



www.viserdata.com

建筑工程与管理

ARCHITECTURE ENGINEERING AND MANAGEMENT

月刊

■ 主办单位：Viser Technology Pte.Ltd.

■ ISSN 2661-4413(online) 2661-4405(print)

万方数据库收录

RCCSE权威核心学术期刊

2025

3

第7卷 总第69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.



建筑工程与管理

Architecture Engineering and Management

2025年·第7卷·第3期(总第69期)

主办单位: Viser Technology Pte. Ltd.

I S S N: 2661-4413 (online)

2661-4405 (print)

发行周期: 月刊

出版时间: 3月

期刊收录: 万方数据库收录

RCCSE权威核心学术期刊

期刊网址: www.viserdata.com

投稿/查稿邮箱: viser-tech@outlook.com

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

学术主编: 金光虎

责任编辑: 金星

学术编委: 张 庚 丁建华 李耀斌

刘海涛 刘光普 王 俊

向焕亮 叶高翔 Mason Chou

郭 腾 胡金中 柳 洪

Isaiah Kiang Brayden Ryeo

骆 辉

美工编辑: 李 亚 Anson Chee

印 制: 北京建宏印刷有限公司

定 价: SGD 20.00

本刊声明

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

版权所有, 未经许可, 不得翻译、转载本刊所载文章。

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

目 录

CONTENTS

建筑设计

- 生态设计理念在建筑设计中的应用研究..... 解艳茹 1
住宅小区建筑给排水设计中的常见问题探讨... 王 希 4
建筑设计与城市规划设计的相关性的研究..... 高敏航 7
基于大地艺术视角的乡土景观设计研究..... 许文俊 10
建筑设计方案优化的必要性及对策研究..... 刘 阳 13
基于海绵城市理念的工业园区给排水设计探讨.....
..... 杨志成 杨 博 郭重阳 16
装配式建筑设计在民用住宅中的应用与优势 .. 刘鹏飞 19

建筑工程

- 建筑幕墙工程施工技术的研究进展.....
..... 郭 晨 刘 健 李 闯 22
论房建工程中装配式混凝土剪力墙结构施工技术应用分析 .. 穆晓义 25
建筑机械技术在幕墙施工中的应用.....
..... 江小奇 阴光华 王 东 28
装配式混凝土结构节点连接性能分析与优化 刘旺峰 31
机械加工在建筑幕墙中的应用研究.....
..... 王 东 郭 晨 阴光华 34
建设工程噪声监测数据异常原因研究.....
..... 黄 姣 王铁拴 37
民用建筑电气线路老化检测技术及其预防措施探讨....
..... 吴冠飞 40
基于 BIM 技术的幕墙结构智能化设计与施工优化.....
..... 刘 健 李 闯 江小奇 43
城市地铁施工阶段常见风险因素及防控措施研究.....
..... 李刚刚 46

- 建筑机械技术在建筑工程中的应用.....
..... 李 闯 王 东 刘 健 49

施工技术

- 市政道路施工中沥青路面摊铺技术应用研究 .. 刘 涛 52
软土处理技术在道路施工中的应用分析..... 谢永恒 55
市政道路施工中沉降段路基施工技术的应用探讨.....
..... 黄 华 58

高速公路路基混凝土施工技术应用及控制措施研究.....	张 兴 61
建筑主体结构工程施工技术要点与优化策略..	康 辉 64
市政道路工程软土地基沉降加固施工控制技术.....	高晓军 67
道路工程水稳基层施工技术及其质量控制分析..	余海明 70
表面处理技术在给排水管道防腐中的应用探讨.....	徐玮键 73
水利水电工程的防渗渠道施工技术研究.....	张景超 76
论公路工程沥青路面摊铺施工技术应用分析..	黄 凯 79

工程管理

土木工程施工管理过程中存在的问题探究....	邵 帅 82
建筑幕墙工程施工全过程管理与控制研究.....	阴光华 江小奇 郭 晨 85
建筑工程管理的重要性与实施途径的探讨....	唐新蕾 88
公路工程机械施工技术及其安全管理要点分析..	李泽军 91
建筑工程管理中创新模式的应用及发展探究..	雷亚辉 94
全过程工程咨询服务模式下建筑工程管理的协同机制研究.....	胡康旗 97
浅谈电力工程设计与施工管理中常见问题及对策.....	王 悦 申会杰 100
智能化技术在建筑工程管理中的应用与前景 .	李春利 103
桥梁工程设计中 BIM 技术的应用策略分析...	张 歌 106
土木工程管理中的施工过程质量控制措施探究.....	邵 芳 109

市政园林

新时期市政供热的节能设计探索.....	刘 猛 112
市政道路的雨污水管网施工关键技术分析...	赵成学 115

勘察测绘

大数据分析在水文地质勘察中的应用探究...	李晓岚 118
-----------------------	---------

岩土勘察工程中综合勘察技术的应用与分析.....	王春霞 121
--------------------------	---------

预算造价

造价在建筑成本管理过程中的控制措施分析.....	宋鑫源 124
论建筑安装工程造价预算与成本控制措施研究.....	何 琳 128
工程造价审计中存在的问题与对策研究.....	何基运 132
水利工程概预算造价控制中的问题及解决对策探讨....	翟敬嫔 135
市政道路工程项目合约商务管理中的关键环节.....	田 春 138
EPC 模式下工程造价精细化管理的关键技术与实践	汪喜龙 141
建筑工程项目成本控制中的精细化管理策略.....	李永超 144

探讨交流

无损检测技术在风力发电工程中的应用.....	霍志龙 147
人工智能技术在风力发电领域的应用分析...	王首柱 150
光伏发电系统中储能技术的集成与优化应用.....	党 嵬 153
风电光伏并网储能容量优化配置研究.....	靳对来 156
中深层地热能干热岩技术及应用研究.....	高玉辉 杨 悦 李 波 159
电力工程中 110kV 输电线路设计与优化路径研究.....	唐捷敏 163
谈电气工程自动化技术在电力系统运行中的应用.....	李亚杰 166

生态设计理念在建筑设计中的应用研究

解艳茹

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着全球生态环境问题的加剧以及资源紧缺和能源消耗的不断增长,传统建筑设计模式已经难以满足社会对绿色、低碳以及高效能居住环境的要求。基于生态设计理念,文中探讨了该理念在建筑设计中的理论基础与实际应用。通过分析节能环保、可持续性、人与自然和谐共生等核心原则,系统总结了现代建筑在能源利用、材料选择、室内环境优化、水资源管理与土地利用等方面的关键要素。特别是文中重点论述了被动设计、绿色建筑技术、生态景观整合与智能化管理等创新应用。研究表明,在建筑全生命周期内实施生态设计理念,能够有效降低能耗、减少环境污染,同时提升居住舒适度与建筑使用寿命,为实现人与自然和谐共生、推动可持续发展提供了切实可行的技术支持与理论依据。

[关键词]生态设计;绿色建筑;节能环保;可持续发展;自然采光;智能化管理

DOI: 10.33142/aem.v7i3.16004

中图分类号: TU238.2

文献标识码: A

Research on the Application of Ecological Design Concept in Architectural Design

XIE Yanru

Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the intensification of global ecological and environmental problems, as well as the increasing scarcity of resources and energy consumption, traditional architectural design models are no longer able to meet society's requirements for green, low-carbon, and efficient living environments. Based on the concept of ecological design, this article explores the theoretical basis and practical application of this concept in architectural design. By analyzing core principles such as energy conservation, environmental protection, sustainability, and harmonious coexistence between humans and nature, the key elements of modern architecture in energy utilization, material selection, indoor environment optimization, water resource management, and land use have been systematically summarized. Especially, the article focuses on innovative applications such as passive design, green building technology, ecological landscape integration, and intelligent management. Research has shown that implementing ecological design concepts throughout the entire life cycle of buildings can effectively reduce energy consumption, minimize environmental pollution, and enhance living comfort and building lifespan. This provides practical technical support and theoretical basis for achieving harmonious coexistence between humans and nature and promoting sustainable development.

Keywords: ecological design; green building; energy conservation and environmental protection; sustainable development; natural lighting; intelligent management

随着全球气候变化、资源紧缺以及环境污染问题的日益加剧,建筑行业作为国民经济的重要组成部分,建筑能耗和环境影响的广泛关注已成为社会共识。传统建筑设计模式往往侧重经济效益的最大化,却忽视了对生态环境的保护,造成了城市热岛效应、建筑垃圾激增、资源浪费等诸多问题的产生。基于此,生态设计理念作为一种强调环境友好、资源节约与可持续利用的新型设计思想,逐步成为现代建筑发展的核心方向。

1 生态设计理念的基本原则

1.1 节能与环保原则

节能与环保原则是生态设计理念中的核心要求,它直接关系到建筑能效与环境保护的实现。在建筑设计过程中,设计师必须充分考虑建筑的能效及其可能对环境造成的负面影响。通过选择高效保温材料、优化外立面的设计、调整窗体的采光面积以及引入新能源技术等手段,建筑的

能源消耗可在使用阶段大幅降低,碳排放也得到有效控制。同时,在材料的选择和施工工艺上,应优先选用低污染、低能耗的环保材料,并鼓励使用太阳能、风能、地热等可再生能源替代传统能源。通过这一系列的设计措施,不仅实现了环境保护与经济效益的双赢,也为建筑的可持续发展奠定了坚实的基础。

1.2 可持续性原则

可持续性原则作为生态设计理念的核心之一,强调建筑资源的高效配置与长期利用,确保在满足当前需求的同时,不对未来资源的利用造成破坏。可持续性原则在建筑设计中具有重要意义,它要求设计师充分考虑材料的生产、使用、维护到废弃的全生命周期影响^[1]。通过引入生态评估与生命周期管理方法,确保资源的循环利用与废弃物的最小化。设计方案应结合当地自然条件与文化特色,推动建筑与自然、社会、经济及环境之间的协调发展。该原则

还要求在建筑设计中引入先进的技术和管理理念,以应对未来可能的资源压力与环境挑战。

1.3 与自然和谐共生原则

人与自然和谐共生原则作为绿色建筑设计的核心理念之一,强调建筑必须与周围的自然环境相协调、相融合。该原则要求在建筑设计过程中充分尊重场地的地形、气候、生态系统等自然条件,最大限度地保护和利用当地自然资源。同时,建筑设计应通过合理的空间布局、景观规划与生态措施,营造出一个与自然环境呼应的人文景观,实现人与自然的和谐共生。在实际应用中,这一理念体现在因地制宜的建筑布局、被动式设计策略、自然通风与采光、绿色屋顶与垂直绿化、雨水收集利用以及生态景观设计等多个方面。

2 代建筑设计中生态设计理念应用的核心要素

2.1 节能与高效能源利用

在现代建筑设计领域,节能与高效能源利用已被确立为实现生态设计理念的关键环节。设计人员应在初步方案设计阶段,仔细分析建筑的整体能源需求。通过对建筑外部围护结构热工性能的精确计算、空间布局的合理优化以及智能化控制系统的引入,各类能源系统——例如供暖、通风、空调及照明等——可以得到精细化管理^[2]。被动设计手段的应用逐渐成为建筑设计中的重要策略。该方法通过最大化自然能源的利用,如太阳辐射和自然通风,在不依赖机械设备的前提下保持室内温度和空气质量的稳定,不仅有助于降低建筑的能耗,还能确保室内舒适度的提高。通过科学配置设计方案,建筑无需依赖传统的能源消耗形式即可达到高效节能的目标。新型能源技术的不断发展进一步推动了建筑节能与能源自给自足的进程。包括光伏发电、地热能利用以及风能转化等技术的引入,使建筑的能源供应系统更加多元化,且能够依赖可再生能源进行自给自足。相比传统建筑依赖外部能源供应,采用多元化能源技术的建筑,能够在提升能源利用效率的同时,显著减少对传统能源的依赖,推动了低碳建筑的实现。这些技术不仅改善了建筑的能源供应方式,更使建筑在绿色环保方面取得了实质性的进展。

2.2 持续材料的选择与应用

可持续材料的选择与应用是绿色建筑的重要组成部分。建筑材料从生产、运输到使用及处置的各个环节都可能对环境造成影响,因此,采用环境友好型材料对于建筑可持续发展至关重要。一般而言,可持续材料具有可再生性、低能耗、低排放、高耐久性和可回收利用等特点。例如,使用竹材、木材等可再生资源,或利用工业废料制成再生材料,不仅能减少对不可再生资源的依赖,还能降低生产和运输过程中的能源消耗及碳排放。此外,选用本地材料能够进一步缩短运输距离,而耐久性优良的材料则可延长建筑使用寿命,减少建筑垃圾的产生。据统计,建筑垃圾在城市固体废物中约占 30%至 40%。因此,在建筑

设计中大力推广可持续材料的应用,能够显著降低对环境的影响,实现资源的高效利用和环境保护。

2.3 室内环境质量的优化提升

居住环境的质量直接影响到居民的身体健康以及心理舒适度,其评估已成为生态建筑设计中不可忽视的要素。经过多次优化调整,室内空间的布局得到了重新规划,其中采光通道与自然通风设计经过精心考量,使得温湿度控制、噪音管理以及空气成分的调节均达到了预期的标准。为减少室内污染,建筑方案中广泛使用了低污染建材、环保装饰材料与智能调控设施,实验结果显示有害物质的浓度得到了显著降低。此外,在室内环境优化中,绿色植物墙与空气净化系统得到了有效应用,通过植物的天然净化作用,空气中的污染物被迅速降解,环境质量得到了显著改善。室内外空气流动的优化使得能耗得到了有效控制,特别是在自然光辐射和风能交换的帮助下,室内温湿度维持在舒适的范围内。更为值得注意的是,当前正在进行的多项创新实验,探索动态空气再生系统的应用,旨在为室内空气质量管理提供一种实时调节的新途径。通过这些技术的逐步成熟,建筑项目在提升环境质量方面的效果逐渐显现,特别是在一些绿色建筑示范项目中,室内环境得到全面提升。随着技术的不断发展,室内环境质量的监控与调节将变得更加智能化,未来可能会形成更加完善的自动调控体系,以持续提升居住者的舒适度与健康水平。

2.4 水资源的合理规划与管理

水资源的高效利用对建筑项目的可持续性至关重要,特别是在建筑运营阶段,合理的水资源规划与管理能够有效促进项目的环境友好性。为提高雨水的利用效率,设计团队在方案中大力推动雨水收集系统的建设,同时结合透水材料铺设技术与地下水回收系统,实现水资源的最大化再利用。通过精心设计的储水与净化流程,收集来的雨水得到了充分净化,进而投入使用,有效缓解了市政排水系统的负担。项目内设置的高效节水装置及自动化水质监控系统,也在使用过程中取得了显著成效,能够实时监控用水情况,精确调整水资源的分配。数据表明,精细化的水资源管理系统能够大大提升水的利用效率,同时降低建筑运行过程中对水资源的需求。在多个示范项目中,雨水回收与净化系统不仅成功实现了自给自足,还节省了大量的水资源,为后续运营提供了保障^[3]。随着技术的不断发展,水资源管理正朝着更智能、更高效的方向发展。相关的工作表明,通过对水资源的实时监控与动态管理,建筑项目的用水需求能够得到科学调配,节水成效日益显著。智能化系统的应用,不仅有助于提升资源的利用效率,也为建筑项目的长期可持续运营打下了坚实的基础。

2.5 土地利用与生态保护

在建筑项目的选址与规划过程中,充分考虑土地利用与生态保护的平衡已成为重要课题。借助先进的地理信息

系统(GIS)技术,设计团队能够对地形地貌、植被分布及生态敏感区域进行全面分析,从而确保建筑活动不会破坏当地的生态环境。项目方案通过精心设计的紧凑型布局、混合功能开发模式以及多功能区域协调规划,成功实现了土地资源的高效利用。通过在建筑周围设置生态绿地、湿地公园及生物多样性保护区,区域内的生态环境得到了有效保护。此外,项目在开发过程中同步推进环境影响评估与生态补偿机制,确保万一发生生态影响时能迅速采取相应措施进行修复。这种创新的设计理念已经在多个示范项目中得到了应用,实践证明其效果显著,有效改善了区域生态环境。进一步的研究表明,低干扰开发与生态恢复措施的结合,能够在不破坏原生生态的前提下,实现土地的高效利用。随着绿色建筑理念的不断推广,生态保护与土地利用的协调发展逐渐成为建筑行业的共识,未来这一模式有望在更多城市中得到应用。

3 生态设计理念在现代建筑设计中的创新应用

3.1 被动设计策略与自然采光

在低能耗建筑设计中,被动设计策略被广泛应用,通过优化建筑物的朝向、外立面设计与空间布局,利用自然光与风能来调节室内温度。这一策略不仅能有效降低建筑的能耗,还能够提升居住者的舒适度。研究表明,合理配置的玻璃幕墙、开放式中庭与采光走廊,使室内能够最大限度地接收自然光,从而减少对人工照明的需求。在多个示范项目中,室内光照的增加不仅改善了空间的视觉效果,还提升了居住者的心理舒适度。与此同时,精心设计的遮阳系统有效避免了过度的热辐射,进一步降低了建筑的能耗。通过计算机模拟与数据分析,设计团队能够评估不同设计方案的效果,从而选择最合适的方案。这些被动设计策略的有效实施,确保了项目在节能方面取得了显著成果,同时也为低碳建筑的未来发展提供了宝贵经验。

3.2 绿色建筑技术与节能措施

随着能源危机与环境保护问题的日益严峻,绿色建筑技术已成为建筑行业发展的方向。通过采用新型节能建筑材料、智能控制系统与分布式能源技术,建筑项目能够有效降低能耗,提高资源利用效率。例如,智能照明系统、空调自动调节系统、太阳能光伏发电技术等,都在实际项目中得到了广泛应用。研究表明,这些绿色技术在节能减排方面发挥了重要作用,同时也提高了建筑的环境适应性。在项目运营过程中,能耗数据的实时监测与调整进一步优化了建筑的能源管理,从而减少了能源浪费,降低了运营成本。随着技术的不断进步,绿色建筑技术正在朝着更高效、更智能的方向发展。各项节能措施的有效实施,使得建筑项目在环境保护与经济效益方面都取得了显著成效。

3.3 生态景观与空间整合设计

在现代建筑设计中,生态景观与空间整合成为提升建

筑环境质量的重要手段。通过引入绿色植被、湿地公园、屋顶花园等元素,建筑与自然环境之间的边界得到了有效模糊化。这些生态景观设计不仅有助于改善空气质量,还能调节建筑的微气候,提升居住者的生活质量。建筑外部设置的绿化带与生态走廊,能够为动植物提供栖息空间,从而促进生物多样性的保护。此外,建筑内部的开放式空间与透明幕墙设计,也使得自然光得以更好地渗透室内,改善了室内的视觉效果与空气流通。随着智能化技术的发展,生态景观的设计已逐渐融入数字化与虚拟现实技术,能够更精确地模拟生态效果与环境影响,为建筑项目提供更加科学的决策依据。

3.4 智能化建筑管理与能耗监控

随着信息技术的迅猛发展,建筑管理正逐步走向智能化。通过物联网、云计算等技术的应用,建筑中的能源使用情况、环境参数以及设备状态能够得到实时监控。这些智能管理系统不仅可以自动调节室内温湿度、照明与通风,还能够优化建筑的整体能耗结构。通过实时数据分析,系统能够预判设备故障,及时进行维护,减少了设备的故障率^[4]。此类智能化系统的应用,不仅提升了建筑的运营效率,还降低了能源消耗,帮助建筑项目在实现节能目标的同时,也提高了居住舒适度。随着技术的不断进步,智能建筑系统将更加智能化,能够为建筑提供更精细的管理服务。

4 结语

生态设计理念在建筑实践中通过节能降耗、资源循环利用及环境调控等措施,充分体现了对自然生态的尊重与科学管理。项目中被动设计、绿色技术应用及智能系统构建均取得了显著成果,验证了工程方案在降低能耗、优化资源配置、提升居住体验方面的实际效用。未来,在技术不断革新、跨学科协同作用不断增强的背景下,生态建筑模式将不断拓展其应用边界,绿色建筑必将成为城市转型的重要引擎,持续推动节能环保目标实现,构筑出一个科技与生态融合、智慧与自然共生的美好未来。

[参考文献]

- [1]李明达.绿色设计理念在高校建筑设计中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2024(7):116-118.
 - [2]龚琪蓁.城市高质量发展视阈下生态设计理念在环境设计中的应用研究[J].未来城市设计与运营,2024(9):28-30.
 - [3]刘晔.绿色生态设计理念在城市景观设计中的应用[J].现代园艺,2024,47(24):98-100.
 - [4]王婷.新型节能设计理念在建筑暖通设计中的应用[J].建材发展导向,2025,23(2):130-132.
- 作者简介:解艳茹(1980.5—),毕业于河北农业大学——建筑学专业,就职单位:河北建筑设计研究院有限责任公司,职务:建筑设计人员,职称:高级职称。

住宅小区建筑给排水设计中的常见问题探讨

王希

北京威斯顿建筑设计有限公司河北分公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]在现代住宅小区的建设过程中,作为核心基础设施的给排水系统,起着至关重要的作用。保障居民日常生活所需水量与水质安全的是给水系统,而排水系统则确保了污水与废水的顺畅排放,防止了对环境造成污染。同时,消防给水系统对于保障小区的消防安全至关重要,确保了在火灾发生时能够提供足够的水源。在实际设计与施工过程中,水压波动、管道老化、排水不畅等问题常常会出现,这些问题不仅对居民的生活质量造成影响,还可能带来潜在的安全隐患。因此,对住宅小区给排水系统中常见问题的分析与原因探讨,并提出切实可行的改进措施,对于提升系统功能与保障小区可持续发展,具有重要的现实意义及长远价值。

[关键词] 住宅小区; 给排水设计; 常见问题

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15964

中图分类号: TU9

文献标识码: A

Discussion on Common Problems in Water Supply and Drainage Design of Residential Buildings

WANG Xi

Hebei Branch of Beijing Western Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: In the construction process of modern residential communities, the water supply and drainage system, as the core infrastructure, plays a crucial role. The water supply system ensures the safety of the water quantity and quality required for residents' daily lives, while the drainage system ensures the smooth discharge of sewage and wastewater, preventing pollution to the environment. At the same time, the fire water supply system is crucial for ensuring the fire safety of the community, ensuring sufficient water supply in the event of a fire. In the actual design and construction process, problems such as water pressure fluctuations, pipeline aging, and poor drainage often occur, which not only affect the quality of life of residents, but may also bring potential safety hazards. Therefore, the analysis and exploration of common problems in the water supply and drainage system of residential communities, as well as the proposal of practical and feasible improvement measures, have important practical significance and long-term value for enhancing system functions and ensuring the sustainable development of residential communities.

Keywords: residential communities; water supply and drainage design; common problems

引言

随着城市化进程的不断推进,住宅小区建设数量逐年增加,随之而来的给排水系统设计与管理问题也日益复杂。影响居民生活质量的,不仅是合理且科学的给排水设计,还对小区的环境保护与资源利用效率产生了重要作用。如何在住宅小区的规划设计阶段,能够有效整合给水、排水及消防给水系统,解决常见的设计缺陷和施工质量问题,已成为提高居住体验与推动可持续发展的关键课题。

1 住宅小区建筑给排水设计概述

住宅小区的给排水系统是确保居民日常用水与污水排放正常进行的关键基础设施。给水系统由水源、引入管、水表节点、给水管网、加压设备及用水设备等组成。其工作机制是通过市政管网或其他水源提供具备一定压力的水流,经引入管道输送至小区的管网系统。水表节点用于精确计量用水量,确保水费数据的准确性。给水管网负责将水分配至各个建筑物和用水点,确保每个住户的用水需求得到满足。当水压出现不足时,加压设备启动,提升水压使水能顺利送达高层或远端的用水设备。用水设备一旦

开启,水在压力作用下流出,确保满足用户的日常用水需求。给水系统设计必须考虑水量的充足性、水压的稳定性、水质的安全性以及系统的节能高效性。排水系统则由卫生器具、排水管道、通气管、清通设备、污水提升设备以及污水处理设施等部分构成。该系统的主要工作原理依靠重力,将卫生器具中的污水和废水通过排水管道自流至市政污水管网。在低洼地带或排水无法自流的情况下,污水提升设备通过泵送将污水提升至合适的排放高度。通气管的作用是保持排水管道内的气压平衡,防止负压产生,避免水封受损或异味倒灌进入室内。为确保排水系统的畅通,定期清通设备的使用至关重要,它帮助检查和清理管道,防止堵塞或积水。部分住宅小区还会设置污水处理设施,将污水进行预处理后排入市政管网,或者在有条件的情况下实现中水回用,供绿化浇灌和道路清扫。排水系统设计应确保污水流畅排出,防止倒流问题,同时注重环保节能与维护的便捷性。

2 住宅小区给排水设计中的常见问题

2.1 给水系统常见问题

在住宅小区的给水系统设计中,常见的诸多问题主要

表现在水压不足、水量分配不均、水质污染、管道噪声以及设备故障等方面。特别是在高层建筑中，水压不足的问题尤为突出，通常是因为供水压力未能满足需求，或由于加压设备选型不当，导致高层居民的用水体验大打折扣。水量分配不均也是频繁发生的难题，通常源于管网设计不合理或管径配置不当，结果是部分楼层或区域供水不足。水质污染同样不容忽视，管道材料老化、内部沉积物堆积，或二次供水水箱未能及时清洁，都会导致水质的恶化，进而影响居民健康。管道噪声也常成为居民的投诉焦点，其根源多因管道内水流速度过快、管道支撑不稳或水锤效应所引起的振动与噪声，使居民产生不适感。设备故障则常因加压设备和水泵房管理不当，或缺乏适当的维护，导致供水系统的运行受到影响，进而可能造成供水中断或水压波动，从而加剧居民用水的不便，这些问题不仅对居民的生活质量构成威胁，也可能对管网的长期稳定运行造成不利影响。

2.2 排水系统常见问题

在住宅小区的排水系统中，常见的问题主要表现为管道堵塞、排水不畅、异味反溢、噪声污染以及排水倒灌等。管道堵塞尤为普遍，通常是由于居民随意排放杂物、油脂沉积或管道坡度设计不合理所导致的，严重时，污水溢流的情况可能会发生。排水不畅的原因通常包括管道直径过小、坡度设计不当，或者管道内壁结垢，这些问题会使排水速度减缓，进而导致部分区域积水。异味反溢常见于水封破坏、通气管设置不当或通气效果不佳的情况下，从而使排水管道中的臭气倒流至室内。噪声污染，特别是在高层建筑中，也成为困扰居民的一大问题，污水的高速下落、管道内气流振动及水流撞击所产生的声音，均会影响居住舒适度。排水倒灌现象多发生在暴雨天气或市政管网负荷过重时，污水和雨水未能及时排放，可能会倒灌至低楼层或地下室，造成财产损失及环境污染。这些问题不仅影响居民的日常生活，还可能对建筑结构及市政排水系统的稳定性带来不利影响。

3 住宅小区给排水设计问题的原因分析

3.1 设计阶段的疏漏

在住宅小区给排水系统的设计阶段，常见的疏漏问题通常表现在水力计算不精准、系统布局不合理、设备选型失当以及忽视特殊需求等方面。水力计算是确保系统正常运行的关键，然而在实际设计过程中，部分设计人员未能准确考虑用水量、瞬时流量以及水压等参数，致使管径选择不当，导致供水压力不足或管道水力损失过大等问题。系统布局不合理亦是一个频繁出现的问题，尤其在空间有限或建筑布局复杂时。如果设计时未充分考虑管线走向、管道坡度及设备位置的合理安排，管道可能交叉密集，导致维护困难或排水不畅。设备选型失当也是影响系统稳定性的重要因素之一。当给水加压泵、污水提升泵等设备未

根据实际需求进行选择时，常会出现设备效率低下或故障频发的情况。此外，若设计阶段没有充分调研居民用水特点及区域性差异，未预留足够的水压调节装置或排水缓冲空间，后期便可能遭遇供排水难题。在一些特殊场景下，如地下停车场、商业区或消防系统等，若缺乏专门的给排水设计方案，设计疏漏带来的不良后果可能加重。因此，在设计阶段，每一个细节都应经过深入的论证与模拟推演，确保系统的安全性、可靠性与长效性。

3.2 材料选择与施工质量问题

在住宅小区给排水系统中，材料的选择与施工质量对系统的稳定性和使用寿命具有直接影响。选材不当是常见的一个问题，某些项目为了节省成本或因缺乏专业判断，常使用质量较差的管材、阀门或密封件。随着时间的推移，这些材料容易出现腐蚀、渗漏或断裂的现象，尤其在高压给水管道或复杂排水系统中，安全隐患尤为突出。另一个重要原因是材料与实际使用环境的不匹配。例如，未根据水质特性选择合适的耐腐蚀管材，或在地质条件较复杂的地区未选用抗沉降能力较强的柔性接口管道也会导致问题的发生。在施工质量方面，常见问题包括管道接口密封不严、焊接质量不达标、坡度控制不精准以及支吊架安装不规范等。接口渗漏通常由密封胶圈安装不当、法兰连接松动或焊缝不完整造成，而焊接不良不仅影响管道的密封性，还可能导致应力集中，进而缩短管道的使用寿命。在排水系统施工中，若未严格按设计要求控制管道坡度或忽视沉降缝的设置，排水不畅、积水甚至污水倒流等问题就会出现。此外，部分施工单位为缩短工期，忽视了管道清洗、压力测试及闭水试验等必要的检查环节，这些隐藏在工程中的质量问题可能在竣工验收后未能及时发现。现场管理不规范、施工人员技术水平参差不齐、监理工作不到位等因素也加剧了材料和施工质量的隐患。这些问题在系统投入使用后逐渐显现，不仅增加了后期的维修费用，也可能影响居民的日常生活。因此，确保材料选择符合要求并确保施工质量达标，成为了保障住宅小区给排水系统安全、稳定运行的关键。

4 解决住宅小区给排水设计问题的对策与建议

4.1 优化设计方案

优化住宅小区给排水设计方案，应从系统性、科学性和实用性等多个方面着手，以确保供水安全、排水顺畅以及整体运行的高效性。在设计阶段，必须全面调研项目所在地的水源水质、水压条件以及地形特点，选择合适的给水方式，确保水量充足且水压稳定。尤其对于高层建筑或地势复杂的区域，推荐采用分区减压供水系统或设置变频调节设备，从而避免因水压不均而导致的供水不足或管道破裂风险。排水设计中，应根据建筑功能及居民需求，合理规划污水、废水与雨水的分流系统，确保各类排水管道布局符合规范且坡度合理，这样可有效降低积水和管道堵

塞的风险^[1]。在低洼区域,特别是地下室,可考虑增设污水提升装置,并配置备用泵,以增强系统的可靠性。通风管道的合理设计同样至关重要,它有助于保持管道气压平衡,防止水封损坏及异味外泄。优化设计还应兼顾节水和环保的需求,通过配置中水回用系统或雨水收集系统,可实现水资源的循环利用,从而降低用水成本。选择节能型供水设备及智能管理系统,有助于实时监控水质、水量与水压,及时预警并处理异常情况,进而提升管理效率。在实施过程中,设计阶段的多方协作尤为关键,设计单位应与施工、监理及物业管理等相关部门保持密切沟通,确保设计方案的可行性与可操作性。同时,应建立严格的设计审查机制,对高风险环节进行专项论证,及时调整不合理之处,确保住宅小区给排水系统的整体质量及其长效稳定运行。

4.2 提升施工质量管理

提升住宅小区给排水系统施工质量管理,是保障系统正常运行的关键,直接影响工程的安全性、可靠性及长期稳定性。在施工过程中,施工单位需严格依据设计图纸与相关规范进行操作,确保每个工序都符合技术标准。强化施工人员的培训至关重要,确保他们掌握管道安装、焊接及接头处理等核心技术,避免因操作不当而导致的管道渗漏或断裂问题^[2]。在施工过程中,加强现场监督同样至关重要,特别是在管道铺设、连接及压力测试等环节,质量检查点应设立,严格进行验收与测试,确保所有材料和设备达到质量要求。施工现场的管理也是确保施工质量的重要环节,施工负责人应定期检查施工进度与质量,及时识别并解决问题。对于关键设备,如加压泵、污水提升泵等的安装,必须确保其位置、连接与调试符合设计标准,以避免安装不当影响系统性能。施工单位与设计、监理等团队之间的密切配合至关重要,确保信息流畅与问题的及时反馈,减少因沟通不畅而出现的错误。确保管道的清洁与保护同样至关重要,尤其是在管道埋地施工时,应避免杂物进入管道,确保排水效果不受影响。施工完成后,需进行闭水试验、系统冲洗及设备调试,以确保系统的密封性和排水畅通。为防范潜在问题,应定期进行质量复检,尤其在冬季或极端天气条件下,检查管道是否因冻裂或其他损坏影响系统正常运行。为确保施工质量管理的可持续性,需建立长效的质量管理体系,明确各方责任分工,对施工单位与监理人员进行定期考核与评估,形成全员参与的质

量管理文化,这样的管理模式不仅能够提升施工阶段的质量水平,还为后期的系统维护与使用提供坚实的基础。

4.3 加强后期维护管理

住宅小区给排水系统的后期维护工作,关键在于确保系统能够长期稳定运行。管道、阀门、泵设备等重要设施,尤其是加压设备及高层供水系统,应由物业管理部门定期检查,及时识别潜在故障隐患。排水管道和污水提升设备的定期清理同样至关重要,避免因管道堵塞或积水影响系统的正常运行。通过智能监测系统,管网的运行状态能够实时跟踪,泄漏问题可以迅速发现并及时处理^[3]。水质安全的定期检测也必不可少,确保水源符合相关标准,污水排放符合环保要求。设施检查与清理之外,居民用水管理也是维护工作的重要组成部分,通过有效的宣传教育,居民的管道使用意识应得到提高,从而减少因不当使用而造成的管道堵塞问题。同时,应提供快速维修服务,及时解决突发问题,确保居民用水需求得到满足。维护工作应建立详细的档案,定期总结经验,不断优化管理措施,从而确保住宅小区水利系统的长效稳定与安全运行。

5 结语

在住宅小区给排水系统的设计与管理中,确保系统稳定运行的核心要素,包含科学合理的设计、严格的施工质量控制以及持续有效的后期维护。通过优化设计方案、提高施工质量并加强日常管理,常见的故障隐患可以有效消除,系统的可靠性与安全性也将得到提升。同时,利用智能化技术对系统进行监控和调度,能够实时发现并解决问题,进一步提高系统的运行效率和响应速度。随着城市化进程的不断加快,给排水系统的设计与管理需求日益复杂,唯有持续提升技术水平与管理措施,才能应对居民日益增长的用水需求,并推动绿色城市建设朝着智慧化、节能环保的方向发展。

[参考文献]

- [1]柯家宁. 住宅小区建筑给排水设计中的常见问题探讨[J]. 居舍, 2024(35): 81-84.
 - [2]陈滨. 住宅小区给排水设计思路及要点初探[J]. 建材发展导向, 2022, 20(24): 68-70.
 - [3]文超. 住宅小区建筑给水设计规划研究[J]. 住宅与房地产, 2020(27): 42-53.
- 作者简介: 王希(1990.12—), 女, 职称: 工程师, 籍贯: 河北省石家庄市正定县南楼乡孔村。

建筑设计与城市规划设计的相关性的研究

高敏航

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 伴随着我国经济的持续增长以及城市化进程的快速演进, 城市空间结构的优化调整与建筑形态的创新发展正在经历前所未有的变革。机遇与挑战并存的当下, 建筑设计作为城市建设体系中的关键环节, 不仅关乎城市的整体形象塑造, 也直接影响居民的居住体验与空间使用效率。而城市规划设计则承担着统筹城市功能布局、制定长期发展策略的任务, 为未来城市建设提供全局性指导。两者之间相互作用、密切联系, 在促进城市高质量发展过程中发挥着不可替代的作用。本研究采用理论探讨与实践分析相结合的方法, 对建筑设计与城市规划设计之间的关系进行系统梳理。从理论依据、功能互补、协同机制及评价体系等多个角度展开深入研究, 旨在揭示二者在城市建设中的互动模式及其影响。研究的核心目标在于, 为我国当前的城市建设实践提供坚实的理论支撑, 同时提出创新性的设计思路, 以推动建筑设计与城市规划设计在应用层面实现更高层次的融合, 从而提升城市整体建设的科学性与合理性。

[关键词] 建筑设计; 城市规划设计; 协同发展; 多学科融合; 技术创新

DOI: 10.33142/aem.v7i3.16005

中图分类号: TU201

文献标识码: A

Research on the Correlation between Architectural Design and Urban Planning Design

GAO Minhang

Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the sustained growth of Chinese economy and the rapid evolution of urbanization, the optimization and adjustment of urban spatial structure and the innovative development of architectural forms are undergoing unprecedented changes. In the current situation where opportunities and challenges coexist, architectural design, as a key link in the urban construction system, not only concerns the overall image shaping of the city, but also directly affects the living experience and spatial efficiency of residents. Urban planning and design, on the other hand, undertake the task of coordinating urban functional layout and formulating long-term development strategies, providing comprehensive guidance for future urban construction. The interaction and close connection between the two play an irreplaceable role in promoting high-quality urban development. This study adopts a combination of theoretical exploration and practical analysis to systematically sort out the relationship between architectural design and urban planning design. Through in-depth research from multiple perspectives such as theoretical basis, complementary functions, collaborative mechanisms, and evaluation systems, the aim is to reveal the interactive mode and impact of the two in urban construction. The core objective of the research is to provide solid theoretical support for the current urban construction practices in China, while proposing innovative design ideas to promote a higher degree of integration between architectural design and urban planning design at the application level, thereby enhancing the scientific and rational nature of overall urban construction.

Keywords: architectural design; urban planning and design; collaborative development; multidisciplinary integration; technological innovation

互联网技术的迅猛发展推动了共享经济 (Sharing Economy) 模式的广泛应用, 并在全球商业领域引发深远变革。通过优化资源配置、提升利用效率以及降低交易成本, 这一模式在交通出行、住宿租赁、联合办公和在线教育等多个行业快速普及, 并催生出一批极具影响力的企业, 如 Uber、Airbnb 和 WeWork 等。随着市场竞争格局日趋复杂, 企业如何在共享经济环境下构建可持续的竞争战略, 逐渐成为学术界和产业界高度关注的焦点问题。共享经济模式核心理念强调资源共享与平台协作, 其广泛应用使传统企业对资本投入与固定资产的依赖程度大幅降低, 进而推动商业运营模式向更具灵活性和网络效应的方向转变。尽管这一商业模式在促进经济发展的同时创造了新的

市场机遇, 但也带来了诸多现实挑战, 包括行业竞争日益激烈、政府监管政策日趋完善、用户信任体系有待加强, 以及盈利模式仍处于不断优化阶段。企业若要在这一经济模式下保持长期竞争力, 必须在技术创新、商业模式升级以及用户体验优化等多个层面同步发力, 制定具有前瞻性的战略方案, 以适应市场需求的变化并保持行业领先地位。

1 建筑设计与城市规划设计概述

1.1 建筑设计

建筑设计是城市建筑工程施工的前提和关键环节, 它不仅要符合城市建设规划的相关要求, 还需通过图纸与技术文件明确施工方案, 并预见施工过程中可能存在的问题, 以确保建筑工程的顺利实施。在建筑设计过程中, 设计人

员既要注重建筑的外部形态,也要深入考量内部空间结构的合理性。因此,建筑设计需要在建筑力学与美学之间寻求平衡,并运用科学的设计理念和办法,以全面提升建筑设计的整体质量^[1]。随着城市建设的快速发展,我国建筑设计行业正处于蓬勃发展的阶段,同时也对建筑设计人员提出了更高的要求。为了使建筑设计与城市规划设计高度融合,设计人员不仅要关注建筑风格的创新,还应融入时代特征和历史文化元素,使建筑作品既具有独特的艺术魅力,又能展现城市的文化底蕴和发展脉络。

1.2 城市规划设计

城市规划设计是一项涉及城市全局性发展的综合性任务,旨在协调与整合土地资源、生态环境、社会功能及经济发展等多个方面的目标。该过程通常包括城市总体规划、分区规划以及专项规划等不同层次,目标是建立一个科学合理、层次分明的城市空间结构及功能体系。在城市规划设计的过程中,不仅要确保各区域功能的有机衔接与协调,还要注重历史与未来之间的联系,以实现文化的延续性及发展的可持续性。通过精心设计空间布局、提升景观环境以及优化交通网络,城市内在品质的提升与外在形象的塑造能够实现双重目标。在实际应用中,城市规划设计需要基于对区域内自然资源、人口分布、产业布局及文化特色的详细调研,确保规划方案具备科学性与前瞻性。

2 建筑设计与城市规划设计的关系探讨

2.1 城市规划设计对建筑设计的引导与规范

作为城市发展总体框架的核心,城市规划设计对空间功能分区、景观节点以及公共空间配置等方面的要求,形成了建筑设计实施过程中不可或缺的引导与规范。城市规划部门依据具体的区域特点与城市发展战略,制定了容积率、绿地率、建筑高度、交通网络等一系列规划指标。这些指标为建筑设计的执行提供了重要的标准与约束条件。此外,城市规划设计通过整体城市景观的规划,明确了建筑物之间的位置关系以及公共空间的功能,使得建筑设计不仅仅关注单体建筑的个性化,还必须考虑如何将其与周围环境融合,确保建筑与城市空间的和谐衔接。城市规划设计因此不仅为建筑设计的方向提供指导,也为建筑项目的质量提供了外部的标准与依据,从而保证了建筑作品在满足功能需求的基础上,也能兼顾美学与人文关怀,推动城市建设朝着更高品质、更绿色、可持续发展的方向发展。

2.2 建筑设计对城市规划设计的优化与补充

尽管城市规划设计在宏观层面上为城市发展提供了总体框架,但在具体实施过程中,规划设计往往因信息滞后或过于理想化,未能完全满足实际需求。这时,建筑设计便发挥着补充与优化的作用,弥补了规划设计中的不足^[2]。建筑设计师在实际项目中,会根据现场情况、业主需求与环境条件,灵活调整设计方案,以确保设计细节的可行性与适应性。通过精心修改与优化建筑设计方案,建筑设计师不仅能够填补规划设计中的空白,还能形成一套动态的反馈

机制,将宏观规划与具体设计之间的差距有效弥合。

2.3 建筑设计与城市规划设计的协同发展

建筑设计与城市规划设计作为城市建设的两个重要领域,其协同发展对于提升城市整体形象及综合竞争力具有重要意义。在城市更新与新城建设的过程中,建筑设计与城市规划设计在多个方面打破了传统的隔阂,形成了更加紧密的合作模式。通过建立跨部门、跨学科的协同工作机制,建筑设计与城市规划设计能够在规划初期就充分沟通与整合,避免了因信息不对称或理念差异而导致的设计冲突。项目实施阶段,动态调整机制的建立使得规划决策、设计创新与施工监控之间的沟通更加高效,从而确保了项目执行的顺利进行。

3 建筑设计与城市规划设计的区别分析

3.1 设计目标的不同侧重

建筑设计与城市规划设计尽管在整体上都着眼于提升城市品质及人居环境,但它们在各自的设计目标上存在显著的差异。建筑设计专注于建筑本身的功能、结构、外观以及内部空间的布局,其核心目的是在满足建筑使用需求的同时,确保建筑物的安全性与美学价值。从建筑设计的视角出发,设计师往往更加注重建筑的局部创新,如何通过空间的巧妙布局和细节设计,提升其使用的便利性与舒适性。不同于建筑设计,城市规划设计的目标则更加宏观,涉及到整个城市或区域的空间布局、公共资源的合理配置以及城市各系统功能的优化^[3]。城市规划的首要任务是构建一个具有可持续发展能力、生态友好以及社会和谐的整体城市结构,其核心目标是确保城市的长期发展具备良好的基础设施支撑和生态环境保障。建筑设计关注的是局部单体建筑的个性与实用性,而城市规划设计则更为关注从宏观角度进行城市功能区的合理划分与协调,确保各项资源得以高效利用,从而推动整个城市的持续健康发展。

3.2 设计任务的差异性

建筑设计与城市规划设计在任务分配上有着明显的区别,二者分别承担着不同的职责,体现出不同的工作重点。建筑设计的任务往往聚焦于单体建筑的构思与优化,具体包括建筑方案的创作、平面布局的设计、立面造型的构思、结构计算的落实、施工工艺的选择以及材料的合理运用等各个环节。在建筑设计过程中,设计师不仅要确保技术标准的严格遵守,还要对创新设计与实用性的平衡进行充分考量,以达到建筑物既能满足功能需求,又具有独特美学表现的目标。而城市规划设计的任务则涉及更广泛的内容,它不仅需要考虑到区域范围内的土地利用、交通网络、公共设施、生态环境等多方面的因素,还需处理更复杂的社会问题和资源分配问题。城市规划设计要求规划者具备跨学科的综合能力,能够在宏观层面进行系统的思考与安排,从而确保城市各个功能区之间的协调发展。由此可见,建筑设计注重微观细节与建筑个体的创新,而城市规划设计更为注重宏观的空间布局与社会功能的合理分配。

4 建筑设计与城市规划设计协同发展的策略

4.1 强化城市规划设计的统筹作用

为了确保建筑设计与城市规划设计的有效协同,必须强化城市规划设计在城市建设中的统筹作用。城市规划应从整体上进行宏观引导,通过科学合理的顶层设计,构建起层次分明、系统完善的规划体系。通过明确功能分区、资源配置与发展目标等要素,城市规划能够为建筑设计提供标准化的规范与指导。在规划设计的过程中,应充分听取建筑设计领域专家的意见,确保在宏观规划与具体需求之间找到最佳平衡。规划方案的制定不仅要考虑到未来发展的可持续性,还需结合不同区域的实际需求和特点,确保规划的全面性与可操作性。同时,政府部门与建筑设计单位应通过建立健全的政策支持体系、信息共享平台以及技术培训机制,加强沟通与合作,推动城市建设的精细化发展。通过明确的规划目标与优质的规划实施体系,城市建设能够朝着更加有序、标准化的方向推进,从而实现更高效的资源配置与更科学的发展路径。

4.2 促进建筑设计与城市规划设计的质量协同

在提高建筑设计与城市规划设计质量的过程中,必须建立起双向互动、相互促进的协同机制。城市规划部门在制定规划标准时,应考虑到建筑设计的可操作性与实际需求,确保规划方案在执行过程中具有较高的可实施性;而建筑设计单位在进行方案创作时,也应主动融入城市规划的总体理念与发展目标,确保设计方案既符合技术规范,又能体现出城市文化与环境的特色。通过定期举行跨部门的专家研讨会、联合评审及项目实践案例交流,能够及时调整与优化现有的设计方案,同时也能挖掘出新的设计方法与技术路径,促进两者在设计执行、质量监管以及后期调整方面的顺利衔接,最终推动城市建设的高质量发展,确保各个环节的有效协调与合作。

4.3 构建科学完善的建筑设计评审体系

为了实现建筑设计与城市规划设计的无缝衔接与协同发展,必须构建起一个科学完善的建筑设计评审体系。该体系应涵盖从初步方案立项、设计评审、施工图设计到竣工验收等各个环节,通过制定多维度的评价标准,全面评估设计的技术质量、环境适应性、经济效益及文化内涵等多个方面。在设计评审过程中,专家评审、公众参与及多次反馈意见的融入,不仅能够确保设计质量符合国家标准,还能更好地保障地方实际需求的落实。同时,在评审过程中,通过信息化管理手段的引入,设计数据可以进行实时共享与动态跟踪,确保评审过程的透明性与规范性。

4.4 城市规划设计的优化应借鉴建筑设计经验

在城市规划的优化过程中,可以借鉴建筑设计在实践中的丰富经验与成功案例。建筑设计中对细节的精心处理、空间的合理组织与环境的优雅营造,能够为城市规划中的公共空间设计、城市形象塑造及人文关怀方面提供宝贵的参考^[4]。建筑设计过程中所涉及的绿色节能、智能

建筑技术及材料创新等方面的经验,也为城市规划优化提供了新的思路与方法。通过跨领域的合作与经验共享,城市规划设计能够吸收建筑设计中的创新成果,弥补城市规划在细节设计上的不足,进一步推动城市规划设计走向更加人性化、精细化的方向,从而提升城市的整体功能与发展质量。

4.5 推动多学科融合与技术创新

随着科技的进步与全球化的深入发展,推动多学科的交叉融合与技术创新已成为城市建设的重要驱动力。建筑设计与城市规划设计在不断发展的过程中,应积极吸纳计算机辅助设计、大数据分析、物联网以及虚拟现实等现代技术成果,借助跨学科的合作,探索出新的设计理念与创新模式。多学科融合能够打破传统的专业界限,促进技术与思想的不断碰撞与融合,在前期规划、方案论证及实施过程中,提高设计效率与决策质量。在这个过程中,政府、行业协会及学术界应进一步加强产学研合作,设立专项基金与平台,鼓励专家学者共同参与城市建设实践,通过技术创新、应用示范与成果推广,推动建筑设计与城市规划设计在理论、技术与管理模式上的全面创新,推动城市在智能化、绿色化及高效化方面取得更大突破。

5 结论

通过对建筑设计与城市规划设计的内涵、功能及任务的深入分析,本文明确了两者在城市建设中的协同作用与互补性。在城市建设过程中,城市规划设计为建筑设计提供了宏观指导与规划标准,而建筑设计则通过创新与优化,在具体实施中对规划目标进行细化与落实。随着时代的发展,面对资源紧张、环境污染及功能不均衡等挑战,建筑设计与城市规划设计的有机结合将成为推动城市可持续发展与提升城市竞争力的关键。为此,本文提出了加强统筹、优化评审体系及推动跨学科合作等策略,这些策略能够为我国建筑设计与城市规划领域提供实践指南与理论支持。随着技术的持续进步与理念的创新,建筑设计与城市规划设计将在改善人居环境、提升城市形象及推动生态文明建设等方面展现出广阔的发展前景,进一步推动城市功能的完善与居民生活质量的提高。

[参考文献]

- [1]崔明奕,李龙刚.基于城市规划视角的建筑设计策略研究[J].居舍,2023(11):95-97.
 - [2]李小磊.新时代建筑设计与城市规划策略研究[J].城市建筑空间,2023,30(1):48-49.
 - [3]覃航.建筑设计与城市规划的相关性研究[J].住宅产业,2024(6):87-89.
 - [4]蒋啸.新时期建筑设计与城市规划相关性[J].中国建筑金属结构,2023(2):117-119.
- 作者简介:高敏航(1996.6—),毕业于河北大学——建筑学专业,就职单位:河北建筑设计研究院有限责任公司,职务,建筑设计人员,职称:中级职称。

基于大地艺术视角的乡土景观设计研究

许文俊

中冶南方城市建设工程技术有限公司, 湖北 武汉 430070

[摘要] 大地艺术是一种将自然环境与艺术创作充分结合的艺术形式, 其实际发展中为乡土景观设计提供新视角以及方法支持。基于此, 本篇文章研究中将首先对大地艺术以及乡土景观进行梳理阐述, 明确其定义以及基本特征, 在此基础上, 分析其美学原则, 并针对基于大地艺术的乡土景观设计要点进行深入探究。

[关键词] 大地艺术; 乡土景观; 设计

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15991

中图分类号: TU982.29

文献标识码: A

Research on Rural Landscape Design from the Perspective of Land Art

XU Wenjun

WISDR I City Construction Engineering & Research Incorporation Ltd., Wuhan, Hubei, 430070, China

Abstract: Earth art is an art form that fully combines natural environment with artistic creation, providing new perspectives and methodological support for local landscape design in its actual development. Based on this, this article will first clarify the definition and basic characteristics of land art and rural landscapes, analyze their aesthetic principles, and conduct in-depth exploration of the key points of rural landscape design based on land art.

Keywords: land art; rural landscape; design

引言

在当前社会发展新时期背景下, 民众对自然环境以及传统文化价值认识的持续深化, 乡土景观设计作为重要的文化传承以及环境建设手段, 所受关注度也日益提升。然而需注意的是, 传统乡土景观在面对现代城市化以及商业化冲击时, 通常难以保持其原有特色以及价值。大地艺术是起源于 20 世纪 60 年代的艺术运动, 其对艺术与自然环境融合做出明确强调, 此即为乡土景观设计提供新思路以及方法支持。大地艺术可通过大规模使用自然材料以及地形改造, 创造出与自然环境和谐共存的艺术作品, 该艺术形式不仅可显著增强民众对自然环境的感知, 同时也可充分激发民众对乡土文化的认同感。

1 大地艺术以及乡土景观概述

1.1 乡土景观概述

乡村景观主要根植于地域生活经验之中, 其空间形态演变直接受自然地理条件以及文化传承脉络双重作用影响。乡土景观作为人地关系的重要物质载体, 其不仅是对农耕文明空间记忆的记录体, 其中也蕴含生态智慧以及传统营建技艺, 具体构成要素涵盖聚落体系、生产性景观(如梯田、水渠)、祭祀空间及自然地貌等, 相关要素共同构成具备地域识别性的文化生态系统。相较于城市景观的工业化特征, 乡土景观更侧重自然基底与文化基因充分融合。

1.2 大地艺术概述

大地艺术是在 20 世纪 60 年代欧美后现代艺术思潮影响下, 从极简主义中衍生发展而出的, 以自然环境为载体

的空间艺术形式。其创作实践对物理限制进行有效突破, 可依托于地形重塑、自然材料重组等手法, 在特定场域中实现艺术表达与生态过程的对话。

大地艺术在实际发展中对生态伦理进行重构, 针对工业文明造成的环境创伤, 提出“自然主体性”概念, 即通过最小化人工干预(材料就地化利用、过程可逆性设计), 构建人类活动与生态系统的动态平衡, 比较典型作品如史密森的螺旋形防波堤以及戈德沃特的闪电原野等, 相关作用均对自然力的主导地位做出明确强调。大地艺术的空间实践主要涵盖创作场域开放化(自然公共空间)、参与主体多元化(村民共建)、审美体验共享化(文化记忆唤醒)等公共属性, 以克里斯托夫妇的包裹艺术为例, 其实际创作中主要是依托于临时性景观改造带动公众对日常环境进行再认知。

在乡村景观设计中, 大地艺术的融入策略主要包括: 依托等高线耕作原理对艺术农田进行构造; 利用废弃建筑构件开展景观装置设计; 利用光影艺术激活传统街巷空间。该创作方式可在有效延续地域文脉同时创造出新的景观叙事, 实现游客停留时间延长效应。

2 大地艺术应用于乡土景观设计的美学原则

2.1 宏观视角与整体性考量

大地艺术的显著特征为利用尺度宏大以及展现空间广阔, 该特征要求艺术家在创作时对自然生态、地形地貌、植被覆盖、气候条件以及土壤类型进行综合考量。将大地艺术理念应用于乡土景观设计中时, 同样需要基于宏观视角进行整体性考量。

创作者需对设计目标、场地定位以及目标受众多元化需求进行考量,切实保障设计策略的整体性,避免陷入片面思维误区。同时,创作者应在对地域自然地理、风土人情及民俗文化进行深入探究基础上,对各类元素进行提炼与筛选,以景观功能需求导向,构建出层次分明且整体和谐的设计方案。在相关作品具体实现阶段,应充分融入地方风格,选用本土材料及色彩,确保设计统一性以及可识别性,此过程中需对各方面细节进行关注,确保从材质选择到色彩搭配均与地域特色相契合,以此赋予乡土景观以整体美感与地方特色。

2.2 历史传承与保护原则

在当前城市化进程不断深化的背景下,富含地方特色的自然景观以及人文风貌正面临逐渐消逝危机,乡土景观作为自然与人文两大领域重要交汇点,对其进行有效保护具有重要现实意义。在自然景观方面,应最大限度地保持其原有地貌,以此展现纯粹的自然魅力,此即要求创作者充分尊重自然环境原生状态,避免对场地造成过度开发与破坏。而在人文景观方面,则需加强对其历史价值以及文化内涵的保护力度。对于保存完好且集中的历史遗迹、民居群落等,应以原地保护为主,以切实减少造成的破坏,对于破损较为严重的历史建筑,则应在“修旧如旧”原则指引下进行精细修复,切实避免现代化材料与技术过度介入与干扰。

2.3 地域特征尊重与展现

乡土景观多样性主要源自地域性传承,由此创作者在融合大地艺术理念开展设计工作时,应注意尊重并展现不同地区在自然地理、民俗文化及材料工艺方面的差异,以切实避免出现同质化问题。创作者在实际工作中,应深入乡土中与当地居民进行沟通交流,通过实地考察与调研,深刻理解当地民俗文化以及风土人情,在此基础上将地域特色融入作品设计中,利用独特的设计语言以及表现手法充分表现出乡土景观的魅力以及地域风貌。

同时,创作者在实际工作中还应避免盲目追求形式美而忽略地域本质问题出现。具体设计中应对功能与美学进行充分平衡,在符合实用需求的同时,彰显地域特色,以此促使乡土景观真正融入地方,并成为展现地域文化与风貌的重要载体。

3 基于大地艺术理念的乡土景观设计要点

3.1 自然本体的艺术转译创新

长期以来,人类对自然界物质性改造活动通常局限在表面层次的短暂变化,相关改造仅触及自然面貌表层而未深入其本质。该停留在表象层面的改造,与自然本身所蕴含的美学深度间存在巨大鸿沟。马克思所提出的“美的规律建造论”,可为理解景观设计师通过艺术化手法对自然形态进行重构的思路及路径提供新视角支持。在该理论框架下,景观设计师所开展的创造性实践,本质为将社会空间转化为美学场域的尝试,其通过对自然元素进行编排和重构,赋予相关元素新美学意义,同时也在社会与自然间搭建起连接桥梁,进而有效实现两者在美学层面的融合。

在该艺术化转变过程中,自然元素超越自然界中普通成员角色,被赋予更为丰富的文化内涵以及人文精神,在经过设计师的美学编码处理后,成为特定意义以及情感的承载符号,并在乡土景观中扮演关键角色,引导参观者去体验、理解自然之美。然而现代景观设计不仅局限在对自然元素进行简单挪用以及复制,对自然本体潜能的挖掘力度也不断提升,创作者依托于解构与重构的创作方法论,将原始自然元素升华为具备创新性的艺术语汇。

大地艺术作为独特的艺术表现形式,可为乡土景观创作提供深刻启示。其实际创作中会对原生地貌进行艺术化处理,如将山体、麦田、荒原等转化为具备强烈符号意义的景观装置,此充分展现出自然元素的物理形态转化,同时也有效揭示其背后深层的生态学、生物学以及文化美学价值,如图1所示。该创作方式不仅可促使参观者发现自然元素形态层面的变化,同时也使参观者深刻感受到自然中所蕴含的生命力以及创造力。



图1 麦田怪圈(左)与波普艺术植物图案(右)

在大地艺术创作中,设计者通常会以批判性视角对自然的不完美性进行审视,通过抽象化手法对自然的节奏和韵律进行强化。例如,日本枯山水园林中对砂石纹理做出的极致表现,此是对自然缺陷的弥补,同时也是对新审美维度的创造。该创作方式不仅可让参观者海岸自然之美,同时也使得其充分感受到自然与人类文明间的紧密联系。

3.2 场所精神的当代转译策略

场所精神是乡土景观创作中的核心概念,其通常具备时空双重维度,即涵盖物理空间环境特质,同时也是文明演进的文化记忆重要载体。在乡土景观设计创作中,对场所精神进行转译是业界所面临的关键课题。设计者通常需突破物质表象束缚,依托于“记忆锚点”等手法唤醒集体潜意识中的情感共鸣,以此有效实现场所精神的艺术再生。以德国 Zollverein 工业遗址改造为例,设计者在实际工作中对原有生产痕迹进行保留,使工业记忆转化为文化景观,促使该废弃的工业遗址焕发出新生机和活力,具体如图2所示。该创作方式不仅对历史痕迹进行保留,同时也让参观者在游览中感受到场所精神的延续以及传承。

为有效实现场所精神当代转译目标,设计者在实际工作中应注意积极建立双重解码系统。在物质层面需对场所的形态特征进行提取,而在精神层面则需对文化叙事逻辑进行重构。该创作路径要求设计者具备深厚的文化人类学素养,可将生活场景中所蕴含的朴素美升华为具备当代性

的艺术表达,如中国建筑师王澍在文村改造中,在保留传统民居建构技艺同时,合理现代材料的转译形成新空间语法。该创作方式不仅可促使传统与现代在景观中实现和谐共生,同时也让景观成为连接过去与未来的时空媒介。



图2 Zollverein 工业遗址改造效果

3.3 培植新审美视角

在当前社会快速变迁的背景下,乡土景观作为连接过去与未来的重要纽带,其中承载丰富的历史文化信息以及自然生态价值。然而在全球化浪潮冲击下,传统乡土美学认知框架局限性逐渐显现,亟须进行深刻的范式革新,进而建立起超越传统认知的审美体系。该体系核心即在于对乡土景观的价值评判标准进行重构,以此引导观赏者以全新视角对乡土之美进行欣赏和理解。为此,设计者应加强对乡土美学“未修饰性”特质的重视程度。

在以往美学观念中,未经雕琢的自然元素通常被视为缺乏美感的“瑕疵”。然而在乡土美学革新视角下,“未修饰性”应被视为难能可贵的美学资源,其代表自然与人工造景间的微妙平衡,是乡土景观生命力的真实体现。如杜伊斯堡景观公园设计中,设计者将原本被视为“杂草”的野草巧妙融入工业美学构图中,进而促使其成为景观整体不可或缺的关键组成部分。该转变不仅赋予野草新生命意义,同时也使得公园整体呈现出独特的工业与自然相交融的美感。为构建此新的审美体系,需要遵循如下三个基本原则:

首先为逆向审美原则。该原则鼓励设计者从传统审美观念中所忽视的角落中发现并提炼美学价值,如残墙上的地衣群落、废弃工厂中的铁锈痕迹等,看似不起眼的元素在逆向审美视角下,可有效展现出独特的沧桑美以及生命力。通过深入挖掘相关被忽视的美学资源,可有效为乡土景观注入更多文化内涵以及生态智慧。

其次为历时性审美原则。该原则强调将不同时期的改造痕迹视为文化底层,通过对相关痕迹背后蕴含的历史变迁和文化遗产进行审视,可更充分地理解乡土景观演变过程。历时性审美要求设计者对现有乡土景观进行细致观察以及分析,同时还需要具备一定穿越时空的想象力,以此在历史的脉络中捕捉被遗忘的美学瞬间。该审美方式可进一步强化观赏者与乡土景观间的深厚情感纽带,进而促使其更珍惜和保护宝贵的文化遗产。

最后为参与式审美原则。该原则强调将景观设计为触发身体感知的互动载体,促使观赏者在亲身体验中深刻感受乡土景观的独特魅力。参与式审美不仅要求设计者创作过程中对观众的需求感受进行深入考量,同时还需要创造出可充分激发观众想象力以及创造力的空间氛围。例如,Snøhetta 事务所设计的野生花园即是典型的参与式审美案例。在该花园中,观赏者可自由漫步于自然与人工交织而出的景观中,并在触摸、聆听、嗅闻等多种感官体验下,感受乡土景观的多样性以及生命力。此设计方式不仅可显著强化观赏者的参与感以及归属感,也可促使乡土景观成为生动的文化符号以及艺术表现形式。

通过培养该复合型审美能力,设计者可有效创造出更多兼具土地原真性以及艺术张力的乡土景观作品,以此在充分满足群众对美好生活的向往与追求同时,也可为乡土文化传承以及发展提供有力支撑。

4 结语

综上所述,人类对自然的改造不应仅停留在表象层面,而需深入挖掘自然美学价值以及文化内涵。通过艺术化手法以及批判性的视角,促使自然元素转化为具备深刻含义的艺术符号,进而实现自然与社会在美学层面的紧密结合。同时,设计者在实际工作中也需要加强对场所精神转译和传承的重视程度,通过创新创作手法,实现将历史记忆和文化叙事融入景观中,促使景观成为连接过去与未来的桥梁。此外,设计者还需积极加强对审美体系革新与实践的重视程度,以开放和包容的心态欣赏并理解乡土之美,为推动乡土文化繁荣发展提供有力保障。

[参考文献]

- [1] 闫启文,朱伦江.从乡土景观到大地艺术景观的转型路径[J].牡丹,2021(14):23-25.
- [2] 张熙茹.苏州古塔景观艺术价值研究——以瑞光塔为例[J].中国民族博览,2022(22):171-173.
- [3] 田恩慈,胡静怡.地景艺术视角下乡村旅游景观营造探讨——以陕西省镇巴县赤南镇为例[J].现代园艺,2021,44(18):3.
- [4] 朱国庆,贵敏,聂珉.基于乡村振兴战略的乡土景观设计研究[J].工程抗震与加固改造,2022,44(5):10010.
- [5] 何东平.论乡土景观及其对现代景观设计的意义[J].工程设计与施工,2024,6(1):20-22.
- [6] 冯潇.新乡土景观设计初探——以太原西山冀家沟村生态示范区为例[J].森林防火,2024,42(3):151-153.
- [7] 袁政,李宇,黄羽洁.非遗传承活态保护视角下乡村景观设计——以乌镇横港村为例[J].绿色科技,2020(11):3.

作者简介:许文俊(1993.3—),男,武汉理工大学,设计学,中冶南方城市建设工程技术有限公司,景观设计师,中级工程师。

建筑设计方案优化的必要性对策研究

刘阳

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 建筑设计方案优化是提升建筑项目质量和效率的重要手段。通过合理的设计调整和优化,可以降低施工成本、提升建筑的使用功能与舒适度,并有效节约资源,减少环境负担。优化过程中,通过对建筑设计的各个环节进行综合分析,选用先进的设计理念与技术手段,结合实际需求,对结构、材料、能源利用等方面进行合理配置,从而实现设计方案的最优效果。优化后的建筑不仅能提高空间利用率,改善居住和使用体验,还能够提高项目的可持续性,推动绿色建筑实现。实施建筑设计优化不仅符合当前建筑行业的发展需求,也为未来建筑发展提供了更具竞争力的解决方案。

[关键词] 建筑设计; 方案优化; 节能环保; 绿色建筑; 功能提升

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15988 中图分类号: TU201 文献标识码: A

Research on the Necessity and Countermeasures of Optimizing Architectural Design Scheme

LIU Yang

Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Optimizing architectural design schemes is an important means to improve the quality and efficiency of construction projects. Through reasonable design adjustments and optimizations, construction costs can be reduced, building functionality and comfort can be improved, resources can be effectively saved, and environmental burdens can be reduced. In the optimization process, through comprehensive analysis of various aspects of architectural design, advanced design concepts and technical means are selected, combined with actual needs, and reasonable configurations are made in terms of structure, materials, energy utilization, etc., in order to achieve the optimal effect of the design scheme. Optimized buildings can not only improve space utilization, enhance living and user experience, but also increase project sustainability and promote the realization of green buildings. Implementing architectural design optimization not only meets the current development needs of the construction industry, but also provides more competitive solutions for future building development.

Keywords: architectural design; plan optimization; energy conservation and environmental protection; green building; function improvement

引言

随着建筑行业的迅速发展,传统设计理念逐渐无法满足现代社会对建筑质量、功能与环保的高标准要求。建筑设计方案的优化,不仅能有效提升建筑的空间利用率和舒适度,还能实现资源节约与环境保护,成为当今建筑领域的关键趋势。尤其在绿色建筑和可持续发展的背景下,优化设计方案已成为提升建筑项目整体性能的重要途径。通过综合考虑结构、材料、能源效率等多方面因素,优化后的设计方案能够降低建设成本,缩短工期,并提升建筑物的长期使用价值,推动建筑行业向更加智能、环保的方向发展。

1 建筑设计方案优化的理论基础与发展趋势

1.1 建筑设计优化的理论基础

建筑设计方案优化基于多个学科的交叉融合,涉及建筑学、工程学、环境科学等领域的理论支持。首先,建筑设计优化依赖于系统工程理论,它强调从整体角度对建筑项目进行综合设计与分析,以实现各个环节的最优配置。在此基础上,设计师需考虑建筑的功能需求、使用效能、空间布局、能源消耗等多重因素。其次,结构力学与材料

学原理也是建筑设计优化的重要支撑,选择合适的建筑材料和结构形式能够有效提高建筑的安全性、耐久性及经济性。最终,建筑设计优化还需遵循可持续发展的理念,将生态学和环境保护的要求贯穿于设计中,确保建筑在使用过程中的资源节约和环境友好。

1.2 建筑设计优化的技术发展

随着科技的进步和建筑行业需求的多样化,建筑设计方案优化不断融入新的技术手段。例如,建筑信息模型(BIM)技术的发展使得设计师可以在虚拟环境中实现建筑各环节的精确建模与模拟,提前识别潜在问题,优化设计方案,减少施工阶段的返工与浪费。此外,智能化设计与人工智能的应用也为建筑设计方案的优化提供了更多的可能性,通过数据分析和算法优化,能够实现更加精确的建筑方案决策。可持续设计理念的普及使得绿色建筑技术得到广泛应用,太阳能、风能等新能源的集成与智能化控制系统的应用,使得建筑设计更加注重能源的高效利用与环境友好性。

1.3 建筑设计优化的未来发展趋势

未来,建筑设计优化将朝着更加综合化、智能化和可

持续化的方向发展。综合化体现在建筑设计方案的制定过程中,设计师不仅要考虑建筑的美学与功能需求,还需统筹考虑社会、文化、经济等多方面的因素,以实现全方位的优化。智能化方面,随着物联网、大数据和人工智能的不断发展,建筑设计方案将逐步走向自动化和智能化,建筑物本身也将具备更高的自适应能力,能够根据不同的使用需求和环境条件进行实时调整。可持续性仍将是未来建筑设计优化的核心要求之一,绿色建筑材料、节能技术和环境保护措施将贯穿设计全过程,推动建筑行业的绿色转型与可持续发展。

2 建筑设计方案优化的关键因素与实施路径

2.1 功能需求与空间布局优化

建筑设计方案优化的首要任务是满足使用者的功能需求,并在此基础上进行合理的空间布局设计。在优化过程中,设计师需综合考虑建筑的使用性质、功能区划和空间流动性,确保建筑内部空间的高效利用。通过细化空间需求并优化功能区间的布局,避免空间浪费,同时提高建筑物的舒适度与实用性。例如,在住宅建筑中,合理的空间布局不仅能增加居住舒适度,还能提升生活便利性;而在商业建筑中,空间的功能性布局直接影响到经营效率和顾客体验。因此,优化空间布局是提升建筑整体功能性能的关键步骤。

2.2 结构与材料选择的优化

建筑设计方案的优化还需要深入探讨建筑结构与材料的选择。合理的结构设计 with 材料选择能够显著降低建筑成本,提高建筑的安全性与耐久性。在结构设计方面,优化通常通过采用简化的结构形式、减少不必要的支撑系统来达到节约成本的目的;在材料选择方面,采用性能优越、价格适中的建筑材料不仅能够减少施工费用,还能提高建筑的功能性与环保性。例如,采用轻质高强的建筑材料可以有效减轻结构负担,同时减少能源消耗。此外,绿色建筑材料的选择不愈发重要,使用环保、可回收的材料可以进一步提升建筑的可持续性。

2.3 能源利用与环境影响的优化

建筑设计方案优化的重要方向之一是提升能源利用效率与减少对环境的负面影响。随着能源危机和环境污染问题日益严峻,建筑行业越来越重视节能环保技术的应用。设计师在进行优化时,通常会考虑建筑的热工性能、自然采光、通风系统等因素,通过合理的布局和设计,减少建筑的能耗。此外,绿色建筑技术的引入,如太阳能光伏系统、雨水收集系统、地源热泵等,可进一步提升建筑的能源自给能力,实现“零能耗”或“低能耗”建筑目标。这种优化不仅能降低建筑的运营成本,还能显著减少建筑对环境的负担,推动绿色建筑的发展。

2.4 智能化设计与施工过程的优化

随着科技的不断进步,智能化设计和施工技术逐渐成

为建筑设计方案优化的重要手段。建筑信息模型(BIM)技术的广泛应用,能够帮助设计团队在项目初期进行全面的可视化分析,预测设计变更的影响,优化各个环节的协调性和实施效率。在施工过程中,数字化施工管理系统的引入,使得施工进度、质量控制、成本管理等环节能够实时监控与调整,从而提高施工效率,减少浪费。此外,智能建筑系统(如智能照明、空调系统、安防系统等)的应用,使得建筑在竣工后的运营阶段更加高效和节能,进一步提升建筑的功能性与可持续性。通过这些智能化手段的综合运用,建筑设计方案的优化可以在多个维度上实现最优效果。

3 建筑设计优化对成本控制与资源节约的影响

3.1 降低建设成本

建筑设计优化在控制建设成本方面具有显著的作用。通过对设计方案的精细化调整,优化方案能够减少材料的浪费和施工过程中不必要的支出。在项目初期,通过综合考虑设计、选材、施工工艺等多方面因素,可以避免过度设计或重复建设,确保成本得到有效控制。例如,结构优化能够在确保建筑安全性的同时,减少冗余的支撑系统与材料,降低总体施工费用。此外,使用模块化设计和预制构件技术,也能够缩短工期,减少劳动力成本。这些优化措施能够在不降低建筑质量和功能性的情况下,实现较为显著的成本节约。

3.2 提升资源利用效率

建筑设计优化能够通过对空间、材料和能源的精确配置,提升资源的利用效率。在空间利用方面,优化设计使得建筑内部的每一寸空间都得到了最大化的应用,避免了无效或冗余的空间设计。对材料的选择和使用也进行了合理规划,尽量减少了不必要的浪费,并通过采用高性能、长效的建筑材料,延长建筑的使用寿命,进一步降低了后期维护和更换的成本。同时,优化方案还强调建筑中自然资源的利用,比如合理配置窗户、绿化及通风系统,最大化利用太阳能和自然风力,减少人工照明和空调等能源消耗。

3.3 节能与环保

建筑设计方案优化对能源的节约和环境保护具有重要意义。通过采用绿色建筑设计理念,优化方案能够有效降低建筑的能耗,减少建筑使用过程中对环境的负面影响。例如,在设计中融入高效的保温隔热材料、双层玻璃窗及智能化的能源管理系统,能够降低建筑的能源消耗。此外,通过合理的布局和朝向设计,可以最大化利用自然采光和自然通风,从而减少对空调和人工照明的依赖,进一步提高能源效率。在建筑外立面和屋顶设计中,应用绿色植物覆盖以及太阳能光伏系统等,也能有效降低建筑的碳足迹。

3.4 长期经济效益

除了直接的建设成本节约,建筑设计优化还能够在长期运营过程中为业主带来更大的经济效益。优化设计使得

建筑的能源消耗、维护成本 and 环境影响得以降低,从而提高了建筑的整体价值。在长期运营中,优化后的建筑能更好地适应环境变化,降低因老化、修缮所带来的额外支出,同时也提升了建筑的租赁价值和市场吸引力。此外,建筑设计优化通过提升建筑的可持续性和功能性,还能提高建筑的使用寿命,减少重建和拆除的需求,进而降低资源的浪费和再利用成本。

4 绿色建筑与可持续发展在设计优化中的应用

4.1 绿色建筑设计理念的融入

绿色建筑设计理念强调在建筑的全生命周期内最大程度地减少对环境的负面影响,并提高能源利用效率。在建筑设计优化中,绿色设计理念的融入不仅限于选材和施工阶段,还贯穿于建筑的规划、结构、设备选型等各个环节。例如,在建筑选址时,绿色建筑注重选择交通便利、环境影响较小的区域,以减少建设过程中的碳足迹。在设计中,绿色建筑强调使用环保材料,如低污染、可再生的建材,减少建筑废料的产生。同时,还注重建筑与周围环境的和谐共生,采用自然采光和通风设计,提升建筑的舒适度和居住体验。

4.2 能源效率与节能技术应用

在建筑设计优化过程中,节能技术的应用是实现绿色建筑目标的核心之一。通过优化建筑物的外围护结构,提升外墙、窗户等部位的隔热性能,可以有效减少能源的损耗,特别是在空调和采暖的使用过程中。例如,使用高效隔热材料和双层玻璃窗可以显著减少热量的流失,保持室内温度的稳定,降低空调和采暖的能源消耗。此外,绿色建筑鼓励采用可再生能源技术,进一步降低建筑对传统能源的依赖。太阳能光伏发电系统能够将太阳能转化为电能,为建筑提供清洁能源;风能和地源热泵系统则可用于提供空调、热水等功能,减少对化石燃料的需求。

智能控制系统的应用也是提升建筑能源效率的重要手段。智能照明系统可以根据室内光照强度自动调节亮度,温控系统则根据居住者的需求调节室内温度,避免能源浪费。此外,建筑外立面的遮阳设计和屋顶绿化等措施,不仅有助于控制热负荷,还能降低建筑对空调和采暖的需求,提升建筑的整体能效和舒适度。这些节能技术的综合应用,不仅提升了建筑的能源效率,还推动了绿色建筑的可持续发展。

4.3 水资源管理与节水设计

水资源的高效利用和节约是绿色建筑优化中的重要组成部分。通过优化设计,减少建筑过程中的水消耗和浪费,能够大幅度提升水资源的利用效率。在水资源管理方面,绿色建筑提倡使用节水设备,如低流量水龙头、节水马桶等。

同时,雨水收集与再利用系统也是绿色建筑的重要内容之一,通过屋顶雨水收集系统,将雨水储存并用于绿化灌溉、冲厕等,减少自来水的使用。通过这些措施,建筑在使用阶段可以显著降低水资源消耗,减少对水资源的压力,推动可持续发展。

4.4 环境影响的最小化与可持续性发展

绿色建筑设计优化的最终目标是实现建筑的可持续性发展。优化设计通过在施工与运营阶段最大化地减少对环境的负面影响,不仅符合绿色建筑的标准,还能在长期使用中降低维护成本,提高建筑的综合价值。例如,通过减少建筑过程中的噪声、废气排放以及建筑垃圾的产生,优化设计能够减少施工对环境的干扰。长期来看,绿色建筑的生命周期内,节能、节水、低污染的设计方案不仅为用户带来了经济效益,也为社会带来了环境效益。通过设计优化,建筑能够更好地适应气候变化、提高能源使用效率,并在最大程度上实现生态环境的保护和资源的可持续利用。

5 结语

建筑设计方案优化不仅是提升建筑项目质量的有效途径,更是实现资源节约与可持续发展的重要手段。通过对功能需求、空间布局、结构材料及能源利用等多方面的优化,建筑设计能够在保证建筑功能和舒适性的前提下,降低建设成本,减少资源浪费,并提升能源效率。同时,绿色建筑理念的融入推动了建筑行业向更加环保、节能的方向发展,有助于降低建筑的环境负担,符合现代社会对生态环境保护的需求。随着建筑技术和设计理念的不断进步,未来的建筑设计将更加注重综合性与可持续性,优化措施将进一步推动建筑行业朝向智能化、低碳化和绿色化发展,为实现经济效益与社会责任的平衡作出贡献。

[参考文献]

- [1] 卢海琳. 建筑设计方案优化策略探讨[J]. 建材发展导向, 2021, 19(16): 202-203.
- [2] 林毓贤. 探讨建筑设计方案优化的必要性与方法[J]. 房地产世界, 2021(8): 35-36.
- [3] 庄齐. 探讨建筑设计方案优化的必要性与方法[J]. 广西城镇建设, 2020(11): 107-108.
- [4] 杨秀勇. 建筑设计方案优化的必要性与对策研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2021(12): 118-119.
- [5] 魏鹏. 建筑基坑支护设计方案的选型及优化分析[J]. 房地产世界, 2022(11): 77-79.

作者简介: 刘阳(1991.12—), 男, 汉族, 毕业学校: 西南林业大学, 现工作单位: 河北建筑设计研究院有限责任公司。

基于海绵城市理念的工业园区给排水设计探讨

杨志成 杨博 郭重阳

华商国际工程有限公司, 北京 100069

[摘要]在我国早期的城市给排水设计中,排水功能为主要关注的焦点,然而雨水的收集与有效利用却未得到足够重视,这导致排水系统未能适应城市化进程中的需求变化。随着海绵城市理念的提出,雨水的滞留、渗透与回用已成为应对水资源短缺的重要策略。将这一理念应用于工业园区,不仅能够显著提高水资源的利用效率,而且对环境保护及可持续发展的实现起到了积极的推动作用。

[关键词]海绵城市理念; 工业园区; 给排水

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15957

中图分类号: TU992

文献标识码: A

Discussion on Water Supply and Drainage Design of Industrial Parks Based on Sponge City Concept

YANG Zhicheng, YANG Bo, GUO Chongyang

Huashang International Engineering Co., Ltd., Beijing, 100069, China

Abstract: In the early urban water supply and drainage design in China, drainage function was the main focus of attention. However, the collection and effective utilization of rainwater did not receive sufficient attention, which resulted in the drainage system failing to adapt to the changing demands of urbanization. With the introduction of the sponge city concept, the retention, infiltration, and reuse of rainwater have become important strategies to address water scarcity. Applying this concept to industrial parks not only significantly improves the efficiency of water resource utilization, but also plays a positive role in promoting environmental protection and sustainable development.

Keywords: sponge city concept; industrial parks; water supply and drainage

引言

随着工业园区规模的不断扩大,水资源需求的增加使得传统的给排水设计难以满足现代园区的需求。通过合理的雨水管理与水资源循环利用,运用海绵城市理念提供了更加可持续的解决方案,以减少水资源的浪费、缓解水资源紧缺问题,并有效改善园区的生态环境质量。将这一理念融入工业园区给排水系统设计,不仅能够有效应对水资源面临的各种挑战,还能促进园区绿色发展的推进。

1 海绵城市理念

在我国的城市雨水管网建设中,长期以来,传统设计理念以排除地面降水为主,重点放在快速排放和减少积水上。这种方式未能充分考虑雨水的重复利用与渗透调蓄,导致现有的给排水系统在管网尺寸、排水能力、排水标准及敷设上存在明显不足。在城区硬化面积逐渐增加的背景下,传统排水系统无法满足现代城市发展的排水需求,这不仅加剧了暴雨后的洪涝风险,也造成了大量水资源的浪费。海绵城市理念应运而生,正是针对我国频繁的内涝灾害问题,这一理念借鉴了国际上部分城市在雨水管理方面的成功经验,提出对市政给排水系统进行改进,通过加强雨水的滞留、下渗与调蓄,在强降雨期间减缓径流峰值,减轻传统排水系统的压力。不同于传统的排水方式,海绵城市强调雨水的管理与有效利用,利用一系列措施提高雨

水的停留时间和下渗量。海绵城市通过建立雨水调蓄系统,吸收、存储、沉淀并净化雨水,使其不仅能满足城市的排水需求,还能在水资源短缺时经过处理后进行再利用。净化后的雨水可回流至城市再生水系统,补充用水需求,同时保护环境,形成有效的水资源循环。海绵城市的核心在于将雨水视为资源进行管理,减少对传统排水管网的依赖,从而提升城市防涝能力并实现水资源的可持续利用。推广这一理念对于缓解我国城市水资源短缺问题、促进城市可持续发展具有重要意义。

2 工业园区给排水设计的现状与问题分析

当前,工业园区的给排水设计面临着诸多挑战,许多问题源自传统设计理念的局限性,对于雨水系统而言,设计过于注重雨水的快速排放,忽视了水资源的循环利用与调蓄功能。在传统方式设计中,园区内排水系统的承载力较弱,尤其在暴雨等极端天气发生时,内涝现象往往无法避免。同时,一些园区缺乏系统的雨水管理措施,雨水的收集、处理与再利用能力不足,大量雨水未能得到有效回用,造成了资源浪费。随着工业园区规模的持续扩大,城区硬化面积的增加使得自然渗透与雨水调蓄功能明显下降,这不仅加剧了传统雨水系统的负担,更使得园区雨水系统在设计初期未能预见未来需求的增长,特别是在暴雨来临时,未能有效应对大规模水量的压力。许多园区在

雨水管网规划时,污水处理与雨水收集系统未得到有机结合,导致污水处理设施超负荷运行,难以应对高强度降水所带来的压力。此外,工业园区给排水系统中的绿色设计理念尚未得到充分应用,雨水花园、渗透池等生态设施建设较为薄弱。由此,园区雨水系统不仅效率低下,也缺乏可持续性,无法适应日益复杂的水文条件与环境要求。要应对现代园区建设中的各类水环境问题,工业园区雨设计亟需转变思路,提升排水效率的同时,需更加注重雨水的循环利用与防洪调蓄功能,推动向绿色、可持续设计理念的转型。

3 海绵城市理念在工业园区给排水设计中的应用

3.1 雨水管理与收集利用

在工业园区的给排水设计中,雨水管理与收集利用构成了海绵城市理念的核心内容之一。传统的排水系统往往只关注将雨水迅速排出,而海绵城市理念则更加强调通过多种方式对雨水进行管理与利用。特别是在园区这种硬化度较高、建设密集的环境中,雨水的有效收集与利用显得尤为重要。雨水管理的关键在于降水的分流与收集,通过合理设置渗透井、蓄水池、雨水花园等设施,降水可以被有效捕捉并储存。这些设施不仅帮助减少雨水径流,减轻排水系统的负担,还能最大限度地利用园区内的雨水资源。在降水量较大的情况下,预设的蓄水系统将能临时储存雨水,以确保随后的水源需求得到满足。对于雨水的利用,收集到的雨水可以用于绿化灌溉、道路清洗,甚至简单处理后满足工业生产中的非饮用水需求。完善的雨水管网系统会将收集的雨水引导至指定区域,经过净化与过滤后,为园区提供可持续的水源,此种设计不仅能有效降低园区的用水成本,也减轻了市政供水系统的压力。同样重要的是雨水的渗透处理,通过采用透水砖、渗水路面等透水性较强的材料,雨水能够迅速渗入地下,减少地表径流,恢复土壤的自然水分循环。这一设计不仅减轻了排水系统的压力,还有效补充了地下水资源,推动了生态水循环的实现。

3.2 雨水系统的绿色化设计

雨水系统的绿色化设计是海绵城市理念在工业园区应用中的关键组成部分,它通过最大化自然元素的融合,提升了生态功能,并减少了对传统排水管网的依赖。与传统雨水系统单纯追求雨水快速排放的方式不同,绿色化排水设计强调通过自然过程,使雨水得以渗透、储存与净化,从而实现水资源的循环利用并促进环境的可持续发展。其中,地表透水性处理是这一设计理念的重要环节,通过使用透水性铺装材料、渗透井、雨水花园等设施,园区地面的渗水能力得以显著增强,从而减少了雨水径流,促进了地下水的补充。例如,透水路面能够让降水直接渗透到地下,避免了对排水管网的过度依赖,减轻了其负担,同时有效降低了城市热岛效应。绿色排水设计还特别注重雨水的调蓄功能,通过设置蓄水池和雨水收集系统,园区能够

储存多余的降水,从而避免了暴雨过后出现的内涝问题。借助这些设施,园区不仅能满足灌溉、清洁等非饮用水需求,还能够在旱季释放储存的雨水,实现水资源的合理调配。另一个不可忽视的组成部分是生态湿地的建设,湿地通过其自然过滤作用,能够有效去除雨水中的污染物,同时为生物提供栖息空间,增加园区的生态价值。人工湿地不仅有助于水质净化,还能与园区景观有机融合,提升美观度,同时增加了园区的可持续性。

3.3 水资源循环利用与节水设计

水资源循环利用与节水设计是海绵城市理念在工业园区实施中的核心内容,旨在实现水资源的可持续利用,减轻对外部水源的依赖,并缓解水资源短缺所带来的压力。随着园区规模的持续扩大,水需求不断增长,水资源的高效利用显得尤为重要。雨水的收集与利用是这一设计的重要组成部分,通过安装雨水收集系统及蓄水池,降水被有效收集并经过净化处理后,可用于园区的绿化灌溉、道路清洗以及冷却等非饮用水需求。此举不仅减少了对市政供水的依赖,还降低了水处理的成本。在旱季时,这些储存的雨水能够有效地补充园区用水需求,确保水资源的稳定供应。废水的回收与利用同样是节水设计中不可或缺的一环,通过对生产废水和生活污水的处理,园区将其转化为可再利用的水源,供生产工艺或设备冷却等非饮用用途。通过污水回用系统,园区能够实现闭路循环,进一步减少对外部水源的依赖。为了提升水资源的整体利用效率,节水设备的安装也是至关重要的措施,园区通过使用低流量水龙头、节水型卫生设施等设备,有效减少了水的浪费。与此同时,智能化水管理系统的引入,能够实时监控园区的用水情况,及时发现任何浪费或泄漏问题,优化水资源的分配与管理,从而确保用水效益最大化。

4 工业园区海绵城市给排水系统的设计方案

4.1 综合雨水管理与分流设计

在工业园区的海绵城市给排水系统设计中,雨水的综合管理与分流设计占据了至关重要的位置,通过优化雨水的收集、分流与调蓄过程,不仅降低了园区内涝的风险,还提高了水资源的使用效率,从而确保了雨水系统的高效运行。综合雨水管理的关键在于合理划分园区内不同区域的雨水流向与处理方式。根据园区的功能布局与地理条件,雨水可被分流至不同的处理与利用系统。例如,工业区的雨水经过初步筛选与净化后,可用于设备冷却与绿化灌溉等非饮用水需求。而生活区域的雨水则需要经过更精细的处理,以达到更高的水质标准,从而用于景观水体补充或地下水回灌^[1]。为了确保雨水与污水的有效分离,分流设计至关重要。传统排水系统常将雨水与污水合并排放,这种设计往往导致污水处理设施超负荷运转,甚至可能发生污染物泄漏。通过引入分流系统,雨水与污水可以分别引导至不同的处理路径,从而显著提高水质处理效率。比如,

雨水通过专用管道进入蓄水池或渗透池进行调蓄与下渗,而污水则进入独立的污水处理系统。这一做法不仅减轻了污水处理设施的压力,还促进了雨水资源的充分利用。园区内的雨水收集与调蓄设施也是管理体系的重要组成部分,通过建设雨水收集池、渗透池与生态湿地等设施,降水可得有效储存,防止大雨时水资源的迅速流失。在干旱季节或用水需求较高的时段,这些储存的雨水将作为备用水源,确保水资源的循环利用。

4.2 雨水渗透与蓄水设施设计

雨水渗透与蓄水设施设计在工业园区的海绵城市给排水系统中占据着至关重要的地位,是实现水资源高效利用的关键途径。科学规划这些设施,园区能够有效减少雨水径流,促进雨水的自然渗透与储存,从而提升水资源利用效率,并有效防止内涝现象的发生。在设计雨水渗透设施时,园区的土壤类型与地形特点必须被综合考虑^[2]。例如,采用透水性铺装材料、渗水池及渗透井等设施,可加速降水的地下渗透,进而补充地下水资源。这些措施不仅减少了表面径流,还能够提高土壤的水分保持能力,为园区内的植被及景观提供水源。同时,透水性铺装能够缓解城市硬化带来的热岛效应,增加地面水的自然渗透量,从而改善园区的微气候环境。在蓄水设施的设计中,应根据园区的降水量及用水需求进行精细化规划。例如,雨水收集池、雨水花园与湿地等设施,可以有效储存降水,避免雨水过快流失而引发洪涝问题。这些设施不仅为园区的绿化、灌溉及非饮用水需求提供稳定的水源,还能在旱季或用水需求高峰期释放储存的雨水,有效缓解水源压力。此外,蓄水池可设计为多功能水体,既具备雨水调蓄功能,又能作为景观水体,提升园区的生态价值。为了确保渗透与蓄水设施的长期高效运行,定期的维护与清理显得尤为重要,特别是防止淤积与堵塞的发生。水质监测在蓄水池中的实施同样关键,确保储存的雨水符合使用标准,从而避免对环境及园区生产活动造成不利影响。

4.3 给排水管网与污水处理设施优化设计

在工业园区给排水系统的设计中,优化给排水管网与污水处理设施是实施海绵城市理念的核心部分。合理的管网布局与先进的污水处理技术不仅提高了水资源的管理

效率,还有效保护了环境,减少了对外部水源的依赖,并降低了污染物的排放。在给排水管网的设计中,排水管网应与雨水管网独立设计,确保污水与雨水通过不同的管道进行处理,防止在雨季污水进入排水系统,导致水质污染^[3]。此外,合理的管网布局与管径选择能够保持园区内水流的稳定性与高效性,有效避免由于设计不当或管网过于复杂而引发的堵塞与漏水问题。在污水处理设施的选择上,多级处理技术的应用能够确保水质符合环保要求,通过物理过滤与化学沉淀等初步工艺,可以去除水中的大颗粒污染物,随后采用生物处理与膜技术进一步净化水质,去除溶解性污染物及有害成分。结合现代化智能监控系统,污水处理设备的运行状态得以实时监控,能够及时调整处理过程,确保排放水质始终符合标准。污水处理后的资源再利用是优化设计中的重要组成部分。经过有效处理的污水可用于园区的冷却水、绿化灌溉及道路清洗等非饮用水需求,从而节约水资源,减轻排放压力。对于处理后的废水,还可通过深度处理进一步提高其利用效率,以增强水资源的循环利用,减少环境负担。

5 结语

基于海绵城市理念的工业园区给排水设计,注重合理的雨水管理、绿色排水系统的建设以及水资源的循环利用,不仅显著提升了水资源的使用效率,还有效减少了对外部水源的依赖,减轻了环境的负担。随着园区规模的不断扩大与生态保护意识的不断增强,海绵城市理念在推动园区的可持续发展和生态文明建设中,所发挥的作用愈加显著。未来,伴随着技术的持续进步,园区的水资源管理将在智能化与高效化方面不断迈进。

[参考文献]

- [1] 劳维挺. 海绵城市理念在市政给排水设计中的运用[J]. 建筑与预算, 2022(10): 40-42.
 - [2] 邵鹏程. 基于海绵城市理念的给排水设计分析[J]. 居业, 2025(1): 112-114.
 - [3] 马思敏. 基于海绵城市概念下给排水系统构建问题探讨[J]. 建材发展导向, 2024, 22(21): 136-138.
- 作者简介: 杨志成(1984.8—), 男, 职称: 高级工程师, 籍贯: 辽宁沈阳。

装配式建筑设计在民用住宅中的应用与优势

刘鹏飞

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 装配式建筑设计在民用住宅中的应用日益广泛, 通过模块化、标准化的设计方式, 将建筑构件在工厂预制后运至施工现场进行组装, 大幅度提高施工效率。该方法不仅缩短了施工周期, 还有效降低了人工成本和资源浪费, 同时保证了工程质量的稳定性和一致性。装配式建筑在住宅领域的推广, 使得施工过程更加环保, 减少了现场作业对环境的影响, 并促进了建筑行业的绿色可持续发展。通过合理的设计与精确的施工控制, 装配式建筑还具备了更高的抗震性能和灵活的空间布局, 满足了现代住宅对安全性和舒适性的需求。

[关键词] 装配式建筑设计; 民用住宅; 模块化施工; 绿色可持续发展; 抗震性能

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15987

中图分类号: TU3

文献标识码: A

Application and Advantages of Prefabricated Building Design in Civil Residential Buildings

LIU Pengfei

Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: The application of prefabricated building design in residential buildings is becoming increasingly widespread. Through modular and standardized design methods, building components are prefabricated in factories and transported to construction sites for assembly, greatly improving construction efficiency. This method not only shortens the construction period, but also effectively reduces labor costs and resource waste, while ensuring the stability and consistency of project quality. The promotion of prefabricated buildings in the residential sector has made the construction process more environmentally friendly, reduced the impact of on-site operations on the environment, and promoted the green and sustainable development of the construction industry. Through rational design and precise construction control, prefabricated buildings also have higher seismic performance and flexible spatial layout, meeting the safety and comfort requirements of modern residential buildings.

