field of mechanical design and manufacturing, the deep integration of information technology has significantly improved production efficiency, product quality, and flexibility, driving the industry towards intelligent, refined, and green development. The combination of intelligent manufacturing and digital design has become a key driving force for promoting industry transformation and upgrading.

Keywords: information technology; mechanical design and manufacturing; automation

引言

随着全球制造业加速向智能化、数字化转型,机械设计、制造及自动化领域正受到信息技术的深刻变革。传统的设计与生产方式面临低效率和资源浪费等诸多问题,突破这一困境亟需依赖技术创新。数字化设计、工业互联网、物联网及人工智能等新兴技术的广泛应用,正在推动生产效率、产品质量及资源利用率的显著提升,探讨信息技术在机械设计制造中的优势、基本原则与实施策略,以期为企业的转型升级提供理论指导与实践依据。

1 信息技术对机械设计制造及自动化的优势

1.1 提升设计效率与精度

信息技术的应用极大地提高了机械设计的效率与精度,通过计算机辅助设计(CAD)软件,设计师能够在虚拟环境中迅速构建和调整复杂的机械结构,从而避免了传统手工绘图所带来的繁琐过程及可能的误差。CAD系统不仅能够精确生成三维模型,还能进行多种模拟与仿真,验证设计方案的可行性并揭示潜在的优化空间。设计过程中可能出现的错误与不确定性得到了有效减少,这些技术的引入使协同设计成为可能,多个团队成员能够在同一平台上实时进行修改与更新,从而确保了设计的统一性与协调性。借助这些技术设计周期被大幅缩短,精度得到了显著

提升,为后续制造过程提供了更加可靠的基础,同时减少了设计缺陷引发的生产浪费或质量问题。

1.2 优化生产过程与资源利用

信息技术在优化生产过程与资源利用方面发挥了至关重要的作用,通过数字化制造技术,生产流程实现了精确控制与灵活调整,从而显著减少了传统生产方式中的资源浪费。以计算机数控(CNC)技术为例,设备根据预设程序进行高精度加工,人工操作误差及不必要的停机时间得到了大幅度降低。同时,信息技术推动了生产线的智能化升级,通过实时监控与数据分析,设备的运行状态得以及时预测,潜在故障可以提前被发现,从而避免了停产与维修带来的损失。在资源管理方面,物料需求、能源消耗等因素得到了更精细的管理,过度采购与浪费被有效避免。通过数据集成与优化,生产线能够根据实际需求调整生产计划,按需生产得以实施,进而提高了资源的利用率并减少了库存成本。

1.3 降低生产成本与提高质量

信息技术在降低生产成本与提高质量方面发挥了至关重要的作用。自动化与智能化技术的引入,使企业能够有效减少人工干预与操作错误,从而降低了人力成本以及人为因素导致的质量波动。每个生产环节的精确监控与数

据采集得以实现,操作是否符合标准得到严格保障,从而避免了不合格品的产生。通过大数据分析 with 机器学习,产品质量数据得以及时获取,生产中的薄弱环节能够迅速被识别并加以调整,确保了产品质量的稳定性。此外,智能生产系统能够根据实际需求自动调节生产节奏与资源分配,库存积压与过剩生产得以减少,从而进一步降低了生产成本。在质量控制方面,信息技术的应用使质量检测变得更加精准与高效,微小的质量问题可以在生产过程中实时发现,确保了最终产品始终符合高标准。

1.4 加快产品创新与市场响应

信息技术的应用极大地加速了产品创新与市场响应的速度。复杂产品的设计与测试得以迅速完成,时间从构想到市场的周期显著缩短,得益于计算机辅助设计(CAD)与仿真技术的应用。特别是虚拟仿真技术的引入,在进入生产阶段之前多个设计方案能够被评估与优化,从而提升了创新效率。企业还通过信息技术构建了高效的数字化供应链与生产流程,使生产计划与产品规格能够迅速根据市场需求进行调整,个性化定制与小批量生产成为可能,进而满足不断变化的消费者需求。云平台与大数据分析的结合,使企业能够实时捕捉市场趋势与消费者偏好并迅速做出响应,调整产品特性或优化功能。如此灵活的应变能力不仅显著缩短了产品开发周期,也使企业能够迅速反应于市场变动,从而在竞争中始终保持优势地位。

2 信息技术背景下机械设计制造及自动化的基本原则

2.1 信息技术与机械设计制造的融合原则

信息技术与机械设计制造的深度融合,关键在于打破传统设计与制造过程中存在的信息壁垒,从而推动设计与生产的无缝衔接。贯穿于产品整个生命周期的信息技术,涵盖了从设计、生产到售后服务的各个环节,确保每一阶段的信息能够实现互联互通,进而形成完整的数据流与反馈机制。在设计阶段,计算机辅助设计(CAD)与计算机辅助工程(CAE)等工具的应用,不仅提升了设计精度,还能在早期阶段模拟生产过程中可能出现的问题,从而进行提前的预判与优化。在制造阶段,数字化技术、自动化设备与工业互联网的引入,使设计方案得以精准落地并对生产过程进行实时监控,确保每一环节的精准执行。借助信息技术,设计与生产的各个环节得以共享数据并实时更新,极大促进了两者的紧密配合,整体工作效率得到了显著提升,同时,错误与返工的发生大幅减少,进而增强了产品的质量与创新能力。这种深度融合使机械设计制造的过程不再是独立的、割裂的阶段,而是一个高效协作、互联互通的整体系统。

2.2 数据驱动与智能决策原则

数据驱动与智能决策原则强调,在机械设计、制造与自动化过程中,决策应以大量实时数据为基础,而非单纯

依赖经验与直觉。随着信息技术的飞速发展,传感器、物联网以及大数据技术的广泛应用,使生产中的每个环节能够实时生成海量数据,这些数据不仅揭示了当前的生产状况,还能够反映出潜在的改进空间。通过对这些数据的收集与深入分析,精确地预测与优化变得可行,在生产过程中数据分析不仅帮助识别设备的最佳运行状态,还能预测潜在故障,并据此及时调整生产流程,避免不必要的停机与资源浪费。与此同时,智能决策系统通过机器学习算法从历史数据中提取经验,不断优化决策规则,从而提升了生产调度与质量控制的效率。数据驱动的决策方式显著增强了决策的科学性与准确性,减少了人为因素的干扰与偏差,为企业提供了更灵活、精准的生产管理方案,从而有效提高了生产效率与降低了成本。

2.3 系统集成与协同工作的原则

系统集成与协同工作原则强调,在机械设计、制造及自动化过程中,所有系统与环节应实现高效的协作与无缝连接。随着信息技术的持续发展,各类硬件、软件及业务流程不再是孤立存在的,而是需要通过系统集成进行有效对接,通过构建统一的信息平台,企业能够整合设计、生产、物流、质量控制等多个环节的数据与流程,从而实现信息的实时共享与协调。这种集成有效减少了信息传递过程中的延时与错误,同时确保了不同部门之间的协作更加顺畅。举例来说,在产品开发阶段,设计、生产及供应链管理团队能够通过共享平台,实时跟踪项目进展与需求变化,迅速调整工作计划,避免了因沟通不畅而造成的延误。协同工作体现为多个部门之间的紧密配合与资源共享,依靠信息系统的实时更新,确保了各团队目标一致信息畅通无阻。借助系统集成与协同工作,企业得以在复杂的生产环境中保持高效运作,整体效率得以显著提升,重复劳动与资源浪费得以减少,同时也加强了产品创新能力与市场响应速度。

2.4 可持续发展与智能化控制原则

可持续发展与智能化控制原则强调,在机械设计、制造及自动化过程中,追求的不仅是经济效益,还应兼顾环境保护与资源的高效利用。随着全球对环保与资源节约的日益重视,企业在生产过程中必须实现绿色制造,推动可持续发展。信息技术在这一领域中发挥了至关重要的作用,尤其是智能化控制系统的应用,使能源消耗、废料排放等方面能够得到实时监控与优化。借助大数据分析 with 智能算法,企业得以精准预测资源需求,动态调整生产流程,从而最大化提升能源利用效率,减少浪费与污染^[1]。同时,智能化控制系统还使得设备调度与预测性维护的优化成为可能,延长了设备的使用寿命降低了故障率,从而减少了不必要的资源浪费。可持续发展不仅仅意味着合理利用资源,还包括企业承担社会责任,通过技术创新提升生产效率,减少对环境的负面影响,推动行业向绿色、低碳、

高效的方向发展。

2.5 安全性与可靠性原则

安全性与可靠性原则在机械设计、制造及自动化中至关重要,它要求系统在保证高效运作的同时,也必须确保操作的安全性与产品的稳定性。随着自动化技术的普及,机械设备与生产系统的复杂性不断提升,使安全性与可靠性成为保证生产顺利进行的核心要素。先进的监控系统、传感技术以及智能诊断工具,设备的运行状况能够被实时追踪,潜在故障得以提前预测,预防措施可在第一时间采取,从而有效避免了停机或安全事故的发生。信息技术的引入不仅实现了生产过程的自动化控制,还显著减少了人为干预的风险,降低了因操作失误而引发的安全隐患。在可靠性方面通过数据驱动的质量控制与持续优化,确保了生产过程中各环节的高标准执行,缺陷与故障率得以显著降低,最终产品始终符合严格的质量要求。

3 信息技术支持下的机械设计制造及自动化策略

3.1 数字化设计与智能制造策略

数字化设计与智能制造策略是信息技术在机械设计、制造及自动化领域的重要应用之一,它通过全面的数字化手段优化产品设计与生产流程。依托先进的计算机辅助设计(CAD)与计算机辅助工程(CAE)工具,数字化设计使设计师能够在虚拟环境中进行产品建模、仿真与优化,从而显著提升了设计的精度与效率。这种方法能够在实际生产前发现并解决潜在问题,避免了传统设计过程中常见的修改与返工。智能制造则将信息技术深度融合入生产过程,利用物联网、大数据分析、人工智能等技术,推动生产的智能化与自动化,通过智能生产系统,设备状态、工艺数据及市场需求能够实时采集,数据分析进一步优化了生产调度与节奏,从而实现了按需生产,最大限度减少了资源浪费与过剩库存^[2]。同时,机器人与自动化生产线的应用,不仅提高了生产效率与精度,也显著减少了人为干预对质量的影响。

3.2 工业互联网与物联网技术应用策略

工业互联网与物联网技术的应用策略,已成为推动机械设计、制造及自动化朝更高效、更智能方向发展的核心力量。通过工业互联网,企业得以实现设备、生产线、供应链及人员的全面互联,进而打破了信息孤岛,促进了数据的流动与共享。物联网技术通过安装智能传感器与设备,使生产设施能够实时采集各类数据,并将其传输至云平台进行处理与分析,这些数据不仅反映了设备的运行状态与生产环境,还涵盖了原材料、库存管理及人员作业等多个环节,为生产过程提供了全方位的监控视角^[3]。借助大数据分析与云计算技术,企业能够深入挖掘与优化生产过程,预测设备故障、调整生产调度,甚至能够在问题发生前实

施预测性维护,从而避免了停机与生产延误。工业互联网的应用还支持智能决策系统,使企业能够迅速适应动态变化的市场环境,凭借数据驱动的决策支持,生产效率得以提升,资源利用最大化,产品质量保持持续稳定。此外,工业互联网增强了企业的灵活性,使得在市场需求变化时,企业能够迅速调整生产模式,灵活实现定制化生产。

3.3 数据集成与智能控制策略

数据集成与智能控制策略已成为推动机械设计、制造及自动化系统高效、精确运行的关键。通过数据集成,企业可以将来自各个环节的数据汇聚与整合,从设计、生产到售后服务,所有阶段的信息都能得到深入分析与全面应用,这种集成不仅保证了信息的顺畅传递,打破了信息孤岛,还为生产决策提供了强有力的数据支持。例如,通过整合设备运行状态、工艺参数、市场需求以及供应链信息,实时调整生产计划、优化资源配置成为可能,进而提升了生产过程的灵活性与效率。智能控制则基于这些集成后的数据,利用先进的算法与控制技术,对生产过程进行自动化调控。借助物联网与大数据分析,智能控制系统能够实时监测设备状态,自动调整生产流程,并预测可能发生的设备故障采取预防性维护措施。

4 结语

在信息技术的推动下,机械设计、制造及自动化正迈入崭新的发展阶段。数字化设计、智能制造以及工业互联网与物联网技术的深度融合,不仅能够提升设计精度、加快生产效率,企业还能够在资源利用、成本控制、产品质量与创新能力等方面实现优化。与此同时,数据集成与智能控制策略的应用,使生产过程变得更加精准与智能,从而为企业提供了更加灵活、高效的生产模式。要实现这一转型,企业需持续深化信息技术的应用,完善系统集成增强技术创新能力,确保各项策略能够有效落地。随着技术的不断进步与市场需求的持续变化,未来机械设计制造领域的智能化发展将更加迅猛,竞争优势将在这一变革中不断获得,企业也将开创出更广阔的发展潜力。

【参考文献】

- [1] 杨世涛,肖方敏,卢新祖. 信息技术背景下机械设计制造及其自动化应用[J]. 数字技术与应用,2022,40(3):198-200.
 - [2] 李永红. 信息技术背景下机械设计制造及其自动化分析[J]. 湖北农机化,2020(9):117-118.
 - [3] 朱生辉. 信息技术背景下机械设计制造及其自动化研究[J]. 内燃机与配件,2020(9):259-260.
- 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,当前就职单位:新疆伊犁哈萨克自治州新华医院,职务:医学工程部科员。

闪速炉电收尘器的运行实践及分析

刘富全 何国方

中铜东南铜业有限公司生产运营管理中心, 福建 宁德 352100

[摘要] 文章重点分析冶炼厂闪速炉生产期间电收尘器的运行影响因素, 从工艺控制、设备管理、系统操作等方面对影响闪速炉电收尘器生产运行进行了逐项分析给出解决措施; 同时, 在现有工艺、设备、操作上进行优化改造, 达到电收尘器除尘效率高和稳定运行的目标。

[关键词] 闪速炉; 电收尘器; 除尘效率; 优化改造

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15112

中图分类号: TF811.062

文献标识码: A

Operation Practice and Analysis of Flash Furnace Electric Dust Collector

LIU Fuquan, HE Guofang

Production and Operation Management Center of China Copper Southeast Copper Industry Co., Ltd., Ningde, Fujian, 352100, China

Abstract: The article focuses on analyzing the factors affecting the operation of electrostatic precipitators during the production of flash furnaces in smelters, and provides solutions from the aspects of process control, equipment management, system operation, etc; At the same time, optimize and transform existing processes, equipment, and operations to achieve the goal of high dust removal efficiency and stable operation of electrostatic precipitators.