Keywords: prefabricated building design; civil residential buildings; modular construction; green and sustainable development; seismic performance

引言

装配式建筑设计作为一种革新性的建筑模式, 正逐渐成为民用住宅领域的关注焦点。面对日益突出的环境问题和资源消耗压力, 传统建筑方式在效率和可持续性方面的不足日益明显, 而装配式建筑凭借模块化、标准化的设计和施工方式, 为这些问题提供了新的解决路径。它不仅能够大幅度提升施工效率、降低成本, 还在绿色环保和抗震性能方面展现出显著优势。这种全新的建筑理念与技术的结合, 不仅代表了未来住宅建设的发展方向, 也为现代城市化进程中的建筑行业提供了更加智能和高效的解决方案。

1 装配式建筑设计的基本概念与原理

装配式建筑设计是通过将建筑物的各个构件在工厂内预制, 再将其运至施工现场进行快速组装的一种建筑方式。与传统的现浇施工相比, 装配式建筑将设计、生产和施工等环节有机结合在一起, 通过模块化和标准化的方式, 极大地提升了建筑的施工效率和质量控制能力。其核心在于标准化设计和工业化生产, 这种方式能够使建筑构件在工厂中流水线生产, 确保了构件尺寸的精确度与质量的一致性, 从而降低了施工现场的复杂度与不可控因素。

装配式建筑设计的基础原理包括模块化设计、工业化生产、现场装配和整体性能优化。模块化设计是指将建筑物分解为若干个标准化的模块, 如墙体、楼板、屋顶等, 这些模块在设计时便已经考虑了未来在施工现场的拼装方式。工业化生产则是在工厂内利用高精度设备进行大规模生产, 显著提升了生产效率并减少了传统建筑施工中常见的浪费和错误。现场装配则是装配式建筑的核心优势之一, 通过使用起重设备将工厂预制好的构件按照设计要求进行快速、高效地拼装, 极大缩短了建筑工期。整体性能优化通过合理的设计手段, 确保建筑在抗震性、隔音、保温等方面达到高标准的要求。

此外, 装配式建筑设计的标准化和模块化不仅提高了施工的灵活性, 还能满足不同建筑需求的多样化定制。在民用住宅领域, 装配式建筑尤其适用于高层建筑和群体住宅的建设。通过预制构件的灵活组合, 能够快速应对不同住宅布局的变化需求, 并在建筑使用过程中更容易实现改造与扩展。装配式建筑设计的应用不但优化了资源配置, 还推动了建筑业向智能化、数字化和绿色环保方向的发展, 为现代建筑设计提供了一种高效、低碳的解决方案。这种

设计模式正在逐步改变传统建筑施工的方式,成为未来民用住宅建设的重要趋势。

2 装配式建筑在民用住宅中的应用现状与发展趋势

装配式建筑在民用住宅中的应用正呈现出显著增长态势,并逐步成为现代建筑行业的主流趋势。随着城市化进程的加速和环保要求的提升,装配式建筑凭借其高效、环保和节能的特点,在民用住宅领域的应用越来越广泛。当前,装配式建筑主要应用于高层住宅、经济适用房及保障性住房等项目中,其模块化设计和标准化施工的优势在这些领域得到了充分体现。在经济适用房建设中,装配式建筑能够有效缩短施工周期,降低建造成本,使得更多低收入群体能够受益于优质的住宅资源。

装配式建筑在民用住宅中的发展趋势可以从多个角度来分析。首先是技术的发展和完善。随着建筑材料和预制构件制造工艺的不断进步,装配式建筑在质量、性能和耐久性等方面都得到了显著提升。例如,新型高强度轻质材料的应用,使得构件重量降低的同时,强度和耐久性得到提高,有助于实现建筑的多层次和多样化设计。其次,信息化和数字化技术的融合也是装配式建筑发展的一个重要方向。通过建筑信息模型(BIM)技术,可以在设计阶段对装配式建筑的各个环节进行精确模拟和优化,提高施工效率,减少设计和施工过程中的错误率。

政策支持也是装配式建筑在民用住宅领域迅速推广的重要推动力。许多国家和地区出台了鼓励发展装配式建筑的政策和法规,通过税收优惠、财政补贴和技术支持等方式,积极推动装配式建筑的应用与推广。这些政策的实施,为建筑企业提供了更好的发展环境,激发了市场对装配式建筑的兴趣和投资意愿。此外,随着公众环保意识的增强和对绿色建筑的需求日益增长,装配式建筑在减少建筑垃圾、降低能耗和碳排放等方面的优势,进一步推动了其在民用住宅领域的发展。

展望未来,装配式建筑在民用住宅中的应用将会更加广泛和深入。随着技术的不断突破和成本的逐步下降,装配式建筑有望从当前的高层住宅和保障性住房,向普通商品房及个性化住宅市场扩展。此外,装配式建筑在绿色建筑和智能建筑领域的潜力也将进一步挖掘,促使其在节能、环保和智慧化方向上不断创新,逐渐成为现代住宅建设的主流选择。这种发展趋势不仅为建筑行业带来了新的机遇,也在推动全球建筑行业向可持续发展的目标不断迈进。

3 装配式建筑的施工流程及模块化设计分析

装配式建筑的施工流程和模块化设计是其在民用住宅应用中的核心要素,它们直接决定了建筑的质量、效率和施工的可控性。装配式建筑的施工流程通常包括设计、生产、运输、现场安装以及验收调试等几个关键阶段。首先,在设计阶段,通过模块化设计将建筑物分解成若干标

准化构件,每个构件在设计初期就已经明确了尺寸、形状和安装方式,确保在后续生产和施工过程中能够精确匹配。这种设计方式不仅有助于减少现场施工的复杂度,还可以通过数字化技术如BIM模型进行施工模拟,提前发现并解决可能存在的问题,提高整体施工的可控性。

在生产阶段,装配式建筑的构件会在工厂内进行预制,工业化生产的方式使得构件制造更加标准化和精确化。预制构件的生产通常采用流水线作业模式,结合自动化设备和智能制造技术,以保证构件的质量一致性和生产效率。相较于传统现场浇筑的方式,工厂内的生产环境更加稳定,能有效减少因天气和现场条件带来的影响,从而确保了建筑构件的高质量。此外,工厂化生产还能够大幅度减少材料浪费,降低施工对自然环境的影响,实现更高的资源利用率。

运输是装配式建筑施工流程中的一个重要环节,需要将工厂预制的构件运送到施工现场。在运输过程中,为了保证构件的完整性和安全性,通常会采用专门设计的运输工具和固定装置,确保构件在运输过程中不受损坏。现场安装是整个施工过程中最具挑战性的一部分,通过使用起重设备和专用工具将构件进行精准拼装。由于模块化设计在早期已经考虑了拼接方式和连接节点,现场施工时只需按照预定的安装流程进行操作,大大提高了安装效率并降低了施工人员的工作强度。

最后一个环节是验收调试和整体性能测试,确保建筑在结构稳定性、抗震性能以及保温隔音等方面符合设计要求。在这一阶段,通常会进行全方位的质量检测,以保证装配式建筑能够达到高标准的使用性能和耐久性。模块化设计不仅赋予了建筑更高的灵活性和适应性,还使得建筑构件在使用过程中更易于维修、更换和升级。这种设计理念使装配式建筑能够根据实际需求进行扩展和改造,为未来的建筑创新提供了更多可能性。

4 装配式建筑对民用住宅建设的优势:效率、成本与环保

装配式建筑在民用住宅建设中展现出显著的优势,主要体现在施工效率、成本控制和环保效益三个方面。首先,装配式建筑的高施工效率源于其模块化和标准化的设计方式。在工厂内预制的构件不仅在质量上更加可控,还能实现大规模、批量化生产,极大地缩短了现场施工的周期。与传统建筑方式相比,装配式建筑能够减少约30%到50%的工期,这对于大规模住宅开发项目尤其重要。不仅如此,现场施工的简化和工序的减少,也使得施工人员的工作强度大幅降低,降低了对现场施工条件的依赖,使得建筑项目能在更短的时间内交付使用。

在成本控制方面,装配式建筑通过工业化生产大幅度降低了施工成本。预制构件的工厂化生产减少了材料浪费和施工过程中因人为因素导致的损耗,同时在工厂内完成大部分加工工作后,现场只需进行拼装,这不仅降低了对

高技能劳动力的依赖,也减少了人工成本支出。此外,标准化生产使得原材料的采购更加集中和高效,从而降低了材料成本。虽然前期投入较高,但随着技术的进步和规模化生产的推广,装配式建筑的整体成本将逐步下降,经济效益将愈加显著。

在环保方面,装配式建筑的优势同样突出。传统建筑方式在施工过程中通常会大量产生建筑垃圾和粉尘污染,而装配式建筑通过工厂化预制构件,大幅减少了现场施工所需的材料切割、加工和垃圾处理工作,从源头上降低了对环境的影响。由于在工厂内预制时已对材料进行了最优设计,减少了材料的浪费,因此整个建筑过程更加环保、节能。同时,装配式建筑在施工现场的噪音和粉尘排放量显著降低,对周边环境的干扰也较小,这种优势在密集的城市区域尤为明显。

此外,装配式建筑在节能方面也有其独特的优势。通过在设计阶段就考虑建筑的保温隔热性能和能源利用效率,装配式建筑能够更好地实现节能效果。例如,使用高效的保温材料和节能窗户,可以显著降低建筑的能耗,达到更高的绿色建筑标准。装配式建筑的这一特性,不仅符合当前绿色建筑和可持续发展的趋势,还能为住户提供更舒适的居住环境。

5 装配式建筑在提升住宅抗震性能与空间利用中的作用

装配式建筑在提升住宅抗震性能与空间利用方面展现出独特的优势,这使其在现代民用住宅建设中越来越受到重视。装配式建筑采用模块化设计和精确的工厂预制工艺,使得建筑构件的尺寸和连接方式能够得到高度统一和规范化,这种精确的设计和施工方式在抗震性能方面具有明显的优势。由于构件在工厂内生产,质量控制更加严格,材料性能更为稳定,这样的高质量构件在实际装配过程中能够形成更加坚固的连接节点,有效提升整体结构的稳定性和抗震能力。

在地震多发地区,装配式建筑的模块化设计和灵活连接方式可以显著提高建筑物的抗震性能。通过使用高强度的预制混凝土或钢结构构件,建筑在承受地震力时能够均匀分散荷载,减少局部受力过大的情况,降低了构件在地震中的破坏概率。此外,装配式建筑的节点设计通常采用灵活的抗震节点连接方式,可以在地震时提供一定的吸能和变形能力,使建筑在遭遇地震时保持较高的结构完整性和抗震稳定性。相比传统现浇混凝土建筑,装配式建筑在设计上更容易根据抗震规范进行优化,使其在地震中的表

现更加出色。

在空间利用方面,装配式建筑同样具备明显的优势。模块化设计理念使得住宅空间布局可以更加灵活多变,通过不同模块的组合和调整,可以迅速适应不同家庭的空间需求。由于装配式建筑的构件在设计阶段已精确确定尺寸和位置,减少了现场施工的随意性和误差,使得内部空间布局更加科学合理。装配式建筑还可以根据住户的需求进行二次改造和扩展,这种灵活性在传统建筑中难以实现,特别是在需要改变房间用途或增加新功能时,模块化的优势尤为明显。

此外,装配式建筑在提高空间利用率方面还体现在其能够将更多的建筑面积用于实际使用空间。由于构件薄壁化和高强度材料的使用,墙体厚度可以显著减少,从而增加了建筑物的有效使用面积。这种设计方式不仅提高了空间利用效率,还能优化内部空间的舒适度,为住户提供更为宽敞、实用的居住环境。

6 结语

装配式建筑在民用住宅中的应用,通过模块化设计和工厂预制构件,大幅提升了施工效率、成本控制能力和环保效益,并在抗震性能与空间利用方面展现出显著优势。它不仅推动了建筑行业向绿色、智能和高效的方向发展,还为现代住宅建设提供了更加可持续的解决方案。随着技术进步、政策支持及市场需求的不断增长,装配式建筑将成为民用住宅建设的重要趋势,引领未来建筑行业迈向更高水平的创新与发展。

[参考文献]

- [1]常立新.装配式建筑施工风险评价研究[D].北京:华北电力大学,2021.
- [2]秦子涵.装配式混凝土住宅标准化研究[D].吉林:吉林建筑大学,2023.
- [3]高鑫.BIM技术在装配式建筑工程全生命周期中的应用研究[J].砖瓦,2022(9):48-50.
- [4]李金有.装配式建筑施工安全措施与要点研究——以某普通民用住宅建筑为例[J].房地产世界,2023(1):145-147.
- [5]潘峤,袁海峰,李任畅,等.装配式组合塑料模板在民用住宅工程中的应用[J].建筑施工,2023,45(11):2250-2253.

作者简介:刘鹏飞(1989.1—),男,汉族,毕业学校:河北工程大学,现工作单位:河北建筑设计研究院有限责任公司。

建筑幕墙工程施工技术的研究进展

郭晨 刘健 李闯

沈阳远大铝业工程有限公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要]随着建筑工程技术的不断发展, 公众对建筑的功能性、装饰性和实用性的需求日益增加, 特别是在建筑幕墙装饰装修工程中尤为突出。因此, 通过分析建筑幕墙工程施工中影响工程质量和效率的关键因素, 总结出可应用于幕墙装饰装修工程的核心技术, 并探索提升工程建设效果的有效方法, 显得尤为重要。这不仅有助于提高幕墙工程的施工质量, 也能显著提高工程的整体效率和效果。

[关键词]建筑幕墙工程; 施工技术; 技术研究; 进展

DOI: 10.33142/aem.v7i3.16003

中图分类号: TU767

文献标识码: A

Research Progress on Construction Technology of Building Curtain Wall Engineering

GUO Chen, LIU Jian, LI Chuang

Shenyang Yuanda Aluminum Engineering Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: With the continuous development of construction engineering technology, the public's demand for the functionality, decoration, and practicality of buildings is increasing, especially in the decoration and renovation of building curtain walls. Therefore, it is particularly important to analyze the key factors that affect the quality and efficiency of building curtain wall construction, summarize the core technologies that can be applied to curtain wall decoration and renovation projects, and explore effective methods to improve the construction effect of the project. This not only helps to improve the construction quality of curtain wall projects, but also significantly enhances the overall efficiency and effectiveness of the project.

Keywords: building curtain wall engineering; construction technology; technical research; progress

引言

建筑幕墙工程在现代建筑中占据了重要地位, 不仅在建筑外立面上起到装饰美观的作用, 还肩负着防风、防雨、隔热、隔音等多重功能。随着建筑技术的不断进步, 以及人们对节能环保要求的提升, 幕墙工程的施工技术不断发展与创新。尤其是在近年来, 随着建筑规模的不断扩大, 尤其是高层及超高层建筑的增多, 幕墙工程在设计与施工过程中所面临的技术挑战愈加复杂。幕墙结构形式的日益多样化, 从传统的铝合金幕墙、玻璃幕墙, 到新型的智能幕墙与绿色环保幕墙, 各类新型材料与技术的应用, 显著地提高了幕墙工程的施工难度。因此, 如何应对幕墙工程施工中的技术难点, 提升施工质量与效率, 已成为建筑行业亟待解决的关键问题。对幕墙工程施工技术的研究, 不仅能为设计与施工提供理论依据, 还能为建筑领域的技术创新与发展提供有益的参考。本文将深入探讨当前建筑幕墙工程施工技术的最新进展, 分析施工过程中所面临的主要技术难点, 探索新兴技术与方法的应用, 以期建筑幕墙施工的质量、节能环保性能及安全性提供更加科学、合理的解决方案。

1 建筑幕墙的功能与特点

建筑幕墙作为现代建筑的关键组成部分, 具备美观、节能、环保等显著特点, 同时也具备强大的功能性。作为

建筑外围护结构之一, 幕墙不仅提升了建筑外观的艺术效果, 还承担着防风、防雨、隔热保温、隔音降噪等重要功能。根据材料的不同, 幕墙可分为玻璃幕墙、金属幕墙、石材幕墙以及陶板幕墙等。不同类型的幕墙在功能上具有各自的侧重点。例如, 玻璃幕墙能够提供优良的采光效果, 增强建筑的通透性, 而金属幕墙与石材幕墙则更注重耐久性 with 装饰性。随着绿色建筑理念的不断推广, 现代幕墙技术正朝着节能环保的方向发展。新型技术, 如中空玻璃、Low-E 玻璃、光伏幕墙等的采用, 有效提高了建筑的能源利用效率, 减少了碳排放。同时, 智能幕墙技术也在不断创新, 如可调光玻璃幕墙、通风式幕墙等新型设计, 使得幕墙不仅能满足基本功能需求, 而且还能够通过智能调节提升建筑使用的舒适度。

2 建筑幕墙工程施工技术

2.1 建筑幕墙设计技术

建筑幕墙设计技术是幕墙工程施工中的核心环节, 直接影响到幕墙的结构安全、施工可行性、使用性能以及建筑的整体美观。在设计过程中, 需综合考虑建筑的功能需求、外观设计、结构特点以及环境因素, 选择最适合的幕墙类型与材料, 如玻璃幕墙、金属幕墙或石材幕墙等。设计时, 还必须确保幕墙符合建筑结构的受力要求, 以使其能够有效承受风荷载、地震作用以及温度变化引发的变形。

通过精确的计算与模拟分析,通常优化了幕墙的受力体系与连接方式。节能与环保性能同样是设计中不可忽视的因素,采用中空玻璃、Low-E 玻璃、光伏幕墙等技术,可以有效提升建筑的能效,减少能源消耗^[1]。随着现代幕墙设计向数字化与智能化发展,BIM 技术、计算机辅助设计(CAD)、三维建模等手段的应用逐渐增多,设计精度与施工可视化水平因此得到了提高。同时,预制装配式设计的广泛使用,有助于优化施工流程,减少施工中的误差与材料浪费。

2.2 建筑幕墙可视化技术

建筑可视化设计技术利用数字虚拟图像技术,通过工程设计模拟、建筑效果图、建筑动画、虚拟现实和多媒体宣传片等形式,虚拟展现未来场景,将设计理念转化为生动、逼真的视觉效果,将抽象的设计变得具体,创造身临其境的体验。在建筑幕墙设计中,建筑可视化设计技术可以展示幕墙的外观、材质、结构和细节等要素。通过这一技术,设计师能够更有效地传达设计理念和创意,帮助客户和相关利益方更好地理解设计方案。此外,建筑可视化设计技术还能够辅助设计师在设计过程中进行评估和调整,提高设计的质量和效率。

2.3 建筑幕墙协同设计与预碰撞技术

建筑幕墙的协同设计与预碰撞技术,在幕墙工程施工前,通过多专业协同与数字化仿真分析,能够提前识别并解决潜在的设计冲突,从而提高施工效率,降低工程风险。在传统的幕墙设计过程中,各专业(如建筑、结构、机电、幕墙)通常独立进行设计,导致施工阶段可能出现管线冲突、构件干涉或安装难度等问题。采用协同设计后,通过 BIM 技术、三维建模以及云端协作平台,能够实现不同专业之间数据的实时共享与同步更新,设计人员得以在同一平台上进行协作,优化幕墙构造方案,从而确保幕墙与主体结构及其他系统的协调一致。依托 BIM 建模、有限元分析以及虚拟现实技术,预碰撞技术可以模拟分析幕墙连接节点、安装方式与受力情况,提前识别潜在的冲突问题,并对其进行调整,避免因设计冲突而引发现场返工或安全隐患。此外,协同设计与预碰撞技术的应用,不仅能够优化施工流程,合理安排施工顺序,提高材料利用效率,减少施工误差,降低工程成本,同时也能提升工程质量与施工效率。

2.4 建筑幕墙三维激光扫描仪测绘及逆向建模

建筑幕墙的三维激光扫描仪测绘与逆向建模技术,是一种基于高精度激光扫描与数字化建模的先进测量手段,广泛应用于幕墙施工中的精细测量、结构分析、质量控制及改造升级等多个环节。通过激光束的发射与接收反射信号,三维激光扫描技术能够快速而精确地采集建筑幕墙及其周围环境的三维点云数据,生成高精度的数字模型,从而实现了幕墙构件的精确测绘与尺寸控制。在幕墙施工阶段,该技术可用于检测预制构件的尺寸精度,确保其符

合设计要求,并能对复杂形态的幕墙进行复核,减少了因测量误差引起的安装偏差。数据获取后,逆向建模技术借助专业建模软件进行数据处理、优化与重构,生成了适用于设计、分析与施工的数字化模型,为幕墙的深化设计、加工制造与安装提供了精准的技术支持^[2]。该技术在幕墙改造与维修工程中同样具有重要作用,现有幕墙的状态得以精确还原,为旧幕墙的翻新、加固与功能优化提供了可靠的技术依据。

3 建筑幕墙施工中的技术难点

建筑幕墙施工中的技术难点主要集中在结构连接与受力分析、密封防水性能、保温隔热与节能技术、抗风压与抗震能力以及智能化施工等多个方面。作为建筑外围护结构的一部分,幕墙需承受风荷载、地震作用、自重及温度变化等复杂因素的影响,导致其连接方式、受力传递及变形协调成为施工中的关键问题。幕墙的密封与防水性能,直接影响建筑的使用舒适性与耐久性,但由于幕墙结构复杂、接缝众多且易受环境变化影响,渗水或气密性不足等问题常常出现。随着节能环保要求的不断提高,幕墙的保温隔热性能在施工中成为一大挑战,需在保证结构轻质高强的同时,达到高效的隔热、遮阳及光热管理效果。对于高层及超高层建筑,幕墙的抗风压与抗震能力尤为重要,高层建筑的风荷载作用复杂,幕墙结构在应对风振及地震作用时,需保证足够的安全性及变形协调性。此外,幕墙施工涉及多个专业的协同工作,要求施工精度较高,特别是在智能化幕墙施工、异形幕墙施工及超大跨度玻璃幕墙施工等领域,施工难度显著增大。

4 建筑幕墙施工质量控制与检测

4.1 幕墙施工质量管理体系

幕墙施工质量管理体系是确保幕墙工程质量的重要框架,旨在通过规范管理、系统控制及全过程监督,确保施工过程符合设计要求及国家标准。该体系自项目启动阶段便开始运作,施工单位应制定明确的质量目标及管理计划,并明确责任分工,以确保设计方、施工方、监理方等各方对质量要求达成共识。质量管理体系要求建立完善的质量控制流程,涵盖从材料采购、构件生产到现场安装的所有环节。在材料采购阶段,进场的幕墙构件、玻璃、金属型材等需要进行严格检验,确保其符合设计要求及相关标准。在构件生产阶段,详细规定了加工精度、表面处理及尺寸偏差等方面,并借助先进生产设备与技术手段确保加工质量。质量管理体系在施工现场通过全过程的控制与检查,确保了安装精度与施工质量,应用激光定位、三维扫描及 BIM 技术进行幕墙定位与精确安装,确保连接点、接缝及板块的垂直度、平整度及尺寸精度等达到了标准要求。此外,体系还涉及对施工过程中环境影响、施工工艺、技术交底及安全施工的全面监督,采取多次验收、现场抽检与质量回访等手段进行持续跟踪与监管。在每一个施工

节点,工艺、材料、环境及方法等方面的检查与记录,由技术人员及质量监督员进行,确保各环节质量合格^[3]。竣工验收阶段,质量管理体系要求进行全面检测,包括对幕墙的气密性、水密性、抗风压性、抗震性及安全防护性能等进行检查,确保幕墙满足使用要求,符合相关法律法规及标准。

4.2 施工过程中的质量控制措施

施工过程中的质量控制措施,是确保建筑幕墙工程符合设计要求、达到安全性能标准的关键环节,涵盖了从材料进场到竣工验收的各个阶段。在幕墙施工初期,材料的质量必须严格把控,所有进入工地的幕墙构件、玻璃、铝型材、密封胶等材料需经过详细的检验与试验,确保其符合国家及行业标准,并满足设计要求。在施工过程中,每个工序必须进行技术交底,施工人员需充分理解设计图纸与施工规范,确保施工方法符合技术要求,同时在实施前进行全面的评估。对于现场施工精度的控制,激光测量仪、全站仪及三维扫描技术等先进设备得以广泛应用于幕墙构件的定位与安装,确保垂直度、水平度以及拼缝尺寸等达到设计标准。同时,幕墙施工中的连接节点、密封条安装精度、玻璃面板固定方式及保温材料的使用等,必须通过专项检测确保满足强度与耐久性要求,尤其是在高风压与抗震等特殊条件下,连接部位的安装质量尤为关键。施工过程中,施工环境的控制也至关重要,避免雨水、灰尘及温度等因素对施工质量产生不利影响,特别是在恶劣天气条件下,适当的防护措施应当采取。此外,定期检查与巡查也是必不可少的环节,包括施工进度、质量验收与检查,确保每个阶段都得到有效监督,及时发现并解决问题。最后,质量管理体系应通过详细的记录与报表跟踪施工质量,确保整个施工过程具有可追溯性,并在竣工验收前进行全面的检测,重点检查气密性、水密性、抗风压性等性能,确保幕墙系统的安全与可靠性。

4.3 幕墙工程检测方法与验收标准

建筑幕墙工程的检测方法与验收标准,是确保其质量符合设计要求、结构安全性及使用功能的关键环节。检测方法涵盖多个方面,如物理性能测试、功能性测试以及结构稳定性检测等。物理性能方面,主要涉及气密性、水密性、隔热性和隔声性等指标。气密性与水密性通常通过风压试验与水喷淋试验进行验证,以确保幕墙能有效隔绝外界的气流与水分,从而避免漏风漏水现象的发生。隔热性

能的检测则采用热流计、红外成像等技术,评估幕墙的热传导性,确保其能够在夏季与冬季有效阻止热量流动,提升建筑的节能性能^[4]。结构稳定性测试通过负荷试验与抗风压试验等方式进行,评估幕墙构件的强度、刚度与抗风压能力,确保其能够承受外部风荷载、地震荷载等作用。验收标准通常依据国家及行业标准,如《建筑幕墙工程施工质量验收规范》(GB 50210)等进行。具体的验收内容包括对幕墙表面平整度、垂直度、拼缝尺寸与安装精度等方面的检查。此外,幕墙的连接节点、固定方式以及密封条的安装精度也会受到严格检查,以确保所有连接部位的强度与安全性符合相关标准要求。对于高层建筑、超高层建筑等特殊项目,还需进行严格的抗风压与抗震性测试,以确保幕墙在极端环境下的安全性与稳定性。

5 结语

建筑幕墙工程施工技术在持续发展的过程中,面临着日益复杂的挑战。这些挑战源自新材料、新技术的不断涌现,以及建筑需求的变化。然而,随着技术创新与工艺提升的不断推进,尤其是BIM技术、智能化施工、三维激光扫描等新兴技术的引入,幕墙施工的质量和效率显著得到了提升。尽管如此,幕墙工程施工中依然存在一些技术问题,尤其是在结构连接、密封防水、抗风压与抗震等方面,这些问题亟待进一步研究和解决。随着建筑行业的不断发展,未来的幕墙工程施工技术将趋向更高的智能化、绿色化与高效化,以提供更强的保障,确保建筑的安全性、舒适性及其环境适应能力。对建筑幕墙施工技术的持续关注与创新,将推动整个建筑行业的发展,并满足日益增长的社会需求。

[参考文献]

- [1]贺雄英,谭卡,简超.建筑幕墙工程施工技术的研究进展[J].中国建筑装饰装修,2023(14):159-161.
- [2]梁照文.建筑幕墙装饰装修工程施工探讨[J].科技资讯,2024,22(3):95-97.
- [3]刘锡敏.建筑幕墙工程施工技术中的节点设计与质量控制[J].城市开发,2024(13):112-113.
- [4]王学金.建筑幕墙工程施工进度管理优化研究[J].砖瓦,2023(5):105-107.

作者简介:郭晨(1983.11—),毕业院校:沈阳工业大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:沈阳远大,职务:幕墙设计,职称级别:中级工程师。

论房建工程中装配式混凝土剪力墙结构施工技术应用分析

穆晓义

河北冀科工程项目管理有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着现代建筑业的快速发展, 装配式混凝土剪力墙结构因其施工速度快、材料节省、质量可控、环境友好等优点在房建工程中得到了广泛应用。这种结构强调工业化生产与现场快速装配相结合, 是实现建筑业可持续发展的重要途径, 基于此, 笔者结合自身工作经验与实践成果总结, 深入分析装配式混凝土剪力墙结构在房建工程中的应用技术, 以期对相关实践提供有益参考和指导。

[关键词]房建工程; 装配式; 混凝土剪力墙; 机械化施工

DOI: 10.33142/aem.v7i3.16006

中图分类号: TU755.2

文献标识码: A

Discussion on Application Analysis of Construction Technology for Prefabricated Concrete Shear Wall Structures in Housing Construction Projects

MU Xiaoyi

Hebei Jike Engineering Project Management Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the rapid development of modern construction industry, prefabricated concrete shear wall structures have been widely used in building construction due to their advantages such as fast construction speed, material saving, controllable quality, and environmental friendliness. This structure emphasizes the combination of industrial production and rapid on-site assembly, which is an important way to achieve sustainable development in the construction industry. Based on this, the author summarizes their own work experience and practical achievements, and deeply analyzes the application technology of prefabricated concrete shear wall structures in building construction projects, in order to provide useful reference and guidance for related practices.

Keywords: building construction projects; prefabricated; concrete shear wall; mechanized construction

装配式混凝土剪力墙结构在国内外房建工程中已有成功应用案例, 比如我国北方地区通常会使用夹心保温墙板, 通过竖缝和水平缝节点区的后浇混凝土实现整体连接; 而南方地区则更多采用叠合式剪力墙和预制剪力墙外墙模板等技术, 这些技术的成功应用也为装配式混凝土结构的发展积累了宝贵经验。

1 装配式混凝土剪力墙结构的优势

装配式剪力墙结构的核心优势在于其工厂化生产方式, 在高度自动化的工厂环境中, 剪力墙构件从原材料配比到成型加工, 每一步都经过精密计算和严格控制, 确保了生产质量的稳定性和可靠性。这种生产方式不但可以实现构件的标准化和规模化生产, 还能够大幅提升整体生产效率。相较于传统建筑施工, 装配式剪力墙结构所采用的工厂机械化施工方式有效减少了现场浇筑、支模和养护等湿作业比例, 也降低了人为因素所导致的质量波动, 符合现代建筑业的可持续发展要求。

在封闭的工厂环境中, 污染物的排放以及噪声污染都能够得到有效管理和控制, 从而降低对周边环境的不良影响。同时, 施工现场中湿作业环节的减少也能在一定程度上降低建筑材料的损耗, 从而进一步减少建筑垃圾的产生, 这也能够有效减缓对自然环境的压力。此外, 工厂可以利

用废旧混凝土等工业废料作为原料, 通过现代先进技术的处理实现这些废料的循环再利用, 不仅可以降低原材料的开采需求, 还能够有效减少废弃物对环境的污染, 这种循环经济的实践也为构建绿色、环保的建筑体系奠定了坚实基础。

2 装配式混凝土剪力墙结构施工技术在房建工程中的应用

2.1 工程概况

某建筑工程项目位于城市中心区域, 占地面积约 2.6 万 m², 总建筑面积 15.3 万 m², 设计为集商业、办公、住宅于一体的综合性建筑群。项目由三栋高层建筑组成, 其中两栋为 30 层的办公楼, 一栋为 25 层的住宅楼, 均采用装配式混凝土剪力墙结构体系。鉴于本项目对施工进度、质量控制及环保要求较高, 项目团队经综合评估后决定采用装配式混凝土剪力墙结构作为建筑的主体结构。该技术对经过工厂预制的墙板、梁、柱等构件进行现场组装, 可以大幅减少现场湿作业, 提高施工效率的同时保证结构整体性与抗震性能。

2.2 预制构件生产

在该商业综合体项目中, 预制构件生产技术的应用是一个全面且持续的过程, 它深度融入构件生产的每一个环节中, 充分彰显了其无可替代的卓越效能。在模具设计与

制造阶段, BIM 技术的采纳为构件的定制化设计奠定了坚实基础。通过深度解析 BIM 模型能够精确捕获每个构件的型号规格、尺寸大小及所需数量等核心数据, 随后, 将这些宝贵的信息融入数控加工流程中引导相关人员打造出高精度的钢模具。这些模具不仅完美契合设计要求, 更在精度与耐用性上实现了质的飞跃, 能够在高效保障构件生产速度与质量的同时显著削减生产成本。在钢筋处理与预埋作业中也要积极运用先进的技术装备, 数控钢筋加工机械凭借高效能可以迅速完成钢筋的切割与弯曲工序, 而专业设计的钢筋绑扎平台则能够保障绑扎流程的自动化与标准化水平^[1]。

同时, 对于预埋组件及管线的布局与固定要实施细致周到的规划与实施, 旨在为后续的安装作业提供极大的便利并确保其稳固可靠。在构件脱模与堆放环节同样要注重细节和效率, 只有确保构件的强度达到设计标准的 74% 或以上才可以执行脱模步骤。同时, 借助龙门吊或行车等高效吊装器械能够迅速且稳妥地将构件转移至指定的存储区域, 在此过程中, 可以采用专门的支架或垫块提供支撑与隔离来有效避免构件间的相互碰撞或损坏, 保障其堆放状态的安全与稳定。此外, 对堆放场地应进行明确的标识, 根据构件的类别和批次进行有序分区以确保每一块预制构件都能精准归位, 通过对生产过程中各个环节的精细化管理, 能够严格控制预制构件的生产进度, 同时也保障每一件成品的优良品质^[2]。

2.3 预制构件吊装

在该商业综合体项目的建设, 预制构件吊装技术的实施不仅是装配式施工流程中的重中之重, 更是保障整个项目按时按质完成的核心要素。选择吊装设备时, 必须全面考虑施工场地的实际情况、预制构件的重量以及所需的吊装高度等关键因素, 通过周密地评估与比较选用既具备强大起重能力又兼具高度灵活性和稳定性的塔式起重机与履带式起重机, 以此为后续的吊装流程打下坚实的基础。规划吊装方案时, 需全面权衡预制构件的吊装次序、安装时间点以及安全防范措施, 细心制定一份条理清晰的分层分区吊装工作计划。为了能让吊装流程更加明晰可见, 还可以运用三维可视化模拟手段来显著增强吊装方案的实用性和精确度。

在吊装作业启动之前应对所有吊点执行严格的无损检验流程, 本项目共设有 12660 个吊点, 其中预制外墙板吊点数量高达 4100 个, 经过细致入微的检测这些吊点的合格率全部达到 100%, 这一成果为吊装作业的安全顺利执行奠定了坚实的基础。在吊装操作及安全监管方面配备了经验丰富的吊装团队和专业的指挥人员, 他们严格遵守吊装操作规程以保障吊装流程的规范性和高效性。同时, 实施了有效的临时支撑和防坠落预防措施, 为吊装作业构筑起双重的安全防线。另外, 还安排专职的安全监督员并

使用尖端的监测设备对吊装全过程进行严密的实时监控和记录, 以确保整个吊装作业的安全性和可靠性^[3]。

2.4 预制构件连接

在该商业综合体项目中, 预制构件连接技术的应用扮演着至关重要的角色直接关系到装配式混凝土剪力墙结构的整体稳定性与安全性。作为本项目竖向受力钢筋的主要连接方式, 灌浆套筒连接技术展现出其独特的优势, 共计使用了 12600 个灌浆套筒, 每一个都经过精心挑选与严格测试以确保其卓越的性能。在灌浆套筒的连接工艺中, 连接钢筋的搭接长度需被严格管控, 需确保这一长度至少为钢筋直径的 50 倍以此极大增强连接的牢固程度。同时, 选择与构件特性相匹配的高强度无收缩灌浆料作为灌浆材料, 其出色的性能能够确保灌浆的完全饱满, 从而为连接部分提供强有力的支撑和保护。通过专业检测验证灌浆套筒连接的承载能力完全达标, 甚至超越了设计要求, 其抗拉强度比套筒母材的强度还要高出 20%, 进一步巩固了连接的稳固性和可靠性^[4]。

本项目使用约 1700 个高强度螺栓连接, 主要负责叠合阳台与主体结构之间的荷载传递, 以此来保证二者之间的稳固性。螺栓连接应预先在预制构件上精准打孔并严格把控锚固长度与螺栓的预紧力度以确保螺栓连接的稳固与安全, 经检验, 所有螺栓连接的抗滑移系数均达到或超过 0.44 完全符合设计标准。另外, 灌浆套筒与后浇混凝土之间的紧密连接也不容忽视, 应精心设计接缝处的“马牙槎”型胶凝面并确保其表面粗糙度超过 3.2mm, 旨在通过增大连接面、增强黏结力, 为装配式混凝土剪力墙结构的整体稳定性奠定坚实基础。

2.5 结构防水施工

在此商业综合体项目中, 装配式结构防水技术的应用具有极其关键的作用, 是保障混凝土剪力墙结构持久耐用并有效实现其使用功能的决定性因素。为了有效进行预制构件的防水处理必须采取全面而细致的预防措施, 特别是对于外墙板、阳台板等重要的预制部件, 需要在其内部精心设计并安装截水槽, 同时在槽内均匀涂抹一层厚度至少为 1.5mm 的聚合物水泥基防水涂料, 以此建立起一道牢固的防水防线确保防水效果达到最佳。同时, 针对预制构件与现浇部分之间的接缝这一潜在的防水弱点需要额外添加一道 300mm 宽的防水层以增强保护, 这道附加防水层应采用优质的聚合物改性沥青防水卷材并且必须确保卷材的搭接部分至少有 100mm 长, 以此来进一步加强整体的防水性能^[5]。

装配式外墙板的防水措施采用的是前沿的全封闭系统, 该系统能够确保外墙板具备出色的防水特质。外墙板的核心材料为优质自防水混凝土并特别加入减水剂和防水剂, 此举能够显著增强混凝土的紧密程度与抗渗透能力, 从而在根本上降低水分渗入的可能性。外墙板的拼接缝隙

处则配置弹性密封材料,特别是选用改性硅酮耐候胶这一优质材料,其不仅与混凝土之间能产生高于0.7MPa的粘附力,还能灵活应对结构可能出现的细微形变。在屋面装配式结构的防水规划中应采用多层次的卷材组合防水系统,首要步骤是在结构找平层之上铺设一层厚度达到4.2mm的SBS改性沥青防水卷材,其搭接部分经过精密设计长度不少于110mm,以确保卷材之间的牢固接合。紧接着,再叠加一层厚度为1.6mm的TPO防水卷材,以此进一步加固屋面的防水屏障并提升其整体防水效能。另外,还需特别注意到屋面中的女儿墙、变形缝等易于发生渗漏的部位,并在这些关键区域额外添加附加防水层,选用具有良好防水性能的聚氨酯防水涂料作为调平层来有效填补基层的不平整,确保防水层的整体可靠性和耐久性。

2.6 剪力结构抗裂

在布置剪力筋时必须保证其与预制板连接处的平整无瑕,这意味着在施工过程中应采取精准的测量手段与必要的调整策略来满足既定的平整度设计规范。此外,对剪力筋所承受的压力面积及其变形程度实施严密监控同样关键,确保它们均维持在适宜的范围之内从而有效防范因受力失衡或变形超限所引发的裂缝,最终阻止钢筋因裂缝而锈蚀的现象发生。在剪力筋的具体分布上,需要精细控制其与上下两部分轴线的距离以确保整个结构的稳定性和受力均衡,常用的方法是在梁的两端预先打孔并使用螺栓将圆孔位置固定再逐一拧紧螺栓,以达到预期的紧固效果。为了提升预制混凝土的抗裂能力,在施工初期应采用砂浆进行预先填充并且严格把控砂浆层的厚度均匀性,从而避免厚度差异引发的裂缝问题,同时,在连接部位实施全面的防水措施,有效阻挡水分渗透,防止结构因水分侵入而受损。另外,模板的安装过程必须严格遵循既定规范,以此防止因模板局部刚度过高所导致的开裂风险,从而确保整个结构体既稳定又安全。

3 装配式混凝土剪力墙结构施工技术在房建工程中的质量控制措施

3.1 施工构件的质量检验

在开始配置工作之前,对所有组件进行严格的质量检测和表面结构审查是不可或缺的一步,确保这些组件均满足既定的质量标准,任何存在技术性或缺陷的产品都将被排除在外不予使用。另外,必须根据每个组件的具体规格来合理安排存放方式,不论是采取水平还是垂直的存放姿态都要保证存放的稳定性,以此来避免组件在存储过程中受到任何损坏。为了增强装配墙与装配层压板间的黏结稳固性,可以利用铝合金模板执行点浇灌成型工艺来大幅提升模具抵抗变形的能力,而在模板与装配件的结合边缘则要精心粘贴柔性密封胶带,有效阻挡泥浆泄漏,确保配件的整体品质不受任何损害。

3.2 构件安装的质量控制

根据装配墙体结构的详细规划图纸,首要工作是精确确定墙体的安装位置并清晰标记出控制线,用以界定外墙与内墙之间的精确距离。使用高精度的测量仪器进行水平度检查时的核心在于保证同一平面上的所有控制线都处于同一水平位置,以此确保墙体平整无误差。同时,需在钢环定位杆上牢固安装垂直环,以此最大化地保证钢筋与水平面间保持最佳的垂直状态。最后,开始装配墙壁的工作,利用提升设备将墙壁平稳升至规划中的墙体位置并进行垂直度的精细调整,力求整个墙壁结构能够稳固且可靠地安装到位。

3.3 叠合板安装的质量控制

在进行叠合板安装时,首要任务是仔细确认支撑结构的稳固性,一旦叠合板被固定到位应严禁再次进行抬升操作,以避免不必要的风险。特别需要注意的是,叠合板中的层压板厚度设定为6cm,这一尺寸既非随意选择也非可以轻易变动,因为它在提升过程中既要防止过薄导致的易损性,也要避免过厚可能引发的碰撞难题。当叠合板被精准提升至预定位置后,需迅速且稳妥地将环形载体在装配框架内相互连接,以形成稳固的支撑体系,从而有效防止在后续操作中可能出现的碰撞现象,安装面板前必须再次核实安装位置的准确性。此外,调整吊索的长度至最佳状态,确保叠合板在提升过程中的倾斜角度控制在 $1-2^{\circ}$ 以内;在安装和拆卸楼梯时必须密切关注上部和下部休息区与预制楼梯之间的间隙,这些间隙尺寸需要进行多次复检以确保一切符合设计要求。

4 结语

综上所述,本文结合具体案例,对装配式混凝土剪力墙结构施工技术的应用与质量控制进行深度剖析,希望能够对相关人士有所帮助和启发。

[参考文献]

- [1]冯巍.房建工程中装配式混凝土剪力墙结构施工技术应用分析[J].居舍,2024(28):34-37.
 - [2]王琦.装配式混凝土剪力墙结构施工及抗震性能研究[J].砖瓦,2024(6):90-92.
 - [3]刘海森.装配整体式混凝土剪力墙结构施工关键技术[J].砖瓦,2024(6):158-160.
 - [4]余明威,林伟明,陈楹祯,等.预制装配式混凝土剪力墙结构施工及质量控制要点[J].居业,2023(12):59-61.
 - [5]张荣荣.装配式混凝土剪力墙结构变形缝模板加固施工技术分析[J].四川水泥,2023(8):128-130.
- 作者简介:穆晓义(1989.12—),男,毕业院校:河北农业大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:河北冀科工程项目管理有限公司,职务:项目总监理工程师、全咨项目经理,职称级别:工程师。

建筑机械技术在幕墙施工中的应用

江小奇 阴光华 王东

沈阳远大铝业工程有限公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要]当前,随着建筑技术的不断进步,建筑机械技术在幕墙施工中得到了广泛应用。幕墙施工作为建筑外立面系统的关键部分,涉及高空作业、大型玻璃面板的搬运和安装等复杂环节,传统的人工操作方式效率低且安全隐患较多。为此,现代建筑机械设备,如吊装设备、起重机、电动升降平台、自动化切割加工设备等,已经成为幕墙施工的重要组成部分。这些设备在提升施工效率、保障工程质量和安全性方面发挥了重要作用。为了确保建筑机械在幕墙施工中的高效、安全运行,行业需要加强相关安全管理和技术支持,以进一步提升施工过程中的管理水平和工程质量。

[关键词]建筑机械技术;幕墙施工;技术应用

DOI: 10.33142/aem.v7i3.16002

中图分类号: TU767

文献标识码: A

Application of Construction Machinery Technology in Curtain Wall Construction

JIANG Xiaoqi, YIN Guanghua, WANG Dong

Shenyang Yuanda Aluminum Engineering Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: Currently, with the continuous advancement of building technology, construction machinery technology has been widely applied in curtain wall construction. As a key part of the building facade system, curtain wall construction involves complex processes such as high-altitude operations, handling and installation of large glass panels. Traditional manual operation methods are inefficient and have many safety hazards. Therefore, modern construction machinery and equipment, such as lifting equipment, cranes, electric lifting platforms, automated cutting and processing equipment, have become an important component of curtain wall construction. These devices have played an important role in improving construction efficiency, ensuring project quality and safety. In order to ensure the efficient and safe operation of construction machinery in curtain wall construction, the industry needs to strengthen relevant safety management and technical support to further improve the management level and engineering quality during the construction process.

Keywords: construction machinery technology; curtain wall construction; technical application

引言

随着建筑行业的飞速发展,建筑幕墙已成为现代建筑外立面的一个关键部分。其施工工艺与技术要求日益提高。幕墙不仅仅承担外观设计的美学功能,还必须满足防风、防水、保温等多重功能需求。在幕墙施工过程中,由于涉及高空作业、重型设备的使用、精密的安装技术以及严格的安全管理,传统的人工施工方式已无法满足现代建筑对效率、质量与安全的高标准。因此,建筑机械技术的应用,在幕墙施工中变得至关重要。现代建筑机械,例如吊装设备、起重机、电动升降平台以及自动化切割与加工设备,为施工过程提供了更高效、安全的解决方案,施工效率得到了显著提高,工程质量得以确保,安全隐患也被有效减少。随着技术的不断进步,智能化建筑机械的引入为幕墙施工领域带来了新的发展机遇。本文研究将探讨建筑机械技术在幕墙施工中的应用,重点分析其在提升施工效率、控制质量、加强安全管理及提高经济效益方面的显著作用,从而为建筑行业未来发展提供宝贵的参考与借鉴。

1 建筑幕墙的特点

建筑幕墙作为建筑的外部维护结构,主要由框架式幕墙和单元式幕墙两种形式构成。它们悬挂于主体结构上,

通常由连接件与主体结构锚固、框架支撑体系、玻璃面板以及密封胶等组成。建筑幕墙与门窗共同作用,将建筑美学、功能、节能与结构等多种元素有机融合。结合灯光设计,幕墙不仅增强了建筑的视觉效果,还在城市中形成了独具特色的风景线。

2 幕墙施工

幕墙施工在建筑外立面工程中占据着重要地位,涵盖了幕墙的设计、材料选择、制作、运输、安装及后期维护管理等多个环节。作为建筑物的外部保护结构,幕墙不仅需要具备外观装饰功能,还必须提供良好的防水、保温、隔音以及抗风压性能,以确保建筑的安全性与舒适性。在施工过程中,施工单位必须严格遵循设计要求与施工规范,精心挑选高质量材料,并保证施工工艺的精确执行。由于幕墙工程涉及多个专业领域与复杂工序,施工管理需要各方力量的协调,以确保各个环节的顺畅衔接。先进施工机械与设备的应用,如吊装设备、玻璃搬运机械与定位测量工具,不仅提升了施工效率,减少了人工操作带来的安全隐患,还保证了安装精度与稳定性^[1]。此外,施工现场的特殊条件,如气候变化与环境因素,也需予以充分考虑,合理安排施工进度与安全措施,以应对潜在挑战。

3 主要建筑机械设备在幕墙施工中的应用

3.1 吊装设备

3.1.1 吊车

吊车是建筑幕墙施工中不可或缺的吊装设备,广泛应用于大型幕墙面板、框架结构及支撑系统的吊装与安装作业。凭借其卓越的起重能力与灵活的操作性能,吊车能够高效完成重型幕墙构件的搬运工作,确保施工进度的顺利推进。根据施工现场的不同需求与环境条件,吊车通常可分为轮式吊车、履带吊车及塔吊等多种类型,各自适应不同的地面状况与吊装要求。轮式吊车具备良好的机动性,适合在硬化地面上迅速移动并进行吊装作业;履带吊车则能在较软或不平坦的地基上提供更高的稳定性;塔吊常用于高层建筑的幕墙施工,凭借较高的起重能力与工作高度,在高空作业中发挥着关键作用。吊车的操作必须严格遵循安全规程,施工前应对设备进行全面检查,确保其起重能力与功能符合要求。在实际操作过程中,吊装过程应精确控制,操作者需根据设计图纸与现场条件,避免因吊装误差或设备故障而引发安全事故。此外,精准的定位系统与测量设备已被吊车配备,以保障吊装作业的准确性与安全性。

3.1.2 起重机

起重机是建筑幕墙施工中至关重要的设备,广泛应用于各类大型构件的吊装与安装工作。凭借强大的起重能力与灵活的操作性能,起重机能够高效地完成重型幕墙面板、支撑框架及其他建筑材料的吊装任务。根据施工现场的不同需求,起重机有多种类型,包括塔式起重机、履带式起重机、轮式起重机等。塔式起重机广泛应用于高层建筑施工,具备较高的起升高度和起重能力,能够将重物吊运至高处,满足高空作业的要求;履带式起重机由于其稳定性较强,适合在不平坦或松软地面上使用,能够在复杂工地环境中完成吊装任务;轮式起重机则具备较好的机动性,能够迅速在施工现场内外移动,灵活应对不同的吊装需求。在起重机的操作过程中,操作者需要具备高水平的技能,设计要求与安全规程必须严格遵守,确保设备的稳定性及吊物的安全性。每次使用前,起重机必须经过全面检查,确保所有机械部件的正常运行,以避免设备故障对施工进度产生影响。

3.2 电动升降平台与塔吊

在建筑幕墙施工中,电动升降平台与塔吊发挥着至关重要的作用。电动升降平台主要用于高空作业中的人员与物料运输,尤其适用于需要频繁上下楼层的幕墙施工任务。该设备提供了稳定的支撑,确保工人能够安全地进行面板安装、焊接等高空施工操作。通常,电动升降平台具备较高的载重能力,可以承载多名工人及其工具,减少了工人爬梯的频次,从而有效提升了施工效率与安全性。塔吊则是高层建筑施工中常用的垂直运输设备,在幕墙施工中尤为重要。塔吊能够高效地吊运重型幕墙面板及构件至指定

位置,其旋转臂与大跨度工作范围使其能够在较大的工作区域内灵活作业,调度与运输物资^[2]。因塔吊具备高空作业能力,它成为幕墙施工中不可或缺的设备,能够有效缩短施工周期,确保重型材料的精准安装。

3.3 自动化切割与加工设备

自动化切割与加工设备在建筑幕墙施工中发挥着至关重要的作用,特别是在提升施工精度、减少人工操作误差及提高施工效率方面。随着设计复杂性与精度要求的不断提高,这些设备在现代幕墙设计中显得尤为重要,传统的人工切割与加工方式已难以满足高效、精确的施工需求。通过计算机数控系统(CNC)的精确控制,自动化切割与加工设备能够高效地完成金属、玻璃及其他幕墙面板材料的切割、打孔、磨边等工序,确保每一块幕墙构件都能严格按照设计要求进行加工,从而减少人为误差,提高生产的稳定性与一致性。加工效率的显著提高,生产周期的缩短,材料浪费的精确控制,都得益于这些设备的广泛应用,有效降低了成本。此外,自动化设备的使用还大大增强了工人的安全性,因为许多高风险操作已由机械完成,减少了工作人员的直接接触与操作风险。同时,集成的质量检测功能能够实时监控加工质量,确保所有加工件都符合设计标准。

3.4 玻璃搬运与安装机械

在建筑幕墙施工中,玻璃搬运与安装机械发挥着至关重要的作用,特别是在处理大型且重型玻璃面板时,它们能够显著提高施工效率并确保安装精度。幕墙施工中的玻璃面板通常尺寸较大、重量较重,人工搬运不仅效率低下,还存在较大安全隐患。采用玻璃搬运与安装机械,如吸盘吊装设备、玻璃搬运车以及自动化玻璃安装机器人,能够精准地抓取与搬运玻璃面板,并借助精密控制系统完成精确安装。这些机械设备通常配备高强度吸盘,通过负压吸附玻璃板,确保其在运输与安装过程中的稳定性与安全性^[3]。随着建筑设计的多样化,玻璃面板的形状、尺寸及重量各异,机械设备不断创新与优化,以适应不同规格与结构的玻璃板安装要求。施工速度得到了提升,工人的工作强度也有效降低,事故发生风险被减少,同时,玻璃面板与幕墙框架之间连接的精确度得以确保。

3.5 定位与测量设备

在建筑幕墙施工中,定位与测量设备的作用至关重要,特别是在确保幕墙组件的精确安装与对接方面。幕墙施工对尺寸与位置的要求极为严格,任何细微的偏差都可能影响整体结构的稳定性与外观效果。常用的定位与测量设备包括全站仪、激光测距仪、水平仪以及自动化测量系统等。全站仪结合光电测量技术,能够在施工现场快速而精确地确定各个组件的位置,确保幕墙框架与建筑结构的准确对接。激光测距仪用于测量幕墙面板的安装位置、间距以及对角线长度等,以确保各个幕墙单元精准对齐。水平仪与

垂直仪用于确认面板的水平与垂直度,避免因不平整或歪斜的安装而影响施工质量。随着技术的不断进步,自动化测量系统逐渐被引入幕墙施工中,能够实时收集现场数据,并通过数据分析与处理,为施工人员提供精准指导,潜在的偏差问题得以及时发现并纠正。

4 建筑机械在幕墙施工中的安全管理与控制

4.1 机械设备的操作规范

机械设备的操作规范在建筑幕墙施工中具有极其重要的意义,它直接关系到施工人员的安全、工程质量以及施工进度的顺利推进。在施工开始之前,所有机械设备必须经过严格的检查与维护,确保其处于良好的工作状态。操作人员应具备相应的资质证书,并接受专业培训,充分了解机械设备的性能、操作流程及应急处理程序。在实际操作中,操作必须严格按照设备制造商提供的操作手册及安全规定进行,严禁随意操作或擅自改动设备结构。对于起重机、吊车等大型机械,设备的负荷能力需确认,确保吊装作业过程中不出现超载,并根据施工要求合理调整起重角度及吊装路径,防止设备倾斜或失稳。施工现场应设立明显的安全警示标志,划定危险区域,确保非相关人员远离作业区域,从而降低事故发生风险。机械设备的定期检查与维护同样至关重要,设备存在故障或隐患时,应立即停机并进行检修,避免因设备问题导致的安全事故。

4.2 防止施工过程中安全隐患的措施

在建筑幕墙施工中,采取有效的防范措施以避免安全隐患至关重要,它直接影响施工人员的安全以及工程的顺利进行。严格的安全风险评估应在施工现场开展,以识别潜在的隐患,并根据每项风险制定针对性的防控措施。高空作业时,必须配备符合安全标准的防护设施,包括安全网、围栏以及高空作业平台,以确保作业人员的安全。机械设备的使用必须严格按照操作规程执行,确保起重机、吊车等设备的安全性能得到保障,操作人员需经过专业培训,持有相关证书。作业区域应设立明显的警示标志,并划定安全区域,防止非作业人员误入高风险区域,从而减少安全隐患。施工材料的堆放与搬运应严格按照安全规定进行,避免不稳固堆放或散落,造成不必要的安全事故^[4]。在施工过程中,定期检查现场,应及时发现潜在的隐患,并采取有效的措施消除风险。此外,应指派专门的安全监督人员负责每个施工环节,确保设备的正常运行及作业人员的安全防护措施得当,并确保所有操作符合安全要求。一旦发生紧急情况,应立即启动应急预案,以确保迅速有效地应对,最大程度减少事故带来的损失。

5 建筑机械技术的效益分析

建筑机械技术的应用在幕墙施工中发挥了重要作用,

显著提升了施工效率、保证了质量、降低了劳动强度以及提高了安全性等方面的表现。高效能的建筑机械使得关键施工任务,如吊装、搬运、切割和加工,能够快速完成,从而大大缩短了工期,增强了工程的整体效率。例如,重型幕墙面板能够高效地通过起重机和吊装设备吊装到指定位置,这不仅避免了人工搬运带来的慢速与高风险,还确保了安装过程的快速与精确。高精度的定位与测量技术,如激光测距仪和全站仪,也通过机械化设备得以应用,确保幕墙组件的尺寸和安装位置严格符合设计要求,减少了因误差而产生的返工,保障了工程的质量。此外,更加精确的材料切割通过自动化切割与加工设备实现,减少了人工误差,同时提高了材料的利用率,从而在控制成本方面起到了积极作用。劳动强度显著降低,通过机械化操作,尤其是在高空作业和重物搬运中,工人受伤的风险也减少,从而提升了施工现场的安全性。综合来看,建筑机械技术不仅在提高施工效率与质量方面发挥了重要作用,还在安全管理和成本控制方面带来了明显的改善。

6 结语

随着科技的不断进步,建筑机械技术在幕墙施工中的应用已成为提升施工效率、确保安全及提高质量的关键手段。引入先进机械设备后,幕墙施工能够在搬运、安装、切割等关键环节实现更高的精度和效率。机械设备的广泛应用显著减轻了工人的劳动强度,同时增强了施工过程的安全性与稳定性。然而,随着机械设备使用的增加,相关的安全管理与操作规范显得愈加重要。因此,设备的管理、定期维护与操作培训的加强,是施工单位必须重点关注的内容,以确保设备始终保持高效运行。与此同时,随着建筑行业对绿色施工及节能减排要求的提升,未来建筑机械技术在幕墙施工中的应用将进一步向智能化与自动化转型。技术水平与管理能力的不断提高,将使建筑幕墙施工的效率、安全性及可持续性得到更进一步的提升。

[参考文献]

- [1] 黄国林. 建筑机械技术在幕墙施工中的应用[J]. 技术与市场, 2022, 29(9): 102-104.
- [2] 孔艳梅. 建筑机械自动化关键技术幕墙施工中的应用[J]. 设备管理与维修, 2021(18): 169-170.
- [3] 王以环. 建筑幕墙工程机械的运行及维护分析[J]. 中国建筑金属结构, 2021(3): 86-87.
- [4] 赵尔贺. 机械加工在建筑幕墙中的应用研究[J]. 现代物业(中旬刊), 2018(12): 54.

作者简介: 江小奇(1983.3—), 毕业院校: 沈阳大学, 所学专业: 工业工程, 当前就职单位: 沈阳远大铝业工程有限公司, 职务: 幕墙设计, 职称级别: 中级工程师。

装配式混凝土结构节点连接性能分析与优化

刘旺峰

河北元鼎房地产开发有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 装配式混凝土结构在建筑行业中广泛应用, 节点连接作为关键的受力部位, 其性能直接影响结构的安全性与稳定性。通过对不同连接方式进行性能对比分析, 针对装配式结构中常见的节点设计问题, 提出了一系列优化方案。采用有限元分析与实验测试相结合的方法, 模拟了节点在不同荷载下的受力响应, 并对节点的抗震性能、耐久性进行了综合评价。结果表明, 优化后的节点连接方案在提高结构整体刚度和抗震性能方面具有显著优势, 同时施工过程中简化了连接工序, 提升了施工效率。优化措施不仅增强了结构的安全性, 也为装配式建筑的推广应用提供了技术支持。

[关键词] 装配式混凝土结构; 节点连接; 性能分析

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15989

中图分类号: TV334

文献标识码: A

Analysis and Optimization of Node Connection Performance in Prefabricated Concrete Structures

LIU Wangfeng

Hebei Yuanding Real Estate Development Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Prefabricated concrete structures are widely used in the construction industry, and node connections are key load-bearing parts whose performance directly affects the safety and stability of the structure. By comparing and analyzing the performance of different connection methods, a series of optimization solutions have been proposed to address common node design issues in prefabricated structures. By combining finite element analysis with experimental testing, the stress response of the node under different loads was simulated, and the seismic performance and durability of the node were comprehensively evaluated. The results indicate that the optimized node connection scheme has significant advantages in improving the overall stiffness and seismic performance of the structure, while simplifying the connection process during construction and improving construction efficiency. The optimization measures not only enhance the safety of the structure, but also provide technical support for the promotion and application of prefabricated buildings.

Keywords: prefabricated concrete structures; node connection; performance analysis

引言

装配式混凝土结构因其高效施工和绿色环保特性, 近年来在建筑行业中备受关注。然而, 节点连接作为承载和传递荷载的核心部位, 其性能直接关系到整体结构的安全性与可靠性。实际工程中, 由于设计与施工过程中对节点连接的性能要求复杂, 传统连接方式常面临抗震能力不足、施工难度较高等问题。因此, 如何通过技术优化提升节点连接性能, 成为装配式建筑发展的重要研究方向。结合有限元分析和实验测试技术, 探索更高效的节点连接方案, 不仅是提升装配式建筑应用价值的关键, 也是推动建筑行业向智能化、可持续发展迈进的技术路径。

1 装配式混凝土结构节点连接的设计与现状分析

1.1 节点连接在装配式混凝土结构中的重要性

装配式混凝土结构在现代建筑中具有显著优势, 如缩短工期、减少现场施工、提高施工精度等。然而, 节点连接作为连接预制构件的关键部位, 其设计直接影响到结构的整体稳定性与安全性。节点不仅要承受垂直荷载, 还需抵抗水平力、震动等复杂荷载, 因此其受力性能、施工便利性及耐久性成为设计的重点。合适的节点连接设计能够

提升结构的抗震性、刚度及抗变形能力, 从而增强整体结构的使用安全性。

1.2 传统节点连接设计中的问题与挑战

当前, 许多装配式混凝土结构仍采用传统的节点连接设计方式, 存在着抗震性能不足、施工复杂性高、连接强度低等问题。例如, 传统节点设计通常依赖于大量的钢筋或焊接工艺, 这使得施工现场依赖性较强, 且易受工艺不规范等因素的影响, 导致节点连接部位出现安全隐患。部分传统节点连接在抗震性和耐久性方面未能有效应对地震荷载和环境因素的长期作用, 容易造成节点的疲劳损伤和结构失稳。此外, 由于不同施工人员对传统工艺的理解差异, 节点连接的施工精度难以保障, 这也降低了装配式结构的整体性能。

1.3 现代节点连接设计的进展与创新

为了克服传统节点设计的不足, 近年来, 装配式混凝土结构节点的设计逐渐向更高效、简便、可靠的方向发展。新型节点设计不仅注重节点本身的承载性能, 还充分考虑了节点的施工性与经济性。比如, 采用预埋钢筋、插接式连接、预制化钢构件等新技术, 使得节点连接的施工更加

简便、快速且精准。此外，抗震性能的提升也成为设计的重要目标，利用更加科学的连接方式（如抗震支撑、减震材料的应用）有效提升了节点的韧性与抗震能力。同时，现代节点连接设计在材料选择上也更加注重耐久性，采用耐腐蚀材料和增强保护措施，提高了结构的长期稳定性。这些创新为装配式混凝土结构的推广和应用提供了技术支撑，也使得其在实际工程中更加安全和高效。

2 节点连接性能的有限元分析与实验验证

2.1 有限元分析在节点连接性能评估中的应用

有限元分析(FEA)作为一种强有力的数值模拟工具，广泛应用于装配式混凝土结构节点连接性能的评估。通过对不同节点连接形式进行建模，模拟节点在不同荷载作用下的受力和变形情况，可以直观地了解节点的力学行为。有限元分析能够精确计算节点连接处的应力分布、变形特征及可能出现的破坏模式，为优化设计提供理论依据。此外，采用非线性有限元分析能够模拟节点在实际工作状态下的复杂行为，帮助研究者了解节点在地震、风力等荷载作用下的性能变化，为节点连接设计提供数据支持。

2.2 节点连接的应力与变形分析

通过有限元分析，对装配式混凝土结构节点连接进行应力与变形分析，可以揭示节点连接在实际使用过程中可能面临的最大应力集中区域。节点处的应力集中通常是结构破坏的起点，尤其是在荷载作用较大的情况下。通过对比不同设计方案的节点连接，在模拟荷载作用下的应力分布情况，能够识别出可能导致节点失效的关键部位。此外，变形分析能够明确节点在受力作用下的形变程度及其对整体结构的影响，这为优化节点的几何形状、加强节点部位的材料选用提供了依据。

2.3 实验验证与有限元分析结果对比

有限元分析的结果往往需要通过实验来验证其准确性和可靠性。在节点连接的性能研究中，通过实验测试，如静力加载实验和振动台试验等，能够对有限元分析得到的结果进行验证。实验可以直接获取节点连接在实际荷载作用下的力学性能数据，并与有限元分析的模拟结果进行对比，验证分析模型的准确性。同时，实验过程中还可以观察节点连接的实际破坏模式，进一步完善和调整有限元模型，提高模拟结果的可信度。通过实验验证，不仅能够增强有限元分析的实用性，还能够为进一步的设计优化提供实验依据。

2.4 节点连接的耐久性与抗震性能评估

节点连接的性能不仅仅体现在短期荷载下的表现，还需要考虑长期使用过程中的耐久性与抗震性能。有限元分析结合实验验证能够全面评估节点在长期荷载和环境作用下的表现。在耐久性方面，通过模拟节点连接在不同温湿度条件、冻融循环、腐蚀环境中的行为，能够预测节点的使用寿命。抗震性能评估则通过模拟地震波的作用，研

究节点在震动荷载下的响应，评估节点连接在地震作用下的可靠性。通过对耐久性与抗震性能的综合评估，能够为装配式混凝土结构的长期安全性提供理论和实验依据。

3 节点连接优化方案的提出与实现

3.1 优化设计目标与方案提出

节点连接的优化设计旨在提高装配式混凝土结构的整体性能，尤其是增强节点的抗震能力、承载力和耐久性。针对传统节点连接存在的问题，优化设计方案主要围绕以下目标展开：首先，降低节点施工复杂度，简化工艺流程；其次，提高节点的抗震能力，增强其对地震荷载的响应能力；最后，提升节点连接的长期耐久性，确保结构在长期使用过程中保持稳定的性能。为实现这一目标，提出了一种基于钢筋与预应力钢缆组合的创新节点连接方式，通过合理布置钢筋和预应力钢缆，在提高节点强度的同时，简化了施工操作。

3.2 预应力钢缆与钢筋组合的节点连接方案

在优化设计中，采用了预应力钢缆与钢筋组合的节点连接方案，旨在提升建筑结构的抗震性能和整体稳定性。与传统节点连接方式相比，这一组合方案具有显著的技术优势。预应力钢缆通过施加预应力，可以有效分担节点连接处的拉力，减少节点处的变形和应力集中，从而提高了结构的抗拉能力。钢筋则主要承担节点的剪力和压应力，增强了节点的抗剪强度，使得整个节点在承受外部荷载时更加稳定。

预应力钢缆的应用还能够减轻混凝土结构的自重，降低了建筑物的整体负荷。预应力钢缆的使用不仅优化了结构设计，还提高了施工效率，简化了节点的施工步骤。由于预应力钢缆和钢筋的合理配合，施工过程中可以减少对传统节点连接方案的依赖，从而降低了施工难度和时间成本。

3.3 施工工艺与技术实现

为了实现优化后的节点连接方案，施工工艺需要进行一系列调整，确保新设计方案的顺利实施。首先，在设计阶段，需要对预制构件的节点部位进行精准设计与定位，特别是在钢筋和预应力钢缆的布置上，必须确保每个节点的位置和角度精确无误。这为后续施工提供了准确的操作依据，确保预制构件的高效组装。

在实际施工过程中，采用预应力钢缆拉紧技术对节点进行预应力处理，以增强其受力性能。预应力钢缆的拉紧可以有效提升节点的抗震性能，防止在受力作用下发生过度变形。钢筋与钢缆的配合使用使节点连接的施工变得简便，传统的焊接和大量钢筋绑扎工作不再必要，减少了施工中的繁琐操作，大大提高了施工效率并降低了劳动强度。在节点连接的安装过程中，可以采用模块化预制的方式，将节点部位提前预制好，并在现场进行快速组装。这不仅可以提高施工精度，还能更好地控制质量，确保每个节点的施工质量达到标准要求，从而提升整个建筑结构的稳定

性和安全性。

3.4 优化方案的实施效果与验证

通过对优化节点连接方案进行模拟分析与实验验证,采用预应力钢缆与钢筋组合的节点连接方式显著提升了建筑结构的抗震能力、整体刚度和稳定性。在实验过程中,优化后的节点连接在不同荷载条件下表现出良好的抗剪能力,变形量较小,充分满足了建筑结构的安全性要求。与传统节点连接方案相比,优化设计不仅在结构性能上得到了显著提升,还在施工周期和施工精度上表现出更高的效率,减少了施工过程中的误差和不确定性。通过进一步的工程测试与反馈,优化方案的实施效果得到验证,证明其在实际工程中具有较高的可行性和优越性。这一优化设计能够有效提高建筑的耐震性能,延长建筑使用寿命,为现代建筑结构提供了一种更为可靠的连接方式。

4 优化节点连接对装配式结构性能的提升作用

4.1 提升结构的抗震性能

优化后的节点连接显著增强了装配式混凝土结构的抗震性能。在传统节点设计中,由于节点连接部位的受力不均衡,常常导致结构在地震荷载作用下发生局部失稳或破坏。而通过采用预应力钢缆与钢筋组合的节点连接方案,节点能够更好地分担来自不同方向的荷载,尤其是水平力和震动作用,从而有效减轻了地震荷载对结构的冲击。这种优化设计在节点连接处实现了更为均匀的应力分布,降低了节点破坏的风险,提高了结构的整体抗震能力,使得装配式结构在地震等极端荷载条件下表现出更高的可靠性。

4.2 增强结构的整体刚度与稳定性

优化后的节点连接设计不仅提高了节点本身的承载力,也增强了装配式结构的整体刚度与稳定性。通过合理布置钢筋和预应力钢缆,节点连接的刚度得到了有效提升,减少了因节点部位的变形过大而导致的结构失稳现象。这种设计能够有效限制结构在外部荷载作用下的过度变形,确保结构在长期使用过程中保持稳定的性能。此外,节点连接优化设计的实现使得各构件之间的配合更加精确,从而提升了整体结构的协调性,使得整个装配式结构更加紧密与稳定。

4.3 提高施工效率与减少施工难度

优化后的节点连接方案不仅在力学性能上表现突出,还有效提升了施工效率和简化了施工工艺。传统节点连接方式往往需要大量的钢筋焊接、混凝土浇筑和细致的工艺操作,施工周期长,且对施工质量的依赖较大。相比之下,预应力钢缆与钢筋组合的节点连接方案减少了施工环节,降低了工艺复杂度,使得节点施工更加简便,工人操作的

可控性提高。这种设计能够减少对高技术工人的依赖,降低施工过程中可能出现的质量问题,同时缩短了施工周期,提高了施工效率,为装配式建筑的推广应用提供了便利。

4.4 提升结构的耐久性与长期使用性能

节点连接优化还显著提高了装配式混凝土结构的耐久性。在传统设计中,由于节点部位的应力集中和施工精度难以保障,节点往往容易出现裂缝和劣化现象,影响结构的长期稳定性。而通过采用预应力钢缆与钢筋组合方案,节点连接处的受力得到了优化,有效避免了应力集中的问题。同时,优化设计选用了更耐用的材料,并在施工过程中确保了更高的精度,从而延长了结构的使用寿命。此外,优化节点设计在抗冻性、抗腐蚀性等方面的表现也更加优越,有效降低了环境因素对结构的影响,提升了结构在恶劣条件下的长期稳定性和安全性。

5 结语

通过对装配式混凝土结构节点连接的性能分析与优化研究,提出了一种基于预应力钢缆与钢筋组合的创新节点连接方案。该方案有效提升了节点的抗震能力、承载力及耐久性,解决了传统节点连接在抗震性、施工复杂性等方面的不足。有限元分析与实验验证结果表明,优化后的节点连接在结构整体性能方面具有显著优势,尤其是在提高抗震性能和施工效率方面表现突出。优化设计不仅简化了施工工艺,降低了施工难度,还增强了结构的整体稳定性,为装配式混凝土结构在实际工程中的应用提供了技术保障。未来,随着装配式建筑技术的发展,节点连接的进一步优化将推动这一领域的创新与进步,促进建筑行业的可持续发展。

[参考文献]

- [1]李定乾. 笼模装配整体式混凝土结构技术的工程应用[J]. 建筑结构, 2023, 53(2): 1033-1037.
 - [2]姜安民,董彦辰,王飞飞,等. 装配式混凝土结构连接方式分类及性能研究[J]. 科技创新与生产力, 2023(3): 58-62.
 - [3]袁昌民. 挤压套筒连接装配式再生混凝土构件抗震性能[D]. 广州:华南理工大学, 2023.
 - [4]邹艳花,刘玲. 装配式混凝土结构柱-柱连接节点分析[J]. 砖瓦, 2023(4): 54-56.
 - [5]张林捷. 装配式混凝土结构节点的连接方式研究[J]. 住宅与房地产, 2023(32): 86-88.
- 作者简介:刘旺峰(1984.5—),男,汉族,毕业学校:河北科技师范学院,现工作单位:河北元鼎房地产开发有限公司。

机械加工在建筑幕墙中的应用研究

王东 郭晨 阴光华

沈阳远大铝业工程有限公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要]随着经济的快速发展, 人们的审美观念也经历了深刻变革, 建筑设计更加注重现代感与空间体验。近年来, 建筑幕墙在建筑领域的应用日益广泛, 尤其是透明玻璃幕墙, 不仅提升了建筑的美观性, 还营造出开阔通透的视觉效果, 有助于缓解人们的压抑情绪。建筑幕墙的普及已成为行业关注的热点, 其中机械加工技术在幕墙的制造与安装过程中发挥着至关重要的作用。文中围绕机械加工在建筑幕墙中的应用展开分析, 并重点探讨加工与安装各环节的关键技术, 以充分发挥机械加工在幕墙施工中的价值, 提高幕墙的质量与施工效率。

[关键词]机械加工; 建筑幕墙; 技术应用

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15999

中图分类号: TU767

文献标识码: A

Research on the Application of Mechanical Processing in Building Curtain Walls

WANG Dong, GUO Chen, YIN Guanghua

Shenyang Yuanda Aluminum Engineering Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: With the rapid development of the economy, people's aesthetic concepts have undergone profound changes, and architectural design pays more attention to modernity and spatial experience. In recent years, the application of building curtain walls in the field of architecture has become increasingly widespread, especially transparent glass curtain walls, which not only enhance the aesthetics of buildings, but also create open and transparent visual effects, helping to alleviate people's suppressed emotions. The popularization of building curtain walls has become a hot topic in the industry, and mechanical processing technology plays a crucial role in the manufacturing and installation process of curtain walls. The article analyzes the application of mechanical processing in building curtain walls and focuses on exploring the key technologies involved in processing and installation, in order to fully leverage the value of mechanical processing in curtain wall construction and improve the quality and construction efficiency of curtain walls.

Keywords: mechanical processing; building curtain walls; technical application

引言

随着现代建筑技术的不断进步, 建筑幕墙因其美观、节能、环保及安全性等优点, 已在高层及超高层建筑中得到了广泛应用。作为外立面装饰材料, 建筑幕墙不仅美化了外观, 还承担着多重结构性任务, 包括抗风压、抗震、隔热、保温、隔音等功能。因此, 幕墙系统的加工精度、安装质量及长期耐久性在设计及施工过程中对其提出了极高的要求。幕墙施工过程中, 机械加工技术贯穿了幕墙构件的生产、安装及维护等各个阶段, 其精度、效率及自动化水平直接影响着幕墙系统的安全性与美观性。目前, 建筑幕墙的机械加工技术正朝智能化、精细化与高效化的方向发展。数控切割、激光焊接、自动钻孔、智能折弯与精密装配等先进技术的应用, 不仅提高了幕墙构件的加工精度, 还有效减少了施工误差, 大大提升了施工效率。同时, BIM (建筑信息建模) 技术、工业机器人及自动化生产线的结合, 为幕墙加工的数字化转型提供了有力支持, 使得幕墙系统在设计、生产、安装及运维等全过程的管理变得更加高效且精确。尽管机械加工技术在建筑幕墙施工中得到了广泛应用, 然而, 在实际工程中, 仍然存在许多挑战。例如, 幕墙加工精度的控制、现场安装误差的调整、

预埋件的定位精度以及复杂幕墙结构的加工适应性问题, 仍然亟需解决。因此, 深入研究机械加工技术在建筑幕墙施工中的应用显得尤为重要。这不仅有助于提升施工质量, 优化工艺流程, 降低成本, 还能提高安全性, 延长幕墙的使用寿命。本文将从建筑幕墙的结构特点、机械加工流程及其在幕墙施工各阶段的具体应用展开分析, 重点探讨如何严格按照设计图进行加工, 合理设置预埋件, 优化安装顺序, 精准掌握幕墙的尺寸等关键环节。在系统的研究与分析中, 本文旨在为建筑幕墙施工提供科学、高效的机械加工应用方案, 并为该领域的技术进步与质量提升提供理论支持与实践指导。

1 建筑幕墙的结构特点

建筑幕墙作为一种独立于主体结构之外的围护系统, 主要承担外立面装饰和功能性防护的双重任务。其独特的结构设计决定了幕墙在建筑中的性能及适用场景。通常, 建筑幕墙由面板、支撑结构、连接构件及密封系统等部分组成, 其中面板材料可以选用玻璃、铝板、石材或陶瓷板等, 这些材料既符合美学要求, 又具备耐候性、隔热性及安全性等特性。支撑结构一般采用铝合金型材或钢结构龙骨, 以确保幕墙具备足够的强度与稳定性, 从而有效承受

风荷载、地震作用及温度变化带来的形变。通过连接构件（如预埋件、螺栓、支座等），幕墙与主体结构被连接，同时，柔性连接技术被用来吸收建筑结构的微小变形。通过这种设计，幕墙的稳定性得以增强，使用寿命也得以延长。密封系统在幕墙的防水、防风和保温隔热中发挥着关键作用。通常，硅酮耐候密封胶、橡胶密封条等材料被用于填充板材之间的缝隙，从而提升幕墙的气密性和水密性。此外，建筑幕墙的工业化加工特点十分明显，绝大多数构件在工厂内被精确制造后，运至施工现场进行安装，这种方式显著提高了施工效率，并确保了质量的一致性与稳定性。随着建筑技术的不断发展，现代幕墙结构日趋智能化、节能化及可持续化。例如，光伏幕墙、双层通风幕墙、自清洁幕墙等新技术的应用，不仅满足了装饰需求，同时，幕墙的节能与环保性能得以提升。

2 幕墙施工机械加工流程

幕墙施工的机械加工流程是确保质量、精度及施工效率的关键环节，通常涉及多个步骤，如深化设计、材料准备、机械加工、组装预拼、运输、现场安装及调试验收等。施工开始前，首先进行幕墙的深化设计。在此阶段，结合建筑结构特点、荷载计算与材料选择，三维建模及数控加工技术被用于优化加工尺寸与连接方式，以确保幕墙系统的精确性与可执行性。接下来是材料准备阶段，主要包括铝型材、玻璃、石材及钢构件等原材料的采购、检验与存储管理，确保所有材料均符合设计要求与国家标准。在机械加工阶段，材料的切割、钻孔、折弯、焊接、拼装及表面处理等工序为施工的核心。切割通常采用高精度数控切割机或水刀，以确保尺寸的准确性；钻孔与铣削则通过数控机床进行高效加工，从而提高连接件的精度与一致性；焊接工艺采用氩弧焊或激光焊接，确保幕墙支撑结构的强度与耐久性；表面处理工艺如阳极氧化、电泳喷涂或氟碳喷涂，则增强了幕墙构件的耐腐蚀性及外观。机械加工完成后，所有构件需进行组装预拼，检查整体结构的匹配度，并进行必要的调整，尽量减少现场安装的误差。经过质量检验合格的幕墙构件被包装并运送至施工现场。到达现场后，利用吊装设备将构件安装，确保幕墙与主体结构之间的稳固连接。安装过程中，严格按照施工工艺进行测量与复核，幕墙构件的水平度、垂直度及间隙尺寸需进行调整，并进行密封处理，以确保气密性与水密性^[1]。最后，在幕墙安装完成后，全面的调试与验收需进行，包括抗风压测试、水密性及气密性检测，以及安全性能检查，确保幕墙系统能够满足设计要求并正常使用。

3 机械加工技术在建筑幕墙阶段的实际应用

3.1 严格按照幕墙加工设计图进行

严格依据幕墙加工设计图进行机械加工，是保证幕墙施工质量、精度及顺利安装的关键步骤。在幕墙工程中，加工设计图不仅涉及幕墙整体结构的各项细节，还规定了

每个构件的尺寸、公差、连接方式及材料要求。因此，实际加工过程中，设计图纸必须严格遵循，以防尺寸偏差及安装误差的发生。在加工开始前，设计图必须经过详细的技术交底，确保技术人员、操作工人及质量检查人员对图纸内容全面理解，准确掌握幕墙构件的加工要求。材料切割阶段，根据设计图的尺寸要求，高精度数控切割设备被用于切割，以确保板材及型材的尺寸准确，并为后续精细调整预留适当的加工余量。接下来的钻孔、铣削、折弯等机械加工环节中，通过数控机床和模具定位加工技术的应用，连接孔位、槽口及折弯角度确保与设计图纸完全一致，从而避免因公差超标造成安装困难。焊接及组装时，严格按照图纸上标注的焊接位置、方式及工艺参数进行操作，同时，专业夹具被用来固定部件，以保证焊接强度与结构稳定性，并有效控制焊接过程中变形对精度的影响。表面处理阶段，如阳极氧化、电泳喷涂或氟碳喷涂等工艺，依据设计图纸上的要求选择颜色、涂层厚度及表面工艺，以满足幕墙的美观性及耐候性需求。加工完成后，所有构件需经过严格的质量检验，包括尺寸测量、连接件匹配度检查、表面处理质量检测等，确保每个组件都符合设计标准，避免因尺寸误差或质量问题影响安装及最终效果。最后，所有加工完成的幕墙构件按编号分类存放，并根据设计图中的安装顺序进行运输与现场安装，以确保幕墙系统在组装过程中的精度与结构稳定性。

3.2 实现安装阶段的合理化控制

幕墙测量是一个至关重要的过程，必须结合设计指标要求合理应用测量仪器。在安装过程中，针对不同的类型和概况，仪器的整体使用必须得到高度重视。根据现有的规范和标准，防线测量的重要性不言而喻。因此，工作人员应加强测试与管控，结合施工计划和环境等因素，精确掌握测量仪器的使用成为关键。在测量阶段，提前进行检查和数据验证至关重要，数据处理的准确性是保证施工质量的关键。在整个控制阶段，需从幕墙角度出发，结合现行规范和制度进行预设。视角设置与水平控制是测量中的关键因素，因此在预设过程中，了解仪器设备的特性非常重要。在工程施工中，应在一端设置水平尺和水准仪，以确保视线和方向的准确性，进而保证幕墙安装的精度和稳定性。

3.3 合理设置预埋件

合理设置预埋件在建筑幕墙施工过程中至关重要，直接影响着幕墙结构的稳定性、安全性以及长期使用效果。作为幕墙与主体结构之间的连接介质，预埋件通常由镀锌钢板或不锈钢材料制成，通过焊接或膨胀螺栓固定于主体结构上，从而保证幕墙具备足够的承载能力及抗风、抗震性能。在施工前，精确计算必须根据幕墙设计图及建筑结构图进行，确定预埋件的定位、高度、数量及承载能力，确保它们能够满足幕墙荷载传递的需求。在主体结构施工

过程中,预埋件的安装应与土建工程紧密配合,精密测量设备如全站仪与水准仪被用于定位放样,确保预埋件的位置、标高及倾斜度完全符合设计要求。如果安装过程中预埋件出现偏差,可能导致幕墙安装时出现错位、受力不均等问题,进而影响整体结构的稳定性。预埋件的加工过程中,机械加工技术的作用尤为关键,数控切割、钻孔及折弯等工艺被用于确保预埋件尺寸的精准度。焊接工艺要求焊缝饱满、无虚焊或夹渣,从而增强连接的强度与稳定性^[2]。安装完成后,预埋件需要进行抗拔、抗剪等力学性能检测,以确保其满足幕墙的安全承载要求。对于复杂幕墙结构,可能会采用可调节预埋件技术,以弥补施工误差,确保安装过程顺利进行。随着建筑技术的不断进步,BIM(建筑信息建模)技术已经逐步应用于预埋件的设计与施工阶段。此技术能够提前模拟预埋件的安装效果,从而优化幕墙连接结构,提升施工精度与效率。

3.4 合理控制顺序

合理控制施工顺序是确保建筑幕墙机械加工与安装质量的关键,它直接影响着幕墙系统的整体稳定性、精度控制及施工效率。在幕墙施工过程中,各个环节之间相互关联,合理的施工顺序不仅能够减少施工误差,还能降低返工率,保障幕墙的安全性与耐久性。施工前,依据幕墙设计图纸与现场实际情况,详细的施工流程与工序安排必须制定,以确保机械加工与安装环节的无缝衔接。一般来说,幕墙施工遵循“先主结构、后幕墙支撑结构、再面板安装、最后密封处理”的基本顺序,以确保各部分受力均衡、连接稳定。在机械加工阶段,应优先进行型材与板材的精确切割,随后完成钻孔、折弯、焊接等工序,确保所有构件的尺寸严格符合设计要求,且在组装预拼时,误差检查与调整应及时进行,以避免现场安装时出现尺寸不匹配的情况。预埋件的安装应与主体结构施工同步进行,并在幕墙龙骨安装前进行复测,以确保连接点的精度。幕墙龙骨的安装通常是从底部开始,逐步向上进行,以确保整体的垂直度与稳定性,同时实时监控误差,测量仪器的应用至关重要。面板的安装顺序一般从下至上、从中心向两侧展开,确保受力均匀,避免因安装顺序不当导致局部变形或应力集中。在玻璃幕墙施工时,玻璃板块的安装顺序应优先固定板块,再进行开启窗及装饰组件的安装,以减少施工过程中的安全风险。密封处理作为最后一步,必须在所有幕墙构件安装完成并检查合格后进行^[3]。此时,硅酮密封胶的使用应严格按照施工规范填缝,确保幕墙的气密性、水密性及保温隔热性能。

3.5 掌握幕墙设计尺寸

掌握幕墙设计尺寸是确保建筑幕墙机械加工精度、安装质量及整体安全性的关键。作为建筑的外围护结构,幕墙的尺寸精度直接关系到安装过程的顺利进行及幕墙系

统受力的稳定性。在施工之前,必须严格按照设计图纸进行尺寸测量、加工以及复核工作。幕墙设计阶段中,幕墙构件的精确尺寸确定至关重要,这一过程应根据建筑立面尺寸、荷载计算、热膨胀等因素进行,同时,应适当预留安装公差,以应对现场可能出现的微小误差。在机械加工过程中,型材及面板的切割、钻孔、折弯等工序的尺寸精度应严格控制,数控加工技术与激光测量仪器的借助下,确保误差控制在规定范围内,以避免尺寸偏差导致的安装难度或安全隐患。特别是在玻璃幕墙的加工中,玻璃板块的尺寸测量必须精确到毫米级,以确保拼接严密且整体美观。预埋件和龙骨结构,作为幕墙支撑系统的关键部分,其安装位置与尺寸必须与面板的设计要求相匹配。安装前,必须使用全站仪、水准仪等设备进行高精度定位放样,确保预埋件与幕墙设计尺寸完全一致。安装过程中,幕墙的垂直度、水平度及缝隙尺寸需要实时监测,并通过调整支撑结构或连接件进行优化,以确保幕墙的整体平整度与稳定性^[4]。随着技术的进步,BIM技术在幕墙施工中的应用越来越广泛,尺寸精度管理得到了有效提升。通过三维建模与数字化模拟分析,潜在的尺寸偏差问题能够在加工前发现,并进行优化调整,从而提高施工精度与效率。

4 结语

通过对机械加工技术在建筑幕墙中的应用进行深入分析,可以清楚地发现,提升幕墙施工的精度、效率及质量,机械加工技术起着至关重要的作用。从严格执行设计图纸,到合理设置预埋件,再到优化施工顺序及精准控制幕墙尺寸,每一个环节都依赖于精密的机械加工工艺及先进的技术支持。随着建筑行业对安全性、节能性和美观性的要求日益提高,机械加工技术的不断创新,进一步推动了幕墙施工的现代化进程。展望未来,结合BIM技术、自动化设备及智能化施工手段,建筑幕墙领域中的机械加工应用,将愈加精细化与智能化,推动行业在提升工程质量、减少资源浪费及提高施工效率等方面,取得更大突破。

[参考文献]

- [1]罗财兴.浅谈机械加工在幕墙行业中的应用[J].福建冶金,2020,49(3):49-51.
 - [2]黄国林.建筑机械技术在幕墙施工中的应用[J].技术与市场,2022,29(9):102-104.
 - [3]赵尔贺.机械加工在建筑幕墙中的应用研究[J].现代物业(中旬刊),2018(12):54.
 - [4]李朋,赵恩华.机械加工在建筑幕墙中的应用研究[J].门窗,2018(2):9.
- 作者简介:王东(1983.2—),毕业院校:沈阳航空工业学院(现沈阳航空航天大学),所学专业:机械设计制造及其自动化,当前工作单位:沈阳远大铝业工程有限公司,职务:幕墙设计,职称级别:机械中级工程师。

建设工程噪声监测数据异常原因研究

黄姣 王铁拴

陕西工程勘察研究院有限公司, 陕西 西安 710000

[摘要]随着环保要求不断提高,噪声监测在建设工程中的重要性愈加凸显。尽管如此,噪声监测数据异常现象仍时有发生,这为噪声污染评估及治理措施的制定带来了不小的挑战。异常的成因各异,可能源自设备故障、操作不当、点位布设不规范或环境变化等因素。通过深入分析这些因素,噪声监测的准确性得以提升,从而为制定更为科学的噪声污染治理方案提供强有力的支持。

[关键词]建设工程;噪声监测数据;数据异常

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15975

中图分类号: TU4

文献标识码: A

Research on the Causes of Abnormal Noise Monitoring Data in Construction Projects

HUANG Jiao, WANG Tieshuan

Shaanxi Institute of Engineering Investigation Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract: With the continuous improvement of environmental protection requirements, the importance of noise monitoring in construction projects has become increasingly prominent. However, abnormal noise monitoring data still frequently occurs, which poses significant challenges for the assessment of noise pollution and the development of control measures. The causes of anomalies vary and may stem from factors such as equipment failure, improper operation, non-standard point layout, or environmental changes. Through in-depth analysis of these factors, the accuracy of noise monitoring can be improved, providing strong support for the development of more scientific noise pollution control plans.

Keywords: construction project; noise monitoring data; abnormal noise

引言

随着城市化进程的加快,建设工程中的噪声污染问题日益严重,已严重影响了居民的生活质量及公共健康。噪声监测,作为建设项目中不可或缺的一部分,然而监测数据异常的现象却频繁发生。这不仅损害了数据的准确性,还妨碍了噪声管理与治理工作的顺利开展。对数据异常成因的深入研究,对于提升监测技术与优化施工管理,具有重要的实际意义。

1 建设工程噪声监测概述

建设工程噪声监测的主要目的是对施工现场及其周围环境中产生的噪声进行系统化、定期化的检测与分析。噪声污染,特别是在施工过程中产生的机械噪声、爆破声以及交通运输噪声,已成为城市建设与基础设施项目中的一个突出环境问题。这些噪声不仅会影响周围居民的生活质量,还可能对公众健康构成潜在威胁。通过合理的噪声监测,可以科学评估施工对环境的影响,并为后续噪声防治措施的制定提供有力的数据支持。目前,噪声监测主要依赖噪声监测仪器、传感器及数据采集系统。常见的监测方法包括定点监测与长期监测,它们通过在不同时间段和不同位置采集噪声数据,全面反映施工过程中的噪声变化趋势及其空间分布特征。监测的核心目标在于准确测量施工期间的噪声强度,确保噪声水平符合相关法律法规的标

准,并在超标部分及时采取有效控制措施。随着技术的不断发展,噪声监测正逐步向自动化与智能化方向发展。无线传感器网络(WSN)、大数据分析 with 云计算的应用,使得传统的人工定点检测不再是唯一选择。实时监控与远程管理的实现,大大提高了噪声监测的效率与精度,同时也为工程管理者提供了实时、全面的决策支持。

2 建设工程噪声监测数据的特征分析

2.1 建设工程噪声监测数据的正常特征

建设工程噪声监测数据的正常特征通常表现为数据的稳定性、规律性与可重复性。在正常情况下,尽管噪声数据会有所波动,但这些波动通常处于合理范围内,且呈现出明显的时间与空间规律性。例如,施工期间的噪声强度会根据作业类型与时间的不同而有所变化,但在特定条件下,这些变化是可预测的,并且具备周期性特征。夜间或周末施工时,噪声水平往往较高,而施工暂停时,噪声水平则明显降低。正常噪声监测数据应展现出一致性,特别是在相似环境与施工条件下,数据之间的差异应保持较小。这种一致性反映了监测设备的良好状态与数据的可靠性。在此情况下,噪声数据的变化趋势通常较为平稳,呈现出渐进式的变化。例如,随着施工进度,噪声的累积效应可能逐渐显现,但整体波动幅度保持不大,符合环境噪声的普遍规律。此外,正常的监测数据应具备较好的可比

性。当比较同一施工项目中不同监测点的噪声数据,或在不同时间段内的数据时,变化模式应保持一致。例如,处于相似环境及噪声源相对位置的监测点,其数据波动应保持在稳定范围内,不应出现突如其来的异常波动。

2.2 建设工程噪声监测数据异常特征

建设工程噪声监测数据的异常特征通常表现为剧烈波动、失去规律性,或出现与实际施工情况不符的偏差。在正常施工条件下,噪声数据的波动应是可预测的。一旦出现异常,数据往往表现为难以解释的剧烈波动,或是突如其来的波动峰值,这些波动通常超出了环境噪声的正常范围。例如,在施工高峰期,某些监测点的噪声数据可能会急剧上升,尤其是当这种波动持续时间长且频率异常时,通常表明受到了外部干扰或设备故障的影响。异常数据通常缺乏正常波动的规律性。噪声变化应受到时间段、施工活动等因素的影响,表现出一定的时间模式与空间分布。然而,异常数据往往呈现出无规律的波动,甚至展现出随机变化的趋势。在某些时段,噪声强度可能会突然增加,而在其他时段却出现极低值,这与施工过程中噪声的常规变化模式相矛盾。数据之间的不一致性也是异常的一个重要特征,在一般情况下位于同一施工项目内不同位置的监测点应呈现出一定的相关性。然而,若某些监测点的噪声值显著高于其他点,而这种差异缺乏合理解释,则可能是由设备故障或人为因素引起的数据异常。长时间的数据停滞、断层或丢失,也是异常数据的典型表现。这种现象通常表明监测设备出现故障,未能准确记录噪声数据,或是在数据传输过程中发生了严重错误。

3 建设工程噪声监测数据异常的原因分析

3.1 人为因素导致的异常

人为因素在建设工程噪声监测数据异常中起着关键作用,通常与施工方或现场人员的行为密切相关。在一些情况下,为了追求项目进度或降低成本,某些施工方可能故意调整噪声监测设备的设置,甚至篡改数据,私自下调监测结果。这种行为直接干扰了噪声的正常测量,导致数据出现不自然的周期性波动,影响了监测数据的真实性以及后续环境管理决策。这类数据篡改不仅降低了数据的可信度,还可能导致监管部门在进行噪声污染评估时作出错误的判断。除了数据篡改,人员操作失误也是导致数据偏差的常见原因。监测人员或现场工作人员在使用设备时,可能由于经验不足、设备设置不当或疏忽,造成数据采集中的偏差。例如,传感器可能没有正确放置,或者监测设备未经过校准,这些问题会导致采集的数据偏离实际值。如果工作人员未按照标准操作程序进行设备维护或检查,设备的性能可能受到影响,进而引发数据误差。另外,一些施工方或现场人员可能为了避免噪声超标而故意遮挡监测设备,这种行为表现为有意识地将物体放置在设备附近,或者直接用布料、塑料膜等物品遮掩传感器,进而使

设备无法准确采集数据,影响监测结果的准确性。在极端情况下,监测设备可能会遭到故意破坏。施工现场的复杂环境,常常暴露设备于尘土、振动等恶劣条件下,若没有充分的保护,设备容易损坏。更有少数人员可能因某种目的故意破坏设备,使得噪声数据无法正常采集与记录,进一步影响整个监测系统的正常运作。

3.2 设备因素对监测数据的影响

设备因素对建设工程噪声监测数据的准确性有着至关重要的影响,尤其是在复杂的施工环境下,设备性能直接决定了数据的可靠性。设备老化与故障是常见问题之一,随着使用时间的延长,监测设备中的电子元件可能会出现老化现象,导致设备无法准确采集和传输数据,甚至出现数据偏差。当设备发生故障时,采集到的噪声数据可能与实际情况产生较大差距^[1]。此外,设备校准是确保监测数据准确性的必要步骤,若在安装或使用过程中未及时或正确进行校准,便可能导致数据出现偏移或异常,影响噪声评估结果的可靠性。传感器损坏也是影响数据准确性的一个重要因素,建设工地环境复杂,监测设备常常面临振动、冲击以及恶劣天气等外部影响。当传感器受到撞击或长期暴露于这些环境条件时,容易出现故障,导致无法精准采集噪声数据。传感器损坏不仅影响数据采集,还可能导致数据丢失或读取失败,从而影响监测结果的完整性。此外,数据传输中的问题也可能对监测数据的可靠性产生不良影响。在实际应用中,噪声监测数据需要通过无线网络或有线网络传输到数据中心进行处理。如果网络出现不稳定、传输中断或存储设备出现故障,就可能导致数据丢失、延迟或损坏。例如,断电或网络故障可能会使数据传输中断,造成错误的记录,从而影响后续分析结果。设备安装位置的选择同样会对监测数据产生重要影响,合理的设备安装位置有助于确保其能够准确捕捉到噪声源的变化。如果设备安装得过于靠近噪声源,可能导致数据过度放大;而安装得过远,则可能无法真实反映噪声水平。因此,按规范合理选择设备安装位置至关重要,直接关系到监测数据的准确性、可靠性、代表性。

3.3 材料及施工方法因素的影响

在建设工程中,材料的选择与施工方法对噪声监测数据的影响不可忽视。不同建筑材料在施工过程中对噪声的产生和传播起着至关重要的作用。例如,钢筋混凝土、砖石或金属结构等重型材料通常会产生较强的振动和噪声,而轻质材料如木材或某些新型复合建筑材料则相对较为安静。材料的选择不仅决定了噪声的强度,还影响了噪声的传播方式,从而导致监测数据的波动模式发生变化。施工方法对噪声监测数据的影响也十分直接,不同的施工工艺和方法会显著改变噪声的强度和特性^[2]。例如,钻机、混凝土搅拌机等重型机械在操作时产生的噪声较为剧烈,而若施工过程中采用了降噪措施,如使用低噪声设备或减

震材料,则噪声水平将大大降低。这些施工方法上的差异,直接影响着噪声监测数据的稳定性以及异常波动的频率。此外,施工组织和方式也可能间接影响噪声监测结果的准确性。例如,在工期紧张的情况下,施工方可能会安排更多作业在非高峰时段进行,从而产生较强的噪声干扰,导致监测数据出现突如其来的异常波动。而如果采取分阶段或分区域施工方式,尽管能够有效分散噪声源,减轻局部地区的噪声影响,若监测安排不当,也可能会低估某些区域的噪声水平,从而影响数据的全面性与客观性。

3.4 环境因素对数据异常的作用

环境因素对建设工程噪声监测数据的准确性与稳定性有着深远的影响。极端天气条件,诸如强风、雨雪、雾霾等,常常会干扰监测设备的正常工作。传感器在强风的作用下可能发生震动,导致数据传输的不稳定;而在雨雪天气下,设备可能会受潮或遭遇物理损伤,从而影响数据的精确度。同时,极端的高温或低温环境,也可能导致监测设备的电子元件发生故障,进而引起数据采集误差。此外,周围地形与建筑物的特征对噪声的传播方式、强度及其分布有着显著的影响。噪声在不同地理环境中的传播效果差异很大^[3]。例如,在山地或开阔地带,噪声的传播相对简单,而在城市密集区域,噪声可能会因建筑物的反射或折射作用发生变化,进而导致监测数据出现局部偏差。尤其是在多楼层建筑群或工业区周围,出现噪声屏障、噪声的反射现象等尤为明显,这会使得监测数据出现异常升高或者降低。而在开阔地带,噪声由于扩散作用,监测结果可能低于实际水平。另一个不可忽视的影响因素是周围的背景噪声源,尤其是施工现场周围。交通、邻近工地或居民区的噪声常常与施工噪声交织在一起,增加了数据采集的不确定性。如果监测点的选址不当,或者缺乏足够的噪声隔离措施,外部噪声源的干扰可能会使监测数据失真,从而导致对噪声水平的误判。在城市环境中,背景噪声普遍较高,外部噪声常常掩盖了施工噪声的真实强度。

3.5 数据传输与存储过程中的异常

在建设工程噪声监测中,数据传输与存储环节对于确保数据的准确性与完整性具有至关重要的作用。任何在此过程中发生的异常情况,都可能导致数据丢失、延迟或损坏,从而影响最终监测分析的结果。数据传输中的不稳定

性,是施工现场复杂环境下常见的挑战,信号干扰、网络拥堵或设备故障等问题,常常导致数据传输中断或延时。在无线传输的过程中,电磁干扰、信号遮挡等因素也可能导致数据丢失或损坏,进而无法将监测数据及时传输到数据处理中心。在数据存储环节,设备故障或缺乏及时维护同样可能引发数据异常。存储设备出现故障,如硬盘损坏、存储容量不足或数据冗余等问题,均会影响数据的持久保存与访问。如果在存储过程中未能有效进行备份,一旦设备发生故障,数据的不可恢复损失将直接影响噪声分析的准确性。存储过程中有时出现的数据格式错误、缺失或重复等问题,也会影响数据的连贯性,进而导致监测结果的准确性受到影响。即使是微小的错误,在长期监测中,亦可能逐渐累积为较大的偏差,进而影响噪声污染的评估与治理效果。为避免数据传输与存储过程中可能出现的异常,确保数据传输的稳定性与存储设备的可靠性显得尤为关键。实施网络优化、定期检查与维护存储设备,并做好数据备份工作,将有效保障监测数据的真实性与完整性。

4 结语

建设工程噪声监测数据异常的原因复杂多样,涉及到人为因素、设备故障、环境影响以及数据传输与存储环节中的各种问题。通过优化设备管理、提升操作规范、合理选择施工方法与材料,并确保数据传输与存储的稳定性,可以显著降低数据异常发生的概率。随着环保要求的日益严格,准确的噪声监测数据对项目的可持续发展与环境保护变得愈加重要。数据的真实性与可靠性,确保了环境治理的基础,也是实现建设项目与生态环境和谐共生的关键所在。

【参考文献】

- [1] 韦勇,李明,侍昆,等.建设工程噪声监测数据异常原因研究[J].工程建设与设计,2025,12(1):223-226.
 - [2] 张飞,白煜,郝影,等.噪声比对测试误差值探讨[J].噪声与振动控制,2024,44(3):229-232.
 - [3] 孙雪,龚宏健.噪声污染监测现状及对策探讨[J].资源节约与环保,2021,22(7):57-58.
- 作者简介:黄姣(1989.7—),毕业院校:西北农林科技大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:陕西工程勘察研究院有限公司,职称级别:工程师。

民用建筑电气线路老化检测技术及其预防措施探讨

吴冠飞

中铁建安工程设计院有限公司, 河北 石家庄 050043

[摘要] 民用建筑电气线路老化问题严重影响建筑安全与居民生活。文中系统分析了电气线路老化的原因, 详细探讨了多种检测技术的原理、优势及应用现状, 并提出了针对性的预防措施。研究指出, 结合多种检测技术可提高老化检测的准确性, 而科学设计、合理选材和日常维护等预防措施能有效延缓老化进程。文中旨在为保障民用建筑电气系统安全运行提供理论支持与实践指导。

[关键词] 电气线路老化; 检测技术; 预防措施; 民用建筑; 安全运行

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15966

中图分类号: TU8

文献标识码: A

Exploration on Aging Detection Technology and Preventive Measures for Electrical Circuits in Civil Buildings

WU Guanfei

China Railway Jian'an Engineering Design Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050043, China

Abstract: The aging problem of electrical circuits in civil buildings seriously affects building safety and residents' lives. The article systematically analyzes the causes of electrical circuit aging, explores in detail the principles, advantages, and application status of various detection technologies, and proposes targeted preventive measures. Research has shown that combining multiple detection techniques can improve the accuracy of aging detection, while preventive measures such as scientific design, rational material selection, and daily maintenance can effectively delay the aging process. The purpose of this article is to provide theoretical support and practical guidance for ensuring the safe operation of electrical systems in civil buildings.

Keywords: aging of electrical circuits; testing technology; preventive measures; civil buildings; safe operation

引言

在现代民用建筑中, 电气系统扮演着至关重要的角色, 为居民提供照明、动力、通信等基本功能。随着建筑使用年限的增长, 电气线路老化问题日益凸显, 成为引发电气故障和火灾事故的重要因素。据统计, 因电气线路老化导致的火灾事故占建筑火灾事故的相当比例, 给人民生命财产安全带来严重威胁。本文将重点探讨电气线路老化的原因、检测技术以及预防措施, 以期对相关领域的研究和实践提供参考。

1 电气线路老化的原因分析

电气线路老化是一个复杂的物理和化学过程, 受到多种因素的综合影响。长期的电流通过会产生热量, 导致线路绝缘材料的性能下降。当电流通过导线时, 导线会产生电阻损耗, 以热量的形式散发出来。这种热量的积累会使绝缘材料逐渐变硬、变脆, 降低其绝缘性能。绝缘材料在高温环境下会发生化学变化, 分子结构逐渐断裂, 导致其机械性能和电气性能下降。聚氯乙烯 (PVC) 绝缘材料在长期高温作用下, 会逐渐失去柔韧性, 变得易碎, 甚至出现裂纹, 从而增加导线之间的短路风险。导线的电阻也会随着温度的升高而增大, 进一步加剧线路的发热现象, 形成恶性循环。电流通过产生的热量是电气线路老化的重要

原因之一, 尤其是在高负荷运行的线路中, 这种现象更为明显。

环境因素对电气线路老化的影响不容忽视。温度变化会使导线和绝缘材料发生热胀冷缩, 频繁的温度变化会导致材料内部产生微裂纹, 从而加速老化。在民用建筑中, 电气线路往往暴露在不同的环境中, 如地下室、屋顶、外墙等, 这些部位的温度变化较大。地下室的湿度较高, 温度相对较低, 而屋顶则会受到阳光直射, 温度较高。频繁的温度变化会使绝缘材料的物理性能发生变化, 导致其机械强度和绝缘性能下降。湿度的影响也不可小觑, 高湿度环境会使绝缘材料吸收水分, 降低其绝缘电阻。当绝缘材料吸收水分后, 其内部的导电性增加, 容易引发漏电现象。腐蚀性气体如二氧化硫、氯气等会侵蚀绝缘材料, 使其化学性质发生变化, 进一步加剧老化。在一些工业区域或靠近化工厂的民用建筑中, 空气中的腐蚀性气体含量较高, 这些气体能够穿透绝缘材料的表面, 与材料发生化学反应, 导致绝缘性能下降。二氧化硫会与绝缘材料中的有机成分发生氧化反应, 生成导电的化合物, 从而降低绝缘电阻。环境因素对电气线路老化的影响是多方面的, 需要在设计和施工时充分考虑这些因素, 以减少其对线路老化的影响。

频繁的开关操作和过载运行也会对线路造成额外的

损伤。开关操作时产生的电弧会对导线端部和接触点造成烧蚀,而超载运行会使导线温度急剧升高,超出绝缘材料的耐受范围,导致绝缘层加速老化甚至损坏。在民用建筑中,开关操作频繁,尤其是在照明系统和插座回路中。每次开关操作时,电弧会产生高温,烧蚀导线端部和接触点,导致接触电阻增大。长期的烧蚀会使导线端部的绝缘层损坏,甚至出现裸露的导线,从而增加短路和电弧故障的风险。超载运行是电气线路老化的重要原因之一。当线路中的电流超过其额定值时,导线的温度会急剧升高。一根额定电流为 10A 的导线,当实际电流达到 15A 时,其温度可能会升高到绝缘材料的耐受极限。这种高温不仅会加速绝缘材料的老化,还可能导致导线熔化,引发火灾。合理设计电气线路,避免超载运行,是预防电气线路老化的重要措施之一。通过科学的计算和设计,选择合适的导线截面积和保护装置,可以有效减少超载运行对线路的损伤。定期检查和维修电气线路,及时更换损坏的开关和接触点,也是保障电气线路安全运行的重要手段。

2 电气线路老化检测技术现状与应用

目前,电气线路老化检测技术已经取得了一定的进展,多种检测方法在实际应用中各有优势。常见的检测方法包括外观检查、绝缘电阻测试、局部放电检测、热像仪检测等。外观检查是一种简单直观的检测方法,通过观察线路的颜色变化、表面裂纹、绝缘层破损等情况,初步判断线路的老化程度。绝缘层出现变色、龟裂或脱落等现象,往往是线路老化的重要标志。外观检查只能发现表面问题,对于线路内部的潜在缺陷无法准确判断。在实际应用中,外观检查通常作为初步筛查手段,能够快速定位明显的老化区域,但无法全面评估线路的整体健康状况。

绝缘电阻测试是检测线路老化的重要手段之一。通过测量线路的绝缘电阻值,可以定量地评估线路的绝缘性能。绝缘电阻值随着线路老化程度的增加而逐渐降低。当绝缘电阻值低于规定标准时,表明线路绝缘性能下降,可能存在老化问题。绝缘电阻测试操作相对简单,但需要专业的测试仪器和一定的技术知识。测试结果可能会受到环境因素如湿度的影响,因此在测试过程中需要严格控制环境条件。在实际检测中,绝缘电阻测试能够提供较为准确的量化数据,帮助技术人员判断线路是否需要进一步检查或更换,但单独使用时可能会遗漏一些早期的局部老化问题。

局部放电检测是一种先进的检测技术,能够发现线路内部的潜在缺陷。当线路绝缘材料老化或存在局部损伤时,会在高电压作用下产生局部放电现象。局部放电检测通过检测线路中的放电信号,确定放电位置和强度,从而提前预警线路故障。这种方法具有较高的灵敏度和准确性,但需要复杂的检测设备和专业的技术人员进行操作。热像仪检测是一种非接触式的检测方法,通过红外热像仪拍摄线路的热图像,分析线路的温度分布情况。当线路老化或存

在故障时,局部区域会产生异常发热现象。热像仪可以快速、直观地发现这些异常发热区域,从而判断线路的老化情况。热像仪检测的优点是在不停电的情况下进行检测,但其检测结果可能会受到周围环境温度和反射等因素的影响,需要结合其他检测方法进行综合判断。在实际应用中,通常需要综合运用多种检测方法,以提高检测的准确性和可靠性。在对某老旧小区进行电气线路老化检测时,先通过外观检查发现部分线路绝缘层有轻微破损,然后结合绝缘电阻测试发现该线路绝缘电阻值低于正常范围,进一步使用局部放电检测确认线路内部存在局部放电现象,最终确定该线路存在老化问题并及时进行了更换,有效避免了可能发生的电气故障。

3 电气线路老化预防措施的有效性

为了延长电气线路的使用寿命,减少老化带来的安全隐患,采取有效的预防措施至关重要。预防措施可以从设计、施工、选材和日常维护等多个方面入手。在设计阶段,合理设计电气线路是预防老化的重要环节。应根据建筑的实际用电需求,选择合适的导线截面积和绝缘材料。导线截面积应满足最大负荷电流的要求,避免因超载运行导致线路发热老化。选择高质量的绝缘材料,如聚乙烯、聚氯乙烯等,这些材料具有良好的绝缘性能和耐热性能,能够有效延缓老化速度。设计时还应考虑线路的布局,尽量避免线路在高温、潮湿或腐蚀性环境中敷设。在一些沿海地区或化工厂附近的建筑中,应特别注意线路的防护措施,避免腐蚀性气体对绝缘材料的侵蚀。

在施工过程中,严格按照施工规范进行操作,确保线路安装质量。导线连接应牢固可靠,避免虚接、松动等现象,防止因接触不良导致局部发热。线路敷设应整齐有序,避免交叉、缠绕等情况,减少机械损伤的可能性。施工人员应具备专业的技能和安全意识,严格按照设计图纸和施工标准进行施工,确保线路安装质量符合要求。在一些老旧小区改造项目中,由于施工人员操作不规范,导致线路敷设混乱,不仅增加了线路老化风险,还给后续维护带来了极大困难。施工质量的把控是预防电气线路老化的重要保障。

在选材方面,除了选择高质量的绝缘材料外,还应选择合适的导线材质。铜芯导线具有良好的导电性能和机械强度,相比铝芯导线,铜芯导线的电阻率更低,发热更少,且不易氧化,能够有效延长线路的使用寿命。虽然铜芯导线的成本相对较高,但从长期使用和安全性角度考虑,其性价比更高。日常维护是预防电气线路老化的重要手段。定期对电气线路进行清洁、检查和紧固,可以有效延缓线路的老化速度。清洁时,应清除线路表面的灰尘、污垢和杂物,防止其对绝缘材料造成腐蚀。检查时,重点检查线路的绝缘层是否破损、导线是否松动、接头是否发热等情况。对于发现的问题应及时处理,如更换破损的绝缘层、

紧固松动的导线等。安装过载保护装置和漏电保护装置,能够及时发现并处理异常情况,防止线路因过载或漏电而加速老化。在某居民小区的日常维护中,物业定期组织专业人员对电气线路进行检查和维护。在一次检查中,发现某栋楼的部分线路因长期未清洁,表面积累了大量灰尘,导致绝缘层受潮老化。及时清理灰尘并更换了老化严重的线路后,该楼栋的电气故障率明显下降,有效保障了居民的用电安全。通过这些预防措施的实施,可以显著提高电气线路的安全性和可靠性,减少电气故障的发生概率。在某新建小区的电气线路设计和施工中,采用了高质量的铜芯导线和聚乙烯绝缘材料,并严格按照施工规范进行安装。物业在日常维护中定期对线路进行检查和清洁,并安装了完善的保护装置。经过多年的使用,该小区的电气线路老化速度明显低于其他小区,电气故障率极低,为居民提供了稳定可靠的用电环境。

4 电气线路老化检测与预防的未来展望

随着科技的不断进步,电气线路老化检测与预防技术正迎来前所未有的发展机遇。智能化检测技术将成为未来的核心发展方向,通过在电气线路中广泛安装传感器网络,能够实时监测线路的运行状态,包括电流、电压、温度、绝缘电阻等关键参数。这些传感器不仅能够实时采集数据,还能通过物联网技术将数据传输到云端进行分析和处理。借助大数据分析和人工智能算法,系统可以自动识别线路老化特征,实现早期预警。当线路绝缘电阻值出现异常下降趋势时,系统能够迅速发出警报,提醒维护人员及时采取措施。这种智能化的检测方式不仅提高了检测效率,还能有效避免因人为因素导致的漏检和误判,为电气线路的安全运行提供强有力的保障。

新型绝缘材料的研发也将为电气线路的长寿命运行提供有力支持。目前,传统绝缘材料在高温、高湿度和腐蚀性环境下的性能局限性逐渐显现。而新型绝缘材料,如纳米复合材料和高性能聚合物,具有更高的绝缘性能、耐热性和抗老化能力。这些材料能够在极端环境下保持稳定,显著延长电气线路的使用寿命。纳米二氧化硅复合绝缘材料不仅具有优异的绝缘性能,还能有效抑制局部放电现象,从而延缓老化进程。新型绝缘材料的开发还将考虑环保和可持续性,减少对环境影响,符合未来绿色建筑的发展

趋势。随着这些新型材料的逐步应用,电气线路的安全性和可靠性将得到进一步提升。

随着人们对电气安全的重视程度不断提高,相关的标准和规范也在不断完善。未来,电气线路老化检测与预防将有更明确的指导依据。新的标准将涵盖从设计、施工到维护的全过程,明确电气线路的检测周期、检测方法和预防措施。针对不同使用年限和环境条件的电气线路,将制定详细的检测标准,确保检测工作的科学性和有效性。规范将对预防措施提出更严格的要求,如在设计阶段必须考虑环境因素对线路老化的影响,在施工中必须严格按照规范进行操作,以减少因施工质量问题导致的老化风险。这些标准和规范的完善,将为电气线路的老化检测与预防提供更有力的制度保障,推动行业向更加规范化、科学化的方向发展。在未来,通过科学的技术手段和严格的管理措施,民用建筑电气线路的老化问题将得到有效控制,为人们的生活和工作提供更加安全可靠的保障。

5 结语

电气线路老化是民用建筑中不可忽视的安全隐患,通过深入分析其老化原因,应用先进的检测技术,并采取有效的预防措施,可以显著提高电气系统的安全性和可靠性。未来,随着科技的不断发展和人们对电气安全的重视,电气线路老化问题将得到更好的解决,为保障民用建筑的安全运行提供坚实的基础。

[参考文献]

- [1] 王晓明. 民用建筑电气线路老化检测技术研究[J]. 建筑电气, 2022, 41(2): 34-38.
- [2] 李华. 电气线路老化原因及预防措施探讨[J]. 科技资讯, 2021, 19(8): 56-58.
- [3] 张伟. 基于智能传感器的电气线路老化检测系统设计[J]. 自动化仪表, 2023, 44(5): 45-49.
- [4] 刘洋. 新型绝缘材料在电气线路中的应用研究[J]. 材料科学与工程, 2020, 38(3): 23-27.
- [5] 陈丽. 民用建筑电气线路维护与管理策略[J]. 建筑工程技术与设计, 2024, 42(7): 78-82.

作者简介: 吴冠飞(1981.2—), 男, 汉族, 毕业院校: 河北建筑工程学院; 现就职单位: 中铁建安工程设计院有限公司。

基于 BIM 技术的幕墙结构智能化设计与施工优化

刘健 李闯 江小奇

沈阳远大铝业工程有限公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要] 尽管 BIM 技术在我国建筑行业的应用起步较晚, 但随着技术的逐步成熟以及行业对创新技术的逐渐认可, BIM 已经成为提升设计与施工效率的关键工具。在幕墙结构领域, 通过精确建模、碰撞检测及资源优化配置, BIM 显著提高了设计的精准性与施工的安全性。对 BIM 技术在幕墙结构设计与施工中的应用进行深入探讨, 具有重要的理论价值与实践意义。

[关键词] BIM 技术; 幕墙结构; 智能化设计; 施工优化

DOI: 10.33142/aem.v7i3.16000

中图分类号: TU712

文献标识码: A

Intelligent Design and Construction Optimization of Curtain Wall Structure Based on BIM Technology

LIU Jian, LI Chuang, JIANG Xiaoqi

Shenyang Yuanda Aluminum Engineering Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: Although the application of BIM technology in Chinese construction industry started relatively late, with the gradual maturity of technology and the industry's recognition of innovative technologies, BIM has become a key tool for improving design and construction efficiency. In the field of curtain wall structures, BIM significantly improves the accuracy of design and the safety of construction through precise modeling, collision detection, and optimized resource allocation. The in-depth exploration of the application of BIM technology in the design and construction of curtain wall structures has important theoretical value and practical significance.

Keywords: BIM technology; curtain wall structure; intelligent design; construction optimization

引言

随着建筑行业对高效、精确与可持续发展的需求不断提升, 传统设计与施工方式已难以应对现代工程的复杂性。BIM (建筑信息模型) 技术通过三维可视化与数据集成, 显著优化了设计与施工过程, 特别是在幕墙结构设计与施工中展现了独特的优势。因此, 深入探讨基于 BIM 技术的幕墙结构智能化设计与施工优化, 以及其在提升工程质量与施工效率方面的积极作用显得尤为重要。

1 BIM 技术概述

BIM (建筑信息模型) 技术作为基于计算机信息技术的创新工具, 在我国建筑工程中应用起步较晚, 受限于技术水平、行业惯例及市场需求等多方面因素。随着国内建筑行业对高效管理和精细化设计需求的增长, BIM 技术逐渐得到了广泛应用, 特别是在建筑全生命周期的管理中, 它通过信息的全面集成, 打破了传统设计与施工之间的壁垒, 推动了设计、施工及运营维护环节的数字化与协同发展。在建筑设计阶段, BIM 技术通过创建三维模型, 使得建筑细节的呈现更加精确。对于复杂的结构设计, 特别是幕墙系统, BIM 能够在虚拟环境中进行充分模拟和碰撞检查。设计人员可以借此识别潜在冲突优化方案, 从而确保设计的合理性与精度。以异形幕墙为例, 这类设计通常涉及复杂的几何计算与结构分析, BIM 技术通过精准计算提升了设计的稳定性与安全性, 避免了传统方法可能带来的

设计漏洞。BIM 技术在幕墙系统中的应用表现出显著优势。它通过深化设计和施工图的生成, 解决了传统设计信息传递中的问题, 使得施工人员能够准确理解和执行设计意图。利用 BIM 平台进行碰撞检查, 还能够有效协调不同专业的工作, 避免信息不对称引发的施工错误, 进而降低施工风险, 提高工程进度与质量。BIM 技术的核心特点包括可视化、模拟性、协调性、优化性及可出图性。其可视化特性使建筑设计更加直观, 便于各方在项目初期阶段进行高效沟通与协作。同时, 通过深化 BIM 模型, 设计人员能够精确统计所需材料和构件的数量, 为采购与成本控制提供数据支持。BIM 技术在幕墙系统中的应用, 通过优化设计过程, 不仅提升了效率, 还降低了人工错误率, 从而提高了项目的整体质量与可实施性。

2 BIM 技术在幕墙结构设计中的应用

2.1 幕墙结构设计流程

幕墙结构设计是一个涉及多个环节的复杂过程, 从初步规划到详细设计再到施工, 各个阶段都需要精密的协作。在传统设计方式下, 阶段间的独立进行常常导致信息传递不畅, 容易出现误差和遗漏。而 BIM 技术的引入, 借助数字化和信息化手段, 显著提升了设计过程中各环节的协同与精准度, 使得整个设计流程更加高效且可控。在概念设计阶段, BIM 技术帮助设计团队迅速构建出建筑外立面的三维模型, 进而方便进行初步的外观、结构及功能评估。

通过可视化工具,设计师得以更有效地与客户沟通,并模拟分析不同设计方案的可行性。此阶段,BIM 不仅为设计师提供了构建初步模型的快速支持,还在评估幕墙系统的各项功能需求上发挥了重要作用。进入方案设计阶段,BIM 技术则为设计人员提供了实时优化的能力,通过根据初步模型进行详细分析,设计师能够探索幕墙结构体系、材料选择以及与其他建筑构件接口的关系。在此过程中,设计方案可实时调整,在满足建筑美学的同时,确保结构的安全性及功能性。在施工图设计阶段,BIM 技术发挥了至关重要的作用,帮助设计团队对幕墙的细节进行精确展开。BIM 模型为设计人员提供了清晰的三维视图,避免了传统设计中可能出现的碰撞问题。例如,幕墙与门窗等建筑构件之间的空间关系可在虚拟环境中实时检查,从而确保设计方案的协同性。与此同时,BIM 还可以进行材料计算与成本预测,为施工阶段提供了可靠的数据支持。在整个设计过程中,BIM 的碰撞检查、参数化设计及结构分析等功能,有效提升了设计团队的质量与成本控制能力。通过 BIM 平台,各专业得以在同一虚拟环境中共享信息并协同工作,极大地提高了信息传递效率,减少了设计修改的频率。最终,BIM 不仅提高了设计精度与质量,也为幕墙系统的顺利施工奠定了坚实的基础。

2.2 BIM 技术在幕墙设计中的智能化应用

BIM 技术在幕墙设计中的智能化应用标志着建筑设计进入了数字化与自动化的新时代,这一转变不仅显著提高了设计效率也优化了设计质量,尤其是在复杂幕墙系统的设计过程中,BIM 技术提供了强有力的支持。通过引入智能化设计工具,BIM 能够实时进行数据分析与优化,从而确保设计的精确性与合理性。在幕墙设计中,BIM 技术通过参数化设计为设计工作提供了智能化支持。设计师能够在 BIM 模型中设定参数,并根据需要自动调整幕墙的尺寸、形状、材料等元素,从而避免了重新绘制每个细节的繁琐工作。通过这一自动化过程,人工操作的复杂性得以大幅减少,设计的灵活性与效率也因此得到了提升。对于形状复杂的异形幕墙,BIM 可以迅速计算并模拟其几何形态,帮助设计团队在确保精度与可行性的基础上进行优化调整。BIM 技术在碰撞检测与冲突解决方面的智能化应用同样不可忽视,通过虚拟建模,BIM 能够在设计阶段提前识别出幕墙系统与其他建筑构件之间可能出现的冲突问题,如管线、结构柱等。通过这一过程,施工阶段出现意外技术问题的风险得到了有效避免,设计团队得以在模型中进行实时修改,优化不同专业之间的协调关系,从而大大减少了施工风险与返工成本。与结构分析软件及环境模拟工具的结合,使 BIM 平台在幕墙系统性能分析方面展现出更大的优势。BIM 不仅能够帮助设计师分析幕墙的热工性能、抗风压能力、光照效果等,确保幕墙在美学需求的基础上实现功能上的最优化,还能通过这些智能化分析提

升设计的精确度,同时减少材料浪费,优化资源利用,进而实现更高的经济效益与环境效益。

2.3 BIM 技术对设计精度和效率的提高

BIM 技术在幕墙设计中的应用显著提高了设计的精度与效率,彻底改变了传统建筑设计方法。传统设计依赖二维图纸与手工计算,容易产生误差,尤其在复杂结构与细节处理方面,常常难以实现精确对接。与之不同,BIM 通过三维建模与信息集成,提供了更为直观且精确的设计工具,从而显著提升了设计的准确性与工作效率。在设计过程中,BIM 技术使得设计师能够通过三维建模与参数化设计来提高精度,每个构件的尺寸、材料、连接方式等信息均在模型中精确记录。模型不仅呈现物理形态,还整合了各类设计与结构数据,这种数据驱动的设计方式允许设计根据实时反馈进行调整,从而确保了精度与一致性。例如,在幕墙设计时,BIM 能够精确模拟材料之间的连接方式及其承载能力,确保设计方案具备可行性与稳定性。与传统手工绘图方法相比,BIM 技术极大地提升了设计效率,BIM 模型的自动生成与实时更新功能大幅缩短了设计时间。修改的内容可以即时同步至所有相关部分,避免了传统方法中手动更新图纸的繁琐过程。设计师能够快速生成施工图与材料清单,减少重复劳动,同时确保信息的准确与一致。此外,BIM 的集成功能使设计人员能在设计初期进行多维度的性能分析,与结构分析软件、能效模拟工具等工具联动,进而在早期识别潜在问题,从而避免后期的修正工作。BIM 技术在协同工作方面的优势也显著提升了设计效率,在传统设计流程中,不同专业之间常因沟通不畅或滞后而出现问题,而 BIM 通过一个集成平台,使各专业设计人员可以在同一模型中实时共享信息,确保了协同工作的顺利进行。这不仅加速了设计进程,也有效减少了信息传递延误引发的错误,提升了整体工作效率。

3 基于 BIM 技术的幕墙结构施工优化

3.1 BIM 技术在幕墙施工阶段的应用

在幕墙施工阶段,BIM 技术的应用为施工管理提供了创新的思路与工具,极大地提升了施工效率与精度。传统的幕墙施工常面临施工图纸解读困难、现场协调问题以及施工进度管理挑战等,而 BIM 技术通过数字化建模与信息共享,使得施工过程更加精准且可控,同时有效降低了项目风险。在施工准备阶段,BIM 技术通过创建详细的三维模型,为施工团队提供了明确的视觉参考。借助这一模型,施工人员得以提前了解幕墙系统的各构件、节点及安装顺序,避免了由于信息不对称或理解差异导致的错误^[1]。此外,BIM 模型支持虚拟仿真,施工人员可以模拟幕墙安装过程,提前识别潜在问题与困难,确保实际施工顺利进行。进入施工阶段后,BIM 技术的优势愈加显现,随着模型的实时更新,施工进度得以与实际进展同步,施工团队清晰掌握每个阶段的任务与工期安排。通过可视化的进度管理,

不仅提升了工作透明度,还能及时识别进度延误的潜在风险,避免了工期拖延。BIM 技术同样有助于实时追踪材料的供应与使用情况,确保资源调度精准,避免了材料浪费与短缺。在现场施工协调中,BIM 技术的应用尤为关键,它通过整合各专业信息,帮助不同领域的团队(如结构、机电、幕墙等)在同一平台上进行协作。实时碰撞检测能够提前识别不同专业间的潜在冲突,如幕墙与管道、电缆的干扰,从而及时进行调整,避免现场施工中的返工与停工。这种协作与协调能力不仅提高了施工效率,还大幅降低了施工过程中问题的出现风险。

3.2 施工进度与质量控制

施工进度与质量控制在幕墙施工中占据着至关重要的地位,它们直接关系到项目的顺利完成以及最终质量的保证。传统的施工管理方式常常面临进度延误、质量不稳定以及信息传递不畅等问题,而 BIM 技术的引入则极大地改善了这两个方面的管理效果。通过实现项目的全面数字化管理,BIM 技术使得施工进度的规划变得更加精确。在 BIM 模型中,每项施工任务都被清晰标注并分配,且与实际进展保持实时同步。借助这种数字化的进度管理方式,项目经理能够随时查看每个阶段的任务完成情况,及时发现进度滞后的原因并采取相应的纠正措施。例如,在幕墙施工中,BIM 技术能够将诸如材料采购、构件安装、检测等子任务与特定时间节点紧密关联,确保各环节按时完成,避免单一环节的延误对整个项目进度产生不利影响^[2]。在质量控制方面,BIM 技术显著提升了施工管理的精度与效率。施工团队能够通过 BIM 模型在施工前详细了解每个构件的安装要求及技术标准,有效规避了传统方法中因图纸理解偏差引发的质量问题。同时,BIM 技术使质量检查变得更加精准与高效。现场质量检查人员可借助移动设备实时访问模型信息,查看各节点的设计要求,从而确保施工符合技术标准,及时发现潜在的质量隐患并加以解决。此外,BIM 的碰撞检测功能在施工质量控制中的作用也不容忽视,在幕墙系统安装过程中,BIM 模型能够提前识别不同构件间可能存在的冲突,避免设计与实际施工不符带来的质量问题。例如,幕墙与管线、电缆等构件之间可能存在空间冲突,BIM 通过碰撞检测技术能够及早发现问题,及时调整设计方案,从而减少因冲突所导致的返工和质量问题。

3.3 施工中 BIM 技术对资源优化配置的影响

BIM 技术在施工中的资源优化配置产生了显著影响,主要通过数字化管理与智能调度,实现了资源的精准规划与高效利用,从而显著提升了施工效率、减少了材料浪费,并有效降低了成本。通过建立详尽的三维模型,BIM 技术能够精确标定构件的尺寸、材料以及数量,为资源配置提供了可靠的数据支持,这使得施工团队能够准确预测所需资源,并根据项目进度进行合理调度,避免了材料和设备的错配或延误,有效防止了工期延误及成本上升^[3]。在实际施工过程中,资源的使用状况可以通过 BIM 进行实时监控,帮助团队掌握人员、设备及材料的实际使用情况。基于实时数据反馈,项目经理能够及时调整资源配置,避免了某些材料的过度消耗或设备未充分利用,从而确保资源分配的合理性与高效性。BIM 技术的集成性进一步增强了资源调度与施工进度及质量的紧密结合。通过动态监控施工进度,BIM 能够及时发现资源配置中的不合理之处,并提出优化方案,从而避免了资源浪费或不均衡分配,确保了资源在施工过程中得到了高效且精准的使用。

4 结语

BIM 技术在幕墙结构设计与施工中的应用,显著提升了设计的精确度、施工的效率以及资源的利用率。通过可视化与智能化管理,传统的信息壁垒被突破,BIM 优化了各环节的流程,并促进了不同专业之间的协作。与此同时,施工质量的提升与风险的控制也得益于 BIM 技术的关键作用。尽管在我国,BIM 技术起步较晚,但随着技术的不断发展,其在建筑行业中的应用将日益深化,推动建筑项目向更高效、更可持续的方向不断前进。

[参考文献]

- [1]崔福音.建筑幕墙设计与施工中 BIM 技术的应用[J].居舍,2025(2):100-103.
- [2]朱志雄.BIM 技术在建筑外立面幕墙设计中的应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(21):70-72.
- [3]王艳超.BIM 技术在建筑幕墙设计中的应用[J].工程技术研究,2022,7(10):248-250.

作者简介:刘健(1987.10—),毕业院校:沈阳化工大学,所学专业:机械设计制造及其自动化,当前就职单位:沈阳远大铝业工程有限公司,职务:幕墙设计,职称级别:机械中级工程师。

城市地铁施工阶段常见风险因素及防控措施研究

李刚刚

中铁三局集团第四工程有限公司, 北京 100077

[摘要] 地铁已成为现代城市发展中不可或缺的交通基础设施。随着城市建设规模的不断扩展和人口数量的快速增长, 有限的土地资源面临着日益紧张的局面。为了提高土地资源的利用效率并确保城市交通的畅通, 充分开发地下空间以建设地铁系统, 成为缓解地面交通压力的有效途径。因此, 完善地铁施工安全管理显得尤为重要。一方面, 它有助于确保工程施工的顺利进行, 另一方面, 它也保障了公众的人身和财产安全。此文从地铁施工的独特性出发, 分析地铁施工安全管理的重要性, 并探讨影响城市地铁施工安全的主要因素及其有效的管理措施, 为城市地铁施工的安全管理提供理论依据和实践参考。

[关键词] 城市地铁; 施工阶段; 风险因素; 防控措施

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15958

中图分类号: U231.3

文献标识码: A

Research on Common Risk Factors and Prevention Measures during Urban Subway Construction Phase

LI Ganggang

The Fourth Engineering Co., Ltd. of China Railway No. 3 Engineering Group, Beijing, 100077, China

Abstract: The subway has become an indispensable transportation infrastructure in the development of modern cities. With the continuous expansion of urban construction scale and the rapid growth of population, limited land resources are facing an increasingly tense situation. In order to improve the efficiency of land resource utilization and ensure smooth urban transportation, fully developing underground space to construct a subway system has become an effective way to alleviate the pressure of surface transportation. Therefore, improving the safety management of subway construction is particularly important. On the one hand, it helps ensure the smooth progress of construction projects, and on the other hand, it also safeguards the personal and property safety of the public. This article starts from the uniqueness of subway construction, analyzes the importance of subway construction safety management, and explores the main factors that affect urban subway construction safety and their effective management measures, providing theoretical basis and practical reference for the safety management of urban subway construction.

Keywords: urban subway; construction phase; risk factors; prevention measures

引言

城市地铁建设作为现代化城市交通系统的重要组成部分, 近年来在全球范围内得到了广泛应用与快速发展。随着城市化进程的加速, 地铁逐渐成为城市交通的核心承载体, 承担着日益增长的客运任务。然而, 在地铁施工阶段, 复杂的施工环境、高技术要求以及紧迫的工期, 使得项目面临众多风险。这些风险不仅涉及施工安全、工程质量、人员安全等方面, 而且对工程进度、质量产生重要影响, 严重时可能引发安全事故、造成人员伤亡或经济损失。为了确保地铁建设的顺利推进, 必须深入分析施工阶段可能遇到的风险因素, 并采取有效的防控措施。影响地铁施工安全的主要风险源将重点分析, 结合当前的施工安全管理经验, 常见风险的成因与防控手段将被探索。通过合理的防控策略、先进的技术手段以及完善的管理机制, 施工安全风险可以最大限度地降低, 从而确保地铁项目能够顺利完成。本研究将为未来城市地铁项目提供更加科学、合理的施工安全保障, 为推动地铁建设朝着更安全、高效、可持续发展的方向奠定基础。

1 地铁施工安全管理的重要性

地铁施工安全管理在城市化进程不断加速的背景下显得尤为重要。作为城市交通网络的关键组成部分, 地铁承载着日益增加的客运需求。地铁施工涉及复杂的地下作业、密集的建筑环境以及大量的施工设备, 这些因素使得施工过程中的安全风险显著增加。施工现场人员众多, 作业环境复杂, 任何细微的疏忽都可能引发事故, 进而带来施工人员、周边居民以及施工单位的重大安全隐患与经济损失。地铁施工的安全管理不仅直接影响项目的顺利进行, 还对公众生命安全与社会稳定具有重要意义。通过实施科学有效的安全管理措施, 事故发生的风险可以显著降低, 确保施工过程中人员、设备及工程质量的安全。此外, 健全的安全管理体系能够增强企业的社会责任感与公众的信任, 为地铁工程顺利完成提供强有力的保障, 进一步提升项目的社会认同度。

2 影响城市地铁工程安全施工的因素

2.1 复杂的施工环境

城市地铁工程的施工环境通常具有高度复杂性, 尤其

是在城市密集区域进行地下作业时,复杂性与不确定性使得施工安全面临巨大挑战。地铁施工通常需要在地下深处进行,周围可能已经存在多种已建成的基础设施,如水管、电力线及通讯设施等。然而,这些设施的布局与埋深往往难以准确掌握,给施工过程带来了额外的风险。此外,城市地面交通繁忙,施工区域周边往往人流密集。施工过程中产生的噪音、振动及土方作业等因素,容易对周围居民的日常生活及环境造成干扰,因此,施工单位必须高度重视安全施工措施,以减少对周围环境的不良影响。除了人为因素,地下水位、岩土层特性、气候条件等自然因素也对施工安全构成威胁。例如,软土层或易塌方地质环境中的施工,可能引发地面沉降、设备损坏,甚至导致塌方等严重事故。施工过程中的这些风险,常常无法被预见或完全控制,因此,提前评估并采取有效的防范措施是至关重要的。

2.2 施工方案不完善

地铁施工作业的顺利进行依赖于完善的施工方案。然而,由于地铁施工本身的复杂性,在方案编制过程中往往难以做到科学、严谨和全面,导致方案内容不完善,甚至出现缺漏。这种情况在实际施工中往往会引发突发问题,极大地影响工程的安全性和可靠性^[1]。因此,设计人员在方案规划时,应全面综合地考量和分析,预见可能存在的安全隐患,并制定相应的解决措施,从而增强方案的可行性,降低安全事故发生的风险。

2.3 安全防护不到位

在城市地铁工程的施工过程中,安全防护不到位是一项严重的隐患,可能直接引发工人伤亡、设备损坏或项目延误。施工现场的安全防护措施通常包括个人防护装备、围栏隔离、临时支撑以及警示标志等多个方面。然而,在实际操作中,一些施工单位可能未能充分落实安全防护要求,如防护设施不完善或未严格按照安全标准执行,导致施工人员暴露于潜在的风险中。例如,地铁施工中涉及的深基坑作业、高空作业及盾构机操作等高风险环节,如果缺乏有效的安全防护措施,工人容易遭遇坠落、物体打击等事故。此外,一些施工人员缺乏必要的安全培训与防护意识,进一步忽视了防护措施的实施,增加了安全隐患。安全防护不到位,不仅增加了施工人员的风险,也可能对周围环境及公众安全产生不利影响。防护措施的不足,常常导致事故的发生,从而对项目进度和施工质量带来严重影响。

3 地铁施工中安全防护管理的具体措施

3.1 初期勘查

在地铁施工中,初期勘查是确保施工安全的重要环节,涉及对施工现场的地质条件、环境因素、周围建筑物及潜在风险源的全面调查与评估。通过详细的勘查,施工单位能够准确把握地质结构、地下水位、土壤类型等关键信息,从而制定合理的施工方案,科学安排施工步骤,避免因对施工环境了解不充分而引发的安全问题。在勘查过程中,地质勘探需要深入进行,以获取关于地层分布、土质状况

及地下水流动等重要数据,确保施工方案的科学性与针对性。同时,周围建筑物及基础设施的安全状况应当进行评估,以避免施工活动对其造成不利影响。除此之外,初期勘查还应包含对潜在风险因素的识别与分析,如可能出现的沉降、塌方、爆破风险等,从而为后续施工采取有效的防护措施提供依据。通过全面、细致的勘查工作,潜在的安全隐患可以被及早发现并加以防范。

3.2 落实管理责任制

在地铁施工过程中,落实管理责任制是保障施工安全的基础性措施之一。通过明确各级管理人员及工人的职责,安全管理的系统性与执行力可以得到有效提升。工程的安全管理应由项目负责人全面负责,制定详细的安全施工计划,并确保该计划得以有效执行。各分包单位及施工队伍的安全负责人对本单位的安全生产负有直接责任,作业人员需严格遵守安全操作规程。施工现场的安全管理人员有责任定期检查施工环境与设备,安全隐患一经发现,应及时整改,并对现场人员进行必要的安全教育与培训^[2]。同时,责任制的落实应通过逐级分解与具体化来实现,明确每个环节的负责人及其职责,从而确保安全管理没有遗漏或死角。除此之外,安全责任的考核与问责机制应得到强化,未履行安全责任的单位或个人必须依法依规处理,确保整个项目的安全管理制度得以有效执行。

3.3 充分利用法律法规,保障施工安全

在地铁施工过程中,充分依靠法律法规来保障施工安全是确保施工各阶段符合安全标准的重要措施。相关法律法规不仅为施工单位提供了明确的安全操作指导,还通过强制性要求确保各方履行安全责任。以《建设工程安全生产管理条例》与《城市轨道交通工程施工安全管理规范》等为例,这些法规明确规定了施工单位必须对工地进行安全管理,并制定和执行安全生产责任制,以确保施工环境符合安全要求。根据这些法律法规,施工单位应制定详细的安全管理制度,并确保在每个施工环节中都得到落实。此外,施工人员应在开工前接受与相关法律法规相关的培训,明确自己的安全责任,增强法律意识,从而在施工过程中严格遵守安全操作规范,避免因违反规定而导致安全事故。通过法律法规的约束力,安全生产许可证制度可以得以实施,定期安全检查得以组织,违规行为也应受到处罚,从而进一步确保地铁施工安全管理的有效执行。

3.4 加大施工作业巡查力度

加大施工作业巡查力度是确保地铁施工安全的关键措施之一。施工现场的安全隐患通常包括设备故障、施工人员操作失误、环境变化等问题,而这些隐患往往需要通过日常巡查来及时发现并加以解决。为了有效控制施工中的安全风险,施工现场的监督检查必须得到加强,确保各个环节都在可控范围内。定期高频的巡查能够及时识别不符合安全规定的操作,采取必要的纠正措施,避免事故的发生。除了常规巡查外,巡查人员应当明确职责与权限,能够识别

潜在的安全风险并及时采取应对措施。加强施工现场监控,也应当被视为巡查工作的关键组成部分^[3]。通过在关键作业区域安装监控设备,全天候的安全监控得以实现,实时掌握现场的安全状况,问题能够被迅速发现并采取相应措施。同时,监控数据也可以为后期安全评估与改进提供重要依据。

3.5 合理应用先进的施工技术

3.5.1 加强地铁安全施工数据模型分析

加强地铁施工安全管理中的数据模型分析是提升整体施工安全水平的重要手段。在地铁施工过程中,随着工程规模的不断扩大及施工环境的日益复杂,传统的安全管理方法已无法有效应对日益增加的安全风险。借助数据模型分析技术,施工过程中潜在的安全隐患可以进行精准的预测与评估。通过建立安全施工数据模型,并结合具体的地铁工程情况,施工现场的各类数据能够进行实时监控与分析,如施工设备的运行状态、作业人员的健康状况及环境变化等。这些数据通过大数据分析技术的整合,为施工过程中可能出现的安全问题提供科学依据,从而有效预防和控制安全风险。例如,采用模拟技术,可以提前预测盾构机在运行过程中的潜在风险,及时调整施工方案,避免意外事故的发生。设备老化、施工材料不当使用等问题也能通过数据模型识别,为提前进行设备维修或更换提供决策支持。

3.5.2 重视盾构工程技术施工安全防护

盾构工程在地铁施工中占据着至关重要的位置,盾构机的安全操作与防护是确保施工顺利进行的关键。由于盾构施工通常涉及地下深埋作业,施工环境的复杂性使得安全防护措施尤为重要。盾构机的设计与操作必须严格遵守安全标准,施工前,各项性能的全面检测应对盾构机进行,确保设备的稳定性。在施工过程中,盾构机的推进力、压力、转速等关键参数应实时监控,避免因设备故障或操作不当导致安全事故。盾构工程常常需要穿越城市密集区域,施工过程中可能会遇到地下管线、建筑物等障碍物,因此,在施工前,详细的地下环境勘察必须进行,以识别潜在风险,避免盾构机偏离预定路线或破坏周围设施。为加强施工安全,实施多重防护措施应当得到落实,例如对盾构机推进过程中的地面沉降进行监测,实时关注地下水位变化,确保施工过程不对地面或周围环境造成不良影响。与此同时,操作人员需接受严格的专业培训,确保他们能够有效应对突发状况,从而保障施工人员的安全。

3.6 加强安全风险防控

3.6.1 落实“五防”管理

在地铁施工中,强化安全风险防控是保障施工安全的关键措施之一,而实施“五防”管理是一种行之有效的安全隐患防控方法。“五防”管理涵盖了防火、防爆、防水、防塌、防电五个方面,这些都是地铁施工中常见且具有较大风险的安全隐患。防火措施要求在施工现场设置清晰的消防通道,并配备必要的灭火设备,同时对易燃易爆物品的存储和管理加强,避免火源接触到这些危险物品。防爆

措施则侧重于施工设备和设施的定期检查,确保气体泄漏或电气设备存在安全隐患的情况被及时发现。防水措施在地下施工中尤为重要,防水系统的完备必须确保,以防止地下水渗透或水压变化引发的事故^[4]。防塌措施包括对隧道、井口和支撑结构的稳定性进行全面检查,以防止土体塌陷或建筑物坍塌等危险情况的发生。最后,防电措施要求对电气设备进行严格的检修与维护,确保施工现场电力系统稳定运行,避免触电等电气事故的发生。

3.6.2 做好临口防护管理

在地铁施工过程中,临口防护管理是确保施工安全的重要措施,尤其在地下作业和深基坑开挖阶段,临口防护对施工人员的安全以及工程进展起着至关重要的作用。临口指的是施工现场周围的开挖面、坑口或围挡的边缘等高风险区域,若未采取有效的防护措施,人员误入、滑落、坠落等事故容易发生。为了避免这些安全隐患,临口防护管理必须得到加强。根据施工现场的实际情况,牢固的围挡应当设置,并配备醒目的警示标志,清晰地标明危险区域,防止无关人员进入。对于深基坑等高危区域,采取加固措施是必要的,防护栏、护网等设备应当使用,以确保临口周围的安全没有任何疏漏。此外,临口周围的防护设施需要定期进行巡视检查,确保其稳固性和完好性,松动或损坏的部分应当及时发现并修复。施工人员在接近临口进行作业时,必须佩戴必要的安全防护设备,如安全带、安全绳等,并严格遵守相关操作规范。

4 结语

城市地铁施工阶段面临着多种风险因素,如复杂的施工环境、不完善的施工方案以及安全防护措施不到位等问题。为了有效应对这些挑战,一系列切实可行的防控措施必须被采取,包括加强安全巡查、落实管理责任制、应用先进施工技术以及强化安全防护管理等。通过提升施工安全管理水平,施工人员的生命安全得以确保,项目按时、高质量地完成也得以保证,从而为城市交通系统的顺利运行提供有力保障。随着技术的不断发展,地铁施工的安全管理将逐步迈向智能化和信息化,为城市的可持续发展与公共安全做出更加显著的贡献。因此,施工阶段的风险防控与安全管理的持续加强,已成为保证城市地铁建设顺利推进的核心要素。

【参考文献】

- [1] 李姝洁,刘勇,马楠.刍议城市地铁施工安全管理措施[J].城市建筑,2022,19(4):178-180.
- [2] 胡方剑.城市轨道交通工程施工新技术探究[J].城市住宅,2021,28(1):259-260.
- [3] 宗建.地铁车站关键施工技术控制要点[J].科技资讯,2023,21(19):92-95.
- [4] 张海荣.复杂地层城市地铁隧道盾构施工技术分析[J].时代汽车,2024(24):176-178.

作者简介:李刚刚(1994.4—),男,职称:中级工程师,籍贯:甘肃通渭。

建筑机械技术在建筑工程中的应用

李闯 王东 刘健

沈阳远大铝业工程有限公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要]随着现代建筑业的不断发展,建筑机械技术的应用也在不断进步。从最初的手工操作与简单工具,到如今高度自动化与智能化的施工设备,建筑机械技术的持续创新已经深刻改变了建筑行业。在现代建筑项目中,机械设备的高效性与精准度,已对工程成本、进度及质量产生了不可忽视的影响。随着全球对环境保护与资源节约需求的不断增加,绿色施工与智能化建筑机械的使用,已成为行业发展的重要趋势。现代建筑机械不仅需满足基本功能,还必须具备更高的自动化、智能化与环保性能,以应对未来建筑行业在施工安全、质量控制与环境保护方面的更高要求。因此,研究建筑机械技术的应用现状与未来发展方向,能够为推动建筑行业的创新与可持续发展提供至关重要的支持。

[关键词]建筑机械; 建筑技术; 机械应用

DOI: 10.33142/aem.v7i3.16001

中图分类号: TU757

文献标识码: A

The Application of Construction Machinery Technology in Construction Engineering

LI Chuang, WANG Dong, LIU Jian

Shenyang Yuanda Aluminum Engineering Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: With the continuous development of modern construction industry, the application of construction machinery technology is also constantly advancing. From the initial manual operation and simple tools, to the highly automated and intelligent construction equipment today, the continuous innovation of construction machinery technology has profoundly changed the construction industry. In modern construction projects, the efficiency and precision of mechanical equipment have had an undeniable impact on project cost, schedule, and quality. With the increasing global demand for environmental protection and resource conservation, the use of green construction and intelligent building machinery has become an important trend in industry development. Modern construction machinery not only needs to meet basic functions, but also must have higher automation, intelligence, and environmental performance to meet the higher requirements of the construction industry in terms of construction safety, quality control, and environmental protection in the future. Therefore, studying the current application status and future development direction of construction machinery technology can provide crucial support for promoting innovation and sustainable development in the construction industry.

Keywords: construction machinery; building technology; mechanical application

引言

随着建筑工程的复杂性与规模不断扩大,对施工效率与质量的要求也在不断提高。建筑机械在提高施工效率、确保工程质量方面,发挥着至关重要的作用。随着科技的进步,传统建筑机械正逐步从人工操作转向智能化、自动化。这一转变不仅显著提升了施工的精度与速度,还有效减少了资源浪费与环境污染。在这一背景下,建筑机械技术的应用及其未来发展,不仅对推动施工技术创新至关重要,也为建筑行业向更加高效、绿色、智能化的方向转型提供了坚实支持。

1 建筑机械技术概述

建筑机械是专为建筑施工作业设计的机械设备,在工地中起到了至关重要的作用。它们不仅大幅提高了施工效率,还减少了对人工的依赖,同时保证了工程质量的稳定与施工安全。在现代建筑项目中,机械化施工已经成为一种必不可少的手段。选择合适的建筑机械能够有效缩短施工周期,降低成本,并提升作业的精准性与安全性。建筑

机械根据不同的功能和用途可分为多个类型。起重机械,包括塔吊、起重机及桥式起重机等,主要用于重型构件的搬运与安装。它们能够准确地将钢结构、混凝土预制件等大型材料吊装至指定位置,是高层建筑和大型桥梁等项目中不可缺少的设备。运输机械则担负着施工现场物料的运输工作,常见的有卡车、挖掘机与推土机。挖掘机不仅用于土方开挖,还能与其他设备配合完成场地平整与基础施工等任务,推土机则适用于大范围的土地平整与障碍物清除,确保施工场地具备良好的作业条件。混凝土施工作为建筑工程的核心部分,离不开混凝土机械的支持。混凝土搅拌机负责将砂石、水泥等原料充分混合,确保混凝土质量的稳定性,而混凝土泵车则高效地将混凝土输送到施工位置,特别适用于高层建筑或大跨度桥梁的施工需求。铺设机械广泛应用于道路和桥梁建设,摊铺机和路面平整机便是其中的重要组成部分。摊铺机能够均匀铺设沥青或混凝土路面,保证路面厚度及密实度,而平地机则用来进行场地平整,为后续铺设工作提供精确的作业基础。随着技

术的进步,建筑机械正朝着智能化与自动化发展。越来越多的设备开始采用数字化控制系统,提升了操作的精准性,同时降低了能耗与污染水平。结合 BIM 技术、物联网与人工智能,机械设备可以实现远程监控与智能调度,极大地提高了施工管理的科学性与效率。在现代建筑工程中,机械化的程度直接关系到施工效率与工程质量,因此,合理的机械配置与高效的资源利用已成为施工管理中不可忽视的重要因素。

2 建筑机械技术在建筑工程中的主要应用

2.1 土方与基础施工机械应用

土方与基础施工是建筑工程的起始阶段,其质量直接关系到后续结构的稳定性与安全性。在这一阶段,建筑机械的应用至关重要,它能够显著提升施工效率,确保施工的精准性,并保障作业过程中的安全性。作为土方施工中不可或缺的设备,挖掘机高效完成了土石方的开挖、转运与回填工作,广泛应用于基坑开挖、道路修整以及地下管网铺设等多个作业环节。而推土机则专注于场地的平整及土方的转移,确保施工现场满足所需的作业条件,尤其在大面积填方与地基处理过程中,发挥了重要作用。基础施工中,打桩机与旋挖钻机等设备被广泛采用,极大地提高了桩基成孔的效率与精度,能够适应各种复杂的地质条件要求。对于地基加固,振动压路机与冲击夯等夯实机械则显现出其显著效果,这些设备有效增强了地基的承载力,防止了地基沉降与不均匀变形的发生。随着技术的不断发展,智能化测控技术已经逐步融入这些机械设备,通过精确控制施工参数,不仅提高了施工质量,还大幅度降低了能耗与环境污染。在土方与基础施工中,机械的自动化与智能化趋势日益明显,这一发展不仅显著提升了施工效率,还增强了施工过程中的安全性,为工程的顺利推进提供了坚实的保障。

2.2 结构施工机械应用

结构施工是建筑工程中的关键阶段,涉及建筑物主体结构的搭建与加固。建筑机械在这一过程中起到了至关重要的作用,它们大幅提高了施工效率与精度,使得各类复杂作业得以顺利完成。塔吊是结构施工中常见的设备之一,能够在受限空间内提供强大的起重能力,搬运钢筋、混凝土构件等重型材料,确保施工进展的顺利进行。根据不同建筑需求,塔吊的高度、起重能力与旋转半径可进行调整,几乎成为高层建筑项目中不可或缺的设备。起重机在结构施工中也占有重要地位。与塔吊相比,起重机的适用范围更广,尤其在大型构件的搬运与安装中,如预制混凝土板、钢结构梁柱等。起重机不仅具备更大的作业半径,还拥有更高的起重能力,确保复杂结构的精准安装。桥式起重机通常用于桥梁及厂房等建筑的钢结构安装,能够在桥面上稳定移动,大幅提升施工效率。随着混凝土泵车的应用逐渐普及,其在结构施工中的作用日益重要,混凝土泵车能

够将混凝土从搅拌站精准输送至高层建筑的上层或其他难以到达的位置,大大提高了混凝土浇筑的效率,解决了传统方法中高层浇筑的难题。随着智能化与自动化技术的不断进步,现代结构施工机械已配备了先进的监控系统,这些系统提升了操作的精确度与安全性,减少了人为失误,确保了施工质量与进度的稳步推进。借助这些高效的建筑机械,结构施工不仅能够缩短工期,还能保证工程质量的稳定性。

2.3 装饰与市政工程机械应用

在装饰与市政工程的施工阶段,尽管这些环节不像土方与结构施工那样直接影响建筑物的主体结构,但高效、精准的机械设备同样对施工质量与进度至关重要。装饰工程涵盖墙面、地面、天花板等部分的铺设与装修,通常需要大量的混凝土、瓷砖、石材等重型物料。材料的搬运与安装工作依赖于起重机、塔吊等设备的支持,塔吊不仅用于高层建筑施工中大宗材料的搬运,在装饰阶段也承担着吊装与精准定位重物的任务,从而保障了施工人员的安全,并提升了作业效率。在市政工程中,摊铺机与压路机是常见且必不可少的设备,尤其在道路铺设与桥梁建设过程中。摊铺机将沥青或水泥混合料均匀铺设到指定位置,确保了路面平整度与密实度,而压路机则用于路面压实,增强了其承载能力与使用寿命。在道路基础设施建设的其他环节中,挖掘机与推土机也发挥着重要作用,特别是在路基开挖、平整、填埋以及排水系统建设过程中,提供了强有力的支持。随着市政工程对智能化与绿色施工需求的不断提升,越来越多的机械设备开始融入先进的数字化控制技术。例如,智能摊铺机与自动驾驶压路机的使用,不仅提升了施工精度,还能够实时监控施工过程中各项参数,确保工程质量与进度的高效管理。借助这些设备的应用,装饰与市政工程的施工效率得到了显著提高,环境影响也得到了有效减少,施工现场的安全管理也因此得到了加强。

2.4 施工机械的智能化与自动化应用

随着科技的不断进步,建筑施工机械正迅速朝着智能化与自动化的方向发展,这一趋势显著提升了施工效率,降低了人工成本,并加强了安全性。智能化施工设备通过结合传感器、物联网及大数据技术,能够实时监控施工现场环境,并根据收集到的实时数据自动调整工作状态,从而确保了操作的精准性与高效性。以智能塔吊为例,它能够根据传感器反馈的信息,自动调节作业参数,避免过载,从而确保了安全性得到有效提升。自动化技术的应用使得某些机械设备能够实现无人操作或远程控制,减少了对现场工人的依赖,特别是在高风险作业环境中,有效降低了工人所面临的安全风险。例如,在施工过程中,智能混凝土泵车和摊铺机能够根据需要自动调节泵送速度、压力以及铺设厚度,确保操作的精准性,减少了人为误差。智能化的排水系统与压路机也具有实时反馈与调整功能,这进一步增强了施工的一致性与精确度。不仅如此,这些技术

的应用不仅加速了施工进度,还有效地减少了能源消耗和物料浪费,促进了工程的可持续发展。最为关键的是,这些智能化与自动化设备的应用推动了建筑行业向更高效、环保与智能化的方向发展,提升了项目管理水平,并加强了施工现场数据的整合与分析能力。

3 建筑机械技术的未来发展

3.1 绿色环保型施工机械的发展

随着环保意识的提升与可持续发展要求的不断增强,绿色环保型施工机械逐渐成为建筑行业发展的关键方向。传统施工机械大多依赖燃油驱动,导致大量废气排放与噪声污染,不仅影响环境,还对施工人员的健康构成潜在威胁。为应对这一挑战,越来越多的建筑机械开始采用电动或混合动力系统,这一转型显著降低了碳排放与噪声污染。例如,电动挖掘机和推土机的使用,不仅减少了能源消耗,还使施工现场更加安静环保,尤其在城市中心或人口密集区域,能够显著提升施工的社会接受度^[1]。绿色施工机械的另一个显著特点是提高了能源利用效率与能量回收,现代机械设计力求最大限度地减少能源浪费,并通过创新技术实现能量的回收与再利用。例如,某些混凝土搅拌机配备了能量回收装置,可以将工作过程中产生的多余能量转化为电能,用于其他部件的驱动。这些设备不仅有效降低了施工成本,还符合绿色建筑的要求,推动了低碳建筑的发展。随着新能源技术的不断进步与环保法规日益严格,绿色环保型施工机械的应用将变得更加广泛。在大型项目的机械设备选择与使用过程中,环境保护、能源效率以及资源循环利用将成为重要的考量因素,从而推动建筑行业向更加环保与智能化的方向发展。此转型不仅有助于减少建筑行业的碳排放,还能提升企业在市场中的竞争力。

3.2 施工机械的数字化与智能化趋势

施工机械的数字化与智能化正逐渐成为建筑行业发展的核心趋势。随着这一转变,施工效率显著提升,安全管理、资源优化及项目管理等方面也发生了深刻变化。数字化技术的应用使得施工机械通过传感器与数据采集系统,实时监控工作状态、作业环境及施工进度。这些数据通过云平台进行存储与分析,为项目管理人员提供了远程监控与精准调度的能力。例如,现代塔吊与混凝土泵车配备的传感器,能实时监控设备的负荷、速度及稳定性,确保设备始终保持在最佳工作状态,避免了因操作不当或过载引起的故障或事故^[2]。智能化的推进使机械设备的自动化水平进一步提升,部分设备甚至能够自主调整工作参数以应对环境变化或实现无人操作。智能摊铺机便是一个典型的例子,能够自动调整铺设材料的厚度与密实度,确保每一层铺设均匀且符合设计要求。这种自动化作业不仅提升了施工精度,还有效减少了人为误差,进一步保证了工

程质量。此外,智能施工机械能够与建筑信息模型(BIM)系统无缝对接,实时更新施工数据,优化施工方案,并预测与规避潜在风险。随着人工智能、物联网及大数据技术的不断进步,未来施工机械将展现出更强的智能化特点,能够进行自我学习,适应多变的施工环境,进一步提升工地的自动化水平。这一进程不仅极大地提高了作业效率,也使施工现场的管理更加精准与可控,为建筑行业的现代化奠定了坚实的基础。

3.3 未来建筑施工机械的创新与应用

未来的建筑施工机械将向着更高效、智能和环保的方向不断发展。随着科技的不断进步,人工智能、机器人技术及3D打印技术将引领施工方法的革新。3D打印技术不仅能够显著缩短施工周期、减少资源浪费,还能提高施工精度,直接打印出建筑材料和构件,从而降低对人工和材料的依赖。自动化技术的应用使得机械设备具备了更强的自适应能力,自动驾驶技术将减少对人工的依赖,有效降低人为失误的发生^[3]。在高危环境中,机器人将承担重型任务,显著提升施工安全性。绿色施工机械将采用清洁能源,逐步替代传统的燃油设备,从而减少温室气体排放和噪声污染。智能化的资源管理系统将优化资源配置,并提高废料回收效率,推动建筑行业向可持续发展迈进。这些创新技术不仅将提升施工效率与质量,还将推动建筑行业朝着更加智能化和绿色化的方向发展。

4 结语

随着建筑行业对效率、安全及可持续性需求的日益增强,建筑机械技术正在经历一场快速的变革。智能化、自动化及绿色环保技术的不断进步,不仅使现代施工机械显著提高了施工效率与质量,还在节能减排及环境保护方面发挥了重要作用。展望未来,建筑机械将在推动行业创新、优化项目管理及应对复杂施工环境中扮演更加关键的角色。随着技术逐步成熟,建筑施工将变得更加智能与绿色,从而实现更高效、安全和可持续的工程目标。建筑机械技术的发展,必将为建设更美好的城市与社会提供坚实的基础。

[参考文献]

- [1]黄康乐. 建筑机械技术在广州国际金融中心工程中的应用[J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(8): 47-49.
- [2]王开朝. 建筑机械设备安装工程施工技术要点分析[J]. 江西建材, 2021(8): 196-200.
- [3]李玲. 高层建筑机械设备安装工程施工技术措施解析[J]. 设备管理与维修, 2020(8): 20-22.

作者简介: 李闯(1988.3—), 毕业院校: 沈阳化工大学, 所学专业: 机械设计制造及其自动化, 当前就职单位: 沈阳远大铝业工程有限公司, 职务: 幕墙设计, 职称级别: 机械中级工程师。

市政道路施工中沥青路面摊铺技术应用研究

刘涛

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着城市建设与发展的不断推进,城市道路交通建设管理和施工质量控制显得尤为重要。在市政道路工程中,沥青混凝土路面的质量控制关键在于施工技术的优化与改进。文中阐述了沥青路面施工过程中的相关技术应用,深入分析了施工技术控制的关键要点,并探讨了施工质量控制与优化措施。通过这些研究,旨在为类似市政道路工程的施工提供理论依据和技术参考,推动施工质量的提升。

[关键词]市政道路施工; 沥青路面; 摊铺技术; 技术应用

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15979

中图分类号: U416.2

文献标识码: A

Research on the Application of Asphalt Pavement Technology in Municipal Road Construction

LIU Tao

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

Abstract: With the continuous promotion of urban construction and development, the management of urban road traffic construction and construction quality control have become particularly important. In municipal road engineering, the key to quality control of asphalt concrete pavement lies in the optimization and improvement of construction technology. The article elaborates on the application of relevant technologies in the construction process of asphalt pavement, deeply analyzes the key points of construction technology control, and explores measures for construction quality control and optimization. Through these studies, the aim is to provide theoretical basis and technical reference for the construction of similar municipal road projects, and promote the improvement of construction quality.

Keywords: municipal road construction; asphalt pavement; paving technology; technical application

引言

市政道路沥青路面摊铺技术作为城市基础设施建设中的关键工艺,直接影响着道路的使用性能、耐久性以及交通安全。随着城市化进程的加速,交通量的不断增加,沥青路面的质量要求也在不断提升。由于其出色的抗压性、抗裂性以及较强的适应性,沥青路面成为市政道路建设中常见的首选材料。然而,在沥青路面施工过程中,摊铺工艺的精细化管理与技术创新至关重要。路面质量不仅由此影响,也由摊铺工艺决定着道路的使用寿命。摊铺技术涉及多个技术因素,包括混合料的选择、摊铺温度的控制、压实工艺以及路面养护等,这些因素与最终路面的平整度、密实度以及耐久性密切相关。尽管现代市政道路沥青路面施工技术已持续进步,新的材料与设备也被广泛应用,但在实际施工过程中,仍然面临许多挑战。若处理不当,材料离析、摊铺温度不均、压实不充分等问题,可能导致路面病害,严重影响道路的使用寿命。因此,研究并优化沥青路面摊铺技术,探索提高施工质量与效率的创新方法,具有重要的理论价值和实践意义。

1 沥青材料的选择与特性

在市政道路沥青路面施工质量与耐久性中,沥青材料的选择起着决定性作用。在选用沥青材料时,需综合考虑其技术性能、使用环境及经济性等因素。沥青通常分为天

然沥青与石油沥青,其中,石油沥青因其产量大、性能稳定,已成为市政道路建设中的主要材料。针对不同的气候条件和道路使用要求,沥青的黏度、弹性、耐高温性能以及抗水损能力等特性是至关重要的。例如,在高温地区,通常应选用软化点高、针入度低的沥青,以减少夏季路面车辙的问题;而在寒冷地区,则应选择低温抗裂性能优异的沥青,以降低冬季裂纹发生的风险。改性沥青,因其在抗车辙、低温抗裂及耐老化等方面具有优越性能,已广泛应用于高等级市政道路工程中。同时,沥青混合料的组成对路面性能也有直接影响。集料的级配、矿粉的含量以及沥青的用量,都对路面的稳定性、耐久性与抗滑性能产生重要影响。

2 市政道路沥青路面摊铺施工准备工作

2.1 方案审查

在市政道路沥青路面摊铺施工之前,施工方案的审查是确保工程顺利进行的关键步骤。通过详细的技术论证,方案的审查应确保其科学性、合理性与可行性。在审查过程中,全面考虑工程设计要求、施工环境、材料特性、设备配置与人员安排等多个方面,技术人员需确保施工方案与实际情况相符。施工工艺流程、质量控制措施、安全管理要求以及环境保护措施,在审查时应重点检查,确保方案能够在现场有效实施。此外,还应结合以往的工程经验,预判可能出现的技术难题与风险点,并提出相应的应对方

案。施工方案,经过专家论证或相关行业主管部门的审核,还需确保符合国家标准及行业规范,并在必要时进行调整与优化,以提升施工质量与工程耐久性。

2.2 现场准备

在市政道路沥青路面摊铺施工前,充分的现场准备是确保顺利施工的关键环节。施工区域应彻底清理,原有路面上的杂物、灰尘、松散材料及积水等应被去除,确保摊铺作业面整洁,为后续施工提供良好的基础。接下来,根据施工方案及测量放线的结果,施工控制点和基准线应被准确标定,以保证施工精度符合设计要求。施工设备与材料的准备同样至关重要,摊铺机、压路机、运输车辆等主要机械设备应提前调配,设备的性能与状态应被检查,确保其在施工期间能够正常运转^[1]。与此同时,沥青混合料的生产与供应应与施工进度紧密配合,材料的持续供应与稳定应得到确保,以避免因材料短缺或存放时间过长而影响摊铺质量。安全管理也不容忽视,安全防护设施应提前设置,施工通道应合理规划,明显的警示标志应安置,确保施工人员及过往车辆的安全。

2.3 试验段施工

在市政道路沥青路面摊铺施工的准备阶段,试验段的施工处理至关重要。技术人员应利用试验段对施工方案进行验证与优化,以便为后续的沥青路面摊铺作业提供更加准确和全面的指导,从而确保施工质量得到充分保障。在试验段施工过程中,技术人员必须严格按照施工方案和测量放线结果进行操作,并做好全过程的施工记录与反馈。试验段的施工效果需要经过严格的检测与评估,特别是对路面平整度和压实度等关键指标,技术人员应进行精细化检测,并深入分析可能存在的施工质量隐患。根据评估结果,可以对施工方案进行调整与改进。例如,松铺厚度的确定可以通过试验段的施工效果进行优化,从而确保最终沥青路面具备理想的厚度与压实度,避免在沥青混合料使用量上出现偏差。

3 市政道路沥青路面摊铺施工技术要点

3.1 混合料配制

在市政道路沥青路面施工中,混合料配制是确保路面质量与耐久性的关键环节,涉及材料选择、配比设计及生产工艺等多个因素。优质的集料、矿粉和沥青构成了混合料性能的基础。集料应具备良好的颗粒级配、坚固性与耐磨性,矿粉的比表面积与吸附能力亦需适宜,以保证混合料的黏结性与结构稳定性。沥青的选用则应根据当地的气候特点、交通荷载以及路面使用要求,普通沥青或改性沥青应合理选择,以增强其在高温下的稳定性、低温下的抗裂性以及抗水损能力。混合料配合比设计是另一关键技术环节,常通过马歇尔试验或车辙试验等方法,最佳的沥青用量与矿料级配得以确定。这些设计保证了混合料在高温条件下具备良好的抗车辙性能,在低温环境中具有较强的抗裂性,同时满足抗水损、耐久性及施工操作等要求。混合料的生产工艺同样至关重要,拌合过程中需严格控制加热温度,避免沥青因温度过高而老

化,或温度过低导致沥青与集料的均匀包裹度受影响。集料与矿粉应按预定级配比例精准计量,并确保在拌合过程中均匀混合,避免局部离析或性能波动的发生。存储与运输环节同样不可忽视,混合料的存放时间应尽量缩短,以防温度过快下降影响摊铺施工效果。在运输过程中,保温运输车应使用,并采取必要的覆盖措施,减少热量的散失,从而确保混合料保持适宜的温度,施工质量得以确保。

3.2 透层油洒布

在市政道路沥青路面施工中,透层油的洒布是基层与沥青面层之间至关重要的连接工序,对增强层间结合力、提升路面结构的整体性以及防止面层脱落起着关键作用。通常,乳化沥青或稀释沥青被选用为透层油,其选择需根据基层类型、施工环境以及温度等因素进行优化,以确保透层油能够充分渗透基层,提升黏结效果。施工前,基层表面应确保干净、干燥,且没有松散颗粒或污染物,避免过高的含水率影响透层油的渗透深度及黏附性能。透层油的洒布应使用专用洒布车进行均匀喷洒,以确保油膜覆盖均匀,不出现漏洒或堆积现象。洒布量,应依据基层材料的类型、渗透能力及施工环境严格控制,过量洒布可能导致沥青上浮,进而影响面层施工,而洒布量不足则会导致层间结合力不足,影响路面耐久性。透层油洒布后,应经过一定的养护时间,以确保其充分渗透和破乳固化。通常要求静置数小时至一天,期间应避免人员或车辆通行,以防破坏或污染油膜^[2]。在施工过程中,根据天气状况,作业时间应适时调整,避免在低温、高湿或雨天进行洒布作业,以免影响透层油的渗透效果及层间的黏结质量。

3.3 沥青混合料摊铺

在市政道路施工中,沥青混合料的摊铺是保证路面结构质量和使用寿命的关键环节,其施工质量直接关系到路面的平整度、密实度以及抗车辙能力。摊铺作业前,基层处理必须得当,基层表面应干净、干燥,且具有足够的强度与稳定性,同时,透层油或黏层油应均匀喷洒,以增强层间的黏结力。在沥青混合料的运输过程中,有效的保温措施必须采取,防止混合料温度过快下降,这可能影响施工性能。混合料的温度应始终保持在适宜范围内,以保证摊铺与压实过程的顺利进行。在摊铺阶段,摊铺机应配备自动找平装置,以确保摊铺层厚度均匀,从而提高路面平整度。摊铺速度应保持稳定,避免因停机或摊铺过快而导致温度不均、材料离析或平整度下降。摊铺作业还应根据施工设计要求合理确定松铺系数,以保证最终压实后的路面厚度符合规范。在施工过程中,混合料的温度、摊铺厚度与均匀性应密切监测,以防出现离析、冷接缝或推移等质量问题。如有必要,调整可通过人工辅助进行,以确保摊铺效果达到最佳。摊铺完成后,应立即进行初步整形,并尽快进入压实作业阶段,以确保沥青混合料达到最佳压实度与黏结效果。

3.4 监控摊铺温度

在市政道路沥青路面施工中,摊铺温度的有效监控是

确保施工质量、提升路面耐久性的重要因素之一。混合料的温度直接影响施工性能、压实效果以及最终路面的质量,因此在混合料的生产、运输、摊铺与压实等各个环节,温度的控制必须严格。在混合料拌合阶段,适宜的拌合温度应保持在规定范围内。根据沥青类型、集料特性以及施工环境的不同,温度通常调整在 150℃至 180℃之间。若温度过高,沥青易老化,降低路面的使用寿命;若温度过低,则可能影响混合料的均匀包裹性及施工操作性。在运输过程中,为减少温度损失,保温措施应当采取,如使用保温运输车,并对混合料进行覆盖。运输时间的缩短也是关键,确保混合料到达施工现场时仍保持良好的施工性能。摊铺阶段,混合料的温度应符合规定标准,一般保持在 140℃至 160℃之间。若温度过低,会影响混合料的流动性,从而降低摊铺的均匀性,甚至可能导致推移、离析或冷接缝等质量问题。摊铺机应配备红外测温设备或接触式测温仪,以实时监控摊铺温度,并在温度变化时及时调整摊铺工艺。摊铺完成后,碾压作业应立即开始。初次压实应在混合料温度不低于 120℃的情况下进行,以确保充分的密实度,减少空隙率,提升抗水损性与耐久性。在随后的压实过程中,温度应保持在合理的区间,终压温度通常不低于 80℃,若温度过低,混合料的塑性将减少,无法达到理想的密实度和表面质量。

3.5 路面养护

在市政道路沥青路面施工完成后,科学有效的路面养护是确保其强度、耐久性及使用寿命的关键。路面养护通常分为初期养护与长期养护两个阶段。初期养护着重于沥青摊铺及碾压完成后至路面正式开放交通前的保护工作,而长期养护则是指道路在运营过程中进行的定期检查与修复。初期养护的核心目标是避免外部因素对路面造成影响,确保沥青混合料内部结构稳定,避免早期受压或污染,从而影响路面质量。在此阶段,交通荷载必须严格限制,重型车辆的早期碾压应当避免,同时,施工后的沥青层应避免受到雨水侵蚀,以免影响沥青的黏结性及压实效果。对于高温或低温等特殊天气,应采取相应的措施保护路面。在高温环境下,可通过洒水降温,防止沥青因软化而变形;而在低温条件下,应延长封闭时间,以确保沥青层能够充分冷却并固化。长期养护则包括定期检查、裂缝修补、表面处理及结构层维护等内容,旨在保持路面处于良好状态^[3]。裂缝修补是路面养护的重要组成部分,通过灌缝、贴缝等方式及时修补微裂缝,有助于防止水分渗透基层,从而减少进一步的损害。同时,对于沥青老化或路面表面磨损,可通过微表处或薄层罩面等技术延长路面的使用年限,并提高其抗滑能力。对于存在严重病害的路段,如车辙、坑槽、沉降等情况,损坏程度应根据具体情况评估,铣刨重铺或进行结构性修复应及时进行,以恢复路面的功能性。

4 施工质量控制与优化

施工质量控制与优化是市政道路沥青路面摊铺过程

中,确保路面质量、提高施工效率及减少后期养护费用的重要保障。整个项目周期中,施工质量的管控应贯穿始终,从材料的选择、施工工艺到设备的使用,每个环节都应严格依据技术规范进行。在材料选择上,符合标准的优质沥青与集料必须选用,并通过合理的配合比设计,确保混合料的性能稳定。材料不符合标准而导致的路面质量问题应避免。施工阶段,摊铺机、压路机等设备的状态至关重要,定期维护与检查应进行,确保设备在最佳工作状态下运行,防止设备故障引发施工质量波动或工期延误。此外,施工人员的技术能力对施工质量有着决定性影响。所有参与施工的人员应经过严格培训,掌握关键环节的精确操作,尤其是在摊铺与碾压过程中,必须严格按照设计要求进行操作,确保沥青混合料的均匀摊铺与高效压实。为了进一步确保施工质量,施工过程应进行实时监测与调整,特别是在摊铺与碾压阶段,定期对混合料的温度、压实度、摊铺厚度等关键指标进行检测,及时根据监测结果优化施工方法^[4]。施工现场的协调与资源调配也是优化施工质量的关键,合理分配人力、物力与设备资源,能够减少不必要的浪费与停工时间,从而提升施工效率,降低成本。在施工结束后,全面的质量评估应进行,采用多种检测手段,如平整度、压实度、厚度等检测,确保所有技术指标均符合设计与规范要求。如检测中发现问题,应及时进行调整与修复,避免潜在隐患的扩大,确保最终工程质量达标。

5 结语

通过对市政道路沥青路面摊铺技术的深入研究,本文详细探讨了施工过程中多个关键技术要素,包括沥青材料的选用、摊铺温度的控制、混合料的配制与压实工艺等方面。确保道路平整度、耐久性以及安全性的核心保障,依赖于高效的施工技术与严格的质量管理。随着施工技术的不断发展,未来市政道路建设将重点关注工艺优化、施工设备的提升以及质量监控的加强。这些技术进步将推动行业的技术创新,进一步提升道路建设的整体质量与管理水平。期望本文的研究成果能为今后市政道路沥青路面施工提供技术支持与理论依据,行业发展,为其贡献力量。

[参考文献]

- [1] 郑思洽. 市政道路施工中沥青路面摊铺技术应用研究[J]. 新城建科技, 2024, 33(8): 149-151.
 - [2] 徐昊旻. 市政道路沥青路面施工中的摊铺技术研究[J]. 建材发展导向, 2024, 22(10): 40-42.
 - [3] 吴崑宇. 市政道路工程中沥青路面施工技术应用探讨[J]. 四川水泥, 2020(12): 109-110.
 - [4] 冯春蕾. 公路路面施工中沥青混合料摊铺的施工技术浅析[J]. 科技风, 2021(5): 111-112.
- 作者简介: 刘涛(1987.9—), 毕业院校: 西安建筑科技大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 新疆北新路桥集团股份有限公司, 职称级别: 中级。

软土处理技术在道路施工中的应用分析

谢永恒

盐城市交通规划设计院有限公司, 江苏 盐城 224000

[摘要]道路工程是现代城市基础设施建设中的“命脉”,其施工质量对于城市交通通行效率、居民生活质量具有重要意义,但道路工程施工过程经常会遇到软土地基这一技术难题。基于此,笔者结合自身所学及研究成果,对道路工程中软土处理技术的主要类型进行分析,并根据具体案例对其应用效果加以探究,希望能够对相关人士有所帮助和启发。

[关键词]软土处理技术; CFG 桩; 道路施工

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15972

中图分类号: TU472

文献标识码: A

Application Analysis of Soft Soil Treatment Technology in Road Construction

XIE Yongheng

Yancheng Transportation Planning and Design Institute Co., Ltd., Yancheng, Jiangsu, 224000, China

Abstract: Road engineering is the "lifeline" of modern urban infrastructure construction, and its construction quality is of great significance for urban traffic efficiency and residents' quality of life. However, the construction process of road engineering often encounters the technical problem of soft soil foundation. Based on this, the author combines his own learning and research results to analyze the main types of soft soil treatment technology in road engineering, and explores their application effects based on specific cases, hoping to be helpful and inspiring to relevant personnel.