Keywords: flash furnace; electric dust collector; dust removal efficiency; optimization and transformation

引言

目前电除尘器以其除尘效率高, 符合对环境保护的要求, 达到行业对烟气排放的标准, 电收尘设备配置满足闪速熔炼技术使用条件得到应用。但在实际在闪速炉应用运行过程中效果还有待提高, 影响电除尘器除尘效率的因素有很多, 以下对影响闪速炉的电收尘器运行过程中因素做一分析。

1 闪速炉生产情况

表 1 闪速熔炼电收尘的主要技术参数

用途	用于收集闪速熔炼收尘系统沉尘室出口烟气中的烟尘
设备形式	卧式, 水平流, 双室四电场
处理气量	89420Nm ³ /h=206374m ³ /h (350℃)
断面流速	V=0.5m/s
断面积	120m ²
电场数量	4个
总集尘面积	>8600m ²
供电装置	第一电场为高频电源, 72kV/600mA, 2台 其余电场为工频电源, 72kV/600mA, 6台
数量	1套 附: 埋刮板输送机, 2台 附: 星形卸料器, 4台

某铜业闪速炉电收尘器位于沉尘室和高温风机之间, 沉尘室位于余热锅炉后端, 闪速熔炼电收尘的主要技术参数, 见表 1。其作用是将余热锅炉排出含尘 181.31g/Nm³ 的烟气进入沉尘室及电收尘器进行净化, 使其含尘浓度净化至 0.5g/Nm³ 以下, 保证进入硫酸系统二氧化硫烟气的

含尘质量。沉尘室是一个空腔体, 烟气进入沉尘室空腔后气流膨胀流速降低, 在重力作用下, 自然沉降达到除尘的目的, 收集的烟尘落入下方灰斗。电收尘器在高压直流作用下工作, 阴极放电使烟尘荷电, 在电场作用下烟尘颗粒运动到阳极板上被吸附^[1], 达到收尘目的。

2 影响各原因分析

闪速炉电收尘器在生产期间的除尘效率很多, 包括物料成分、设备管理、炉内负压、漏风率、系统操作等, 这些因素都影响电收尘器出口颗粒物含量和除尘效率的稳定, 运行实践情况如图 1 烟道压力与出口颗粒物、收尘效率趋势图所示, 闪速炉电收尘器出口颗粒物与收尘效率随烟道压力越高而降低, 对相关影响因素做简要分析。

2.1 物料成分的原因

由于闪速炉入炉原料成分 Pb、Zn、As、Sb、Bi 等杂质元素变化和配入其他含杂质物料, 根据化验分析结果, 当烟尘系统含 As 较高时, 这种含 As 烟尘进入电除尘器后随烟气排入硫酸系统, 导致工艺烟气检测含砷高于设计值; 当烟尘含 Pb、Zn 等杂质元素较高时, 这种烟尘进入电除尘器后, 导致阴极绝缘传动瓷轴表面黏接一层含 Pb、Zn 等杂质物质, 使得电压下降直至送不上电。

2.2 炉内负压的原因

闪速炉负压控制影响进入电收尘器内烟气流速、粉尘浓度和粉尘比电阻等, 制约除尘效率。闪速炉控制炉内负压波动较大, 烟灰与一定量的未完全反应的精矿被吸入余热锅炉进入电收尘器内, 由于烟气压力对电收尘器电晕始

发电电压、起晕时电晕极表面的电场强度、电晕极附近空间电荷分布和分子、离子的有效迁移率等有影响。当负压升高时,烟尘密度增大,电收尘器内电荷过多,抑制了电晕电流的产生,出现电流趋近于零,发生电晕封闭,除尘效率大幅下降,电收尘器出口颗粒物升高,如图1所示;当压力降低时,烟尘密度减小,使电晕始发电压、起晕时电晕极表面的电场强度和火花放电降低,使得收尘效率下降,电收尘器出口颗粒物明显波动。

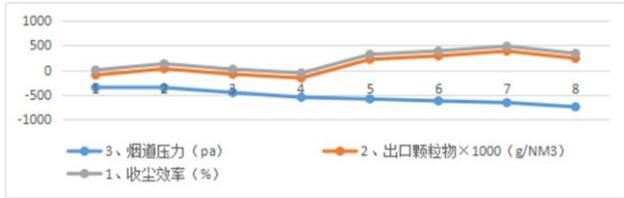


图1 烟道压力与出口颗粒物、收尘效率趋势图

2.3 系统漏风的原因

闪速炉的烟气中含有大量的SO₂和少量SO₃^[2],从沉尘室入口至排风机入口的烟气的酸露点温度依次从200.6℃变化至194.6℃,设备的运行温度依次从360℃变化至315℃,均在露点温度以上^[3]。为防止烟气结露和保证人员安全,烟气管道和设备都采用保温材料进行保温。因收尘系统存在隐蔽漏点,余热锅炉锅炉对流部出口到电收尘器进口之间温度差高于110℃以上。由于一定量冷风从漏点吸入进入收尘系统内部。烟气低温下导致内部结露,烟气中的SO₂气体极易与O₂结合生成SO₃气体,从而与露水结合产生稀酸,同时系统烟灰和与酸水在内部进一步富集沉积,形成了酸泥混合物,导致沉尘室、连接管道、电收尘器壳体、喇叭口部位材质在此环境下腐蚀出现漏洞,壳体漏风,不仅增加电除尘器的烟气处理量,使通过电除尘的风速增大,而且会由于温度下降出现冷凝水,引起电晕线肥大,收尘效果下降。

2.4 气流分布装置的原因

电除尘器气流分布均匀性直接影响除尘效率,因气流分布不均匀,将导致电场内局部区域烟气流速过高,而不能有效地收尘,如表2所示,电场内烟气流速越高,电除尘器越低。因此,气流分布均匀性指标,直接影响电除尘器的内局部区域烟气、烟尘分布不均,导致除尘效率。

表2 烟气流速度与除尘效率

烟气流速	m/s	1	1.5	1.65	1.7	1.75	1.78	1.8	1.85	1.88	2
除尘效率	%	98.6	98.5	98.3	98.1	97.8	97.6	97.5	97.3	97.2	97

2.5 设备本体的原因

2.5.1 电收尘阳极振打轴

原电收尘阳极振打轴材质在现场烟气条件工作,出现腐蚀、腐蚀后卡顿、扭断(详见图1),使用寿命最少1年出现腐蚀后卡顿、扭断等故障。原电收尘器保温箱的有连接阴极瓷轴,经常结灰,含湿量烟尘黏结在瓷轴表面,产生放电,导致瓷轴击穿,引起系统短路。

2.5.2 电收尘器保温箱

原电收尘器保温箱的石英板为内部安装,该石英板孔径为16cm。石英板孔径略小,在孔径边缘容易放电,导致石英板碎裂,因石英板为内部安装,电收尘需要停电再降温至少2天后,内部温度达到50℃以下,方能进行更换,影响生产。

2.5.3 电收尘方人孔门

原电收尘方人孔门分内、外两个门,内门为外协队伍后期制作,与方孔门外门内沿扣不严密,导致整体方人孔门在漏烟、变形、腐烂(详见图3);另外现电收尘方人孔门内壁分两层,现仅内层为316L,内层变形,经变形挤压剪切后产生小孔导致整体人孔门漏烟、腐烂。



图2 阳极振打轴腐蚀后扭断

图3 方人孔门变形、腐烂

2.6 电气系统的原因

电收尘器电气系统是保障除尘效率高和稳定运行的基础,闪速炉的电收尘器最佳工作电压45-65kw,但实际生产中出现部分电场二次电压波动大、二次电流偏低情况,并且电气系统调压板烧损、加热器损坏、电场阴极和阳极振打故障,这些电气系统的问题直接影响收尘效率。

2.7 振打清灰的原因

在电收尘器中荷电粉尘到达电极后,在静电力和粉尘粘附力共同作用下,形成粉尘层。在振打力的作用下,一部分粉尘在重力作用下落入灰斗,另外一部分在下落过程中扬起,重新回到气流中,形成二次扬尘。二次扬尘无法避免,收尘极结构以及的振打制度控制不完善。当粉尘层形成一定的厚度,粉尘层成饼状黏结仓壁,使得粉尘不容易脱离极板,影响收尘效率。

2.8 工作系统操作的原因

电收尘器电场收集下部积灰经刮板输送机排出系统,实际中运行因降灰沉降堆积、刮板链条张紧度不足,处理烟灰量增大或烟灰性质不佳时,造成刮板跳齿,在刮板机头与刮板壳体产生刚性碰撞导致安全销断,致埋刮板输送机无法运行,同时电收尘刮板安全销断裂,在DCS界面中,刮板电流没有远程显示,控制人员只能通过电机颜色信号判断刮板是否运行,导致发现问题处理滞后,使电收尘器有效运行效率下降。

3 影响电收尘器运行的措施

3.1 稳定物料成分

经过分析认为精准控制原料成分、喷嘴效能、准确失重计量、炉内压及盐化风氧是降低闪速炉烟尘发生率 and 改变烟尘性质可行措施。从控制入炉原料成分,对Pb、

Zn、As、Sb、Bi 等杂质元素的关注,避免因杂质元素超量对炉况造成影响,同时减少配料变更次数,降低成分波动物料比。通过定期校正定,提高失重计量准确性。稳定闪速工艺要求各项参数,通过对硫酸盐化氧的控制,减少未反应的颗粒物进入收尘系统,避免二次反应。采用相应措施以来,熔炼整体收尘系统烟尘发生率和烟尘性质趋于稳定,电收尘器出口颗粒物含量和除尘效率的稳定性大幅提高。

3.2 稳定炉内负压

合理控制炉内负压,正常生产控制-30Pa 以内,减少余热锅炉和电收尘器停炉点检时间,清理积灰的时间由原来的 5~6 小时缩短到现在的 2~3 小时,在线清积灰由原来 2 小时缩短到现在的 0.6 小时,经调整后收尘系统影响因素下降,使得收尘效率提高,电收尘器出口颗粒物明显下降。

3.3 减少漏风率

加强烟尘系统堵漏工作,减少漏气,降低结露、粘灰、腐蚀。加强工作门、人孔门、灰斗和壳体等部位的查漏堵漏工作,发现漏风及时进行堵漏密封处理。所有人孔在封门时,密封条布满、均匀压紧,保证不漏气。

3.4 气流分布装置改进

电收尘器气流分布装置改为水平进气,选用三层多孔分布板,开孔率为 35%~50%。出口分布装置为双层槽型(迷宫形)分布板,错开排列,气体折流而过,不仅起到了均布气流的作用,而且能将最后一个电场振打时返回气流的灰尘收集在槽中,大大减少被气流带出的灰尘。

3.5 设备改造

阳极振打轴改造。经实际分析后,由原振打轴材质改为 316L;石英板由内置安装改为外部安装石英板,孔径 16cm 改为 24cm。该方案实施后不容易在石英板孔径边缘放电,安装石英板更快捷;电收尘方人孔门筒体整体采用 316L 材质,方人孔门分内、外两个门同时制作,保证方人孔门整体的密闭性。

阴极振打绝缘箱管控。每次检修用压缩空气吹扫阴极瓷轴及保温箱内部,彻底清除烟尘,之后用酒精抹布清理干净瓷轴,当发现裂痕、击穿、黏结硬化,立即更换。更换质量较好的瓷轴,现场在安装之前进行产品检查,冷系统安装之后工程师确认后,再通电投入使用。

3.6 电气技改

电气部分请电收尘器厂家技术人员进行指导,故障后重新进行标定。同时更换新型调压板,利用停炉时间对加热器进行检查,更换损坏的加热器。通过热调时确定了振打制度,当工况发生改变时,对振打周期进行观察和调整,保证电场有效振打和极板良好的状态。工频整流机组选用当今技术先进的装置。高压硅整流微机自控装置由高压控制柜、高压硅整流器、穿墙套管、高压隔离开关箱

等组成。整流机组有多种保护和报警功能,可以根据生产的工艺状况选择控制供电方式,使电场供电达到最佳状态,保证最佳除尘效率与运行效率。

3.7 振打制度合理控制

通过合理的收尘极结构以及良好的振打制度进行控制,阳极板振打各个电场的振打周期不同,一般 1、2、3 电场 3~5 分钟,4 电场 20~30 分钟;而且最后两个电场振打不同时进行,减少二次扬尘。合理的振打制度要通过热调时确定,当工况发生改变时,有必要对振打周期进行观察和调整。实践都证明,粉尘层形成一定的厚度,一般几个毫米厚再振落,使粉尘层成饼状下落比较合理,这样可以有效减少二次扬尘。提高收尘效率,如表 4 所示是收尘效率措施前后趋势图。

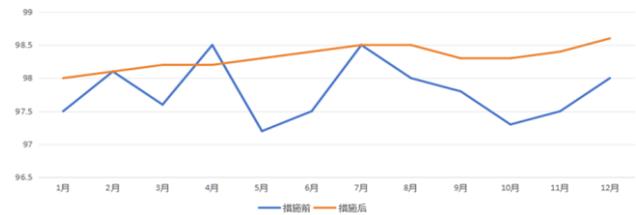


图 4 收尘效率趋势图

3.8 工作完善系统制度

现场对电收尘器灰斗内部进行在线探灰,每班按时巡检,发现电收尘系统内部积灰及时清理;电收尘刮板机、振打机、销子等部件设备加强保障;同时通过定期调整刮板链条张紧度,优化刮板机头部结构,在 DCS 系统上增设刮板电流及报警,设置高限跳停机制,确保能够第一时间发现刮板故障并及时处理,提高运行稳定性。

4 结论

闪速炉电收尘器稳定运行影响因素不仅与系统内物料成分、烟气性质、负压控制、设备管理息息相关,而且与电气系统、操作系统有关。当然,电收尘器做到除尘效率高除了这些因素,还受其他方面影响,本文只是针对闪速炉电收尘器投产运行两年多的实践分析,通过生产实践对电收尘器的性质、使用、管理有了一些经验,为电收尘器长期稳定运行奠定了基础。

[参考文献]

[1]北京有色冶金设计研究总院等编.重有色金属冶炼设计手册·铜镍卷[M].北京:冶金工业出版社,1996.
[2]朱祖泽,贺家齐.现代铜冶金学[M].北京:科学出版社,2003.

作者简介:刘富全(1976.4—),男(汉),吉林省磐石市人,工程师,中南大学,冶金工程专业,从事冶炼技术管理工作;何国方,男(汉),中铜东南铜业有限公司,工程师,从事热能、动力管理工作。

仿真技术在机械设计制造中的应用前景分析

杨俊

零八一电子集团, 四川 成都 611700

[摘要] 仿真技术作为机械设计制造领域的重要技术之一, 通过高效的计算机模拟减少设计周期, 降低成本, 提高设计的精确性。文中将探讨仿真技术如何推动机械设计制造的技术创新, 并预测其未来发展趋势。

[关键词] 仿真技术; 机械设计; 技术创新; 成本效益; 设计精确性

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15102

中图分类号: TD402

文献标识码: A

Application Prospects Analysis of Simulation Technology in Mechanical Design and Manufacturing

YANG Jun

Lingbayi Electronics Group, Chengdu, Sichuan, 611700, China

Abstract: Simulation technology, as one of the important technologies in the field of mechanical design and manufacturing, reduces design cycles, lowers costs, and improves design accuracy through efficient computer simulation. The article will explore how simulation technology can promote technological innovation in mechanical design and manufacturing, and predict its future development trends.

Keywords: simulation technology; mechanical design; technological innovation; cost-effectiveness; design accuracy

引言

随着计算机技术的飞速发展, 仿真技术在机械设计制造中扮演着日益重要的角色。本文将简述仿真技术的基本原理及其在机械设计制造中的应用现状, 以及其对设计制造流程的影响。

1 仿真技术概述

仿真技术在机械设计制造中的应用, 通过创建虚拟模型来模拟物理世界的行为和过程。这种技术利用计算机生成的模型和算法, 允许工程师在实际制造之前测试和优化机械设计。这一过程中, 重要的是理解仿真技术的两个核心组成部分: 基本原理和技术框架。

1.1 基本原理与技术框架

仿真技术的基本原理基于系统建模与行为模拟。通过精确的数学模型来描述机械系统的物理特性, 如动力学、热传导和流体力学等。这些模型通常包括了机械部件的运动学描述、力的作用以及其他影响机械性能的因素。技术框架涉及模型的建立、问题的简化、求解算法的选择和模拟结果的验证^[1]。现代仿真框架支持多尺度、多物理场的综合仿真, 能够在同一平台上模拟复杂的机械系统行为。

这一框架不仅要求高性能的计算能力, 还依赖于可靠的数据输入和精确的模型验证。工程师需要通过实验数据来校准模型, 确保仿真结果的准确性与实际表现一致。这种方法能够在设计初期发现潜在问题, 避免成本高昂的设计更改和物理原型测试。

1.2 软件与工具的进展

随着计算技术的发展, 仿真软件和工具也在不断进步,

为机械设计提供了更广泛的可能性。当前市场上的仿真工具, 如 ANSYS、SolidWorks Simulation 和 Autodesk Inventor 等, 都提供了用户友好的界面和强大的仿真能力。这些工具可以进行结构分析、热分析、流体动力学分析等多种类型的仿真。

近年来, 仿真软件的一大进展是集成人工智能和机器学习算法, 这些算法可以自动化仿真过程中的某些决策, 比如参数的选择或设计优化。此外, 云计算的引入使得仿真工具更加可达, 允许工程师通过网络进行大规模的仿真, 不再受限于本地计算资源。

软件与工具的更新还强调了协同工作的重要性, 支持多用户同时在线编辑和测试设计, 这样的功能极大地提升了项目团队之间的协调和效率。随着这些技术的持续发展, 仿真工具将更加智能化和集成化, 预计将进一步推动机械设计制造的创新和发展^[2]。

通过不断进化的仿真技术和工具, 机械设计制造行业正趋向于更高效、更精确的设计流程, 显著降低了设计错误和不必要的成本, 同时加快了产品从概念到市场的时间。

2 仿真在机械设计中的应用

2.1 设计验证与优化

在机械设计领域, 仿真技术的应用是至关重要的, 尤其是在设计验证和优化方面。通过使用高级仿真软件, 工程师能在实际制造之前, 全面检验设计是否符合预定的性能标准和工作要求。例如, 有限元分析 (FEA) 技术使得工程师可以模拟并预测机械部件在受力时的响应, 从而确保这些部件在最恶劣的使用条件下的强度和耐久性。此外,

计算流体动力学 (CFD) 仿真帮助优化部件和系统的流体流动特性,例如可以增强冷却系统的效率或改善润滑系统的性能。

动态仿真技术允许工程师评估整个机械系统在实际操作中的动态表现,如机械结构的相互作用、动力传递和能量损耗等。这些仿真工具的应用,允许设计师进行反复的设计迭代,不断优化设计以满足更高的性能要求,从而减少原型制作的次数和成本,加速产品的研发和上市过程。

通过实时仿真反馈,设计团队可以实现更快的设计周期和更高的设计质量。例如,在汽车工业中,通过模拟车辆的碰撞测试,不仅可以优化车辆结构的安全性,还可以调整设计以提高能效和性能。这种仿真技术的应用不仅限于检测和修正错误,更重要的是它能在设计阶段提

2.2 故障分析与预防

仿真技术在故障分析和预防方面同样显示出其不可替代的价值。工程师可以利用仿真模拟机械系统在极端或非常规工作条件下的表现,从而提前识别可能导致系统故障的薄弱环节。疲劳分析是一个典型的应用,它通过预测材料在反复载荷下的行为来评估其寿命,帮助设计师在设计阶段就改进材料选择或结构设计,以延长产品的使用寿命和可靠性。

仿真技术还可以用于模拟意外情况,如碰撞测试或过载情况,以验证机械设计在此类极端情况下的表现和安全性。此外,将故障模式与影响分析 (FMEA) 与仿真工具结合使用,可以系统地识别和评估潜在的故障源。这种方法不仅优化了设计,还有助于确定那些对系统性能和安全性影响最大的问题,优先进行解决。

仿真技术的应用极大地增强了机械设计的可靠性和性能,同时显著降低了维修成本和安全风险。通过在设计阶段就进行全面的仿真分析,可以确保机械设计满足所有预定的性能标准,并在整个产品生命周期中保持最佳性能。这种技术的前瞻性和预防性分析能力是任何寻求持续创新和改进的现代机械设计项目的关键组成部分。

3 成本与效率分析

3.1 降低设计与生产成本

仿真技术在机械设计和生产领域中的应用已成为降低成本和提高效率的关键工具。通过在设计阶段应用仿真分析,工程师可以在生产前预测并解决潜在的设计问题,优化材料使用和部件结构,从而避免生产过程中昂贵的返工和修改。例如,有限元分析 (FEA) 能够帮助工程师在设计阶段就实现结构的最优化,优化材料分布,这不仅减少了材料浪费,也减轻了后续的制造负担。

仿真技术通过模拟整个生产流程,帮助识别生产线上的瓶颈和非效率环节,使得生产过程更加流畅。这种预先的流程优化能够显著减少停机时间,提高生产线的运行效率和产出质量。通过这种方式,企业能够在维持或提高产

品质量的同时,减少能源消耗和生产成本^[3]。

仿真技术还扩展到了产品使用阶段的维护和保养,通过预测产品的使用寿命和可能的故障点,企业可以提前准备维护计划,实现预测性维护。这种方法不仅延长了产品的使用寿命,还极大地减少了因突发故障带来的维修成本和设备停机损失。同时,仿真技术支持环境影响评估,使企业能够在设计阶段就考虑到产品的环境足迹,优化能源利用和减少废物产出,这不仅有助于降低运营成本,也提升了企业的社会责任和环保形象。

3.2 缩短产品开发周期

在全球市场竞争日益激烈的今天,缩短产品开发周期是企业维持竞争力的关键。仿真技术为产品设计和测试提供了一个高效、成本低的解决方案,极大地加速了产品从概念到市场的过程。通过虚拟测试和验证,设计团队可以在不实际制造物理原型的情况下,迭代多个设计方案,快速评估其性能和可行性。这种方法极大地加快了设计决策过程,同时提高了设计的准确性和可靠性。

仿真技术促进了跨部门的协同工作。设计、工程和生产团队可以实时共享仿真数据和结果,实现设计优化和过程改进。这种集成化的工作模式不仅缩短了从设计到生产的时间,还提高了团队间的协作效率。例如,在汽车行业,通过仿真技术,团队能够在设计阶段就进行碰撞测试和动态评估,从而缩短了从设计桌到测试场的时间。

总之,通过优化设计验证流程和增强部门间的协作,仿真技术显著缩短了产品开发周期,提升了企业的市场响应速度和竞争能力。这种技术的应用使企业能够更快地适应市场变化,有效地利用资源,从而在竞争激烈的市场中取得优势,确保持续的业务成功和增长。

4 技术创新与未来发展

4.1 最新技术趋势

在仿真技术领域,一系列创新的技术趋势正在塑造行业的未来。集成人工智能 (AI) 和机器学习 (ML) 的仿真工具正变得日益重要。这些先进的技术使仿真软件能够不仅模拟复杂系统的物理行为,而且能从历史数据中学习,预测未来趋势,极大地优化设计和运营决策。例如,经过 AI 优化的仿真模型能够自动调整参数,寻找最佳设计方案,显著减少人工干预,提高整体设计的效率和效果。

数字孪生技术的兴起是另一个重要趋势,它指的是创建一个系统、产品或服务的虚拟副本,该副本能实时地反映其物理对应物的状态。在机械设计和制造中,数字孪生被用于实时监控设备的运行状态,预测维护需求,并不断优化系统性能。这种技术提供了一种无与伦比的可视化和监控手段,极大地提升了运营效率和设备的可靠性^[4]。

虚拟现实 (VR) 和增强现实 (AR) 技术的结合也正在改变传统的仿真和设计验证过程。通过 VR 和 AR,工程师可以以全新的、更直观的方式体验和分析他们的设计。这

不仅提高了设计的准确性,还增强了设计团队的协作和沟通效率,使复杂的设计问题更容易被理解和解决。

4.2 未来技术的应用前景

仿真技术的未来应用前景非常广泛,预计将继续推动工程和制造行业的变革。随着计算能力的不断提升和算法的持续进步,未来的仿真工具将能够处理更大规模的模型,提供更高精度的结果。这将使得仿真技术在生物医学、能源、航空航天等多个领域得到更广泛的应用。

仿真技术与互联网物联网(IoT)的融合是另一个重要发展方向。装备传感器的智能设备收集的大数据可以实时喂入仿真模型,使模型持续更新和优化,从而实现更精确的性能预测和更有效的资源管理。例如,通过分析全球不同地区收集的机器运行数据,可以在全球范围内优化机器的操作参数,实现能效最大化和成本最小化。

随着可持续性和环境影响成为全球关注的焦点,仿真技术在环境影响评估和资源优化方面的应用也将显著增加。工程师可以利用仿真工具设计出更环保的产品,减少能源消耗和材料浪费,帮助企业不仅提高效率,还符合日益严格的环保标准。通过这些技术的应用,仿真技术预计将在未来几十年内继续扩大其在科技和工业领域的重要性,成为推动创新和持续改进的关键力量。

5 行业案例研究

5.1 典型企业案例分析

在机械设计领域,许多领先企业已经成功地将仿真技术应用到他们的产品开发过程中,从而显著提高了设计效率和产品性能,同时降低了成本和加速了产品上市的速度。例如,某大型机械制造企业在开发新型液压机械臂时,采用了力学仿真技术进行优化设计。传统的设计方法依赖于大量的物理试验和手工计算,既耗时又成本高昂。该企业引入仿真技术后,通过有限元分析(FEA)模拟机械臂在不同工况下的应力分布、变形情况以及疲劳寿命预测。仿真结果帮助设计团队找到了关键的结构薄弱环节,并优化了材料选择和结构布局,最终大大提高了机械臂的强度和稳定性,缩短了研发周期,降低了生产成本。

此外,仿真技术还在优化零部件的制造工艺方面发挥了重要作用。在某航空航天企业的发动机部件设计中,采用了流体动力学仿真(CFD)来分析燃气流动的特性。通过这一技术,工程师能够精确模拟发动机内部气流的路径、温度分布及压力变化,从而优化部件的形状,提升燃烧效率和减少能量损失,最终使得该部件在实际运行中更加高效和可靠。