Keywords: soft soil treatment technology; CFG pile; road construction

软土具有低强度、高压缩性、不均匀性和触变性等不良工程特性,给道路施工带来极大的挑战,为了确保道路的稳定性和行车安全,相关施工单位必须对软土地基进行有效处理,才能确保道路施工的整体效果符合相关标准。因此,下文重点对软土处理技术在道路施工中的应用进行分析,旨在促进该领域的高质量发展。

1 道路施工中软土处理技术的主要类型

1.1 粉喷桩复合地基技术

粉喷桩复合地基技术作为一种先进的软土地基处理技术在工程实践中展现出了卓越的效能,其本质隶属于化学加固技术的范畴,核心在于通过特定的施工流程利用化学原理改善软土地基的物理力学性能。在实际施工过程中,实施粉喷桩复合地基技术高度依赖于专业施工设备的操作,施工人员需将配比的水泥粉、石灰粉等加固材料科学地加入到待处理的软土地基之中并随后启动搅拌装置对这些材料与软土进行深度混合。软土地基的一个显著特性是其内部水分含量较高,这往往给地基的稳定性和承载力带来不利影响,而粉喷桩复合地基技术则能够通过水泥粉、石灰粉等材料在搅拌过程中与地基中水分的化学反应直接吸收并结合地基中的多余水分,来形成稳定的化学键合结构,从而极大地提升软土的固结效果和整体强度。通过这一化学加固过程,原本抗压性能较弱的软土地基得到了显著改善,其承载力、稳定性均得到大幅度提升。此外,粉喷桩复合地基技术还具有广泛应用性,无论是在公路、铁路、桥梁等交通基础设施建设中,还是在高层建筑、工业厂房等大型建筑工程

的地基处理中,都能发挥出不可或缺的作用^[1]。

1.2 水泥搅拌桩

在水泥搅拌桩的施工过程中,搅拌机依靠搅拌机械上精密设计的叶片进行旋转和搅动来促使地基土发生细微的位移,将地基土进行破碎和分散逐渐转化为颗粒状形态,并且在搅拌机械的持续作业下水泥等固化剂会融入到颗粒状的地基土中,以此实现全面而均匀的混合。这一操作既能够确保固化剂充分覆盖到每一个地基土颗粒,还为后续的物理与化学反应提供了必要的条件。基于这些反应的共同作用,原本松软的土壤会转变为结构紧密且内聚力强大的水泥土;再经过时间的推移,这些水泥土会逐渐固化成一个整体性强、耐水性好的水泥土桩体并且强度也处在较高水平,能够通过周围土体形成紧密联结来有效提高整个地基的承载能力和稳定性^[2]。

水泥搅拌桩工艺作为一种高效且适应性强的地基处理技术,特别适用于处理淤泥土质、粉质黏土等软土地基,其在实际应用中展现出多种显著的特点和优势。具体而言,①在桩体形成过程中能够最大限度地利用原状土,同时水泥的用量相对较少,能够有效地节约材料资源,降低工程成本。通过水泥与软土的充分混合和化学反应对原状土的物理力学性能加以改善,从而形成强度更高、稳定性更好的地基结构;②加固后的土体重度基本保持不变,由于土体重度的稳定,地基在承受上部荷载时不易发生附加沉降等情况,能够有效避免因地基沉降而导致的建筑物损坏或功能失效;③在施工过程中对周边的建筑物影响较小,该

工艺主要依赖于水泥与软土的化学反应进行加固,无需进行大规模的开挖或振动作业,能够大幅减少对周围环境的干扰和破坏;④操作方式设计得相对直观且简便,即便是面对复杂多变的地质条件,施工人员也能迅速上手并熟练操作,整个施工过程中无需使用大型机械设备,极大地减少了施工现场对周边环境的噪声污染和振动干扰;⑤从经济层面来看,该工艺所需的材料成本、设备投入以及人力资源均相对较低,使得整体工程预算能够得到有效控制^[3]。

1.3 强夯技术

这项软土地基处理技术主要是针对那些抗压性能较弱的软土地基设计的,在以往处理这类地基时常常会采用强度施压的方法,希望通过施加外部压力来改善软土地基的抗压性能。但在实际操作中却发现这种方法的效果并不理想,无法从根本上提升软土地基的抗压强度。在此情境下,高强度夯实技术应运而生,主要是通过施加巨大的冲击力来挤压软土地基,从而有效地挤出其中的多余水分,增强地基的密实度和牢固性。需要明确的是,高强度夯实技术的应用需要耗费大量的时间、人力、物力,而且在施工过程中也容易出现夯实度不足等问题。因此,在采用高强度夯实技术进行软土地基处理之前必须做好准备工作,细致检查夯实机械的运行状态、各个部件的磨损情况以及液压系统等关键部分的性能,确保其处于最佳工作状态;同时还需要根据软土地基的实际情况制定合理的施工方案和夯实参数,以此来有效避免施工过程中的各种潜在问题,保证软土地基的处理效果^[3]。

1.4 表层处理技术

该软土地基处理技术的核心在于对软土表层的有效处理,而表层排水法便是其中一种,其适用性和效果也更为显著。在具体应用该方法进行软土地基处理时,施工团队首先需要在地表开展沟槽挖掘工作,这些沟槽的设计需充分考虑地形、水流等因素,以确保地表水能够顺利排入。同时,沟槽的挖掘还应注意深度和宽度的合理控制,以避免对地基造成不必要的破坏。此外,施工团队还可以按照一定比例在土基中掺入一些沙砾与碎石等材料,这些材料透水性能良好,在加入之后能够增强地基的透水性,使得多余的水分能够更快地排出,还能在一定程度上提高地基的承载力和稳定性。而且这些材料还能起到填充和加固的作用,使得沟槽施工的质量得到进一步提升^[4]。

1.5 换填置换法

该软土地基处理技术的核心策略在于采用优质土壤对原有的软土层进行彻底的换填与置换,从根本上提升地基的承载力和稳定性,为后续的道路施工和长期使用奠定坚实的基础。在实施这一施工技术的过程中,应严谨进行优质换填土的选择,既要具备较高的强度和稳定性,还须具备良好的透水性、抗剪强度以及适宜的压缩性,以确保换填后的地基能够满足工程设计和使用要求。在道路施工领域,透水性较强的土质因其能够有效降低地基中的含水

量、加速排水过程并提升地基的整体稳定性而被广泛采用。在国内,目前采用的换填方法多种多样,其中砂垫层置换法、抛石挤淤法以及垫层法是最为常见的几种。砂垫层置换法通过在软土地基上铺设一层或多层砂垫层加速地基排水且有效分散上部荷载,减少地基沉降;抛石挤淤法则是通过向软土层中抛投大粒径的石块或碎石将软土中的淤泥挤出,形成具有一定强度和稳定性的石层,从而提升地基的承载力和稳定性;垫层法涉及到的垫层材料选择和铺设厚度需根据地基的承载力、变形要求以及排水性能等因素进行综合考虑,以确保垫层能够有效地分散荷载、加速排水并提升地基的整体性能^[5]。

1.6 砂垫层法

鉴于软土地基复杂的土力学特性,采用不同的换填方法往往会带来截然不同的处理效果,砂垫层法能够应对多种软土地基工况,尤其在处理软土层较薄或含水量过大的施工环境时能够呈现出良好的效果。该方法的核心就是在软土地基上方铺设一层厚度适中(0.5~1.2m)的砂垫层作为排水通道,加速地基中多余水分的排出,在一定程度上增强地基的承载力和稳定性,促进软土层的固结过程。在实施砂垫层法时,换填层材料的安置作业至关重要,通常需要自卸汽车和推土机等机械设备进行协同作业,其中,自卸汽车负责将砂料运输至施工现场,而推土机则负责将砂料均匀摊铺在软土地基上并对其进行初步压实。砂垫层法的施工流程还需包括作业范围的选择,在此过程中,需充分考虑软土地基的分布特点、施工环境的限制条件以及后续工程的需求,确保通过科学合理地规划砂垫层法在处理软土地基时能达到最佳效果。

1.7 化学加固法化学

加固法在软土地基处理领域的应用历史悠久,且长期以来一直以其显著的处理效果而受到广泛认可,这种方法具备多样化的处理形式,而且还凭借其独特的化学加固原理在软土地基处理中发挥着重要作用。该方法的核心应用原理在于借助化学方法来对软土地基进行处理,在施工过程中,将特定的化学成分引入到软土地基中并与软土颗粒之间发生一系列的化学反应,在改变软土颗粒的物理性质的同时促使它们之间形成更为紧密和稳固的结合,从而显著提升地基的承载力和稳定性。在应用化学加固法进行地基处理时需要重点关注两个方面:一是施工设备;二是搅拌过程。具体而言,在选择和使用施工设备时,必须确保其能够满足化学加固法的特定要求,而且还要定期实施维护和保养,确保设备处于最佳工作状态;在搅拌环节则需要采用先进的搅拌技术和设备,确保化学成分能够均匀地分布在软土地基中并与软土颗粒充分反应。

1.8 塑料排水板法

在排水固结法中,塑料排水板这一方法应用原理独特且效果显著,主要依赖于在地基中设置竖向排水体系,包括沙井以及更为现代和高效的塑料排水板等手段,为地基

中的水分提供顺畅的排出路径。在施工过程中,首先会根据地基的具体情况和工程需求布置这些竖向排水设施。随后,借助于构筑物本身的重量,通过分级逐渐加载的方式对地基施加压力,迫使其中的空隙水沿着竖向排水设施排出。随着水分的逐渐排出,土体内部的空隙不断减少,土体本身也逐渐变得更加紧密和坚固,能够更好地承载上部构筑物的重量,从而确保整个工程的安全和稳定。

2 软土处理技术在道路施工中的具体应用

2.1 工程概况

某市政道路工程位于所在城市中心区域,全长 5.2km,设计标准为城市主干道,设计车速为 60km/h。由于该路段穿越一片地质条件较为复杂的软土地基区域,主要由软土层、淤泥质土层和粉质黏土层组成(表 1),软土层厚度较大且承载力低、变形量大。为保证道路的稳定性和车辆行驶安全,项目团队初步拟采用以 CFG 桩为基础的复合地基加固为主要技术,并与其他两种技术(技术二、技术三)进行测试对比,以此来选择与该施工区域适配性更高的加固工艺。

表 1 软土地基具体参数

地质构成	厚度/m	天然含水量/%	天然孔隙比	内摩擦角/%	压缩模量/MPa
3-2 淤泥质黏土	3.22	52.4	1.302	3.12	2.2
3-1 淤泥质黏土	4.59	30.0	0.856	16.25	7.5
4-2 淤泥质黏土	3.12	25.9	0.776	25.44	4.6
3-2 亚砂土	7.45	20.6	0.813	6.85	3.3
3-4 亚砂土	6.22	15.9	0.794	12.44	6.2
4-2 亚黏土	2.50	30.2	1.046	26.60	8.5
4-3 亚黏土	8.62	26.5	1.123	9.85	7.6

2.2 测试结果

本次测试以地基竖向位移作为评价标准,对三种软土地基处理技术在不同荷载作用下的竖向位移值进行对比和分析,如表 2 所示。

表 2 不同荷载作用下的地基竖向位移值

荷载强度/kPa	CFG 桩竖向位移值/mm	技术二竖向位移值/mm	技术三竖向位移值/mm
50	10.25	13.84	12.65
100	19.43	19.95	20.97
150	28.34	28.78	29.44
200	36.51	37.32	38.44
250	43.15	52.91	45.62
300	50.77	66.24	53.08
350	60.93	79.24	64.84
400	72.44	88.72	75.79

2.3 结果分析

由 2 表数值可知,三种技术在荷载强度的增加下的竖向位移值均表现出扩大趋势,对于技术二而言,当地基所承受的荷载强度保持在 200.0kPa 以下时,其竖向位移能够控制在 40mm 范围内,也就是说,在该荷载强度范围内的竖向位移可以保持相对较为稳定的状态。一旦地基所受的荷载强度超过 200.0kPa 的阈值,其竖向位移便会呈现出明显增大趋势,比如当荷载强度上升至 300kPa 时,地基竖向位移会增至 66.24mm;当荷载强度上升至 350kPa 时,地基竖向位移会增至 79.24mm。

而技术三和技术二较为类似,当地基所承受的荷载强度保持在 200.0kPa 以下时,其竖向位移能够控制在 40mm 范围内,也就是说,在该荷载强度范围内的竖向位移可以保持相对较为稳定的状态。一旦地基所受的荷载强度超过 200.0kPa 的阈值,其竖向位移便会呈现出明显增大趋势,比如当荷载强度上升至 300kPa 时,地基竖向位移会增至 53.08mm;当荷载强度上升至 350kPa 时,地基竖向位移会增至 60.93mm。

与以上两种技术相比,CFG 在控制地基竖向位移方面的效果更好,在荷载增大时竖向位移的增加趋势较低,比如当荷载强度处于 300kPa,CFG 桩的竖向位移为 50.77,比技术二少 15.47mm,比技术三少 2.69mm;当荷载强度处于 350kPa,CFG 桩的竖向位移为 60.93,比技术二少 18.29;比技术三少 3.91mm。因此,可以说 CFG 桩在该工程中与其他两种技术相比具有更好的适配性。

3 结语

本文结合具体案例,对软土处理技术在道路工程中的应用进行探究,旨在帮助相关单位更好地指导道路施工实践,提高工程质量,推动城市交通建设的可持续发展。

[参考文献]

- [1]马婧茹,高明.软土地基处理技术在市政道路桥梁工程施工中运用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025(4):148-150.
 - [2]戴艺君.软土地基处理技术在市政道路施工中的应用研究[J].建设科技,2024(15):69-71.
 - [3]于忠武.软土地基处理技术在市政道路施工中的应用研究[J].工程机械与维修,2024(3):153-155.
 - [4]刘帅.强夯法施工技术在市政道路软土路基处理中的应用尝试[J].中华建设,2022(5):148-149.
 - [5]周石馨.强夯法施工技术在市政道路软土路基处理中的运用分析[J].科技创新与应用,2021,11(20):179-181.
- 作者简介:谢永恒(1997.10—),男,哈尔滨工业大学交通科学与工程学院,交通运输工程专业;就单位:盐城市交通规划设计院有限公司,设计部职员,助理工程师。

市政道路施工中沉降段路基施工技术的应用探讨

黄华

西安市西郊市政设施养护管理有限公司, 陕西 西安 710082

[摘要]市政道路施工中的沉降段路基施工是一个复杂的技术问题,其直接关系到道路工程的质量和使用寿命。沉降段路基由于受到自然环境、地质条件以及施工技术等因素的影响,容易发生不均匀沉降,导致路面不平整,从而影响道路的正常使用。文中主要探讨了沉降段路基施工中的常见问题与技术应用,分析了不同施工技术的优缺点,并提出了针对性的技术措施,以期对相关工程项目提供理论依据和实践指导。

[关键词]市政道路; 沉降段; 路基施工; 技术应用; 沉降控制

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15970

中图分类号: U445.4

文献标识码: A

Discussion on the Application of Settlement Section Roadbed Construction Technology in Municipal Road Construction

HUANG Hua

Xi'an Xijiao Municipal Facilities Maintenance and Management Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710082, China

Abstract: The construction of settlement section subgrade in municipal road construction is a complex technical problem, which directly affects the quality and service life of road engineering. Due to the influence of natural environment, geological conditions, and construction techniques, the settlement section of the roadbed is prone to uneven settlement, resulting in uneven road surface and affecting the normal use of the road. The article mainly discusses the common problems and technical applications in the construction of settlement section subgrade, analyzes the advantages and disadvantages of different construction techniques, and proposes targeted technical measures, in order to provide theoretical basis and practical guidance for related engineering projects.

Keywords: municipal road; settlement section; roadbed construction; technology application; settlement control

引言

市政道路是城市基础设施的重要组成部分,其施工质量直接影响交通运输的安全性与舒适性。在道路建设过程中,路基的稳定性与承载力是影响路面长期使用的重要因素。特别是在沉降段,路基因受荷载、地下水位、地质构造等因素的影响,容易发生不均匀沉降,造成沉降段路面的局部凹陷或隆起。因此,掌握沉降段路基施工技术,采取科学合理的施工措施,是确保道路长期稳定使用的关键。

1 沉降段路基施工的挑战

1.1 地质条件复杂性

地质条件复杂且不稳定的区域是沉降段施工的典型地质背景,该区域土壤类型以软土、填土及沙土为主,该类土壤的承载性能普遍较弱,对荷载作用敏感度明显,易引发沉降分布不均,进而对路基的稳定性及安全性构成威胁,在湿润气候区,软土体积变化与水分紧密绑定,多呈现为收缩膨胀效应,引起地基沉降不均匀的后果;水流冲击对砂土稳定性不利,在土壤水分含量偏高的阶段,引起地基承载力显著下降。施工阶段地质勘探需全面实施,评估土层、密实度及地下水位等地质属性,以地质资料为基础进行分析,采用恰当的地基处理技术,实施地基加固及排水系统安装施工工序,从而显著提升路基的稳定性和耐久性,降低由土质问题引起的施工与沉降风险^[1]。

1.2 沉降控制难度大

地基沉降控制是沉降段面临的核心技术挑战,维持路基的稳定结构,沉降段土壤层次多,性质分层存在明显区别,土壤各层对荷载反应表现出多样性,表层土壤可能呈现松散的物理形态,承载性能欠佳,底层土壤结构紧凑,承载效果超凡,沉降较小。差异性加剧了沉降控制的复杂性,施工实施阶段,局部沉降现象存在潜在风险,尤其是在深基坑挖掘及重型机械作业等关键施工技术实施环节,局部沉降明显干扰施工进度,针对此问题背景,需采纳有效手段,实时跟踪是技术人员监控沉降的常规技术手段,实施地基加固与分层压实技术手段,分阶段调整,实现施工沉降量的有效控制。

1.3 环境变化对施工的影响

高地下水区域构成路基沉降的主要分布地带,施工期水位波动对土体稳定与工程进度产生重大干扰,水位升降与土壤水分及土体硬度紧密相扣,地下水位上升阶段,土壤水分含量上升,土壤剪切强度下降,可能引起土体软化与沉降,尤其是在雨季之际,降水增多加速了地下水位上升的步伐,进而破坏施工现场土壤结构,扩大施工障碍。施工实施阶段之阶段,若未有效管理地下水变化,土体软化及沉降加剧风险不容忽视,最终对施工质量及项目推进造成干扰,针对这一挑战,普遍采用排水技术保障施工,

实施临时排水及降水井设施,校正地下水层水平,减轻降水对施工进度及质量的干扰作用,施工阶段需对土质变化进行不间断监控,灵活修订施工细节,确保施工进度不受阻^[2]。

2 沉降段路基施工技术应用

2.1 软土处理技术

2.1.1 排水固结法

该技术借助排水机制,加速软土层水分的逸散,在软土地基,土体水分含量超标,地基承载能力下降,土体承载水平降低,加载时沉降明显加剧,实施排水固结法,在软土层内构筑排水管道及沟渠等设施,依靠水流外力及自然渗透作用力,加速土体内水分的逸出,水分散开后,孔隙结构逐步压实,进而提升土体坚实度,增进地基的承载水平,该操作促进了土体固结的加速,也降低了沉降深度,大幅提高软土路基的稳定性及耐久度。

2.1.2 垂直排水法

软土加固领域普遍采用垂直排水技术进行加固,于地基内部安装垂直排水管及排水板等配件,提升土体固结水平,此技术多采用塑料排水板、排水管等材料,埋于软土地基,开通垂直排水渠道,排水管安装促进土体水分沿垂直方向迅速移除,降低土体水分滞留周期,增进土体固结水平,此技术显著改善土壤的强度与稳定性,有效减少土体沉降,尤其是在软土地基工程领域实施,该技术常与其他地基处理技术配套实施,力图实现地基性能与施工效率的优化。

2.2 沉降监测与控制技术

2.2.1 自动化沉降监测系统

路基监测技术的发展与自动化沉降监测系统相辅相成,系统集成路基沉降传感器,实时跟踪路基沉降变化,数据由远程传输系统发送至监控中心进行接收,传感器的核心性能体现在高精度的路基沉降检测上,实现了数据的即时性与精确性,系统依阈值实时监控流程,系统对超过预定阈值的沉降量实施自动报警,指导施工人员迅速处置,采用该技术途径,对路基沉降进行长期跟踪,维持工程可靠性,防止路基因沉降速度过快或不均匀性引起的结构稳定性不足问题,系统应用显著提升了监测效能的指标表现力,也显著降低了人工巡检的成本及风险程度,显著增强工程的安全与可靠性水平^[3]。

2.2.2 控制沉降速率

路基工程稳定性的关键要素是沉降速率的调节,施工实施阶段,实施科学的施工流程及荷载施加技术手段,有效抑制沉降速度波动,防止因沉降速度过快而引发路基的不稳定,实施分阶段加载策略,分阶段实施荷载递增法,实现地基对负荷的渐进适应,缓解沉降压力的冲击波,实施适宜的压实技术与填土材料相配合,也提升了土体的承载水平,施工策略的调整需依据实时监测数据,维持沉降速率在安全水平线内,有效减缓路基沉降速度上升势头,

维持路基结构稳固,遏制工程缺陷的扩散。

2.3 路基加固技术

2.3.1 深层搅拌技术

该技术采用机械设备,实现固化剂(如水泥、石灰)与土体的深层搅拌,软土路基加固的核心技术,采用深层搅拌机械,该技术采用固化剂注入软土,实现固化剂与土体的搅拌一致性,实现均质加固土的形成,采用化学固化技术,土体物理力学特性显著强化,提高软土的承载稳定性水平,实现材料工程化成果,该技术显著提升了路基的承载水平,也能降低沉降的潜在概率,减少路基沉降引起的结构破坏风险,维持交通设施安全运行的长期性,施工流程简易,适合大规模施工实施,且环保成效明显,施工对环境的影响降至较低水平。

2.3.2 高强度土工织物加固法

采用土工织物强化路基结构,此技术显著提升土体稳定性和抗沉降性能,该织物系聚合物材料制成,表现出抗拉及耐久性,路基施工阶段,于软土层及松散土层之底层敷设该材料,实现荷载的分散与传递机制,减轻土体沉降与变形后果,土工织物的强度特性赋予其持久性,展现出强大的抗外力破坏特性,土体水分迁移幅度减小,该织物功效显著,增强路基排水效果,进而稳固路基的坚实度,实施该途径,即可有效提升路基的沉降抵抗效果,也能延长道路的使用寿命期限,降低维护作业的次数,此方法为路基工程质量提升的关键手段之一^[4]。

2.4 防水排水措施

2.4.1 水泥土挡水墙

加固软土地基与沉降路基,该技术属于路基加固的常规方法,于路基周边布置挡水水泥墙,有效阻隔地下水对土体的渗透侵害,该挡水墙采用水泥与土壤的混合材料制作而成,形成坚固的防御网络,有效隔绝水分对路基的侵害,水泥土挡水墙的抗渗透与耐久性能均十分出色,显著降低地下水侵蚀的强度,防止水分引起的土体软化和结构稳定性扰动,进而降低路基沉降的风险概率,技术显著降低水位波动对路基稳定性的破坏性,维持道路在湿润条件下的安全通行质量,尤其在复杂水文地理背景下,该技术为路基防水加固的核心支撑,普遍在地下水位高及土壤含水量大的区域实施。

2.4.2 雨水排水系统

路基的稳定性与持久性需雨水排水系统作为支撑,采纳合理的排水管道与沟渠设计,雨水迅速引流,阻隔路基土体因积水引起的软化、承载能力降低及沉降不均匀现象,合理规划排水系统,引导雨水至预定排水道,控制局部积水及土壤水分过剩,减轻由土体变形与沉降引起的损害。耐腐蚀性及强度俱佳的材料是排水管道的首选,实现系统的长期稳定与耐用,优化雨水排水系统显著降低水流对路基的侵蚀,维持土体结构的完整性和连续性,在湿润气候

地带,该系统极为关键,系统维持路基干燥水平,增强交通设施的安全性及舒适性。

3 施工中的质量控制与管理

3.1 施工人员培训

专业施工人员是施工质量保障的核心支撑,定期进行的技术培训是核心要求,施工人员须掌握现行施工规范与技术要求,确保施工细节与设计标准及质量要求相契合,培训内容应全面囊括施工各阶段,聚焦于施工操作规程、安全管理及技术规范,在建筑施工作业阶段,安全施工规程培训乃当务之急,施工人员应掌握各类危险源及其预防手段,维持施工安全,设备操作阶段,施工人员应熟练操作机械设备及工具,预防操作失误引发的风险与品质退化,培训应着重分析施工环境对施工质量的制约,关涉气候、土壤、湿度等环境参数,施工人员需掌握应对不利环境变化的技术应对。培训宜采用案例分析法,回顾施工历史中的失败经验,提高实际问题的处理水平,新技术及新材料频现,持续跟进培训材料,使施工人员跟上技术革新的步伐,采用系统化培训,施工人员技术熟练度明显提高,也提升团队协作与责任感水平,进而实现施工质量的恒定要求,实现高质施工成效^[5]。

3.2 严格施工监理

施工实施阶段,施工监理的严格性是工程质量保障的核心要求,施工监理人员执行施工现场的周期性检查工作,施工监理人员对施工全过程实施监督、协调与管理工作,施工操作需依照设计图纸、技术规范及施工方案进行,迅速整改违规动作,遏制细节问题对工程质量潜在的不利后果。监理职责的核心使命是实施周密的监督管理,监理人员需定期执行现场巡检,对施工各阶段进行全面检查,维持施工进度与质量稳定达标实施,监理人员应与施工实体紧密配合,实施施工问题的即时反馈与及时纠正,施工阶段遭遇材料匮乏,技术挑战凸显,监理人员应迅速调整处理,施工单位应实施整改措施。除实施施工监管,监理人员必须对施工材料进行严格的质量鉴定,确保材料质量符合既定质量标准,防止不合格材料混入施工环节,全面记录施工关键事宜为监理人员的基本要求,涉及材料检验、技术交底及施工进度等关键环节,确保各阶段记录无遗漏,质量缺陷显现阶段后,监理人员可迅速捕捉问题根源,采取纠偏手段,维持工程质量的一致性,实施细致施工监控,显著降低由管理松懈及施工不规范引起的质量隐患,维持项目进展得顺畅性。

3.3 质量验收与反馈

施工阶段结束阶段,实现设计要求的關鍵手段是严格

的质量验收,质量验收不仅是对工程完成阶段的初步鉴定,也是对施工全过程的全面总结与质量管理深度的分析,验收活动需依据既定工程规范实施,特别聚焦于地基、路基及材料等验收环节,沉降量控制是沉降段路基检验的核心要求,沉降量过大可能引起工程结构不稳定,需维持于可调控界线之内。施工流程的审查任务应由验收人员承担,对土建质量、地基承载力与路面沉降等关键指标实施细致审查,确保指标实现既定标准,若质量检验未达标,验收人员应即刻反馈给施工单位,实施改正作业,针对性为整改措施的核心要求,确保问题彻底根除隐患。施工单位需提交下一阶段验收文档,验收人员须审核整改实施结果,并核验整改成效的合规性,报告应全面记载施工问题、整改及成效,对施工阶段问题作出反馈,该信息助力施工质量的提高,也为后续项目积累经验教训,质量验收后的反馈机制对施工质量提升具有核心价值,有效阻断问题反复,进而增强后续工程的质量保障水平^[6]。

4 结语

沉降段路基施工技术是市政道路施工中的关键环节,正确的技术应用能够有效提高路基的稳定性,防止沉降现象的发生。在施工过程中,通过采用软土处理技术、沉降监测与控制技术、路基加固技术及防水排水措施等,可以显著降低沉降风险,确保道路的长期稳定性。同时,施工质量控制和管理也是保证施工效果的必要条件。未来,随着科技的进步和施工技术的不断创新,沉降段路基的施工技术将更加完善,为市政道路建设提供更加坚实的基础。

[参考文献]

- [1]高飞,胡亚洲,赵法伟,等.市政道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术[J].居业,2025(1):19-21.
- [2]余敏.市政道路中沉降段路基路面施工技术要点分析[J].科技资讯,2025,23(2):163-165.
- [3]王碧林.市政道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术[J].散装水泥,2024(3):82-84.
- [4]李治.市政道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术[J].中国科技信息,2024(7):91-93.
- [5]李旭.市政道路工程中沉降段路基路面施工技术研究[J].住宅与房地产,2024(9):152-154.
- [6]黄启垣.基于市政道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术研究[J].运输经理世界,2023(22):127-129.

作者简介:黄华(1984.6—),毕业院校:长安大学,所学专业:道路桥梁与渡河工程,当前就职单位:西安市西郊市政设施养护管理有限公司,职务:设备管理员,职称级别:初级工程师。

高速公路路基混凝土施工技术应用及控制措施研究

张 兴

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]在我国经济快速发展中,交通工程项目起到的作用较大,高速公路是交通项目中较为重要的类型。通过高速公路建设可以为跨省运输提供基础,对国家经济建设的促进作用巨大。路基混凝土施工技术是高速公路施工重要的技术,鉴于我国高速公路项目具有的重大作用,本篇文章深度分析高速公路路基施工要求,指出路基混凝土施工技术的应用,同时提供路基质量控制措施,以期为我国高速公路路基施工水平提升有启示性作用。

[关键词]高速公路;路基混凝土;施工技术;控制措施

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15973

中图分类号: U416.1

文献标识码: A

Research on the Application and Control Measures of Concrete Construction Technology for Highway Roadbeds

ZHANG Xing

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

Abstract: In the rapid development of Chinese economy, transportation engineering projects play a significant role, and highways are an important type of transportation project. The construction of highways can provide a foundation for inter provincial transportation and have a huge promoting effect on national economic development. The construction technology of roadbed concrete is an important technology in highway construction. Given the significant role of highway projects in China, this article deeply analyzes the requirements for highway roadbed construction, points out the application of roadbed concrete construction technology, and provides measures for roadbed quality control, in order to provide enlightening significance for improving the level of highway roadbed construction in China.

Keywords: highway; roadbed concrete; construction technology; control measures

引言

高速公路路基的强度以及稳定性必须达到建设要求,可以在数十年使用周期一直保持稳定的结构形态,为区域大众服务。路基结构强度与稳定性是否达到要求和路基施工技术相关,混凝土施工技术是高速公路路基施工常用的手段,对路基结构强度与稳定性的维持关系巨大。因此,高速公路路基建设需要重视路基混凝土施工技术的应用,明确技术流程以及建设要求,落实所有的工作任务。与此同时,加强路基施工质量控制,成为高速公路工程建设达到质量要求的保障。

1 公路路基施工要求

1.1 稳定性

稳定性是高速公路路基在数十年使用周期中一直良好存在的重要保证,其关系到路基在外力长期作用下是否出现严重的变形。一旦路基结构出现大幅度的变化,将会导致公路平顺性降低。在公路路基稳定性得不到保证时,路基错台断裂的发生概率会大幅提升,影响到公路的使用性^[1]。

1.2 强度

路基结构需要具有一定的强度,由此可以承受路面以及地基的自重,更可以抵抗车辆附加的负荷,在多重作用下依然不会出现结构性改变。因此,高速公路路基施工将

强度作为高速公路路基的要求(表1强度要求),成为路基在长时间使用中抵抗自身自重以及车辆荷载的支撑,避免路基结构出现大面积形变的问题^[2]。

表1 路基强度要求

项目	路基	压实度 (%)
1	上路堤 (0.8~1.5m)	≥94%
2	下路堤 (>1.5m)	≥93%
3	上路床 (0~0.3m)	≥96%
4	下路床 (0.3~0.8m)	≥96%
5	零填及挖方路基 (0~0.3m)	≥96%

2 高速公路路基混凝土施工技术的应用

2.1 施工准备

施工准备环节需要根据现场勘察得到的数据制定工作方案,其中给出地基混凝土型号、数量等内容,还会针对路基混凝土填料开展塑性指数、液塑性、颗粒大小、密度、含水量等参数的试验,最终使用符合工程要求的混凝土施工。在高速公路路基施工前,需要使用机械开挖或抽水泵等处理手段放水^[3]。放水后出现的表土以及淤泥,将会使用推土机转移到施工作业区域外。在施工前根据施工要求,确定混凝土的性能,跟进混凝土的制备,期间对石

料的颗粒大小进行控制。不同型号的混凝土性能存在差异,在施工前有必要根据区域调查信息,结合施工要求选择混凝土型号,由此让混凝土达到施工要求。在平地机、推土机等机械设备的运用下,可以有效利用混凝土,获得密实且平整的工作面,成为混凝土施工顺利进行的基础^[4]。

2.2 混凝土拌制

高速公路路基施工期间需要进行混凝土的拌制,根据测试结果确定混凝土的配制比例。在混凝土制备期间,进行含水量的控制,结合不同气候对控制方法进行灵活的调整。比如,混凝土施工在雨季进行,则需要在下雨时节增加混凝土测试的次数,确定混凝土材料的含水量,根据混凝土性能要求做好水与材料比例的控制。施工单位在混凝土拌料环节,需要对拌料时间进行控制,不能随意缩减时间,否则混凝土没有得到充分且均匀的搅拌,其性能难以达到规定的要求^[5]。

2.3 混凝土浇筑

在混凝土浇筑前,需要确定工作的重要数据,其中包含压实次数、压路机型号、压路机吨位、压实工作方法。相关内容均是工作人员在混凝土填筑时需要掌握的信息,是指导工作行为的重要参数。通过对相关要素的合理设置,规范混凝土浇筑的行为。在高速公路路基施工中,应该围绕路基压实度要求,选择对应的压路机。在压路机挑选时,如果工程对地基压实度高,则需要在大吨位的压路机中进行选择,由此才可以在地基处理中达到压实度要求。不同类型压路机在施工环节对土质压实要求各异,需要根据建设要求以及工程区域的土质情况,做到具体问题具体分析,选择可以达成施工要求的设备^[6]。

2.4 混凝土摊铺

摊铺是路基混凝土施工重要的工序,在摊铺混凝土前基于工作要求进行筹划,针对模板支撑稳定性以及模板位置设置等内容,由技术人员进行检查。在技术人员的处理下,核实模板位置设置是否合理,模板是否存在支撑稳定性差等问题,如果存在问题会及时进行调整。此外,技术人员检查拉杆、原传力杆、钢筋网焊接情况,如果相关构件的焊接存在缺失或者焊接不足,则会快速由相应工作人员进行处理^[7]。

安排专人负责混凝土自卸车于施工现场的使用,指挥该设备到达卸料位置,将混凝土放置到施工作业现场,便于施工人员取料并进行操作。混凝土初凝时间关系到混凝土振实,当初凝时间在一小时以上,混凝土凝固的水平较高,此时混凝土拌合物难以进行振实,导致该部位所有的工作均需要重新进行。该问题出现后,不仅拖慢混凝土施工的进程,更会造成大量物料以及人力资源的损耗。因此,在混凝土摊铺环节需要做好前期的筹备,提高混凝土材料提供的及时性,严格管控混凝土初凝时间。在相关工作均合理进行的情况下,促使混凝土拌合物振实顺利开展^[8]。

2.5 混凝土振实

高速公路路基混凝土施工中,以振捣器作为混凝土振实的辅助工具,将会在振动梁的使用下进行刮平与提浆,

最后采用人力抹平的方式,严格把控混凝土制备工艺。每个车道路面在混凝土振实环节,均会配置两根振导棒,由此在振捣棒联用下,沿着横断面进行持续的振捣,提高路基结构的紧实度。在振捣环节还会关注路面板底的情况,留意面板内部以及边角等位置。相关位置相对隐蔽,容易出现漏振、少振等问题^[9]。在施工环节需要加强对道路面板的关注,保证振捣严格按照规定要求次数进行,振捣时间需要在 30s 以上,同时选择机械以及人工联合的方式进行作业。施工人员在振捣工作进行中,需要跟随施工进度查看道路路面的振捣效果。此外,传递杆、拉杆、模板、钢筋网均是重点观察的内容,当发现其出现松动漏浆或变形移位等情况,将会快速停工并进行处理。

2.6 养护

在振实结束后养护混凝土。在混凝土初凝后,安排养护的相关事宜,由专门人员进行看管。工作人员使用麻绳以及草帘覆盖在混凝土表面,定期洒水进行湿润处理。在养护进行 2~3 天,即可撤掉麻绳和草帘^[10]。

表 2 养护事宜

时间	养护内容
第 1 天	铺草席; 散水; 设置防护围栏
第 2~3 天	撤草席

在高速公路路基施工结束后,则应观察工程量,确定是否满足施工要求。在工程施工检查环节,通过样品采取以及实验室测试,评估道路作业的情况。在高速公路建设与质量评估中,检测路基混凝土。比如,在路基混凝土填制环节,需要对每个批次混凝土进行封存,检查混凝土的各项参数是否达到建设要求。一旦发现问题,则应快速找到相关人员,按照工程建设要求,处理混凝土性能不达标的问题。

3 高速公路路基施工质量的控制措施

3.1 做好地质环境勘察

高速公路路基施工需要建立在掌握现场情况的基础上,可以发现干预施工的因素,及时调整技术管理方案,为混凝土施工活动有序开展奠定基础。因此,在施工前需要对干预混凝土施工的地质与环境进行调查,工作人员需要使用仪器了解工程区域地质结构状况,分析土质条件,基于地基结构、地基条件与路基断面形式等内容,评估地基固结后沉降的发生率。在工程区域地质环境状况的勘测中,通过勘测得到的数据以及项目相关资料,锁定特殊地段并结合地基的各类指标,编写路基混凝土施工的方案。在施工达到质量要求的维度下,对施工方案进行设计,提高路基混凝土施工技术的整体水平,消除施工中影响工程质量的因素。

3.2 做好路面病害的预防与处理

高速公路路基混凝土施工会遇到路面病害,病害处理需要选择合理的方法,如下:(1)对于混凝土比例的设置,必须以设计要求作为基准,关注混凝土在比例配置的要求,加强对水与水泥比例的控制,保证混凝土耐久性与强度均可以达到管控目标。在水与水泥比例设置上,一般高速公

路项目对该比例设置的要求在 0.6。如果超过该比例,混凝土固结程度会下降,防水防渗性能也会变差。因此,在高速公路对路基强度并未作出特别要求时,混凝土水与水泥配比需要控制在 0.6,将混凝土水灰比维持在合理区间。在混凝土分配比例合理设计的同时,还应在混凝土制备环节,保证材料搅拌充足,降低离析现象的发生率。此外,在混凝土制备中,沙子、水泥等材料均需要在规定的比例下放置,充分拌匀相应材料加水搅拌时间需要在 90s 以上,以此将含水率维持在设计规定的参数水平。(2)在高速公路路基混凝土施工中,一旦出现湿陷性黄土路基沉陷,在病害的处理上需要分析处置方法经济性,还应评估处置方法是否可行。在湿性黄土路基沉降的处置中可以选择排水方法,设置边坡随后以排水手段减少路基水分含量,变相增强路基中土制的强度。在排水方法应用到湿陷性黄土路基后,工作人员需要对公路土质情况进行调查,基于对土质情况的充分掌握制定工作方案。(3)因混凝土预制块可以抵御较大的水流,公路路基边坡冲刷防护的设计,可以使用混凝土预制板块作为防冲刷的保护措施。在混凝土预制块制备时,建议将其边长与厚度设置为超过 6cm 的正方体。在水泥混凝土块制备期间放置钢筋材料,借助钢筋结构增强水泥混凝土块对外力的承受能力,即便遇到冲击力大的水流,依然可以抵抗水流的冲击,降低路基结构变形的发生率。

3.3 建立健全的施工质量管理体系

高速公路路基混凝土施工存在一定的难度,由于工程区域地质状况、施工人员及设备操控等因素均可能导致施工与要求提出的标准不符,直接影响到工程的整体质量。因此,在高速公路路基混凝土施工期间,为达到质量管控要求,有必要提供合理的管控方法,建立以质量管控为目标的管理体系。管理人员需要在工程项目区域引入先进的设备仪器,组建施工小组并对人员进行技术培训,提高工作人员技术能力,掌握混凝土施工技术流程,确定施工中各环节需要的技术,拥有运用技术完成任务的能力。

在施工的各个阶段均设置质量验收人员,在施工人员完成自检后,按照技术要求以及设计方案进行检查,符合要求才能进入下一阶段工作,否则会向施工人员指出问题,要求对方快速整改并尽快提交。勘察人员在施工环节检测土层中的颗粒以及路基土质,根据工程要求向管理人员汇报检测结果。管理人员根据混凝土施工要求调整方案,保证路基混凝土施工可以按照要求进行。比如,在某高速公路工程中,勘察人员将土层颗粒与路基土质检测报告提供给项目管理人员,管理人员根据工程区域处置情况结合施工要求,与技术人员最终确定路基碾压的次数,充分运用碾压设备进行压实,保证作业区域的路基结构达到强度要求。

3.4 选择科学的施工方式

在高速公路路基施工中,施工方式直接关系到施工质量。因此,需要在路基施工中选择契合工程区域的施工技

术,通过施工技术达到规定的要求。在施工质量管理方面,需要对工程区域状况进行评估,基于现场情况进行风险分析,随后给出应对措施。根据施工风险评估得到的结果,发现施工可能出现的问题,给出一套合理的施工方案。在高速公路建设环节,施工人员作为工作的实施主体,应该秉持安全第一的理念,在该理念下选择施工技术。对于现场路况,在混凝土振捣、浇筑等环节,依据混凝土的性能以及呈现效果调整浇筑方式,提高浇筑的效果。在施工方法选择中还有很多需要关注的点,施工设备的运用、防护手段的使用均会影响到高速公路路基路面的施工质量。施工人员应该明确施工要点,根据现场工作收集的信息,及时对施工应用方法进行调整,成为混凝土施工任务达成的保障。

4 结语

高速公路建设关系到国家经济发展以及现代化建设目标达成,需要在高速公路项目日益增多的同时,加强对工程项目路基混凝土施工技术的应用。本文提供混凝土施工技术的应用内容,指出施工技术从准备一直到养护的工作要点。与此同时,根据项目质量要求提供路基质量管控措施。通过对该项重要技术的把控,保证高速公路项目达到建设要求,可以更好地为民众服务。

[参考文献]

- [1]王占峰,孙明浩,渠述强,等.高速铁路路基纤维混凝土封闭层施工技术[J].路基工程,2024(5):126-130.
- [2]王冬媛.沥青混凝土公路沉降段路基路面施工技术研究[J].江西建材,2024(5):247-249.
- [3]许霖.高速公路路基混凝土施工技术应用[J].价值工程,2024,43(14):21-23.
- [4]胡文锋.道路桥梁路基面防水施工技术分析[J].四川水泥,2024(3):174-175.
- [5]刘宁.软土地区公路泡沫混凝土路基换填施工技术分析[J].新城建科技,2024,33(2):137-139.
- [6]郭金魁.高速公路路基混凝土施工技术应用及控制措施研究[J].散装水泥,2023(3):99-101.
- [7]孙敏娟.基于新型泡沫轻质混凝土的高速公路路基拓宽施工技术[J].中国公路,2023(12):113-115.
- [8]于之华.高速公路路基混凝土施工技术应用及控制措施研究[J].科技资讯,2022,20(18):98-100.
- [9]朱志明.软土地区高速公路泡沫混凝土路基换填施工技术[J].交通世界,2022(18):130-132.
- [10]吴海兵.高速公路路基混凝土施工技术研究[J].运输经理世界,2021(20):56-58.

作者简介:张兴(1989.3—),男,毕业院校:西安建筑科技大学,所学专业:工程管理,当前就职单位:新疆北路桥梁集团股份有限公司,职务:项目主任工程师,职称级别:中级工程师。

建筑主体结构工程施工技术要点与优化策略

康 辉

新疆兵团市政轨道交通(集团)有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着我国经济的持续发展,城市建设步伐加快,建筑工程在城市中随处可见。在当前的建筑应用中,建筑的坚固性、美观性和实用性是人们关注的重点。其中,建筑的坚固性和美观性与建筑主体结构工程施工技术的应用密切相关。建筑主体结构直接影响建筑的稳定性,是确保建筑坚固性的关键因素,同时也对建筑的外观产生直接影响。因此,文章探讨建筑主体结构工程施工技术的关键要点,旨在规范施工方法,提升工程质量,确保建筑的安全性与美观性。

[关键词]建筑主体;主体结构;工程施工;施工技术;技术要点

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15993

中图分类号: TU765

文献标识码: A

Key Points and Optimization Strategies for Construction Technology of Building Main Structure Engineering

KANG Hui

Xinjiang Bingtuan Municipal Rail Transit (Group) Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: With the continuous development of Chinese economy, the pace of urban construction has accelerated, and construction projects can be seen everywhere in cities. In current architectural applications, the robustness, aesthetics, and practicality of buildings are the focus of people's attention. Among them, the durability and aesthetics of buildings are closely related to the application of construction technology in the main structural engineering of buildings. The main structure of a building directly affects its stability and is a key factor in ensuring its solidity, while also having a direct impact on its appearance. Therefore, the article explores the key points of construction technology for the main structure of buildings, aiming to standardize construction methods, improve project quality, and ensure the safety and aesthetics of buildings.

Keywords: architectural subject; main structure; engineering construction; construction technology; technical points

引言

建筑主体结构作为建筑物的核心部分,承担着整个建筑的重量与结构稳定性,因此,其施工质量直接影响建筑的安全性、耐久性以及使用寿命。随着建筑技术的不断进步,施工方法的创新也在不断推进,从传统的施工手段到现代高效、智能化的技术,技术的进步为提升建筑质量与施工效率提供了有力支持。在建筑主体结构的施工过程中,多个环节与技术要点是必不可少的,如钢筋工程、模板工程、混凝土浇筑、砌体工程及防水工程等。每项施工技术,都必须严格遵循设计规范与施工标准,以确保施工质量。在本文中,重点将分析建筑主体结构施工中的关键技术要点,并探讨如何通过合理的技术手段与有效的管理措施,提升施工质量,进而保障建筑主体结构的安全性与稳定性。通过对当前建筑主体结构施工技术的总结与分析,旨在为相关从业人员提供参考,以推动建筑工程领域技术的创新与进步。

1 建筑主体结构在施工过程中的重要性

建筑主体结构作为建筑物的核心承重部分,其施工质量对整个建筑的安全性、稳定性及耐久性具有重要影响。在施工过程中,建筑物的使用寿命不仅由主体结构的质量决定,还关系到抗震性能、承载能力及后续施工的顺利推进。主体结构施工质量的保证,便是建筑安全的重要环节。

从施工管理的角度来看,主体结构施工涉及多个工序,如钢筋绑扎、模板支设、混凝土浇筑及砌体施工等。每个工序的严格控制,确保了结构的整体性及施工精度。主体结构施工质量的影响因素众多,包括材料选择、施工工艺、技术水平及环境条件等,因此,必须制定科学合理的施工方案,并结合严格的质量检测与控制措施,以降低施工风险,并提升施工质量。随着建筑技术的不断发展,新材料和新工艺的应用,主体结构施工的效率与安全性得到了提升。例如,装配式建筑、智能监测技术以及碳纤维加固技术的推广应用,使得建筑主体结构施工在高效性和安全性方面显著提高。

2 建筑主体结构施工技术

2.1 施工前的准备

在建筑主体结构施工前,充分的准备工作对于确保施工的顺利进行及工程质量的达标至关重要。施工图纸的审核是首要步骤,其目的是确保设计方案的合理性与可行性,并在此基础上,结合现场实际情况进行深化设计,以便潜在问题能够及时发现并解决。施工单位应根据项目需求,编制详细的施工组织设计,明确施工流程、技术要求、材料配置、人员安排及安全管理措施,从而保证施工过程的科学性、规范性及有效性。施工现场的准备工作同样不可忽视,包括场地的平整、临时设施的搭建、施工道路的铺

设及水电供应的保障等,为施工创造了适宜的环境条件。材料准备作为施工前不可或缺的一环,应根据设计要求及施工进度,提前采购合格的钢筋、混凝土、模板等关键材料,并做好进场验收与储存管理,以避免材料问题导致的施工延误或工程质量问题。同时,施工机械设备的检查与调试,必须确保到位,以保证其正常运行,满足施工需求。施工人员方面,需对其进行安全技术交底及培训,从而提升其技术水平与安全意识,减少施工中的潜在安全隐患^[1]。此外,相关的施工许可证及质量与安全监督手续应办理妥当,以确保施工过程符合国家规范及地方监管要求。

2.2 钢筋工程施工技术

钢筋工程施工是建筑主体结构施工中的关键环节之一,其质量对结构的承载能力、抗震性能以及耐久性有着直接的影响。在施工过程中,钢筋材料必须严格按照设计图纸及相关规范进行验收,以确保材质、规格及力学性能符合标准。钢筋应根据施工计划进行分类堆放,以避免受到污染或锈蚀。在钢筋加工阶段,应根据施工图纸进行切割、调直、弯曲等操作,且尺寸偏差应严格控制,以确保加工精度的准确性。钢筋的连接方式,可选择绑扎连接、电渣压力焊、闪光对焊或机械连接等,选择适当的连接工艺应根据工程要求,并对接头进行质量检验,以确保接头强度符合规范要求。在钢筋安装过程中,精确的放样与定位是必不可少的,确保钢筋的间距、位置及保护层厚度符合设计要求。同时,采取适当的固定措施,如钢筋马凳、垫块等,以防止钢筋在混凝土浇筑过程中发生位移。对于特殊部位,如梁柱节点、剪力墙及基础底板等区域,钢筋的锚固与搭接需特别加强,以确保结构的整体性及受力的均匀性。

2.3 模板工程施工技术

模板工程的施工效果在很大程度上决定了后期混凝土浇筑的质量,因为模板在混凝土结构中发挥着支撑和保护的关键作用。在安装模板时,必须严格控制模板的材质选择。常见的混凝土模板包括钢制模板、竹胶板和铝合金模板,其中钢制模板通常用于柱体结构,竹木模板多用于构造柱,竹胶模板则常用于屋面和梁结构中。模板的安装与拆除是模板工程的两项核心工作内容,且混凝土结构的整体质量直接受这两个环节的影响。因此,在模板施工中,应确保模板安装紧密,底部平齐,并严格控制拼装接缝,以避免后期出现承载力不足或漏浆等问题。拆除模板时,必须确保混凝土结构的强度已达到要求,通常在混凝土强度超过设计强度的75%后,按照“先拆非承重结构后拆承重结构”的顺序进行拆除。

2.4 混凝土浇筑技术

混凝土浇筑作为建筑主体结构施工中的重要环节,其施工质量直接关系到结构的整体强度、耐久性与安全性。在施工前,模板、钢筋及施工设备必须经过全面检查,确保模板的安装稳固,钢筋的保护层厚度符合设计要求,并且混凝土原材料需严格验收,确保水泥、砂石、外加剂等

材料符合规范标准。混凝土的配合比,应根据工程实际情况进行精确调配,以确保混凝土具有优良的和易性、可泵性及抗离析性能。在运输过程中,应采取有效措施防止混凝土的离析与坍落度损失,且必须确保在规定时间内完成浇筑,以避免因延误引起初凝现象,影响施工质量。在浇筑过程中,“分层、对称、均匀、连续”的原则应严格遵循,避免一次性浇筑过厚,从而确保混凝土的密实性。振捣工作,应使用插入式或表面式振捣器,并严格控制振捣时间,避免过度振捣或振捣不均,以防止蜂窝、麻面及气泡等质量问题的发生。对于梁柱节点、剪力墙等关键部位,振捣作业及施工缝的处理应加强,以确保结构的整体性与连接部位的强度^[2]。混凝土浇筑完成后,表面应及时抹平,并采取覆盖与洒水养护等措施,保持混凝土湿润,防止因早期收缩导致裂缝,确保混凝土强度的正常发展。

2.5 砌体工程施工技术

砌体工程施工技术在建筑主体结构中占据着重要地位,其施工质量直接影响到建筑的承载能力、抗震性能及使用寿命。在施工前,砌体材料必须经过严格的验收,确保砖块、砌块、砂浆等符合设计要求及相关规范。同时,根据施工图纸,应准确进行放线,确保砌体结构的尺寸和位置无误。砌筑过程中,“基层处理、砂浆铺设、砌块摆放、勾缝压实”的工艺流程应严格遵循,确保砌体结构的稳定性与受力均匀。砂浆的配合比,必须严格控制,以确保其具有良好的和易性及黏结性能,且砌筑时应随拌随用,避免因砂浆强度降低而影响黏结质量。施工过程中,“上下错缝、内外搭接、竖缝饱满”的原则应得到坚持,以增强砌块间结合的牢固性,减少结构中的薄弱环节,并提高整体稳定性。在转角、门窗洞口等薄弱部位,加固措施应采取,如设置构造柱、配筋砌块或钢筋网片,以增强砌体的整体刚度与抗震能力。为防止砂浆沉降不均导致墙体开裂或倾斜,砌筑高度必须严格控制,避免一次性砌筑过高。砌筑完成后,勾缝与养护应及时进行,保持砌体湿润,防止砂浆过早干燥,影响其强度发展。对于填充墙等非承重砌体,沉降缝应预留,并与主体结构进行合理连接,以减少因温度变化或沉降差异而带来的裂缝问题。

2.6 防水工程

防水工程在建筑主体结构施工中的重要地位,直接影响到建筑的耐久性与使用功能,尤其是地下室、屋面以及厨房、卫生间等长期受潮或暴露于水环境的区域。在施工前,合适的防水材料,应根据设计要求进行选择,如防水涂料、防水卷材、密封材料等,同时对基层进行处理,确保表面干燥、平整、无灰尘及油污,以提高防水层的黏结效果。在施工过程中,涂膜防水应采用多遍涂刷的方式,以确保涂层均匀、厚度一致,无漏涂及气泡,且湿度应保持适宜,以避免因干裂或脱落影响防水效果。卷材防水施工时,搭接方向及施工温度的要求,必须严格遵守,热熔或冷粘工艺应使用,确保接缝密封,防止水渗透。在阴阳

角、管道穿墙处、施工缝等易渗漏部位,增强措施应采取,如涂刷加厚防水层、增加密封材料或设置止水带,以提高局部防水性能^[3]。防水层施工完成后,应进行闭水试验或淋水试验,对防水效果进行全面检测,确保无渗漏、积水或鼓泡等质量问题。同时,防水层应具备良好的耐候性与抗变形能力,以应对建筑结构的长期使用与环境变化。在施工过程中,温度、湿度、工艺及材料质量的严格控制,必须确保防水层与基层的牢固黏结,从而防止后期出现开裂、剥离等现象,保证防水效果的长期稳定。

2.7 碳纤维加固技术

碳纤维加固技术作为一种高效的结构补强方法,在建筑主体结构中得到了广泛应用,主要用于提升混凝土结构的承载能力、延长建筑物的使用寿命,并增强其抗震性能。碳纤维材料因其高强度、轻质、耐腐蚀以及施工便捷等特点,特别适用于梁、柱、板、剪力墙等受力构件的加固。在施工前,建筑结构需进行全面检测与评估,明确加固范围与方案,同时基层表面应进行处理,确保其平整、干燥、无油污及浮浆,以提高碳纤维布或碳纤维板的黏结性。施工过程中,首先涂刷一层高强度环氧树脂底胶,待其达到合适的黏度后,再粘贴碳纤维材料,并使用专用工具进行压实,确保材料完全浸润并与基层紧密结合。对于受力较大的部位,通过采用多层碳纤维布或增设锚固措施,可以增强加固效果。碳纤维加固施工完成后,固化养护需及时进行,同时开展必要的强度检测,如拉拔试验或超声波检测,以确认黏结质量及加固效果。与传统的钢板加固方法相比,碳纤维加固不仅避免了增加结构自重的问题,也不会影响建筑物的外观与使用功能,因此,在现代建筑加固工程中已得到广泛应用。

3 提升主体结构质量的措施

3.1 完善管理制度

提升建筑主体结构质量的关键措施之一,便是完善管理制度,它涉及施工全过程的质量控制、人员管理、材料管理及安全监管等多个方面。全面的质量管理体系,需建立,其中各级管理人员及施工人员的具体职责应明确,确保施工过程中的每个环节由专人负责,质量追溯机制也应设立。此外,施工规范和验收标准必须严格遵守,施工方案及质量控制计划应详细制定,以确保每一工序的质量符合设计要求及相关规范。在材料管理方面,进场材料的检验与验收,必须加强,确保钢筋、混凝土、模板等主要材料符合国家标准,防止不合格材料进入施工现场。施工企业还应定期开展技术培训,提升施工人员的专业技能与质量意识,同时强化现场管理人员的监督职能,以确保施工按规范执行。在施工过程中,质量检查与验收制度应严密执行,借助BIM技术、智能监测系统等信息化手段,以提升施工管理的科学性与精准性。此外,安全生产责任制度应建立健全,以确保安全管理与质量控制并行,避免安全事故对工程进度与质量的影响。

3.2 全过程质量管控

确保建筑主体结构质量的核心措施之一,便是全过程质量管控,它涵盖了施工准备、材料验收、工艺控制到竣工验收等各个环节,旨在确保施工质量始终处于可控状态。在施工前,质量管理计划应详尽制定,其中明确了质量控制目标、技术要求以及责任分工,且施工人员应进行技术交底与培训,以增强其质量意识和操作能力。在材料管理方面,所有进场材料必须严格按照设计要求和国家标准进行检查,确保符合规定后方可投入使用。施工过程中,施工规范与设计要求必须严格遵循,且应采用科学合理的工艺,确保各工序质量稳定可控。对关键部位,如基础、梁柱节点、剪力墙等区域,质量检查必须特别加强,并结合现代检测技术,如超声波检测与红外测温等,确保结构内部质量符合标准^[4]。施工现场管理亦至关重要,严格的巡检、抽检及验收制度应建立,对每个工序进行质量核查,尤其是在混凝土浇筑、钢筋绑扎、模板安装等关键环节,确保施工质量符合规范。在工程完工后,严格的质量验收应进行,包括结构实体检测、施工记录审查等,确保所有指标符合设计要求及相关标准。

4 结语

通过对建筑主体结构施工技术要点的分析,得出可以得出结论:施工质量直接关系到建筑的安全性、稳定性及使用寿命。钢筋工程、模板工程、混凝土浇筑等各个施工环节,必须严格遵循设计要求与施工规范,才能确保建筑主体结构的稳固性与美观性。随着建筑技术的不断进步,许多创新的施工方法和管理措施已应运而生,这些措施为提高施工效率和质量提供了新的解决方案。建筑主体结构施工技术的持续优化与改进,不仅有助于提升建筑工程的整体质量,也推动了建筑行业的可持续发展。未来,施工技术的研究与应用,仍应继续深化,以确保建筑结构的安全性、耐久性 & 经济性,从而为社会创造更加安全、舒适和高质量的建筑环境。

[参考文献]

- [1]李卫国. 建筑主体结构工程施工技术要点分析[J]. 工程技术研究, 2020, 5(16): 54-55.
 - [2]杨骏, 邹玲燕. 建筑主体结构工程施工技术要点探析[J]. 建材与装饰, 2016(35): 24-25.
 - [3]鄢宇波. 建筑主体结构工程施工技术要点探析[J]. 房地产世界, 2024(22): 155-157.
 - [4]王兴波. 建筑主体结构工程施工技术要点探析[J]. 居舍, 2022(5): 91-93.
- 作者简介: 康辉(1990.3—), 男, 汉族, 新疆乌鲁木齐市新市区人, 中级职称(新疆兵团市政轨道交通(集团)有限公司天山公司生产副经理), 2014年6月毕业于武昌工学院工程管理专业, 最高学历大学本科, 现从事的工作主要为统筹本公司各类工程任务的生产指导。

市政道路工程软土地基沉降加固施工控制技术

高晓军

西安市西郊市政设施养护管理有限公司, 陕西 西安 710077

[摘要]在市政道路工程项目中,软土地基沉降这一问题是影响道路结构长期稳定及安全性的关键因素之一。软土地基的沉降会引起道路结构产生不均匀沉降,进而引发路面出现开裂、下沉、损坏现象。为保障道路具备合理的使用寿命与安全性,一定要对软土地基进行有效的加固及沉降控制。通过对市政道路工程中软土地基沉降的特性以及产生原因做了分析,分析了当下普遍的软土地基加固技术,进而对比了各技术在实际工程里的应用成效。针对不同软土地基的特性而言,给出了贴切的加固施工控制技术。依靠案例进行分析,概括出加固施工过程中或许会碰到的问题与解决办法,意在为后续市政道路工程中软土地基加固施工提供理论依据和技术参考。

[关键词]市政道路工程;软土地基;沉降控制;加固技术;施工控制

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15967

中图分类号: U41

文献标识码: A

Construction Control Technology for Settlement Reinforcement of Soft Soil Foundation in Municipal Road Engineering

GAO Xiaojun

Xi'an Xijiao Municipal Facilities Maintenance and Management Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710077, China

Abstract: In municipal road engineering projects, the settlement of soft soil foundation is one of the key factors affecting the long-term stability and safety of road structures. The settlement of soft soil foundation can cause uneven settlement of road structures, leading to cracking, sinking, and damage of the road surface. In order to ensure the reasonable service life and safety of roads, effective reinforcement and settlement control must be carried out on soft soil foundations. By analyzing the characteristics and causes of soft soil foundation settlement in municipal road engineering, this paper examines the commonly used soft soil foundation reinforcement techniques and compares their application effectiveness in practical engineering. Appropriate reinforcement construction control techniques have been provided based on the characteristics of different soft soil foundations. Based on case analysis, summarize the problems and solutions that may be encountered during the reinforcement construction process, aiming to provide theoretical basis and technical reference for the reinforcement construction of soft soil foundation in subsequent municipal road projects.

Keywords: municipal road engineering; soft soil foundation; settlement control; reinforcement technology; construction control

引言

市政道路作为城市基础设施的关键构成要素,其建设质量直接影响着城市交通是否流畅以及居民出行是否安全。市政道路工程频繁面临软土地基沉降麻烦,特别是在城市发展迅速的地带,软土地基的普遍出现,给道路设计与施工带来了诸多挑战。软土地基沉降不只会影响路面的平整度,还可能引起道路使用功能的减弱,甚至对交通安全形成威胁。怎样有效管控软土地基的沉降,保障道路工程的稳固性与安全性,成了市政道路工程建设中的重点研究课题。

1 市政道路工程中软土地基的影响

当进行市政道路工程期间,软土地基沉降问题对工程稳定性以及安全性产生了重大影响。软土地基一般而言是承载力较低、容易出现压缩情况的土壤,诸如黏土、淤泥土、黄土之类的。在市政道路建设期间,软土地基鉴于其承载能力较弱且压缩性高,经常成为致使道路沉降、路面不平整,乃至结构毁坏的主要缘由,尤其是处于积水、湿

润或者软化的土壤情形下,软土地基沉降问题格外明显。

软土地基的沉降特性,主要在道路建设早期和使用阶段有所表现。鉴于长期承受荷载,土壤的体积会出现压缩,于是道路路面呈现不均匀的下沉,进而产生裂缝、沉陷等毛病。这些沉降状况不光影响了道路的外观跟使用寿命,更主要的是会造成结构性伤害,影响道路发挥交通功能^[1]。

为了应对软土地基出现的沉降问题,大多时候需要在施工阶段采取有效的加固办法。加固想要达成的是增强土壤承载力,放缓或抑制沉降出现,保障道路的稳固性与安全性。对软土地基进行加固难度较大,尤其是在大规模市政道路建设工作中,怎样挑选适宜的加固技术、精准把控施工质量,成为保障道路建设成功实现的关键。

2 软土地基沉降产生的主要原因

2.1 土壤性质与结构特性

软土地基发生沉降的一个主要原因是土壤的性质及其结构特点。软土地基一般由黏性土、淤泥土或者别的松软土壤组成,这些土壤的颗粒相互排列松散,土壤的密度偏

低,所含水分较多,造成其承载能力不强。尤其是在受到外部荷载作用的时候,软土容易产生压缩,引起沉降现象。

随着荷载不断增大,土壤颗粒彼此之间的空隙逐步变窄,土体慢慢被压缩,进而引发沉降。荷载作用之际,软土中的孔隙水会受压缩,让土体进一步出现变形与沉降。软土的沉降特性跟自身湿度、颗粒级配和土体结构紧密相关系,软土地基的沉降大多呈现为比较缓慢又持续的进程。

2.2 外部荷载作用

外部荷载成为软土地基沉降的另外一个主要成因,在市政道路实际工程里面,荷载由交通、建筑物、工程设备这些外部因素形成。长期的交通荷载影响下,尤其是重型车辆经过之际,会对软土地基形成持续的压迫效果。由于软土地基承载能力欠佳,土体承受荷载施加时,很容易产生沉降^[2]。

尤其是在交通流量大的道路上,荷载持续施加的作用加剧了软土压缩,造成路面出现不均匀下沉,最终影响到道路的平整度及其使用寿命。此外,鉴于土壤表现出压缩性,软土地基的沉降一般会随时间的流逝逐步加重,处于荷载不断增加的情境下,沉降问题会变得愈发棘手。

2.3 水文条件与地下水位变化

水文状况与地下水位的变动对软土地基的沉降也有重大影响。软土地基一般含有较高的水分量,而且土壤颗粒相互间存在较大空隙,当水位出现高低波动,尤其是水位持续下降的阶段,土壤里的水分被排走,引起土体收缩并出现沉降。

软土地基立面的地下水流动性佳,若水位突然转变或积水太多,有概率导致软土出现液化、膨胀等变动,进而造成土壤出现不均匀沉降。水分的变化不只是影响土壤的物理性能,还说不定会影响土壤的化学稳定性,进一步加剧沉降方面的问题。合理管控地下水位与水文条件对预防软土地基沉降意义重大。

3 市政道路工程软土地基沉降加固施工控制技术与措施

3.1 静压桩与注浆加固技术的应用与控制

在市政道路工程项目中,常用的软土地基加固措施之一是静压桩与注浆加固技术。静压桩加固技术是把预制桩垂直静压进软土地基里,依靠桩体的强度与刚度将荷载输送至较深的承载层,进而降低软土地基的沉降量。于静压桩施工进行期间,施工人员需按照土壤的实际情形设计合适的桩长与桩径。静压桩施工的关键是掌握好桩体的沉降量、入土深度以及桩间距等参数。桩体入土深度的设计要充分顾及地基土层的承载力,以保证桩体能有效传递荷载,防止出现沉降过大、不均匀的相关问题^[3]。

注浆加固技术是把浆液(像水泥浆、化学浆等)注入软土地基里,填充土体的空洞,改善土体的紧实度与强度水平。在浆液注入这个阶段,应当控制好注浆压力与注浆

量,保障浆液能均匀地分布于土体之内,杜绝出现注浆不均匀以及浆液渗漏现象。注浆过程中,依旧要定期对地面沉降情况进行监测,采用控制注浆速率和浆液浓度的办法来有效控制地基沉降。为提升注浆加固的成效,可以把静压桩跟注浆技术结合运用,创建复合加固模式,进而达成更理想的加固效果。防止软土地基出现长时间沉降的问题,注浆加固技术的优势体现为施工周期短,成本相对便宜,再者此技术对环境的影响不大,适合于数量众多的市政道路项目当中。

3.2 预压法与排水加固技术的优化与控制

预压法以及排水加固技术对软土地基加固也起到关键作用,尤其是在需要大规模对土地沉降加以控制的市政道路工程中。预压法凭借施加外部荷载,模拟道路修建完成后可能出现的荷载现象,加快软土预先沉降,可在一定程度上减小后期的沉降范围。执行该方法需要对荷载施加进行精准把控,保证荷载强度及施加时间可有效促进软土达到压实状态,防止由于荷载过大、施加过快引起地基的破坏。处于预压荷载施加的进程里,土体里的孔隙水将排出体外,土体出现了固结状态,孔隙率缩减,由此提升土体的承载能力。

排水加固技术借助设置排水装置(像排水管、孔隙水排放系统等)加快土体里孔隙水的排出,推动软土的固结阶段。为了达成提高排水效率的目的,往往采用垂直排水与水平排水的手段,通过在软土地基内设置排水管或滤土层。加快水分往外排出,排水加固技术的效果跟施工时排水系统的设计、材料的选用以及施工的质量息息相关。在推行预压法的时候,结合排水加固技术能更顺畅地促进软土固结,把沉降周期给缩短,减小沉降的量值,保障市政道路工程质量与安全水平。排水加固跟预压法结合运用,可切实减少后期沉降对道路结构造成的影响,增强道路长期的使用性能^[4]。

3.3 深层搅拌桩跟土工布加固技术的创新与把控

深层搅拌桩以及土工布加固技术在市政道路工程也是常见且管用的软土地基加固措施。深层搅拌桩凭借机械搅拌的模式,把水泥以及其他固化剂跟软土地基中的土体混合起来,形成具有一定强度承载力的固结桩体。这种技术不仅可提升地基的强度,还可让软土地基的沉降速率变低,增强土体的稳定性。处于深层搅拌桩加固技术实施的进程中,施工人员必须精准控制水泥跟土壤的比例,以及桩体搅拌深度和各个桩的间距。深层搅拌桩施工质量直接关乎加固效果,因此得严格控制施工设备性能与施工过程中的监测,保障加固效果契合设计要求。

作为软土地基加固重要手段的土工布加固技术,在市政道路工程中有大量应用。基本原理是借助铺设高强度的土工布或土工织物,用以增强软土地基的抗拉及抗剪切能力。这种加固手段不仅可提升地基的稳定性,还可以有

效降低沉降及变形幅度,尤其是在碰到软土层沉降问题的时候,土工布所起的作用十分关键。土工布表现出较好的排水性、隔离性与增强性,可有效避免地基沉降引起的土层流动以及变形,而且可以提高土体的力学性能,以此提高道路抵抗渗透和承受压力的能力,阻止水土流失,减少道路路基因水分影响而出现的损坏^[5]。

土工布加固技术采用在软土地基里铺设带有高抗拉强度的土工布,能对土体的结构和受力分布加以改变。鉴于土工布本身有着良好的排水能力,可在土体内部构建起有效的排水通道,阻止水分聚集在一起,进而避免水压力对土体造成不良后果。尤其在由软土形成的土层里,由于水分含量过高,土壤稳定性与承载力不太强,较易引起沉降或塑性变形。若采用土工布,可加快水分地向外排出,减少土体中存在的水分含量,让土体实现固结作用,进而增强土体的承载能力。

土工布凭借其隔离功能,有效防止不同土层相互渗透,维持土层的独立性,减少各土层之间的流动与相互扰动,阻止土体在荷载影响下出现滑移与变形。尤其是针对市政道路的修建,土工布能强化地基的稳定性,减轻因土壤颗粒彼此作用造成的松散现象,维持道路路基的结构稳定性,防止道路在长期使用阶段出现沉降、裂缝等状况^[6]。

在市政道路的施工期间,土工布设计和铺设需按照不同的土壤特性以及工程具体要求做调整。土壤的特性(如湿度、颗粒粗细情况、渗透性等)直接关联到土工布的选择与施工手段,挑选土工布需考虑材质、孔隙率、拉伸强度以及耐久性等方面。常见土工布有聚酯土工布、聚丙烯土工布等,它们在不同土壤环境里呈现出不一样的效果。

土工布的铺设位置同样意义重大,土工布宜铺设在地基的上层。尤其是针对需要加固的土层处,通过将土工布跟其他土工材料(如土工膜、土工网之类)组合使用,以此提升其加固能力。处于施工的过程当中,施工人员需让土工布铺设均匀又紧密,杜绝出现气泡、褶皱以及松动等现象。这类不均匀铺设的行为会影响土工布功能的实际效果,甚至会让加固效果功亏一篑。

土工布接缝同样是影响施工效果的一个关键因素。在接缝处要格外留意选用恰当的接合方法,保证接缝处的强度与密封性,防止水分从接缝处渗入,妨碍加固效果的达成。进行土工布铺设时,不仅要考量布料本身的挑选,还要顾及施工细节的处理办法,进而保证加固效果最大化。

深层搅拌桩及土工布加固技术结合采用,能为市政道路工程提供更全面的地基加固应对方案。深层搅拌桩把水泥等固化剂与土体进行搅拌交融,形成强度颇高的桩体,进而加大地基的承载水平,减少沉降现象的出现概率。在

部分软土地带,深层搅拌桩可切实提升土体的力学性能,给予必需的承托力^[7]。

单依赖深层搅拌桩做加固,还是可能面临一些困扰。例如,尽管深层搅拌桩可有效提升土体的承载能力,但它的作用范围主要聚焦在桩体周围的地带,对整体地基均匀性的加固效果欠佳。结合采用土工布加固技术,可以进一步优化加固效果。

土工布能够借助改善土体排水性与隔离性,减轻深层搅拌桩加固过程当中可能出现的不均匀沉降现象。尤其在深层搅拌桩开展施工的时候,土工布通过排水功能加速土体的固结,杜绝桩体周围水分累积,维持加固效果的长期有效性。借助将深层搅拌桩与土工布加固效果加以结合,可达成地基承载力与稳定性的双重提高。

4 结语

伴随城市化进程的逐步推进,市政道路工程上软土地基沉降问题日趋明显。软土地基沉降对道路的安全性、稳固性和使用时长造成了严重后果。在市政道路工程的建设进程中,必须采用有效的加固办法控制软土地基的沉降。经过对各类加固技术的对比,探讨认为在软土地基加固的时候,要按照具体地质条件选取恰当的加固方式。施工的时候应严格控制施工质量,实现加固成效。伴随技术的进步,新型加固材料及方法逐渐得以应用,诸如深层搅拌法、换填加固法等手段,这些新技术在处理软土地基沉降问题上成效良好。

【参考文献】

- [1]李伟.市政道路工程软土地基沉降加固施工控制技术[J].石材,2025(3):49-51.
- [2]于金山,朱如如,柴纯纯.软土地基加固技术在市政道路工程中的应用[J].运输经理世界,2024(21):55-57.
- [3]顾凌军.市政道路工程软土地基沉降加固技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2024(14):197-199.
- [4]马志远.市政道路工程软土地基沉降加固技术[J].工程机械与维修,2023(3):217-219.
- [5]文志林.软土地基加固技术在市政道路工程中的应用[J].交通世界,2021(10):72-73.
- [6]李明坤.分析市政道路工程软土地基沉降处理设计方法[J].建材与装饰,2017(44):211-212.
- [7]彭久东.市政道路工程软土地基沉降处理设计分析[J].工程技术研究,2017(7):222-225.

作者简介:高晓军(1991.8—),毕业院校:西安科技大学高新学院,所学专业:土木工程,当前工作单位:西安市西郊市政设施养护管理有限公司,职务:项目经理,职称级别:中级工程师。

道路工程水稳基层施工技术及质量控制分析

余海明

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 水稳基层施工技术在道路工程建设中起着至关重要的支撑作用, 因为其性能能够满足道路建设对路面质量的要求。然而, 由于水稳基层施工技术尚未完全成熟, 在实际的道路施工过程中, 采取的措施往往不够合理, 导致水稳基层的施工质量无法达到预期标准。文章分析了水稳基层施工过程中常见的注意事项和存在的问题, 并针对这些问题提出了可行的改进措施, 旨在满足道路工程对水稳基层的质量要求, 从而提升路面工程的整体质量。

[关键词] 道路工程; 水稳基层; 施工技术; 质量控制

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15978

中图分类号: TU278

文献标识码: A

Analysis of Construction Technology and Quality Control of Water Stable Base Course in Road Engineering

YU Haiming

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

Abstract: Water stable base construction technology plays a crucial supporting role in road engineering construction, as its performance can meet the requirements of road construction for pavement quality. However, due to the immature construction technology of water stable base layer, the measures taken in the actual road construction process are often not reasonable enough, resulting in the construction quality of water stable base layer not meeting the expected standards. The article analyzes the common precautions and problems in the construction process of water stable base layer, and proposes feasible improvement measures to meet the quality requirements of road engineering for water stable base layer, which improving the overall quality of pavement engineering.