5.2 创新应用展示

随着计算能力和技术的不断进步,仿真技术在机械设计中的应用得到了更深层次的发展。尤其是在将仿真技术与物联网、大数据和人工智能结合的趋势下,企业正在探索更加创新的应用场景。例如,在某汽车制造企业的电动汽车设计中,除了常规的力学仿真来优化车身结构外,该企业还引入了多体动力学仿真(MBD)来深入分析悬架系统的动态特性。通过这种仿真分析,企业能够精确模拟汽车在不同路况下的悬挂表现,优化悬架系统的设计,从而提升汽车的操控性能和驾驶舒适性。此外,仿真技术还为后续的智能化控制系统的开发提供了基础,使得车辆能够在实际运行中通过自适应调节悬架系统来应对不同的驾驶需求,提高了汽车的智能化水平和安全性。

除了力学和动态仿真,随着3D打印技术的快速发展,仿真技术在零部件的设计优化中也找到了新的应用。企业可以通过将仿真分析与3D打印相结合,设计出更加复杂的几何结构,并直接进行打印制造。这种结合不仅显著减少了传统制造过程中的材料浪费,还能实现更加个性化的定制,满足特定客户的需求。

我们可以看到仿真技术如何在不同应用场景中发挥其独特的优势。这些技术不仅解决了复杂的工程问题,还提高了产品性能和市场竞争力。未来,随着仿真技术的进一步发展和普及,其在各行各业的应用将更加广泛和深入,不断推动全行业的创新升级和可持续发展。

6 结语

本文分析了仿真技术在机械设计制造中的应用现状和前景,指出该技术的发展不仅可以提高设计效率和精确性,还将极大促进整个行业的技术创新和发展。展望未来,仿真技术将继续在机械设计制造领域发挥巨大作用。

[参考文献]

- [1]李华龙. 仿真技术在机械设计制造中的应用分析[J]. 时代汽车, 2021(9): 128-129.
 - [2]顾佳超. 仿真技术在机械设计制造中的应用分析[J]. 大众标准化, 2020(24): 144-145.
 - [3]黄斌. 虚拟仿真技术在矿山机械设计制造中的应用和前景[J]. 中国金属通报, 2020(10): 5-6.
 - [4]常娜娜. 仿真技术在机械设计制造中的应用分析[J]. 内燃机与配件, 2020(18): 201-202.
 - [5]黄少华. 虚拟仿真技术在矿山机械设计制造中的应用和前景[J]. 世界有色金属, 2018(3): 43-45.
- 作者简介: 杨俊(1993.10—), 毕业长安大学, 专业机械工程, 单位零八一电子集团, 职务结构工程师, 职称助工。

煤矿水害治理中物探关键技术的应用

严锦钢

陕西彬长孟村矿业有限公司, 陕西 咸阳 713600

[摘要]煤炭作为我国的主要能源之一, 在经济发展中占据着举足轻重的地位。物探技术作为一种非侵入式的探测手段, 在煤矿水害治理中发挥着不可或缺的关键作用。它能够在不破坏地质结构的前提下, 利用岩石、地层等介质在物理性质上的差异, 对潜在的水害隐患进行超前探测与精准识别。通过物探技术, 可以提前探明含水层的位置、厚度、富水性, 以及导水通道的走向、规模等信息, 为制定科学合理的防治水方案提供详实、准确的依据, 这不仅有助于减少水害事故的发生, 保障矿工的生命安全, 降低经济损失, 还能够提高煤炭资源的回收率, 推动煤炭行业的可持续发展, 为我国的能源供应提供坚实的保障。因此, 深入研究煤矿水害治理中的物探关键技术应用具有极其重要的现实意义。

[关键词]煤矿; 水害治理; 物探关键技术

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15109

中图分类号: TD74

文献标识码: A

Application of Key Geophysical Techniques in Coal Mine Water Hazard Control

YAN Jingang

Shaanxi Binchang Mengcun Mining Co., Ltd., Xianyang, Shaanxi, 713600, China

Abstract: Coal, as one of the main energy sources in China, plays a crucial role in economic development. Geophysical exploration technology, as a non-invasive detection method, plays an indispensable and critical role in the management of coal mine water hazards. It can use the differences in physical properties of rocks, strata and other media without damaging the geological structure to detect and accurately identify potential water hazards in advance. Through geophysical exploration technology, the location, thickness, and water abundance of aquifers, as well as the direction and scale of water channels, can be identified in advance, providing detailed and accurate basis for formulating scientific and reasonable water prevention and control plans. This not only helps reduce the occurrence of water accidents, ensure the safety of miners, and reduce economic losses, but also improves the recovery rate of coal resources, promotes the sustainable development of the coal industry, and provides a solid and reliable guarantee for Chinese energy supply. Therefore, in-depth research on the application of key geophysical techniques in coal mine water hazard control has extremely important practical significance.

Keywords: coal mine; water hazard management; key geophysical techniques

引言

在国内,随着煤炭行业对安全生产重视程度的不断提高,物探技术在煤矿水害治理领域的研究与应用也取得了长足的进步。许多高校、科研机构以及煤炭企业联合开展科研攻关,研发出一系列适合我国煤矿地质条件的物探技术与装备。然而,与国外先进水平相比,我国煤矿水害治理物探技术仍存在一定差距。一方面,物探仪器的稳定性、精度以及智能化程度有待进一步提升,部分高端仪器设备仍依赖进口;另一方面,在复杂地质条件下,如高瓦斯矿区、强岩溶发育地区,物探技术的适应性和可靠性还需加强,多物探方法融合的综合解释模型还不够完善。因此,未来我国煤矿水害治理物探技术的研究应聚焦于仪器设备的自主创新研发以及复杂地质条件下物探技术的优化应用,加强产学研合作,推动物探技术向高精度、智能化、多功能化方向发展,为煤矿安全生产提供更加坚实有力的技术支撑。

1 煤矿水害类型及物探技术原理

1.1 煤矿水害类型与成因

老空区积水是煤矿常见且极具危险性的水害类型之

一。在煤炭开采历史悠久的地区,早期的小煤窑或已废弃的采区,由于停止排水,地下水逐渐积聚在采空区内,形成老空区积水。这些积水区域的边界、水量、水压等信息往往难以精准掌握,一旦现有的巷道或工作面意外贯通老空区,巨大的水压差会瞬间引发大量积水涌入,裹挟着有害气体,对矿工生命和矿井设施构成致命威胁。

含水层突水也是不容忽视的水害类型。煤矿开采区域周边通常分布着多个含水层,如孔隙含水层、裂隙含水层以及岩溶含水层等。当开采活动导致煤层顶底板的隔水层受到破坏,强度降低,在含水层水压的长期作用下,隔水层可能发生破裂,使得含水层中的水突破隔水层涌入矿井。尤其是在深部开采时,水压增大,而岩石的力学性质因深度增加发生变化,更易诱发含水层突水。

构造导水同样是引发煤矿水害的关键因素。断层作为地壳运动留下的地质构造痕迹,其破碎带内岩石破碎,裂隙发育,为地下水的运移提供了天然通道。若巷道掘进过程中与导水断层相遇,含水层中的水会顺着断层裂隙涌入矿井。岩溶陷落柱则是在可溶性岩石地区,由于地下水长

期溶蚀,形成溶洞,上方岩石塌落后形成的柱状地质体。岩溶陷落柱内部结构复杂,多与含水层相连通,开采过程中一旦揭露,多个含水层的水会同时涌入,引发大规模的突水事故,对矿井造成毁灭性打击。

1.2 物探技术基本原理

1.2.1 电法勘探原理

电法勘探是煤矿水害探测中应用最为广泛的物探方法之一,其核心原理基于不同岩石、地层之间存在的电性差异。在煤矿地质环境中,煤层、砂岩、页岩、灰岩以及各类含水构造等,它们的电阻率、介电常数等电性参数各不相同。

直流电法作为电法勘探的重要分支,通过在井下巷道或地面向地下供入稳定电流,构建起人工电场。根据点电源场理论,点电源在均匀全空间的电力线呈射线发散,等电位面是以供电点为球心的球面,电位差则是以供电点为球心的同心球壳,球壳厚度应为测量电极间距。当电流在地下介质中传播时,由于不同地质体导电性的差异,电流的分布会发生变化,进而导致地面或巷道内测量电极所测得的电位差也有所不同。

瞬变电磁法是一种时间域的电磁探测方法,它利用不接地回线向采掘空间周围的煤岩体中发射一次脉冲磁场。当发射回线中电流突然断开后,地球介质中将激励起二次涡流场以维持在断开电流以前产生的磁场(即一次场),二次涡流场的大小及衰减特性与周围介质的电性分布紧密相关。在一次场间歇观测二次场随时间的变化特征,由于不同地质体的导电性不同,产生的二次磁场的衰减规律也各异。

音频电透视法采用低频交流供电,一般为15赫兹~100赫兹,在此频率下电场的性质与直流场基本相同,所以其工作原理更接近直流电法,但其观测方法和资料处理解释方法与直流电法存在差异。该方法通过在矿井巷道或钻孔中供入音频电流,在另一巷道或钻孔中观测电场的分布来确定矿井之间工作面顶、底板内的含水构造和岩溶裂隙发育带等水文地质条件。由于低阻体对电流的“吸收”作用,在巷道对应接收的位置将会产生电流密度降低,视电导率随之增加的现象。将含水构造模拟为局部低阻良导体,通过点电源产生的电场分布来探查该异常体的体积及含水情况。与围岩相比,含水构造异常部位显示高电导率特征。一般涌水量大小与视电导率值的异常变化幅度正相关。通过采用多频供电和测量,利用交变电磁场的趋肤效应来实现对工作面内部两巷道之间煤层及其顶、底板一定厚度范围内岩层的电性构造的成像,进而评价其构造及富水的情况。在煤矿开采过程中,音频电透视法对于提前探查工作面顶、底板的富水性,预防突水事故具有重要作用,能够为安全生产提供有力保障。

1.2.2 震波勘探原理

地震勘探是基于人工激发地震波,当地震波在地下传

播遇到不同岩性的地层界面(如煤层与顶底板岩层的界面)时会发生反射、折射和透射。根据弹性波理论,不同岩石介质具有不同的弹性模量、泊松比等力学性质,这些差异导致地震波在不同介质中的传播速度不同。当波传播到两种介质的分界面时,一部分能量被反射回来,形成反射波;一部分能量改变传播方向,形成折射波;还有一部分能量继续穿透进入下一层介质,形成透射波。通过在地面或井下布置检波器来接收这些反射波和折射波,记录下波的传播时间、振幅、频率等信息。依据反射波旅行时间与速度的关系,利用双曲线定位原理,结合已知的地质资料与速度模型,通过复杂的计算与数据处理,可以推断煤层的埋深、厚度、起伏形态以及断层、褶曲等地质构造的位置和特征。在煤矿勘探阶段,地震勘探可用于确定井田范围内煤层的赋存形态和地质构造分布,为矿井设计与规划提供基础数据;在煤矿开采过程中,也能够用于探测工作面前方的小断层和地质异常体,提前做好应对措施,避免开采设备损坏和安全事故。

声波勘探原理与地震勘探相似,同样是以弹性波场理论为基础,利用岩石弹性特征的探测方法。常用的声波探测方法有穿透波法和反射波法,其中反射波法是根据超声波脉冲在异常体处产生反射现象来判断缺陷。声波在介质中传播,遇到缺陷界面(如裂隙、空洞、含水构造等)会发生反射,经反射后的声波信号返回到接收换能器,形成反射信号并被声纳仪记录下来。声波反射法探测缺陷主要基于探测界面两侧介质的波阻抗变化,界面两侧的介质波阻抗越大,则会出现能量较强的反射现象;反之,则会出现能量较弱的反射现象。在煤矿井下,声波勘探常用于巷道围岩稳定性监测、煤层顶底板完整性检测以及含水构造的初步判别等方面。例如,通过向巷道顶板发射声波,根据声波反射回来的时间、强度等信息,判断顶板是否存在离层、裂隙发育情况以及是否含水,为巷道支护与安全管理提供依据。同时,声波勘探仪器设备轻便,操作简单,抗外界干扰能力强,在井下可实现快速化、自动化数据采集,是一种较为理想的井下辅助物探方法。

2 物探技术在煤矿水害治理中的难点与优化策略

2.1 物探技术面临的难点问题

2.1.1 地质条件复杂影响

煤矿地质条件的复杂性对物探技术的有效应用构成了巨大挑战。复杂的地质构造,如褶皱、断层、陷落柱等,会使地层发生剧烈变形,岩石的电性、弹性等物理性质呈现出极强的非均质性。在褶皱发育区域,岩层的弯曲和扭曲导致岩石的应力状态、孔隙度以及含水量分布极不均匀,使得物探信号在传播过程中受到不规则的折射、反射和散射,严重干扰了正常的地质信息获取。

2.1.2 探测精度与深度局限

尽管物探技术在不断发展,但在实际应用中,其探测

精度和深度仍存在明显的局限性。在精度方面,对于一些小型的含水水体,如直径小于数米的岩溶空洞、微小裂隙带中的积水等,现有的物探技术往往难以精确识别其位置、形态与含水量。这是由于物探仪器的分辨率有限,当目标体的规模接近或小于仪器的分辨率阈值时,所产生的物探异常信号微弱且容易被背景噪声淹没。在探测深度上,随着煤矿开采深度的不断增加,深部地质体的探测难度急剧上升。一方面,深部地层压力增大,岩石更加致密,物探信号在传播过程中能量衰减严重,使得深部目标体的响应信号变得极为微弱,难以被仪器有效接收。

2.1.3 多解性与不确定性

物探结果的多解性是制约其在煤矿水害治理中精准应用的关键问题之一。由于物探技术是基于地质体的物理性质差异来推断地质结构与含水水体信息,然而多种地质因素都可能导致相似的物理异常表现,这就使得物探结果存在多种可能的解释。同样,在震波勘探中,地震波的反射、折射特征不仅受含水水体影响,还与地质构造的界面形态、岩石的弹性模量差异等密切相关。当遇到复杂地质构造时,如断层与褶皱的复合区域,地震波的传播路径变得极为复杂,所产生的反射波和折射波信号交织在一起,难以准确区分哪些信号来源于含水水体,哪些是由单纯的地质构造变化引起的。这种多解性使得物探技术在水害判断上存在较大的不确定性,给煤矿防治水决策带来了极大困扰。如果仅凭不准确的物探解释贸然采取防治措施,可能会造成资源浪费,如过度注浆封堵不存在水害的区域;反之,若忽视了潜在的水害隐患,又可能引发严重的突水事故,危及矿井安全与矿工生命。

2.2 优化策略与技术改进方向

2.2.1 多方法联合探测

单一的物探方法往往在面对复杂地质条件时存在局限性,而多方法联合探测能够充分发挥不同物探方法的优势,实现优势互补,有效减少多解性,提高探测结果的可靠性。

不同物探方法基于不同的物理原理,对地质体的响应特征各异。例如,电法勘探主要依据岩石的电性差异来探测含水构造,对低阻体敏感,能够有效圈定老空区积水、含水层富水区域等;震波勘探则利用弹性波在不同介质中的传播特性,侧重于揭示地质构造的形态与分布,如通过地震波的反射、折射特征精准识别断层、褶皱等构造。在实际应用中,将电法与震波勘探相结合,可从电性和弹性两个维度对地质体进行全面刻画。在某煤矿的水害探测中,先利用三维地震勘探技术获取地下地质构造的宏观形态,清晰呈现断层、陷落柱等构造的分布,为后续探测提供地质框架;再运用瞬变电磁法对构造周边及煤层顶底板的含水量进行精细探测,依据电性异常精准定位潜在的含水区域。通过两者结合,不仅准确判断出含水层与导水构造的

空间关系,还为防治水方案的制定提供了更为精准的依据,有效避免了单一方法可能导致的误判与漏判。

此外,还可将地面物探与井下物探相结合。地面物探能够覆盖较大范围,获取井田尺度的地质结构信息,如利用高精度三维地震勘探对整个井田的煤层赋存形态、大型地质构造进行宏观把控;井下物探则聚焦于采掘工作面附近的局部区域,对巷道掘进前方、煤层顶底板等关键部位进行近距离、高精度探测,如采用地质雷达对巷道掘进前方数十米范围内的小型含水裂隙、空洞进行实时监测。两者结合,实现了从宏观到微观、从大范围到局部的全方位探测,极大地提高了水害探测的精度与可靠性,为煤矿安全生产提供了坚实保障。

2.2.2 数据处理与解释新技术

传统的数据处理方法主要依赖人工经验与简单的数据统计分析,在面对海量、复杂的物探数据时,效率较低且容易受主观因素影响。而机器学习算法,如支持向量机、决策树等,能够通过对大量已知地质样本数据的学习,建立数据特征与地质目标体之间的非线性映射关系。在处理瞬变电磁法采集的大量电阻率数据时,利用支持向量机算法对不同地质条件下的电阻率异常模式进行学习与分类,快速识别出可能代表含水构造的低阻异常区域,大大提高了数据处理速度与异常识别的准确性。

深度学习算法,如卷积神经网络、循环神经网络等,更是具备强大的自动特征提取与复杂模型构建能力。对于地震勘探数据,卷积神经网络可直接从地震剖面图像中自动学习提取地质构造的特征信息,如断层的走向、倾角,褶曲的形态等,无需人工手动选取特征,避免了人为误差。通过构建多层神经网络模型,深度学习算法还能够模拟复杂地质条件下物探信号的传播规律,对多源物探数据进行融合分析,有效减少多解性。将地质雷达、瞬变电磁法、地震勘探等多方法采集的数据同时输入深度学习模型,模型综合考虑不同数据的特征信息,输出更为准确的地质解释结果,为水害防治决策提供有力支持。

2.2.3 仪器设备研发升级

在提高仪器精度方面,需要从传感器、信号采集与处理系统等多个环节进行优化。研发高灵敏度的传感器,能够捕捉到更为微弱的物探信号,增强仪器的抗干扰能力同样至关重要。井下电气设备众多,如采煤机、运输机、变压器等,它们产生的强电磁干扰会严重影响物探仪器的正常工作。通过采用特殊的屏蔽材料与屏蔽技术,如多层金属屏蔽罩、电磁屏蔽涂料等,对仪器进行全方位屏蔽,有效阻挡外界电磁干扰;研发自适应滤波算法,实时识别并滤除干扰信号,确保仪器在强干扰环境下稳定、可靠地工作。此外,考虑到井下空间狭小、运输不便等问题,物探仪器的小型化、便携化设计也是研发重点。采用微型化的电子元件、轻量化的材料,优化仪器

的结构设计,使仪器体积更小、重量更轻,便于井下操作人员携带与快速布置。

3 结论

本研究系统深入地探究了煤矿水害治理中的物探关键技术应用,物探关键技术在煤矿水害治理中作用重大,为保障煤矿安全生产、推动煤炭行业可持续发展提供了坚实技术支撑,对提升我国煤矿水害治理水平、降低水害事故风险具有不可估量的价值,未来煤矿水害治理中的物探技术将在多技术融合、智能化、高精度化、绿色化等方面取得重大突破,为煤炭行业的安全生产、可持续发展注入强大动力,助力我国能源事业稳步前行。

[参考文献]

- [1]付攀升.煤矿水害防治中的综合物探技术应用实践研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(1):3.
 - [2]韩博,魏晓,薛宇飞.煤矿水害防治井下物探技术的选择与应用[J].内蒙古煤炭经济,2023(10):190-192.
 - [3]徐克全,黄平.综合物探技术在宝英煤矿水害防治中的探测分析[J].能源与环保,2024,46(6):88-92.
- 作者简介:严锦钢(1992.10—),男,学历:本科,毕业院校:西安石油大学,所学专业:勘查技术与工程,目前职称:助理工程师,目前就职单位:陕西彬长孟村矿业有限公司。

数字化技术在矿山施工安全管理中的应用探析

周 严

云南铜业玉溪飞亚矿业开发管理有限责任公司, 云南 玉溪 653100

[摘要]当前的矿山施工面临着极高的风险与复杂的作业环境,传统的管理模式已难以满足日益严峻的安全生产要求。随着数字化技术的不断发展,矿山企业能够利用智能安全监测系统、数据分析平台及人工智能等先进工具,显著提高安全管理的效率与准确性。但技术应用在实际落地过程中,依然面临设备兼容性问题及数据安全等多方面的挑战,推动数字化转型的顺利实施已成为矿山行业亟待解决的核心问题。

[关键词]数字化矿山技术; 施工安全; 管理

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15125

中图分类号: TD17

文献标识码: A

Exploration on the Application of Digital Technology in Mining Construction Safety Management

ZHOU Yan

Yunnan Copper Yuxi Feiya Mining Development Management Co., Ltd., Yuxi, Yunnan, 653100, China

Abstract: The current mining construction is facing extremely high risks and complex operating environments, and traditional management models are no longer able to meet the increasingly stringent safety production requirements. With the continuous development of digital technology, mining enterprises can significantly improve the efficiency and accuracy of safety management by utilizing advanced tools such as intelligent safety monitoring systems, data analysis platforms, and artificial intelligence. However, in the actual implementation process of technology applications, there are still challenges such as equipment compatibility issues and data security. Promoting the smooth implementation of digital transformation has become a core issue that urgently needs to be addressed in the mining industry.

Keywords: digital mining technology; construction safety; management

引言

玉溪飞亚矿业公司立志要高质量打造专业化、机械化、规模化、智能化矿山施工队伍,主要服务于云南铜业、中国铜业乃至中铝集团的矿山采矿服务,当前,机械化得以普及运用,数字化平台初具雏形。但是,随着数字化技术的迅猛发展,矿山施工安全管理迎来了前所未有的变革,传统的安全管理,依赖人工巡检与手动记录,在应对复杂的矿山作业环境及不断变化的安全需求时显得力不从心。而如今,物联网、大数据与人工智能等数字化技术,已为矿山安全管理提供了更加精确的监控与预警手段。通过实时掌握安全风险,矿山企业的风险辨识能力、安全防范能力、隐患整改能力和应急响应能力得以显著提升,事故发生的预防也变得更加有效,这一转型推动着矿山施工行业朝着专业化、机械化、智能化与绿色化的方向迈进。

1 数字化技术在矿山施工安全管理中的意义

安全工作,重在预防。数字化技术在矿山施工安全管理中的作用不可忽视,对提升安全管理的精度与效率具有重大意义。传统的矿山安全管理多依赖人工巡检与经验判断,容易受到人为因素的干扰,存在一定的局限性。而数字化技术则通过实时数据的采集、分析与反馈,能够即时监控施工环境中的潜在安全风险,如有露天矿山地质变化、矿山井下顶板松动、毒气体浓度、设备故障等,确保安全

隐患得以及时识别与处理。大量的监测数据得以通过大数据分析的人工智能技术进行处理,使安全风险的预测与预警成为可能。借助这一系统管理人员能够更加直观发现作业现场存在的隐患,更精准地评估潜在风险,并通过提前采取相应措施,从而有效降低事故发生的概率。

2 数字化技术在矿山施工安全管理中的应用

2.1 安全监测与预警系统

安全监测与预警系统在矿山施工安全管理中的作用至关重要,这些系统通过集成先进的传感器、物联网技术与大数据分析,能够实时采集矿山作业环境中的各种数据,如气体浓度、地质变化及设备运行状况等,收集到的数据在系统中被迅速处理与分析,一旦出现异常或潜在风险,预警信号便会迅速发出,帮助管理人员及时采取必要措施,从而有效防止事故发生。例如,气体浓度超标或设备故障时,系统能够即时报警,确保矿工与设备的安全。与传统依赖人工巡检的方式相比,智能化、自动化的监控手段显著提高了安全管理的响应速度与精确度,显著降低了事故发生的风险。

2.2 智能化安全管理平台

智能化安全管理平台在矿山施工安全管理中的重要性日益突出,集成传感器数据、监控设备与人工智能算法,平台能够实时收集各环节的信息,并汇总形成一个统一的安全管理视图,该平台使管理人员能够全面掌握施工现场

的安全状况,包括井下通风环境变化、设备运行状态以及人员定位等。除了具备实时监控功能外,平台还能够通过数据分析与趋势预测,及时识别潜在安全隐患,并提出有效的应对措施。比如,通过分析历史数据,平台能够预测设备故障的风险进而提前安排维护或更换,避免突发事件的发生。另外,平台支持跨部门协作,实时共享安全信息,进而提升整体应急响应能力。

2.3 大数据与人工智能技术

大数据与人工智能技术在矿山施工安全管理中的应用,极大提升了风险评估与决策的精准性与科学性。通过对矿山作业中大量数据的采集——涵盖地质变化、环境监测、设备状态、人员活动等——并运用大数据技术进行深入分析,潜在的安全隐患及其发展趋势得以有效识别。这些数据为人工智能算法提供了坚实的训练基础,使系统能够通过机器学习不断优化安全预测模型,进而精准地识别危险因素并进行实时预警。例如,历史事故数据的分析使人工智能能够发现不同风险因素之间的关联,从而发出精准的预警信号,帮助管理人员提前采取防范措施,避免事故的发生。此外,自动化安全巡检也得到人工智能的支持,通过智能设备实时检测现场变化,从而减少了人为疏漏的风险,进一步增强了安全管理的有效性。

2.4 无人机与物联网技术

无人机与物联网技术的结合,在矿山施工安全管理中发挥了革命性的作用,彻底改变了现场监控与巡检的方式。得益于卓越的飞行能力,无人机能够轻松覆盖矿山复杂的地形,实时传输高清视频并提供全方位的视角,帮助管理人员全面评估矿山环境的安全状况。例如,在露天矿山开采过程中,矿山边坡的稳定性可通过无人机监测,及时发现滑坡或裂缝等潜在危险。与此同时,物联网技术通过将传感器与矿山设备、人员及环境紧密连接,构建了一个智能化的网络,实时采集并传输各类关键数据,如爆破后气体浓度、温湿度、设备负载等,这些数据被及时上传至云平台进行集中管理与分析,确保现场安全得到全过程、全方位的监控。结合无人机的高效巡检与物联网的实时数据传输,矿山管理人员能够迅速识别潜在隐患并采取有效应对措施,从而大幅提升了安全管理的效率与应急反应速度。

3 数字化技术在矿山施工安全管理中的实施策略

3.1 建立全面的数字化安全管理体系

建立一个全面的数字化安全管理体系,是提升矿山施工安全管理水平的关键。施工企业应从整体角度出发,规划数字化安全管理框架,确保各类技术系统能够有效整合,最终形成一个统一的管理平台,该平台不仅应具备实时监控施工现场各类安全数据的功能,而且应支持高效的数据存储、处理与分析,确保信息的准确性与时效性。全面的数字化安全管理体系涵盖了安全监测、事故预警、应急响应等多个模块,依托数字化技术能够精准掌握作业现场的

安全状况。通过统一的数据标准与信息共享机制,打破了传统的“信息孤岛”,实现了跨部门协作与快速决策。实时查看矿山设备的运行状态、人员作业定位以及地质环境变化等,安全管理人员可以在平台上即时获取信息,并根据这些数据作出迅速调整,从而预防和减少安全事故的发生。