Keywords: road engineering; water stable grassroots; construction technology; quality control

引言

随着城市化进程的加速, 城市道路交通需求的增加, 使得市政道路的建设与维护成为了城市基础设施建设中不可或缺的一部分。在道路施工中, 水稳基层作为路面结构的基础层, 承担着至关重要的作用。水稳基层由水泥、石料与水混合形成的稳定材料, 不仅有效提升了路面强度, 改善了路基的承载能力, 同时也延长了道路的使用寿命。水稳基层的施工技术与质量控制, 是确保道路工程整体质量与使用效能的关键环节。在实际施工中, 除了施工技术的精确性, 质量控制的严格性也不可忽视。施工工艺、材料选择、施工设备以及气候条件等因素, 都直接影响着水稳基层的施工质量。如何有效地控制这些影响因素, 确保施工过程中每一环节的质量, 已成为道路工程施工中的一大难题。通过对水稳基层施工技术的深入分析, 并结合现代质量控制方法, 常见的施工问题可以得到有效避免, 道路的整体性能能够得到提升, 同时后期的维护与修复成本也将得以减少。本文将重点分析水稳基层施工中的关键技术, 探讨质量控制措施, 并提出可行的改进建议, 旨在为道路工程施工人员提供理论依据与实践指导, 确保水稳基层质量的达标, 推动市政道路建设的可持续发展。

1 道路工程水稳基层施工技术及质量控制的重要性

水稳基层施工技术及质量控制在道路工程中的重要性, 不容忽视。作为道路结构的重要组成部分, 水稳基层直接影响道路的承载能力、稳定性与使用寿命。优质的水稳基层不仅能够有效分担交通荷载, 还能提升路面的抗压强度, 减少路面沉降与裂缝的发生, 从而延长道路的使用年限。水稳基层施工的质量控制涵盖了多个环节, 如原料选择、搅拌工艺、铺设厚度与压实度等。任何环节的疏忽, 都可能导致水稳基层质量的下降, 进而影响道路工程的整体质量与安全性。在不同的气候条件与复杂的地质环境下, 施工技术与质量控制的严格执行显得尤为重要。通过合理的技术措施的采用, 并严格实施质量控制, 基层材料的均匀性与稳定性得以确保, 从而提升其抗渗透性与耐久性, 进一步增强道路的综合性能。无论是新建道路的建设, 还是老旧道路的加固, 水稳基层施工的质量, 直接决定了道路的长期运行效果。有效的施工技术与质量控制措施, 不仅能提高道路工程的整体质量, 还能确保道路的安全性、舒适性与经济性。因此, 水稳基层施工质量的保证, 对道路工程的成功与可持续发展, 是至关重要的。

2 路面水稳基层的工程建设前期工作和措施

在路面水稳基层的工程建设中,前期准备工作与措施,是确保施工质量与工程顺利推进的基础。在项目启动之前,对施工区域进行详细的勘察与调查是必不可少的,掌握土壤类型、地下水位及环境气候等相关因素,这些信息为后续施工提供了科学依据。根据勘察结果,选择合适的水稳基层材料及配比,以确保其满足设计要求,并能够适应不同环境下的实际需求。随后,施工设计需进行详细规划,包括水稳层的厚度、压实度及铺设方法等内容,确保设计方案符合道路使用标准及安全要求。在开工前,施工队伍应接受技术培训,明确每一项施工要求,确保施工人员能够掌握相关技术与操作流程。同时,施工现场的准备工作也必须做好,包括材料的储备、设备检查与调试,确保施工工具与原材料能够按时到位,并符合质量标准^[1]。在前期工作中,还需制定详细的施工计划,合理安排进度,以避免气候、环境等外部因素对施工产生不利影响,从而保障工程的顺利推进与质量控制。

3 建设水稳基层的过程

水稳基层的建设过程是一个系统性且要求严格的工程,必须严格遵循施工技术标准与设计规范进行实施。在施工开始时,现场土壤需要进行改良与清理,以确保基层的稳定性与承载力。在清理工作中,杂物、松散土层及污染物需被去除,确保基层土壤结构处于良好状态。接下来,根据设计要求,选择合适的水稳材料,如水泥、石粉与砂等,按规定的配比进行搅拌,以确保混合料的均匀性与稳定性。搅拌过程中的水分控制至关重要,过多或过少的水分都会影响水稳基层的强度与耐久性。因此,水泥与水的比例,必须精准控制,严格按照设计要求操作。搅拌完成后,进入铺设阶段。施工人员应使用机械设备均匀地摊铺混合料,确保水稳基层的厚度符合设计要求,避免物料堆积或分布不均。在铺设过程中,地基的压实情况也必须注意,采用振动压路机分层进行压实,以确保基层具有足够的密实度与稳定性。压实度的监测应通过回弹仪、承载比等实时检测手段进行,确保达到设计标准。施工过程中,必须避免中断。如果由于天气或其他原因,施工暂停时间过长,接缝处应进行处理,以保证接缝的平整度与密实度,防止潜在的薄弱环节的形成。此外,周围环境的影响不可忽视,尤其是降雨或温度变化等外部因素。必要时,应采取临时防护措施,以避免这些因素对施工质量产生不利影响。最后,施工完成后,水稳基层应进行充分养护,以促进混合料的水化与固化过程,确保其达到设计强度^[2]。这一环节对于后续路面结构施工的顺利进行至关重要,为整个道路工程的质量奠定了坚实的基础。

4 控制路面水稳层工程建设的工具以及原料

4.1 控制原料质量

控制原料质量是确保水稳层工程质量的关键环节之

一。水稳层施工所需的原料,主要包括水泥、碎石、砂、矿粉与水等,这些材料的质量直接决定了水稳层的抗压强度、耐久性 & 稳定性。在施工过程中,原材料必须进行严格检验,以确保水泥的强度等级及稳定性符合标准要求。碎石的粒径与级配必须合理,且不得含有杂质,从而保证其具备良好的骨料特性。此外,砂与矿粉应提供符合设计要求粒径范围的材料,以确保水稳层达到所需强度。水的质量同样至关重要,清洁的水源必须使用,避免水中含有过多的盐分、杂质或有害物质,因为这些物质可能会影响水泥的化学反应及混合料的硬化过程。所有原材料,必须在施工前进行充分检查与验收,确保其符合质量标准,只有合格的材料才能投入使用。在施工过程中,对原料批次的有效追踪与管理是不可避免的,确保每一批次的原料都符合质量要求。通过这种方式,可以避免因原料问题导致施工质量不合格,确保水稳层的施工效果与道路工程的长期使用稳定性。

4.2 搅拌设备种类的选择

搅拌设备的选择,在路面水稳层工程施工中,占据着至关重要的位置。适宜的搅拌设备,能够确保原材料的充分混合,进而实现设计要求的水稳层强度与稳定性。在选择时,必须考虑混合料的特性,包括粒径、配比以及水泥与骨料的相对比例。常见的搅拌设备包括强制式搅拌机、轮碾搅拌机,以及与混合料运输车配套使用的搅拌机等。强制式搅拌机,适用于对混合精度要求较高的水稳层,能够提供均匀的混合效果,确保水泥与骨料的充分融合,适合大规模的工程施工。与之相比,轮碾搅拌机则更适用于需要大规模连续搅拌的场合,能够高效完成大面积摊铺与搅拌任务。除了设备类型的选择,还应考虑搅拌设备的工作能力、混合精度、操作便捷性及日常维护保养的便利性^[3]。在不同施工环境下,搅拌设备的选择,直接影响混合料的质量,进而影响水稳层的整体质量控制。合理的设备配置,能够保障施工过程中的质量稳定性,确保工程的顺利进行。

5 控制路面水稳层工程建设的质量

5.1 混合料中水的含量

在水稳层工程建设中,混合料中的水分含量,起着至关重要的作用,直接影响到路面水稳层的施工质量及其长期稳定性。水分,作为水泥水稳层中水泥水化反应的催化剂,适当的水分比例,确保水泥与骨料之间发生充分的反应,生成足够的水化产物,从而为水稳层提供必要的强度与结构稳定性。若水分过多,水泥浆体会变得过于稀薄,降低混合料的黏结力,使其在压实过程中难以达到预期的密实度,从而影响路面的强度与耐久性,甚至可能导致水稳层的早期损坏。而若水分不足,则会导致混合料干硬,混合不均,压实困难,最终使得路面出现不均匀的固结,甚至可能影响施工设备的操作性,进而降低施工效率与效

果。因此,混合料中的水分含量,必须精确控制,这是确保水稳层工程质量的关键。在实际施工中,需根据外部条件,如气候变化、材料湿度等因素,科学计算并调整所需的水量。通过专业设备对水量进行精确计量,可以有效避免因人为误差导致的水分超标或不足。施工过程中,混合料的水分含量,应定期检查与监控,确保每批次混合料的水分在设计规定的范围内。这样,不仅能确保水稳层的密度与强度,也有助于提高其长期耐久性,进而达到施工质量标准及使用要求。

5.2 水泥的剂量

在水稳层工程中,水泥的用量,对于最终路面质量至关重要。作为水稳层混合料的主要胶结材料,水泥的剂量,直接影响水稳层的强度、稳定性及耐久性。若水泥用量过多,混合料将变得过于黏稠,影响与骨料的均匀混合,增加施工难度,并可能导致过度硬化,从而影响水稳层的施工性能。相反,若水泥用量过少,则会导致混合料的黏结力不足,无法有效结合骨料,造成路面基层强度和耐久性的显著下降,增加路面早期破损的风险。因此,水泥的剂量,合理控制显得尤为重要。水泥的用量,应根据土壤类型、气候条件及设计要求进行科学计算,确保满足水稳层的强度需求,同时避免因过多水泥导致的施工问题。一般来说,水泥剂量,应在设计要求的范围内,过高或过低都会对路面质量产生不利影响。在施工过程中,借助精确的计量设备,确保水泥的用量准确,避免因人为误差或设备故障而导致剂量不准确。同时,针对不同施工阶段,现场的具体情况应进行适当调整,确保每批混合料都符合质量标准。此外,施工过程中,水泥的质量及剂量,应定期进行检测,确保其性能的稳定,以满足长期耐久性和强度要求,这对于保障水稳层工程质量,是至关重要的基础。

5.3 输送混合料

在水稳层工程中,混合料的输送质量,直接关系到路面施工的整体质量。混合料的输送,不仅影响水稳层的均匀性,还对施工效率和最终路面性能,起着决定性作用。在输送过程中,必须确保混合料保持良好的混合状态,避免出现分层或离析现象。为此,合适的输送设备,显得尤为重要。推荐使用混合料运输车、拖拉机或专用输送带系统,这些设备能够有效防止水分流失或颗粒分布不均,保持混合料的稳定性,避免外部环境因素如雨水或风沙的干扰。除设备选择外,混合料的温度,也是必须严格控制的因素。混合料温度过高或过低,都会影响水泥的水化反应,进而影响水稳层的强度和稳定性。在高温天气下,混合料容易提前硬化,导致铺设不均或接缝出现,影响质量;而在寒冷天气下,低温可能阻碍混合料的水化反应,导致水

稳层强度不足^[4]。为了避免这种情况,应在混合料的输送过程中,配备温控设施,或调整施工时间,以避免温度波动对质量产生不利影响。此外,混合料的输送时间,也需要控制在合理范围内。长时间暴露的混合料,容易流失水分,影响其拌合性能,从而影响后续施工效果。因此,运输时间,应尽量缩短,确保混合料尽快投入摊铺作业。同时,输送过程中,搅拌装置或翻拌装置,必须保持正常运作,确保混合料的均匀性,进一步提高施工质量。

5.4 设置水稳层的接缝

横向接缝和纵向接缝是常见的接缝形式。如果铺设机械宽度足够,则应避免出现纵向接缝;而在铺设机械宽度不足的情况下,可以通过同时使用两辆铺摊机械来减少纵向接缝的产生。这样,混合料的铺摊和碾压工作能够同步进行,有效降低纵向接缝出现的概率。在摊铺过程中,必须确保作业不间断。如果由于工作结束或因中断超过2小时,必须在适当位置设置横向接缝。

6 结语

在道路工程中,作为重要的基础层,水稳基层承担着关键的结构功能,其施工质量,对路面工程的稳定性与耐久性,起着至关重要的作用。通过对水稳基层施工技术与管理理念的深入探讨,可以发现,尽管施工技术不断发展,实际施工过程中,仍面临许多挑战,尤其是在原料选择、施工工艺、设备选型等环节的控制方面。为了确保道路工程的整体质量,必须严格控制每个施工细节,特别是水泥剂量、水分含量以及混合料输送等关键环节的管理。展望未来,结合现代施工技术与管理理念,不断优化施工流程,提升施工人员的技术能力与质量意识,将有助于提升水稳基层的施工质量。这样,延长道路的使用寿命,不仅能够实现,还能有效降低后期养护成本。随着技术不断进步与施工经验逐步积累,水稳基层施工技术的质量控制体系,必将逐步完善,为道路工程的安全性及可靠性,提供更加坚实的保障。

[参考文献]

- [1]陈东. 道路工程水稳基层施工技术及管理控制分析[J]. 运输经理世界,2024(23):52-54.
 - [2]姚瑞. 公路工程水稳基层施工技术及管理控制要点[J]. 运输经理世界,2022(31):7-9.
 - [3]叶莹. 道路工程路面水稳基层施工技术以及质量控制[J]. 住宅与房地产,2019(9):228.
 - [4]梁利东. 道路工程路面水稳基层施工技术以及质量控制[J]. 山西建筑,2018,44(1):138-140.
- 作者简介:余海明(1991.8—),毕业院校:重庆交通大学,所学专业:材料科学与工程/土木工程,当前就职单位:新疆北新路桥集团股份有限公司,职称级别:工程师。

表面处理技术在给排水管道防腐中的应用探讨

徐玮健

重庆钢铁集团设计院有限公司, 重庆 400037

[摘要] 经过长期运行的给排水管道, 其腐蚀现象愈来愈重, 因此相关部门必须给予足够的关注。在排水系统构建中, 给排水管道的维护是不可或缺的一环, 其质量直接关系到民众的日常生活。随着城市化进程的加快, 居民对生活品质的追求日益提高。给排水管道的防腐蚀措施与我们的日常生活在很大程度上是紧密相连的。本篇文章旨在深入分析探讨给排水管道的防腐蚀问题, 并提出在防腐工程中采用表面处理技术的具体实施策略。

[关键词] 给排水管道; 防腐; 表面处理技术

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15963

中图分类号: TG174

文献标识码: A

Application Exploration on Surface Treatment Technology in Anti-corrosion of Water Supply and Drainage Pipelines

XU Weijian

Design Institute of Chongqing Iron & Steel Group Co., Ltd., Chongqing, 400037, China

Abstract: After long-term operation, the corrosion phenomenon of water supply and drainage pipelines is becoming increasingly severe, so relevant departments must give sufficient attention. In the construction of drainage systems, the maintenance of water supply and drainage pipelines is an indispensable part, and their quality directly affects the daily lives of the people. With the acceleration of urbanization, residents' pursuit of quality of life is increasing day by day. The anti-corrosion measures for water supply and drainage pipelines are closely related to our daily lives to a large extent. This article aims to deeply analyze and explore the anti-corrosion issues of water supply and drainage pipelines, and propose specific implementation strategies for using surface treatment technology in anti-corrosion engineering.

Keywords: water supply and drainage pipelines; anti-corrosion; surface treatment technology

引言

在建筑工程领域, 给排水管道的建设扮演着举足轻重的角色, 其作用不可或缺, 对建筑的实际运用提供极大的便利。然而, 不容忽视的是, 给排水管道在实际使用过程中, 极易遭受各类因素的侵袭, 从而引发腐蚀现象, 这无疑削弱管道的实用价值。采用先进的给排水管道防腐技术, 不仅能提升其性能品质, 还能优化其效能, 尤为关键的是, 它能显著延长管道的使用期限。因此, 对相关技术的研究和探讨显得尤为重要, 以确保达到更为理想的效果。

1 给排水管道腐蚀出现的原因

我国现行的给排水管道工程中, 常用的管材主要包括混凝土、金属、塑料以及高密度聚乙烯等。在这些管材中, 金属管材的使用尤为普遍。然而, 金属管材在耐腐蚀性能方面有其固有的不足。金属管道的外壁持续与土壤接触, 内壁则长期浸泡在液体中, 这种环境极易引发金属的腐蚀。管道内部的液体中常含有电解质、细菌和含氧物质, 这些成分在长期作用下, 会直接造成金属管道内部表面发生腐蚀。给排水管道的腐蚀形态多样, 主要包括微生物腐蚀、化学腐蚀和电化学腐蚀等。

(1) 关于微生物诱发的腐蚀问题, 主要是指在给排水系统中, 诸如铁细菌、硫酸盐氧化菌、硫酸盐还原菌、

黏液异常菌类、硝酸盐氧化菌、硝酸盐还原菌等多种微生物的共同作用下, 这些微生物与管道材料相互反应, 导致产生的生物腐蚀现象。

(2) 关于化学因素诱发的腐蚀问题, 通常指的是给排水系统中金属构件与介质中的非电解质产生直接或间接的化学作用, 这种作用导致金属管道遭受化学反应的侵害, 通常情况下, 此类化学反应不会引发电流的生成;

(3) 关于电化学诱发的腐蚀问题, 通常指的是排水管道中金属管材与电解液之间发生的化学反应, 这种反应对管材造成损害。在电化学反应进行时, 通常伴随着电流的产生。

2 给排水管道防腐材料选择及检测技术现状

2.1 材料选择

2.1.1 塑料材质

在给排水工程中, 塑料管材如硬聚氯乙烯(PVC-U)管、聚乙烯(PE)管、无规共聚聚丙烯(PP-R)管、氯化聚氯乙烯(CPVC)管和聚丁烯(PB)管等被广泛应用。PVC-U管重量轻、耐腐蚀、水流阻力小、安装便捷、造价低, 但不适用于热水管道, 受冲击情况下容易脆裂, 适用于工矿企业供水、农田灌溉、园林绿化供水、水产养殖供水排水等。PE管耐腐蚀性好、柔韧性好、工程适应性强、投资成本低,

但热膨胀、收缩较大,低熔点、高温下易变形,用于城市供水、农田灌溉、排水等。PP-R管不易结垢、不易渗漏,是绿色给水材料,但施工技术要求高,需专用工具及专业人士施工,适用于建筑物冷热水系统、集中供热系统、采暖系统。CPVC管耐热性好,可在较高温度下使用,耐化学腐蚀性好,适用于输送热水,安装时需用专用胶水,用于热水供应系统、建筑给排水系统等。PB管无毒卫生,适用于输送饮用水,安装方便,适用于建筑给排水、热水供应、地板采暖系统等。这些塑料给排水管材在不同应用场景中各具优势,选择时需综合考虑工程需求、预算及环境条件等因素。

2.1.2 金属材料

在给排水工程中,金属管材如铜管、铝塑复合管、涂塑钢管和衬塑钢管等被广泛应用。铜管具有耐高温高压、安全可靠、抗震抗压抗冻、防污杀菌、管壁光滑、流体阻力小、使用寿命长、可回收利用等优点适用于给水、热水、消防和制冷管道等。铝塑复合管具有耐腐蚀、保温性能好、内壁光滑、流体阻力小、可弯曲安装、施工方便、重量轻、成本低等优点,但承压能力较低且长期使用可能出现分层,适用于冷热水供应、燃气和地暖系统。涂塑钢管具有耐腐蚀、耐磨损、机械强度高、连接方便、密封性能好、使用寿命长和适用范围广等优点,但涂层可能因施工不当或外力作用损坏,适用于给水排水、消防、电缆保护和海洋工程管道等。衬塑钢管具有强度高、抗应变能力强、耐腐蚀、内壁光滑、流体阻力小和使用寿命长等优点,但耐腐蚀性相对较差需作防腐处理且成本较高。

2.2 检测技术

2.2.1 衰弱磁场的相关检测技术

采用交流电流进行监测工作是这项技术的基本原理,在对管线输入交变信号之后,将产生一系列与信号相关联的磁场在全线范围内形成并且随着信号的增强而逐步变强,如果距离信号源越接近,则磁场就越强。当检测管线时,如果发现管线底部防腐层存在破损情况,将会有信号电流在该处漏出从而降低磁场强度,而检测某一局部区域是否存在管线破损的情况就需要看磁场信号的强度有何种变化,这种方法的优势在于能够对常规工作中很难接触到的区域进行检测,不需要全程伴随管道逐点进行检测,但是这项技术同样存在着一些难以被克服的弊端:即无法准确把握防腐层破损的准确位置,这自然又让工作变得更加复杂。另外,周围磁场情况或其他因素会对管道磁场进行干扰,从而导致磁信号不稳定,误导工作人员的判断,做出不正确的决策。

2.2.2 标准管地电位检测技术

采用此技术可以测试和了解管道外部腐蚀的情况,同时实时观测阴极保护的情况,一般是通过比较此测试点和另外一个电位进行初步判别,是否存在问题,如果发现一个测试点与附近或在参考电极处的其他测试点所连接的电位相似,则该情况就可以采用此方法检测。此项技术的主要优点是保证管道得到良好的保护,也有自动化取样程序能够实现电脑

控制,不过还有明显的不足,比如不能很好地判断埋深比较大的管道内部出现的较小的缺陷或较大的缺陷。

2.3 直流电位梯度检测技术

直流电位梯度检测技术,亦被称作直流脉冲法。在实施此类技术进行特定项目检测时,常采用较高浓度的电流,此举会间接提升电压梯度,进而使得管道防腐层的损伤区域逐步扩大。相反,直流电位梯度可准确揭示损伤区域的大小,且其检测过程不易受到电网干扰。对于较大面积的损伤,此方法不仅能提出针对性的解决方案,还能提供更为直观的数据支持。然而,此技术对远程区域的检测能力有限,且易受周边环境的负面影响。

2.4 电流梯度检测技术

对管道输入特定波形的电信号,通过监测信号衰减的程度来锁定问题区域。电流在管道中传播的衰减程度受到管壁防腐层的完整性影响,一旦防腐层保持良好,信号的衰减就会减轻。相对地,若防腐层出现破损,则信号衰减加剧。采用此技术手段,可以精确侦测到管道防腐层损伤的确切位置。

3 表面处理技术在给排水管道防腐中的应用

3.1 电镀技术

给排水管路防锈处理过程中,广泛采纳表面防腐工艺之一为电镀工艺,这一方法作为常规选择,在国内众多城市的给排水管道施工中得到广泛应用,其使用频次相当高。虽然热镀与冷镀技术曾一度流行,但相关管理部门已明令禁止其使用,唯独热镀技术因历史悠久而沿用至今。一般而言,所谓的冷镀技术是通过特定的冷镀方法来实现钢管基层与新材料之间的分离层,这种冷镀锌的镀层较薄,尽管它在一定程度上能够遏制微生物腐蚀,但这也导致锌层易脆、易脱落的问题。随着我国冷镀技术的持续进步,电刷镀技术已成为其中的佼佼者,相较于传统冷镀,它能显著降低给排水管道内部的腐蚀发生,从而有效延长管道的使用寿命。

热浸锌技术,俗称热镀锌工艺,其操作过程是将钢管浸入熔融的锌液中,从而在钢管表面形成一层锌的保护层。这种热镀处理方法能够确保锌层在钢管的内外壁上均匀分布,有效提升钢管的耐久性。据研究数据表明,经过热镀锌处理的钢管,其内壁锌层含量可达 $500\text{g}/\text{m}^2$,与未进行镀锌处理的钢管相比,其使用寿命可以延长近五十年。

3.2 化学镀技术

目前,化学镀技术作为新型的防腐涂层处理方案成为我国供排水管道防护技术的一部分,在应用化学镀技术能够增强供排水管道的可焊接性以及耐腐蚀性,且其自身具有较强的耐磨性,这一点也是其他表面处理技术所无法达成的。从实际看来,在我国的海水淡化施工过程中,最常见的并且较为常采用的就是化学镀技术,可以在整个过程中凸显自身的优点,因为海水的传输是海水淡化过程中十分重要的操作环节,海水中含有大量的电离物质,所以在进行供排水传输相关的建设工作中,供排水管道会遭受多

种损坏类型的问题腐蚀,如果使用耐磨性能以及高抗腐蚀性性能优异的化学镀技术来对供排水管道进行保护,能够进一步增强供排水管道对腐蚀作用的抵抗程度,这也展现化学镀技术拥有十分突出的抗腐蚀性。

3.3 涂层技术

3.3.1 石油沥青防腐涂层

石油沥青防腐涂料由石油沥青或者沥青浸渍过的玻璃纤维织物组成。该防腐材料来源丰富、技术成熟、价格低廉,应用广泛。但也有诸多不足之处,比如存在较大的吸湿性、电气性能较差、机械强度较低、工作温度区间窄、寿命短、对生物、植被入侵敏感等缺陷。因此,石油沥青防腐涂料虽具有很多优点,但是在实际使用中往往需要与其他防腐保护措施结合使用才能弥补其缺陷。

3.3.2 环氧树脂涂层

采用经过混合的环氧树脂与固化剂所生成的活性树脂材料,能够造就出快速固化、强度高且持久耐用的涂层。当环氧树脂涂层维持在 0.5~1.0mm 的厚度时,就能达到防腐的标准。涂抹上快速固化的环氧树脂衬里之后,仅需 2 小时的保养时间,再经过排水清洗,管道即可恢复使用。环氧树脂以其优异的黏附性能、较低的固化收缩率以及出色的稳定性,显著提升消防和给水管道的耐用年限,并且,其维护成本大约仅为传统镀锌钢管的六分之一。

3.3.3 环氧煤沥青涂层

采用环氧树脂作为主体材料,并融合煤沥青或煤焦油以及增塑剂等成分进行改良,这样制成的环氧煤沥青,能显著提升其涂层的耐海水特性和抵御微生物侵袭的能力。该类型的环氧煤沥青涂料,适用于城市给水系统等地下管道的防护,它显示出卓越的防锈功能和耐化学腐蚀介质的耐受性。

3.3.4 纳米涂层材料防腐技术

随着纳米科技的持续进步,水管道的防腐能力得到显著增强。科研人员不懈钻研下,纳米复合涂层已在给排水管路建设中得到广泛应用。通过纳米技术,在管材生产阶段植入纳米微粒,可以有效增强其性能,提升其抗腐蚀能力,并具备高温耐受性,避免老化现象,从而显著增加管道的使用期限。尽管此技术优势明显,但因成本较高,部分厂商难以承担,导致其普及度有限。尽管成本较高,但该技术性能卓越,具有广阔的发展空间。因此,通过深入研究,有望优化其应用效率。

3.3.5 无机非金属防腐技术

在传统的防腐手段中,有机涂层是常用的方法,然而这种涂层虽然能够提升防腐能力,但其性能提升有限,存在一定的局限性。伴随科技的进步,无机非金属防腐技术得到显著提升,诸如陶瓷、搪瓷及玻璃涂层等技术在排水和供水管道中的应用效果显著增强。这些技术以其优异的稳定性、卓越的耐腐蚀性,以及不受氧化和高温等外界因素影响的特性,吸引广泛的关注。尽管我国在这一技术领域尚处于发展阶段,应用范围相对有限,但其环保优势

显著,预示着它具有巨大的市场潜力。

3.3.6 其他涂层技术

尽管目前广泛应用的管道防护层主要是以有机材料为主,然而这些材料仍面临老化降解的挑战。针对这一问题,北京金天伟业科技发展有限公司创新研发一种无机防腐新工艺。该技术采用高温喷涂的方式,将玻璃质釉料均匀覆盖于金属管道内壁或外壁,从而构成一种结合玻璃与金属特性的复合防护层。这种新型涂层在防腐效果上居世界领先地位,适用于给水、排水、化工、石油、天然气以及城市基础设施建设等多个行业。其显著优势包括:制造工艺尖端,抗老化性能卓越,使用安全性高,抗腐蚀能力强,减小内部阻力,具备良好的耐磨性和流动性,优良的耐气候性,无毒性、无害性、环保性,低成本,施工标准化,应用范围广泛。

3.4 阴极保护

在运输和装配环节,金属管道的防护涂层往往会出现裂纹,进而引发局部区域的电化学腐蚀。鉴于此,实施电化学防护措施显得尤为关键。常见的技术手段包括阴极防护。对于跨越长距离的钢铁输水管道而言,目前最普遍采用的阴极防护技术是施加外部电流法。通过向金属施加负极电流,实施阴极极化以阻止腐蚀,此方法具备调控阳极便捷、防护范围广泛等优势,然而,其初期投资成本相对较高。

4 结束语

总体来看,我国在成长历程中,给排水管道的防腐维护扮演着不可或缺的角色,其重要性不言而喻。这种防腐措施直接关系到管道的耐用性和品质,与民众的生活质量紧密相连,发挥着至关重要的角色。在执行给排水管道防腐工程时,必须全面评估各类管道的经济防腐条件、地理地貌、布局以及导致腐蚀的各种因素,并做好总结与分析工作。根据具体情况,实施差异化的防腐措施,确保各种表面处理防腐技术的优势得到最大化地融合。精准地选择和应用表面处理技术,为防腐工程筑牢坚实的根基。

[参考文献]

- [1]王婧婧. 给排水工程施工中管道防腐技术探讨[J]. 全面腐蚀控制, 2022, 36(11): 127-128.
- [2]邢珏莹. 给排水管道防腐施工存在问题以及改进策略[J]. 全面腐蚀控制, 2022, 36(7): 119-120.
- [3]蒋帆. 建筑给排水管道防腐施工技术研究分析[J]. 全面腐蚀控制, 2022, 36(7): 136-137.
- [4]王辉. 污水处理厂给排水管道施工中常见问题及解决措施[J]. 科技创新与应用, 2022, 12(8): 117-119.
- [5]高明. 给排水管道防腐新技术应用与质量控制[J]. 全面腐蚀控制, 2020, 34(5): 90-91.

作者简介: 徐玮键(1991.6—), 男, 毕业院校: 合肥工业大学, 所学专业: 给水排水工程, 当前工作单位: 重庆钢铁集团设计院有限公司, 职务: 给排水设计师, 职称级别: 中级工程师。

水利水电工程的防渗渠道施工技术研究

张景超

河北省水务中心, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着水利基础设施建设的不断推进, 渠道工程在水资源管理中的作用愈发重要。在一些地区, 尤其是地质条件复杂或施工管理薄弱的区域, 渗漏问题依然显得尤为突出。针对这些不同的工程需求, 土工合成材料、混凝土、黏土与砂砾料等防渗技术已被广泛采用, 其中, 复合防渗技术因其综合优势, 已被确立为一种有效的解决方案。通过深入分析防渗渠道的施工技术及工艺控制, 可以明确不同防渗措施的适用条件与关键环节, 从而有效提升工程质量, 提高水资源的利用效率。

[关键词]水利水电工程; 防渗技术; 渠道施工

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15961

中图分类号: TV146.1

文献标识码: A

Research on the Construction Technology of Anti-seepage Channels in Water Conservancy and Hydropower Projects

ZHANG Jingchao

Hebei Provincial Water Affairs Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the continuous advancement of water conservancy infrastructure construction, the role of channel engineering in water resource management has become increasingly important. In some areas, especially those with complex geological conditions or weak construction management, leakage problems still appear particularly prominent. In response to these different engineering requirements, anti-seepage technologies such as geosynthetic materials, concrete, clay and gravel materials have been widely adopted. Among them, composite anti-seepage technology has been established as an effective solution due to its comprehensive advantages. Through in-depth analysis of the construction technology and process control of anti-seepage channels, the applicable conditions and key links of different anti-seepage measures can be clarified, which effectively improving the quality of the project and enhancing the utilization efficiency of water resources.

Keywords: water conservancy and hydropower projects; anti-seepage technology; channel construction

引言

水利水电工程在农业灌溉、城市供水及水资源调控中的作用至关重要。作为水流输送的关键构筑物, 渠道的防渗性能直接关系到工程的运行效率与安全性。由于复杂的地质条件以及施工质量不达标等问题, 渠道渗漏现象在许多工程中较为普遍, 导致了水资源的浪费和潜在的工程隐患。因此, 深入分析了渠道渗漏的主要类型、成因及影响因素, 并探讨了土工合成材料、混凝土、黏土和砂砾料等防渗技术的应用特点及施工要点。

1 水利水电工程中渠道渗漏的原因分析

1.1 地质与水文条件的影响

在水利水电工程中, 渠道的渗漏风险受地质与水文条件的显著影响。地质条件决定了渠道基底与边坡的稳固性。透水性较强的砂土、粉质土及淤泥等地层, 在水流作用下, 渗漏容易形成。如果岩层中存在裂隙或溶洞, 渗漏的风险尤为突出, 地下水便会沿这些隐蔽通道迅速渗透, 从而进一步削弱结构的完整性。水文条件同样在渗漏的发生与发展中扮演着关键角色, 地下水位较高时渗透压力增加, 水流易通过基底或边坡进入, 破坏防渗层的密实性。相反, 当地下水位较低时, 渗透梯度会增大, 这也可能导致渗漏

现象的加剧。季节性降雨及河流水位的波动所带来的水压力变化, 使防渗结构持续承受水力作用, 进一步提升渗漏风险。特殊地质条件往往会加剧渗漏隐患。在软土或膨胀土地区, 土体在吸水后膨胀, 失水后收缩, 这可能导致防渗层开裂或产生位移。在岩溶地区, 暗河、溶洞等地下渗流网络的存在, 使得防渗处理的难度显著增加。局部渗漏不仅会削弱地基的承载力, 还可能引发沉降, 加速结构的损坏, 从而形成渗漏与地基破坏的恶性循环。为了有效控制渗漏风险, 在工程实施前, 必须进行详尽的地质勘察与水文分析。依据不同的条件, 合理选择防渗材料, 优化渠道断面设计, 并采取必要的地基加固措施, 均是保障工程质量的重要步骤。通过科学的施工与管理, 防渗结构的耐久性与安全性得以提升, 确保了工程的稳定运行。

1.2 施工质量与工艺缺陷

在农田水利工程中, 渠道渗漏是较为普遍的现象, 施工不当往往成为其主要诱因。防渗材料的质量和配比对渠道的抗渗性能起着决定性作用。若土料、混凝土或混浆砌石的性能指标未达到工程标准, 或材料配比存在误差, 就会形成渗漏隐患。以土料为例, 含水量过高或过低均会影响夯实时密实度, 导致渗漏通道的形成。混凝土浇筑若

不均匀或出现离析现象,硬化后可能产生孔隙或裂缝,进一步削弱防渗层的完整性。而混浆砌石中,砂浆搅拌时间不足或稠度不当,同样会降低结构的抗渗能力。施工工艺的缺陷也显著影响渠道的防渗效果,混凝土浇筑过程中,如果无法确保连续作业,拼接缝易成为渗漏水流的通道。混浆砌石施工中,砂浆渗水处理不当或砌石缝隙填充不密实,则进一步加剧渗漏风险。基础处理不彻底、分层夯实不到位等问题,均可能削弱防渗层的有效性。施工人员的操作不规范使这些隐患愈加显著,尤其是忽视防渗层施工的关键环节时,渗漏的概率随之增加。环境管理上的疏漏也是造成渗漏的潜在因素,若施工现场未及时清理,土料中掺杂草根、树皮等杂质,不仅影响材料密实度,还可能在渠道投入使用后形成新的渗漏路径。混凝土浇筑阶段,温度和湿度的控制同样至关重要,若未能确保适宜的环境条件,混凝土的凝固质量会显著下降,从而削弱抗渗性能。管理体系的缺位进一步放大了施工中的渗漏风险。缺乏完善的施工计划、科学的工艺流程和有效的质量监控,使施工人员在操作中容易出现纰漏。即便问题在早期暴露,若缺乏及时发现和整改的机制,隐患将在渠道运行后逐步显现。此外,自然因素也可能对工程造成不利影响。恶劣天气、地震或泥石流等灾害,不仅可能直接破坏施工中的防渗层,还会加剧后期渗漏的风险。严格的材料检测、规范的工艺实施、有效的施工管理和实时的质量监测,是确保渠道长期防渗性能的核心保障。

2 防渗渠道施工的关键技术

2.1 土工合成材料防渗技术

在水利水电工程中,土工合成材料防渗技术因施工简便、材料轻盈且成本适中已被广泛应用,这些技术主要包括土工膜、土工布、复合土工膜以及膨润土防水毯等材料,它们凭借优异的抗渗性能与较高的抗拉强度,有效抑制水分渗漏。在实际工程中,土工膜常作为渠道底部与侧壁的防渗衬砌使用。由于其出色的密闭性与柔韧性,土工膜能够适应地基的不均匀沉降和形变,从而降低因结构变形而引发的渗漏风险。复合土工膜结合了土工布与土工膜的优势,除了具备卓越的防渗效果外,还能够提供排水功能,进一步增强工程的稳定性。对于地质条件复杂或渗漏隐患较大的区域,膨润土防水毯因其遇水膨胀的特性形成自愈型防渗层,成为一种可靠的选择。土工合成材料的防渗效能直接受到铺设质量的影响,铺设时应确保材料平整,没有褶皱或撕裂,且接缝处的焊接或黏接需牢固可靠。为了延长材料的使用寿命,并防止紫外线辐射及机械损伤造成的老化失效,通常会在材料表面增加保护层,如混凝土板或砂砾石层。同时,基层的处理也至关重要,应在铺设前进行夯实,并清除尖锐物体,以确保材料能够紧密贴合并避免穿刺破坏。

2.2 混凝土防渗技术

混凝土防渗技术在水利水电工程中得到了广泛应用,

凭借其卓越的结构强度、耐久性及抗渗性能,能够有效阻挡水分的渗透,这项技术通过在渠道底部及侧壁浇筑防渗混凝土衬砌层,从而构建起坚固的防水屏障。混凝土的抗渗性主要依赖于其配合比、施工工艺以及后期的养护质量。在混凝土配合比的设计上,通常采用低水灰比的方案,并结合高品质的减水剂,来降低混凝土的孔隙率,从而增强其抗渗能力。此外,加入膨胀剂或防水剂可进一步提高混凝土的密实性及抗渗性能。面对特殊的地质条件或工程需求时,钢筋混凝土或纤维增强混凝土往往会被选用,以增强其抗裂性能及整体结构的稳定性。施工阶段的质量控制至关重要,从模板搭设到混凝土的浇筑与振捣,每一道工序都需要严格把控,确保施工精度。在浇筑过程中应采取分层浇筑的方式,避免一次性浇筑过厚而导致混凝土内部产生空洞或裂缝。振捣时,应保持均匀且适度,以有效排除混凝土中的气泡,从而确保结构的致密性。在渠道的转角或变形缝等薄弱区域,防水材料如止水带或止水条需特别加强使用,以进一步提升防渗效果。混凝土浇筑后的养护同样至关重要,通过及时覆盖保湿及定期洒水养护,能够有效防止表面开裂,确保混凝土强度的持续增长以及抗渗性能的稳定。在温差较大或应力集中的区域,设置膨胀缝或施工缝可有效避免由于温度变化或地基沉降所引发的结构开裂。

2.3 复合防渗技术

复合防渗技术通过结合多种材料与施工工艺,旨在提供更高效、持久的防渗效果。在水利水电工程中,由于地质条件、气候变化及施工环境的差异,单一防渗措施常常难以应对复杂的防渗需求。为克服这一挑战,复合防渗技术应运而生,通过将多种防渗材料层叠使用,最大化地发挥各材料的优势,最终实现理想的防渗效果。常见的复合防渗技术包括土工合成材料与黏土层、混凝土与土工膜等的组合。在这些复合方案中,土工合成材料如土工布、土工膜与土工格栅等,主要用于增强土壤的防渗能力。土工膜因其卓越的密封性,有效阻止水分渗透;而土工布则能够均匀分布水压力,防止水流过度集中并引发局部渗漏。当这些材料与传统的黏土或砂砾层结合时,不仅能够保持黏土层的防渗功能,还能增强结构的整体稳定性。在实际施工中,复合防渗技术的应用需精确的设计与施工控制。以混凝土防渗层与土工膜结合为例,要求两者接缝紧密无缝隙,以避免接缝不紧导致渗漏问题的发生。在铺设土工布与土工膜时,应确保材料平整且无褶皱,避免破损,确保防渗系统的完整性。每层材料的选择与铺设必须根据地质条件与水流特性进行优化配置,从而实现最佳的防渗效果。复合防渗技术的优势不仅体现在卓越的防渗性能,还包括其对复杂环境的适应性及可持续性,通过多层复合结构,可以有效弥补单一材料在防渗过程中的不足,提升防渗系统的耐久性与抗渗能力,特别是在长期水压或恶劣气

条件下,复合防渗技术的稳定性尤为突出。这项技术不仅能显著降低渗漏风险,还为水利水电工程的安全运行提供了可靠保障,有助于实现更加高效的水资源管理。

3 防渗渠道施工流程与工艺控制

3.1 施工前的准备工作

施工前的准备工作对于防渗渠道的顺利施工及后期质量的保障至关重要。在这一阶段,施工现场的全面勘察与测量是关键,包括对土壤、水文及地质条件的详细了解,该过程的核心目标是确保设计方案与实际环境条件的匹配,避免施工过程中出现意外问题。特别需要关注地下水位、土壤的渗透性与稳定性,以及潜在的风险因素,如滑坡或土壤沉降,确保防渗层能够有效应对这些挑战。在材料方面,施工前所有材料的采购与验收工作必须完成,并确保其符合设计标准与质量要求。例如,防渗材料如土工膜、混凝土、黏土等需经过严格的质量检测,确保无任何缺陷^[1]。此外,这些材料的储存也应采取适当措施,以防受潮、变质或损坏,从而保证其在施工时的性能不受影响。所有参与施工的人员需掌握防渗施工的工艺流程、质量控制标准及安全操作规程。对于技术难点或特殊工艺,应开展专项培训,确保每项操作都符合规范,从而有效减少人为失误与工艺缺陷的发生。现场杂物的提前清理、安全围挡与警示标志的合理设置,以及对施工区域湿度与温度的调控,都有助于创造有利的作业条件,减少不利环境因素对施工质量的影响。这些准备工作为防渗渠道施工的顺利进行奠定了坚实的基础,有助于确保工程的质量与进度。

3.2 渠道开挖与基底处理

渠道开挖与基底处理是防渗渠道施工中的关键环节,其质量直接决定了防渗层的稳定性和防水效果。在这一阶段,精确的放线和测量至关重要,确保开挖的深度、宽度及坡度符合设计 requirements 是首要任务。开挖过程中,应避免土方过度扰动或不均匀挖掘,从而避免对后续防渗层施工造成不良影响。开挖完成后,基底处理尤为重要^[2]。防渗效果直接受到基底土壤的密实性与稳定性的影响,因此,必须通过充分夯实确保基底达到设计要求。夯实过程应当分层进行,确保每一层都达到所需的密实度。对于松软且渗透性较强的土壤,可能需要使用固化剂或其他混合材料进行改良,以增强其承载力和防渗性能。基底处理的另一个重要环节是排水系统的完善以及不良土层的清除。若在开挖过程中发现不稳定的土层或积水问题,应及时清理并设置临时排水设施,避免积水影响施工进度与质量。在清理基底后,还需进行施工区域的平整,确保防渗材料能够平稳铺设,避免因不平整导致的破损或渗漏。在基底处理阶段,细节的严格把控至关重要,每一项工作都需要确保

高质量完成,以为后续防渗措施的实施提供坚实的基础。

3.3 防渗层施工工艺

防渗层的施工是确保渠道防渗性能的关键步骤。根据设计要求必须选择适当的防渗材料,如土工膜、混凝土或黏土,并确保所用材料符合质量标准。在施工过程中,防渗层的铺设厚度及施工精度必须严格控制,以确保材料均匀、密实地覆盖在渠道底部和侧壁,从而避免任何可能导致渗漏的问题。在铺设土工膜之前,基底的清理工作是必不可少的,必须确保基底平整且没有尖锐物体存在。铺设过程中,应特别注意避免膜材产生褶皱或空隙,同时,在接缝处应采用热熔焊接或机械搭接,以防止漏水现象的发生。对于混凝土防渗层,合理的配比必须得到保证,浇筑过程中应保持均匀,并通过振捣消除气泡,确保其密实性与抗渗能力。对于黏土防渗层,适宜的含水量需要得到控制,并应分层夯实,确保每一层间的密实度^[3]。施工过程中应避免恶劣天气,尤其是雨雪天气,以免影响材料的固化过程。在整个施工过程中,质量管控至关重要,必须严格按照设计标准执行,从而确保防渗层的长期防渗效果得以实现。

4 结语

防渗渠道施工技术在水利水电工程中的作用至关重要,其直接影响着工程的安全性和使用寿命。通过精确选择适当的防渗材料、严格执行施工工艺以及实施高效的质量控制措施,渠道渗漏的风险可以显著降低,从而确保水资源得到有效利用。结合土工合成材料、混凝土、黏土、砂砾料以及复合防渗技术的综合应用,切实可行的解决方案能够为不同地质条件和水文特征下的防渗工程提供支持。在此基础上,科学的施工管理与全过程的监控在保障防渗层施工质量方面发挥着决定性作用。展望未来,技术创新与工程实践的结合必须持续推动,不断优化防渗技术,以进一步提升水利水电工程的整体效益和可持续发展能力。

[参考文献]

- [1] 韩子昌. 水利水电工程的防渗渠道施工技术研究[J]. 水上安全, 2024(15): 182-184.
 - [2] 乔云贵. 水利水电工程防渗施工技术分析[J]. 水上安全, 2024(5): 169-171.
 - [3] 胡卫中, 肖明, 牟君之. 研究水利水电工程防渗施工技术的要点[J]. 水上安全, 2023(12): 79-81.
- 作者简介: 张景超(1985.2—), 男, 毕业院校: 河北工程大学, 大学本科, 所学专业: 水利水电工程, 当前工作单位: 河北省水务中心, 职务: 副处长, 职称级别: 高级工程师。

论公路工程沥青路面摊铺施工技术应用分析

黄凯

北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 公路工程建设过程中, 施工企业需要注重优化沥青路面摊铺施工技术, 可以有效提升沥青路面整体性能, 实际满足公路工程施工建设要求, 并为行车安全提供更多保障。公路工程建设中, 一旦施工企业没有足够重视沥青路面摊铺施工技术, 会很难保障整体施工质量, 同时也会增加后期养护成本。基于此, 本篇文章将详细分析公路工程沥青路面摊铺施工技术, 并结合公路工程施工建设要求, 提出相关参考建议。

[关键词] 沥青路面; 摊铺; 施工技术; 公路工程

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15956 中图分类号: U416.2 文献标识码: A

Discussion on Application Analysis of Asphalt Pavement Construction Technology in Highway Engineering

HUANG Kai

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

Abstract: In the process of highway engineering construction, construction enterprises need to pay attention to optimizing the asphalt pavement paving construction technology, which can effectively improve the overall performance of asphalt pavement, meet the requirements of highway engineering construction, and provide more guarantees for driving safety. In highway engineering construction, if the construction enterprise does not pay enough attention to the asphalt pavement paving construction technology, it will be difficult to ensure the overall construction quality, and it will also increase the maintenance cost in the later stage. Based on this, this article will analyze in detail the construction technology of asphalt pavement paving in highway engineering, and propose relevant reference suggestions in combination with the construction requirements of highway engineering.

Keywords: asphalt pavement; paving; construction technology; highway engineering

随着社会发展水平的不断提升, 我国逐渐完善交通基础设施建设。在此背景下, 社会广泛关注公路工程整体施工质量。在开展公路工程施工作业期间, 如果施工企业没有全面落实沥青路面摊铺施工技术, 会直接影响后续施工作业活动, 并直接影响公路工程的施工质量与施工安全。因此, 施工企业在公路工程中, 需要积极探索沥青路面摊铺施工技术的应用方案, 并严格进行落实, 从而有效提高公路工程建设水平。

1 优化沥青路面摊铺作业的准备环节

1.1 完善下承层的准备工作

施工人员进行沥青路面摊铺作业期间, 当下承层作为基础, 施工人员进行基层摊铺作业之后, 应严格检验实际质量情况。在符合质量标准以后, 需要将透层油均匀喷洒在表面, 可以起到基层保护的作用, 防止基层受到不同程度破坏, 为后续施工打下良好基础。施工作业期间, 为了确保公路工程整体施工质量, 施工人员需要对中层、下面层的实际情况进行全面了解, 在满足施工作业标准以后, 应对黏油层做好喷洒工作, 可以使各个层之间进行紧密结合。沥青路面摊铺作业过程中, 如果下承层质量没有符合工程质量标准, 会对路面的强度带来很大影响。当施工作业期间, 出现降雨情况, 会存在雨水侵蚀现象, 对下

承层自身强度带来很大影响。针对这些情况, 施工企业在雨季开展施工作业活动时, 施工人员应对基层、中下层等有序开展补强工作, 在此基础上做好透油层的浇洒工作。

1.2 优化施工放样环节

沥青路面摊铺作业之前, 施工人员应注重优化施工放样环节。施工放样过程中, 主要内容为平面位置、高程的放样作业活动。在开展平面作业过程中, 施工人员通过放样可以对摊铺路面的中线位置、边线范围等进行明确。同时, 了解原设计高程与下承层表面存在的实际差值、摊铺层厚度等相关内容, 以此调整施工作业方案, 有利于顺利开展公路工程施工作业活动。除此之外, 在施工现场, 施工人员需要合理应用轮廓线、导向线等方式科学控制摊铺的宽度与方向。通过不断优化施工放样环节, 可以为后续作业活动打下坚实基础, 有效提高整体施工质量。

1.3 优化施工机械设备的准备环节

施工企业在开展沥青路面摊铺作业期间, 会使用大量的施工机械设备, 设备的性能对施工质量、后续施工等都产生很大影响。为了提高公路工程建设水平, 在施工之前工作人员应对施工机械设备的性能进行全面检查, 确保设备的性能实际满足施工质量要求。一般情况下, 在施工作业期间, 通常应用压路机、拌和机以及摊铺机等相关设备。

沥青路面摊铺作业之前,工作人员应对这些设备进行全面检查以及进行科学调整,有利于在实际应用这些设备时,能够保持良好的运行状态,高质量完成各项施工任务。在检查设备过程中,当发现设备没有满足施工作业需求或存在故障问题时,应及时进行更换以及及时进行维修,在此基础上对机械设备的性能再次开展检查工作。完成检查工作以后,可以更好地保障设备的性能,并在施工中进行科学应用^[1]。

2 优化基础处理环节

公路工程中,施工人员通过对路面合理开展基础处理工作,能够对基底进行加固与填充,可以为铺设的沥青混合料起到承载与支撑作用,确保路面基础更具稳定性。施工中,施工人员主要应用底层混凝土、碎石垫层、填土加固等多种方式。其中,在应用底层混凝土时,主要是在基底合理铺设一层混凝土,确保整体稳定性以及具备较高强度。采用碎石垫层期间,主要是对碎石进行合理铺设,可以不断优化支撑结构与排水结构,避免地下水出现渗透问题,有效提高路面质量。应用填土加固方式期间,主要是注重提升基底整体承载能力。施工人员需要采用逐层填土的作业模式并做好夯实工作,能够避免路面发生变形或沉降等问题。基础处理工作完成以后,工作人员应对底层结构进行严格检查以及做好科学调整工作。主要内容涉及:首先,应对底层的平整度进行严格检查。施工人员通过平整度检测设备,例如:激光测量仪、平板仪等,能够明确底层表面是否存在高低不平情况,可以确保底层整体平整度实际满足公路工程质量建设要求。其次,对底层的密实度、坚固性等进行全面检查,有效提高整体承受力。在夯实底层期间,为了提高整体密实性,施工人员需要通过密度计做好密实度的检验工作。在进行检验与调整工作期间,施工人员应对相关影响因素进行全面考虑。当检查结果没有满足质量要求时,应采用局部修整、重新夯实、填补等方式,确保底层结构与基础处理能够有效结合。在施工过程中,通过施工人员对沥青路面的密实度、平整度等进行严格检查,可以全面提升路面的耐久性并延长路面整体使用年限,为后续维护工作提供更多便利条件^[2]。

3 优化沥青混合料的配制环节

公路工程施工期间,为了提高沥青路面摊铺施工技术的应用效果,需要明确意识到配制沥青混合料以及运输环节的重要性。对于沥青混合料而言,通常由添加剂、沥青胶、石料等共同组成,并严格遵循设计要求做好配制工作。通过严格遵循设计配比,将添加剂、沥青胶、石料等合理投入在混合料搅拌设备中,并进行充分混合,能够使混合料突出稳定性与均匀性等特征。为了提高整体混合效果,施工人员应对搅拌时间、沥青温度等进行科学控制,可以提高混合料的质量。此外,混合完成以后,工作人员需要注重优化运输环节。运输期间,工作人员应对混合料的温度进行科学控制,防止出现分层、早冷却等问题,否则会

对施工效果带来很大影响。在进行运输过程中,一般使用混合料运输车辆,并结合具体道路条件、与施工现场的距离等相关内容,对车辆类型、运输方式等进行科学选择。当沥青混合料到达施工现场之后,应将沥青混合料及时投放在摊铺机中,为后续开展摊铺作业活动提供更多便利。通过提高沥青混合料的质量以及优化运输环节,能够使施工作业活动突出连续性特征,更好地保障路面整体质量^[3]。

4 科学选择摊铺机

施工人员在摊铺机进行选择时,应考虑多方面因素,例如:沥青混合料的特点与性质、摊铺层的厚度、路段宽度以及施工速度等相关内容。对于摊铺机而言,一般为振动式与静压式。通常情况下,针对路段有较高密实度要求的,需要合理应用振动式摊铺机;面对路段面积比较大时,需要合理应用静压式摊铺机。摊铺机在应用前,施工人员需要做好全面检查工作以及开展合理调试工作,有利于摊铺机充分展现自身功能,主要涉及:科学调整输送带速度、振动系统等,能够在路面上均匀铺设混合料。

表 1 为摊铺机的主要参数

最大摊铺宽度/m	最大摊铺速度/(m·min ⁻¹)	额定功率/kW	最大摊铺能力/(t·h ⁻¹)	料斗容量/t
13	25	179	1100	15

对于摊铺机的作业人员而言,应具备丰富的工作经验以及良好的专业技能,并结合具体情况,对摊铺机的均匀性、操作速度等进行科学调整,可以使沥青层的密实度、厚度等实际满足公路工程施工质量标准。摊铺作业期间,施工人员应对沥青混合料的实际供给情况、摊铺机作业状态等进行实时关注,并对操作内容进行合理调整,防止发生重铺、漏铺等问题,否则会影响整体施工质量。除此之外,在操作摊铺机期间,应加强开展安全管理工作,防止出现沥青溅洒、机器碰撞等问题,可以使施工现场保持清洁状态以及为施工人员的人身安全提供更多保障^[4]。

5 优化摊铺操作内容

摊铺作业之前,应保障沥青混合料具备良好的流动性以及适合的温度。施工人员需要对该路段的施工设计要求进行全面了解,具体涉及:摊铺层的坡度、厚度等内容。然后,施工人员应结合相关要求,对摊铺机的具体参数进行科学调整。主要原因在于:摊铺机的爬升装置以及防沉降装置会直接影响路面整体铺设质量。工作人员应充分考虑爬升装置的自动控制、爬升的平稳性以及速度等相关内容。同时,应考虑防沉降装置的自动调整速度、沉降速度等。通过实时开展监测工作,并通过传感器对摊铺期间的爬升、沉降等情况进行实时监测,有利于对摊铺装置的相关参数进行科学调整。在实际操作期间,需要对摊铺机的行驶速度进行科学控制,确保摊铺机处于均匀、稳定的运行状态。一旦行驶速度存在过快情况,容易使混合料出现漏铺、过薄等情况;如果出现过慢情况,会导致混合料出

现接头不均匀、过厚等问题。因此,施工人员应结合施工质量要求、摊铺机自身性能等,对摊铺机的行驶速度进行科学控制,能够确保路面的沥青混合料在厚度、均匀分布等方面保持一致。摊铺作业期间,施工人员应对沥青混合料的密实度、均匀性等进行密切关注。同时,应对压实辊、振动系统等做出科学调整,能够保障在铺设期间混合料的密实度实际满足设计要求,并在施工作业期间应及时处理遇到的问题,例如混合料堆积、漏铺等问题,确保铺设突出一致性、连续性特征。除此之外,在开展摊铺作业期间,应合理运用交接头技术。在连续摊铺沥青混合料过程中,施工人员应提高路面整体美观度与平整度,防止影响公路工程施工质量。

值得注意的是,在进行摊铺之前,为了提高整体摊铺质量,应注意以下内容:首先,通过自卸车将沥青混合料及时卸入摊铺机料斗中,并由施工人员对摊铺机进行科学操控。应沿着直线保持匀速地行驶状态,确保在路面上均匀摊铺沥青混合料。其次,施工人员需要做好沥青混合料的捣实工作,可以提高整体作业质量。最后,施工人员需要合理应用熨平板,能够有效进行整平处理工作。

6 优化碾压作业环节

初压环节。施工人员在开展初压作业期间,需要合理应用双轮压路机,至少碾压两遍,同时应确保摊铺机的作业方向与压路机的驱动轮方向保持一致,避免混合料出现推移情况,否则对后续交通环境、行车安全等带来很大影响。第二,复压环节。在施工作业过程中,工作人员应对沥青路面的施工情况进行全面检查。当发现沥青路面存在路拱或凹凸不平的情况,需要及时做出调整。在调整以后,应保障沥青路面实际满足施工质量标准。然后,有序进行复压作业活动。在复压时,需要应用轮胎压路机、振动压路机,至少碾压4遍。第三,终压环节。施工人员在终压期间,需要合理应用光轮压路机,并对沥青路面做好修整工作以及对缺陷及时进行处理^[5]。

7 优化接缝处理环节

为了提高公路工程沥青路面摊铺作业质量,施工人员需要注重优化处理接缝环节。在操作摊铺机过程中,应保持均匀速度,防止出现中断情况,并减少纵向裂缝、横向连接等情况。碾压作业完成以后,应对路面断面进行严格检查,同时通过切缝机对断面及时进行调整。切割过程中,应避免对下层结构造成破坏。摊铺作业完成以后,应对沥青混合料端部进行合理修整,并优化抹平以及压实环节,

在此基础上对混合料尾部进行修整。

8 优化质量验收环节

首先,在开展质量验收工作时,应对路面的坡度、密实度以及平整度等进行严格检查,使路面的各项指标实际满足施工质量标准。质量验收期间,工作人员应合理运用专业工具开展评估与测量工作。其次,工作人员应对路面是否存在坑洼、裂缝等进行严格检查,并结合检查结果及时进行补救、修复等工作,避免影响路面质量。同时,全面落实路面维护工作。在使用沥青路面期间,会受气候变化、车辆交通等相关因素影响,为了延长路面的使用年限,需要做好定期维护工作。主要内容涉及:对路面的杂物与积水等进行及时清理、对路面裂缝进行及时填补与修复等,确保路面外观保持良好状态。最后,应优化排水系统。为了确保路面质量,应定期对排水沟、排水口等进行清理,可以避免积水对路面造成不同程度的损害或侵蚀^[6]。

9 结束语

综上所述,新时期,公路工程施工建设期间,施工企业需要明确意识到公路工程沥青路面摊铺施工技术的应用价值,能够有效提高公路工程施工技术水平,实际满足行业质量标准。因此,施工企业应以优化施工准备环节、基础处理环节、沥青混合料的配制环节等作为切入点,不断完善公路工程沥青路面摊铺施工技术的应用方案,有利于全面提高整体施工效率与施工质量,从而促进公路工程领域的长远发展。

[参考文献]

- [1]陈长军.公路沥青混凝土路面施工技术应用分析[J].运输经理世界,2025(2):7-9.
 - [2]牛爱国,宋良友.公路工程沥青路面施工技术的应用[J].运输经理世界,2025(1):30-32.
 - [3]王嘉峰.公路工程沥青路面施工质量控制关键技术研究[J].运输经理世界,2024(35):25-27.
 - [4]王莉.公路工程沥青路面施工技术及其质量控制[J].汽车画刊,2024(11):242-244.
 - [5]张进成.公路工程沥青路面施工技术与质量控制策略[J].汽车周刊,2024(12):99-101.
 - [6]张程柯.公路工程沥青路面施工技术与质量控制[J].汽车画刊,2024(10):119-121.
- 作者简介:黄凯(1971.10—),男,兰州铁道学院,工程造价(专),开放大学,土木工程(本),北新路桥集团股份有限公司,项目经理,工程师。

土木工程施工管理过程中存在的问题探究

邵 帅

吉林省信弘建设工程有限公司, 吉林 长春 130000

[摘要]土木工程施工管理在土木工程建设中发挥着至关重要的作用,是其核心组成部分之一。在土木工程施工过程中,如果缺乏科学的管理,不仅可能因施工不合理而导致显著的经济损失,还可能引发安全隐患,严重时甚至威胁到施工人员的生命安全。这不仅对施工企业的经济效益产生不利影响,也可能损害其声誉。因此,加强土木工程施工管理显得尤为重要。本论文旨在分析土木工程施工管理中存在的主要问题,并在此基础上提出相应的解决措施,以期为土木工程施工企业提供有价值的参考,助力其提高管理水平,确保工程项目的顺利进行。

[关键词]土木工程; 施工管理; 问题及策略

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15959

中图分类号: TU71

文献标识码: A

Exploration on Problems in Civil Engineering Construction Management Process

SHAO Shuai

Jilin Xinhong Construction Engineering Co., Ltd., Changchun, Jilin, 130000, China

Abstract: Civil engineering construction management plays a crucial role in civil engineering construction and is one of its core components. In the process of civil engineering construction, if there is a lack of scientific management, it may not only lead to significant economic losses due to unreasonable construction, but also cause safety hazards, and in severe cases, even threaten the life safety of construction personnel. This not only has a negative impact on the economic benefits of construction companies, but may also damage their reputation. Therefore, strengthening the management of civil engineering construction is particularly important. This paper aims to analyze the main problems in civil engineering construction management and propose corresponding solutions based on this, in order to provide valuable reference for civil engineering construction enterprises, help them improve their management level, and ensure the smooth progress of engineering projects.

Keywords: civil engineering; construction management; problems and strategy

引言

土木工程施工管理是工程项目实施的核心环节,直接影响项目的进度、质量、成本及安全等多个方面。随着经济的快速发展和城市化进程的加速,土木工程施工面临的挑战愈发复杂且多样化,施工管理中的各类问题逐渐显现。传统的施工管理模式通常受限于经验和规范,缺乏足够的灵活性与创新性,难以适应现代土木工程项目日益复杂的需求。在实际施工过程中,经常出现项目进度滞后、成本超支、施工质量无法保障、安全隐患频发等一系列问题。由于这些问题的存在,不仅影响了项目的顺利进行,还造成了巨大的经济损失与社会风险。因此,提高土木工程施工管理水平的紧迫性日益凸显,且需要对当前施工管理中存在的种种问题进行深入剖析,并提出具体可行的解决方案。通过对施工管理中面临的挑战与瓶颈进行分析,行业发展所需要的有益思路与参考将得到提供,从而促进施工管理模式的创新与优化,提升土木工程项目的整体质量与效益,确保施工过程的安全与可持续发展。

1 土木工程施工管理的重要性

土木工程施工管理在整个工程项目中发挥着至关重要的作用,项目的质量、进度、成本及安全等多个方面都

直接受到其影响。有效的施工管理不仅能够保证工程按时、按质、按量完成,还能有效地降低项目风险,提升整体建设效率。在土木工程项目中,合理配置资源、协调各方利益、严格遵循施工过程中的技术标准、质量要求与安全规范,是施工管理的核心任务,这些措施确保了施工活动的顺利开展。此外,施工管理能够有效整合各个环节,及时识别并解决可能出现的问题,从而减少了返工和浪费,优化了施工方法与流程,提高了工程的经济性与可持续性。随着科技的不断进步,现代土木工程施工管理愈加依赖先进的信息技术与管理工具,如BIM技术、物联网及大数据等。这些技术不仅增强了施工管理的智能化与精确度,还为项目管理者提供了更直观的数据支持与决策依据。

2 土木工程施工管理中存在的问题

2.1 土木工程施工管理缺乏灵活性

土木工程施工管理中的灵活性不足,是一个普遍存在的问题,尤其在面对复杂施工环境与不断变化的工程需求时,这一问题尤为突出。在传统的施工管理模式,项目管理往往过度依赖固定的流程与标准化操作,导致对现场实际情况的反应不够及时与精准。施工现场常常面临不可预见的因素,如天气变化、材料供应不足、劳动力变动等,

这些因素通常需要施工计划与方法迅速调整。然而,传统管理模式在应对这些突发情况时的适应性较差,缺乏灵活调整的机制,导致工程进度延误、成本超支或施工质量不达标^[1]。此外,既定的管理制度与流程往往被项目管理人员过于依赖,缺少根据不同施工阶段或项目特点进行灵活应变的能力,从而影响了工程整体协调性与工作效率。

2.2 土木工程施工监督体系不够完善

在土木工程项目建设过程中,由于工程规模通常较大,周期较长,且涉及的部门众多,管理人员之间的协调工作显得尤为重要。然而,从当前的土木工程项目建设情况来看,仍存在一些不足之处。在施工过程中,技术人员的流动性较高,虽然已有相关土木工程监理标准出台,但这些标准仍然缺乏规范化,且内容不够明确,导致每位管理人员的责任界定不清,进而影响工作质量。这一现象的根本原因在于监督控制体系不够完善,缺乏有效的监督执行,导致施工各项指标未能达标。即使工程竣工后,通过验收,项目也可能仅达到合格标准,而未能达到高质量的竣工要求。

2.3 管理机制缺乏完善性

在土木工程施工管理中,管理机制不完善是一个突出的问题,主要表现为各级管理职能不明确、职责划分不清、沟通与协调不足等。许多项目在施工过程中,存在管理层级繁琐与职责交叉的现象,导致决策和执行效率低下。施工现场的管理人员往往缺乏足够的权责,关键问题的决策与处理无法做到及时有效,这直接影响了工程的进度与质量。此外,施工项目涉及多个环节与部门,管理机制不完善还体现在跨部门协调不畅,信息传递不及时,导致各方在执行过程中产生误解与冲突,从而增加了施工管理的复杂性。尤其在复杂的项目中,管理机制的薄弱可能导致盲目决策与滞后反应等问题,进而影响工程的成本控制与工期安排,甚至可能导致项目的失败。

2.4 BIM 技术在管理应用中不够成熟

尽管 BIM (建筑信息模型) 技术在土木工程施工管理中具备巨大的应用潜力,但在实际操作中的成熟度仍然较低,限制了其发挥最大效益的能力。在许多项目中,BIM 技术的应用仍处于初步阶段,许多施工企业与管理人对其理解与运用不足,缺乏将 BIM 技术深度整合进项目管理的能力。具体来看,BIM 技术在施工管理中的应用大多停留在设计阶段的可视化与数据存储,难以与施工现场的实际情况有效对接,且缺乏实时更新与监控的功能。此外,BIM 技术的操作要求较高,涉及的专业技能超出了许多项目团队现有的技术水平与经验,这导致了 BIM 工具在施工过程中的实际应用效果未能达到预期^[2]。更为严重的是,由于 BIM 技术涉及多个部门与学科的协同工作,若缺乏有效的跨部门协作机制,沟通不畅、信息孤岛等问题容易在技术实施过程中出现,进而影响了项目的整体效率与管理效果。

3 土木工程施工管理问题的解决策略

3.1 对施工现场强化安全管理

在土木工程施工管理中,强化施工现场的安全管理具有极其重要的意义,尤其在面对复杂施工环境与多样化高风险作业时,安全管理必须做到系统化、科学化,并与项目管理的各个环节紧密结合。施工现场的安全管理应建立完善的制度体系,这不仅包括国家及地方的安全生产法律法规,还应根据具体项目特点制定详尽的安全管理规划。制度中应明确各级人员的安全责任,从项目负责人到每一位工人都应清楚自己的安全职责,特别是在高风险区域作业的人员,应安排专门的安全监督员进行现场指导与管理,确保每一个环节、每项作业都遵守安全规定,防止因人为疏忽导致的安全事故发生。除制度建设外,施工现场的安全隐患排查与风险评估应贯穿整个项目周期,包括项目启动阶段、施工过程以及竣工后的各个阶段。应建立动态风险评估体系,及时根据天气变化、设备状况、人员流动等因素调整施工方案,对潜在的安全隐患进行实时预警,并采取有效的预防措施。同时,由于施工现场的环境条件复杂且存在特殊作业工种,还需定期开展专项安全培训与应急演练,确保每一位施工人员能够处理突发的安全事件。现代科技在安全管理中的应用逐渐发挥着越来越重要的作用。通过物联网、大数据分析、无人机监控等信息技术手段,施工现场的安全管理能够实现智能化与实时化。例如,施工设备的运行状态、环境参数及人员安全状况,能够通过传感器监测,结合大数据分析,潜在的安全隐患被预测并及时处理。

3.2 将监理工程师责任制建立起来

建立监理工程师责任制是提升土木工程施工管理质量的重要举措之一。监理工程师在工程项目中承担着至关重要的职责,其主要任务是确保施工过程符合设计图纸、技术规范及合同要求,从而保障工程的质量与安全。为了充分发挥监理工程师的作用,建立完善的责任制至关重要。这一责任制要求监理工程师不仅要对其施工质量、进度、安全等方面负责,还需对其所做的每一个决策与执行环节承担相应的法律与管理责任。具体来说,监理工程师应依据合同要求,严格进行现场巡视、审核施工方案、审查材料设备质量、确保施工工艺符合标准等。同时,在施工过程中发现的问题时,监理工程师应及时提出整改意见并监督落实。通过明确监理工程师的责任,管理漏洞及质量问题因缺乏监督或责任不明确而导致的情况可以有效避免,确保每一个环节都受到严格的监控与管理^[3]。此外,监理工程师的责任制还应涵盖定期向项目业主报告施工进度与质量状况,提供全面、透明的项目状态信息,确保各方能够及时了解项目的实际进度,从而做出必要的调整与优化。

3.3 完善机械设备管理控制策略

完善机械设备管理控制策略对于确保土木工程施工的顺利推进至关重要。在土木工程项目中,机械设备的高

效运行对施工进度与质量起着关键作用,因此,必须建立一套科学且合理的设备管理体系。为了满足工程需求,合适的机械设备应根据项目特点合理选择、配置,并在施工前进行全面的检查与调试,以确保设备的高效与稳定运行。在此基础上,设备的定期维护与保养应得到重视,设备使用周期及保养档案应建立,以及时识别与解决潜在的故障隐患,从而避免因设备故障导致施工延误或安全事故发生。设备管理责任制也必须完善,操作人员的职责应明确,确保每台设备都有专门的操作人员进行管理,避免因操作不当或设备使用不当造成不必要的损失。在施工过程中,现代信息技术手段,如GPS定位与远程监控系统,能够借助来实时掌握设备的运行状态,确保设备效率的最大化。最后,合理安排设备的调度与租赁管理,设备闲置与资源浪费应避免,设备工作时应充分利用,从而提高资源利用率及经济效益。

3.4 充分发挥先进信息技术优势

充分利用先进信息技术的优势,是提升土木工程施工管理效率与质量的关键所在。随着科技的持续进步,信息技术在土木工程中的应用逐渐广泛,尤其是大数据、云计算、物联网以及人工智能等技术的深度融合,极大地变革了传统施工管理模式。BIM技术(建筑信息模型)能够在施工前模拟整个过程,潜在问题可预先识别,并优化设计与施工方案,从而确保各环节的协调性与可行性。在施工阶段,BIM技术还支持实时监控施工进度,及时调整和优化资源配置,防止因信息滞后导致的施工延误或成本超支。物联网技术则通过传感器与实时数据采集设备,施工现场的环境状况、设备运行以及人员安全得以监控,确保资源的高效利用,并加强安全管理的精确性。大数据分析使得项目管理者能够基于历史数据进行预测与决策,潜在风险得以识别,并及时采取应对措施,从而提升施工过程的预测性与可控性。同时,云计算技术提供了高效的信息共享平台,使得项目管理者、设计人员、施工团队及其他相关方能够实时访问与共享项目数据,确保信息的透明与即时流动。

3.5 土木工程施工管理中积极探索 BIM 技术

在土木工程施工管理中,积极引入并应用BIM(建筑信息模型)技术,是提升项目管理效率与质量的重要手段。通过构建项目的数字化三维模型,BIM技术将设计、施工及运营等各阶段的数据汇集到一个统一的平台,帮助管理人员深入理解并分析项目的各个方面^[4]。在施工阶段,施工进度的可视化能够通过BIM得以实现,整个施工过程被模拟,设计冲突及施工问题得以发现,并提前进行调整,从而避免现场施工时的返工与材料浪费,有效控制项目的时间与成本。与此同时,现场资源的管理也得以优化,实时调度与动态管理能够利用BIM技术对设备、材料及人力资源进行有效配置,资源的使用效率最大化,从而提升施工现场的协调性与工作效率。在实际施工过程中,BIM与物联网、传感器及无人机等信息技术相结合,实时数据监

控与现场管理得以进行,施工质量与安全得到确保。此外,项目参与各方之间的协作得到促进,实时数据的共享使得设计师、工程师、施工队伍及业主能够减少信息传递中的误差与延迟,从而保证项目管理的透明度与顺畅沟通。

3.6 强化合同管理

在土木工程施工管理中,合同管理的强化被认为是保证项目顺利推进及有效控制风险的核心手段。涉及的内容不仅限于项目的法律事务,还涵盖了资源的合理分配、责任的明晰以及项目目标的实现。合同签订时,条款的审查应特别细致,确保条款内容既清晰又完整,尤其是工期、质量标准、费用支付以及违约责任等方面,模糊或不明确的表述应被避免,这能够大大降低后续可能出现争议的风险。项目经理及相关管理人员需要对合同条款的细节进行深入理解,确保各方责任与义务被清楚界定,从而使得施工过程得以严格按照合同的要求执行。在合同履行过程中,合同执行情况应当得到定期跟踪与监督,问题一旦被发现,及时的处理措施将被采取,避免因管理疏忽导致合同违约或工程延误。项目变更的管理程序同样至关重要,所有变更必须依据合同规定的程序进行,以确保其合理与合法,避免因因此产生纠纷或导致成本超支。有效的合同管理不仅能有效防范施工过程中可能出现的风险,还能提高项目整体管理的水平,确保项目能够按时、按质地完成。

4 结语

通过深入分析土木工程施工管理中存在的种种问题,显而易见,施工效率与质量的影响,管理缺陷、技术应用不足以及监督不到位等问题普遍存在,同时也带来了安全隐患和经济损失。要解决这些问题,施工管理水平必须从根本上提升,并采取加强施工现场安全管理、完善管理机制、推动先进技术应用等多方面措施。只有通过各方协作与持续优化管理流程,遇到的施工挑战才能有效应对,工程项目才能确保顺利完成。希望本文的探讨能够为土木工程施工企业提供有益的参考,推动施工管理的不断改进,并促进行业的健康发展。

[参考文献]

- [1]陶雪花.土木工程施工管理过程中存在的问题探究[J].中国住宅设施,2024(2):181-183.
 - [2]常东升.土木工程施工管理过程中存在的问题及解决措施[J].建材与装饰,2018(12):202.
 - [3]檀东宁.浅谈土木工程施工管理过程中存在的问题[J].四川建材,2017,43(6):200-202.
 - [4]李彦博.土木工程建筑施工过程中项目管理存在的问题及策略研究[J].工程技术研究,2021,6(23):110-113.
- 作者简介:邵帅(1987.1—),男,毕业院校:吉林省建筑大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:吉林省信弘建设工程有限公司,职务:项目经理,职称级别:中级职称(土木工程)。

建筑幕墙工程施工全过程管理与控制研究

阴光华 江小奇 郭晨

沈阳远大铝业工程有限公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要]在城市发展建设过程中,幕墙作为提升建筑设计水平的关键元素,通过精心设计,不仅能改善建筑外观,还能对城市环境的整体水平产生积极影响。建筑幕墙通常位于室外高空,其施工水平和质量直接关系到城市建筑水平的提升和人民生命安全的保障。因此,为确保幕墙工程的顺利实施,必须对其施工全过程进行深入的分析和研究。文中重点探讨建筑幕墙工程的施工管理与控制,从而推动施工质量的有效提升,为我国城市幕墙建筑施工水平的提高奠定坚实的基础。

[关键词]建筑幕墙;幕墙施工;全过程管理;控制

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15998

中图分类号: TU82

文献标识码: A

Research on the Management and Control of the Whole Construction Process of Building Curtain Wall Engineering

YIN Guanghua, JIANG Xiaoqi, GUO Chen

Shenyang Yuanda Aluminum Engineering Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: In the process of urban development and construction, curtain walls, as a key element in improving the level of architectural design, can not only improve the appearance of buildings through careful design, but also have a positive impact on the overall level of urban environment. Building curtain walls are usually located at high altitudes outdoors, and their construction level and quality are directly related to the improvement of urban building standards and the protection of people's life safety. Therefore, in order to ensure the smooth implementation of curtain wall engineering, it is necessary to conduct in-depth analysis and research on the entire construction process. The article focuses on the construction management and control of building curtain wall engineering, in order to promote the effective improvement of construction quality and lay a solid foundation for the improvement of the construction level of urban curtain wall buildings in China.

Keywords: building curtain wall; curtain wall construction; whole process management; control

引言

随着城市化进程的加快,建筑幕墙作为现代建筑外立面的核心组成部分,逐渐被赋予了独特的魅力,并成为设计中的重要元素。幕墙不仅仅起到装饰作用,更多地承担着防护、隔热、抗风压、隔音等多重功能,使其在建筑结构中占据了不可或缺的地位。然而,幕墙工程的施工过程极其复杂,涉及到设计、材料选择、加工制造、安装等多个环节。每一个环节的质量控制,都直接影响着整个工程的质量与建筑安全。建筑幕墙的施工质量,决定了建筑的使用寿命,也关系着居住者的安全与舒适度。因此,如何在施工过程中实现有效的管理与严格控制,保障幕墙工程的质量与施工进度,已成为当前建筑施工中的重要课题。本文将深入分析建筑幕墙工程施工全过程中的管理与控制,重点讨论设计与材料管理、施工阶段的质量控制、安全管理及进度控制等方面,提出适应当前建筑发展趋势的管理策略。

1 建筑幕墙工程施工全过程管理与控制的重要性

建筑幕墙工程的施工全过程管理与控制,在保证工程质量、提升施工效率、确保安全性以及降低成本方面,具有重要的意义。作为建筑外立面的核心部分,幕墙不仅仅

承担装饰性功能,还需承受风荷载、温度变化、地震等外部因素的影响。因此,幕墙施工的每个环节,都必须进行严格的管理与精准的控制。施工质量,直接影响建筑的安全性与耐久性,任何细节的疏忽,都可能导致结构不稳定或引发安全隐患。通过精细化的施工管理,工程效率得以提高,资源浪费与施工周期得以减少,从而有效地控制项目成本。在实际施工中,幕墙的材料、尺寸、安装工艺等方面,对精度的要求极为严格,管理人员必须在各阶段加强质量检查与监督,确保每一环节都符合设计要求与相关规范。此外,幕墙施工通常涉及多个分包单位与技术人员的协作,如何协调各方力量、确保工序衔接顺畅,已成为全过程管理中的关键任务。复杂多变的施工现场环境,如气候因素、现场条件等,都需要灵活应对。全面的施工管理,不仅提升了整体施工水平,还能最大程度地保障建筑幕墙在使用过程中的稳定性与安全性,从而确保其长期的可靠性。

2 建筑幕墙施工前期的管理与控制分析

2.1 施工组织设计

施工组织设计是建筑幕墙施工前期管理与控制中的关键环节,其对项目的进度、质量、安全以及成本控制具有重要的影响。该设计的核心目标,在于确保施工过程中高

效、顺畅,合理调配资源,优化施工方案,尽量降低施工过程中可能存在的风险。在制定施工组织设计时,施工的总目标与要求需明确,工程的规模、复杂性及设计特点应综合考虑,并科学规划施工步骤与流程。施工组织设计应详细列出各项工序的具体安排,包括施工人员、机械设备、材料的调配与使用方案。此外,现场的安全管理、质量管理、环保措施以及应急预案,亦需考虑,确保施工过程中不发生安全事故或质量问题。施工组织设计,还需综合考虑工期要求,通过合理安排各项工序、优化资源配置,确保每一环节都能高效执行。在实际操作中,施工组织设计应与现场实际情况紧密结合,定期进行检查与调整,并灵活应对施工过程中可能出现的突发状况或技术难题。

2.2 严格审核施工图纸

严格审核施工图纸,是建筑幕墙施工前期管理与控制中至关重要的一步,它直接影响施工过程的精准度、质量与安全性。在幕墙施工过程中,施工图纸作为关键的技术依据,涵盖了整体幕墙设计、构件尺寸、连接方式等基本信息,同时还涉及材料选择、荷载计算、防火防水要求等细节。确保施工图纸的准确性与完整性,对于工程的顺利进行至关重要。项目管理人员,应对施工图纸进行细致审核,确认设计图纸中没有遗漏或错误,并确保设计方案与实际施工条件相符,从而避免设计变更或遗漏导致的施工返工^[1]。在审核过程中,技术人员应重点关注图纸中的细节部分,如连接节点的设计、支撑结构的强度要求以及预埋件的配置,确保所有设计元素符合实际施工需求。图纸中的尺寸、公差及标注等,也应进行核对,确保与施工现场的实际情况相匹配,避免因尺寸误差导致幕墙构件无法正确安装或安装不当。此外,图纸审核,还需对照相关规范与标准,确保所有设计方案符合国家及行业要求。图纸审核不仅要注重技术细节,也要关注图纸与施工现场条件的协调性,确保施工方案具备可操作性与可行性。

2.3 材料质量控制

要做好建筑幕墙施工前的管理与控制,管理人员需特别重视施工材料的质量控制。建筑幕墙使用的材料种类繁多,其中钢材和铝材是主要材料,用于制作幕墙的主体框架。由于幕墙需要承受较大的荷载,因此,所选材料的各项性能指标必须严格符合设计要求和相关标准。建筑幕墙施工材料主要分为面板材料和黏结材料,其中面板材料受外部因素(如温度变化、风荷载等)影响较大,因此对其结构力学性能的要求较高。在施工过程中,管理人员需确保面板材料在使用时,能够保持工程结构的稳定性。黏结材料包括结构胶、密封胶、防火胶等,施工人员使用这些胶黏剂将玻璃、石材等材料连接起来,从而提高幕墙结构的稳定性和抗震性。为了确保幕墙施工质量,管理人员还应在施工前对所有材料进行质量检测,并进行取样测试,只有测试合格后,材料才能正式投入使用。

3 建筑幕墙施工阶段的管理与控制分析

3.1 施工安全的管理与控制

建筑幕墙施工阶段的安全管理与控制,是至关重要的内容,直接影响施工人员的生命安全、工程质量以及施工进度的顺利推进。由于幕墙工程涉及高度作业、重型设备的使用以及多种复杂工艺,施工现场存在较大的安全风险,因此,必须采取严格的安全管理措施,以确保施工过程中的安全性。在施工前,所有施工人员,需接受安全培训,确保其熟悉施工现场的安全操作规程,掌握相关安全设备的使用方法,并具备应对突发事件的能力。同时,施工现场,应安排专门的安全管理人员,负责定期巡查,及时发现并消除潜在的安全隐患,避免不安全行为的发生。在施工过程中,重点应加强对高空作业、吊装作业以及危险化学品使用等环节的安全管理,确保吊装设备、起重机等机械符合安全标准,且得到定期检修与维护。此外,应合理设置安全防护措施,如临时围栏、警示标识以及个人防护装备的使用等,以保护施工人员的安全^[2]。施工现场,还应定期进行安全检查与隐患排查,建立完善的安全记录档案,确保各项安全措施落实到位,做到问题及早发现并解决。在遇到突发安全事件时,需有详细的应急预案,确保能迅速反应并采取有效措施进行处理,从而最大程度地减少事故发生的概率及其造成的损失。

3.2 预埋件安装

预埋件的安装,在建筑幕墙施工中占据着重要地位,直接关系到幕墙结构的稳定性、承载能力以及与主体结构连接效果。通常,预埋件由镀锌钢板或不锈钢材料制成,安装在建筑物主体结构中,为幕墙支撑系统提供稳定基础。预埋件的安装,必须严格遵循设计图纸要求,确保其位置、数量、尺寸和承载能力与设计标准完全一致。在施工前,预埋件的设计,必须进行详细审查,确认其材质、规格以及安装位置与建筑结构及幕墙设计的匹配情况。安装过程中,应使用精确的测量工具,如全站仪、水准仪等,确保预埋件的精确定位,避免因位置偏差导致幕墙安装出现错位或受力不均的情况。安装完成后,需进行严格的质量检查,检查预埋件的焊接质量、固定方式及其抗拔、抗剪等力学性能,确保其能承受幕墙荷载的要求。在安装过程中,与其他施工工序的协调,应做好,保证预埋件的安装不受进度影响,并避免其他施工环节对其精度与安装质量的干扰。对于复杂幕墙结构或特殊需求的工程,可能需要使用可调节预埋件,以便在施工过程中调整其位置,确保幕墙的精度与稳定性。

3.3 施工进度管理与控制

在建筑幕墙施工阶段,施工进度管理与控制,起着至关重要的作用,直接影响到项目的工期、成本控制以及资源的合理调配。由于幕墙施工涉及多个环节和复杂工艺,进度管理显得尤为关键。项目团队,需依据施工图纸、设

计要求以及整体工程进度,制定详尽的施工进度计划,科学安排各个环节的工作内容和工期。进度计划,必须考虑天气变化、材料供应、人员配备及施工设备等外部因素,确保施工过程中不会因不可控因素而导致工期延误。在施工过程中,管理人员需通过实时监控与反馈机制,对进度进行控制^[3]。各项任务的完成情况,管理人员应定期检查,及时发现问题并采取纠正措施,避免施工滞后的情况发生。例如,在幕墙的支撑结构安装、面板安装等关键环节,必须设定明确的时间节点,确保各工序之间的衔接顺畅,避免某一环节的延误影响后续施工。为了精确控制进度,现代化管理工具,如BIM技术、进度管理软件等,可以用于动态跟踪与调整,通过数据分析预测施工进度中的潜在风险,提前采取预防措施。此外,施工进度控制,还需对施工人员与设备进行有效管理,确保施工队伍能够按时、按质完成各项任务,保障施工计划的顺利实施。

3.4 防火、防雷工作

在建筑幕墙施工阶段,防火与防雷工作,是确保工程安全性的重要组成部分,直接关系到建筑物的使用安全以及人员生命财产的保护。作为建筑物的外立面围护结构,幕墙的面板材料,如玻璃、铝合金、石材等,具有不同的防火性能,因此,施工过程中,必须严格控制材料的选择,确保其符合国家及地方的防火安全标准。在防火方面,选用符合防火等级要求的幕墙面板材料,应当严格进行质量验收。同时,幕墙的框架、支撑结构等部件的连接处,也需要进行有效的防火处理,以确保火灾发生时,幕墙系统能够有效阻止火势蔓延。此外,所有施工现场的电气设备与工具安装及使用,必须符合防火规定,以避免电气故障引发火灾。针对防雷工作,幕墙结构,需要与建筑主体的防雷系统有效连接,确保在遭遇雷击时,雷电流能够通过预设的避雷设施迅速引入地下,从而避免雷电对建筑幕墙及其支撑结构的损害。防雷设施的设计与施工,需根据建筑的高度、位置等因素进行合理布局,以确保系统的可靠性与有效性。在整个施工过程中,定期进行安全检查,是必要的,确保防火与防雷措施的有效实施,避免因忽视细节而造成安全隐患。

4 建筑幕墙施工完成后的管理与控制分析

建筑幕墙施工完成后的管理与控制,是确保建筑物长期稳定、安全以及环保性能的重要环节。施工完成后,必须进行严格的质量验收与系统检测,以确认幕墙工程是否符合设计要求及相关规范标准。在验收过程中,幕墙的整体结构,需进行详细检查,确保安装位置、尺寸、垂直度、

水平度等符合设计要求,避免由于安装误差或不精确操作而导致结构安全隐患。所有连接部位的紧固件、预埋件等,也需重新检查,确保安装牢固且无松动,以防在后期使用过程中出现潜在的安全问题。此外,幕墙的功能性指标,如防水性、气密性、水密性及隔热性等,必须经过严格的检测,确保其密封性能符合设计标准,避免水分渗漏或空气泄漏影响建筑内部环境及舒适度^[4]。对于特殊类型的幕墙系统,如光伏幕墙或智能幕墙等,其特殊功能,也应进行测试与调试,确保技术性能及操作性能达到预期效果。幕墙系统验收,亦应包括对抗风压、抗震等相关安全性能的检测,确保幕墙在极端天气或灾害事件中的表现符合安全标准。验收合格后,施工单位,应向建筑管理方交接详细的操作与维护手册,以指导日常维护与保养工作。最后,幕墙施工完成后的管理,还包括定期检查与维护,确保幕墙系统的稳定运行,延长使用寿命,同时保障建筑的安全性与美观性。

5 结语

本文深入探讨了建筑幕墙工程施工全过程的管理与控制,涵盖了从前期设计、材料选择、施工实施到后期验收的各个环节,突出了精准施工与严格质量控制在整个过程中的关键作用。建筑幕墙,不仅影响建筑的外观与功能,其安全性与耐久性同样至关重要。全面提升幕墙施工管理水平,确保各个环节的有效衔接与精确执行,显得尤为迫切。随着建筑技术的不断创新及施工标准的逐步完善,未来的建筑幕墙工程,将在更智能化与高效化的施工模式下迎来新的发展机遇。希望,本文的研究成果,能够为行业提供有益的参考,推动建筑幕墙施工质量的进一步提高,并为我国建筑行业的可持续发展作出积极贡献。

[参考文献]

- [1] 卓新凯. 建筑幕墙工程施工全过程管理与控制研究[J]. 房地产世界, 2022(19): 78-79.
 - [2] 付光文. 基于全过程的建筑幕墙工程施工控制与管理研究[J]. 门窗, 2017(10): 7-13.
 - [3] 刘斌, 丁伟, 刘梦. 基于全过程的建筑幕墙工程施工控制与管理研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2024(5): 106-108.
 - [4] 吴礼莲, 俞浙东, 吴江, 等. 基于全过程的建筑幕墙工程施工控制与管理研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(32): 46-48.
- 作者简介: 阴光华(1982.2—), 毕业院校: 东北大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 沈阳远大铝业工程有限公司, 职务: 幕墙设计, 职称级别: 中级工程师。

建筑工程管理的重要性与实施途径的探讨

唐新蕾

山东中盛项目管理有限公司, 山东 烟台 264001

[摘要] 工程管理是一个涵盖整个生命周期的管理过程, 涉及建筑工程从项目决策、设计、施工到运营维护的各个阶段。此文阐述了建筑工程管理在项目建设中的关键作用, 并深入分析了实施施工管理的路径。希望能够为建筑行业相关企业或部门提供理论指导, 帮助他们充分认识建筑工程管理的重要性, 从而为项目的安全、质量以及投资效益提供有力保障。

[关键词] 建筑工程管理; 重要性; 实施途径; 策略

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15986

中图分类号: TU71

文献标识码: A

Discussion on the Importance and Implementation Approaches of Construction Project Management

TANG Xinlei

Shandong Zhongsheng Project Management Co., Ltd., Yantai, Shandong, 264001, China

Abstract: Engineering management is a management process that covers the entire lifecycle of a construction project, involving various stages from project decision-making, design, construction to operation and maintenance. This article elaborates on the key role of construction project management in project construction and provides an in-depth analysis of the path to implementing construction management, so as to provide theoretical guidance for relevant enterprises or departments in the construction industry, helping them fully understand the importance of construction project management, and which providing strong guarantees for the safety, quality, and investment benefits of projects.