3.2 加强技术与传统管理模式的融合

加强技术与传统管理模式的融合,是矿山施工安全管理数字化转型中的关键环节。尽管数字化技术在提升安全管理效率方面展现出显著优势,传统管理模式在矿山施工现场依然占据着不可替代的地位,这意味着仅依赖技术手段并无法完全取代传统管理方法,二者应当实现有机结合。传统的安全检查与现场巡检仍然是确保矿山安全的重要手段,借助智能化监测系统、实时数据分析及预警功能,传统手段的准确性与响应速度能够得到显著提升。借助数字化“法眼”,管理人员得以更早、更全识别潜在风险,从而优化传统检查流程,使其更加高效与精准。同时,传统的管理经验与规则,也能够通过与数字化技术的结合,在数据驱动下得到验证与提升。例如,通过对历史事故数据与实时监测信息的分析,传统安全管理经验可以获得更加精准的指导,进而形成一种适应数字化技术的全新安全管理模式。

3.3 提升技术人员与安全管理人员的培训

提升技术人员与安全管理人员的培训,是确保数字化技术在矿山施工安全管理中有效应用的关键步骤。随着数字化技术的迅速发展,矿山施工中安全管理的复杂性持续增加,传统的管理经验与技术知识已难以应对新的挑战。因此,定期为技术人员与安全管理人员提供专业培训,成为一项尤为重要的举措,以帮助他们熟练掌握现代数字化工具和技术的应用。技术人员需深入理解各类安全监测设备的工作原理与操作流程,掌握物联网、大数据、人工智能等技术的实际应用,从而确保能够迅速识别并解决系统中可能出现的技术问题。同时,安全管理人员则应提升使用数字化平台进行数据分析与决策的能力,增强他们在数字化环境中的管理思维与安全意识,培训内容不仅应涵盖新技术的操作技能,还应包括辨识风险、隐患排查、问题整改及应急响应方案的落实与数据分析、解读能力的培养等方面。另外,通过结合实际案例进行情境模拟训练,有助于人员更好地应对复杂场景,提升应急处理能力,确保在矿山施工过程中问题消灭的萌芽状态中,或是发生安全事故时能够快速有效地做出应急响应。

3.4 完善数据共享与信息平台建设

完善数据共享与信息平台建设,是矿山施工安全管理数字化转型的关键。随着安全管理向数字化与智能化发展,保障信息流畅与数据共享已成为提升管理效率的核心。矿山企业应搭建统一的信息平台,实现安全监测设备、管理系统与数据源的无缝连接,确保来自各部门和环节的数据实时同步与共享,该平台应支持安全管理人员、技术人员

及决策者即时获取作业环境、设备状态及人员定位等信息,确保信息的准确与及时传递^[1]。同时,平台需具备强大的数据存储与处理能力,通过大数据分析揭示潜在风险,为决策提供精准依据。为避免数据孤岛,平台建设应兼容不同数据格式、系统接口与技术标准。

4 实现数字化主要面临的问题和解决方案

4.1 专业人员的培养问题

在矿山施工安全管理数字化转型过程中,专业人员的培养问题已成为关键挑战之一。随着数字化技术的迅速发展,传统的管理模式与技能要求已难以满足新技术的需求。矿山企业迫切需要既能掌握数字化工具、数据分析与设备监控等专业技能的技术人员,又需具备高效运用这些技术进行决策与管理能力的管理人员。但玉溪飞亚矿业公司在实施过程中面临人才短缺与培训资源匮乏的问题,尤其是项目部在云南新平哀牢山、青海格尔木、四川大凉山等偏远地区,技术人员的培养周期较长且成本较高,这进一步制约了数字化技术的应用。解决这一问题的关键在于加大专业人员的培养力度,通过加强与高等院校、职业培训机构的合作,企业可定向培养具备数字化技能的专业人才,从而为企业提供技术支持^[2]。此外,企业还应定期开展技术培训、线上课程及技术研讨会,以提升现有员工的数字化素养与操作能力。通过鼓励技术人员参加技术认证与职业晋升,不仅能激发其学习新技术的积极性,也有助于为企业的数字化转型提供更为充足的专业力量。通过建立多层次、全方位的人才培养体系,企业将有效解决专业人员短缺的问题,为数字化技术的广泛应用打下坚实基础。

4.2 各类设备和数据统一标准的问题

在矿山施工安全管理的数字化转型过程中,设备与设备间的数字兼容模式问题、设备与数据统一标准的问题已成为关键挑战。随着数字化技术的引入,矿山施工现场逐渐配备了各种监测设备、传感器及物联网装置,但这些设备种类繁多,技术标准、数据格式及通信协议的差异较大,导致它们之间的有效互通与信息共享变得困难,不仅影响了数据的实时性与准确性,还增加了后期数据处理与分析的复杂性,从而制约了数字化技术在矿山安全管理中的应用效率。解决这一问题必须推动制定统一的行业标准,明确设备的技术要求与数据格式,确保各类设备与系统能够兼容并实现互操作。标准化工作应当由政府及行业协会积极参与,以促进技术供应商之间的合作,确保设备能够无缝衔接。矿山施工企业还可通过采用开放平台与中间件技术,打破信息孤岛,整合不同设备产生的数据,实现数据的集中管理与分析。借助云计算与大数据技术,数据存储与处理能够在云平台上完成,有效解决设备间数据传输不一致的问题。

4.3 数字化矿山技术的安全性与隐私保护问题

随着数字化技术在矿山施工安全管理中的深入应用,安全性与隐私保护问题日益突出。在大规模数据采集与传

输过程中,员工个人信息、设备运行状态以及矿区地理数据等敏感信息也被涉及,一旦这些数据遭到泄露或被不当利用,不仅可能对企业运营安全构成威胁,还可能引发法律、财务等方面的风险。因此,保障数据安全与隐私已成为矿山数字化转型中的重要难题^[3]。为应对这一挑战,矿山企业应着力加强数据加密技术与访问控制机制的建设,通过实施先进的加密手段,敏感数据可得到有效保护,确保在传输与存储过程中的安全,严格的权限管理制度应当建立,确保只有经过授权的人员能够访问关键数据,从而避免职权滥用的风险。网络安全措施的加强同样不可忽视,以防止黑客入侵与数据泄露的风险。此外,结合区块链等技术,数据的追溯性将得到有效支持,进一步增强安全保障。在此基础上,政府与行业应出台明确的数据保护法规,为矿山企业提供合规指导。在此过程中,矿山施工企业除了遵循现行法律法规外,还应构建完善的数据隐私管理体系,确保所有操作均符合法律规定与行业标准。通过实施这些措施,矿山施工企业将能够有效应对数字化转型过程中面临的安全与隐私保护挑战,保障技术应用的可持续性与合规性。

5 结语

数字化技术在矿山施工安全管理中的应用,显著提高了管理效率与安全保障能力,通过智能监测、大数据分析及物联网技术,作业环境得以实时跟踪,机械设备状况动态监控,潜在安全风险得以预判,并能够迅速做出反应。尽管如此,数字化转型依然面临着一系列挑战,如专业人才的短缺、设备数据标准的不统一,以及数据安全与隐私保护等问题。为此,人才培养力度必须加大,行业标准化进程亟需推进,同时数据安全防护措施也应得到强化。数字化矿山管理的前景广阔,尽管在技术与管理层面目前仍面临一定困难,随着技术不断进步与经验逐步积累,数字化转型将在矿山施工行业的安全生产中提供更加坚实的支持,推动矿山施工行业向专业化、机械化、规模化和智能化的方向迈进,为科技兴安赋能,用数字化技术实现矿山施工的本质化安全。

[参考文献]

- [1]王鹏飞. 基于矿山数字化开采技术要点探究[J]. 矿业装备, 2022(5): 182-183.
 - [2]鲁丽, 杨超超, 唐雅梅. 露天矿山数字化三维可视化监管平台技术应用研究[J]. 安徽地质, 2024, 34(2): 182-185.
 - [3]郭金, 韩成昊. 数字化建设与井下矿山的有效结合[J]. 世界有色金属, 2020(24): 227-228.
- 作者简介: 周严(1977.11—), 男, 毕业于云南大学工商管理专业, 本科学历, 就职于云南铜业玉溪飞亚矿业开发管理有限责任公司拉拉项目部, 职务: 项目部副经理(专职安全负责人), 所在职务的年限6年, 职称: 注册安全工程师、二级建造师。

复杂水文地质条件下探放水工程技术研究

薛路伟

陕西彬长孟村矿业有限公司, 陕西 咸阳 713600

[摘要] 矿井水害, 作为矿山安全生产中最为严峻的挑战之一, 尤其在水文地质环境复杂的地区, 显得尤为突出。随着矿井开采的深入, 传统的防水措施已无法有效应对复杂地质条件下的水害问题。为了应对这一问题, 探放水工程作为一种创新的水害防治技术, 已经逐渐成为矿井水害治理中不可或缺的一部分。通过综合运用水文地质勘探与水文数据分析, 结合钻探、排水、封堵等技术手段, 探放水技术能够有效控制地下水体的活动, 显著降低水害发生的风险。在多层含水层、裂隙水及岩溶地貌等复杂地质环境中, 探放水技术展现出了其巨大的应用潜力, 为矿井安全生产提供了坚实的保障。文中探讨在复杂水文地质条件下, 如何应用探放水技术的成套方案, 分析其在矿井水害防治中的实际应用情况以及面临的挑战。

[关键词] 复杂水文地质条件; 探放水工程; 地下水运动规律; 风险管理; 技术经济分析

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15107

中图分类号: TD745

文献标识码: A

Research on Exploration and Drainage Engineering Technology under Complex Hydrogeological Conditions

XUE Luwei

Shaanxi Binchang Mengcun Mining Co., Ltd., Xianyang, Shaanxi, 713600, China

Abstract: Mine water hazards, as one of the most severe challenges in mine safety production, are particularly prominent in areas with complex hydrogeological environments. With the deepening of mine mining, traditional waterproof measures are no longer effective in dealing with water hazards under complex geological conditions. In order to address this problem, water exploration and drainage engineering, as an innovative water hazard prevention and control technology, has gradually become an indispensable part of mine water hazard control. By comprehensively using hydrogeological exploration and hydrological data analysis, combined with drilling, drainage, plugging and other technical means, water exploration and drainage technology can effectively control the activities of groundwater bodies and significantly reduce the risk of water hazards. In complex geological environments such as multi-layered aquifers, fissure water, and karst landforms, water exploration technology has demonstrated its enormous potential for application, providing a solid guarantee for mine safety production. The article explores how to apply a complete set of exploration and drainage technology under complex hydrogeological conditions, analyzes its practical application and challenges in mine water hazard prevention and control.

Keywords: complex hydrogeological conditions; exploration and drainage engineering; the law of groundwater movement; risk management; technical and economic analysis

引言

我国幅员辽阔, 水文地质环境复杂多变, 地域气象、地质构造等因素直接影响矿井水害的发生。在水文地质条件复杂的地区, 矿井水害隐患相对较大, 因此, 在矿井作业过程中, 防范和处理水害问题显得尤为重要。随着矿井探放水技术的迅速推广, 施工探放水已成为应对矿井水害的有效手段, 相关学术讨论与研究也日益增多。

1 复杂水文地质条件的特性分析

1.1 水文地质条件分类及其特征

矿区水文地质环境的复杂性直接决定了水害的发生形式及其治理难度。根据水文地质条件的复杂程度, 可分为简单、中等复杂及极复杂三类。简单条件下, 地下水系统较为单一, 岩层透水性差, 水流缓慢且呈静态, 通常仅存在局部的裂隙水或孔隙水。此类条件下, 水害的风险较

低, 治理相对容易。在中等复杂条件下, 地下水系统呈现一定的复杂性, 局部裂隙水补给及流动变得更加显著, 水流的分布不仅局限于表层, 且可渗透至更深的岩层。水流的不均匀性加大了水害发生的可能性, 地下水在破碎岩层及裂隙的补给增加了矿井的水害风险。极复杂水文地质条件下, 地下水的分布与流动变得更加复杂且不可预测。含水层之间的相互作用, 以及断裂构造、溶洞等地质特征的存在, 进一步增加了地下水流动的复杂性。这种情况下, 水害发生的频率增高, 治理难度较大。

1.2 复杂水文地质条件下的地下水运动规律

复杂水文地质条件下, 地下水运动表现出强烈的非均质性及多样性。断裂带成为地下水流动的主要通道, 水流速度较快, 流量较大, 且水流的方向与速度受断裂带分布的影响, 具有较强的不确定性。岩溶地貌同样影响地下水

的流动。在岩溶地区,地下水流动具有突发性,水流变化较为剧烈。溶洞的形成与岩层的溶蚀,使水流的稳定性降低,地下水的流向与速度不可预测,增加了水文地质条件的复杂性。多个含水层之间的水力联系与补给关系使地下水的运动规律更加复杂。水位、压力等的剧烈变化,进一步影响地下水流动的稳定性,这对矿井水害治理与探放水工程实施构成挑战。

1.3 常见工程问题及其成因分析

复杂水文地质条件下,矿井常面临突水、渗漏及流砂等工程问题。突水发生时,地下水的突然涌入矿井,通常源自断层带、溶洞或丰富的含水层。若探放水孔未能及时控制水流,水害可能迅速扩展,威胁矿井安全及作业正常进行。渗漏问题主要出现在地下水流动强的区域,岩层裂缝或破碎区域常成为渗漏的源头。水流的不均匀性使得渗漏现象难以控制,可能改变地下水流动的路径,影响工程进度与效果。强水流会导致砂粒与细小颗粒的上升,从而引发井壁不稳或塌方。流砂不仅影响施工质量,亦威胁矿井设施的安全。因此,施工过程中需特别关注水流速度与水压的控制,避免此类次生灾害的发生。

2 探放水工程技术体系

2.1 探放水技术的基本原理

探放水技术的核心原理是通过钻探的方式揭示潜在的含水层与地下水体结构,并利用排水或封堵等手段,显著降低水害发生的可能性。关键的控制环节是地下水的压力调节,这一操作能够有效地提升岩体的稳定性,防止水流过大而引发矿井塌陷等安全事故^[1]。同时,作业环境的安全性也通过这一技术手段得到了有效保障。探放水技术不仅着眼于控制水流,还通过消除潜在的水害隐患,确保岩体的稳定性与施工环境的安全。

2.2 地质勘探与水文测量技术

地质勘探与水文测量是探放水工程的基础环节。通过钻探、物探以及水文试验等手段,能够准确识别地下含水层的分布、岩层的物理性质及水力特性。这些信息为确定水流的流向、流速以及水源的分布提供了必要的依据。在此基础上,水文测量技术通过实时监控地下水位、流量和水质的变化,确保了数据的动态获取。这些数据不仅能够为施工过程中可能发生的环境变化提供重要反馈,还为调整施工方案与优化作业流程提供了依据。

2.3 地下水动态监测与预警技术

地下水动态监测与预警技术在现代水文地质研究中发挥着至关重要的作用。借助高精度监测设备,实时掌握地下水位、水压以及水质变化,为地下水动态提供了全面的监控手段。通过这些技术,地下水流动趋势能够迅速被捕捉,并通过数据分析与模型预测,准确地判断水流变化的未来走向。在这一过程中,预警信息的及时发布能够有效避免水害事故的发生,保证了施工方能够在水害发生前

采取必要的应对措施^[2]。地下水监测不仅能够实时反馈水位变化,还能在流动异常或环境变化中识别潜在的风险,增强了工程的安全性。

2.4 新型探放水技术研究进展

近年来,随着新型探放水技术的不断发展,探放水工程的精准性与施工效率得到了大幅提升。超前探测技术的引入,使得潜在水害隐患得以提前识别,确保了防治措施能够及时实施,提升了水害防控的精准度与效率。微震监测技术的应用,也为地下水流动异常提供了实时监测手段,通过震动数据分析,能够及时发现地下水流动的不规律变化,进一步提高了水害防控的能力。三维地质建模技术的出现,则使地下水与地质结构之间的复杂关系得到了更加直观与精准的展示,帮助施工团队全面了解水文地质条件,为合理制定防控策略提供了数据支持。在这些技术的支持下,探放水工程不仅更加高效、精准,也提高了复杂水文地质环境下的水害防控能力。

3 探放水工程施工关键技术

3.1 施工前的水文地质调查与风险评估

在大数据时代,遥感技术作为一种重要的地表信息采集手段,发挥了日益突出的作用。通过卫星或飞机搭载的传感器,遥感技术能够高效地获取广泛的地表数据,特别适用于水文地质的调查。该技术为研究地表水文状况、地形、植被覆盖以及土壤湿度等方面提供了有力的支持,符合水文地质调查对时效性和广度的需求。结合遥感技术与地质数据库,能够实现数据的高效获取,进一步增强了水文地质调查的准确性与全面性。在进行风险评估时,这些数据有助于识别地下水分布、岩性特征等关键信息,为评估潜在施工风险提供科学依据。结合信息化管理系统,调查数据的处理效率大幅提升,确保了结果的高可靠性。

3.2 探放水孔布置及优化设计

探放水孔的合理布置设计是确保施工高效性与效果的关键。矿井的地质条件及含水层的分布对布孔方案的确定至关重要,钻孔的角度、深度及孔密度都需要科学规划,这有助于提高水流控制的精度,减少施工过程中可能遇到的困难。数值模拟技术在优化布孔方案中起到了至关重要的作用。通过对地下水流动的模拟,可以评估不同布孔方案的有效性,从而优化设计方案。此过程不仅最大限度地提升了布孔方案的可行性与科学性,还能有效减少施工中的资源浪费及成本。模拟技术使得设计具有更高的灵活性,面对地质变化时能够做出及时调整,保障了探放水工程的顺利进行。

3.3 施工过程中的安全控制技术

钻进速度、注浆压力及排水量的合理控制直接影响到水害的防控以及施工的安全性。过快的钻进速度可能导致地下水压力无法有效控制,从而引发突水事故;而钻进过慢则不仅降低施工效率,还可能对地下水流态产生不良影

响^[3]。保持钻进速度在合理范围内,可以有效提高施工进度,同时确保地下水流态的可控性。注浆压力的控制也十分重要,过高的压力可能导致岩层破裂,引发突水,而过低的压力则会导致封堵效果不佳,无法有效隔离地下水。因此,注浆压力必须严格控制在合理范围,以确保地下水流动得到有效抑制,减少施工中的安全隐患。排水量控制同样需要结合具体的水文地质条件,防止出现排水过度或不足的现象。设备的定期检查有助于减少设备故障,避免因设备问题导致的施工中断。对操作人员的培训,则使其能够迅速应对施工中的突发情况,从而保障施工过程的高效与安全。

3.4 探放水效果的动态评价方法

为确保探放水工程的效果,钻孔出水量的变化、地下水水质的波动及水压的变化,都能反映地下水流动状态,及时发现问题并进行调整。单纯依赖现场数据无法全面评估探放水的效果,因此,结合地质分析与数学模型进行动态评估显得尤为重要。通过建立地下水流动的数学模型,并将实时数据与模型结果结合,可以更精确地预测水文地质的变化趋势,确保施工过程中的科学决策。动态评估为施工过程中的问题发现与解决提供了理论支持,同时也为后续调整提供了数据依据。

4 探放水工程的风险管理与防控措施

4.1 工程风险的类型与特征

探放水工程面临地质风险、施工风险以及环境风险,具备隐蔽性、突发性和扩展性等特征。隐蔽性使得潜在的风险难以在工程早期阶段被发现,突发性则意味着一旦风险暴露,往往会迅速引发连锁反应,造成严重后果。而扩展性则是指一旦风险发生,可能迅速蔓延至工程的其他部分,甚至波及周围环境,进一步加剧事故的影响。采取先进的技术手段进行实时监控与评估显得尤为重要。此外,在工程规划与实施过程中,及时有效地采取防控措施也能显著降低这些风险的发生率,从而保障工程的顺利进行。

4.2 探放水施工风险的识别与评估

探放水施工的风险识别与评估依赖于详细的施工记录与实时监测数据,采用层次分析法与模糊综合评判法对风险进行量化评估已成为一种有效的手段。层次分析法通过将风险因素分层,帮助识别最关键的风险点;而模糊综合评判法则可以结合专家意见与数据分析,对风险进行更加全面和精确的评估。这些评估方法能够为工程提供科学的风险管理依据,使得工程团队能够明确每一项潜在风险的严重程度,从而制订出具有针对性的应对策略,能够更好地识别施工中可能遇到的各种风险,确保采取相应的措施进行有效管理与控制。

4.3 复杂条件下的风险防控技术

在复杂的地质条件下,单一的防控手段往往无法应对所有潜在风险。因此,必须采取多种防控技术相结合的策略。

例如,在遇到不稳定岩层时,实施预注浆加固措施可以增强岩体的稳定性,防止水流或外力引起的地层松动。此外,动态调整探放水方案也有助于根据实时变化的地下水流情况和岩层状态,灵活优化施工方案,从而最大限度地减少水害风险。完善的监测系统,设置全面的监测网络,可以实时跟踪地下水位、压力以及其他关键参数的变化,一旦发现异常,能够迅速采取相应的措施加以应对。

4.4 应急预案与管理机制

应急预案体系应根据不同类型的突发事件制定详细的应对措施,确保各个环节能够有条不紊地进行。同时,明确各部门的职责与协调机制,能够在发生紧急情况时,迅速启动应急响应程序,保障应对工作的高效进行。模拟实际事故场景,不仅可以验证应急流程的有效性,还能够发现其中的潜在问题,从而进行优化与改进。演练的反馈有助于提高应急响应的效率,增强应对突发事件时的灵活性,确保能够在最短时间内做出精准反应。

5 技术经济分析

5.1 探放水工程的成本结构

探放水工程的成本结构由多项因素组成,包括地质勘探费用、设备材料费用、施工人工费用以及后期的运行维护费用。地质勘探费用是工程初期阶段的主要支出,特别是在地质条件复杂的区域,勘探的投入会显著增加。此外,设备材料费用涵盖了项目中所需的各种设备与材料,其支出会根据矿井的地质条件及施工复杂度有所不同^[4]。人工费用是另一个重要的成本组成部分,尤其是在施工过程中所需的劳动力,涉及工人的薪酬、培训与管理等费用。运行维护费用主要包括工程完工后设备的管理与维护支出,这部分费用随着设备运行的时间增加而逐渐上升。

5.2 工程技术经济效益评估

技术经济效益评估通过成本-效益分析法来对探放水工程进行评估。在这一过程中,重点分析水害防治投资与矿井安全生产之间的经济效益。成本-效益分析不仅能够为施工方案提供科学依据,还能够后期实施过程中,帮助优化资源配置。通过这种方式,能够合理分配资金和资源,以确保在保障安全的同时,最大化地提高经济效益,为工程项目的成功实施提供保障。

5.3 经济优化与资源利用建议

为了提高探放水工程的经济效益,建议采取模块化施工与智能化管理结合的模式。模块化施工能够将复杂的工程任务分解成独立的子模块,从而提高施工效率,降低整体工程的时间与成本。智能化管理则通过信息化技术,实现对施工过程的全面监控,使得资源配置更加合理,设备利用率进一步提高。实时监控设备运行状态,可以在设备出现故障前及时进行检修,避免因设备故障导致的施工延误。这种技术优化不仅提高了施工效率,还有效控制了成本,促进了资源的最优配置,进一步提升了工程的经济效益。

6 结语

随着科技的快速发展与矿井水害防治需求的不断增长,探放水技术在矿井水害防控中的作用愈发突出。面对复杂水文地质条件,实施探放水工程时,必须采用更为精细的技术手段与科学的风险管理方案。随着技术的不断进步与多学科交叉研究的深入,探放水技术将更加精准高效,并在矿井水害防治中发挥更为重要的作用。

[参考文献]

[1]孙玉学,张庆松,王凤刚,等.基于 TEM 的铁矿灰岩富水区探放水综合治理研究[J].金属矿山,2021(5):197-204.

[2]刘振,庆先斌,赵成洲,等.复杂地质条件下定向长钻孔远距离精准探放老空水技术及应用[J].科技创新与应用,2022,12(19):150-153.

[3]孙来.采空区探放水应用技术研究[J].煤,2021,30(11):52-54.

[4]杨星.定向钻机在井下探放水中的应用[J].内蒙古煤炭经济,2022(17):163-165.

作者简介:薛路伟(1995.5—),男,学历:本科,毕业院校:西安石油大学,所学专业:地质学,目前职称:助理工程师,目前就职单位:陕西彬长孟村矿业有限公司。

钻探工艺优化及其对超深孔孔斜控制的影响分析

李妍

河北地矿建设工程集团有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 随着油气勘探和深地资源开采需求的增长, 超深孔钻探技术已成为研究的热点。孔斜控制问题是超深孔钻进过程中面临的关键挑战之一。文中探讨了钻探工艺优化的策略, 并分析了其对超深孔孔斜控制的影响。通过对现有钻探工艺的比较分析, 提出了优化的工艺流程, 重点关注钻头选择、钻压控制、旋转速率、钻井液体系等关键因素的改进。研究表明, 适当优化钻探工艺, 能够显著改善孔斜控制, 降低钻探成本, 提高钻井效率, 为超深孔钻探提供了有益的技术指导和实践依据。

[关键词] 钻探工艺; 超深孔; 孔斜控制; 优化分析; 钻井技术

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15100

中图分类号: U455.4

文献标识码: A

Optimization of Drilling Technology and Analysis of Its Impact on Inclination Control of Ultra Deep Holes

LI Yan

Hebei Geology and Mineral Construction Engineering Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the increasing demand for oil and gas exploration and deep earth resource exploitation, ultra deep hole drilling technology has become a hot research topic. The problem of hole inclination control is one of the key challenges faced in the process of ultra deep hole drilling. The article discusses the strategies for optimizing drilling technology and analyzes their impact on controlling the inclination of ultra deep holes. By comparing and analyzing existing drilling techniques, an optimized process flow was proposed, with a focus on improving key factors such as drill bit selection, drilling pressure control, rotation rate, and drilling fluid system. Research has shown that optimizing drilling technology appropriately can significantly improve hole inclination control, reduce drilling costs, improve drilling efficiency, and provide useful technical guidance and practical basis for ultra deep hole drilling.