Keywords: construction project management; importance; implementation approaches; strategy

引言

在确保项目顺利实施中, 建筑工程管理扮演着至关重要的角色, 且直接影响着项目的进度、质量、安全以及成本控制等多个方面。随着城市化进程不断加快, 以及建筑行业的不断发展, 项目的规模与复杂性已日益增加, 传统的管理模式已逐渐无法满足现代建筑工程日益多样化的需求。为了应对这些挑战, 创新和优化建筑工程管理成为必然, 借助先进的管理方法与技术, 提升管理水平是当务之急。本文重点讨论建筑工程管理的重要性, 分析当前管理模式中存在的主要问题, 并提出相应的改进措施, 旨在为建筑行业的可持续发展提供理论依据与实践指导。通过提升建筑工程管理的科学性与精细化水平, 项目的高效实施能够得到有效保障, 成本将得以降低, 质量与安全性也将提升, 推动建筑行业迈向现代化发展。

1 建筑工程管理的重要性

1.1 确保施工进度

施工进度, 作为建筑工程管理中的核心目标之一, 对项目的整体进展、投资回报及社会效益有着直接的影响。多个环节与工序在建筑工程中涉及, 如土建施工、安装工程、装修工程等, 任何环节的进度滞后都可能导致整体项目的推进受到影响。因此, 对进度控制而言, 科学合理地管理至关重要。在此过程中, 制定详细的施工进度计划为关键, 合理安排各工序的衔接是必须的, 确保资源得以高效配置, 从而避免因材料短缺、设备故障或人员调度不当等因素所导致的工期延误。此外, 施工进展需由工程管理人员进行密切监控,

并通过信息化手段实现动态跟踪, 及时识别并处理可能影响施工进度的风险因素, 如天气变化、技术难题或突发事件。与此同时, 高效的施工组织和良好的沟通协调机制, 也是确保进度的必要条件。通过定期的项目协调会议, 各方之间合作将被加强, 确保各施工单位能够按预定计划顺利推进工程。

1.2 满足质量标准

质量标准的达成, 作为建筑工程管理中的关键目标之一, 对工程的安全性、耐久性与使用功能有着直接影响。建筑工程质量标准不仅包括国家与行业的相关规范, 还涉及合同约定及业主的期望。因此, 确保工程顺利交付的决定性作用, 便由科学合理的质量管理体系所承担。在施工前, 严格执行材料与设备的进场检验制度是必须的, 确保所有材料、施工工艺及设备符合设计要求及质量标准, 从源头上保障工程的整体质量。在施工过程中, 必须建立完善的质量管理体系, 严格控制施工技术, 确保施工操作严格按照施工图纸、工艺标准及规范进行, 避免因工艺缺陷、偷工减料或操作不当而引发的质量问题。同时, 巡查与抽检应由现场管理人员加强, 利用现代检测技术对关键部位进行实时监控, 及时发现并处理潜在的质量隐患, 从而减少返工及后期修复带来的成本浪费与工期延误。为了确保质量的有效管理, 还应建立完善的质量责任制度, 明确每个环节、每位管理人员及施工人员的质量责任, 确保质量管理工作能够形成闭环, 做到环环相扣, 责任明确到人^[1]。最后, 在工程竣工验收阶段, 验收标准的严格执行是必要的, 确保各项施工质量指标符合设计要求, 并建立完整的

质量档案，为后期的维护与运营提供坚实的基础。

1.3 降低工程成本

工程成本的降低，作为建筑工程管理中的重要目标之一，对项目的经济效益与企业的市场竞争力具有直接的影响。通过科学合理的管理措施，能够在确保工程质量与施工进度的前提下，有效地实现成本控制。在工程筹划阶段，详细的成本预算与经济分析应当进行，施工方案应合理优化，性价比高的材料与技术应当选用，以避免不必要的资金浪费。在施工过程中，对资源的管理需加强，人力、材料与设备的合理调配应当进行，减少闲置与浪费，同时，精细化的施工组织应当通过降低返工率与材料损耗，来提升效率。现代信息化与智能化技术的应用，如BIM（建筑信息模型）技术与大数据分析，也能够精准地控制成本，优化供应链管理，从而提升施工效率。除了技术管理，严格的合同管理与资金监管同样至关重要。通过合理的招标采购与成本审核，避免管理不善、资金流失或不合理变更所引发的额外开支。

1.4 保障安全生产

安全生产的保障，作为建筑工程管理中的核心目标之一，直接关系到施工人员的生命安全、工程的顺利实施以及企业的社会责任。高空作业、机械操作、深基坑施工等高风险环节，在建筑施工过程中涉及，若安全管理不到位，事故的发生是容易的，人员伤亡与经济损害也可能随之发生。为此，建筑工程的安全管理体系必须科学完善。在施工前，完善的安全管理制度应当建立，明确每个岗位与人员的安全责任，并通过强化安全教育与培训，提高施工人员的安全意识与应急处置能力。在施工过程中，安全技术交底制度的严格执行是必须的，确保施工人员熟悉操作规程，并佩戴合格的安全防护装备。同时，现场安全巡查应当加强，特别是在脚手架搭设、起重设备使用、电气安全等关键环节上进行重点监管，及时排查并消除安全隐患。现代化的安全管理技术，如智能监控系统与物联网感知设备，也应在施工现场得到广泛应用，从而实现安全风险的实时监测与预警，提升安全管理的科学性与精准度。最后，安全事故应急预案应当建立健全，一旦突发情况发生，能够迅速响应并有效处置，从而最大限度地减少人员伤亡与财产损失。

2 分析建筑工程管理的问题

2.1 管理机制不够完善

在建筑工程管理中，许多公司已经认识到其重要性，并根据自身的实际情况建立了合理的管理机制。然而，这些管理机制仍存在一定的不足，尚未完全健全。建筑工程管理体制的不完善，主要体现在一些公司为了降低管理成本，未能建立健全的管理体系。例如，部分公司存在工程管理人员兼任多个职位的情况，这导致许多部门的职能无法得到充分发挥，甚至可能影响建筑工程管理的工作效率和员工积极性，进而影响公司的经济效益。

2.2 信息化水平不高

当前，建筑工程管理中的信息化水平普遍较低，施工管理的效率与精准度因此受到了严重影响。仍有许多建筑

企业依赖传统的管理方式，例如纸质记录、人工数据统计与现场口头汇报，这些方式导致信息传递延迟、数据更新滞后，从而对工程进度及决策的科学性产生了负面影响。此外，施工现场的各类信息，如材料使用、设备运行状态、人员调度等，未能进行统一的信息化平台集成管理，信息孤岛现象因此产生，各部门之间的沟通协调也变得困难，进而增加了管理的复杂性与误差风险。尽管一些企业已尝试引入建筑信息模型（BIM）、物联网监测等先进技术，但由于技术应用水平有限、数据整合能力不足，这些技术未能充分发挥信息化管理的优势^[2]。再者，建设与维护信息化系统需要较高的资金投入与技术支持，一些企业由于信息化发展的推动力不足，导致管理模式仍停留在低效、分散的状态，从而制约了建筑工程管理的现代化与精细化水平。

2.3 质量管理和安全管理有漏洞

在建筑工程管理中，质量管理与安全管理的漏洞问题，已成为突出问题，直接影响了工程的稳定性、使用寿命及施工人员的生命安全。由于管理体系不完善或执行不严密，许多建筑项目在施工过程中常常出现质量缺陷，如混凝土强度不足、钢筋绑扎不符合规范、防水层施工不达标等。这些问题不仅影响建筑物的结构安全，甚至可能导致后期维护成本的增加，或缩短建筑的使用寿命。同时，安全管理方面也暴露出不少漏洞，例如施工现场的安全防护措施不到位、高空作业人员未佩戴安全装备、机械设备操作不规范等，这些隐患频繁发生，严重威胁施工安全。此外，一些施工单位可能为了追求工期或降低成本，忽视了质量控制与安全防护要求，导致工程质量不合格或安全事故频发。在监管方面，部分项目的质量检查与安全巡查流于形式，缺乏有效的监督机制，致使施工过程中的问题未能得到及时发现与整改，进一步加剧了质量与安全管理的风险。

2.4 缺乏建筑工程管理的人才

在建筑工程管理中，普遍存在着专业人才的短缺问题，工程项目的管理效率与施工质量因此受到严重影响。建筑工程管理所涵盖的施工进度控制、质量管理、安全监管、成本控制等多个领域，都需要具备丰富专业知识与实践经验的管理人员。然而，在配备工程管理人员时，许多企业存在不足，部分管理人员未经系统的专业培训，缺乏实践经验，导致项目管理过程中难以做出科学合理的决策。此外，随着建筑行业技术的不断发展，信息化与智能化管理手段逐渐被应用，但许多从业人员对BIM技术、智能监测系统新兴技术的掌握尚显不足，无法满足现代工程管理的需求。建筑工程管理的工作强度大、责任重大，一些优秀人才常常更倾向于选择其他行业或转向管理压力较小的岗位，致使行业内人才流失，进一步加剧了管理人才短缺的问题。

3 建筑工程管理的实施途径

3.1 完善管理机制、健全管理制度

提升建筑工程管理效率、确保工程质量与安全的重要基础，是完善管理机制与健全管理制度。随着建筑行业的复杂性增加，以及竞争愈发激烈，单一依赖传统管理方式，已无

法适应现代建筑工程的需求。尤为重要的是,建立系统化、科学化的管理机制。该机制应涵盖项目的各个阶段,包括前期规划、设计、施工、验收以及后期维护等,确保每一环节都设有明确的管理目标与操作标准。管理机制应明确各参与方的职责与权限,确保部门之间的协作顺畅,避免职能重叠或缺失,从而减少管理盲区和重复劳动。多个方面,如进度、质量、安全、成本等,需涵盖在健全的管理制度中,制定具体的操作规范与控制流程,对项目实施的全过程进行细化与约束。例如,在施工阶段,明确的施工计划、质量标准、安全操作规程及风险防控措施应设定,并建立严格的监督考核机制,确保各项管理制度的有效执行。随着技术的进步,信息化与智能化手段的应用应融入到管理机制中,利用BIM技术、项目管理软件等实现实时监控、信息共享与决策支持,从而提升项目管理的精准性与响应速度^[3]。此外,灵活性与前瞻性,设计应具备管理制度,能够根据不同项目的特点、法律法规变化以及市场环境的变化进行调整与优化,确保管理机制在长期运行中仍然有效,能够适应行业的发展需求。

3.2 强化信息技术的应用

在提升管理效率和精确度的关键途径中,强化信息技术在建筑工程管理中的应用至关重要。随着信息技术的快速发展,尤其是BIM(建筑信息模型)、物联网、大数据及云计算等技术的广泛应用,建筑工程管理朝着数字化、智能化的方向不断发展。更加高效的资源配置、更加及时的信息共享、更加精准的进度与质量控制,得以实现,通过这些先进技术的应用。建筑项目的设计、施工与运营各个阶段能够实现虚拟建造,BIM技术的引入,使得。通过三维建模与实时数据更新,项目团队有效预测潜在问题、优化设计方案、减少设计变更,从而节省时间与成本,提升项目整体质量。实时采集施工现场的环境数据、设备状态与材料使用情况,物联网技术通过传感器和监控设备实现,为施工过程中的各个环节提供及时反馈与监控,避免人工检查的盲区,提高现场管理精准性与响应效率。信息共享与协同工作实现,云计算平台的应用使得项目各方,随时获取项目进展与数据,无论团队成员身处何地,便于做出快速决策与处理问题。

3.3 加强监控和安全教育

在确保建筑工程顺利实施的重要措施中,加强监控及安全教育不可或缺,尤其是在提升施工现场的安全性、降低事故发生率以及保障工人生命安全方面,具有至关重要的作用。建筑工程施工过程中,普遍存在安全风险,从高空作业到机械设备操作,再到复杂的施工工艺,潜在的安全隐患,每一个环节都可能带来。因此,尤为关键的是建立健全的安全监控系统,现代科技手段如视频监控、传感器及智能预警系统,能够实时监控施工现场的关键环节,确保在安全隐患出现时,迅速识别并采取应对措施,从而避免事故的发生。通过数据分析,监控系统还能优化现场管理,提升资源配置效率及安全管理水平。此外,事故防范的根本,是安全教育,施工单位应定期组织安全培训,

增强工人的安全意识及操作技能,使得他们掌握必要的安全知识及应急处理能力,进而提高辨识危险源的能力。每个岗位的工人需进行详细的安全技术交底,在施工前,确保他们明确自己的职责、掌握安全操作规范及应急响应流程。在此基础上,安全演练及应急响应训练,项目管理团队还应定期开展,通过模拟实际事故场景,提升员工的应急响应速度与团队协作能力,确保在发生突发事件时,能够迅速应对,将人员伤害和财产损失降到最低。

3.4 加强对建筑工程管理人才的培训

提升建筑工程管理人才的培训水平,是提高管理效果与确保项目高效且安全实施的关键所在。随着建筑行业的不断发展与技术的快速进步,逐渐无法适应日益复杂建筑项目需求的传统工程管理模式,已成为显而易见的问题。因此,显得尤为必要的是,培养具备现代管理理念与技能的高素质人才。建筑工程管理人才,必须具备扎实的管理理论基础与专业技术知识,涵盖项目管理、财务管理、合同管理、质量控制等多个领域^[4]。通过定期组织专业培训、技术与学术交流与学术研讨,管理人员的理论水平与实际操作能力,能够得到有效提高。随着信息技术的普及,建筑工程管理人员还应掌握最新的数字化工具与技术,如BIM技术、项目管理软件及大数据分析等,以提升其在复杂项目中的统筹协调能力与信息化管理水平。同时,人才培养不仅要关注技术层面的提升,还应着眼于综合管理能力的培养,增强团队协作、沟通协调以及决策能力等方面的素质。这将有助于提升整体项目管理的效率与效果,从而确保工程顺利进行。

4 结语

在建筑工程管理中,确保项目顺利实施的关键,正是在于科学的管理方法与高效的执行力。通过完善管理体系、加强信息技术应用、强化安全管理措施与培养专业人才等手段,建筑工程管理水平,能够显著提升,从而确保项目在质量、进度、安全与成本控制方面,预期目标得以实现。随着建筑行业不断向高科技和信息化方向发展,建筑工程管理,面临着日益复杂的挑战与机遇。只有通过持续创新管理模式与优化各项管理流程,才能更好地应对不断变化的工程环境,推动建筑行业的持续与稳定发展。

[参考文献]

- [1]王雅. 建筑工程管理的重要性与实施途径的探讨[J]. 大众标准化, 2025(2): 85-87.
 - [2]迟玉梅, 杨琳. 建筑工程管理的重要性与实施途径分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(36): 67-69.
 - [3]杨曼. 建筑工程管理的重要性与实施途径分析[J]. 陶瓷, 2023(2): 185-187.
 - [4]黄华洪. 建筑工程管理的重要性与实施途径分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(30): 43-45.
- 作者简介: 唐新蕾(1995.8—), 2020年毕业于中国石油大学(华东)土木工程专业, 当前就职单位: 山东中盛项目管理有限公司, 职务: 职员。

公路工程机械施工技术及安全管理要点分析

李泽军

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 石河子 325509

[摘要] 公路工程作为国家基础设施建设的核心组成部分, 其中机械施工技术和安全管理是确保工程顺利进行和质量可靠的重要保障。随着科技的不断发展和工程技术的不断创新, 公路工程机械在施工中的作用愈加突出。有效的施工技术和安全管理措施在保障施工效率、提高工程质量及确保安全方面发挥着至关重要的作用。文中深入探讨了公路工程机械施工技术及其安全管理的关键要点, 旨在为公路工程建设提供坚实的技术支持和安全保障。

[关键词] 公路工程; 机械施工技术; 安全管理; 要点分析

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15985 中图分类号: U415.1 文献标识码: A

Analysis of Construction Technology and Safety Management Points for Highway Engineering Machinery

LI Zejun

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Shihezi, Xinjiang, 325509, China

Abstract: Highway engineering, as a core component of national infrastructure construction, includes mechanical construction technology and safety management as important guarantees to ensure the smooth progress and reliable quality of the project. With the continuous development of technology and innovation in engineering technology, the role of highway engineering machinery in construction has become increasingly prominent. Effective construction techniques and safety management measures play a crucial role in ensuring construction efficiency, improving project quality, and ensuring safety. The article delves into the key points of construction technology and safety management for highway engineering machinery, aiming to provide solid technical support and safety guarantees for highway engineering construction.

Keywords: highway engineering; mechanical construction technology; safety management; key analysis

引言

随着我国基础设施建设的持续推进, 公路工程在国家经济发展中扮演着至关重要的角色。在这一过程中, 机械施工技术的广泛应用, 不仅大幅提升了施工效率与工程质量, 也带来了安全管理方面的诸多挑战。公路工程施工过程中涉及的机械设备种类繁多, 如挖掘机、压路机、沥青摊铺机等, 这些设备的精确操作和高效运行为工程的顺利完成提供了有力保障。然而, 正是由于机械施工技术的高效性与复杂性, 施工过程中的安全管理面临着更高的要求。必须严格控制设备的运行状态, 避免设备故障、操作失误以及其他潜在风险, 从而确保施工人员与设备的安全。本文旨在深入分析公路工程机械施工技术与安全管理的关键要点, 探讨施工中常见的安全问题, 并提出针对性的优化措施。通过对这些内容的全面分析, 本文期望为提高施工质量与保障安全提供理论依据与实践指导, 从而为未来公路工程项目的顺利推进奠定坚实的基础。

1 公路工程机械施工安全管理的重要性

公路工程机械施工的安全管理至关重要。随着公路建设规模的不断扩大, 机械化施工已成为提升施工效率与降低人工成本的关键手段。然而, 公路工程机械的高复杂性与高风险性, 使得安全管理在施工过程中无法忽视。机械

操作不当、设备故障及现场管理不到位等问题, 若未能及时发现与解决, 可能导致安全事故的发生, 严重时甚至会造成人员伤亡与设备损坏, 从而影响工程进度与质量。有效的安全管理措施不仅能保障施工人员的生命安全, 还能有效减少事故带来的工程延误与经济损失。在公路施工过程中, 机械设备通常处于高负荷状态下长期工作, 若安全管理不到位, 不仅施工风险会大幅增加, 还可能对周围环境造成不良影响, 如噪声污染与扬尘等。因此, 建立健全的安全管理体系, 严格遵循操作规程与安全标准, 并定期开展安全检查与培训, 已成为确保公路工程顺利实施、提高施工质量与保障施工安全的关键。安全管理不仅仅是对突发问题的应对, 更是预防措施落实, 它是确保工程高效顺利完成的根本保障。

2 公路工程机械施工技术要点

2.1 挖掘机施工技术

在公路工程中, 挖掘机是关键设备, 特别是在土方开挖、地基处理及道路改扩建等项目中, 发挥着至关重要的作用。挖掘机施工技术的核心, 不仅在于确保设备高效运行, 同时还需保证施工质量, 避免对施工人员及周围环境带来安全隐患。在操作时, 土方量必须根据施工方案精确估算, 机械需合理配置, 并选用合适型号和规格的挖掘机。

操作人员应具备熟练的驾驶技术以及丰富的现场经验,掌握在不同地质条件下的挖掘技术要求。在作业过程中,机械的稳定性必须确保,避免因操作不当而引发翻车或设备损坏。施工中,挖掘机的工作状态需时刻关注,设备需定期检查,确保液压系统、电气系统、发动机等核心部件正常运行,从而降低设备故障及事故发生的概率。同时,挖掘机应与其他设备协同工作,施工顺序应合理安排,以避免重复劳动及资源浪费。在安全管理方面,操作人员在作业前必须接受详细的安全交底,确保施工现场符合相关安全规定。为了提高施工效率并减轻对环境的影响,建议选用环保型挖掘机,并加强现场的扬尘控制,减少对周边环境的污染。通过这些措施,施工的整体效能得到提升,施工过程中的安全与环保要求亦得以保障。

2.2 压路机施工技术

压路机在公路工程中发挥着至关重要的作用,主要用于压实路基、路面、沥青层及其他土木工程中各种材料的密实工作。选择合适类型的压路机是施工的关键,根据路基土质、压实要求以及不同施工阶段的特点,静态压路机、振动压路机等不同设备类型应被合理选择。操作人员必须具备专业的技能,掌握压实过程中的技术要点,以确保压实效果符合设计标准。在施工过程中,压路机的工作顺序与施工路线应根据施工方案合理安排,避免出现重复压实或遗漏区域,确保压实过程中的均匀性与密实度^[1]。压实作业时,控制压路机的行驶速度与振动频率至关重要,过快的行驶速度或过高的振动频率可能导致压实不均,进而影响路面质量。同时,压路机的轮压与轮重配置也需合理调配,过轻或过重的配置将影响最终的压实效果。确保轮胎与滚筒的工作状态良好,避免设备失衡或不稳定,从而影响施工质量。定期对压路机进行检查与维护,确保液压系统、发动机、传动系统等核心部件正常运转,有助于有效防止设备故障造成施工延误或质量问题。在施工现场,安全规范必须严格遵守,尤其是在复杂地形或狭小空间内,以保障操作人员的安全。同时,为减少扬尘污染,洒水等措施应在施工过程中采取,降低对周围环境的负面影响。

2.3 沥青摊铺机施工技术

沥青摊铺机在公路工程中承担着摊铺沥青混凝土的任务,其主要目的是确保路面平整、密实,并使路面质量达到设计标准。沥青摊铺机的施工技术关键,不仅在于施工组织的合理性,还在于摊铺过程的精准控制以及设备的良好操作与维护。在选型时,应根据工程的规模、施工路段的宽度与厚度要求以及所用沥青混合料的类型,摊铺机的选择应合理。施工前,摊铺机必须进行全面的检查,液压系统、电气系统、传动装置及铺料系统等部件的正常运行,必须得到重点检查与确认。摊铺作业中,操作人员应严格控制摊铺机的行驶速度、摊铺厚度与宽度,以确保摊铺均匀,避免因摊铺不均或压实不充分导致路面质量问题。为了保证摊铺质量,摊铺机与压路机之间的配合至关重要,

二者必须保持适当的距离,以便压路机能及时对沥青层进行压实,避免沥青过早冷却而影响压实效果。在摊铺过程中,沥青混合料的温度控制也必须特别注意,确保其在合理的范围内。过低的温度将影响沥青的流动性与黏结性,从而降低摊铺质量。摊铺机的工作幅度及摊铺厚度需根据路面设计要求精确调整,以确保各部分厚度符合标准。此外,施工环境中的湿度与气温也需控制,以减少温度波动对沥青质量的负面影响,确保摊铺质量的稳定。

3 公路工程机械施工安全管理常见问题

3.1 人员素质待提高

目前,部分施工人员的文化水平较低,缺乏专业的施工知识,安全意识和综合素养较弱。同时,对先进机械设备的操作规范了解不足,容易导致误操作,从而引发设备故障。此外,公路施工中,大多数机械设备来自第三方租赁公司,这种情况可能使施工人员对设备的维护与管理重视不足,进而增加安全隐患。与此同时,部分管理人员的职业素养也较低,导致在日常工作中未能有效落实相关管理措施,进一步影响了安全管理水平。

3.2 安全管理体系待完善

在公路工程机械施工中,安全管理体系的建设仍存在一定的不足,这直接影响到施工现场的安全保障。目前,安全管理方面存在缺乏系统性与规范性的问题,许多项目未能建立完善的安全管理框架及明确的责任分工,导致安全措施在各施工环节未能得到有效执行^[2]。此外,安全管理人员的职责与权限不清晰,安全检查与监督力度不足,许多潜在的安全隐患未能及时发现与处理。部分项目在安全管理制度执行上存在明显漏洞,个别施工环节的安全规范未得到严格执行,且安全教育与培训不到位,造成部分操作人员的安全意识薄弱,违规操作现象较为严重。安全管理体系的动态更新与反馈机制也未能完善,随着施工环境与技术的变化,一些安全措施未能及时调整或完善,这进一步加大了安全管理的难度。

4 公路工程机械施工安全管理要点

4.1 提高人员综合素养

提高施工人员的综合素养是公路工程机械施工安全管理的关键,它直接影响施工过程中的安全性、效率及质量。施工人员的专业技能是确保安全施工的基础,操作人员必须具备扎实的机械操作技术,熟悉各种机械设备的工作原理、操作流程以及日常维护要求。除了基本操作技能外,较强的应变能力也应具备,操作人员应能够迅速处理设备故障、应急情况及设备调试等问题,以应对施工中可能出现的各种突发情况。安全意识的增强同样至关重要,施工人员应培养强烈的安全责任感,意识到每一个操作步骤对施工安全的影响。定期开展安全教育与技能培训,结合理论学习与实际操作演练,将有助于提高施工人员对安全法规、操作规程以及潜在风险的认识,从而在实际作业中自觉遵循安全规范,避免违章操作与不规范行为的发生。

除了技术与安全意识的培养,人员综合素养的提升还应包括团队协作与沟通能力的锻炼。在复杂的公路工程施工环境中,顺利完成工作的前提是团队成员之间的密切配合。有效的沟通能力,必须具备每个团队成员,以确保信息及时、准确传达,保证各施工环节顺利衔接。此外,面对突发安全事故或施工意外时,施工人员的应急处理能力尤为重要。快速、准确的判断能力与应急处置能力,能够在危急时刻有效保护人员生命与财产安全,避免更严重的后果。

4.2 完善安全管理体系

完善安全管理体系是公路工程机械施工安全管理的基础,它涵盖了从项目规划到施工实施的各个环节,确保施工过程中各项安全措施得以有效落实。安全管理体系的构建,必须明确各级安全责任,确保每个环节都有具体的责任人。全员安全管理责任制,应从项目经理到现场操作人员逐级建立,定期开展安全检查与监督,以确保每位岗位上的工作人员清楚自己的安全职责。此外,详细的安全操作规程应包含在安全管理体系中,涵盖机械设备的操作、维护、保养以及操作人员的安全行为规范,明确每个操作步骤及其对应的安全要求。在现代信息技术的支持下,安全管理体系应融入智能监控系统、物联网技术和大数据平台,实时监控与预警,能够及时识别施工过程中的潜在安全隐患,通过数据分析提供决策支持,从而有效预防与减少事故发生。安全培训与演练的定期开展,是体系的重要组成部分。每位施工人员应接受专业的安全培训,充分了解施工现场的安全风险及应对措施,并通过参与定期安全演练,确保能够在紧急情况下迅速反应,最大程度降低事故损失^[3]。最后,完善的安全管理体系应具备动态调整能力,随着施工环境、技术和设备的变化,及时进行修订与更新,以满足新的施工需求,确保安全管理体系始终适应不断变化的施工环境。

4.3 优化公路工程机械施工安全管理模式

优化公路工程机械施工的安全管理模式,是提高施工现场安全水平的关键步骤。在传统的管理模式中,安全管理通常侧重于事后检查及现场操作指导,缺乏对潜在风险的全面预防和动态管理。随着施工环境的日益复杂和机械化水平的提高,优化安全管理模式,需要从多个方面进行调整与创新。从管理体系的顶层设计入手,构建一个科学、合理且层级分明的安全管理框架,至关重要。新的管理模式应更加注重全生命周期的安全管理。安全管理不应仅限于施工阶段,而应从工程设计、机械设备选型到施工实施及后期维护的每个环节都加以考虑,确保每一环节都能有效预测并控制潜在的安全风险。信息化技术在优化安全管理模式中,发挥着重要作用。采用BIM(建筑信息模型)、物联网(IoT)以及大数据分析等现代技术手段,可以实现对施工现场的实时监控和数据采集。通过对机械设备的实时监控,潜在的故障和隐患能够及时发现,迅速采取措施进行调整和修复,从而避免事故的发生。此外,数据化

管理还可以通过对历史数据的记录与分析,为未来施工安全决策提供支持,帮助优化施工计划与操作流程。从机械设备管理角度看,优化安全管理模式,特别关注机械设备的定期检查、维修与保养,需要特别注意。应建立完整的设备安全档案,确保每台设备都能在符合安全标准的状态下进行作业,避免因设备故障引发的安全问题。此外,施工人员的安全文化建设,也是优化安全管理模式的重要组成部分。通过加强安全意识培训、定期进行安全演练以及建立安全奖惩机制,施工人员的安全素养将得以提升,促使其在施工过程中自觉遵循操作规程,将“安全第一”的理念贯彻到每一项操作中。

4.4 重视机械养护维修

机械养护与维修在公路工程施工中的重要性不可忽视,是确保施工安全的关键因素之一。施工机械的稳定性,直接影响施工效率与安全;一旦设备出现故障,不仅会导致工程进度的延误,还可能引发安全事故。因此,建立完善的机械养护维修体系,至关重要。施工机械必须按照规定进行定期检查与维护,特别是对于那些高频率使用的关键设备,如挖掘机、压路机、沥青摊铺机等。在长时间的使用过程中,设备会经历不同程度的磨损,因此,及时进行润滑、零部件更换及系统清洁,能够有效延长设备的使用寿命,并减少故障发生的风险^[4]。针对不同机械设备的特点,定期参加专业培训的操作人员,必须掌握设备维护的基本知识与安全操作规范,在日常操作中能够及时发现并处理潜在的问题。

5 结语

公路工程机械施工技术与安全管理在确保建设质量、提升施工效率及保障安全方面,发挥着至关重要的作用。随着机械设备及施工技术的持续发展,合理运用现代施工技术与完善的安全管理体系,将大幅提升公路工程的整体水平。通过加强施工人员培训、优化设备管理、提升安全意识以及完善相关安全管理制度,安全隐患的有效预防与减少,将得到保障,从而确保工程能够按期、高质量地完成。随着技术不断进步和管理体系的逐步完善,公路工程机械施工将在更高效、安全和可持续发展的方向上发展,为我国基础设施建设提供更加坚实的支持。

[参考文献]

- [1]王旗.公路工程机械施工技术和安全管理要点[J].汽车周刊,2024(12):162-164.
- [2]莫淮.公路工程施工安全管理措施及施工技术分析[J].运输经理世界,2023(6):22-24.
- [3]王进成.公路工程施工安全管理及施工技术探究[J].汽车周刊,2024(7):146-148.
- [4]郑发娟.公路工程机械施工技术和安全管理要点分析[J].运输经理世界,2024(3):115-117.

作者简介:李泽军(1993.4—),毕业院校:重庆交通大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:新疆生产建设兵团交通建设有限公司,职称级别:中级。

建筑工程管理中创新模式的应用及发展探究

雷亚辉

八师石河子市绿洲交通投资有限公司, 新疆 石河子 832000

[摘要]随着城市化进程的不断推进, 城乡发展日益繁荣。作为我国社会经济发展的重要支柱, 建筑行业正处于快速扩展的阶段, 建筑工程数量持续增加, 行业规模不断扩大。与此同时, 社会各界对工程管理提出了更高的要求, 推动建筑工程管理方式的创新与进步成为必然趋势。尽管传统的建筑工程管理模式已经取得了一定的成果, 但仍存在不少问题, 这些问题在一定程度上制约了行业的进一步发展。面对这些挑战, 建筑行业的未来发展亟需寻找突破口。文章着重分析建筑工程管理中创新模式的应用与发展, 旨在为相关单位提供有价值的借鉴与参考。

[关键词] 建筑工程管理; 创新模式; 应用; 发展

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15984

中图分类号: F426

文献标识码: A

Application and Development Exploration of Innovative Models in Construction Project Management

LEI Yahui

The Eighth Division Shihezi Oasis Transportation Investment Co., Ltd., Shihezi, Xinjiang, 832000, China

Abstract: With the continuous advancement of urbanization, urban and rural development is becoming increasingly prosperous. As an important pillar of Chinese socio-economic development, the construction industry is in a stage of rapid expansion, with the number of construction projects continuing to increase and the industry scale expanding. At the same time, various sectors of society have put forward higher requirements for engineering management, and promoting innovation and progress in construction project management methods has become an inevitable trend. Although the traditional construction project management model has achieved certain results, there are still many problems that to some extent constrain the further development of the industry. Faced with these challenges, the future development of the construction industry urgently needs to find breakthroughs. The article focuses on analyzing the application and development of innovative models in construction project management, so as to provide valuable reference and guidance for units.

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

引言

随着科技的不断进步, 建筑行业正面临着深刻的变革。传统的建筑工程管理模式已难以满足日益复杂的项目需求与环境挑战, 特别是在新疆这样地理环境复杂、气候条件极端且资源分布不均的地区, 对建筑工程管理提出了更高的要求。在建筑工程管理中, 创新模式的逐渐显现其重要性, 不仅能够提高工程的质量与效率, 还推动了资源的优化配置及可持续发展。信息化技术、建筑 BIM 技术、精益施工与智能化管理等创新方法, 已在全球范围内被广泛应用, 且成为了提升建筑企业核心竞争力的关键因素。随着新疆地区经济的快速发展与基础设施建设的持续推进, 建筑工程管理的创新模式正逐步成为提升行业整体水平、应对地区特殊挑战的关键。然而, 在推动这些创新模式的过程中, 技术、资金、人才等方面的挑战依然存在。本文旨在探讨创新模式在建筑工程管理中的应用与发展, 分析其在新疆地区的实践意义与潜力, 并提出相应的对策与建议, 以期为新疆建筑行业的可持续发展提供有力的参考与指导。

1 应用建筑工程管理创新模式的意义

1.1 提高资源利用率

建筑工程管理创新模式的应用, 对于提升资源利用率

具有显著的意义。传统的建筑管理模式通常依赖于经验与人工操作, 导致了资源配置不均和严重浪费等问题。通过引入创新管理模式, 尤其是信息化技术与 BIM (建筑信息模型) 等现代手段, 项目中各类资源的使用情况, 如人力、材料与设备等, 可以被精确掌握。创新模式不仅能够优化资源调度, 还能有效避免传统管理中出现的资源闲置与浪费, 从而提高了资源的使用效率。例如, BIM 技术在项目初期对设计方案进行优化, 可以减少设计阶段可能产生的资源浪费; 在施工阶段, 精益管理方法则通过合理安排施工进度与工序, 减少了等待时间与资源闲置, 提升了项目的整体效率与效果。

1.2 促进管理科学化

在建筑工程管理中, 应用创新模式能够使管理工作变得更加科学和精准。传统的管理模式依赖于人工经验和简单的统计数据, 难以应对复杂多变的建筑环境。而创新管理模式则强调信息技术的应用, 从而提升工程管理的科学性、合理性和有效性。例如, 借助大数据分析技术, 建筑企业能够实时采集和分析施工数据, 进行工程建设的动态监控, 提高管理响应速度; 通过应用 BIM 技术, 企业可以在虚拟环境中模拟施工过程, 预见潜在风险, 提前制定应

对方案,减少管理中的不确定性^[1]。此外,创新模式推动建筑工程管理向智能化发展,人工智能、物联网等技术的应用,进一步提高了设备监控与调度的自动化水平,从而显著提升了管理工作的效率与精准度。

1.3 提升建筑企业的核心竞争力

应用创新的建筑工程管理模式,能够显著增强建筑企业的核心竞争力。在激烈竞争的建筑市场中,企业不仅需要具备强大的施工能力与资源整合能力,还应在项目管理、技术创新及服务质量等方面持续优化。智能化管理、精益施工、BIM技术等创新管理模式,为企业提供了先进的技术支持与管理工具,使企业能够在设计、施工及运营各个环节中,实现高效、高质量的目标。以BIM技术为例,潜在问题可以通过精确的模型和数据分析,在设计和施工过程中提前识别,从而避免重复工作,减少资源浪费,提高了施工效率。智能化管理则通过信息化手段,提供实时监控与调度,增强了企业对项目的控制力与响应速度。此外,企业的应变能力也得到了提升,创新模式使其在面对复杂市场环境及突发情况时,具备了更高的灵活性与解决问题的能力。

2 新疆地区建筑工程管理的现状与挑战

新疆地区的建筑工程管理,面临一系列独特的现状与挑战。受限于地理与气候条件,许多建筑项目分布广泛,且不少位于偏远的山区或沙漠地区,这给施工设备、材料的调配及人员流动性带来了巨大的挑战。交通基础设施的不足,使得某些区域的施工材料难以顺利运输,导致了工程周期延长与成本增加。同时,复杂多变的气候条件,直接影响了建筑材料的选择与施工工艺的适应性。夏季高温干旱,冬季寒冷且风沙较大,部分项目必须配备特殊技术与设备,以应对严酷的天气环境。此外,新疆地区的地质条件相对复杂,部分地区存在较大的地震风险及地下水问题,这为施工安全与工程质量带来了一定的不确定性。与此同时,新疆的建筑市场相对年轻,许多施工单位及管理人员经验较为不足,导致项目管理中出现效率低下、质量控制困难等问题^[2]。由于人才短缺,市场对于高水平建筑工程管理人员与技术人员的需求,难以得到满足,企业面临技术创新与管理水平提升的瓶颈。更为复杂的是,地区内外不同民族的文化差异,也给建筑设计及施工带来了额外的挑战,既要兼顾实际需求,又需考虑文化差异,做到多元文化的和谐共存。

3 创新模式在新疆建筑工程管理中的应用

3.1 信息化技术的应用

信息化技术在新疆建筑工程管理中的应用,正逐步成为提升施工效率、确保工程质量及优化管理流程的重要手段。随着信息技术的迅猛发展,建筑企业通过引入先进的信息化工具与平台,成功实现了工程全过程的数字化与智能化管理。以建筑工程管理信息系统(MIS)为例,项目管理人员能够实时获取有关施工进度、成本、质量和安全

等各方面的数据信息,从而做出更加科学的决策与调度。这些系统不仅提升了管理效率,还大幅度减少了人为操作带来的误差,确保了信息的及时传递与透明化。同时,移动互联网技术与云计算平台,也已广泛应用于建筑行业,使得管理者能够随时随地通过智能手机或平板电脑查看项目动态,实现了远程控制与协作。通过大数据分析,项目经理能够提前预测潜在的风险,采取有效的防范措施,优化资源配置,并精准掌握各阶段的关键节点,从而避免了项目延误与超支现象的发生。

3.2 建筑BIM技术的推广与实施

建筑信息模型(BIM)技术在新疆建筑工程管理中的推广与应用,正逐步成为提升建筑项目设计、施工及运维效率的重要工具。通过创建基于三维数字模型的虚拟建筑环境,BIM技术集成了建筑、结构、机电等各类信息,实现了从设计、施工到维护的全过程数字化管理。在新疆地区,面对极端气候与复杂地质条件等挑战时,项目初期,通过虚拟建模进行精确的设计优化与冲突检测,BIM技术能够有效避免传统设计阶段常见的图纸错误与设计不合理问题。除此之外,建筑构件可通过BIM技术精确定位,实现了施工过程的可视化,大大提升了施工质量与效率,并减少了返工与资源浪费。在施工阶段,BIM模型被项目团队用来进行资源调度、进度管理与成本控制,工程进展得以实时监测,确保了各环节的紧密配合与协调^[3]。随着新疆建筑行业对节能、环保等绿色建筑需求的增长,建筑物的能源消耗情况可以通过BIM技术帮助设计师进行分析,优化节能方案,从而推动了绿色建筑及可持续发展。

3.3 精益施工与项目管理方法

精益施工与项目管理方法在新疆建筑工程管理中的应用,逐渐成为提升施工效率、减少浪费、优化资源配置的重要手段。源自精益生产理念的精益施工,其核心目标是消除不增值的活动,以最大化利用资源,确保施工过程中的各个环节都高效有序。对于新疆的建筑项目,精益施工强调优化施工工序、精确的时间管理与人员调度,从而确保了项目按时按质完成。通过精确控制进度与材料配送,工人空闲等待与材料浪费可以避免,降低了工地存储需求与运输成本。在项目管理中,精益方法还特别重视团队协作与信息透明,项目成员能够实时共享进度、问题与解决方案,确保了能够及时调整并优化施工计划。精益施工还融入了持续改进的理念,通过定期回顾与分析,管理团队不断优化施工流程,提高了整体施工质量。面对新疆独特的地理与气候条件,项目周期不仅被缩短,恶劣天气对施工的影响也能有效应对,确保了施工过程的高效与安全。

3.4 绿色建筑与可持续发展管理模式

绿色建筑与可持续发展管理模式在新疆建筑工程管理中的应用,已成为推动行业进步与应对环境挑战的关键途径。随着环保意识的不断提高及国家政策的推动,绿色

建筑作为一种注重环保、节能、健康与资源可持续利用的建筑方式,越来越受到新疆建筑行业的关注。新疆特殊的地理环境与气候条件,直接影响着建筑的能源消耗、环境影响及施工材料的选择,而绿色建筑理念在应对这些挑战方面,展现了巨大的潜力。通过选用高效节能的建筑材料、优化设计以及提高能源使用效率,能耗得以减少,绿色建筑不仅能降低对环境的负面影响,还提升了居住与使用的舒适度。可持续发展管理模式在这一过程中,发挥着重要作用,通过系统整合设计、施工与运营等各阶段的管理措施,确保了建筑在其生命周期内的资源消耗降至最低,减少环境负荷,同时尽可能实现建筑与自然环境的和谐融合。例如,在新疆的建筑项目中,绿色建筑技术的应用包括雨水回收系统、太阳能光伏发电、建筑外立面隔热设计等,这些措施不仅增强了建筑的能源自给能力,还减少了对传统能源的依赖,降低了碳排放。可持续发展管理模式的应用,不仅关注建筑本身的节能减排,还涉及建筑行业全产业链的绿色转型。通过推动绿色建筑认证、使用可再生能源以及减少施工过程中的废弃物与污染等方式,建筑行业朝着更环保、更节能的方向发展。

3.5 智能化与数字化管理模式的应用

在新疆建筑工程管理中,智能化与数字化管理模式的应用,正逐步成为提高施工效率、质量控制与资源管理的关键手段。随着信息技术的快速进步,建筑行业进入了数字化转型的新时代,尤其是在新疆这样地理环境复杂、气候多变的地区,智能化与数字化管理显得尤为重要。通过结合物联网、人工智能、大数据分析等现代技术,项目各个环节的实时传输与处理,得以实现,从而提升了工程管理的效率与精准度。智能化技术使得工地上的设备、材料、人员等的状态,能够被实时监控,通过数据采集与分析,潜在风险与问题能够及时发现,避免了传统管理模式中因信息延迟而导致的决策失误。在施工过程中,数字化管理模式通过虚拟仿真技术,帮助工程师与管理人员模拟建筑过程,预测可能出现的问题,提前采取应对措施,大大提高了施工安全性与质量控制水平。同时,数字化管理系统能够精准调度资源,优化施工进度,减少人力与物资浪费,从而提高了施工效率。在新疆这样的大规模基础设施建设中,智能化与数字化管理不仅提升了施工现场的自动化水平,还能通过数据共享与分析,实现跨地域、跨部门的协同合作,确保了项目按计划顺利推进。

4 推动新疆建筑工程管理创新模式发展的对策与建议

为了推动新疆建筑工程管理创新模式的发展,应从多个角度采取有效的对策与措施。信息化技术的应用与投入,

尤其是在物联网、人工智能与大数据等技术的综合运用方面,增强了建筑行业管理水平的提升,并将对行业产生深远影响。特别是在新疆这种气候变化剧烈、地理环境复杂的地区,信息化管理能够实时监控项目进展、资源调配以及风险预警,极大地降低了人为因素导致的偏差与错误,从而提高了项目的管理效率与质量控制水平。除了技术的提升,建筑行业专业人才的培养同样至关重要。BIM技术、精益施工等先进管理模式的培训与应用,应得到加强,以提升从业人员的技术能力与创新意识。为此,政府与行业协会应出台相应政策,鼓励企业加大技术研发力度,提升员工技能,推动高素质、高技术人才的发展^[4]。此外,政策支持在这一过程中,扮演着关键角色。相关优惠政策,政府应提供,鼓励建筑企业投资绿色建筑与可持续发展项目,特别是对采用智能化技术的项目,资金支持与税收减免措施应提供,进一步激发企业创新动力。最后,加强跨行业与跨地区的合作尤为重要。新疆丰富的自然资源与独特的区位优势,应充分利用,推动区域建筑行业的协同发展,形成资源共享、优势互补的良性发展格局,从而促进整体行业水平的提升。

5 结语

随着社会的快速进步,建筑行业面临着越来越多的挑战。为了解决这些问题并提高管理效率,创新管理模式变得尤为关键。信息化技术、BIM技术、精益施工、绿色建筑以及智能化管理等新兴模式,为建筑工程管理提供了前所未有的机遇。这些创新方法不仅显著提升了项目的运作效率,还增强了企业在市场中的竞争优势。尽管受到特殊地理条件与气候因素的制约,新疆地区的创新模式实施仍面临一定的挑战,但随着技术的不断发展与管理理念的更新,应用这些模式的前景充满潜力,推动当地建筑行业的进步与发展,必将实现。

[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]马超. 建筑工程管理中创新模式的应用及发展[J]. 产业创新研究, 2024(10): 115-117.
 - [3]李力广. 试分析建筑工程管理中创新模式的应用及发展[J]. 建设科技, 2023(2): 82-84.
 - [4]汪怡康. 建筑工程管理中创新模式的应用及发展[J]. 中国建筑装饰装修, 2022(12): 102-104.
- 作者简介: 雷亚辉(1989.9—), 毕业院校: 新疆大学科学技术学院, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位名称: 八师石河子市绿洲交通投资有限公司, 就职单位职务: 主办科员, 职称级别: 工程师。

全过程工程咨询服务模式下建筑工程管理的协同机制研究

胡康旗

新疆维吾尔自治区阿克苏地区政府投资代理建设服务中心, 新疆 阿克苏 843000

[摘要] 建筑行业正在经历快速的发展, 同时市场竞争愈发激烈。在全过程工程咨询模式下, 随着项目参与方增多与工作任务日渐复杂, 如何高效协调各方并确保顺畅的沟通, 成为了项目成功实施的核心所在。全过程工程咨询模式通过有机结合设计、施工与运营等多个阶段, 促进了资源共享与信息流通。文章将探讨如何通过标准化管理体系的构建、信息技术的深度应用、沟通机制的完善与团队能力的提升, 优化全过程工程咨询模式下建筑工程的管理协作。

[关键词] 全过程工程咨询; 建筑工程; 协同机制

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15983

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

Research on the Collaborative Mechanism of Construction Project Management under the Whole Process Engineering Consulting Service Model

HU Kangqi

Government Investment Agency Construction Service Center of Aksu Prefecture, Xinjiang Uygur Autonomous Region, Aksu, Xinjiang, 843000, China

Abstract: The construction industry is experiencing rapid development, while market competition is becoming increasingly fierce. In the whole process engineering consulting mode, as the number of project participants increases and the work tasks become increasingly complex, how to efficiently coordinate all parties and ensure smooth communication has become the core of successful project implementation. The whole process engineering consulting model promotes resource sharing and information flow by organically combining multiple stages such as design, construction, and operation. The article will explore how to optimize the management collaboration of construction projects under the full process engineering consulting mode through the construction of a standardized management system, the deep application of information technology, the improvement of communication mechanisms, and the enhancement of team capabilities.

Keywords: full process engineering consulting; construction project; cooperative mechanism

引言

建筑行业长期面临着管理效率低下、信息孤岛以及协同困难等问题。随着信息技术的快速发展, 行业正在向数字化、智能化转型。然而, 许多传统项目管理方法尚未充分利用这些新兴技术, 尤其在项目涉及多个参与方且任务复杂的情况下, 沟通不畅与信息传递的滞后问题依然存在。为应对这些挑战, 全过程工程咨询模式逐渐成为建筑项目管理的新趋势。该模式整合了项目各阶段的工作内容, 实现了不同环节的无缝衔接, 有效推动了项目的高效实施。但在这一模式下, 如何优化协同机制, 提升各参与方的协作效率, 仍然是迫切需要解决的问题。随着建筑信息模型(BIM)、云计算、大数据等技术的出现, 建筑项目管理迎来了新的机遇。因此, 优化协同机制, 不仅是提升项目管理质量的关键, 更是推动行业前进的动力源泉。

1 全过程工程咨询模式概述

1.1 基本概念

全过程工程咨询模式是针对工程项目建设全过程实施的一种全周期咨询与管理服务模式。该模式结合项目实际情况, 对工程成本使用情况进行深入分析, 优化管理措

施, 以提升建设工程的整体效益。同时, 在确定项目投资成本后, 全过程工程咨询模式基于工程建设需求和实际情况, 科学制定投资预算与成本控制指标, 提供专业咨询建议, 精准分析与预测项目成本, 从而制定风险评估及控制方案, 合理配置项目资金与资源, 确保工程施工高效推进, 按期完成建设任务。

1.2 主要特点

全过程工程咨询模式具有咨询服务范围广、智力性策划及多阶段集成等特点。(1) 咨询服务范围广。该模式覆盖工程项目的全生命周期, 包括决策分析、设计规划、招标投标管理、施工管理等多个阶段, 同时延伸至项目后期的运营维护, 实现集成化、一体化服务^[1]。从服务内容来看, 全过程工程咨询不仅包括管理咨询, 还涉及技术咨询、投资策划、工程监理等多个领域, 为工程建设提供全方位支持。(2) 智力性策划。全过程工程咨询模式依托工程技术、经济学、管理学等多学科知识, 并结合丰富的行业实践经验, 为工程建设提供科学合理的投资方案、设计方案及招标投标策略。通过智力支持和技术创新, 优化项目管理流程, 提升工程决策的科学性和可行性, 确保项目顺利推进。(3)

多阶段协同。强调项目各阶段之间的紧密衔接与整体联动。通过建立标准化管理体系与信息共享平台,实现从规划设计到施工管理,再到后期运营维护的高效衔接。各环节既保持独立的专业优势,又增强信息互通与资源整合,最终构建系统化的工程管理模式。借助该模式,可有效降低项目风险,提高资源利用效率,确保工程建设目标顺利达成。

2 全过程工程咨询模式下的建筑工程管理要求

2.1 项目管理的系统化与精细化

全过程工程咨询模式要求建筑工程管理高度系统化与精细化。项目从决策、设计、施工到竣工的各阶段都需要全面监控与优化,确保时间、质量、成本等目标得以实现。项目管理不仅需要有序安排各环节,还应能够全面掌握项目进展,及时调整与优化。精细化管理则是在系统化框架下,对项目细节进行精准控制,确保每一环节高效执行,最终达成项目目标。信息技术的应用大大提升了项目管理的精细化,尤其在成本管理方面^[2]。借助建筑信息模型(BIM)、云计算与大数据分析等技术,管理者可以在虚拟环境中模拟项目,提前识别潜在问题并解决。BIM技术允许项目团队实时获取设计图、施工进度与成本预算,增强项目的透明度与可控性。云计算技术通过协作平台提升了工作效率,大数据分析则为管理者提供了实时监控项目风险的能力。智能化管理模式提升了项目整体效益,也推动了管理方法的进步。

2.2 风险管控与质量管理

在全过程工程咨询模式下,风险管控与质量管理是项目顺利进行的关键。随着项目规模与复杂度增加,传统的风险与质量管理方法已难以应对新的挑战,必须建立全面的评估机制与管理体系,以确保项目的顺利推进。风险管理的核心是识别、评估与控制影响项目进度、成本与质量的潜在风险。全过程工程咨询模式下,风险管控贯穿项目全生命周期,借助风险矩阵、敏感性分析与蒙特卡洛模拟等工具对风险进行量化分析,提前制定应对策略。大数据与人工智能技术为实时监控与响应风险提供了强有力的支持。质量管理要求每一环节都严格遵守质量标准,确保最终交付的工程符合预期。在全过程工程咨询模式下,质量控制贯穿项目的各个阶段。通过建立完善的质量检查体系,项目能够在设计、施工、验收等过程中进行有效监控,避免因质量问题导致的返工与损失。新疆地区因特殊的自然环境,施工质量面临较高的不确定性,因此更加需要强化质量管理,确保项目的稳定与可持续。

2.3 资源优化配置与成本控制

资源优化配置与成本控制是全过程工程咨询模式中的核心管理内容。建筑项目涉及大量的资源调配,包括资金、材料、人力与设备等。合理配置与高效利用这些资源是确保项目按时完成并实现最大经济效益的关键。项目管理团队需根据实际需求,合理分配各类资源。通过全过程的监控与分析,管理团队能够及时调整资源配置,确保每一阶段资源投入最优化。新疆地区地理因素与交通条件限

制了资源的供应,因此,合理调度本地与外地资源,确保关键时刻资源到位,成为项目顺利推进的保障。成本控制不仅仅局限于施工阶段的预算管理,还应贯穿设计、采购、施工与验收等各个阶段。全过程造价管理可实现对各阶段的动态成本控制,避免超支与浪费。借助BIM技术进行虚拟建造与预演,能够有效减少返工与变更,降低成本。特别是在新疆地区,由于地理与环境因素,施工成本较高,因此精细化成本管理显得尤为重要,以确保项目的经济效益。

3 建筑工程管理的协同机制

3.1 组织协同机制

建筑工程项目涉及多个参与方,如设计单位、施工单位、监理单位与业主等。为确保各方高效协作,必须建立有效的组织协同机制。在全过程工程咨询模式下,合理的组织架构与清晰的职责分工对于确保项目顺利推进至关重要。各方明确任务与责任,不仅能降低沟通成本,还能避免因职责不清而产生的推诿与重叠工作。通过标准化的管理体系,项目能够在各阶段有序衔接。跨部门与跨专业的协作平台提升了团队的工作效率,增强了责任意识与协作精神。

3.2 技术协同机制

技术协同机制依赖信息技术手段,促进项目各阶段的技术合作。在全过程工程咨询模式下,技术协同机制的建设通过BIM、云计算与大数据分析等技术得到支持。BIM技术帮助管理者在设计阶段预见问题,施工阶段进行精准调度,且为后期运营提供数据支持^[3]。云计算平台使得各方成员共享实时数据,提升协作效率。大数据分析在技术协同中发挥了重要作用,能够预测技术问题,为决策提供科学依据。这些技术手段提高了项目的技术管理效率,确保各阶段的技术协同顺畅进行。

3.3 信息协同机制

信息协同机制通过信息共享平台,促进各参与方之间的信息流通。全过程工程咨询模式下,信息协同机制的建设对于项目高效管理至关重要。项目的成功取决于信息的准确、及时与全面流动。在设计、施工、监理等环节中,信息不畅通常会导导致进度延误、成本失控等问题。通过信息共享平台,项目各方能实时更新与反馈信息,提升工作效率与透明度。该平台确保项目规划、设计、施工及后期运营的高效衔接,避免信息流通中的滞后现象。新疆地区的建筑工程项目面临地域广阔、交通不便的挑战,信息流动常受到限制。通过优化信息协同机制,能够减少因地理与交通因素造成的沟通滞后,同时实现团队成员跨越空间障碍,实时获取项目数据,进而提高管理效率。

3.4 供应链协同机制

供应链协同机制优化资源配置与利用效率,在全过程工程咨询模式下尤为重要。建筑项目涉及的供应链管理,不仅包括材料采购与设备配送,还需协调设计、施工与验收等环节。高效的供应链协同能够确保资源按时到位,避免工程延误与质量问题。供应链协同机制要求供应商、承

承包商与其他相关方紧密合作,整合资源与信息,建立全链条的供应链管理体系,确保资源合理配置与高效利用。通过加强勘察、设计、采购、施工与物流等环节的协同,避免重复采购与资源短缺,降低成本并提高施工效率。现代信息技术在供应链管理中的应用不可忽视。通过BIM、物联网(IoT)与云计算等技术,项目管理者能够实时监控与调度物料、设备与人员等资源,及时发现问题并进行调整。物联网技术使得施工现场资源使用情况可以实时跟踪与监控,云计算则为供应链信息共享提供了支持。新疆地区面临资源配置与物流配送的挑战,因地理位置偏远,材料与设备运输困难。加强供应链协同机制建设,不仅有助于提高资源利用率、降低物流成本,还能确保项目按期推进。

4 全过程工程咨询模式下建筑工程管理协同机制的优化策略

4.1 标准化管理体系的构建

在全过程工程咨询模式下,构建标准化管理体系对提升项目管理的效率与质量至关重要。通过统一管理标准与流程,能够有效规范各参与方行为,减少沟通成本,避免因标准不一致而引发的协调问题。确保项目各阶段顺利衔接,从而提升整体执行效率。标准化管理体系的建立需要明确各方职责与任务,统一操作规范及流程,作为项目实施的基本文件。管理手册、执行标准与流程图等,确保各参与单位按照统一的标准进行工作。项目启动阶段,设计、施工及监理等单位的责任得到清晰界定,资源配置不再混乱。施工阶段,通过标准化进度安排与质量控制,项目进展按时完成。此体系的确立加强了各方协作,促进了信息透明与共享,推动了项目的有序推进。这种标准化不仅优化了项目内部协作,还加强了跨部门与跨行业的合作。在建筑项目中,资源、技术与信息的整合依赖于统一的标准管理,消除了不同单位间的差异,提升了团队整体效率,使得项目能够顺畅推进。

4.2 信息化技术的应用

信息化技术是优化全过程工程咨询模式协同机制的关键工具。通过引入建筑信息模型(BIM)、云计算与大数据分析等技术,信息共享与协同变得更加高效,项目管理的透明度与可控性显著提升,推动了行业向数字化转型。BIM技术通过三维数字模型集成了项目设计、施工与运营等阶段的信息,使得数据可以实时更新,消除信息滞后与误差。云计算与大数据技术的结合,进一步增强了实时决策能力。通过云平台,项目各方可以随时访问最新数据,打破了时间与空间限制;而大数据分析则为项目风险监控、资源配置与进度管理提供了精准支持。

4.3 协同沟通机制的完善

在全过程工程咨询模式下,涉及多个参与方,完善的协同沟通机制对于确保各方顺利合作至关重要。合理的沟通机制不仅确保了信息的及时传递,还减少了误解与延误,从而提高项目执行效率。有效沟通渠道的明确是建立协同

机制的关键。通过定期会议与信息共享平台,各方能够及时交换项目进展、问题与决策^[4]。在项目进展中,定期的反馈与沟通有助于及时发现并解决问题。每次会议应明确责任分工,确保任务按计划完成,同时及时处理突发问题。沟通机制的优化还需要培养团队成员的协作精神与沟通能力。通过培训与团队建设,增强团队的凝聚力与协同能力,可以有效解决项目中的各种挑战。完善的沟通机制帮助各方增强信任,提升协作效率,确保项目按时完成,并减少因沟通不畅带来的风险与延误。

4.4 提升咨询团队专业能力

咨询团队的专业能力是项目能否成功实施的关键因素。随着工程技术进步及项目管理复杂度的增加,团队成员需具备较强的专业素养与实践能力,才能应对项目中的各种挑战。提升团队能力的有效途径之一是加强专业培训。通过定期的培训,团队成员能够掌握最新技术与管理方法,提高其专业素养。此外,管理能力的提升同样重要,这有助于增强团队应对项目管理复杂问题的能力。团队成员之间的经验交流,也是提升专业能力的有效途径。通过定期组织专题讨论与经验分享,团队成员能够借鉴他人的成功经验与教训,避免重复错误。通过这种方式,团队的实际操作能力得到增强,项目实施的科学性与可行性得以提升。

5 结语

本研究详细分析了全过程工程咨询模式下建筑工程管理的协同机制,提出了多个优化策略,包括标准化管理体系的建立、信息技术的应用、协同沟通机制的完善以及团队专业能力的提升等。这些措施的实施有望显著提高项目管理的效率与质量,同时降低项目风险,提升项目可控性与透明度。随着信息技术不断发展,建筑项目管理的模式正在不断创新,推动着行业管理水平的提升。未来,行业应进一步加强协作与信息共享,深入融合技术应用,以实现更高效、更智能的项目管理模式。实施这些优化策略,将为建筑项目的顺利推进提供保障,为行业的可持续发展奠定坚实基础。

[参考文献]

- [1]苏俊. 建筑工程全过程造价咨询要点及优化策略分析[J]. 房地产世界, 2024(20): 89-91.
- [2]陈开霞,詹光远. 工程造价全过程管理研究[J]. 房地产世界, 2024(22): 65-67.
- [3]严先灼. 工程建设全过程管理成本控制中的关键成功因素分析[J]. 中国管理信息化, 2025, 28(1): 40-43.
- [4]郑佳. 建设项目不同阶段成本分析及控制要点探究[J]. 中国集体经济, 2025(2): 109-112.

作者简介: 胡康旗(1974.7—), 毕业院校: 新疆大学, 所学专业: 经济地理, 当前就职单位名称: 新疆维吾尔自治区阿克苏地区政府投资代理建设服务中心, 就职单位职务: 阿克苏地区政府投资代理建设服务中心主任, 职称级别: 正高。

浅谈电力工程设计与施工管理中常见问题及对策

王悦 申会杰

辽宁省阜新阜能电力发展有限公司, 辽宁 阜新 123000

[摘要] 电力工程涵盖了电厂、变电站、输电线路等多个领域, 所涉及的项目通常规模庞大、周期长、投资巨大。随着技术的不断进步以及项目规模的日益扩展, 在设计与施工过程中不可避免地会出现一些问题, 如设计不合理、负荷预测不准确、施工进度滞后等。这些问题直接影响了工程质量与进度的推进。有效的管理与协调机制, 以及设计与施工流程的优化, 成为解决这些问题的关键所在。分析电力工程中常见的问题, 并探讨相应的解决策略, 旨在推动工程管理的提升, 确保电力系统的稳定性与安全性。

[关键词] 电力工程; 设计; 施工管理; 问题; 对策

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15981

中图分类号: TU71

文献标识码: A

Brief Discussion on Common Problems and Countermeasures in Power Engineering Design and Construction Management

WANG Yue, SHEN Huijie

Liaoning Fuxin Funeng Electric Power Development Co., Ltd., Fuxin, Liaoning, 123000, China

Abstract: Power engineering covers multiple fields such as power plants, substations, and transmission lines, and the projects involved are usually large-scale, have long cycles, and require huge investments. With the continuous advancement of technology and the increasing expansion of project scale, some problems are inevitably encountered in the design and construction process, such as unreasonable design, inaccurate load forecasting, and delayed construction progress. These issues directly affect the progress and quality of the project. Effective management and coordination mechanisms, as well as optimization of design and construction processes, are key to solving these problems, analyze common problems in power engineering and explore corresponding solutions, aiming to promote the improvement of engineering management and ensure the stability and safety of the power system.

Keywords: power engineering; design; construction management; problems; countermeasures

引言

随着全球电力需求的持续增长, 电力工程在基础设施建设中的地位愈加重要。电力项目通常涉及复杂的技术要求和多重挑战, 特别是在设计合理性、施工进度以及安全管理等方面。如何在确保质量、进度与安全的基础上顺利完成电力工程建设, 已经成为行业亟待解决的关键问题。因此, 深入分析电力工程设计与施工管理中的常见问题, 并提出切实可行的解决对策, 旨在为行业的未来发展提供有益的启示与参考。

1 电力工程设计中的常见问题

1.1 设计不合理与设计变更

在电力工程设计阶段, 设计不合理与设计变更是一个常见且棘手的问题。这种问题往往源于设计团队未能充分理解项目的实际需求或对项目的运行环境缺乏深入的调研和分析。设计人员可能过于依赖初步的规划和标准化的设计模式, 而忽视了对现场实际情况的考察, 导致设计方案与实际需求之间存在较大的偏差。比如, 电力负荷预测不准确、设备选型不当或电力网络规划不符合地理环境特征, 都会使得设计方案无法适应实际操作条件。更为严重的是, 设计方案的不合理不仅影响了项目的顺利进行, 还

可能带来潜在的安全隐患。电力系统的任何不合理设计, 都可能导致设备超负荷运行、系统稳定性差, 甚至造成设备故障, 危及人员安全。此外, 设计上的失误往往需要在后期进行大量变更, 这不仅增加了项目的成本和工期, 甚至还可能导致无法按计划交付, 影响整个工程的经济效益。因此, 设计阶段的疏漏, 往往对项目的长远发展产生深远影响, 远超初期的设计调整和修正。

1.2 电力负荷预测错误

电力负荷预测错误是电力工程设计中普遍存在的一个关键问题, 且其对电力系统的稳定性与供电能力有着深远的影响。作为电力系统规划的重要环节, 负荷预测直接决定了电网的设计是否能够满足实际需求。然而, 电力需求受到人口增长、经济发展、气候变化、技术进步等多重因素的影响, 这些变量的复杂性使得预测的准确性充满不确定性。如果在设计阶段未能准确识别这些变化因素, 或未考虑到长期趋势, 负荷预测偏差便会出现, 从而影响电力系统的整体设计。一旦负荷预测发生偏差, 后果通常是严重的。若预测值偏低, 电力系统便可能无法满足高峰时段的电力需求, 导致停电、设备过载甚至系统崩溃。相反, 如果预测过高, 电网设备则会出现过度配置, 资源将遭到

浪费,电网的经济效益也会受到影响。负荷预测的不准确还会导致电力系统规划初期出现配电方案上的不合理安排,进一步增加了后期系统改造和调整的复杂性及成本。这种预测误差不仅影响了电力工程设计的初步实施,还可能对电力系统的长期稳定运行和经济性造成持续的负面影响。

1.3 设计规范与标准滞后

在电力工程设计中,设计规范与标准滞后是一个不可忽视的问题。随着科技的进步和行业经验的不断积累,新的设计规范和标准不断出台,这些更新的规范更具科学性和合理性,能够更好地应对当前及未来工程的需求。但在实际工作中,很多设计团队仍然沿用过时的标准和规范,这种滞后的情况往往导致设计质量的下降。设计规范和标准的滞后,直接影响到设计的合理性和前瞻性。例如,许多新兴的技术、设备和材料并未在现有规范中得到充分体现,导致设计方案无法充分利用最新的科技成果,错失提高工程效率、降低成本的机会。此外,滞后的规范可能无法有效应对新的安全风险和环境要求,进一步影响到工程的安全性和可持续性。长此以往,这种与时俱进的缺失不仅降低了设计的竞争力,还可能导致项目建设过程中频繁的修改和调整,增加了不必要的工作量和成本。

2 电力工程施工中的常见问题

2.1 施工进度滞后

在电力工程的施工过程中,施工进度滞后是一个常见且深远影响的问题。其发生通常是多种因素共同作用的结果。项目的复杂性与规模往往使施工任务繁重,工序复杂,尤其在电力系统项目中,涉及多个专业的协作与配合。任何一个环节的延误,都有可能引发连锁反应,影响整体进度。此外,施工现场管理不到位或资源调配不合理,也常常是工期延误的根源。例如,材料供应的延迟、设备故障、人员不足,甚至天气变化等,都可能扰乱原定计划,进一步推迟施工进度。施工进度的滞后还与设计变更、技术难题或审批流程的延误密切相关。设计变更通常意味着工期的延长与额外工作量的增加,使得原本紧张的施工进度更加难以掌控。在电力工程中,现场实际情况的变化或技术难题,可能与最初的设计不符,进而需要重新规划与调整,这无疑加剧了进度延误的风险。施工进度延迟不仅会导致项目交付时间的推后,还可能引发额外费用支出与资源浪费,从而对项目整体效益产生不利影响。由于电力工程通常涉及多个环节及利益相关方,一旦某一部分出现滞后,往往会牵一发而动全身,导致整个项目推进的严重拖延。

2.2 施工质量不达标

施工质量不达标是电力工程中普遍存在且极为严重的问题,直接影响项目的安全性、稳定性及后期的正常运行。在电力工程中,设备与系统常需承载巨大的负荷,若施工质量无法得到有效保障,不仅可能导致设备故障,甚

至可能引发重大安全事故。施工质量问题的根源多种多样,且通常较为复杂。电力设施建设本身具有较高的技术难度与施工环境限制,特别是在一些复杂项目中,施工人员技术水平与经验的不足,往往导致操作失误,进而影响整体施工质量。此外,施工过程中常常面临工期与成本的双重压力,部分施工单位可能为了加快进度或节省成本,而忽视了质量要求。在材料选择与施工工艺的执行中,若未严格遵循规范或使用不合格的材料,质量问题便容易出现。电力工程的施工环境通常复杂多变,现场管理的难度较大,一些细节如设备安装位置、线路布局、连接的牢固性等,往往被忽视,而这些细节上的疏漏则可能成为潜在的质量隐患。更为棘手的是,施工质量问题往往隐蔽性强,初期难以察觉。许多质量缺陷只有在系统投入使用后,尤其是负荷增大或运行压力增加时,才会逐渐显现。此时,若发生故障,修复的难度大且成本高,且对系统的正常运行所造成的影响不可小觑。因此,施工质量不达标不仅是短期内的工程问题,它对电力系统的长期稳定性与安全性也可能产生深远的负面影响。

2.3 施工安全管理问题

施工安全管理在电力工程中具有极其重要的意义,尤其是在涉及高压线路及电力设备的施工时,作业环境的高风险使得安全管理问题更加突出。电力工程施工现场通常环境复杂,工作条件恶劣,许多安全隐患常常被忽视或未受到足够重视,导致了多起意外事故的发生。在进行高空作业、电缆铺设及设备安装等环节时,若施工人员稍有疏忽,可能就会发生触电、坠落或设备损坏等严重事故。除了技术难题,施工安全管理的薄弱还表现在现场管理与监控的不足。一些施工人员对安全意识淡薄,缺乏对潜在危险的有效识别及应对措施。在某些项目中,由于工期紧迫与成本控制的压力,部分施工单位往往忽略了安全管理的规范操作,甚至对安全设备的投入与员工培训也缺乏足够重视。而安全监管的缺失,尤其在对分包单位的管理上,若未能严格执行安全标准,将导致安全措施无法落实到位,进而增加了事故发生风险。更为复杂的是,电力工程施工涉及多个环节与工序,任何环节中的安全疏忽都可能对整体项目的安全产生深远影响。例如,电力设备的安装、线路架设、电气设备的调试等工作需要高度精密且专业的操作,稍有差错便可能引发不可预测的安全事故。因此,施工安全管理不仅关系到施工人员的生命安全,也直接影响项目的顺利推进与后期的稳定运行。

3 电力工程设计与施工管理的对策

3.1 优化设计流程与加强设计审查

优化设计流程与加强设计审查是确保电力工程项目顺利推进的核心环节。设计阶段为整个电力工程奠定基础,任何设计中的疏漏或不合理之处,都可能在后续施工中引发一系列问题。因此,细致的设计流程与严格的审查机制

显得尤为重要。在项目初期,确保各个环节的责任与工作要求明确,且设计团队能够在深入了解项目需求与现场条件的基础上,制定切实可行的设计方案至关重要。通过系统化和标准化的管理,设计过程中的失误与盲点可以被最大程度地减少,确保每一项细节都得到充分的考虑与处理^[1]。设计审查的加强也是提升设计质量的重要手段,在设计方案完成后必须经过层层审查与评估,确保方案不仅符合规范与标准,也能切实满足实际需求。审查的范围应当不仅仅局限于图纸本身,还应从安全性、经济性、可操作性等多维度进行全面评估。对于复杂或高风险的设计部分,特别需要引入第三方专家进行评审,避免因疏忽或不同理解而导致的实施偏差。定期的审查与反馈机制能够及时发现潜在问题,进行有效的调整与修正,从而减少后期设计变更与返工的可能性,确保项目能够按照预定计划顺利推进。

3.2 强化负荷预测与合理规划

负荷预测与合理规划是电力工程设计阶段至关重要的组成部分,它们直接影响电力系统的稳定性及未来的发展。负荷预测的目的是通过精确估算电力负荷,确保电网能够满足当前与未来的多样化用电需求。准确的预测依赖于对多种因素的综合分析,这些因素包括区域经济发展、人口变化、工业需求及气候变化等。如果预测出现偏差,可能导致电网建设与设备配置的不匹配,进而影响电力供应能力,甚至引发资源浪费^[2]。电力工程不仅需要满足当前需求,还应具有前瞻性,考虑到未来几年乃至数十年的电力需求变化趋势。在此基础上,电网的扩容与升级应当进行合理规划,以确保电力设施与设备能够灵活应对负荷波动。在规划过程中,必须考虑到不同区域的电力需求差异,以及可能出现的突发负荷波动,从而避免出现过度或不足的投资。

3.3 设计与施工的有效衔接

设计与施工的有效衔接是电力工程顺利推进的关键所在。尽管设计与施工阶段有着明确的分工,但它们之间的紧密合作与无缝对接,决定了项目能否按时、高质量地完成。在设计阶段,设计方案必须充分考虑施工的实际条件与难度,设计人员应当与施工方保持持续沟通,实时掌握施工现场的具体情况,以确保设计方案与实际环境相符。通过这种沟通,能够有效避免设计图纸与施工现场的不一致,减少因设计变更所带来的工期延误与成本增加。施工方也应对设计方案提出合理的建议,特别是在施工难度较大或设计不明确的部分,需提前与设计团队进行沟通与优化^[3]。有效的衔接要求双方在项目启动前进行充分的规划与协商,明确各个环节的责任与执行标准,确保设计意图与施工需求的高度一致。与此同时,项目管理团队应协调各方的工作进展,定期组织跨部门的进度会议,及时解决设计与施工过程中出现的任何问题,确保信息流畅传递,

避免信息滞后或传递不畅。

3.4 完善施工管理与安全保障

完善的施工管理与安全保障是电力工程成功实施的关键所在。在电力工程施工过程中,复杂的技术要求和高风险作业环境使得施工管理尤为重要。精细化的管理计划与实时监控是确保各个施工环节按预定目标顺利推进的基础,这不仅包括严格控制进度、质量、成本及人员调配,还需有效防范因管理疏忽而导致的延误或资源浪费。此外,高效的施工管理还要求与各相关方保持紧密协调,确保设计、材料供应、设备安装等环节无缝对接,从而避免因信息滞后或准备不足引发施工停滞。施工安全保障同样不可忽视,电力工程施工过程中,高压电、重型设备及高空作业等危险因素频繁出现,必须制定严密的安全规范与操作流程,并通过定期的安全培训与演练,确保施工人员全面了解并严格遵守安全要求。现场安全监督的加强,确保了防护措施得以落实,进而有效减少了因忽视安全管理而带来的事故风险。与此同时,施工设备和工具的定期检查也至关重要,防止因设备故障或失效而引发潜在的安全隐患。通过健全的施工管理体系与安全保障措施,不仅能够有效降低项目风险,还能显著提升施工效率,确保项目能够按时、高质量地完成。这些措施是电力工程顺利交付并投入使用的必要条件,任何忽视安全管理的行为都可能导致无法预料的后果。

4 结语

电力工程设计与施工管理是一个高度复杂的系统,其中任何环节的问题都可能对项目的顺利推进及后期运行产生深远影响。通过对常见问题的分析,可以看出,设计的合理性与施工管理的有效性密切相关。设计失误、负荷预测偏差以及施工进度滞后、安全管理漏洞等问题,直接影响着工程的质量与安全。为确保项目的高质量交付,必须优化设计流程、加强负荷预测、提升施工管理水平,并提高施工人员的专业技能。在未来的电力工程实践中,应更加关注各个阶段的细节,及时调整策略,确保高效的沟通与协调。只有持续改进各项管理措施,才能有效应对日益复杂的工程需求,推动电力行业的可持续发展。

参考文献:

- [1]刘洋. 电力工程设计与施工管理中常见问题分析[J]. 电气技术与经济, 2021(1): 54-55.
 - [2]郭翔宇. 浅谈电力工程设计与施工管理中常见问题及对策[J]. 通讯世界, 2024, 31(10): 73-75.
 - [3]林海涛. 浅谈电力工程设计与施工管理中常见问题及对策[J]. 电气技术与经济, 2023(7): 239-240.
- 作者简介: 王悦(1994.6—),女,满族,辽宁阜新人,本科,当前就职单位:辽宁省阜新卓能电力发展有限公司,职称级别:初级助理工程师,研究方向:电力工程技术。

智能化技术在建筑工程管理中的应用与前景

李春利

承德北方工程造价咨询有限公司, 河北 承德 067000

[摘要]智能化作为近年来社会发展的新兴概念,已经在各个领域得到了广泛应用,并取得了显著的成效,同时推动了相关领域的进一步发展。在建筑工程管理领域,智能化技术的引入也成为了当前重点发展的方向。在实际的工程建设过程中,建筑行业应从管理角度出发,着力完善和优化相关技术措施,确保智能化工程管理能够符合建筑工程管理的要求。因此,此文深入分析智能化工程管理技术在建筑工程管理中的应用,旨在为业内人士提供有价值的参考。

[关键词]智能化技术; 建筑工程; 工程管理; 技术应用; 发展前景

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15971

中图分类号: F12

文献标识码: A

The Application and Prospect of Intelligent Technology in Construction Project Management

LI Chunli

Chengde Beifang Engineering Cost Consulting Co., Ltd., Chengde, Hebei, 067000, China

Abstract: Intelligence, as an emerging concept in social development in recent years, has been widely applied in various fields and has achieved significant results, while promoting further development in related fields. In the field of construction project management, the introduction of intelligent technology has also become a key direction for current development. In the actual process of engineering construction, the construction industry should focus on improving and optimizing relevant technical measures from a management perspective to ensure that intelligent engineering management can meet the requirements of construction project management. Therefore, this article deeply analyzes the application of intelligent engineering management technology in construction project management, aiming to provide valuable references for industry professionals.

Keywords: intelligent technology; construction project; project management; technology application; development prospects

引言

随着信息技术和数字化技术的迅猛发展,智能化技术在建筑工程管理中的应用已成为推动行业创新与转型的重要力量。传统建筑管理模式因过度依赖人工操作与经验积累,存在施工过程不透明、资源配置不合理、进度控制困难、质量保障与安全管理不足等问题。这些问题不仅导致了项目成本的增加,也显著降低了施工效率,从而制约了建筑行业的整体竞争力。然而,随着物联网、大数据、人工智能、建筑信息模型(BIM)等智能化技术的快速发展,建筑行业正在经历一场技术革命。全新的解决方案,正是通过这些技术,得以为工程管理提供。施工现场可以实现实时监控与数据分析,设计、施工、进度、质量等环节因此得到了优化,项目管理的精细化水平也随之提升,成本得到了降低,工程质量与安全性得以提高。智能化技术的广泛应用,特别是在施工现场的智能化、资源调度优化、安全监控及质量控制等领域,正在深刻改变建筑行业的运作模式,推动建筑工程管理朝着更加智能、数字化和可持续发展的方向发展。随着技术的持续进步,建筑工程管理中的智能化技术,其前景可谓是极为广阔,定将为行业带来深远的变革与不断创新的动力。

1 建筑工程管理运用智能化技术的必要性

在建筑工程管理中,智能化技术的应用显得尤为重要,

关键体现在提高管理效率、优化资源配置、提升施工质量、加强安全管理以及推动行业的可持续发展等方面。随着建筑工程规模的扩大及复杂度的增加,传统管理模式面临着信息传递滞后、施工进度难以精确控制、资源浪费严重、安全隐患难以及时识别等诸多问题,而正是智能化技术,能够有效解决这些困境。例如,建筑信息模型(BIM)技术通过集成工程全生命周期的信息,使得管理人员能够提前发现设计冲突,优化施工方案,减少返工,从而提高施工效率;物联网(IoT)技术则通过对现场设备、材料和人员的实时监控,实现了智能调度和精确管理,避免了资源的浪费;大数据与人工智能(AI)技术,基于对历史数据的分析,能够预测施工过程中的潜在风险,优化了工程进度,提升了决策的科学性与精准度;智能监控系统、无人机巡检以及自动化施工设备的广泛应用,加强了施工现场的安全管理,显著降低了安全事故发生的概率^[1]。此外,建筑工程的绿色环保水平也因智能化技术的应用而得到了提升,通过智能能耗管理系统与自动化施工技术,能源消耗及碳排放得以减少,推动了建筑行业朝着可持续发展方向的迈进。智能化技术的普及应用,不仅使得工程管理的精细化与科学化程度得到了提高,也为建筑行业的现代化转型提供了强有力的技术支撑,为行业的长期发展奠定了坚实的基础。

2 智能化工程管理技术应用中存在的问题

2.1 缺少科学管理制度

管理制度是确保各项工作高效、顺利开展的基础。然而,当前一些施工单位仍然沿用过时的管理制度,未能跟上社会发展的步伐进行科学合理的创新与调整。这种情况导致工程管理人员在实际工作中缺乏有效的依据与参考,无法及时发现工程施工中的潜在质量和安全隐患。结果,不仅可能增加二次返工的风险,延误施工进度,还可能影响施工单位的经济利益,甚至引发安全事故,威胁现场人员的生命与财产安全。

2.2 施工现场监管不当

在智能化工程管理技术应用的过程中,施工现场监管不足,成为了影响工程质量与安全的一个关键问题。尽管智能化技术为实时监测、数据分析及远程管理提供了多种手段,但如果现场监管不到位,质量隐患、安全事故以及资源浪费等问题依旧可能发生。当前,部分施工单位在应用智能化技术时,存在监管体系不完善、责任划分不清晰、数据利用率低等问题,导致施工过程中的隐患未能得到及时发现或处理。与此同时,许多管理人员对智能化监管系统的操作不够熟练,未能充分利用物联网传感设备、智能监控系统及无人机巡检等先进技术进行精确监管,致使现场施工依然依赖传统的人工巡查方式,难以实现智能化管理的预期效果^[2]。考虑到施工现场环境复杂,设备、材料及人员流动性强,若缺乏有效的监管机制与数据分析手段,项目进度的失控、施工资源的调度不合理,甚至安全事故的发生,均可能随之而来。

3 智能化工程管理技术在建筑工程管理中的有效应用对策

3.1 构建科学智能化管理体系

构建科学的智能化管理体系,成为了推动建筑工程管理实现高效、精准与智能化的关键所在。一个完善的智能化管理体系应涵盖工程全生命周期的各个阶段,包括规划、设计、施工、运维与管理,同时还需确保数据的高度集成与实时共享,以提升整体协同效率。该体系应依托建筑信息模型(BIM)、物联网(IoT)、人工智能(AI)与大数据分析等技术,实现施工现场的动态感知、自动化调度与智能决策,确保各个环节的数据能够精准采集、分析并加以应用,从而优化资源配置、提高施工质量并降低管理成本。为进一步提升管理效率,统一的标准化流程,亦需在智能化管理体系中构建,通过智能管理平台整合各方数据,涵盖部门、施工单位、供应链等多个环节,确保信息的高效传递与无缝对接,避免了信息孤岛现象的发生。与此同时,体系应具备自主学习与优化的功能,利用人工智能及大数据对历史施工数据进行深度分析,逐步优化了施工工艺,调整了管理策略,进而提高了工程管理的科学性与前瞻性。考虑到施工环境的复杂性,体系建设应充分结合实际情况,

确保智能化技术与传统施工模式的深度融合,从而增强了管理的灵活性与适应性。

3.2 完善智能化规划理念

完善智能化规划理念,成为了推动建筑工程管理走向高效、精准及可持续发展的关键前提。智能化技术的应用不仅仅依赖于具体的技术手段与管理工具,更需基于科学合理的规划理念,以确保各项智能化措施具备系统性、前瞻性与可操作性。在规划阶段,工程项目的实际需求、施工环境、技术适配性以及长期发展目标应当被综合考虑,从而制定出符合建筑工程特点的智能化方案,明确核心目标,如提高工程效率、优化资源配置、提升安全管理水平及降低成本消耗。同时,基于数据驱动的决策模式应得到强调,智能化规划通过物联网(IoT)、大数据分析、人工智能(AI)等技术的深度融合,得以实现施工全流程的动态监测、智能预警及优化调整,保障工程管理的精准性与灵活性。此外,信息化基础设施的建设也应被重视,完善的智能化规划需要确保智能设备、管理平台与信息系统之间实现无缝连接,避免了因系统割裂而影响智能化管理整体效能的情况。在此过程中,行业发展趋势、政策导向及绿色建筑理念,亦需得到充分考虑,推动智能化管理向环保、高效及智能协同的方向发展。

3.3 做好安全管理工作

有效的安全管理工作,成为了智能化工程管理技术在建筑工程中的核心应用目标之一。其关键在于通过智能技术的深度融合,打造一个全方位、全天候、高效能的安全保障体系,最大限度地减少安全风险,并提升施工现场的安全管理水平。在智能化安全管理中,依托物联网(IoT)、人工智能(AI)与大数据分析技术,应建立实时监控系统,对施工环境、设备运行、人员操作等关键环节进行智能感知与数据采集,开展动态分析,以实现安全隐患的智能预警与风险评估,进而达到事前预防、事中管控与事后优化的目标。同时,通过运用无人机巡检、智能视频监控、可穿戴智能设备等技术手段,施工安全监管的覆盖面与精准度得到了显著提升,使得管理人员能够远程监控施工现场,及时发现并处理违规操作或潜在危险^[3]。智能化安全管理,还应结合建筑信息模型(BIM)技术,进行安全模拟与施工风险预测,优化施工方案,减少因管理失误或技术缺陷所导致的安全事故。此外,基于云计算的安全管理平台应被构建,从而实现多方协同管理,使各级管理人员能够实时共享安全数据,提升了安全管理的科学性与可操作性。更为重要的是,智能化安全管理应贯穿整个工程生命周期,从设计、施工到运维阶段不断优化安全管理措施,建立了一个动态、智能与自适应的安全保障机制,确保施工现场始终保持在高效、安全且可控的状态。

3.4 优化设计图纸,确保科学施工

优化设计图纸与确保科学施工,成为了智能化工程管

理技术在建筑工程中高效应用的关键环节。其核心在于通过先进的数字化技术提升设计精度、优化施工流程,减少设计变更,进而提高工程质量与施工效率。在传统的建筑设计阶段,二维图纸常存在信息表达不足、细节缺失与数据割裂等问题,这些问题通常会导致施工过程中因设计不完整或与现场条件不匹配而产生返工、进度延误,甚至引发安全隐患。因此,建筑信息模型(BIM)技术应被充分应用,进行三维可视化建模与信息集成,从而实现建筑结构、机电系统及管线布局等专业的协同设计与优化,提前识别潜在的设计冲突,并在施工前进行调整,减少施工阶段的变更与损失。结合大数据分析的人工智能技术,还能通过对历史工程数据的深度学习,优化设计参数,智能化的设计方案推荐得以提供,确保施工方案的科学性与合理性。与此同时,虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术可被运用,进行施工方案的沉浸式模拟,使得管理人员与施工人员能够在施工前直观了解设计细节,进而优化施工组织,提升施工的可操作性与精准度。智能化优化设计还应着重考虑施工可行性,结合智能建造技术如装配式建筑与模块化施工等,确保设计图纸不仅满足功能性与美观需求,还能在最大程度上提升施工效率、降低成本,并增强建筑的安全性及耐久性。

3.5 将虚拟技术科学引入施工现场

引入虚拟技术到施工现场,已成为提升建筑工程管理效率、优化施工过程、降低风险并提高施工质量的重要手段。虚拟技术,如虚拟现实(VR)、增强现实(AR)与混合现实(MR),能够为施工现场提供沉浸式的数字体验,帮助工程管理人员、设计师及施工人员在项目的各个阶段全面理解和应用设计方案、施工细节及潜在问题。在项目开工前,施工人员可以通过虚拟现实技术,对建筑设计进行全面审查,设计图纸中可能存在的疏漏,得以提前发现,从而减少返工与错误发生的可能性。增强现实技术则在施工过程中能够实时将虚拟图纸与实际现场叠加,使得设计图与现场情况对比呈现,帮助施工人员准确理解施工步骤、设备布置及安全操作规范,确保施工过程按科学、规范的方式进行。混合现实技术将虚拟与现实环境结合,通过实时数据交互与分析,提升了施工现场的协作效率,确保施工方案与现场实际情况紧密衔接,有效避免了施工中的不协调与误操作。

4 智能化技术在建筑工程管理中的发展前景

智能化技术在建筑工程管理中的前景广阔,随着科技的不断进步及建筑行业对高效、精准与可持续管理需求的不断增加,智能化技术将在未来的建筑工程管理中发挥越来越重要的作用。目前,建筑信息模型(BIM)、人工智能

(AI)、大数据分析、物联网(IoT)等技术,已迅速被应用于建筑设计、施工、监控与维护的各个环节。随着技术的持续发展,智能化技术将在建筑行业的各个层面实现更加深度的融合与创新。例如,建筑工程管理将具备更强的预测能力,AI与大数据的结合使得通过对历史数据的学习与分析,潜在风险能够被识别,施工进度能够被自动调整,资源配置得以优化,问题出现时迅速响应,最大限度地减少项目延误与成本超支。同时,物联网技术能够提升工程现场的实时监控精度,智能传感器将持续监测建筑材料、设备及施工环境的状态,确保施工环节的每个步骤都处于有效控制中,从而减少人为错误与安全隐患^[4]。此外,施工现场的管理模式将进一步革新,虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术提供了更直观、更沉浸的管理工具,帮助设计、施工及调度人员更好地理解施工方案、优化流程并提升团队协作效率。最后,智能化技术的广泛应用将推动建筑行业向绿色、可持续发展迈进,通过智能化能效管理系统、节能设备与资源回收技术,建筑过程中的能源消耗与碳排放将得以减少,推动绿色建筑的发展与普及。

5 结语

智能化技术的引入,为建筑工程管理带来了深刻的变革,显著提升了管理效率、施工质量与安全水平。通过采用物联网、大数据、人工智能等先进技术,建筑工程得以实现更细致的管理、资源优化配置与实时精准监控,从而有效降低了工程中的风险与资源浪费。随着这些技术的不断进步与应用深化,智能化技术在建筑工程管理中的作用将愈加重要,助力行业迈向更加高效与可持续的未来。积极拥抱这一趋势,应当成为建筑行业的共识,紧跟技术发展的步伐,不断创新与融合智能化技术,从而提升管理能力与竞争力,为打造更安全、更高效、更智能的城市环境贡献力量。

[参考文献]

- [1]边一东.智能化工程管理技术在建筑工程管理中的应用探析[J].中国招标,2025(3):189-191.
- [2]李红松.智能化工程管理技术在建筑工程管理中的应用[J].砖瓦,2024(11):143-145.
- [3]杨明杰.智能化工程管理技术在建筑工程管理中的应用[J].工程建设与设计,2024(10):116-118.
- [4]李伟娟.智能化工程管理技术在建筑工程管理中的应用[J].大众标准化,2023(21):143-145.

作者简介:李春利(1988.1—),女,毕业院校:河北科技师范学院,所学专业:工程管理,就职于承德北方工程造价咨询有限公司,职务:造价师,年限:5年,目前职称:中级。

桥梁工程设计中 BIM 技术的应用策略分析

张 歌

盐城市交通规划设计院有限公司, 江苏 盐城 224000

[摘要] 本篇文章主要探讨 BIM 技术在桥梁工程设计方面的应用要点, 以期达到优化桥梁设计方案的目标。经分析得出, BIM 技术支持下的桥梁工程设计主要体现在三维建模手段的应用, 工程设计人员能够利用 BIM 的自动建模工具来模拟桥梁结构的受力特征, 同时增进工程相关方的配合。当前时期的 BIM 技术已经融入于工程设计领域, 体现出 BIM 的人工智能技术对于节约资源以及改善结构强度的意义所在。因此, 桥梁工程的设计人员应充分重视 BIM 技术的应用实施。

[关键词] 桥梁工程设计; BIM 技术; 应用策略

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15968

中图分类号: U445

文献标识码: A

Analysis of Application Strategies of BIM Technology in Bridge Engineering Design

ZHANG Ge

Yancheng Transportation Planning and Design Institute Co., Ltd., Yancheng, Jiangsu, 224000, China

Abstract: This article mainly discusses the application points of BIM technology in bridge engineering design, in order to achieve the goal of optimizing bridge design schemes. Through analysis, it can be concluded that bridge engineering design supported by BIM technology is mainly reflected in the application of 3D modeling methods. Engineering designers can use BIM's automatic modeling tools to simulate the stress characteristics of bridge structures and enhance the cooperation of engineering stakeholders. The current BIM technology has been integrated into the field of engineering design, reflecting the significance of BIM's artificial intelligence technology in saving resources and improving structural strength. Therefore, designers of bridge engineering should attach great importance to the application and implementation of BIM technology.

Keywords: bridge engineering design; BIM technology; application strategies

引言

BIM 技术旨在利用计算机软件来模拟桥梁施工场地的情况, 通过自动计算得出桥梁工程的设计参数, 为桥梁工程的设计完善提供有力支撑。近些年以来, 桥梁工程设计领域的 BIM 技术重要地位日益突出。与传统的桥梁工程设计方法相比, 建立在 BIM 技术基础上的工程设计方案更加科学合理, 并能够加强桥梁工程设计方与施工方之间的协作。由此可见, 如何将 BIM 技术贯穿于桥梁工程的方案设计阶段, 应成为桥梁工程设计理念转型过程中的突出问题。

1 桥梁工程设计中的 BIM 自动建模系统

1.1 基本功能

基于 BIM 二次开发技术进行桥梁高支模的“智能设计系统”开发, 通过内嵌 BIM 快速建模软件来完成自动化的建模操作。工程设计人员只需导入桥梁相关的设计图纸参数即可生成立体化的桥梁结构模型, 然后输入桥梁工程设计的各项基本参数, 系统便可根据相应的桥梁模型以及设计参数来生成最终的建模结果^[1]。

BIM 系统内嵌的计算机建模软件还可结合桥梁工程所在的地质环境特征, 采取因地制宜的理念完成桥梁结构的分布设计、受力指标验算、工程量的审查校对、工程量清单、自动生成设计书等步骤。BIM 的自动建模系统还可根据桥梁所在工程区域的特殊地质条件以及环境因

素, 对于整个设计方案的合理性予以校验, 从而为用户提供交互式、直观性、立体化的建模方案。

1.2 指标选取

在 BIM 技术平台的辅助下, 构建桥梁工程设计中的参数化模型主要考虑如下的数据指标: 第一类为桥梁的空间位置数据, 第二类为结构几何数据, 第三类为构件材质数据。BIM 的人工智能建模构件可基于桥梁建设项目的总体设计目标, 使得系统用户能够根据工程进度的具体要求来预览局部模架。BIM 的自动建模平台还可用于导出桥梁工程量清单、项目平面图以及断面图等, 显著提升桥梁整体结构设计的准确度。为了精准高效地构建桥梁高支模结构的 BIM 模型, 关键就是要引进参数化的建模指导思想。具体有必要将构建 BIM 模型所需的原始信息全部采取参数化处理的形式, 从而确保 BIM 建模系统能够根据桥梁设计文件来获取相关的数据, 据此快速生成相应的桥梁结构 BIM 模型^[2]。

1.3 建模流程

根据 BIM 的人工智能数据库来创建各类桥梁构件的 Revit 族文件, 确保桥梁工程结构相关的全部模型构件都包含空间位置信息、几何尺寸信息、材质信息等核心参数。在此前提下, 桥梁设计人员还需要基于 Revit 平台, 严格遵循桥梁工程设计中的 IFC 标准, 并使用 C# 语言辅助实施二次开发, 在此基础上获得桥梁工程的三维立体建模结

果。BIM 人工智能建模软件的系统用户需根据桥梁设计图纸中的截面尺寸、平纵曲线、节段信息、下部结构信息,经过自动整理生成具有特定格式的 CAD 建模图纸,最后将其导入智能建模软件并设置相应的参数指标,利用计算机软件识别信息并生成最终的桥梁 BIM 模型^[3]。

2 桥梁工程设计中的 BIM 技术应用要点

2.1 建构可视化模型来优化设计方案

桥梁内部结构属于桥梁工程设计中的核心部分,大体积桥梁的内部结构只有实现了全方位的设计优化,才能够更好地发挥桥梁的使用价值。在 BIM 技术手段的辅助下,技术人员应按照可视化设计的理念予以完善,重点应包括柱体、梁体、桥面、墩台等结构部位的设计方案改进^[4]。桥梁工程的设计人员应紧密围绕“避免设计冲突”的指导原则,切实改善桥梁整体结构的支撑强度、耐久性以及坚固度指标,将可视化建模理念贯穿于桥梁设计的全过程。例如在优化桥梁柱体设计方案的过程中,最关键的就是要准确计算柱体结构的尺寸,通过手工绘制二维平面图纸来展示桥梁柱体的外观特征,然后利用计算机的自动建模软件实施相应的转化。在可视化建模系统的辅助下,工程设计人员不仅需要重视桥梁墩台以及柱体结构的稳固性,还应当密切关注桥梁柱体在特殊地质环境中的荷载强度变化曲线,以此为根据给出科学的计算公式,达到可视化设计的良好建模效果。

2.2 材料配比控制

桥梁结构设计中的材料配比应得到准确控制,桥梁工程中的钢筋、混凝土等材料配制方案的合理性将会直接关系到工程资源的使用效益,同时也会对于桥梁的安全使用产生显著的影响。因此,工程设计人员应当将 BIM 建模软件应用于计算桥梁钢混结构的材料配比参数,通过深入挖掘建模节点的数据信息,能够持续优化桥梁工程的材料配比设计方案。为避免计算结果存在误差,那么最关键的就是要紧密围绕工程现场的地质特征因素,采取因地制宜的建模优化思路。

桥梁工程 BIM 建模设计中的混凝土配比指标计算不仅涉及各项配比参数的控制,还应当包括混凝土运送入场的路线规划^[5]。因为在多数的情况下,桥梁施工现场的砂石与水泥等材料运送路线将会关系到运送时间以及施工成本等,从而决定了桥梁施工部门以及设计部门之间应当展开密切的沟通,着眼于确定最佳的材料运送入场线路。具体有必要明确桥梁施工场地的运送线路安排,充分利用运输车等专用设备作为辅助,利用 BIM 的建模软件作为辅助选取科学合理的运送路径方案。

2.3 关键节点优化

桥梁工程设计中的关键节点较多,且对于预防桥梁失稳的重大事故具有显著的意义。优化桥梁结构中的关键节点设计,应当集中体现在墩柱的连接点、悬索桥的支撑节点分布设计等方面。例如对于超大大体积的悬索桥在优化各节点的设计方案时,工程设计部门应紧密围绕桥梁整体坚固性提升的目标宗旨,按照指定顺序来优化相关节点,切实降低桥梁项目施工中的返工率,节约桥梁工程的设计

资源。利用 BIM 的自动建模软件形成多维度的立体结构模型,并且对于其中的关键节点采取放大处理的做法。此外,大体积桥梁结构中的钢箱梁连接点、加劲肋、顶板等部位也需要纳入设计优化的范围。通常情况下,钢箱梁的桥梁结构应包含底板、纵向隔板、加劲肋、顶板的几个核心部分,因此工程设计人员就需要依次优化以上的各部分,建构详细与完善的三维立体结构图。经过设计完成后的桥梁结构三维 BIM 模型图还需要经过专门的审查检测,以期及时察觉桥梁关键节点的设计缺陷,确保最终设计方案更加符合工程设计意图^[6]。

3 桥梁工程设计中的 BIM 技术应用实例

3.1 工程总体概况

某桥梁工程的主体部分为钢筋混凝土结构,最大行车速度为 80km/h。桥梁工程设计单位采用 I 级技术标准,桥梁单幅的横向结构主要由钢筋混凝土空心板拼接而成,桥面铺装层主要由 C35 现浇混凝土组成。工程设计部门考虑到桥梁所在区域地质构造存在特殊性,容易导致桥梁上部与下部结构的总体设计难度较大,拟采用 BIM 人工智能辅助工具予以优化设计。如下图,为 BIM 建模软件自动生成的桥梁结构模型:

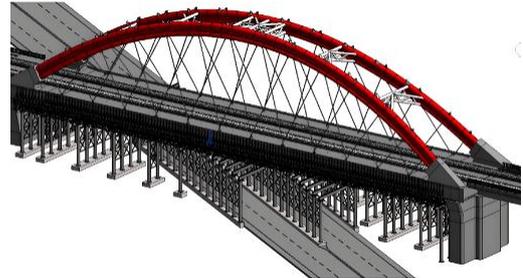


图 1 利用 BIM 建模软件自动生成的桥梁结构模型图

3.2 建模方案确定

具体在桥梁结构的设计优化阶段,工程设计部门拟采用如下的设计步骤流程:首先经过人工工作图而形成桥梁平面结构的原始图纸,并且对于二维平面图纸予以修改;其次依据原始的二维平面结构图,利用 BIM 的可视化建模软件生成三维立体的建模结果;最后安排专业人员负责检查三维可视化的建模设计结果,消除其中的设计冲突因素。具体而言,桥梁工程设计人员主要针对桥梁结构材质、梁体截面的尺寸参数、桥梁支座以及伸缩缝的长度指标,合理确定桥梁工程的最佳结构形式,以此为基准设计钢筋混凝土的配比参数。BIM 技术融入桥梁结构设计的数据库建模指标如下表所示:

表 1 基于 BIM 技术的桥梁设计数据库建模指标

数据库子类	数据来源	数据类型	数据内容
桥梁墩台坐标	布局结构图	数据属性集	墩台纵横坐标
结构材质	桥梁上部结构的设计图	数据属性集	钢混结构、沥青混合料等
梁体截面尺寸	桥梁路面及路基的设计图	数据属性集	依据行业技术标准确定
支座及伸缩缝	支座设计图表	数据属性集	依据行业技术标准确定

4 桥梁工程设计中的 BIM 技术完善措施

近些年以来,桥梁工程设计方面的 BIM 技术手段已实现较为广泛的应用,充分体现出 BIM 技术在优化桥梁结构设计当中的价值所在。但是与此同时, BIM 融入桥梁工程设计过程中的问题较多,主要体现在桥梁结构尺寸与实际需求不相符,以及忽视桥梁结构设计中的细节优化等。基于此,桥梁工程设计部门应重视 BIM 技术的功能作用发挥,具体应采取如下的设计完善措施:

4.1 健全技术标准规则

BIM 技术如果要更好发挥其在桥梁工程设计方面的作用,则不能够缺少完善的行业技术标准作为保障。在此前提下,相关部门应充分重视 BIM 技术在桥梁工程设计当中的技术标准改进,推动桥梁工程的 BIM 建模设计技术朝着更加精细化以及规范化的方向发展。相关部门应当在明确技术指标的基础上,为桥梁设计人员提供行之有效的技术规范指导,确保桥梁设计人员可结合实际情况选取最佳的材料与组件,并通过自动计算来判断桥梁结构的荷载极限值等^[7]。

此外,桥梁工程设计部门应定期开展专项技术培训,确保工程设计人员更好掌握相应的技术规则及标准,将 BIM 技术融入桥梁工程设计、施工与运营的全寿命周期。完善桥梁工程设计当中的 BIM 技术实施标准,还应当体现在 GIS 的地理信息系统整合应用,旨在实现同步性与动态化的数据采集目标,支撑桥梁工程设计的质量水平提升,统一桥梁工程结构设计的技术标准。

4.2 提升技术研发水平

BIM 技术如果要在工程设计方面发挥良好的辅助功能,重点就是要深入开展研发工作。基于此,相关部门应当加大技术研发的力度,着力保证桥梁结构设计的质量安全达标。桥梁设计人员应严格遵守现行的行业技术标准,并采取有效措施来预防桥梁结构沉降等安全隐患。工程设计单位应当深入开展技术研发工作,重视采取人才激励的手段,鼓励桥梁设计人员深入探索 BIM 等人工智能技术的应用实现路径。

促进桥梁工程结构设计当中的 BIM 技术研发水平提升,应当落实于工程可行性调研的前期阶段,确保相关部门能够出具更加准确的可行性调研报告。桥梁工程的设计部门应通过实施综合对比的方法,在众多的设计方案当中进行合理选择,旨在实现降低桥梁设计成本以及优化配置资源的目的。当前时期的桥梁工程设计部门还应当密切重视细部结构的优化,引进自动化的结构碰撞检测技术工具,在加大技术研发力度的前提下助力桥梁工程的使用寿命延长。

4.3 增进相关部门沟通

桥梁工程设计方案的合理性将会直接影响到桥梁使用安全,为保证桥梁设计方案的科学合理,关键就是要在根源上防范桥梁设计当中的常见误区。依托 BIM 技术

工具突破部门局限,增进各部门与各机构之间的交流与协作,建构部门协同的一体化设计模式。具体有必要统一桥梁设计中的各项技术准则,真正确保桥梁设计的全过程达到“有据可依”。相关部门应当密切配合建立网络数据库,并且对于数据库中的信息资源采取动态更新的维护措施。

BIM 技术作为辅助的桥梁工程设计方与施工方应当加强合作,项目参建单位应当主动沟通、联系桥梁设计人员,并应当指导施工人员准确把握桥梁设计图纸的特征指标,在施工阶段予以严格落实。项目施工单位还需要结合桥梁建设施工的实际情况,做到动态优化并调整相应的设计参数,以期提升桥梁工程的质量安全效益。并应当增进不同工序以及不同业务领域人员之间的沟通,在最大程度上实现信息资源的共享,打破信息孤岛的局限性。

5 结束语

综上所述, BIM 技术融入桥梁工程设计的基本思路在于围绕工程设计目标来确定总体方案,并且通过深入落实项目可行性研究来持续改进原始方案,达到节约资源与提升工程质量的目标。现阶段的桥梁工程设计理念以及技术方法正在不断实现优化创新,工程设计部门能够充分利用 BIM 人工智能建模技术手段,突破传统设计思维的局限。为发挥 BIM 技术在桥梁工程设计方面的最大化作用,则应当体现在整合利用现有的资源,切实降低桥梁结构失稳的风险。将 BIM 技术引进桥梁设计阶段,还应当密切重视桥梁设计以及施工环节的衔接融合,构建一体化与动态化的工程反馈机制,在创新设计技术的基础上保障桥梁的使用安全。

[参考文献]

- [1] 王文达. BIM 技术在公路连续梁桥设计中的应用研究[J]. 工程建设与设计, 2025(2): 89-91.
 - [2] 杨帆. 栓接钢桁梁桥 BIM 精细化建模技术[J]. 建筑科技, 2024, 8(12): 64-69.
 - [3] 汪丽萍. BIM 技术在桥梁工程设计与施工中的应用分析[J]. 智能建筑与智慧城市, 2024(12): 82-84.
 - [4] 李永光. 基于“BIM+”的公路桥梁设计及施工技术研究[J]. 工程与建设, 2024, 38(6): 1307-1310.
 - [5] 李枝军, 胡皓, 徐秀丽, 等. 基于 BIM 技术的桥梁工程协同毕业设计探索[J]. 现代职业教育, 2024(27): 109-112.
 - [6] 黄佩, 余建玉. 预应力桥梁设计中 BIM 技术的应用研究[J]. 运输经理世界, 2024(22): 110-112.
 - [7] 周华. BIM 技术在道路与桥梁工程设计中的应用[J]. 智能建筑与智慧城市, 2024(5): 78-80.
- 作者简介: 张歌(1994.8—), 男, 毕业院校及专业: 南京工业大学交通运输工程专业, 当前就职单位: 盐城市交通规划设计院有限公司, 职务: 道路桥梁设计师。

土木工程管理中的施工过程质量控制措施探究

邵芳

吉林省信弘建设工程有限公司, 吉林 长春 130000

[摘要]随着我国城镇化速度的加快以及基础设施建设的不断推进, 土木工程项目的规模和复杂性持续增加, 传统的质量管理模式已难以满足现代工程建设的需求。在施工过程中, 技术水平不均的人员、物料质量不稳定以及滞后的管理制度等问题频繁出现, 导致施工质量难以达标, 甚至可能引发安全事故。为有效应对这些挑战, 先进的质量管理理念和技术已逐步引入土木工程行业, 致力于实现全过程、全方位的质量控制。通过优化施工管理、提升人员素质以及完善质量控制体系, 土木工程项目的管理水平得到了显著提升。与此同时, 信息化技术的不断进步与智能化设备的应用, 提供了新的思路和技术手段, 以加强施工质量控制。因此, 探索与完善土木工程施工过程中的质量控制措施, 已成为当前工程建设中的一项关键任务。不断创新与完善的质量控制体系, 有助于提升土木工程项目的整体质量, 确保项目的安全、可持续发展。

[关键词] 土木工程; 施工管理; 质量控制

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15960

中图分类号: TU712.3

文献标识码: A

Exploration on Quality Control Measures for Construction Process in Civil Engineering Management

SHAO Fang

Jilin Xinhong Construction Engineering Co., Ltd., Changchun, Jilin, 130000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization and the continuous promotion of infrastructure construction in China, the scale and complexity of civil engineering projects continue to increase, and traditional quality management models are no longer able to meet the needs of modern engineering construction. During the construction process, problems such as uneven technical proficiency of personnel, unstable material quality, and outdated management systems frequently occur, leading to difficulty in meeting construction quality standards and even potentially causing safety accidents. In order to effectively address these challenges, advanced quality management concepts and technologies have gradually been introduced into the civil engineering industry, committed to achieving full process and all-round quality control. By optimizing construction management, improving personnel quality, and perfecting the quality control system, the management level of civil engineering projects has been significantly improved. At the same time, the continuous advancement of information technology and the application of intelligent devices provide new ideas and technological means to strengthen construction quality control. Therefore, exploring and improving quality control measures in the construction process of civil engineering has become a key task in current engineering construction. A continuously innovative and improved quality control system helps to enhance the overall quality of civil engineering projects, ensuring their safety and sustainable development.

Keywords: civil engineering; construction management; quality control

引言

土木工程在基础设施建设中占据着至关重要的地位, 肩负着推动社会经济发展及提高人民生活质量的重大责任。从桥梁与道路到高层建筑及地下设施, 土木工程的质量直接决定了项目的安全性、耐久性以及其后期使用效果。在施工过程中, 土木工程常常面临多种质量控制难题, 尤其是在施工管理环节中, 质量问题的出现不仅可能导致返工或工期延误, 更可能引发安全事故, 严重影响项目的经济与社会效益。因此, 提升施工过程中的质量控制措施, 并增强项目管理能力, 是确保土木工程项目高质量完成的关键所在。

1 土木工程施工过程中质量控制的重要性

土木工程施工质量的控制至关重要, 它直接影响到工程的安全性及稳定性。特别是对于桥梁、高层建筑等特殊项目, 任何细微的质量问题都可能引发严重的安全隐患。

建筑结构的牢固性不仅通过高质量的施工得以保障, 还能有效减少未来因维修和加固而产生的额外费用, 进而降低项目长期运营的整体成本。此外, 施工质量在控制工程进度与成本方面同样至关重要, 常见的质量问题常常导致返工或施工延误, 不仅会影响原定的工期, 还可能导致预算超支, 进一步引发合同违约及相关的法律与经济风险。项目投资能够得到有效保护, 得益于施工质量的有效控制, 这也确保了项目的顺利完成, 并履行了项目对社会的责任。随着环保与绿色施工理念的逐渐普及, 施工质量在推动项目可持续发展中也起着举足轻重的作用。优质的施工有助于资源的节约与能源的降低消耗, 为实现绿色建筑目标提供了有力支持。

2 土木工程管理施工过程质量控制中存在的问题

2.1 人员问题

在土木工程管理的施工过程中, 人员问题往往是影响

施工质量的关键因素之一。一个突出的问题是管理人员的专业技能不足,许多管理人员在实际操作中缺乏足够的技术背景和丰富的工程经验,尤其在处理复杂的施工问题时,他们往往依赖传统经验而忽视现代施工技术及质量控制的要求。另一方面,管理人员的配置也存在一定问题,由于人员不足或岗位设置不合理,关键环节往往缺乏专门的质量管理人员,这使得整体施工质量难以得到有效保障。另外,部分工作人员对质量管理的重视程度不够,质量意识薄弱。在施工过程中,许多工人或管理人员依赖个人经验,忽略了规范化管理流程与标准,导致一些细节问题未能得到及时处理,最终引发质量缺陷。更为严重的是,这些问题可能导致施工安全隐患的出现,甚至引发安全事故,给项目带来极大的安全风险。

2.2 物料问题

在土木工程施工管理过程中,物料问题是影响施工质量控制的关键因素之一,对施工成本也产生了深远的影响。工程中使用的物料质量往往未能完全符合标准,尤其是在水泥、钢筋、砂石等常见建材的质量方面,存在不合格现象,这种不达标的物料直接导致了施工质量的下降。例如,使用质量不合格的水泥,可能在混凝土浇筑时出现强度不足、裂缝等问题,进而影响结构的长期稳定性。此外,物料配比不稳定也是施工中的隐患之一。混凝土或其他建筑材料的配比如果没有严格遵守规定的标准,容易导致混合物强度不均,直接影响结构的承载能力及耐久性。更为严重的是,在物料的采购、运输及储存过程中管理不到位,也会加剧质量问题的发生。如存储环境不符合标准,物料的质量可能会随之下降,从而引发浪费及质量隐患的积累。

2.3 管控制度问题

在土木工程施工过程中,管控制度的不足对施工质量的影响不可忽视。许多项目的质量管理体系往往存在不完善的情况,缺乏一个系统化的质量控制框架,而管理流程也未能得到规范化。这种缺乏系统性与规范化的管理方式,使得质量检查往往不到位,责任分工也未能明确,从而导致潜在的质量隐患未能及时发现和解决。质量监督的执行力度不足,亦是管控制度中的常见短板。尽管施工过程中通常会设置监督机制,但由于人员配置不足、检查频次过低或监督执行不力,许多质量管理措施未能得到有效落实。此外,不同管理人员对管控制度的重视程度存在差异,一些管理人员未能准确理解并贯彻相关制度,导致实际操作中的松懈,进一步削弱了制度的有效性。如此一来,施工质量控制缺乏必要的保障,最终影响了工程的整体质量与安全。

3 土木工程施工过程质量控制措施

3.1 提升管理人员的专业技能水平

提升管理人员的专业技能水平,毫无疑问是确保土木工程施工质量的关键。土木工程施工管理人员的专业能力,直

接影响到施工过程中的决策与管理措施。随着建筑技术的飞速发展,传统的施工方法与管理模式已难以满足现代项目的需求,迫切要求管理人员不断增强对新材料、新技术及智能化施工管理的理解与应用。具备较高专业技能的管理人员,能够更有效地识别施工过程中的潜在问题,并采取适当的措施加以解决,避免质量隐患的积累。例如,在复杂结构施工的过程中,若管理人员熟悉相关工艺及质量控制要点,便能在施工中及时发现问题并进行调整,从而保证施工质量的稳定性。进一步提升管理人员的专业能力,也有助于改善与施工团队的沟通与协调,促进各环节的高效衔接,确保项目能够按时、按质完成。因此,加强管理人员的培训,提升其专业技能,不仅为提高施工质量奠定基础,更是增强工程项目整体效益的重要保障。

3.2 展开物料市场调研以及质量检测工作

展开物料市场调研与质量检测工作,作为确保土木工程施工质量的关键环节不容忽视。通过对物料市场的深入调研,项目管理团队能够全面了解各类建筑材料的质量标准、供应商信誉以及价格波动情况,从而为采购决策提供充分的数据支持。这一过程有助于管理人员选择质量可靠、性价比优越的材料,有效避免因使用不合格物料而导致的施工质量问题。在此过程中,质量检测工作亦至关重要。每一批建筑材料在进入施工环节之前,都必须经过严格的检测,尤其是水泥、钢筋、砂石等关键材料的质量控制,尤为重要。这些物料的质量直接关系到建筑结构的安全性与长期稳定性。通过对采购、运输及施工阶段的各个环节进行检测,不合格材料能够及时被识别并剔除,从而确保施工现场的材料完全符合项目需求。值得注意的是,市场调研与质量检测的有效结合,还能够一定程度上降低材料浪费,防止因使用劣质材料而导致的返工与修复,从而有效降低工程的整体成本。

3.3 完善质量控制体系

完善质量控制体系在土木工程施工质量保障中的核心地位至关重要,一个高效的质量控制体系能够对施工过程的每个环节进行系统监控与管理,从源头到结束,确保施工质量不受忽视。质量管理标准与流程必须在体系中明确规定,确保每个施工阶段严格按照规范要求执行,这不仅包括对施工工艺的监督,还涉及材料采购、人员培训、设备维护等多个方面的精细化管理,从而确保施工过程中每一个细节都不被忽略。同时,建立健全的监督与反馈机制不可或缺。通过定期检查、随机抽查及问题反馈渠道,施工过程中潜在的质量问题能够及时被识别,及时采取有效纠正措施^[1]。此外,各部门与人员之间的协调沟通同样至关重要,信息流通必须保持顺畅,以避免因沟通不畅而积累质量问题。随着智能化技术的迅速发展,质量控制体系应逐步融入先进的质量检测设备与信息化管理工具,利用数据化与智能化手段提升质量管理的精准度与效率。通

过持续优化质量控制体系,施工质量可在各方面得到保障,最大限度地减少施工过程中可能出现的质量隐患。

3.4 提高监管力度

提高监管力度,作为保障土木工程施工质量的关键手段不容忽视。强有力的监管不仅能够确保施工按照既定标准顺利进行,还能及时发现并纠正施工过程中的任何偏差。现场检查频次的增加,成为提升监管力度的重要措施之一,管理人员应定期或随机巡视现场,结合抽查与专项检查,确保每个施工环节都严格按照质量要求执行^[2]。加强监管还涉及责任的明确与严格的执行,在每个项目中所有责任人需明确自身的质量管理职责,确保每项工作都有专人负责与监督,从而避免因责任不清而导致的质量问题。此外,监管人员必须具备足够的专业知识与判断力,以便能够敏锐地识别施工过程中潜在的质量风险,并及时采取有效措施进行处理。通过强化监管,施工质量可以显著提高,返工与安全隐患得以减少,项目得以按时、按质量标准完成。

3.5 加强人员培训

加强人员培训,在提高土木工程施工质量方面发挥着至关重要的作用。施工人员的技术能力与质量意识,直接影响工程执行的精确度与效率。因此,定期组织专业技能培训及质量管理课程,使施工人员能够更新知识、掌握先进的技术与工艺,从而提升其实际操作能力,成为确保工程质量的基础环节。培训内容不仅应注重技术水平的提升,还应重视质量意识的培养。许多施工质量问题的发生,源于工人对质量要求的忽视或疏忽。通过定期的质量标准与规范培训,确保每位员工明确自身责任,强化质量责任心,这能够有效防止质量问题的产生。随着建筑行业技术的不断发展,新设备与工具层出不穷,若施工人员未能及时掌握新技术或操作技能,可能会导致不必要的错误与损失。因此,加强新技术与新设备的培训,确保施工人员能够熟练掌握并合理应用,成为提升施工质量、减少失误的关键所在。通过持续、系统的培训,可以全面提升施工团队的专业水平与工作效率,为土木工程的顺利实施及高质量完成提供坚实保障。

3.6 引入先进技术与信息化管理手段

引入先进技术及信息化管理手段,对于提高土木工程施工质量与管理效率,具有至关重要的作用。随着科技的不断进步,智能技术与信息化手段的广泛应用,正在逐步变革土木工程的管理模式。例如,建筑信息模型(BIM)技术的广泛应用,使得项目在设计、施工及运营的各个阶段,能够实现全面的可视化管理。这项技术使管理人员能够更加精准地掌握项目进度、成本与质量,从而进行有效

的预测与控制^[3]。在施工前,团队可以借助BIM技术进行施工过程的虚拟模拟,提前发现潜在问题并采取相应措施,从而避免施工中的错误与返工。此外,物联网(IoT)技术的应用,能够在施工现场实时监控设备、材料以及环境条件。通过传感器收集的数据进行实时分析,管理人员得以及时掌握现场情况,并能快速响应,确保质量控制不漏任何细节。信息化管理手段,如数字化管理平台的建设,也能实现项目各环节之间的在线协作与数据共享,显著提高信息流通效率,减少因信息滞后或沟通不畅而引发的质量问题。通过这些先进技术的引入,土木工程项目的管理与施工将更加精细、透明,从而提升整体工程质量,确保项目按期、按质完成。

4 结语

土木工程施工中的质量控制,是确保工程按期完成、提高安全性并优化经济效益的核心环节。通过深入分析施工过程中各类问题,特别是人员管理、物料供应以及管控制度等方面的挑战,为制定精准的解决策略提供了有力支持。提升管理人员的专业技能、强化物料市场调研与质量检测、健全质量控制体系、加强监管力度、强化人员培训,以及引入先进技术与信息化管理手段,均为提升土木工程质量的关键举措。综合应用这些方法,不仅能够有效应对当前施工中的问题,还能在工程的长远发展中提升整体建设水平。高质量的土木工程不仅为项目方带来了经济效益,更为社会提供了更加安全、可靠的基础设施,具有深远的社会价值。随着科技的进步与管理手段的革新,土木工程施工中的质量控制将迎来新的发展机遇。持续关注并改进质量控制措施,不仅能提高施工的效率和质量,还能为社会的可持续发展提供有力保障。因此,在未来的土木工程建设中,质量控制将继续发挥不可替代的作用,确保工程项目能够在各个层面上取得成功。

[参考文献]

- [1]曾亭翼.探究土木工程管理施工过程质量控制措施[J].产品可靠性报告,2024(5):46-47.
 - [2]胡百魁.土木工程管理施工过程质量控制措施探究[J].中国建筑金属结构,2021(12):31-32.
 - [3]龙重,焦阳.土木工程管理中的施工过程质量控制措施探究[J].房地产世界,2024(17):83-85.
- 作者简介:邵芳(1985.4—),女,毕业院校:吉林建筑工程学院,所学专业:土木工程,当前就职单位:吉林省信弘建设工程有限公司,职务:项目经理,职称级别:中级职称(土木工程)。

新时期市政供热的节能设计探索

刘 猛

中铁城际规划建设有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]近年来, 伴随我国城市化建设步伐的持续加快, 集中供热系统已在多个城市被逐步推广应用, 南方地区的采暖需求亦呈现出明显的上升趋势。尽管传统集中供热方式在提升居民居住舒适度方面发挥了积极作用, 但其在能源利用效率不高、热力网络能耗偏大以及设施老化等方面的问题亦日益凸显。据大量研究与统计资料显示, 现有供热系统普遍存在热能浪费的现象, 特别是在热力网布置不合理、运行设备陈旧及技术水平相对滞后的条件下, 能源消耗呈持续上升态势, 亟需通过科学合理的节能设计予以系统性的改善与提升。与此同时, 随着环保政策的不断趋严, 节能减排已被提升为当前发展的关键任务。为此, 市政供热系统的节能化改造被提上重要议程。不仅应积极引入绿色能源的利用路径、智能控制技术及高效节能设备, 更需通过政策引导与技术创新的协同推动, 使节能目标得以实现。这不仅契合国家能源结构优化与“双碳”战略的总体方向, 也在生态文明建设与资源节约型社会的构建过程中, 展现出重要的现实价值与深远的社会意义。

[关键词]新时期; 市政供热; 节能设计

DOI: 10.33142/aem.v7i3.16189

中图分类号: TU201

文献标识码: A

Exploration on Energy-saving Design for Municipal Heating in the New Era

LIU Meng

China Railway Inter-city Planning and Construction Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: In recent years, with the continuous acceleration of urbanization construction in China, centralized heating systems have been gradually promoted and applied in multiple cities, and the heating demand in southern regions has also shown a clear upward trend. Although traditional centralized heating methods have played a positive role in improving residents' living comfort, their problems such as low energy utilization efficiency, high energy consumption in thermal networks, and aging facilities are becoming increasingly prominent. According to a large amount of research and statistical data, the existing heating system generally suffers from heat energy waste, especially under the conditions of unreasonable layout of the heating network, outdated operating equipment, and relatively backward technological level. Energy consumption continues to rise, and there is an urgent need for systematic improvement and enhancement through scientific and reasonable energy-saving design. At the same time, with the continuous tightening of environmental policies, energy conservation and emission reduction have been elevated to a key task for current development. Therefore, the energy-saving transformation of municipal heating systems has been put on an important agenda. Not only should we actively introduce the utilization path of green energy, intelligent control technology, and high-efficiency energy-saving equipment, but we also need to promote energy-saving goals through policy guidance and technological innovation. This not only aligns with the overall direction of optimizing the national energy structure and the "dual carbon" strategy, but also demonstrates important practical value and profound social significance in the construction of ecological civilization and resource-saving society.

Keywords: new era; municipal heating; energy-saving design

引言

随着城市化进程的不断加快, 我国城市的规模被持续扩展, 人口密度也呈逐年上升之势, 居民对生活质量的要求也在不断提高。尤其是在寒冷地区, 冬季供暖已被视为最基本的生活保障之一。传统的供热方式往往存在能耗高、效率低及污染严重等诸多问题。在保障供热需求的基础上, 如何有效降低能源消耗、减轻环境压力, 已成为当前市政供热系统设计与运行中亟待解决的核心挑战。进入新时代, 节能、环保与智能化的供热系统设计不仅被视为优化能源结构的现实需求, 更是实现可持续发展战略目标的必然选择。只有通过科学的设计理念与先进的技术手段相结合, 方能推

动市政供热系统朝着高效、绿色、智能的方向稳步前行。

1 新时期市政供热节能设计的必要性

近年来, 随着我国城市化进程的加速, 城市规模不断扩大, 人口数量也在持续增加。这一变化不仅推动了经济的快速发展, 还使得城市居民对生活质量的的要求不断提高。集中供热, 曾经主要局限于东北地区的冬季采暖需求, 如今已逐步覆盖河南、河北、山东, 甚至湖南、江西、浙江等地。这一扩展提升了大范围地区居民的冬季舒适度, 但随着供热区域的不断扩大, 能源消耗需求也随之增加, 给能源供应 and 环境保护带来了更大的压力。尽管集中供热在改善城市生活质量方面起到了积极作用, 但能源利用效率

低、资源浪费严重等问题也日益显现。传统供热系统存在热损失大、设施老化、设备效率低下等问题，导致能源消耗不断上升。能源的过度使用不仅加重了经济负担，还加剧了环境污染，尤其是碳排放方面，已成为亟待解决的关键问题。面对这些挑战，推动市政供热节能设计的研究变得迫在眉睫。优化供热系统、提升设备效率、应用先进技术等措施，能够有效减少能源消耗，降低环境污染，从而为实现绿色城市发展和碳中和目标作出积极贡献。

2 市政供热中的能源过度消耗问题分析

2.1 建筑物采光差与保暖性能不足

在市政供热系统运行过程中，建筑物采光不足与保温性能差被视为导致能源浪费的关键因素之一。许多城市中老旧建筑未能实施有效的保温措施，其墙体与窗户密封性能较差，使得大量热量在采暖过程中被不断流失。特别是在寒冷的冬季，室内热量难以保持，为弥补这一热损失，居民通常不得不长时间使用高温供暖设备，从而造成能源的大量浪费。此外，由于设计不合理或施工质量存在缺陷，不少建筑存在采光不足的问题。自然光照条件较差不仅影响了居住的舒适性，也使得室内热环境调节变得更加复杂。当因采光不良而导致室温偏低时，往往需要通过增加其他的加热设备，如空调、电暖扇等，以缓解因室温较低带来的不适。这种依赖人工加热来补偿采光不足的方式，进一步提升了能源消耗水平。由此可见，建筑节能问题不仅体现在保温措施的缺失上，也深受采光设计不合理的影响。若不加以改善，将在很大程度上削弱市政供热系统节能运行的整体成效。

2.2 热力网损耗与运营不合理

在许多实施集中供热的城市中，热力网的损耗问题以及运营管理不当，常常导致能源的巨大浪费。尤其是在供热过程中，前端用户出现过热时，室内温度过高迫使很多居民打开窗户通风，使得大量热量流失，从而浪费了能源。与此同时，末端用户因供热不足，无法达到理想的采暖效果而频繁投诉。这种冷热不均的现象，与热力网的设计缺陷密切相关，管网布局及设备配置未能充分满足不同区域的实际需求，导致了供热效率的显著下降。此外，随着热力网设施的老化与维护不及时，热损失问题愈加严重。数据表明，我国的热力网普遍存在较高的热损失率，而这一问题与设备老化、运行状态不良密切相关。许多管道因使用年限过长而出现老化，设备的磨损严重，导致大量热能在供热过程中流失。部分老旧设备因未能及时维修，出现了滴漏、冒泡等问题，进一步加剧了能源浪费。同时，由于许多供热锅炉性能不佳，燃料消耗量大，热能产出率低，也成为了能源浪费的一个重要原因。

2.3 新产品与新技术应用滞后

在市政供热系统的运行中，新产品与新技术应用的滞后已成为导致能源过度消耗的重要诱因之一。尽管近年来节能与环保技术不断取得突破，但仍有大量城市依旧依赖传统设备与落后工艺，高效节能的新型产品未能被及时引

入或广泛应用。许多供热设施，尤其是锅炉系统，仍沿用低效的燃烧方式，使热能转换效率处于较低水平，能源的利用也因此远未达到最优状态。尤为突出的是，智能控制系统与大数据分析技术在部分供热系统中尚未得到有效部署。能源使用缺乏实时监测，调节手段不够精准，资源调配不合理，能源浪费问题在运行过程中被进一步放大。不仅如此，用于建筑节能的新型保温材料及高效隔热技术的推广工作也相对滞后，热损失控制的不足在不少区域仍未得到有效改善。被延误的不只是技术的更新换代，连带受到影响的还有整个供热系统的运行效率与节能成效。只有通过加快新产品的引入与先进技术的转化应用，供热系统的节能潜力才能被真正激发，能源浪费的问题才能逐步缓解。

3 新时期市政供热的节能设计策略

3.1 绿色能源的选择与应用

随着公众环保意识的持续提升以及可持续发展理念的逐步深化，绿色能源在市政供热领域中的重要性日益凸显。作为替代传统化石燃料的优选方案。太阳能、地热能、生物质能等可再生能源因其资源丰富、环境友好而被广泛关注。与常规能源相比，这些绿色能源在使用过程中几乎不产生二氧化碳等有害气体，从而显著降低了供热过程中的环境污染。在部分城市，太阳能热水系统和地热供热技术已被初步推广，清洁低碳的供热路径由此得以实现。为更高效地利用绿色能源，储能技术的引入变得尤为关键，由于可再生能源具有波动性与间歇性，其稳定供能能力受到限制。对此，通过构建先进的储热系统，低负荷期间所产生的余热得以被有效储存，在热负荷高峰时释放，从而实现供热需求与能源供给之间的动态平衡。不仅供热系统的整体运行效率得到提升，能源浪费问题也得到了缓解。尽管绿色能源的应用优势明显，其在市政供热领域的推广仍受到诸多制约。其中，初始投资成本偏高、相关技术尚未完全成熟，以及配套基础设施建设相对滞后等问题，均成为阻碍其大规模应用的重要因素。若要实现绿色能源的广泛部署，政策扶持不可或缺，技术创新必须持续推进，社会资本积极参与也应被充分调动。只有在多方力量的共同推动下，能源结构的绿色转型方能真正实现，从而有效减少对传统能源的依赖，并朝着可持续发展的战略目标稳步迈进。

3.2 热力网优化设计与运行

热力网在优化设计与高效运行方面，对于提升市政供热效率与降低能源消耗具有不可替代的重要地位。当前，许多城市仍沿用陈旧的管网布局，其设计缺乏系统性与科学性，致使热量在传输过程中损耗严重。亟需改进的是对热力网进行全面优化，其中包括管道材料的科学选用、管径参数的合理配置，以及供热区域的精确划分。若能在设计阶段进行系统性的优化，不仅热能传输效率将显著提升，能源浪费的问题也将被有效缓解。尤为关键的是热力网智能化水平的提升已成为现代供热系统发展的方向，通过智能控制系统的嵌入，对管网运行状态的实时监测与动态调

节便可实现。依据外界气候条件、用户用热需求和设备运行参数,系统能够自动调整供热量,从而实现热能在各区域的精准分配。例如,智能阀门、流量计与温控装置的集成,使得不同区域的供热温度得以精细调节,避免了因过度加热或供热不足而产生的能源浪费。不仅如此,借助智能系统,管网中的故障与泄漏可被迅速定位并及时处置,大幅降低了系统停运时间与维护成本。精细化管理在热力网的日常运行与维护中同样不可或缺。同时,需对管道和设备的运行状态进行定期检查,老化部件也需在发现问题后及时更换或修复,方可避免因设备故障引起的热能损耗。通过优化设计、智能升级与精细运维协同推进,热力网系统的综合效率将得到显著提升,不仅实现了能源的高效利用,也有效降低了环境污染,这一过程已被视为实现市政供热系统节能与减排目标的关键路径之一。

3.3 建筑物保温性能的提升

建筑物的保温性能对市政供热效果与能源消耗产生着直接而深远的影响。在许多老旧建筑中,由于保温层设计不合理或材料已严重老化,常常导致大量热量在传输过程中流失,迫使供热系统投入更多能源以维持室内的温度舒适性。因此,提高建筑物的保温性能,已被视为节能设计中的关键任务之一。在建筑外围护结构中,外墙、屋顶及门窗的保温效果起着决定性作用。应优先选用诸如聚氨酯、岩棉或真空绝热板等高效隔热材料,这些材料不仅隔热性能优异,其热稳定性也能显著增强建筑物整体的热惰性。通过这些材料的合理应用,建筑在寒冷环境下的热量损耗得以有效抑制,从而减少对能源的依赖。同样不可忽视的是建筑围护结构的密封性,在许多建筑中的门窗部位由于设计不当或老化严重,常存在漏气现象,导致热量大量逸散,直接削弱了供热效率。若采用双层或三层中空玻璃,并辅以密封性能良好的窗框材料,则可显著提升建筑整体的保温水平。尤其是在严寒季节,通过这类节能改造所节省的能源是不容小觑的。不仅在既有建筑中保温改造亟需推进,在新建建筑中,智能化节能技术的集成亦显得尤为重要。被广泛应用的智能窗帘系统与温控设备,可依据室外温度变化自动调节室内热环境,从而实现供热系统负荷的动态优化。此外,在建筑设计阶段即充分考虑自然采光的引入,不仅可减少人工照明和取暖的依赖,还能进一步提升能源使用效率。通过这些综合性手段的协同实施,不仅能够缓解供热系统的压力,更助推绿色节能型建筑的持续发展与普及。

3.4 采用智能控制与自动化技术

在市政供热系统中,智能控制与自动化技术的引入,被认为是提升供热效率与精准调控能力的重要途径。通过智能化设备的广泛应用,温度、压力、流量等关键参数得以被实时监控,供热量也可根据需求进行自动调节,精准

满足不同区域的用热要求,有效避免因过热或欠热所造成的能源浪费。尤其值得强调的是,随着外部天气状况和室内温度的持续变化,智能温控系统能够基于实时数据自动修正供热参数。不仅被热能浪费的问题得以避免,居民也因此能持续享有稳定舒适的室内环境。正是由于这种精细化调控,供热效率得以显著提高。不仅局限于温控领域,自动化在设备管理与运行维护中的应用也同样重要。在热力网运行过程中,智能设备可对管网状态进行实时分析与调节,同时具备故障诊断功能。一旦检测到泄漏或堵塞问题,系统便会自动报警,使得问题能在最短时间内被识别与处理,从而减少人为干预,并防止因设备长时间运行异常而引起的能源浪费。

此外,通过集中控制平台,供热设备的调度管理也已实现了远程可视化操作。由此,不仅人为操作失误得以减少,整个系统的运行状态也能随时优化和调整,系统的安全性与稳定性因此得到显著提升。智能控制与自动化技术的应用,不仅使市政供热系统的节能潜力得以释放,其在降低能耗的同时,也极大地提升了用户的供热体验。唯有依赖先进技术手段,供热系统的管理才能向着精准化、高效化、智能化的方向持续迈进。

4 结语

在新时期,实现能源节约与环境保护的核心环节之一,正是市政供热系统的节能设计。随着城市化进程的持续推进以及居民对高品质生活环境要求的不断提升,节能设计被视为缓解能源消耗压力与降低系统运行成本的有效途径。通过技术创新、热力网结构优化、建筑保温性能提升以及智能化控制等方面的深入探索与实践,不仅能显著提高供热效率,能源浪费也得以有效遏制,进而为居民创造更加舒适宜居的生活空间。不断发展与推广的新技术,正逐步被应用于市政供热系统之中。在节能、环保及智能化管理等多个维度,新的突破正在被实现,这些持续的创新成果,势必将为绿色发展目标的实现及智慧城市的建设进程提供坚实而有力的技术支撑。

【参考文献】

- [1]张冬至.新时期市政供热的节能设计探索[J].中国住宅设施,2020,11(2):18-19.
- [2]张迦铭.浅析市政工程供热管网施工改造节能设计[J].中国设备工程,2025,11(4):134-136.
- [3]白波,胡永亮,赵超,等.市政工程建设中供热管道及附属设施施工技术[J].工程建设与设计,2024,12(14):122-124.

作者简介:刘猛(1998.5—),毕业院校:河北建筑工程学院,所学专业:能源与动力工程,当前就职单位:中铁城际规划建设有限公司,职务:设计,职称级别:助理工程师。

市政道路的雨污水管网施工关键技术分析

赵成学

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着我国经济的持续发展,城市建设也在不断推进。在市政道路的雨污水管网工程中,施工常常受到多种因素的影响,这使得最终工程效果与施工图纸存在较大差距。此外,工程实施过程中还存在许多安全隐患。因此,相关部门应更加重视雨污水管网工程的质量管理,针对工程中出现的问题,制定既有效又合理的解决方案。在实际施工过程中,技术人员应合理应用施工技术与设备,以确保市政雨污水管道的施工质量,从而保障工程的顺利完成和后期的稳定运行。

[关键词]市政道路;雨污水管网;施工技术;技术分析

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15980

中图分类号: TU992.2

文献标识码: A

Analysis of Key Technology for Rainwater and Sewage Pipeline Network Construction of Municipal Roads

ZHAO Chengxue

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

Abstract: With the continuous development of Chinese economy, urban construction is also constantly advancing. In the rainwater and sewage pipeline network engineering of municipal roads, the construction is often affected by various factors, which leads to a significant gap between the final engineering effect and the construction drawings. In addition, there are many safety hazards during the implementation of the project. Therefore, relevant departments should pay more attention to the quality management of rainwater and sewage pipeline network projects, and develop effective and reasonable solutions to the problems that arise in the projects. In the actual construction process, technicians should apply construction technology and equipment reasonably to ensure the construction quality of municipal rainwater and sewage pipelines, which ensuring the smooth completion and stable operation of the project in the later stage.

Keywords: municipal roads; rainwater and sewage pipeline network; construction technology; technical analysis

引言

市政道路的雨污水管网作为城市基础设施建设的重要组成部分,其对城市排水能力、环境保护以及居民生活质量的直接影响不容忽视。随着城市化进程的不断加速,市政道路雨污水管网的建设面临着日益复杂的技术挑战。除了需要具备高效的排水能力外,管网的长期稳定运行也必须得到保证,以适应日益增长的城市需求。在市政道路施工过程中,管网的设计、施工及维护质量对于道路的使用寿命以及城市排水系统的安全性起着至关重要的作用。然而,由于施工环境复杂且技术要求高,雨污水管网建设往往面临一系列难题。例如,施工规划的不当、路基沉降以及管道基础不稳等问题常常出现。若这些问题未能及时得到解决,管网的运行效率可能会下降,管道破裂、积水等一系列负面后果也将随之发生。因此,市政道路雨污水管网施工过程中关键技术问题的深入分析,对于提高施工质量、确保管网的长期稳定运行以及提升城市基础设施建设水平,具有极其重要的意义。本文将着重探讨市政道路雨污水管网施工过程中涉及的关键技术,为相关工程实践提供理论支持与技术参考。

1 市政道路雨污水管网工程特点

市政道路雨污水管网工程通常规模庞大,施工过程中

具有较高的复杂性,涉及众多技术要求。在进行市政道路雨污水管网施工时,地下管线的交错与复杂性必须被充分考虑,通常需要与电力、通信、燃气等其他管网进行协调布局,以确保各系统之间的相互干扰得以避免。在不同区域施工时,地质、环境与水文条件的差异也带来了不同的挑战。例如,地下水位较高、土质松软或存在污染土壤等问题,都可能对施工进度与质量造成影响。此外,在设计与施工过程中,排水能力与防洪要求必须兼顾。尤其在洪水多发或地势较低的区域,排水系统的建设尤为重要。在这种情况下,管道的流量、排水效率与防渗漏设计需要在施工前得到充分考虑。施工质量与安全管理同样至关重要。由于管道埋设较深,开挖、支护及降水措施必须严格遵守相关规范,以避免因施工不当而引发坍塌等安全事故。最后,由于雨污水管网工程的施工周期较长,施工队伍需具备较高的技术能力与质量控制水平,任何环节的疏忽都可能导致管道渗漏、沉降或阻塞,从而影响市政道路的使用寿命及城市排水系统的正常运行。

2 市政道路雨污水管网施工现状分析

2.1 施工规划问题

在市政道路雨污水管网施工中,施工规划不当往往导

致工程进度延误和施工质量不达标。许多工程问题的根源,正是由于规划阶段的不足与不合理所造成的。部分项目未能充分评估现场的实际情况,如地下管线的交错、土壤性质、地下水位等,这导致了施工过程中出现预料之外的困难,从而增加了施工的复杂性。同时,施工图纸与现场实际条件之间的差距,常常使得施工单位无法根据现场实际情况及时调整方案,进而影响了施工效率与质量。此外,施工规划中的时间安排不合理,也对工程进展产生了负面影响。在高峰施工期,许多项目未能合理调配施工队伍和设备,导致了资源浪费和施工延迟。在施工过程中,针对不同阶段的细化计划常常缺失,尤其是在复杂地段施工时,如跨越河道、穿越交通繁忙区域或土质松软的地方^[1]。缺乏针对性和细化的施工方案,极大地增加了工程的风险与不确定性。

2.2 路基沉降问题

市政道路雨污水管网施工中的路基沉降问题,是一个普遍且严重的挑战。在施工过程中,由于土壤压实不足、基础处理不当或地下水位变化等因素,路基往往在施工后或运营过程中出现沉降现象,这进而影响了道路与管网的稳定性。特别是在地下水位较高或土质松软的区域,管道铺设过程中土壤的扰动以及随之发生的沉降,会对管道的长期运行产生显著影响。沉降不仅导致了路面不平,从而影响交通流畅性,还可能造成管道的变形、错位或破裂,进而引发管网的渗漏或堵塞。更为严重的情况是,沉降可能最终导致管道损坏或坍塌,危及道路的安全性和使用寿命。更棘手的是,路基沉降通常是一个渐进的过程,初期并不容易察觉,但随着时间的推移,沉降的累积效应会逐渐显现,最终可能使得道路的承载能力不足,从而影响车辆的正常通行。

2.3 管道基础问题

市政道路雨污水管网施工中的管道基础问题,决定了管网长期稳定性与安全性的关键因素之一。当管道基础不稳定或发生不均匀沉降时,管道常常会出现变形、错位、裂缝甚至断裂,从而引发渗漏、堵塞或破损等问题。管道基础的质量与其承载力及使用寿命密切相关。常见的管道基础问题包括土壤压实度不足、基础处理不当以及基础的不均匀沉降等。这些问题通常源于施工过程中对地基条件判断失误、质量控制不到位或基础材料选择不当等原因。在软弱地基或地下水位较高的地区,基础土壤的承载力较低,过度压实或松软不均的情况容易出现,导致管道在施工后难以保持稳定^[2]。除此之外,管道基础的稳定性还会受到水文地质条件变化的影响,降雨或地下水位波动等变化,可能加剧基础问题的发生,进一步影响管道的长期运行。

2.4 施工环境问题

雨污水管网施工常常受到不良气候条件(如降雨、高温、霜冻)和不利水文地质条件(如地下水)的影响。一些施工单位在特殊施工条件下未能采取有效的质量控制措施。例如,现浇混凝土基础或构件在高温下缺乏适当养

护,低温时未采取防护措施,导致混凝土强度达不到要求。此外,降雨或地下水存在时,基槽排水不畅,地基泡水,可能导致基底承载力不足,进而影响管道施工质量。当管道穿越河道或沟渠时,施工设计不仅需考虑洪水的影响,还必须充分考虑排水和导流措施。对于埋深较大的管道工程,必须严格遵守深基坑管理规定,确保基坑支护和降水措施到位,否则可能引发严重的安全和质量事故。

3 市政道路雨污水管网施工关键技术分析

3.1 切实做好施工勘察作业

施工勘察作业在市政道路雨污水管网施工中占据了基础性地位,对于保证工程质量、确保施工安全以及优化工程进度至关重要。勘察工作不仅是对地质条件的初步了解,更是一个全面细致的过程,涉及到地形、土壤、地下水位、地下障碍物等多个方面。通过精确的地质勘察,施工区域的土壤类型、承载力、地基稳定性以及是否存在潜在的地质灾害风险等信息,能够被详细了解,这些信息对管道埋设深度、管材选择及施工方法具有直接影响。此外,地下水位的测量,在勘察过程中至关重要,尤其是在雨季或地下水丰富的地区,高地下水位可能导致开挖后的沟槽积水,进而影响施工进度,并威胁管道的长期稳定性。为了确保雨污水管网的顺利运行,现有基础设施,包括地下管网、老旧设施与交通设施等,也需要进行全面调查。这样,施工人员可以避免与现有设施发生冲突,减少因不可预见障碍物带来的安全隐患。同时,施工区域的气候特征、降水量与温度变化等因素,也应当被考虑,以确保在不同气候条件下施工的可行性,并为后期维护提供便利。

3.2 沟槽开挖施工技术

沟槽开挖施工技术在市政道路雨污水管网施工中占据了关键地位,直接影响到工程进度、质量与安全。该技术要求根据现场具体情况选择适当的开挖方法与设备,并严格控制开挖的深度、宽度及坡度。开挖前,施工区域必须进行详细的勘察,以了解地下土壤性质、地下水位以及已有管线和障碍物的位置,从而避免开挖过程中发生意外。对于不同土质,开挖深度与坡度的要求有所不同。软土层及湿润土壤的开挖难度较大,必须采取加强支护和排水措施以确保安全。沟槽边坡的稳定性在开挖过程中显得尤为重要,若土质松软或地下水位较高,边坡容易发生坍塌,进而影响施工安全与质量。因此,必须根据具体情况采取适当的支护结构,如钢板桩或土钉墙等,以确保边坡的稳定性。此外,开挖过程中,排水问题也应特别关注,避免降水或地下水渗入导致沟槽积水,从而影响施工进度并危及施工人员的安全^[3]。施工机械的选择、作业方式与作业范围,也需经过科学规划,确保机械操作精确高效,减少震动与噪音污染,从而保障施工环境的安全与舒适。在土方处理与运输方面,应合理安排,避免泥土堆积影响交通或周围环境,同时确保土方储存与回填的有效规划,以保

持施工现场的整洁并顺利推进工程进度。

3.3 基础施工技术

基础施工技术在市政道路雨污水管网工程中具有核心地位,其施工质量直接关系到管道的稳定性与使用寿命。基础施工主要包括地基处理、基础材料选择以及施工工艺的精确控制。施工前,地基处理是确保稳固基础的首要步骤,基槽必须彻底清理,松散土层及杂物需去除,以保证地基的稳定性。对于地基条件不良的情况,相应的加固措施需采取,如喷射混凝土、地基加固或土层改良等,这些措施可以提升地基的承载力。在管道基础材料的选择上,常用的材料包括水泥砂浆、混凝土以及碎石垫层等。不同土质条件要求选择不同的基础材料,合理选择材料能够增强基础的抗压强度,从而避免管道因沉降导致的偏移或损坏。在施工过程中,材料的配比、搅拌与浇筑工艺必须严格控制,这有助于确保基础层的均匀性与密实性。尤其在混凝土或水泥砂浆的浇筑时,必须确保充分搅拌,避免材料不均的现象,因为这将直接影响基础强度,进而影响管道的稳定性。对于高地下水位或复杂地质条件下的基础施工,排水措施应特别关注,防止水分渗入基础层,影响其固化和承载能力。同时,施工过程中的养护条件也不可忽视,只有确保基础充分固化,才能达到所需强度。在基础施工完成后,必须进行严格检查与检测,以确保基础的稳定性与承载力符合设计要求,为后续管道铺设提供坚实支持,确保施工的顺利进行。

3.4 管道铺设技术

管道铺设技术在市政道路雨污水管网施工中占据了关键地位,其施工质量直接影响管网系统的稳定运行及长期使用效果。进行管道铺设前,施工现场必须进行详细勘察与充分准备,确保所选管道材料符合设计标准,并严格按照设计规范进行施工。不同管道材料,如钢管、PVC管和铸铁管等,各自具有不同的铺设要求,适当的技术方案应根据管道类型进行选择。在铺设过程中,管道的纵向与横向坡度必须精确控制,这对于保证排水顺畅至关重要,有助于防止积水问题的发生。管道坡度必须符合设计要求,以确保雨水或污水能够顺利流向排放口,堵塞或回流的发生应当避免。连接处的密封性与可靠性也是铺设过程中需要特别注意的环节。常见的连接方式包括焊接、黏接及螺纹连接,合适的连接方法应选择依据管道类型。在连接时,应避免接口不严密、错位或渗漏等问题,这些缺陷将缩短管道的使用寿命并影响防渗性能^[4]。对于深基坑内的管道铺设,基坑的稳定性必须特别关注,以防止管道因受压变形。同时,在高地下水位地区施工时,必须采取有效的排水与降水措施,以防止水位升高导致管道的沉降或位置发生变化。

3.5 沟槽回填施工技术

沟槽回填施工技术在市政道路雨污水管网工程中发

挥着关键作用,对管道的长期稳定性与道路结构的安全性至关重要。主要目的是为管道提供支撑,防止管道受到外部荷载或沉降影响而发生变形或损坏,同时保证路基的强度和稳定性。回填作业开始之前,必须检查管道的铺设质量,确保管道连接严密,纵向坡度及位置符合设计规范。通常,回填施工分为多个阶段:首先进行管道两侧的粗回填,以确保管道在初步回填后保持稳定,不发生形变。在此过程中,回填材料应避免使用尖锐、坚硬的石块或杂物,以免损伤管道。紧接着,回填土的选材十分关键,颗粒均匀且无腐蚀性的土壤或砂石料应选择,这有助于确保回填土的密实度与承载力。在回填过程中,每层土壤的厚度需符合规定,并通过机械夯实或人工夯实逐层压实,确保每一层土壤的密度达到设计要求。特别是在接近路面时,过渡层的处理需格外注意,以避免由于不均匀回填造成管道位置的变化或沉降不均。回填完成后,路面也应进行适当养护,避免降水或其他环境因素对回填层产生负面影响。整体回填质量的控制直接决定了管道及道路的耐久性。不规范的回填可能导致道路出现不均匀沉降、管道变形甚至破裂,从而增加后期的维护成本并带来交通安全隐患。

4 结语

市政道路雨污水管网施工在城市基础设施建设中占据着至关重要的位置,其施工技术和管理标准被严格执行。随着城市化进程的加快,雨污水管网工程所面临的技术难题和复杂环境条件也不断增多。在施工过程中,特别需要关注施工勘察、沟槽开挖、基础施工、管道铺设及回填等环节的技术控制,以确保工程的质量与安全。此外,应根据实际施工情况对方案进行不断优化,提升技术水平与管理效率,以应对复杂的施工环境,同时确保市政道路雨污水管网的长期稳定运行。通过技术和管理的持续提升,能够为城市雨污水处理系统提供更加坚实的基础,进一步促进城市环境的改善与可持续发展。

[参考文献]

- [1]薛晓冬.市政道路的雨污水管网施工关键技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025(6):205-207.
 - [2]丁辉.探究市政道路的雨污水管网施工关键技术[J].建材发展导向,2022,20(4):193-195.
 - [3]熊杰,邢虹微.试论市政道路的雨污水管网施工关键技术[J].中小企业管理与科技(上旬刊),2020(11):184-185.
 - [4]曹飞,张虎东.市政道路雨污水管网施工关键技术分析[J].运输经理世界,2022(4):30-32.
- 作者简介:赵成学(1989.2—),毕业院校:东北财经大学,所学专业:工程管理,当前就职单位:新疆北新路桥集团股份有限公司,职称级别:工程师。

大数据分析在水文地质勘察中的应用探究

李晓岚

河北地矿建设工程集团有限责任公司, 河北 石家庄 050011

[摘要]随着科技的进步和信息化建设的发展,大数据分析在各个领域的应用越来越广泛。水文地质勘察作为重要的地质工程,涵盖了地下水资源调查、环境保护、灾害预防等多个方面。大数据技术的引入为水文地质勘察提供了更加高效、精确的工具。文章旨在探讨大数据分析在水文地质勘察中的应用,并分析其如何提高勘察效率、优化决策过程、提升精度。通过分析实际案例,探讨大数据技术在地下水流动、污染追踪、水文预测等方面的应用。

[关键词]大数据分析;水文地质勘察;地下水;数据挖掘;水资源管理

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15992

中图分类号: TV213

文献标识码: A

Exploration on the Application of Big Data Analysis in Hydrogeological Exploration

LI Xiaolan

Hebei Geology and Mineral Construction Engineering Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050011, China

Abstract: With the advancement of technology and the development of information construction, the application of big data analysis in various fields is becoming increasingly widespread. Hydrogeological exploration, as an important geological engineering, covers multiple aspects such as groundwater resource investigation, environmental protection, and disaster prevention. The introduction of big data technology has provided more efficient and accurate tools for hydrogeological exploration. The article aims to explore the application of big data analysis in hydrogeological exploration, and analyze how it can improve exploration efficiency, optimize decision-making processes, and enhance accuracy. By analyzing practical cases, explore the application of big data technology in groundwater flow, pollution tracking, hydrological prediction, and other aspects.

Keywords: big data analysis; hydrogeological survey; groundwater; data mining; water resource management

引言

探究地下水资源及其相应的地质条件,水文地质勘察是关键手段,关乎地下水的分布、流动规律、污染态势等,伴随城市化进程加速以及自然资源压力增大,对水文地质勘察的需求日益上扬,然而传统的水文地质勘察方法受勘察技术、数据处理能力及精度的约束,大多无法达到现代化大规模勘察的需求,借助大数据技术的应用,水文地质勘察有了新机遇,依靠数据的整合与分析,不但可提高勘察的效率以及精度,还能对地下水资源进行实时监测,做科学预测。

1 大数据在水文地质勘察中的应用

1.1 地下水流动规律的分析

地下水流动规律是水文地质勘察诸多核心问题中的一个,它直接影响到地下水资源的利用管理方式,就传统的水文地质勘察方法而言,主要凭借现场的采样和测量,这不但需要消耗大量的人力与物力,而且鉴于数据采集在时间和空间上分布有限,往往没法全面反映地下水流动的实际态势。此外传统方法往往容易受外部环境变化的干扰,造成数据的准确性与可靠性下降,影响科学决策和水资源管理的实施,然而伴随大数据技术的运用,新机遇降临到对地下水流动规律的分析工作上,大数据技术可把来自不

同渠道的数据整合起来,像历史水文监测的相关数据、实时气象监测的相关数据、气象预报数据、地质测绘信息等,采用数据融合和智能分析,构建起更为精准的地下水流动模型,把大数据与地质勘察融合在一起,可在更宽泛的空间和时间尺度层面进行地下水流动的预测,减少了传统方法凸显的局限性^[1]。

此外,采用机器学习算法,尤其以回归分析、神经网络等为深度学习模式,可从大批的历史数据里提炼出地下水流动的潜在规律,进而把地下水流动模型构建好,伴随实时数据一批批录入,机器学习模型可动态实行参数调整,体现地下水流动的最新变动。采用这一技术,水文地质专家可借助该技术更精确地预测地下水流动走向,为合理利用、调配、保护地下水资源提供科学支撑,比如在进行涉及地下水开采管理的实际操作中,能依照模型预估地下水位的变化走向,预先识别水源枯竭的风险,进而防止过度开采以及水资源的浪费,保证水资源实现可持续利用。

1.2 水质污染追踪与预测

对于水文地质勘察而言,水质污染占据着极为关键的地位,尤其是在工业化进程加快迅猛发展的如今,地下水污染问题变得十分突出,伴随城市化跟工业化的快速发展,工业废水的排放、农业化肥和农药投入使用、城市垃圾渗

滤等状况不断加剧了地下水污染,给居民饮水安全以及生态环境造成严重威胁。因此监测与治理水质污染,已成为水文地质勘察工作的重要任务之一,传统的水质污染监测方法往往借助单一数据源,好似开展地下水采样、现场核查等,程序冗杂且及时性欠佳,不易在短时间内有效反映污染的动态变动,然而水质污染的监测与治理借助大数据分析技术得到全新解决方案,借助来自多个出处的数据开展融合与解析,诸如遥感数据、环境监测数据、历史水质数据等,借助大数据技术能实现对地下水污染源的精准追踪溯源^[2]。

例如,把借助遥感技术获取的大气污染物、土壤污染数据和水质监测站点的水质数据相融合,可为污染源头定位提供精准的依据,环境监测数据可为水体的污染浓度、流速、污染物种类等实时给予资讯,依赖数据的整合与交叉研究,大数据分析可迅速判别污染物的扩散路径、速度及影响范围,为污染的监测实时给出预警。此外凭借创建污染物扩散模型,可对地下水中污染物运动的规律进行模拟,预测污染物往后的扩散动向,提前识别潜在的污染隐患,这为制定应急处理及污染治理措施提供了科学依据,例如一旦找出地下水污染源后,决策者可凭借大数据模型的预测,提早采用有效的防治办法,减缓污染物的扩散压力,使对环境和居民健康的影响得以降低,因此大数据技术既提高了水质污染监测的准确水平,又提高了及时水平,而且对污染治理的决策过程予以优化。

1.3 水文预测模型的优化

平常传统的水文预测方式依赖单一的数据源,诸如气象数据、降水量的统计数据或地下水位数据,数据呈现的单一性限制了预测模型的精度以及适用性,鉴于数据来源存在局限性,传统方法一般大多只能给出较为粗简的预测结论,没有办法全面顾及水文变化的多样性和复杂性。而且当传统方法面对自然环境的实时变化时,往往不能迅速响应,预测结果还容易受外部条件波动的干扰,让其精确度与可靠性变差,伴随着大数据技术的发展,深刻的变革降临到水文预测领域,大数据技术可整合源自多个渠道的数据,诸如气象数据、遥感影像数据、地下水监测数据等,这些多源数据融合的结果,为水文预测提供更全面的视角,采用机器学习及数据挖掘算法,大数据能在较短时间内处理海量又复杂的数据,且从中挖掘出潜在的规律与信息,进而提升水文预测模型的精准度与效率^[3]。

例如,在进行洪水预测工作的阶段,借助实时气象数据、历史降水量数据、地下水位数据以及遥感影像等多方面数据的整合,可更准确地呈现洪水出现的条件与态势,降水量、气温等信息由气象数据给出,地下水位数据可揭示地下水的变化走向,而遥感数据可以提供针对洪水流域的实时监测情形。把这些数据输入到水文预测模型当中,对模型采用机器学习手段开展训练和优化,可以预先精准

判定水位的变动走向,找出潜在的洪水危险区域,为防洪减灾及时给予数据方面的支持,此外大数据技术还可按照实时数据对预测模型做动态调整,快速响应突发的天气与环境变动,提升预测的灵活性跟实时性,依靠这种途径,水文预测精度得到极大提高,为相关部门在应对自然灾害的时候给予了更可靠的参考。

2 大数据分析的技术优势

在水文地质勘察中,大数据分析技术可提供更为精准的分析,具有传统方法难以匹敌的优越特性。

2.1 数据处理能力的提升

伴随大数据技术的持续发展,数据存储及处理能力得到显著提升,尤其是在针对来自不同渠道的海量数据进行处理时,表现得极为明显,在水文地质勘察的范畴内,依托大数据体系,可对各类监测设备和传感器采集的水文数据进行有效整合,纳入水位、降水、土壤湿度等参数范畴,由此整理出全面的数据视图。借助智能分析与数据挖掘,这些数据可迅速转变为有价值的情报,支持勘察人员更灵活地把握地下水变化及其规律,增强勘察的效率与精准度,此外因数据处理能力提高,实时数据流的管理更高效,保障了水文监测准确无误且及时反馈,为决策者给予可依赖的数据支持^[4]。

2.2 实时监控与预警系统的构建

应用大数据技术让历史数据分析变得更加透彻,还协助实现了实时监控与预警系统的搭建,在实施水文地质勘察工作的阶段里,依靠设置各类传感器、无人机、卫星遥感等设备,可以实时采集水文环境变动的动态资料,实时的这些数据被传输至大数据分析平台,平台采用智能算法对数据进行实时的处理分析,可以马上辨识潜在的水资源变化与环境风险,倘若监测到异常波动,系统将自动唤起预警,告知关联人员采取必要的手段,这样一套实时监控与预警系统极大地加快了水文勘察响应速度,为应急管理 with 资源优化调度给予了坚实保障,能减少灾害风险的出现概率,实现水资源的可持续运用。

2.3 精度与决策优化

传统的水文地质勘察方法一般是借助人工采集和现场测量,现场情况、设备限制以及人为因素影响这些方法,造成数据的精确性和准确性往往存在偏差,进而让分析结果的可靠性出现波动,伴随大数据技术投入应用,勘察过程当中的数据整合及分析途径极大优化了。大数据平台可凭借多个渠道采集数据,且联合人工智能算法开展深度剖析,不仅把数据的精度提高了,还可去掉传统方法里的误差,借助对历史数据与实时数据的综合剖析,决策者可获得更精准的勘察结论,进而实现对决策过程的优化,这种详实的数据支持,不仅促进了水文地质勘察效率的增长,而且为资源管理和环境保护相关决策给出了有力的科学证据,切实提高了整体决策的质量。

3 大数据分析在水文地质勘察里面的应用案例

采用具体案例进行分析,更直观地看到大数据分析技术在水文地质勘察中实际应用的情形。

3.1 案例一:实施地下水资源管理

在某地区实行的水资源管理项目里,伴随着工业化、城市化的迅猛发展,水资源供需之间的矛盾愈发尖锐,一大问题在于地下水的过度开采,为处理好这个问题,项目团队打算凭借大数据技术,把来自多个数据源的信息做整合处理,做全面的水资源分析及管理。分布于各个区域的水文监测站、气象站、地下水传感器等是这些数据源的组成部分,它们提供的实时数据包含降水量、蒸发量、地下水位起伏变化、气象起伏变化等多维度内容,采用大数据技术,这些多源数据可被高效整合进而实施深度剖析,采用机器学习及数据挖掘算法,分析团队可以从海量数据里提取出地下水流动的趋势与变化规律,利用历史数据跟实时数据相结合,建成起精准的地下水流动模型,这些模型不光可预测地下水的变化倾向,也可实时监测地下水位的波动态势,以此可以有效预测地下水资源的可用性及其变化趋势^[5]。

基于这一基础,依靠大数据模型起到的协助,项目团队可借助科学途径预测未来水资源供需状况,为地下水资源的合理调配给予数据方面的支持,具体来说团队可以精准识别出地下水资源过度开采存在潜在风险的区域,且及时采取调控手段,诸如对部分区域的用水额度加以限制,亦或是调整水资源的分配方案,以防止水资源被过度消耗掉。这些策略成功防止了地下水的过度采挖,而且守护了水资源,还推动了该区域水资源的可持续利用进步,运用这一系列大数据技术的实践,水资源管理愈发科学、精准且高效,该项目成功开展实施,为其他地区水资源管理赋予了宝贵经验,同样展示了大数据在水资源管理工作中的巨大潜力与价值。

3.2 案例二:水污染溯源跟治理

在某工业园区所实施的水污染治理项目中,项目组借助大数据分析技术对水体污染源开展了全面追踪与分析,凭借结合多维度的数据源,包含园区里各类排放企业的生产投入数据、废水排放的汇总记录、气象数据的综合状况、地形地貌的全面资料等,项目团队得以打造一个综合性的污染监测与分析平台。采用云计算平台对这些数据进行集中处理和分析,实现了污染源精准定位及实时的监控,依靠大数据技术做好集成与分析,研究人员可迅速获取园区

各区域的水质数据,检测水体中污染物种类跟浓度的变动,说明污染物在水体中的扩散潜行趋势,基于这一基础,团队借助先进的预报模型,对污染物可能的扩散范围和传播路径实施模拟与预测,模型分析说明,未及时治疗部分污染物时,这些污染物可能,蔓延到园区外的河流及水源,进而影响周边的生态环境以及居民生活。

为处理此类问题,项目组凭借数据分析结果,拿出一套科学有效的治理方案,有加大源头管控的执行力度、改进废水处理的工艺路线和提升园区污水处理设施的处理效果,同时还建议进一步加强区域内污染监测系统的建设,按周期更新数据模型,从而适应时时变动的环境情形,依靠精准的预测并借助科学的数据支持,项目组可迅速地调整治理措施,制止污染出现进一步扩大,高效降低了污染对水体及生态环境的负面作用,为园区的可持续发展提供了可靠的技术后盾^[6]。

4 结语

在水文地质勘察里应用大数据分析,给该领域带来了革命性改变,它采用优化数据处理能力、增进分析的精准度、增强预测能力,大幅度优化了水文地质勘察的效率与精准度,借助对案例的剖析,我们可以看到大数据技术在地下水资源管理、水污染治理以及水文预测等方面的大量运用,未来伴随着大数据技术不断成长和应用的深度挖掘,水文地质勘察会愈发智能化与精准化,为水资源的可持续管理与环境保护提供更可靠的技术后盾。

[参考文献]

- [1]席泽伟.水文地质对岩土工程勘察的影响及应对措施研究[J].中国金属通报,2024(12):140-142.
- [2]蒋超华,刘福欣.水文地质勘察在环境地质勘察中的应用探析[J].大众标准化,2024(17):135-136.
- [3]郭美慧.刍议水文地质勘察在环境地质勘察中的应用[J].西部探矿工程,2024,36(8):146-148.
- [4]于洋.地质勘察中的水文地质危害分析及对策[J].中国金属通报,2024(8):137-139.
- [5]杜凭国.水文地质环境在工程勘察中的重要性探析[J].黑龙江环境通报,2024,37(7):68-70.
- [6]刘忠元.水文地质勘察中地下水的问题及应对办法[J].内蒙古煤炭经济,2022(11):187-189.

作者简介:李晓岚(1988.3—),毕业院校:河北地质大学,所学专业:水文地质,当前就职单位:河北地矿建设工程集团有限责任公司,职务:职员,职称级别:副高。

岩土勘察工程中综合勘察技术的应用与分析

王春霞

河北地矿建设工程集团有限责任公司, 河北 石家庄 050001

[摘要] 岩土勘察是工程建设中至关重要的一环, 它为工程设计和施工提供了可靠的基础数据和科学依据。随着科技的迅猛发展, 岩土勘察技术也在不断创新和进步。特别是综合勘察技术的广泛应用, 使得岩土勘察的精度和效率得到了显著提升。通过多种勘察手段的结合, 如地质雷达、钻探、现场测试等, 能够全面评估岩土层、岩石的物理力学性质, 为工程项目的风险评估、设计优化和施工方案的制定提供更加精准的支持, 极大地提高了工程安全性和施工效率。

[关键词] 岩土勘察; 综合勘察技术; 应用; 分析; 工程建设

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15969

中图分类号: TU19

文献标识码: A

Application and Analysis of Comprehensive Survey Technology in Geotechnical Exploration Engineering

WANG Chunxia

Hebei Geology and Mineral Construction Engineering Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050001, China

Abstract: Geotechnical investigation is a crucial part of engineering construction, providing reliable basic data and scientific basis for engineering design and construction. With the rapid development of technology, geotechnical exploration techniques are constantly innovating and advancing. Especially with the widespread application of comprehensive survey technology, the accuracy and efficiency of geotechnical investigation have been significantly improved. By combining various survey methods such as geological radar, drilling, and on-site testing, the physical and mechanical properties of rock layers and rocks can be comprehensively evaluated, providing more accurate support for risk assessment, design optimization, and construction plan formulation of engineering projects, greatly improving engineering safety and construction efficiency.

Keywords: geotechnical exploration; comprehensive survey technology; application; analysis; engineering construction

引言

岩土勘察工程是所有工程项目中至关重要的一步, 它不仅影响着工程设计的合理性和安全性, 还直接关系到后续施工的顺利进行。随着社会对建筑安全的日益重视, 传统的岩土勘察方法逐渐显现出其局限性。为了提高勘察数据的准确性和全面性, 综合勘察技术应运而生, 成为现代岩土勘察中的重要手段。综合勘察技术将多种勘察方法有机结合, 能够提供更加全面的地质信息, 为工程建设的决策提供强有力的支持。

1 综合勘察技术概述

综合勘察技术是指将多种岩土勘察方法、仪器设备和数据分析技术结合, 形成一套系统的勘察流程。通过综合使用不同的勘察技术和方法, 可以克服单一技术的局限性, 从而提高岩土勘察的综合精度和可靠性。

1.1 综合勘察技术的基本组成

综合采用勘察手段, 实施多手段分析途径, 实施对岩土性质、结构及行为的全面剖析, 常规勘察方法横跨地质、物理、化学及机械学科, 各阶段以特定专业领域为研究焦点, 实施多类型工具与途径, 力图达成地质数据的全面性与精确性目标, 地质勘察主要依赖钻探、取样及地层分析

等技术途径, 助力勘察人员对地下岩土分布与特性的全面把握。对岩土层实施详实描述与剖析, 反映地下环境结构, 物理勘察主要针对岩土力学特性, 实施标准贯入测试法, 测定岩土层密实度、摩擦系数及承载性能等基础参数, 化学勘察依赖对岩土层化学成分的细致分析, 识别岩土层与建筑中潜在有害物质的分布, 涉及重金属及酸碱度等基础参数, 机械勘察聚焦于岩土层与岩石的承载稳定性力学属性, 精确测定工程结构支撑力为首要任务, 维护结构稳定性^[1]。

1.2 综合勘察技术的优势

与单一勘察技术相对照, 多维度优势在综合勘察技术中显现, 综合勘察技术在地质信息的全面性与细致度方面表现突出, 采用多种技术, 实现协同作业机制, 降低了单一勘察技术的误差密度, 钻探勘察仅能展现土层有限的层面, 物理与化学勘察对地下岩土层的力学与化学性质进行细致剖析, 优化岩土综合特性的把握。综合勘察手段, 实施多技术手段的交叉验证与互补, 增强了勘察结果的精确性与数据稳定性, 若某方法结果呈现模糊性, 采用多技术交叉验证方法, 降低了技术局限引起的误差后果, 技术适应性强固可靠, 显著提高了对地质多样性与复杂环境的适应性, 适应勘察项目多样性, 应用于城市建筑、基础设施

施和矿产资源开发等多个领域,综合勘察技术显著促进了勘察作业的精确性与灵活性,增强设计施工阶段数据支撑的全面性,保障工程实施无间断。

2 综合勘察技术的应用

综合勘察技术在各种不同类型的岩土勘察工程中得到了广泛地应用,特别是在那些地质条件复杂以及风险程度较高的工程中,这种技术更是发挥了不可替代的重要作用。

2.1 城市基础设施建设中的应用

城市基础设施建设初期阶段之际,尤其是在地铁、隧道、高层建筑等领域的建设与实施阶段,地质条件多态多变,尤其是针对区域岩土层特性、地下水位以及地质结构,实现项目顺利开展,工程师需对地下环境实施细致剖析,保障建筑结构稳固,对地下岩土层稳定性、承载性能及水文地质属性进行细致分析,采用综合勘察技术是关键措施,采用该技术,工程师实现了详实可靠的数据掌握,以此作为工程设计科学支撑^[2]。

实施于岩土勘察作业,在岩土勘察中,静力触探试验(CPT)属常规技术范畴,静力触探试验借助探头施加压力及位移变化,展现土层力学特性,工程师对土层密实度与承载能力等关键信息实现精确认知,实施钻孔取土,可直观把握土层的具体组成与物理性质,核实静力触探试验结果的全面性分析。采用此技术,全面分析了地下土层的力学特性,识别岩土层稳定性及潜在问题点,涉及沉降、滑坡等地质不稳定现象,全面洞察地下水位波动,此技术对基坑支护、地下结构设计及水害防治起到核心作用,对要素进行周密检核,针对特定岩土性质,适宜的支撑与加固方案由工程设计人员实施,维护地下工程安全施工与长期稳定性,城市基础设施建设因综合勘察技术而获得坚实的后盾,促进了设计、施工与维护的顺利实施阶段,显著提升了工程的安全与可靠性系数。

2.2 高速铁路和公路建设中的应用

就高速铁路与公路建设相关技术而言,路基、桥梁及隧道等关键工程的安全性及岩土条件评估紧密相依,工程设计方案的形成与地下岩土性质及分布紧密相连,若岩土状况存在模糊性或误差,可能引起工程质量下降、成本上升及安全事故隐患,精确岩土勘察对高速铁路及公路建设影响巨大,采用综合勘察技术路径,保障地下岩土信息的完整性及精确度,保障设计实施,支撑设计方案的科学论证体系。

在山区公路建设实施阶段,地质结构复杂,岩土层分布非均一,伴随地质灾害隐患,诸如滑坡、塌方等地质灾害,采用综合勘察技术集群,对地下岩土层进行深入剖析,鉴定不稳定地质层与潜在滑坡地带,集成静力触探试验(CPT)、地质雷达、地震勘测及钻孔取样技术,可全面洞察土层强度、稳定性及地下水位变化等关键地质属性。基于此数据集,识别地质灾害如滑坡的高风险地带,实施安

全防护,采用路基加固、排水系统优化及挡土墙建设等防护技术,检测岩土层承载水平,不可或缺的综合勘察技术,维持桥梁、隧道等重大结构的安全与稳定状态,铁路建设阶段之阶段,轨道安全运行与地基承载力的稳定性紧密相连,采用综合勘察技术,可制定针对各类地质条件的设施设计改进计划,阻止风险隐患的扩散^[3]。

2.3 房地产开发中的应用

房地产领域建筑类型呈现多样化格局,涉及低层住宅、高层办公楼及商业综合体等不同建筑形态,各类建筑对地基条件的要求存在差异,尤其是高层结构,地基稳定性与承载能力需求极高,维持建筑安全稳定性及抗震效果,综合勘察技术之采纳乃必需,采用该技术,勘察人员需全面掌握地下岩土特性及其变化机理,为后续设计与施工奠定科学支撑。高层建筑地基设计初期阶段之初,综合运用多种勘察技术是必要的,钻探技术深入剖析地下岩土,提取岩土试样,深入剖析土层结构及其物理特性,精确识别地下土壤分布形态,SPT试验主要针对土层的密实度及承载性能进行测试,探讨建筑负荷承载的潜力,在地质环境复杂阶段,SPT试验输出关键数据,核实地基设计规范有效性。

综合勘察中不可或缺的是土壤化学成分分析,评估土壤的化学组成、酸碱度及污染物含量,可鉴定地下土壤中腐蚀与污染物的存在事实,此类因素可能损害建筑物的耐久性与安全性能,腐蚀性土壤引起钢筋锈蚀结果,进而对地基稳定性及建筑寿命构成威胁。采用钻探、标准贯入试验及土壤化学成分分析等勘察技术,综合勘察技术有效促进了建筑地基稳定性与承载能力评估的全面性,数据构成了高层建筑设计的基础支撑体系,稳固了建筑结构,尤其是在地质环境复杂的地带,成功攻克了诸多工程挑战,提高了建筑结构的结构可靠性,有效促进了房地产项目的实施效率^[4]。

3 综合勘察技术面临的挑战

尽管综合勘察技术在多个领域展现出了显著的优势和巨大的潜力,如提高勘察效率、优化资源配置、降低成本等,但在实际应用过程中,它仍面临着一系列的挑战和难题。首先,技术的复杂性和高成本使得部分地区和企业,在技术引进和应用上存在障碍。其次,勘察数据的准确性和可靠性仍然是一个亟待解决的问题,尤其在复杂环境下,数据采集与处理可能受到多种因素的影响,导致结果偏差。此外,技术人才的短缺和跨学科的协作问题,也影响了综合勘察技术的全面推广和应用。

3.1 技术与设备的更新换代

在科技迅猛发展的今日,岩土勘察领域技术设备更新迭代,勘察技术与设备创新不断涌现,显著增强了岩土勘察的作业效率与数据详实度,现代岩土勘察技术以传统钻探与采样技术为支柱,也采纳了多项先进技术,涉及遥感、地质雷达、地震勘探与三维地质建模,高科技手段与设备产出更精确的地质数据,增进工程师对岩土层结构、地下

水位及地下资源的识别水平,保障建筑工程与基础设施项目的实施效果^[5]。

技术进步迅猛,众多岩土勘察单位面临技术装备老化与技术滞后挑战,即便现有综合勘察技术仍显现其实用性,设备更新周期较短,资金不足成为部分勘察单位技术跟进的制约,现有设备与新需求存在矛盾,该现象对勘察作业效率与质量产生负面后果,此现象可能引发勘察作业误差概率的提升,可能引发项目实施延后,力求优化岩土勘察整体效率,勘察单位应迅速增加对新技术与新设备的资金投入比例,促进技术人员专业成长,跟进行业步伐,维持勘察作业的精确性与效率性。

3.2 数据处理与分析的复杂性

综采勘察技术产出的数据,涉猎地质、地形、气候及地下水位等多个层面,数据对勘察结论构成关键支撑,如何高效处理与分析这些数据集,维持数据精确性与可靠性,成为勘察行业面临的核心挑战,技术进步阶段,勘察阶段数据规模庞大,涉及各类数据形式,诸如图像、时间序列及空间数据等,是勘察数据的关键组成部分,若数据未经科学合理处理分析,可能引起勘察结果失误,进而对决策制定及施工实施构成干扰^[6]。

针对此挑战的背景环境,采用先进软件工具与技术平台,勘察单位应实现数据存储、管理和分析,地质勘探数据处理相关技术平台集合,诸如地理信息系统(GIS)与遥感技术(RS)等,显著优化数据加工与可视化水平,仅依赖先进工具,技术人员在数据处理准确性及可靠性方面发挥着关键作用。深入挖掘数据内涵需专业技术背景的辅助,筛选并剖析数据中的潜在错误与异常,进而实施细致入微的调整与优化,数据存储与管理乃是基础要素,面对数据量累积的累积,传统存储模式面临考验,云存储与大数据技术的联姻,显著增强数据存储的效率与安全系数,数据管理系统保障数据的长期存储与后续检索的便捷性,维护数据的一致性与连贯性,数据准确性及可靠性显著增强,强化岩土勘察技术进步,增进行业成熟水平。

3.3 成本与时间的压力

综合勘察技术的运用显著促进了勘察精度的增长,采用精密测量技术,采用精良的数据采集技术,显著提升了勘察数据的精确性,维护项目设计与施工依据的稳固可靠,技术进步与实际应用相汇合,精确勘察技术的实施引起成本与时间投入的持续增长,高端勘察技术设备投资规模庞大,地质环境复杂阶段,技术设备与人力资源成本急剧攀

升,勘察周期延长阶段,也引发项目整体成本上升,尤其在工程进度紧急节点,项目延期风险与勘察周期延长呈线性关系,预期经济效益受损风险上升。

基于勘察质量要求,成本削减与勘察实施阶段缩短,成为众多项目面临的核心挑战,对此议题探讨,项目团队应多层次切入,实现勘察设计现代化,规定勘察区域及探测深度限制参数,降低劳动冗余量,大幅削减勘察阶段资源浪费,采用现代技术支持,采用大数据分析、人工智能等现代技术工具集,显著进步数据处理水准,降低操作错误率及时间消耗,采用高科技设施,涉及无人机、自动化勘察设备等高科技装置,也增强勘察效率,减少人力依赖,采用流程优化与技术革新路径,项目团队保障勘察质量恒定,也实现了成本与时间的同步管理,该措施对项目实施及经济效益增长具有决定性意义^[7]。

4 结语

综上所述,岩土勘察中的综合勘察技术是一项重要的创新,它为工程项目提供了更加全面和精准的地质数据,有助于提高设计与施工的安全性和可靠性。然而,综合勘察技术的应用也面临着技术更新、数据处理和成本控制等方面的挑战。随着科技的不断进步,未来综合勘察技术将在设备、数据处理和应用范围上不断优化和拓展,成为工程勘察领域的核心技术之一。

[参考文献]

- [1]李左林.综合勘察技术在岩土工程勘察中的应用及其桩基础选型分析[J].新疆有色金属,2023,46(4):43-44.
 - [2]何昌兵.综合勘察技术在岩土工程中的应用探讨[J].江西建材,2022(11):129-130.
 - [3]邱龙,朱登峰,王换成.综合勘察技术在岩土工程勘察中的应用分析[J].工程与建设,2022,36(4):942-945.
 - [4]王培龙.综合勘察技术在岩土工程勘察中的应用及其桩基础选型分析[J].中国住宅设施,2022(7):130-132.
 - [5]史朝立.基础地质勘察技术在岩土工程中的应用分析[J].工程建设与设计,2021(18):39-41.
 - [6]王媛,葛化永.综合勘察技术在岩土工程勘察中的应用分析[J].现代盐化工,2021,48(1):86-87.
 - [7]吴心途.我国岩土工程中基础地质勘察技术的应用分析[J].决策探索(中),2020(2):45.
- 作者简介:王春霞(1989.5—),毕业院校:中国地质大学,所学专业:土木工程,当前工作单位:河北地矿建设工程集团有限责任公司,职称级别:助理工程师。

造价在建筑成本管理过程中的控制措施分析

宋鑫源

中铁建工集团第四建设有限公司基础设施公司, 江苏 南京 210000

[摘要]成本管理和控制是当前工程项目领域研究的重点,有效的成本管理和控制可以增加项目效益、降低项目成本,有利于城乡建设的发展。本篇文章主要以市政工程项目为对象,分析讨论项目成本管理过程中的控制措施,目的在于提高市政项目的成本管理能力和。本篇文章从市政项目的决策、设计、招投标、施工、竣工阶段着手,讨论各个环节中的成本管理控制措施,为实现成本有效控制提供参考。

[关键词]市政; 成本管理; 造价; 控制

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15994

中图分类号: TU723.

文献标识码: A

Analysis of Cost Control Measures in the Process of Construction Cost Management

SONG Xinyuan

Infrastructure Company of China Railway Construction Group Fourth Construction Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: Cost management and control are currently the focus of research in the field of engineering projects. Effective cost management and control can increase project benefits, reduce project costs, and promote the development of urban and rural construction. This article mainly focuses on municipal engineering projects, analyzing and discussing the control measures in the project cost management process, with the aim of improving the cost management capabilities of municipal projects. This article starts from the decision-making, design, bidding, construction, and completion stages of municipal projects, discussing cost management and control measures in each link, providing reference for achieving effective cost control.