Keywords: drilling technology; ultra deep hole; hole inclination control; optimization analysis; drilling technology

引言

超深孔钻探广泛应用于石油、天然气勘探以及地热资源开采, 但在深孔钻探过程中, 孔斜的控制一直是影响钻进效率和孔轨稳定性的关键因素。由于钻探深度的不断增加, 孔斜问题变得更加突出, 甚至可能导致钻井轨迹失控, 进而影响资源的开采效益。研究钻探工艺的优化及其对孔斜控制的影响, 成为提升钻井精度和效率的必要手段。本文将从多个角度分析钻探工艺优化对超深孔孔斜控制的影响, 并提出相应的优化建议和改进措施。

1 钻探工艺的现状与挑战

1.1 钻探工艺的基础概述

钻探工艺是指为完成特定深度或特定位置的孔钻探任务所使用的技术手段和流程。传统的钻探工艺包括选择合适的钻头、控制钻压、设定合适的旋转速率、使用特定的钻井液等方面。随着钻探技术的不断发展, 钻探工艺也在不断创新和优化。现代钻探工艺注重精确控制钻进过程中的各项参数, 借助先进的自动化、数据监控、反馈调节等技术, 力求提高钻井效率、延长钻头寿命、确保孔轨稳定性, 尤其是在超深孔钻探中更为重要。

在超深孔钻探中, 由于井深、岩层条件以及高温高压环境等复杂因素的影响, 钻探工艺的挑战变得愈加严峻。

为适应更深的井深和复杂的地下条件, 钻探工艺的选择和优化显得尤为重要, 尤其是对孔斜的控制要求日益严苛^[1]。

1.2 超深孔钻探中的孔斜控制问题

孔斜是指钻进过程中钻孔轨迹偏离垂直方向的角度, 通常以倾斜度($^{\circ}$)表示。在超深孔钻探中, 孔斜问题尤为突出, 主要原因包括钻头选择不当、钻压过大、钻井液失效、地层变化复杂等因素。

随着钻井深度的增加, 孔斜的控制难度不断加大, 甚至可能导致井眼轨迹的严重偏离, 影响资源的开采效率和安全性。孔斜的产生不仅会增加钻进阻力, 还会导致钻头磨损加剧、钻井液循环不畅等问题, 进一步影响钻探的作业效率和安全性。特别是在超深孔钻探中, 深度一旦达到一定程度, 纠正孔斜变得更加困难, 因此如何有效地控制孔斜成为超深孔钻探中的一个关键技术问题。

1.3 当前钻探工艺中孔斜控制的常见问题

在目前的钻探工艺中, 孔斜控制面临多重挑战。首先, 钻头的选择直接影响孔斜的产生。在高压高温等恶劣环境下, 常规钻头容易因受力不均匀或磨损过快导致孔斜的发生。其次, 钻压的控制也是一个关键因素。过大的钻压容易导致钻头倾斜, 进而引发孔斜; 而钻压过小则可能导致钻井效率降低, 无法突破坚硬岩层。再者, 钻井液的性能

对孔斜控制也有很大影响,钻井液的黏度、流变性等参数若未能根据不同地层条件进行及时调整,将会影响井眼的稳定性,进而导致孔斜。

2 钻探工艺优化的基本原理

2.1 钻头选择与设计优化

钻头是钻探作业中的核心工具,直接影响钻进效率和孔斜控制的效果。选择合适的钻头是优化钻探工艺的首要环节。钻头的设计需根据钻探深度、地层硬度、岩性等多方面因素进行定制。常见的钻头有滚刀钻头、硬质合金钻头和金刚石钻头,每种钻头适应不同的地层条件。

优化钻头设计可以从材料、结构、几何形状和冷却方式等方面入手。材料的优化使得钻头具有更强的抗磨损性能,结构的优化有助于减少偏心受力,降低孔斜的发生。钻头的几何设计需要考虑钻头的负荷分布,避免钻头因不均匀受力而引起的倾斜^[2]。

2.2 钻压与转速控制策略

钻压和转速是影响钻进过程中的重要参数,合理的钻压和转速控制对孔斜控制有着直接影响。过大的钻压可能导致钻头受力过大,进而引发孔斜问题;过小的钻压则可能导致钻进速度减缓,效率低下。

钻压优化的基本原则是根据地层硬度、岩性、钻头状态等因素,实时调整钻压大小,避免过大或过小的钻压造成钻头偏斜。在超深孔钻探中,钻压的控制还需考虑深度效应,因为深度增加会导致钻压的作用力增大,从而加剧孔斜的风险。因此,采用动态钻压调节系统,根据实际钻进情况调整钻压大小,有助于精确控制孔斜。

2.3 钻井液体系的优化

钻井液是钻探过程中必不可少的介质,其作用不仅限于冷却和润滑钻头,还涉及孔斜控制、井壁稳定和地层保护等方面。钻井液的优化直接影响钻井的稳定性和效率。针对不同地层,选择合适的钻井液体系是优化钻探工艺的关键。

在超深孔钻探中,由于深井的高温高压环境,钻井液需要具备良好的流变性能、温度稳定性和压力稳定性。钻井液的黏度、密度和滤失性等指标需要根据地层的不同特征进行调整。

2.4 钻进参数的实时监控与反馈系统

钻探作业中的实时监控和反馈调控系统是工艺优化的重要组成部分。通过不断监测钻进过程中钻头受力、孔斜、钻井液流量等关键参数,可以实现对钻进过程的精准调控。实时反馈系统可以通过传感器、数据采集装置等技术手段,对钻井过程中产生的偏差进行即时反馈,进而自动调整钻压、转速等参数,确保钻探过程的稳定性和高效性。

这种实时监控能够对钻井液的流量、压力和温度等数据进行监控,并通过智能算法分析地层情况、钻井液流变特性和钻头磨损状态,为操作人员提供决策依据。同时,反馈系统能够及时发现孔斜的初期迹象,并通过自动控制手段调整钻进参数,避免孔斜问题的加剧。

3 钻探工艺优化对孔斜控制的影响分析

3.1 钻探工艺优化对孔斜控制的直接影响

钻探工艺的优化直接影响孔斜的控制效果,尤其是在超深孔钻探中。通过优化钻头选择、钻压与转速控制、钻井液体系以及实时调控系统等方面,能够有效降低孔斜的产生。首先,合理的钻头设计能够确保钻头均匀受力,减少偏心受力引起的孔斜。钻头材料和几何设计的优化,如采用硬质合金或金刚石复合材料的钻头,可提高钻头的抗磨损性能和稳定性,从而减少孔斜的发生。

钻压和转速的精确控制对于孔斜的直接影响也不可忽视。过大的钻压会使钻头发生倾斜,而转速过高或过低都可能引发轨迹不稳定。优化钻压与转速控制,使其与地层硬度和岩性相匹配,有助于维持钻头的稳定性,从而减少孔斜的产生。钻井液体系的优化也能改善孔斜控制,合适的钻井液黏度和流变性能能够有效增强井壁稳定性和冷却效果,减少钻头受力不均的风险。

3.2 钻探工艺优化对孔轨稳定性的影响

孔轨稳定性是超深孔钻探中的一个关键问题,直接影响到钻井的精度和生产效率。钻探工艺优化通过一系列技术手段提高了孔轨稳定性。优化后的钻探工艺可以精确调控钻压、转速和钻井液流量,降低钻头偏斜,确保钻孔始终按照预定轨迹钻进。合理的钻头设计和钻压控制不仅能减小孔斜的产生,还能有效防止轨迹的过度偏离。

3.3 工艺优化后的实际案例分析

在多个超深孔钻探项目中,钻探工艺的优化已取得显著效果。例如,在某油田的超深孔钻探中,通过优化钻头设计、控制钻压和转速,并使用新型高效钻井液体系,成功降低了孔斜的发生率。在钻进过程中,实时监测系统对钻进参数进行了精确调整,在遇到硬质岩层时,自动增加钻压和调整转速,有效避免了钻头受力不均和轨迹偏离。

该项目在施工过程中,通过不断调整钻井液的流变特性来应对不同地层的变化,保持了井眼的稳定性。在钻井液优化后,孔斜发生的概率大幅降低,孔轨的稳定性显著提高。最终,钻探周期缩短了约15%,且未发生明显的孔斜问题,成功完成了超深孔的钻探任务。

4 钻探工艺优化的实施策略

4.1 优化钻头与钻压选择的实施方案

优化钻头与钻压选择的实施方案首先需要根据钻探的深度、地层特性以及钻头的负荷要求来定制。在钻头选择方面,需考虑钻头的材质、几何设计、冷却方式等因素。对硬度较高的岩层应选择耐磨性强、稳定性好的金刚石复合钻头或多面体滚刀钻头,能够提高钻头的使用寿命并减少因磨损引起的孔斜。同时,钻头的几何设计需符合地层特点,采用合适的钻头角度和切削方式,确保钻头的切削力均匀分布^[4]。

钻压的选择则要基于地层硬度、钻头设计以及钻进深度进行优化。实施过程中,可以借助实时监控技术,实时调整钻压大小。在软弱地层中,钻压不宜过大,以防止钻

头因压力过大导致轨迹偏移；而在硬质岩层中，则可适当增加钻压，提高钻进效率。在钻压控制过程中，应考虑钻头磨损情况，通过动态调整钻压来避免孔斜和钻头过早损坏。

4.2 钻井液体系优化的技术路径

钻井液在钻探工艺中的作用至关重要，优化钻井液体系能够有效提升孔斜控制能力及钻进效率。优化的技术路径首先应从流变性能着手，确保钻井液在不同地层条件下具有良好的流动性和可泵性，避免因黏度过高或过低导致的井壁不稳定和孔斜发生。

针对不同地层，钻井液的密度、黏度、流变性应灵活调整。例如，在软弱地层中，采用高黏度的钻井液可以增强井壁的支撑力，避免井壁坍塌；在硬质地层中，应选用低黏度、低密度的钻井液，减少钻进阻力，并提高钻头的切削效率。此外，还应在钻井液中添加防沉降剂、润滑剂等功能性添加剂，以保证钻井液在不同环境下的稳定性，防止出现堵塞和卡钻现象。

4.3 先进技术在优化过程中的应用（如自动化钻进技术）

在钻探工艺优化中，先进技术的应用尤为关键。自动化钻进技术作为现代钻探领域的重要发展方向，在优化钻探工艺、控制孔斜方面具有显著优势。自动化钻进系统能够实时监测钻井过程中的关键参数，如钻压、转速、钻头磨损等，并通过智能控制系统进行调节，确保钻进参数始终保持在最优范围内。

4.4 优化过程中的风险与应对措施

在钻探工艺优化过程中，仍然存在一定的风险，这些风险主要包括技术失效、设备故障、操作失误以及地层复杂性带来的挑战。因此，在实施工艺优化方案时，应提前制定应急预案，针对可能出现的技术问题采取预防和修复措施。

例如，在钻头选择时，要充分考虑不同地层的复杂性，以防钻头在不适宜的地层中造成过度磨损或卡钻。对于钻压和转速的控制，要根据实时监测数据动态调整，避免过度钻压导致的孔斜；同时，钻井液体系的优化需严格控制其流变特性，避免液体的性能不稳定引发钻井液循环问题。

5 钻探工艺优化对钻井效率的提升作用

5.1 钻井效率的综合评价标准

钻井效率的综合评价标准通常包括钻进速度、钻头磨损、能源消耗、孔眼质量、作业时间以及成本等多个因素。钻进速度是最直观的衡量标准，表示单位时间内钻井的深度。钻头磨损则影响到钻井的连续性和成本；能源消耗反映了作业的经济性，过高的能源消耗会显著增加整体作业成本。此外，孔眼质量也是评价钻井效率的重要标准，精确的孔轨能够提高资源开采的精度和成功率。

5.2 钻探工艺优化对钻井周期的影响

钻探工艺优化对钻井周期有着直接而显著的影响。优

化后的钻探工艺能够减少钻探过程中出现的问题，如钻头磨损过快、孔斜控制不稳定、钻井液循环不畅等，这些问题通常会导致钻井作业停滞，增加作业时间。通过选择适合的钻头、优化钻压和转速控制、改进钻井液体系等措施，可以加快钻进速度，缩短钻井周期^[5]。

5.3 成本控制与效益提升分析

钻探工艺的优化不仅能提高钻井效率，还能显著降低成本。优化钻头设计、钻压和转速的合理控制，以及钻井液的优化，使得钻探作业更加高效且节能，减少了不必要的能源消耗和钻头磨损，从而降低了整个钻探过程的运营成本。同时，优化工艺还能提高资源的开采精度，减少因孔斜或轨迹问题导致的二次作业，降低了维修和重新钻探的成本。

5.4 优化后的工艺效果与实际应用成果

通过钻探工艺优化，许多实际应用中取得了显著成果。例如，在某油田的超深孔钻探项目中，通过优化钻头设计、调整钻压、提升钻井液性能等措施，成功减少了孔斜的发生率，并提高了钻进速度，钻井周期缩短了约18%。同时，钻头的使用寿命得到了延长，作业期间的停机时间大幅度减少，显著降低了项目的整体成本。

6 结语

本文通过对钻探工艺优化及其对超深孔孔斜控制影响的深入分析，探讨了优化工艺的可行性与实际效果。研究表明，通过合理优化钻探工艺，尤其是钻头选择、钻压控制、钻井液体系等关键技术的改进，不仅能够有效控制超深孔的孔斜，还能提升钻井效率，降低成本，提高资源开采的经济效益。未来，随着钻探技术的不断发展，工艺优化将继续发挥重要作用，对超深孔钻探技术的发展具有深远意义。

[参考文献]

- [1]徐辉辉. 矿山钻探工艺参数优化与效率提升[J]. 中国金属通报, 2024(3): 167-169.
- [2]康红梅, 王继园, 黎杰, 等. 大型钻探设备支承压盘焊接工艺优化研究[J]. 钻探工程, 2024, 51(2): 68-77.
- [3]张晓光, 彭彬, 仓欣蕾, 等. 球墨铸铁钻探机保护件熔模铸造工艺优化[J]. 铸造, 2023, 72(11): 1501-1505.
- [4]高志鹏. 地质钻探工艺技术中的安全与生产管理探讨[J]. 石化技术, 2023, 30(7): 261-263.
- [5]蔡义名, 姜月涛. 矿山工程勘察中钻探工艺选取分析[J]. 中国金属通报, 2023(5): 101-103.

作者简介：李妍（1991.4—），毕业院校：成都理工大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：河北地矿建设工程集团有限责任公司，职务：技术员，职称级别：岩土工程师。

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