Keywords: municipal government; cost management; manufacturing cost; control

引言

市政工程作为城市基础设施建设的重要组成部分,对于城乡发展和居民生活质量有着关键且不容忽视的作用。市政项目普遍存在投资规模大、建设周期长、涉及面广的特征,在成本管理方面面临诸多挑战。有效的造价控制不仅能够确保项目的顺利实施,还能提高资金使用效率,实现社会效益与经济效益的最大化。因此,深入研究市政建筑成本管理中的造价控制措施具有重要的现实意义。

1 市政成本管理控制内容

市政成本管理控制需结合市政项目的特点,对项目成本进行科学管理和控制,将成本控制理念融入管理过程,及时纠正超出项目预算计划之外的成本支出。在市政项目的成本管理过程中,成本控制的环境不断发生变化,需结合项目特点、项目实际进行管理控制。市政项目决策阶段对项目可行性的论证,直接影响着市政项目的生产效益,需从市场、资源、资金、厂址等多方面开展调研论证。这一阶段的资源投入属于决策成本。招标阶段,无论哪一种招标方式都会产生相应的资源消耗。设计阶段,直接投入初步设计、技术设计、施工图的成本在总造价中占比不高,但设计成果决定了后续建设成本的发生和管控,对市政项目成本管理有重要影响作用。在项目建设阶段,

主要材料、设备、施工人员的资金投入,以及施工阶段产生的措施项目费、规费、税金等,都属于建设阶段成本管理控制的对象。

2 市政成本管理控制方法

常见的成本控制方法包括:

2.1 限额设计

限额设计是一种在初步设计阶段按照招标文件控制方案设计,确保工程项目使用功能的前提下,严格控制不合理、超限额的设计和变更,确保总成本在限定范围内。限额设计不是忽视合理技术要求的一味节约,也不是倾向于技术经济价值的保守设计,而是功能实现与造价控制的紧密结合。以市政道路项目为例,限额设计通常体现在路线方案优选上,既要限制路线占用土地的费用、建设拆除费用,又要保证道路的横断面标准以及路线整体的合理性、科学性。

2.2 价值工程

价值工程(value engineering)是一种管理思维和方法,如图1所示。价值工程通过系统分析研究工程成本,以低生命周期成本来实现所需功能,提高项目的综合效益。

2.3 BIM技术

BIM建筑信息模型,是一种利用信息技术进行工程三

维建模,将工程信息集成用于设计和施工管理,提高资金和资源的利用率,减少不必要的摩擦和矛盾。建筑信息模型的可视化和仿真特性,可以使数据更加精确,确保工程项目顺利、按时、安全完成。

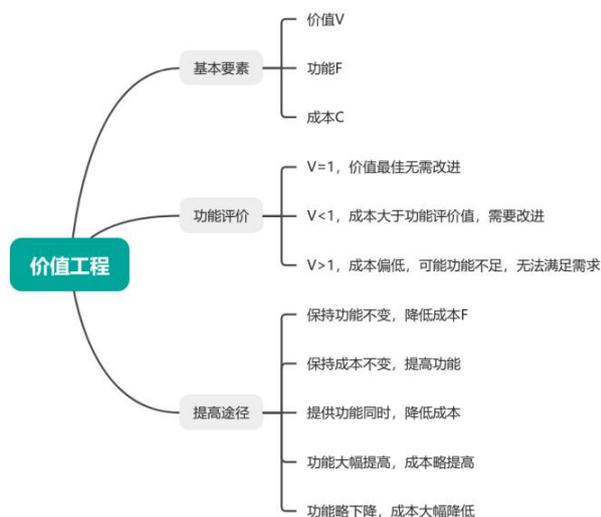


图1 价值工程方法图

3 市政项目成本管理过程中的造价控制措施

3.1 决策阶段的造价控制

3.1.1 项目可行性研究

项目可行性研究是项目决策的重要依据,在市政项目中,需全面考量多方面因素。例如在规划城市快速路时,要结合城市的交通流量预测、周边土地利用规划以及未来发展方向等,通过详细的交通流量分析软件,准确预测不同时段的车流量,以此确定道路的合理规模与设计标准,避免过度建设或建设不足导致后期改造成本增加。同时,对项目建设可能带来的环境影响进行评估,制定相应的环保措施,并将其成本纳入项目预算。

3.1.2 项目投资的估算

运用科学的估算方法至关重要。指标估算法可参考已建成类似市政项目的造价指标,结合当前项目的具体特征,如项目规模、建设标准、地理位置等进行调整估算。类比估算法则是选取与本项目在工程内容、结构形式、施工工艺等方面相似的项目,根据其实际造价进行类比分析,考虑时间因素、物价波动等对造价的影响,确定本项目的投资估算。此外,要充分考虑政策变化、不可抗力等风险因素,预留一定比例的风险准备金,一般可按项目总投资的5%~10%估算。

3.2 设计阶段的造价控制

3.2.1 限额设计的推行

市政项目限额设计多以批准的可行性研究报告和投资估算为依据,对设计方案进行层层分解和细化。以市政道路工程EPC项目为例,设计人员需在理解项目范围、项目合同要求的基础上,进行路线方案、道路设计的设计,

保证设计成本和设计变更符合合同中的成本分配条款要求。在路线方案设计环节,设计人员应尽可能全面收集土地资料,明确土地类别、地形地貌、耕地分布等基础情况,尽量应用非耕地区域布局路线,避免占用耕地。若不得不穿越耕地,可优先考虑架桥,减少对耕地的占用和影响。在道路设计环节,设计人员需综合考虑道路横断面、土石方量,以及道路的通行、防洪相关要求。比如,路线某段必须经过耕地,可设计收缩坡脚挡土墙等方式来减少路基占用耕地的面积。

3.2.2 设计审查的加强

限额设计应贯穿市政项目设计的整个过程,组织结构、技术、造价等多专业领域的专家组成审查团队,加强设计造价及功能审查,在满足工程要求的基础上严格控制造价。以某市政项目为例,总负责人推行限额设计,要求设计单位严格按照设计概算的上限进行项目方案选择和设计,兼顾工程要求、质量安全、工期和造价。设计过程中,制定《限额设计投资控制表》分解每个项目规程的设计数量和成本,依照设计概算、目标成本限额、单项工程限额、专业工程限额控制目标进行项目造价预算逐层分解,为设计审查提供依据和参考。

3.3 招投标阶段造价控制

3.3.1 高质量编制招标文件

招标文件的内容应全面、准确、清晰。在工程范围描述中,明确各分部分项工程的具体工作内容和界限,避免施工过程中出现责任不清的情况。技术要求部分,详细规定工程所采用的技术标准、施工工艺、材料设备的规格型号等。评标办法应科学合理,采用综合评估法时,合理设置商务标和技术标的分值权重,既要考虑投标人的报价合理性,又要重视其技术实力和施工方案的可行性。合同条款应严谨规范,明确双方的权利义务、工程价款的支付方式、工程变更的处理原则、违约责任等,减少合同执行过程中的纠纷。

3.2.2 合理确定招标控制价

根据施工图纸、工程量计算规则准确计算工程量,确保工程量的准确性。综合单价的确定要参考当地的工程造价信息、市场价格行情以及企业的成本数据,充分考虑人工、材料、机械等费用的波动因素。同时,合理计取措施费、规费和税金等费用,使招标控制价既能反映市场价格水平,又能保证项目的质量和进度要求,避免招标控制价过高或过低影响项目的顺利实施。

3.2.3 投标文件的严格审查

招标方对投标人的资质审查,不仅要关注其是否具备相应的市政工程施工资质等级,还要审查其资质的有效期、年检情况等。业绩审查主要查看投标人过往承担类似市政项目的规模、数量、质量以及是否按时竣工等。对于报价的审查,重点分析报价的组成结构,检查是否存在漏项、

错项以及不平衡报价的情况。如某些投标人可能在前期施工项目中故意抬高单价，后期施工项目中压低单价，通过分析各分部分项工程的综合单价与市场价格的偏离程度，判断报价的合理性。

3.2.4 严格执行招投标制度

招投标过程中，招标方应着重审查投标方的项目总价、分部分项工程量、材料设备单价、措施费等报价细节，评估投标策略的合理程度，及时对发现不当投标行为的投标人进行处理，及时排除合理性低的投标方案。完成招投标、确定分包队伍后，应及时签订合同，并审核分包方编制的施工方案、施工进度计划，论证其可实施性和合理性，选择人力、物力、财力应用最合适的方案开展市政工程。

3.4 施工阶段的造价控制

3.4.1 工程变更管理的加强

建立严格的工程变更审批流程，任何工程变更都需由施工单位提出书面申请，详细说明变更的原因、内容、对工程进度和造价的影响。监理单位和建设单位组织相关人员进行论证和审批，重大变更还需邀请专家进行评审。例如，在城市道路施工中，若因地下管线复杂需要调整道路走向，需对变更后的路线进行重新测量和设计，评估变更对土石方工程、道路结构工程以及排水工程等造价的影响，经审批通过后方可实施变更，确保变更费用在可控范围内。

3.4.2 严控材料设备的价格

控制材料设备的价格、优化采购环节需多管齐下：第一，通过市场调研，定期收集材料设备的价格信息，建立价格数据库。第二，科学制定材料设备的采购计划，预测材料设备价格的波动，把握合适的采购机会。比如，市政道路工程需要铺设管道，对管材有大量需求，当地管材市场处于连续大幅度涨价的状态。项目采购人员实地调查后预测，认为管材未来几个月可能持续涨价，提出一次性采购三个月管材用量的采购计划，减轻后续管材持续涨价对工程项目的成本影响，也避免缺货，有效实现了对采购成本的控制。第三，对于主要材料和设备，采用招标采购的方式，引入竞争机制，选择性价比高的供应商。第四，签订采购合同时，明确材料设备的规格、型号、质量标准、价格、交货时间和地点等条款，避免因质量问题或交货延误导致成本增加。同时，市政项目质检和管理人员需加强材料设备的进场验收和存储管理，防止材料的浪费、损坏和丢失。

3.4.3 加强施工计划的管理

制定详细的施工总进度计划和月、周进度计划，运用网络计划技术对关键线路和关键工序进行重点监控。以市政桥梁工程施工为例，项目管理需依据 BIM 模型等合理安排基础工程、桥墩施工、桥梁架设等关键工序的施工顺序和时间，确保工程按计划顺利推进。BIM 内部数据库的建立和数据应用，可帮助项目管理有效开展工期管理、成本

管理工作，全程跟踪分析项目成本和进度，避免成本超支，避免工程超期。项目管理团队需建立进度预警机制，当实际进度与计划进度出现偏差时，及时分析原因并采取有效的纠偏措施，如增加施工人员、机械设备，调整施工工艺等，避免因工期延误导致的额外费用增加，如赶工费、违约金等。

3.4.4 现场签证管理的强化

现场签证必须有明确的签证事由，如设计变更、施工条件变化、不可抗力等。签证内容应详细记录事件发生的时间、地点、具体情况以及涉及的工程量和费用。签证单需由施工单位、监理单位和建设单位三方共同签字确认，且签字盖章手续齐全。建立现场签证台账，对签证进行分类管理和统计分析，定期对签证费用进行审核和控制，防止出现虚假签证或重复签证。

3.5 竣工阶段的造价控制

3.5.1 结算文件准确编制

施工单位应根据施工合同、竣工图纸、工程变更资料、现场签证等，按照规定的计价规则和方法准确编制竣工结算文件。工程量计算要依据竣工图纸和实际施工情况，确保计算准确无误。综合单价的调整要符合合同约定，如因材料价格波动、设计变更等原因导致综合单价调整的，要提供相应的依据和计算过程。费用计取要严格按照国家和地方的相关规定执行，不得多计、少计或重复计取。

3.5.2 加强竣工结算审计

委托具有丰富经验和良好信誉的工程造价咨询机构进行结算审计。审计人员要对结算文件进行全面细致的审查，包括工程量的准确性、综合单价的合理性、费用计取的合规性以及工程变更和现场签证的真实性和有效性等。对于审计过程中发现的问题，要及时与施工单位和建设单位进行沟通和核实，确保结算结果的公正合理。同时，建立审计结果复核制度，对审计报告进行内部复核，提高审计质量。

3.5.3 建立档案管理制度

将竣工结算文件及相关资料，如施工合同、招标文件、投标文件、工程变更通知、现场签证单、审计报告等进行分类整理和归档。建立完善的档案管理制度，明确档案的保管期限、查阅流程和保密要求等。结算档案不仅为项目的后期维护和管理提供依据，也为今后类似项目的造价管理提供参考资料，通过对历史项目结算资料的分析总结，不断提高造价控制水平。

4 结语

综上，市政项目成本管理中的造价控制是一个系统而复杂的过程，贯穿于项目的全生命周期，对市政项目的管理有重要影响。在决策阶段，做好项目可行性和准确估算项目投资；设计阶段需推行限额设计，加强对设计审查；招投标阶段编制高质量招标文件、合理确定招标控制

价、严格审查投标文件、严格执行招投标管理制度；施工阶段需加强工程变更管理、严格控制材料设备价格、加强施工进度管理和强化现场签证管理；竣工结算阶段准确编制竣工结算文件、加强结算审计和建立结算档案管理制度。本文目的在于，提高市政项目经济效益，推动行业发展。

[参考文献]

- [1]张娟. 市政工程施工中的造价成本控制与措施管理[J]. 居业, 2023(12): 110-112.
[2]王通. 市政供热工程项目的工程造价控制策略探讨[J].

建材发展导向, 2023, 21(24): 171-173.

[3]刘亚梅. EPC 模式下市政工程造价控制管理分析[J]. 四川建材, 2022, 48(8): 191-192.

[4]任慧. 市政工程造价成本控制与成本管理的几点思考[J]. 产业创新研究, 2021(23): 151-153.

作者简介: 姓名: 宋鑫源 (1991.8—), 男, 民族: 汉, 黑龙江绥化人, 学历: 大学本科, 职称: 工程师, 现就职单位: 中铁建工集团第四建设有限公司基础设施公司, 研究方向: 成本管理。

论建筑安装工程造价预算与成本控制措施研究

何琳

河北建研高科科技有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着建筑行业的不断发展,建筑安装工程日益步上正轨,在保障国计民生、经济发展等方面发挥了关键的作用。在实际工作中,建筑工程企业需要秉持经济优化的原则,合理预算、控制建筑安装工程的造价,将资源浪费与经济损问题控制在最小范围内,从而保障自身的经济效益。同时,工作人员需要实时监控建筑安装工程的全流程,规划各个环节的成本、费用,确保实际成本始终与预期成本相一致。本篇文章将以建筑安装工程作为研究对象,针对其造价预算与成本控制措施展开探究,旨在加深建筑工程企业对建筑安装工程造价预算与成本控制的认知,从源头控制自身的成本、费用,获取更多经济效益。

[关键词]建筑安装工程;造价管理;预算;成本控制措施;建筑工程企业

DOI: 10.33142/aem.v7i3.16007

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

Research on Cost Budgeting and Cost Control Measures for Construction and Installation Engineering

HE Lin

Hebei Jianyan High-tech Technology Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the continuous development of the construction industry, construction and installation projects are increasingly on track, playing a key role in ensuring national economy, people's livelihood, and economic development. In practical work, construction enterprises need to adhere to the principle of economic optimization, reasonably budget and control the cost of construction and installation projects, minimize resource waste and economic losses, and ensure their own economic benefits. At the same time, staff need to monitor the entire process of building installation engineering in real time, plan the costs and expenses of each link, and ensure that the actual costs are always consistent with the expected costs. This article will take construction and installation engineering as the research object, explore its cost budgeting and cost control measures, aiming to deepen the understanding of construction and installation engineering cost budgeting and cost control by construction enterprises, control their own costs and expenses from the source, and obtain more economic benefits.

Keywords: construction and installation engineering; cost management; budget; cost control measures; construction engineering enterprises

引言

在建筑行业中,建筑安装工程是较为重要的组成部分。建筑工程建筑安装工程具有内容繁杂、成本与费用高等特征,对建筑工程企业的造价预算与成本控制能力提出了一定的要求。目前来看,部分建筑工程企业未予以造价预算与成本控制一定的重视,导致实际成本高于预期成本,严重影响了自身的经济效益。为改善这一现状,建筑工程企业需要坚持创新与发展的精神,积极落实建筑安装工程造价预算与成本控制措施。本文将对建筑安装工程造价预算与成本控制措施展开进一步论述。

1 建筑安装工程造价预算与成本控制的重要性分析

1.1 有利于保障建筑工程企业的经济效益

追求经济效益最大化一直以来都是建筑工程企业坚守的原则。特别是在市场竞争日益激烈的背景下,建筑工程企业更是需要坚持从实际出发的原则,以科学、合理的

方法推进造价预算与成本控制进程,从源头实现对不同施工环节的成本预测与控制,打造全流程的造价预算与成本控制流程^[1]。在高效率的造价预算与成本控制机制下,建筑工程企业可以保障各个施工环节的成本、费用始终不偏离于预期目标,从而保障自身的经济效益。

1.2 有利于保障建筑安装工程的质量

随着城市化建设的不断深入,建筑安装工程被提出了更高的质量要求。在实践中不难发现,部分建筑工程企业盲目追求经济效益,特意控制施工材料、施工设备的采购成本,导致建筑安装工程频频出现质量问题,不能满足城市化建设的基本要求。为改善这一情况,建筑工程企业有必要建立健全造价预算与成本控制体系。在造价预算与成本控制体系的支持下,建筑工程企业可以在不降低材料、设备质量的前提下完成施工任务,实现兼顾经济效益与施工质量的目标^[2]。同时,建筑工程企业在实施造价预算与成本控制的过程中,还可以让施工环节得到优化,从而保

障施工质量。

1.3 有利于改善施工条件,完善施工人员的福利

对于建筑工程企业而言,只有将钱花在刀刃上,才能确保自身的市场竞争力,赢取更多发展机会^[3]。为此,建筑工程企业可以通过造价预算与成本控制改善施工条件,完善施工人员的福利。造价预算与成本控制可以有效避免资源浪费与成本的不合理支出,使得建筑工程企业将更多资金投入于施工条件的改善以及施工人员福利的完善,从而在行业内建立高大、负责的企业形象,吸引更多外部投资和人才,实现可持续发展的目标。

2 建筑安装工程造价预算与成本控制的措施

建筑安装工程造价预算与成本控制是较为漫长、复杂的过程。在此期间,工作人员应当充分发挥自身的专业性,积极借鉴国内外的先进经验,通过分析成功案例的方式学习、掌握造价预算与成本控制方法,保障建筑工程企业的经济效益。接下来将结合建筑安装工程造价预算与成本控制现状,提出几点针对性的措施。

2.1 创新思想观念,建立常态化的造价预算管理机制

部分建筑工程企业重视施工阶段的造价预算与成本控制,采取了诸多相关措施。然而,这种工作方法往往无法取得令人满意的成效。之所以出现这种现象,主要是因为新形势对建筑工程企业提出了更高的要求。倘若建筑工程企业的思想观念顽固不化,将会导致自身在市场竞争中处于劣势地位^[4]。为改善这种问题,建筑工程企业需要创新思想观念,通过多种举措构建常态化的造价预算管理机制。具体来讲,建筑工程企业需要立足于整体视角,将决策阶段、设计阶段、施工阶段均纳入考虑范围,设计较为科学、合理的造价预算管理目标,以此保障造价预算与成本控制工作的全面落地。在决策阶段,建筑工程企业应当指派专业人员分析建筑安装工程的施工方案,验证方案的可行性,展开决策。随后,建筑工程企业需要将设计人员、监理人员、施工人员集结在一起,共同商讨建筑安装工程造价预算的合理性,依照历史数据或者同类型项目经验确定不同阶段的建筑安装工程造价预算书;在设计阶段,工作人员应当依照项目总投资以及具体的施工阶段,将费用分摊至各个环节。从结果上来看,施工总费用不得超过造价预算。需要注意的是,建筑安装工程的影响因素较多,不确定性较强,所以工作人员应当预留出一定的空间,便于造价预算方案的调整。在调整期间,工作人员应当综合性地考虑材料市场的价格波动、施工工艺的变化以及外界环境因素,只有这样才能保障造价预算方案的合理性^[5];在施工阶段,工作人员需要严密监控建筑安装工程的财政开支,确保每个步骤的合理性,杜绝出现人为差错。总的来讲,在建筑安装工程的全生命周期里,工作人员均需要秉持耐心、细心等原则,分析不同阶段的造价预算要点,确定造价预算内容和要点,从而保障造价预算工作的落实。

2.2 降低预算超支的可能性,预测市场的未来发展趋势

在建筑安装工程实施期间,各种各样的因素均可能会影响到成本、费用的支出,进而导致预算超支问题。为避免这一情况,建筑工程企业有必要编制工程造价的概预算,预测市场的未来发展趋势,尽可能地降低预算超支的可能性。在正式进入施工环节前,工作人员应当深入剖析勘察报告,了解施工现场周边的环境条件,为工程造价概预算方案的编制提供信息支持。同时,工作人员需要参照建筑安装工程的基本施工要求,在不降低施工质量的前提下完善工程造价概预算方案。需要注意的是,建筑安装工程的预算并非一成不变,而会随着环境、需求而发生一定的变化。基于此,工作人员不仅需要注重总结和归纳过去的经验,还需要秉持从实际出发的原则,加强对建筑安装工程现场的实时监控与跟踪,了解施工进度与质量管理现状,综合性地优化工程造价概预算方案^[6]。除此之外,建筑工程企业还需要预测市场的未来发展趋势。在建筑安装工程的造价预算与成本控制中,各种机械设备、施工材料是较为主要的影响因素。工作人员若是想提升造价预算与成本控制的整体水平,便需要实时关注市场环境的变化。当施工材料、施工设备处于最佳的价格区间时,工作人员需要及时将相关情况转告给采购人员,便于施工材料、施工设备的采购,从而实现造价预算与成本控制目标。

2.3 加强数字化技术在造价预算与成本控制中的应用

现代化科学技术的飞速发展使得建筑安装工程造价预算与成本控制有了更多技术保障。就目前来看,数字化技术在建筑行业的应用仅限于设计、施工等环节,未在造价预算与成本控制工作中得到普及,在一定程度上限制了建筑行业的发展。为此,建筑工程企业需要加大物质资源的投入,完善相关基础设施,为数字化技术在造价预算与成本控制中的渗透奠定坚实基础。同时,工作人员应当加强对数字化技术的研究,将数字化技术普及在造价预算与成本控制工作中^[7]。具体来讲,数字化技术在造价预算与成本控制工作中的应用主要体现在以下两方面:第一,数据集成和信息共享方面的应用。建筑安装工程造价预算与成本控制工作涉及大量的数据信息,包括且不限于设计图纸、材料价格、工程量等。在数字化技术的支持下,工作人员可以有效省略信息采集的时间,将更多精力投入于数据分析与预算方案的优化。例如,工作人员可以将大数据系统与BIM系统相结合。首先,工作人员需要利用大数据系统的自动化信息采集功能获取足够多的造价预算与成本控制数据。大数据系统会自动筛选、分类数据信息,并将关键数据信息导入BIM系统。BIM系统结合造价预算与成本控制数据信息,会自动生成相应的信息模型,将工程造价预算与成本控制现状以及未来一段时间内的发展趋势直观地呈现给工作人员^[8]。

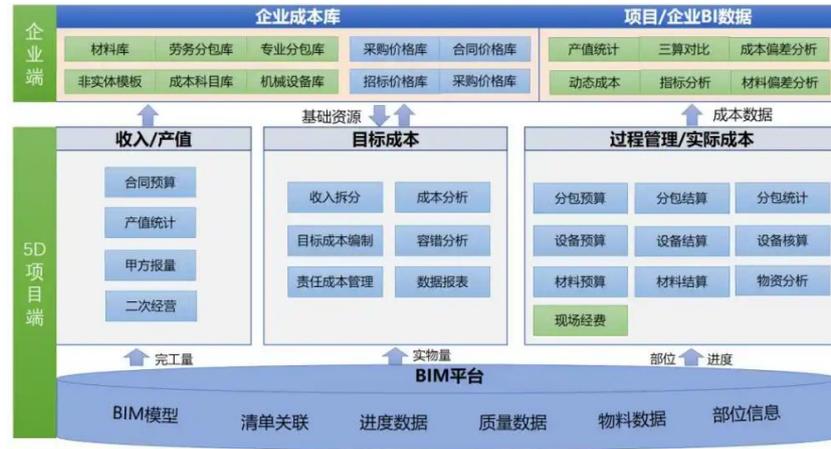


图1 BIM系统在成本控制中的应用

此时,工作人员需要结合自身的专业知识储备与实践经验,便可以有效调整造价预算方案,将成本、费用牢牢地控制在合理范围内;第二,成本风险预警和管理方面的应用。材料价格波动、劳动力成本变动等因素均会直接影响建筑安装工程的成本与费用支出。通过数字化技术的合理利用,工作人员可以实现对上述因素的预警与管理,从而降低不稳定因素对造价预算与成本控制的负面影响。具体来讲,工作人员可以借助数据分析、模拟仿真技术评估成本风险的影响因素^[9]。通过对历史数据、实时数据展开全方位的 analysis,工作人员可以在第一时间发现、掌握成本风险的规律和模式,并建立预警模型。预警模型可以直观地展示出成本风险的各个构成要素,为造价预算与成本控制方案的制定、执行提供有力的依据。除此之外,信息化集成平台与云计算技术也可以在成本风险预警和管理中发挥作用。信息化集成平台、云计算技术可以帮助工作人员实现与供应商的及时交互,协同处理成本风险,从而减少因供应商问题而带来的成本控制问题。为此,建筑工程企业应当聘请技术团队,加大信息化集成平台的研发,拓展信息化集成平台的功能,使得信息化集成平台与云计算技术共同发挥作用,为建筑安装工程造价预算与成本控制工作提供技术支持。

2.4 加强工作队伍的建设,完善人才引进与培养机制

“人”作为影响建筑安装工程造价预算与成本控制的 因素,需要得到高度重视。在实践中,因工作人员专业能力不足、责任和风险意识不足所引发的超支问题较为常见。为杜绝这一现象,建筑工程企业需要聚焦于工作队伍,建立健全人才引进与培养机制,促使“人”在造价预算与成本控制工作中发挥更积极的作用。具体来讲,建筑工程企业需要落实好以下两点措施:第一,优化工作队伍的结构,重视校园招聘、社会招聘。造价预算与成本控制是专业性要求较高的工作,其需要工作人员接受过相关的教育和培训^[10]。为此,建筑工程企业需要制定标准化的人才引进门槛,重点考察人才的教育背景、培训经历、实践经验。由于毕业生的实践经验不足,所以建筑工程企业在实施校园

招聘时,可以适当降低门槛,为毕业生营造良好的就业环境。针对优质毕业生,建筑工程企业应当为其提供广阔的发展平台以及专业的岗前培训,促使人才及时在岗位中发光发热,为建筑安装工程的造价预算与成本控制工作提供人才保障。在社会招聘方面,建筑工程企业则需要提出过硬的人才引进标准,要求对方具备较为丰富的实践经验和自主学习的能力;第二,加强工作队伍的专业培训。建筑工程企业定期组织工作人员参与技能培训和理论学习,促使工作人员在参与培训的过程中接触先进的工作方法。针对于建筑安装工程的重点环节,建筑工程企业需要予以足够重视,将造价预算与成本控制的要点传达给工作人员,提升工作人员对建筑安装工程的理解。

3 结束语

在建筑行业内,如何获取更多经济效益长期以来都是建筑工程企业思考的问题。在实践中,造价预算方案的编制与执行、成本控制方案的制定与落实均是不可或缺的环节。针对于造价预算工作而言,建筑工程企业应当立足于整体视角,打造常态化的造价预算机制,只有这样才能保障造价预算方案编制、执行的合理性;针对于成本控制工作而言,建筑工程企业应当在不偏离预期成本支出的前提下采取成本控制措施。针对关键的施工环节,建筑工程企业需要做好成本风险因素的分析,将施工材料、施工设备与施工人员等资源规划到位。除此之外,建筑工程企业需要重视“人”的影响,建立健全人才引进与培养机制。本文通过对建筑安装工程造价预算与成本控制措施展开探讨,希望对建筑行业的相关人士有所助益。

[参考文献]

- [1] 李莎. 新时代建筑安装工程造价预算与成本控制措施研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2024(12): 119-121.
- [2] 巩岩. 绿色建筑安装工程造价预算与成本控制方法分析[J]. 砖瓦, 2021(12): 103-104.
- [3] 张浩. 标前成本测算在建筑安装工程项目管理中的应用[J]. 工程技术研究, 2023, 8(6): 118-120.

- [4]王燕. 建筑安装工程造价超预算控制措施探析[J]. 现代经济信息,2019(7):240.
- [5]张新鹏. 深入分析建筑机电安装工程的造价管理及成本控制方法[J]. 陶瓷,2023(9):137-139.
- [6]王清波,刘猛,王盼. 新型绿色建筑理念下安装工程造价预算[J]. 散装水泥,2024(2):160-162.
- [7]黄娟. 浅谈建筑工程造价预算及成本控制措施[J]. 现代物业(中旬刊),2019(3):155.
- [8]池开展. 建筑工程造价预算及成本控制措施研究[J].

城市建设理论研究(电子版),2018(11):49.

[9]李莎. 住宅建筑安装工程造价动态管理研究[J]. 居舍,2024(22):119-122.

[10]王银霞. 建筑安装工程投标预算编制及报价初探[J]. 居业,2023(3):115-117.

作者简介:何琳(1992.10—),女,毕业院校:河北工业大学城市学院,所学专业:土木工程,当前就职单位:河北建研高科科技有限公司,职务:造价咨询部工程师 职称级别:工程师。

工程造价审计中存在的问题与对策研究

何基运

广西瑞真工程造价咨询有限责任公司, 广西 南宁 530000

[摘要]近年来,我国城市化进程加快,各类大型建筑工程有序推进,建筑行业的快速发展为国家经济增长做出了重要贡献。在这一过程中,工程造价控制作为关键环节,工程造价审计显得尤为重要。由于工程造价具有较强的系统性且涉及的内容广泛,它能够有效保障建筑工程施工计划的顺利实施。尽管工程造价审计在建筑业的长期稳定发展中起到了至关重要的作用,但在实际应用中,工程造价审计仍然存在诸多问题,这些问题对提高造价管理的效率和准确性造成了负面影响。因此,文中探讨工程造价审计中存在的问题,并提出相应的解决对策,以期工程造价管理工作提供参考和改进的思路。

[关键词]工程造价审计;问题;对策

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15997

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

Research on Problems and Countermeasures in Engineering Cost Audit

HE Jiyun

Guangxi Ruizhen Construction Cost Consulting Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: In recent years, Chinese urbanization process has accelerated, and various large-scale construction projects have been orderly promoted. The rapid development of the construction industry has made important contributions to the country's economic growth. In this process, engineering cost control is a key link, and engineering cost auditing is particularly important. Due to the strong systematicity and wide range of content involved in engineering cost, it can effectively ensure the smooth implementation of construction plans for building projects. Although engineering cost auditing plays a crucial role in the long-term stable development of the construction industry, there are still many problems in practical applications that have a negative impact on improving the efficiency and accuracy of cost management. Therefore, the article explores the problems in engineering cost auditing and proposes corresponding solutions, in order to provide reference and improvement ideas for engineering cost management work.

Keywords: engineering cost audit; problems; countermeasures

引言

随着我国基础设施建设的飞速发展,工程项目的规模与复杂性不断增加,造价控制与管理面临前所未有的挑战。在此背景下,工程造价审计作为确保资金合理使用、优化投资结构、提升项目经济效益的重要手段,已经受到了越来越广泛的关注。尽管造价审计在保障项目资金安全、提高资金使用效率方面起着关键作用,但在实际操作中,许多问题仍然存在。例如,审计工作未能及时开展、造价管理体系混乱、合同履行不规范等问题,不仅影响了审计效果,还可能导致资金浪费与项目进度滞后。针对这些问题,其成因深入探讨并提出相应的对策,将有助于审计质量的提升,并推动项目管理的规范化。通过加强造价控制与管理,工程项目的经济效益与社会效益得以最大化的实现。本研究旨在分析工程造价审计中的具体问题,并提出可行的对策,为审计工作效率和精准度的提高提供有力保障,同时也为我国工程建设行业的健康、可持续发展提供理论支持与实践指导。

1 工程造价审计的必要性

工程造价审计在保障建设项目资金合理使用、提升投资效益以及加强造价管理方面,发挥着至关重要的作用。

随着我国基础设施建设的持续推进,工程项目的投资规模不断扩大,资金的合理性与透明度,逐渐成为社会各界关注的重点。工程造价审计的必要性体现在多个方面:一方面,能够有效防止工程造价虚高,它通过避免由于预算不合理、管理不当或人为操控等原因导致的资金浪费,从而确保财政资金或企业投资得到合理利用;另一方面,项目管理水平得以提高,审计工作促使施工单位严格按照合同约定执行工程预算,减少因设计变更、材料价格波动或不当计量导致的超支问题;此外,市场秩序的规范化也得到了促进,工程造价审计能够防止围标、串标、虚假结算等不正当行为,从而维护公平竞争的行业环境;同时,审计为政府和企业的决策提供了科学依据,使得管理层能够实时掌握项目投资动态,从而优化资源配置,合理安排资金投入,提升整体经济效益。由此可见,工程造价审计不仅是建设项目管理的核心环节,更是确保工程质量、资金安全与社会效益最大化的重要保障,其作用是不可替代的。

2 工程造价审计工作中存在的问题

2.1 不规范履行合同责任

在工程造价审计中,不规范履行合同责任是一个普遍存在的问题,且严重影响了项目的造价管理及审计质量。

实际操作中,部分建设单位、施工方或承包商未能严格按照合同要求履行相应责任,导致造价管理出现混乱。例如,在施工过程中,工程量随意变更或施工内容调整的情况时有发生,甚至在有正式审批的情况下,项目内容被擅自增加,致使工程造价变得不确定且随意。此外,部分合同条款的严谨性不足或模糊不清,容易在后期审计中引发争议,从而增加了审计工作的难度。在工程结算阶段,不完整或不真实的结算资料,可能由一些施工单位提供,甚至夸大工程量或虚报成本,导致审计人员难以准确核定工程的实际造价。

2.2 审计工作不及时

工程造价审计工作滞后,是当前审计中常见的一个问题,且严重影响了工程项目造价控制及资金管理的效率。在实际操作中,审计常常滞后于工程进度,导致部分施工项目在未经审计核查前,已经完成付款或继续推进施工,从而增加了资金风险并加大了管理难度。由于审计介入过晚,部分项目未能及时发现或纠正预算编制中的问题,致使后期结算出现较大偏差,甚至引发纠纷。此外,审计滞后的情况还可能导致施工中的隐蔽工程、设计变更及追加投资等未得到有效监管,从而增加了后期审核的难度。在某些情况下,由于审计机构人力资源的不足、审计流程的复杂或配合不到位,审计周期被大幅延长,这不仅影响了工程造价的合理控制,还可能导致施工方与建设方在资金支付及成本控制等方面产生管理混乱。

2.3 工程造价的管理结构混乱

工程造价管理结构混乱,是影响审计工作质量与效率的关键问题,主要表现在管理体系不完善、职责划分不清晰以及缺乏有效监督机制等方面。在实际操作中,建设单位、施工单位、监理单位与审计机构之间,职责界限常常不明确,容易导致权责重叠、管理混乱,甚至出现推诿责任的现象。此外,某些单位内部的工程造价管理流程不完善,缺乏统一的成本控制与数据管理系统,从而导致工程造价信息不透明、不完整,增加了审计工作准确核查和评估的难度。同时,缺乏有效的动态监测手段,使得工程变更、追加投资等情况未能及时记录和审核,最终导致工程结算与实际情况存在较大差异^[1]。某些项目还存在管理层级过多、审批流程繁琐的问题,使得造价管理缺乏高效协调,进而增加了审计工作的复杂性。

2.4 审计人员自身因素问题

审计人员是工程造价审计工作的核心,其专业能力和业务水平直接影响审计工作的质量。然而,在实际工程建设中,我们发现一些工程造价审计人员经验不足,且缺乏足够的专业技能,导致他们未能充分理解和熟悉相关工作及文件,从而容易发生失误。此外,部分社会中介机构的审计人员责任心不强,工作态度不够认真,缺乏实事求是的精神。这种情况直接导致了在审计过程中,无法及时发

现工程造价中的漏洞,也无法有效管理和解决出现的问题,从而掩盖了工程造价的实际情况。

3 解决工程造价审计中问题的对策

3.1 严格执行合同和资料的送审

严格履行合同及资料送审,是确保工程造价审计规范化、提高审计效率与准确性的关键举措。在造价管理过程中,对合同执行情况的监管应得到加强,确保所有施工、变更及结算环节严格遵循合同条款,从而避免因随意变更或执行不当而导致造价失控。合同签订后,建设单位与施工单位应按照规定程序及时间节点,及时向审计机构提交完整、真实的相关工程资料,包括施工合同、招投标文件、预算书、工程量清单、设计变更记录、签证单及进度款支付凭证等,以确保审计工作的可追溯性及数据完整性。此外,应建立完善的合同及资料送审管理机制,各方责任需明确,加强对资料的审核,从而避免因资料缺失、不规范或虚假信息影响审计结果的公正性。为了提升送审效率,信息化手段的利用应被加强,如通过构建工程造价管理与审计信息系统,实现合同与资料的电子化存档、实时更新及在线审核,从而提高送审的透明度及工作效率。

3.2 工程造价审计工作深入到项目前

在工程造价审计工作中,提前介入项目,是提升审计质量、加强造价管理以及确保资金合理使用的关键措施。传统的工程造价审计通常集中在项目竣工结算阶段,往往忽视了前期及过程中的造价控制,这导致许多问题在项目推进过程中积累,最终影响了成本的合理性。为了避免这一问题,审计工作应在项目立项、设计及招投标阶段就开始介入,对工程造价进行全程监督与审核,从而确保预算合理性及资金使用规范^[2]。在工程实施阶段,施工进度、设计变更、材料采购、人工费用等关键环节,应由审计机构进行关注,并进行动态跟踪,以便及时发现潜在风险并加以纠正,防止出现虚报工程量、超预算支出不合理变更等情况。此外,为了提升审计效率与准确性,大数据、BIM技术及工程审计管理系统的借助应被加强,利用这些技术实现对项目造价的智能分析与实时监控,从而优化投资结构,确保资金使用透明且规范。

3.3 真实反映建设项目成本

确保建设项目成本的真实反映,是工程造价审计的核心目标,对于保障资金合理使用、优化投资结构以及提升项目管理水平,具有重要意义。在审计过程中,所有成本数据的真实性与准确性,必须得到确保,防止虚报、瞒报或漏报等问题影响审计结论。施工单位提交的结算资料,包括工程量清单、材料采购清单、人工费用明细、设备租赁费用等,需由审计机构严格审核,确保数据来源可靠、内容完整、计算准确,从而避免信息不透明或数据造假导致成本失控。在此基础上,审计机构还应结合市场价格、同类工程的造价数据及合同条款,对项目成本进行全面分

析,确保预算、变更造价及最终结算等费用与实际情况相符。此外,审计工作还应关注施工过程中可能影响成本的因素,如设计变更、施工方案调整及市场价格波动等,严格审查这些变更的合理性,防止不必要的变更或违规操作导致成本不合理增加。为提高成本数据的真实性,建议引入信息化管理手段,如BIM(建筑信息模型)、大数据分析及电子财务管理系统,以实现对项目成本的实时监控与动态管理,从而确保成本开支的透明性与可追溯性。

3.4 改善审计机构管理及审计人员自身素质

提升审计机构管理水平及审计人员素质,是提高工程造价审计质量、确保审计工作的公正性与专业性的关键措施。一个科学合理的管理体系,审计机构需要建立,并优化审计流程,明确各岗位职责,从而确保审计工作高效、有序地开展。此外,审计机构应强化工作独立性与权威性,外部干预的影响,应避免,从而确保结论的客观性与公正性。先进的审计技术与管理工具,如工程审计信息系统、大数据分析、BIM(建筑信息模型)技术等,引入后,可进一步提高审计工作的精准度与效率。在提升管理水平的同时,审计人员的专业素质也显得尤为重要。审计人员应具备扎实的工程造价知识,熟悉相关法律法规与审计标准,并具有较强的财务分析及风险识别能力^[3]。为此,审计机构需要加强对人员的培训,提升其专业能力与综合素质,使其能够准确识别并评估工程造价中的潜在问题。同时,审计人员还需具备良好的职业道德,保持高度责任感与廉洁自律,以确保因个人利益或外部干扰而影响审计工作的公平性,避免此类情况发生。

3.5 引入智能审计技术

引入智能审计技术,是提升工程造价审计效率、提高审计精准度以及强化工程成本管控的有效手段。随着信息技术的迅速发展,人工智能(AI)、大数据、云计算、区块链及BIM(建筑信息模型)等技术在工程管理中的广泛应用,为造价审计提供了全新的解决方案。通过大数据分析,历史工程数据、市场价格、预算与结算数据,可由审计人员进行智能比对,从而迅速发现异常的造价数据,有效防止虚报、瞒报或成本失控的现象。同时,BIM技术使得工程全生命周期能够实现可视化,工程量的计算,审计人员可更直观、精确地核查,从而减少人为误差,提高审计的透明度和准确性。区块链技术的加入,保障了审计数据的安全性与不可篡改性,确保了相关信息的真实性和可追溯性,从而降低了舞弊的风险。智能审计系统还能够利用AI技术自动识别合同条款、审查付款流程、检测异常变更等,显著减轻了人工审计负担,提高了审计效率。基于云计算的审计平台,则促进了各方的在线协作,建设单位、施工单位以及审计机构等相关方,可以实时同步查看工程造价数据,从而提升了审计工作的协同效率。

3.6 加强法律法规与行业监管

加强法律法规与行业监管,是确保工程造价审计规范化与透明化的基础保障。随着工程建设规模的不断扩展,所涉及的资金和资源也呈现增长趋势,相关法律法规及行业监管体系亟需持续完善和更新,以适应愈加复杂的市场环境与审计需求。进一步健全与工程造价审计相关的法律框架,应由政府来推动,明确审计主体、程序、标准以及责任追究机制,为审计活动提供明确的法律依据。同时,应加强对建设项目全过程的监管,从项目立项、设计、招投标,到施工、验收等各个阶段,确保各环节的资金使用与造价控制符合国家法律法规及行业标准,从源头上避免因监管不足而导致的违规行为或资金浪费^[4]。审计工作的监督力度,应加大,由行业监管机构来加强,定期开展审计质量检查与评估,并对不符合审计规范或存在问题的审计机构及人员进行处罚,维护行业的规范秩序。与此同时,行业自律应得到推动,行业协会的作用,强化应得到关注,建立完善的行业标准与最佳实践,促进审计人员之间的信息共享与技术交流,从而提升整体行业的审计水平。

4 结语

通过对工程造价审计中存在问题及应对策略的深入研究,可以发现,工程造价审计在保障资金合理使用及提升项目经济效益方面,至关重要的作用发挥着。然而,目前的审计工作仍面临诸多挑战,如审计滞后、合同执行不规范、管理结构混乱等问题,这些问题对审计效果及造价控制的精准性,产生了不良影响。为解决这些问题,完善与严格执行法律法规,优化审计流程,积极引入智能技术,提升审计人员的专业能力,同时加强行业监管,都是必需的。通过系统化的改革与持续优化,工程造价审计工作的规范化与高效性,方能确保,从而促进我国建筑行业的健康与可持续发展。希望本研究能够为相关部门与行业,提供有价值的理论支持与实践指导,助力提升工程造价管理水平,推动工程项目的顺利实施。

【参考文献】

- [1]王猛.工程造价审计中存在的问题与对策研究[J].活力,2024,42(17):160-162.
 - [2]万凌志,万凌帅.工程造价审计中存在的问题与对策研究[J].城市住宅,2020,27(2):214-215.
 - [3]丁丽萍.建筑工程造价审计中现存问题及对策分析[J].中国住宅设施,2018(4):98-99.
 - [4]陈晓玲.工程造价审计中出现的问题及解决对策[J].住宅产业,2021(4):95-96.
- 作者简介:何基运(1985.3—),毕业院校:桂林电子科技大学,所学专业:土木工程当前就职单位:广西瑞真工程造价咨询有限责任公司,职务:二级造价工程师,职称级别:助理工程师。

水利工程概预算造价控制中的问题及解决对策探讨

翟敬媛

河北省石家庄市新华区颐宏路, 河北 石家庄 050000

[摘要] 水利工程项目建设期间, 概预算造价控制作为非常关键的组成部分, 对于企业自身经济效益、工程质量等多个方面都产生很大影响。然而, 当前在开展概预算造价控制工作时, 常常受到多方面因素影响, 导致概预算造价控制工作效果不如预期, 很难起到控制工程成本的作用。基于此, 本篇文章将详细分析水利工程概预算造价控制中的问题, 并结合水利工程项目建设情况、概预算造价控制工作内容等, 合理提出相关解决对策, 希望逐渐提高概预算造价控制工作质量。

[关键词] 概预算; 造价控制; 水利工程; 问题; 解决对策

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15990

中图分类号: TV512

文献标识码: A

Discussion on Problems and Solutions in Cost Control of Water Conservancy Engineering Budget

ZHAI Jingman

Yihong Road East, Xinhua District, Shijiazhuang City, Hebei Province, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: During the construction period of water conservancy projects, cost control of preliminary budget is a crucial component that has a significant impact on various aspects such as the economic benefits and engineering quality of the enterprise itself. However, in the current process of carrying out preliminary budget cost control work, it is often influenced by various factors, resulting in the effectiveness of preliminary budget cost control work not being as expected, making it difficult to control engineering costs. Based on this, this article will analyze in detail the problems in the cost control of water conservancy engineering preliminary budget, and propose relevant solutions in combination with the construction situation of water conservancy engineering projects and the content of preliminary budget cost control work, hoping to gradually improve the quality of preliminary budget cost control work.

Keywords: preliminary budget; cost control; water conservancy engineering; problems; solutions

新时期, 随着水利工程领域的快速发展, 在开展水利工程项目建设时, 企业需要明确意识到概预算造价控制工作的重要性, 能够有效提高企业整体管理水平以及实现经济效益最大化目标。因此, 企业需要深入分析当前概预算造价控制中的问题, 并结合实际情况, 积极探索相关解决方案, 有利于企业对工程造价进行精准管控, 不仅确保水利项目的有序进行, 同时能够逐渐提高企业的综合效益以及行业竞争力, 从而促进企业的长远发展。

1 分析水利工程概预算造价控制中的问题

1.1 变更施工设计存在很强的随意性

随着社会的快速发展, 水利工程项目的环境、规模等都发生很大变化, 加大了水利工程建设工作难度。在此情况下, 设计单位面临很多的挑战, 同时在工程建设中会出现设计变更情况。当出现设计变更情况, 加大了工程概预算编制与处理的工作难度。此外, 在开展概预算工作时, 编制人员如果仍然采用静态的编制工作方式, 会导致概预算编制内容与变更后的工程实际情况出现很大偏差。

1.2 工作人员自身专业素养有待提升

水利工程项目涉及的内容比较多, 工作内容呈现出复杂性特征。在开展概预算造价控制工作时, 对于工作人员自身专业素养提出很高要求, 可以确保日常工作质量。然

而, 结合当前实际情况可以了解到, 部分编制人员在实际工作中存在工作态度不认真以及自身专业素养有待提升等问题, 导致概预算内容与工程设计容易出现不符情况, 很难保障概预算造价控制工作质量, 对于顺利开展水利工程施工项目、工程造价管理等工作带来很多不利影响。

1.3 市场变动比较大

当前, 我国水利工程领域在快速发展期间, 水利工程项目中的机械设备、施工材料与人力资源等内容, 会随着市场的变化, 发生很大的转变。同时, 我国逐渐扩大了水利工程施工规模, 企业通常采用分包方式开展招标工作。在招标过程中, 个别企业为了获得施工资格, 会在参与招投标期间存在不正当的概预算情况。针对这个问题, 会直接影响水利工程整体造价控制工作质量, 不仅会增加很多风险因素, 同时会增加工程造价支出, 对于企业自身发展带来很大阻碍^[1]。

2 探究水利工程概预算造价控制问题的解决对策

2.1 科学控制施工变更问题

在开展水利工程概预算工作期间, 工作人员很难对工程中产生的费用进行详细预算, 主要原因在于: 施工设计容易出现变更问题。为了避免影响工程造价控制工作质量, 需要规范各个单位的行为, 有利于确保水利工程施工进度

与施工质量。因此,企业应规范处理施工设计环节,并科学控制施工设计变更情况,避免概预算工作内容与实际工程情况出现偏差。在施工设计前,设计人员需要全面了解水利工程项目建设的施工环境、施工场地等内容,并考虑施工工艺、施工材料等,能够不断提高施工设计水平,确保设计方案更具可实施性,可以避免出现施工变更的问题,并合理降低工程施工成本。同时,企业需要对项目资金开展动态化管理工作,规范处理概预算工作,有利于实际解决施工变更问题。此外,在开展工程概预算编制工作期间,造价人员需要对现场签证问题进行全面分析,能够有效提高签证管理水平,使概预算编制内容突出实效性特征。例如:企业需要结合水利工程项目实际情况,制定完善的签证制度,并严格审核签证单据,防止技术人员、工长等出现代签行为。在日常管理工作中,管理人员需要深入分析签证内容是否具备完整性、准确性等,可以为概预算编制工作提供更多保障^[2]。

2.2 提高工作人员自身专业素养

首先,应提高造价人员、概预算编制人员对于水利工程概预算造价控制工作的重视程度,并端正日常工作态度。在工程概预算过程中,编制人员应充分体现出自身的价值,需要在规定的时间内,高质量完成水利工程概预算编制工作。同时,图表应突出完整性、准确性等特征。值得注意的是,设计人员所提供的施工设计方案,应确保设计内容更加清晰与完整,防止在概预算工作中存在数据错误问题。由于工程概预算工作量比较大,一旦某个环节出现问题,会对工程造价控制带来很大影响。针对这个情况,需要编制人员端正工作态度,认真完成每项工作,有利于更好保障概预算工作质量。对于造价人员而言,应严格检查图表数据信息,可以确保概预算图表更加准确,为工程造价控制工作打下良好基础。其次,定期开展专业培训。为了充分展现出概预算造价控制工作价值,设计单位、建设单位需要组织概预算编制人员、造价人员开展系统性、多元化的培训活动,及时更新工作人员的工作理念与工作模式,引导工作人员在实际培训期间对先进的概预算编制方法、造价控制方式等进行全面了解与掌握,确保开展的概预算造价控制工作内容更具规范性与标准性。最后,优化监督管理机制。企业需要全面监督与管理造价人员的日常工作行为。通过完善的审计工作机制、内控机制等,可以使造价人员在开展水利工程概预算造价控制工作时保持认真、严谨的工作态度^[3]。

2.3 树立概预算造价控制全局观念

工程量对于水利工程造价带来很大影响,为了合理控制水利工程预算,需要对工程量问题进行实际解决。在开展概预算造价控制工作期间,应根据具体施工工艺,科学管控工程量。在管控施工质量时,需要避免施工过程中出现偷工减料的情况,并全面落实施工安全管理工作。同时,

应树立全局观念,有序开展概预算造价控制工作。具体内容涉及:首先,优化奖励机制。结合水利工程造价控制目标,需要提供相应的奖励机制,有利于及时更新设计理念以及应用先进、科学的施工工艺,逐渐提高水利工程建设水平。同时,通过应用先进的施工机械设备、新型施工材料等,能够合理减少工程量。对于设计人员而言,应结合水利工程项目的实际情况,不断优化水利工程施工设计方案。以施工企业的角度进行分析,需要全面落实施工设计方案,并根据施工目标,实施相应的考核机制、奖惩机制等,有利于设计单位与施工单位在保障工程质量的基础上,能够合理减少工程量。其次,构建良好的竞争机制。通过采用良性的竞争方式,可以逐渐提升设计单位的工作质量意识以及减少工程量的意识。以竞争机制的视角进行分析,构建的招投标机制需要呈现出科学性、合理性等特征,给设计单位、施工单位提供公平竞争的平台。在水利工程建设中,通过遵循公正、公开等原则,能够逐渐提升建设企业整体专业能力,并为工程造价控制工作提供更多便利条件以及合理节约更多工程成本。通过不断完善竞争机制,可以避免在竞争过程中出现恶性竞争、互相打压等情况,不仅科学控制工程量,同时促进水利工程领域的健康发展^[4]。

2.4 确定施工材料与设备的价格

水利工程造价中,施工材料与施工机械设备的费用,作为非常关键的组成部分。通过确定施工材料与施工设备的价格,可以确保工程造价更具可靠性与准确性。实际工作中,概预算编制人员需要对当前市场上施工材料的价格、施工设备的价格等进行全面了解。同时,造价人员应明确水利工程项目建设期间对于施工材料、施工设备等相关要求,能够使工程设计方案、工程概预算价格等保持一致,有利于逐渐提升工程造价控制工作效果。此外,造价人员应明确材料的型号、规格等,对价格产生的影响。主要原因在于:一些施工材料或设备在名称上虽然相同,然而在型号、规格等方面会存在很大差异。因此,造价人员需要与设计人员进行有效沟通,可以确保工程定价更具合理性^[5]。

2.5 优化水利工程概预算造价控制工作机制

水利工程概预算编制工作中,为了提高工程造价控制水平,需要设计单位及时更新传统概预算编制工作理念。在全面了解施工现场实际情况以后,应规范与完善概预算编制工作内容,可以使概预算编制工作突出精准性特征。同时,设计单位应要求工作人员做好施工现场的实地考察工作,然后获取完整的环境参数。通过获取的数据信息,科学开展概预算的编制工作,有利于实际满足工程造价控制工作要求,为合理配置资金、水利项目建设等提供可靠的数据参考。水利工程建设过程中,技术人员需要与编制人员加强合作与交流,能够帮助编制人员实际了解施工现场的具体环境,同时明确施工机械设备、施工材料与施工工艺等相关要求。然后,在开展概预算工作时,能够

统筹分析施工工艺、运输的物料等多个方面内容。通过规划设置概预算与造价控制工作,有效提高工程造价控制工作效果^[6]。

2.6 合理应用信息化技术

为了顺应时代发展步伐,在开展水利工程概预算编制工作时,需要结合具体工作内容,对信息化技术进行科学应用。以往在进行水利工程概预算编制工作期间,会存在很多问题,主要原因在于:由于计算量比较大,计算期间容易出现漏项、错项等问题,导致概预算编制结果缺乏可靠性与准确性,对于工程造价控制工作带来很大影响。针对这个问题,水利工程概预算编制工作中,需要合理应用信息化技术,可以为概预算编制人员在日常工作中提供更多便利,避免概预算编制内容出现偏差,同时降低日常工作强度以及提高整体工作效率。例如:工作人员在开展概预算编制工作期间,通过专业软件技术,可以精准计算水利工程项目中的管理费用、施工机械设备费用与施工材料费用等,并全面落实动态化管理模式,有利于结合水利工程项目建设的实际情况,科学调整工程概预算,有效提高工程造价控制工作质量。此外,构建完善的工程概预算造价控制智慧系统。信息时代下,概预算编制工作需要朝着模块化、智能化的方向不断发展。通过合理设置概预算处理方式,能够确保获取的参数、设置的成本预算等突出合理性。同时,结合水利工程概预算造价控制工作内容,构建完善的管理中心,有利于相关工作人员在水利工程建设过程中智能剖析与自动检索相关数据,能够及时发现潜在的成本风险以及工程变更情况,并针对这些情况,灵活调整概预算编制内容,可以确保概预算编制实际满足工程造价控制工作的相关要求^[7]。

2.7 优化招投标管理环节

当前,在开展水利工程项目招投标管理工作期间,还存在标底价缺乏合理性、标价报价缺乏规范性等问题。为了避免影响水利工程造价控制工作质量,需要注重优化与完善招投标管理工作环节。主要内容为:首先,规范建设单位的自身行为。为了对招投标阶段的造价进行科学控制,需要提升建设单位的节约意识,以经济性的角度作为出发点,出台相关细节,可以规范与约束建设单位的自身行为。其次,优化招标代理环节。由于个别代理单位没有严格遵循相关规章制度,容易出现违规操作行为,直接加大了招

投标阶段的成本投入。针对这个情况,应优化与完善追责机制,严格管理招标代理单位。当代理单位存在违规行为,需要给予相应的惩罚,可以起到约束的作用。最后,全面落实考察工作。水利工程项目招标单位应全面考察当前市场实际发展形势以及投标单位的具体情况,然后综合评定投标单位方案,有利于科学控制工程成本^[8]。

3 结束语

综上所述,水利工程领域在快速发展过程中,企业需要全面落实水利工程概预算造价控制工作,能够节约更多工程成本,并有效提高水利工程施工管理水平。因此,为了充分发挥水利工程概预算造价控制工作的实施价值,需要深入分析当前在工作中存在的问题,并以控制施工变更问题、提高工作人员自身专业素养、优化工程概预算造价控制工作机制等多个方面作为切入点,实际解决水利工程概预算造价控制中的问题,能够在保障水利工程质量的基础上,全面提升水利工程项目的经济效益与社会效益。

[参考文献]

- [1]徐超.水利工程概预算造价控制中的问题及解决措施[J].内蒙古水利,2023(9):50-51.
 - [2]王菲.水利工程概预算造价控制中的问题及解决对策探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2023(4):152-154.
 - [3]孙琦.水利工程概预算造价控制中的问题及解决措施分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023(3):143-145.
 - [4]于纳.水利工程概预算造价控制中的问题及解决措施[J].治淮,2022(6):69-70.
 - [5]刘建一.水利工程概预算造价控制中存在的问题及应对探析[J].中小企业管理与科技,2022(6):152-154.
 - [6]张志国.概预算编制水平对水利工程造价的影响探究[J].地下水,2019,41(6):181-182.
 - [7]杨淇,刘梦琪,张颜,等.基于Revit建模的水利工程造价控制研究[J].项目管理技术,2018,16(8):42-47.
 - [8]杨延歌.水利工程造价分阶段控制探讨[J].甘肃水利水电技术,2018,54(6):46-47.
- 作者简介:翟敬嫫(1981.9—),女,汉族,党员,第一学历2004年7月毕业于河北工程技术高等专科学校(河北水利电力学院)的水利工程专业,第二学历2009年7月毕业于河北工业大学的工程造价专业,当前工作单位:中集建设集团有限公司,职务:项目经理,职称:工程师。

市政道路工程项目合约商务管理中的关键环节

田春

中铁建工集团有限公司, 江苏 南京 210000

[摘要]随着城市化进程的加快,市政道路工程建设规模不断扩大且成为城市基础设施发展重要组成部分,市政道路工程实施关系到城市交通运行顺畅性的同时影响着社会经济发展,探索市政道路工程合约商务管理关键环节,优化合同编制、强化成本管理、完善支付结算机制、健全索赔争议处理体系,对于提高市政工程管理水平、保障项目顺利实施具有重要意义。

[关键词]市政道路; 工程项目; 合约商务管理

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15974

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Key Links in Contract Business Management of Municipal Road Engineering Projects

TIAN Chun

China Railway Construction Engineering Group Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization, the scale of municipal road engineering construction continues to expand and become an important component of urban infrastructure development. The implementation of municipal road engineering is related to the smooth operation of urban traffic and affects social and economic development. Exploring the key links of commercial management of municipal road engineering contracts, optimizing contract preparation, strengthening cost management, improving payment and settlement mechanisms, and perfecting the system for handling claims and disputes are of great significance for improving the level of municipal engineering management and ensuring the smooth implementation of projects.

Keywords: municipal roads; engineering projects; contract business management

引言

近年来,随着我国城市化进程的加快且市政道路工程建设规模不断扩大,工程项目资金投入大幅增加从而使得合约商务管理重要性日益凸显,政策层面,国务院及住建部相继出台《建设工程价款结算暂行办法》《关于推进市政基础设施政府和社会资本合作模式的指导意见》《工程总承包管理办法》等法规文件,强调加强合同管理、优化投资控制、提升资金使用效率。因此,本文以市政道路工程项目合约商务管理中的关键环节为研究方向,具有重要实际意义,为相关领域发展提供有益借鉴。

1 市政道路工程建设规模扩大与合约商务管理的重要性

随着我国城市化进程加快,市政道路工程建设规模不断扩大且已成为推动经济发展、改善城市交通环境、提升社会公共服务水平重要基础设施,然而市政道路工程项目投资规模大、建设周期长、涉及主体多,且受政策法规、市场环境、施工条件等多方面因素影响使得合约商务管理在项目全生命周期中的作用愈发凸显,合约商务管理是保障工程顺利实施的法律依据,也是控制项目成本、优化资源配置、降低经营风险、提高投资效益的重要手段^[1]。科学合理的合约商务管理能有效规范合同条款并明确各方权责,避免因合同漏洞引发纠纷从而提高项目执行的规范性,精细化商务管理确保工程预算合理,防止资金链断裂

从而保障施工方与投资方合法权益,完善索赔与争议解决机制能提升项目抗风险能力,在应对不可抗力、市场波动、政策变更等不确定因素时,提供法律及经济支持从而减少纠纷对工程进度的影响,合理合约商务管理体系可推动市政道路工程向信息化、智能化方向发展并提高管理效率,增强政府投资项目透明度从而促进基础设施建设的可持续发展。

2 市政道路工程合约商务管理面临的挑战

2.1 合同条款约定不严, 履约责任界限模糊

市政道路工程项目中合同条款的严谨性直接决定了项目的执行效果,许多项目在合同起草过程中,由于缺乏标准化模板或专业法律审核导致表述含糊、关键条款不明确等问题,如在施工范围、工程变更、验收标准等方面,合同条款会使用“适当调整”“必要修改”等模糊措辞且未对调整幅度、审批流程、责任方进行具体说明,不确定性导致各方在履约过程中容易产生不同理解进而引发争议^[2]。违约责任明确界定是保障合同履行的重要前提,但在部分市政道路工程合同中,违约条款通常表述过于笼统且未对具体违约情况作出详细规定,如对于工期延误、质量不达标等问题,合同中仅规定“应承担违约责任”但未具体列明违约金的计算方式、违约责任分级处理方式等,导致违约行为发生时施工方与发包方难以有效追责,实际工程中施工方会因客观原因或管理不善导致工期延误,但

由于合同未对具体违约金计算方法作明确规定进而导致发包方无法有效执行经济处罚措施。

2.2 成本控制缺乏精度，预算超支风险加剧

在市政道路工程建设中预算编制精准性直接影响项目资金的可控性，部分项目在预算编制时由于前期勘察数据不充分，仅依靠经验或历史数据进行估算进而导致预算编制精度较低，如在项目规划阶段，一旦地质勘探不到位未能充分考虑软基处理、地下管线迁改等因素，会导致实际施工过程中新增大量不可预见成本从而导致预算严重超支^[3]。由于市政道路工程建设周期较长导致施工过程中会受到市场价格波动、政策调整等多重因素的影响，部分工程项目在合同签订时并未建立有效价格调整机制，导致在施工中当材料价格或人工成本出现较大波动时合同金额难以随之调整，如在某些长期项目中，钢筋、水泥、沥青等关键材料价格在合同签订后大幅上涨，而合同中未设定相应价格调整条款，导致施工单位不得自行承担额外成本甚至出现因成本压力造成工程质量下降情况。

2.3 支付结算流程滞后，资金拨付进度受阻

市政道路工程项目通常涉及多个政府部门与企业主体且工程款支付流程相对复杂，由于审批环节多会导致支付周期过长，如在部分项目中工程款支付需要经历施工单位申报、监理单位审核、业主单位复核、财政部门审批等多个环节，每个环节由于人员调整、资料补充等原因而延误进而导致施工单位资金回流不畅，尤其是政府投资项目受财政预算审批周期影响且支付周期长，导致施工方现金流紧张进而影响工程进度^[4]。结算是工程款支付关键环节，但由于工程量核算、变更审批等方面争议较多，部分市政道路工程结算审核时间过长进而影响施工企业资金回笼，如施工过程中由于设计变更、地质条件变化等因素会导致工程量增加，但由于变更审批流程复杂，相关费用难以及时纳入结算进而导致施工方无法及时回款，部分业主单位或监理单位在审核过程中因缺乏统一结算标准且主观判断较多，会导致审核周期过长，甚至发生不合理扣减情况进而引发结算纠纷。

2.4 索赔争议处理乏力，纠纷化解机制缺失

在市政道路工程实施过程中合同变更、工期延误、不可抗力等因素时常发生，施工单位通常需要依据合同条款进行索赔来弥补因工程调整而增加的损失，许多项目缺乏完善索赔管理体系进而导致施工单位在索赔过程中面临诸多困难，最主要的问题是索赔证据收集不充分使得施工单位索赔请求缺乏有力依据，如施工单位在施工过程中会因地质条件变化、设计变更、原材料涨价等原因造成成本增加，但由于现场施工记录管理不规范，缺乏完整施工日志、影像资料、设计变更文件、材料价格变化证明等关键证据，使得业主单位或监理单位难以认可索赔申请甚至直接驳回索赔请求^[5]。市政道路工程项目合同争议在所难免

且常见争议类型有工程量核算误差、合同条款理解偏差、工程质量问题、支付结算纠纷等，许多市政道路工程项目争议解决机制较为单一，依赖业主单位与施工单位之间的直接协商，缺乏仲裁、调解等多元化解决方案进而导致争议久拖不决严重影响工程进度，如在工程结算过程中施工单位提出追加费用索赔，而业主单位认为其缺乏依据且双方长期无法达成一致，但又没有明确的第三方调解机构介入进而导致结算被无限期拖延，部分政府投资的市政工程由于行政审批流程较长，施工单位即便运用诉讼渠道进行争议解决也会面临时间成本过高的问题。

3 市政道路工程合约商务管理的关键环节

3.1 合同编制严谨细致，条款完善防范风险

在合同编制阶段应确保所有关键条款均经过详细定义，特别是在施工范围、质量标准、工期安排、验收标准、违约责任等方面避免使用含糊不清或容易引发争议的表述，如在工期条款中要明确开工与竣工日期，应具体规定在遇到极端天气、政策调整、不可抗力等因素时可申请工期顺延，应有明确工期调整审批流程并规定所需提交材料及审批时限，在质量标准方面应确保合同内容与现行国家标准保持一致，并明确具体的验收指标、检测方法及验收标准来避免因施工质量要求模糊而引发争议，合同应规定工期延误、质量不合格等违约行为处罚标准并明确如何执行履约保证金，使合同条款具有可执行性，确保各方按照合同履行从而减少风险并提高项目管理可控性。可依据国家及地方政府行业法规，制定一套适用于不同工程类型的标准化合同模板并根据具体项目特点进行适当调整，如对于 EPC 模式项目合同模板应重点强调设计责任与施工责任的划分，而对于 DBB 模式项目则应强调施工单位责任边界，为了确保合同条款严谨性，企业应设立专门法律审核团队对所有合同内容进行审查，结合过往工程执行经验来定期优化合同模板使其具有针对性。

3.2 成本管理动态监测，预算控制精准高效

应建立全过程成本监控机制来确保工程造价始终处于可控状态，项目立项阶段需制定详细投资估算方案并采用基于大数据分析的智能成本测算工具，对历史项目数据进行比对分析从而提高成本预测准确性，施工阶段应利用 BIM 技术把成本数据与工程进度实时联动，动态监测各项费用支出情况从而实现成本精细化管理，如在材料采购方面可利用 RFID 技术跟踪材料采购、运输及使用情况，确保采购计划与实际需求匹配从而减少材料浪费，为提高成本预警能力可设立成本偏差分析系统，一旦发现工程费用超出预定预算 5%~10%立即触发预警机制，由项目管理团队分析原因并采取优化施工方案、调整材料采购策略、重新评估预算方案等相应调整措施，确保项目资金合理使用从而提高投资回报率。应采用“基准估算+动态调整”模式，即在立项初期制定基准预算并在施工过程中根据市场

变化进行动态调整,如在材料成本估算方面不能仅依据当前市场价格制定预算,而应结合过去3~5年材料价格波动趋势来设定合理价格浮动区间,并在合同中加入“价格调整条款”,确保在材料价格大幅上涨时施工方能合理申请成本补偿,为防范工程实施中地质条件变化、政策调整、极端天气等突发事件对项目成本影响,应在预算编制时预留一定比例风险资金,以便在出现不可预见成本时,能迅速动用预留资金从而避免因资金短缺导致项目停滞或质量下降。

3.3 支付结算流程优化,资金拨付安全顺畅

推行“分级审批+授权支付”机制对于小额进度款支付,授权项目经理或业主单位代表直接审批,无需经过高层审核从而减少审批层级并提高支付效率,对于大额支付可采用预设审批权限的方式,明确不同金额级别对应审批人,避免所有款项都需逐级上报造成不必要拖延,可引入“电子化审批流程”,运用在线支付管理系统把施工进度数据、验收报告、支付申请等信息全部数字化,利用区块链技术确保数据不可篡改从而防止人为因素造成的审核时间过长,可在合同中设立“自动触发支付条款”当施工单位按时完成合同规定阶段性任务并经监理单位确认验收合格后,系统自动生成付款指令,无需施工单位主动申请从而减少审批等待时间并提高支付效率。合同可明确规定不同阶段的付款比例,如施工完成30%时支付合同金额的30%,施工完成70%时累计支付50%,完工验收合格后支付剩余款项,在缺陷责任期结束并通过最终验收后支付质保金,在分阶段结算模式下应建立“跨部门协同审核机制”,由财务、项目管理、审计等多个部门同步审核付款申请从而避免因单个部门审核滞后影响整体支付流程,可采用“银行托管+专用账户监管”模式把工程款存入专门的托管账户,并在符合合同支付条件时由银行按照约定比例自动拨款,确保资金支付及时性并减少因资金拨付不及时造成的工程纠纷。

3.4 索赔争议依法处理,履约保障公平公正

施工单位应在项目开工前设立专门的“索赔管理档案”,用于实时记录施工过程中的施工进度、现场环境变化、工程指令、材料价格波动、不可抗力事件等所有变更事项,所有变更信息应当由施工方、监理方、业主方共同确认,并形成正式书面记录以便在索赔时作为有效证据,如在发生工期延误时,施工单位应第一时间收集天气记录、

交通管制通知、政府政策调整文件等相关证明材料,并在48小时内向业主单位提交工期顺延申请来确保索赔时效性。为了提高索赔计算准确性,施工单位应使用“定量化索赔计算模型”并按照国家标准计算工程变更额外成本,如材料价格上涨索赔可参考《建设工程造价信息》中的市场价格指数,计算材料成本变化幅度,并结合合同中约定的价格调整条款从而确定施工方应获得的补偿金额,在合同中应明确索赔审核审批时限,如规定业主单位需在15个工作日内完成索赔审核,逾期未回复视为默认同意索赔从而提高索赔处理效率。在合同中应设立“争议快速解决机制”来明确不同类型争议解决路径,如针对施工质量、工期调整、结算纠纷等一般性争议,双方可首先利用项目现场调解会议进行协商解决并在10个工作日内达成一致意见,若协商失败,则可提交行业仲裁机构进行裁定从而减少诉讼成本。

4 结论

综上所述,市政道路工程合约商务管理的精细化管理是保障项目顺利实施、控制工程成本、优化合同执行重要基础,未来,随着市政道路工程建设规模持续扩大,合约商务管理挑战性也会进一步增加,面对新型工程管理模式推广、信息化技术深度应用、法律法规不断完善,市政道路工程合约商务管理会朝着智能化、规范化、精细化方向发展。

[参考文献]

- [1]温小燕.工程建设中的商务合约精细化管理策略[J].中外企业文化,2024(2):102-104.
- [2]闵岩,肖礼东.工程项目合约商务管理中的关键环节探究[J].中国住宅设施,2021(6):50-51.
- [3]赵柯.浅谈工程项目合约商务管理中的关键环节[J].居舍,2021(15):3-4.
- [4]杨岚.工程项目合约商务管理中的关键环节[J].中国物流与采购,2019(20):77.
- [5]周子胜.工程项目合约商务管理中的关键环节[J].化工管理,2018(36):28-29.

作者简介:田春(1991.5—),女,毕业院校:石家庄铁道大学,所学专业:材料科学与工程,当前就职单位:中铁建工集团第四建设有限公司基础设施公司,职务:商务管理中心主任,职称级别:工程师。

EPC 模式下工程造价精细化管理的关键技术与实践

汪喜龙

新疆兵团城建集团有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着我国经济的迅速发展,建筑行业正逐步迈向规模化、专业化及国际化,特别是在基础设施建设、城市更新与工业设施建设领域,EPC 模式已经被广泛应用。该模式通过将设计、采购与施工三个关键环节集中交由单一总承包单位负责,优化了资源配置,并显著缩短了建设周期。随着各环节管理复杂性的增加,如何在确保工程质量与进度的同时,有效控制造价,已成为企业与项目管理者面临的重大挑战。伴随大数据、云计算及 BIM 技术的应用,工程造价管理正朝着数字化与智能化方向发展。借助精准的成本控制手段,项目支出能够实现实时监控与优化,进而提升资金利用效率与项目整体效益。因此,如何有效运用现代技术手段强化各环节的造价管控,已经成为行业内研究与实践的关键课题。

[关键词]EPC 模式;工程造价;精细化管理

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15977

中图分类号: TV221

文献标识码: A

Key Technology and Practice of Fine Management of Engineering Cost under EPC Mode

WANG Xilong

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

Abstract: With the rapid development of Chinese economy, the construction industry is gradually moving towards scale, specialization, and internationalization, especially in the fields of infrastructure construction, urban renewal, and industrial facility construction. The EPC model has been widely applied. This model optimizes resource allocation and significantly shortens the construction period by centralizing the three key links of design, procurement, and construction under the responsibility of a single general contracting unit. With the increasing complexity of management in various stages, how to effectively control costs while ensuring project quality and progress has become a major challenge faced by enterprises and project managers. With the application of big data, cloud computing, and BIM technology, engineering cost management is developing towards digitization and intelligence. With precise cost control measures, project expenditures can be monitored and optimized in real-time, which improving the efficiency of fund utilization and overall project benefits. Therefore, how to effectively utilize modern technological means to strengthen cost control in various links has become a key issue in research and practice within the industry.

Keywords: EPC mode; engineering cost; fine management

引言

随着建筑项目规模和复杂性的不断提升,工程造价管理面临着日益严峻的挑战。在当前建筑行业中,EPC(工程总承包)模式凭借其整合设计、采购与施工的独特优势,已在众多项目中得到了广泛应用。尤其在大型建筑项目中,EPC 模式能够有效整合各类资源,提升项目的协调性与整体效益。随着市场竞争的加剧,实现精细化的造价管理,已成为建筑企业在 EPC 模式下增强核心竞争力、有效控制成本、确保项目顺利完成的关键问题。

1 EPC 模式概述

EPC 模式,全称为 Engineering Procurement Construction,是一种将设计、采购、施工整合为一体的工程总承包模式。模式中的“Engineering”不仅指施工方案设计,还包括项目的规划和前期准备工作;“Procurement”不仅是材料采购,还包括施工所需机械设备的购置;而“Construction”则涵盖了施工过程中的各项工作,包括技能培训、质量检测 and 施工实施。在 EPC

模式下,工程总承包商承担设计、采购和施工等所有责任。项目所有者在委托承建企业后,双方按照合同合作,确保项目设计、材料采购和施工实施顺利进行,避免延误和超支。EPC 模式的优势在于高度集成化,与传统模式中设计和施工分别由不同单位负责不同,EPC 模式下由同一承包商负责设计和施工,确保进度和质量的同步控制,减少沟通障碍和返工风险。项目所有者只需明确目标 and 需求,承建企业负责实施和管理,保障项目质量和按期交付。通过 EPC 模式,项目的设计与施工可以更高效地协调进行,显著提高项目执行效率和质量,特别适用于大型复杂项目,已成为现代建筑项目常用的承包模式。

2 EPC 模式下的工程造价精细化管理关键技术

2.1 成本预算与成本控制技术

在 EPC 模式下,成本预算与成本控制是确保项目按时、按质、按预算完成的关键要素。成本预算不仅是对项目总体费用的初步估算,更是对各阶段和环节费用的精确规划。通过科学合理的预算,项目团队能够明确每项工作的资金

需求,为后续的资金分配、监控与调整提供坚实的依据。预算的精准性直接影响到项目的经济效益与控制能力,因此,在EPC模式下合理的成本预算至关重要。在项目实施阶段,成本控制技术则依赖于准确的预算数据,实施严格的资金管理与监控。动态成本控制,作为防止预算超支的重要手段,通过定期审查与调整,确保项目团队能够实时掌握各项支出的动态,及时发现并纠正预算偏差,从而避免资金浪费。此外,现代成本控制技术借助信息化管理工具,能够通过数字化平台实时更新成本数据,确保预算与实际支出之间的差异能够迅速得到反馈并处理。考虑到在EPC模式中,设计、采购与施工往往是同步推进的,一旦设计或采购发生变动,项目成本将受到直接影响。因此,建立一套严格的变更管理机制尤为必要,每一次项目变更,都应经过严格的审核与审批流程,以确保变更对成本的影响及时被纳入控制体系,从而有效防止项目成本失控。

2.2 工程进度与成本关联管理

在EPC模式下,工程进度与成本之间的紧密关联管理对于确保项目顺利实施至关重要。设计、采购与施工的同步进行,使得进度与成本的有效结合变得尤为关键。进度延误通常会直接引发额外的成本支出,而成本超支则可能影响施工进度的顺利推进,导致两者相互制约。因此,如何有效协调这两者的关系,确保项目能够在预定时间和预算内完成,成为项目管理中的一项核心任务。工程进度与成本之间具有高度的依赖性。进度滞后常常导致资源配置的不合理,进而引发劳动力、设备等资源的浪费,增加不必要的成本。与此同时,若项目预算不足,无法按时支付物料或人工费用,进度也可能因此停滞。因此,平衡进度与成本,确保两者有效控制,必须通过实时监控与灵活调整来达成。为实现有效的进度与成本关联管理,项目团队应在初期阶段构建明确的进度与成本模型,确保每一阶段的目标清晰,为后续的资金分配与进度安排奠定基础。在项目实施过程中,通过定期审查进度与进行成本分析,团队能够及时发现潜在的进度滞后或成本超支问题,并根据实际情况调整资源与施工策略,确保进度与成本得以同步推进。信息化管理系统在这一过程中扮演着重要角色,能够实时更新工程进度与成本数据,通过数字平台进行数据对比与分析。项目管理人员可以依赖这些信息,迅速识别偏差,并及时采取措施调整计划,从而降低进度延误或成本超支的风险,确保项目能够按时完成,且不超出预算。

2.3 项目变更与合同管理

在EPC模式下,项目变更与合同管理是确保项目顺利推进的关键因素。建筑项目常常面临复杂的设计需求、施工过程中不可预见的问题以及业主需求的变化,这些都可能引发项目的变更。有效地管理这些变更,并确保合同具有约束力,对于控制成本和保障工程质量至关重要。项目变更的原因多种多样,诸如设计调整、材料替换以及现场

条件的变化等。每一次变更都会对项目的时间、成本及质量产生直接影响,因此,建立一个科学、规范的变更管理流程变得尤为必要。该流程应包括变更的提出、评估、审批、实施与归档等环节,确保每一项变更都经过严格的审查与批准,从而避免预算超支和进度延误。项目经理及相关团队应对变更的具体影响进行详细分析,评估其对成本与工期的影响,并通过与业主及承包商的有效沟通,确保变更在可控范围内执行。合同管理则为项目变更提供了法律依据。在EPC项目中,合同明确规定了各方的责任、义务与风险,为项目顺利推进提供了保障。在面对项目变更时,合同条款需明确规定变更处理流程、费用调整机制及时间安排,以确保相关方能够迅速找到解决方案,避免因条款不明确而引发争议或纠纷。采用信息化合同管理系统能显著提升变更管理的效率与精确度。通过数字化平台,变更相关的信息、文件及批准记录可以实时更新,使各方能够及时掌握变更进展情况,从而避免由于信息不对称所带来的管理漏洞。

2.4 风险评估与管理技术

在EPC模式下,风险评估与管理是确保项目顺利实施的核心技术之一。建筑项目往往面临来自各方面的不可控风险,这些风险可能源于设计、施工、供应链、法律合规或自然环境等多种因素,通过有效的风险管理,项目团队能够提前识别潜在问题,并制定相应的应对策略,从而减少对进度、成本及质量的负面影响。风险评估的首要步骤是对可能出现的各种风险进行全面识别,此过程通常依赖于项目各相关方的协作,通过汇总经验数据及历史案例,准确识别内外部风险因素。常见的风险种类包括技术、财务、合同及市场风险等。识别工作的全面性与准确性,直接影响到后续控制措施的有效性。一旦识别出风险,接下来的环节便是对风险进行详细的评估,这一过程通常涉及评估每个风险事件发生的概率以及可能带来的损失程度。通过量化这些风险,项目团队能够优先处理发生概率较高且潜在损失较大的风险。借助现代风险管理软件与数据分析工具,团队可以利用历史数据及预测算法,为决策提供更加科学的支持。具体的风险管理措施则是基于风险评估结果,旨在将潜在风险转化为切实可行的应对方案。常见的应对策略包括规避风险、转移风险、减少风险及接受风险。例如,对于不可控的市场风险,可以通过合同条款将其转移;对于可能影响进度的技术风险,则可以通过加强培训或优化设计来减少其发生的概率。随着信息技术的迅速发展,数字化与智能化手段在风险管理中的应用愈加广泛。通过信息化平台,项目团队能够实时监控项目进展,提前发现并预警潜在风险。大数据分析人工智能技术的结合,使得团队能够从海量数据中识别潜在的风险模式,从而进一步提升了风险管理的精准度与效率。

3 EPC 模式下工程造价精细化管理的实践方法

3.1 工程造价精细化管理流程

在 EPC 模式下,工程造价的精细化管理流程包括预算编制、成本控制、进度跟踪、变更管理与结算审核五大关键环节。预算编制作为流程的起点,需要在设计图纸及市场信息的基础上,准确地制定出工程预算,涵盖所有可能的费用项以及潜在风险。成本控制的核心在于实时监控与分析项目各个环节的费用,确保实际支出始终维持在预算范围内^[1]。通过信息化管理平台,项目团队能够精准追踪每一项支出的动态,避免出现超预算的情况。在进度跟踪方面,精细化管理要求项目团队紧密关注工程进度,确保各项任务按时完成,从而避免因延误而引发额外费用。在变更管理中,设计与施工的每一次变更都需经过严格审核,评估其对整体成本的潜在影响,确保不会因无序地变更而导致费用的膨胀。结算审核环节则要求对实际发生的费用进行全面核对与审查,确保其与合同约定一致,从而保障费用支出的合理性。

3.2 各阶段工程造价管理方法

在 EPC 模式下,工程造价管理贯穿项目的整个生命周期,从设计、采购到施工及竣工验收,每个阶段都需要实施针对性的管理策略。设计阶段的主要任务是精准编制预算与进行工程估算,确保设计方案能够在预算范围内实现。通过优化设计方案与必要的调整,可以有效避免后期出现成本超支。在这一阶段,详细的成本分析尤为重要,特别是在材料选择与施工方案的确定上,必须确保设计的经济性与可行性^[2]。进入采购阶段,管理的重心转向成本控制,确保采购过程的透明性与合规性,通过市场调研与招标采购等方法,确保所采购的材料与设备不仅符合质量标准,还具有合理的价格,从而保障供应链的稳定,避免因采购不当引发的成本增加。施工阶段的工程造价管理重点在于实时监控施工过程中的各项开支,确保施工进度与预算的一致性。定期审核工程量与实际支出,并结合精细化的成本控制手段,有效减少资源浪费与成本超支。此外,施工过程中的变更管理至关重要,任何设计或施工的调整都必须经过严格审批,以防无序变更引发额外费用。竣工阶段的重点是核算项目的实际成本,并与预算进行对比,确保结算的准确性。通过严格的结算审核,潜在的费用异常能够及时发现,从而确保项目按照合同约定顺利完成。

3.3 造价控制的关键环节与管理措施

在 EPC 模式下,造价控制贯穿项目的设计、采购、施工和竣工各个阶段,每个阶段的管理措施都直接影响项目

的总成本。为了确保工程造价始终保持在可控范围内,各环节需要采取相应的管理策略。设计阶段的造价控制为项目成功奠定基础,此时合理的设计方案是控制成本的关键,通过优化设计,选择高经济性且适用的材料与工艺,并尽量避免不必要的设计变更,能够有效控制成本的增长。设计方案应与项目目标、功能需求及预算保持一致,避免因设计过度而浪费资源。在采购阶段,精确的采购计划至关重要,通过市场调研确保所需材料与设备在符合质量标准的前提下价格合理^[3]。透明的招标程序与供应商谈判,以及合理设定合同条款,确保交货期、付款方式等内容明确无误,从而防止价格波动或供应商问题引发额外成本。施工阶段是造价控制的核心环节,此时,精细化的成本控制与工程量管理不可或缺,确保施工过程中每一项开支都控制在预算内。项目经理需密切跟踪施工进度,避免因延误而产生额外费用。变更管理在这一阶段同样至关重要,所有设计或施工变更都应经过详细评估,确保变更不会引发不必要的额外成本。竣工阶段的造价控制重点集中在结算审核,此时通过逐一核查实际支出,与预算对比分析,及时发现并调整偏差,确保项目最终结算的准确性与公正性,从而避免项目完成后的财务纠纷。

4 结语

在 EPC 模式下,工程造价的精细化管理是项目按时完成、预算控制及顺利交付的关键。通过精准的预算编制、严格的成本控制、科学的进度与变更管理,以及系统化的风险评估,高效的管理可以在各个环节得以实现,从而显著降低成本超支的风险,提升项目的经济效益与社会效益。随着信息化与数字化技术的持续进步,造价管理手段变得愈加精确和高效,为工程项目的可持续发展奠定了坚实基础。未来,随着管理经验的不断积累以及技术手段的革新,EPC 模式下的工程造价管理必将进一步得到优化,推动建筑行业在精细化管理方面迈向更高的水平。

[参考文献]

- [1]王风来.基于 EPC 模式的工程造价风险与成本控制研究[J].中国招标,2025(2):172-174.
 - [2]陈奕仁.EPC 模式下工程造价管理现状与改善策略[J].中国招标,2024(9):124-126.
 - [3]何洁璐.工程造价在 EPC 住宅工程项目中的动态管理控制分析[J].居舍,2024(35):174-177.
- 作者简介:汪喜龙(1987.5—),毕业院校:新疆农业大学,所学专业:工程管理,当前就职单位:新疆兵团城建集团有限公司。

建筑工程项目成本控制中的精细化管理策略

李永超

中国机械工业建设集团有限公司河南分公司, 河南 郑州 450000

[摘要] 建筑项目的成本控制始终是决定企业竞争力的关键因素, 传统方法往往因忽视细节以及缺乏实时性管理, 导致成本超支。通过对各个环节的精确管控, 精细化管理显著提高了成本管理的准确性与效率, 尤其是在设计、采购及施工等阶段表现尤为突出。随着信息化技术的发展, BIM 与 PMIS 等技术工具的应用, 为精细化管理提供了强有力的支持, 使得成本控制变得更加科学、透明。精细化管理与信息技术的深度融合, 推动了建筑行业管理模式的创新与进步。

[关键词] 建筑工程; 成本控制; 精细化管理

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15955

中图分类号: F275

文献标识码: A

Refined Management Strategies in Cost Control of Construction Projects

LI Yongchao

He'nan Branch of China Machinery Industry Construction Group Co., Ltd., Zhengzhou, He'nan, 450000, China

Abstract: Cost control in construction projects has always been a key factor in determining a company's competitiveness. Traditional methods often result in cost overruns due to neglecting details and lacking real-time management. Through precise control of each link, refined management has significantly improved the accuracy and efficiency of cost management, especially in the stages of design, procurement, and construction. With the development of information technology, the application of technical tools such as BIM and PMIS provides strong support for refined management, making cost control more scientific and transparent. The deep integration of refined management and information technology has promoted innovation and progress in the management mode of the construction industry.

Keywords: construction engineering; cost control; refined management

引言

随着建筑行业的迅速发展, 项目规模逐渐扩大, 成本控制的复杂性日益增加。传统的成本管理方法通常存在粗放性和低效性的问题, 这使得现代工程项目的需求难以得到满足。作为一种精准且高效的管理方式, 精细化管理能够显著提高成本控制的准确性与及时性。探讨精细化管理在建筑工程项目成本控制中的具体应用, 分析其在各阶段的操作实践, 以及信息化技术对其支持作用, 从而推动建筑行业向更加高效与可持续的发展迈进。

1 精细化管理概述

精细化管理是一种以精准控制和优化资源配置为核心的现代管理模式, 目标是最大限度地减少资源浪费, 实现高效、低成本的运营。在建筑工程项目中, 精细化管理不仅涉及施工过程的严格控制, 还涵盖了设计、采购、施工以及验收等各个环节的细化与优化, 确保成本控制更具科学性和合理性, 关键在于通过系统化、数据化及精确化的方法, 将管理目标分解到每个作业单元, 确保每项资源得到最大效益的发挥。这一理念源自工业企业的管理经验, 核心在于将战略目标逐级分解, 并在操作层面落实, 使宏观决策能够转化为具体的执行方案。精细化管理强调流程优化、责任分明, 通过精细的目标拆解和严格的执行机制, 使企业的运营更加有序, 进而在潜移默化中提高整体管理

效能及经济效益。在建筑行业中, 精细化管理不仅能有效降低成本, 还能提高项目的协调性, 增强施工质量和进度的可控性。实践中, 精细化管理依赖于现代信息技术手段, 如建筑信息模型 (BIM)、企业资源计划 (ERP) 系统及大数据分析, 对施工环节、材料管理、机械设备利用及人工成本等关键因素进行精细化控制, 从而实现资源的最优配置。同时, 它也要求建立完善的管理制度与激励机制, 确保各部门和施工人员明确责任, 在统一标准下高效协作。精细化管理的价值不仅体现在短期的项目管理提升上, 更在于长期优化企业的运营模式与竞争力。通过持续的改进与动态优化, 这一管理模式推动企业实现发展与成本控制的双赢, 助力建筑行业向精细化、智能化和高质量方向不断迈进。

2 精细化管理在工程项目成本控制中的应用价值

2.1 优化成本控制理念

精细化管理的核心在于通过系统化与标准化的管理方法, 提升成本控制的科学性与精准度, 从而摆脱了传统粗放型成本管理的局限。在工程项目中, 成本控制不仅仅是削减支出, 更通过优化资源配置、提高资金使用效率, 全面掌控施工过程中各项开支, 确保每一项投入的成本都能带来最大效益。传统的成本管理通常侧重于整体预算控制, 但往往缺乏对各环节的精准测算, 这种粗放型的

管理方式往往会导致资源浪费及成本超支的风险。与之相对,精细化管理强调在前期将成本控制理念融入项目的策划、设计与施工阶段,依托数据分析、动态监控及过程优化,使得成本控制不仅更加精准,还具备更强的执行力与针对性。精细化管理的实施促使成本控制理念的转变,突破了传统模式中单纯事后核算的局限,将成本管理提升到全过程、全周期的层面。管理者不仅要关注最终的成本结果,更应深入挖掘影响成本的关键因素,例如材料选择、工艺改进与人员配置等。通过精细化的管理手段,成本结构得以逐步优化。在信息化技术的支持下,BIM、大数据与智能分析等工具的应用,使得成本控制变得更加透明与精准,为工程项目的长期可持续发展提供了更加坚实的基础。

2.2 提高成本管理的精准度

精细化管理的核心目标之一在于提高成本管理的精准性,使得资源配置更加科学合理,从而有效避免资金、材料及人力资源的浪费。在传统成本控制模式中,管理往往依赖于经验判断,缺乏充分的数据支持与过程控制,这导致预算与实际支出之间常常存在较大的偏差。而精细化管理通过引入数据分析、动态监控及精确核算方法,使成本控制不仅更为精准,且具备更强的可操作性。具体而言,精细化管理要求对工程项目中的各项成本因素进行深入分析,并实施量化管理。在材料采购阶段,通过精确计算需求量、严格控制采购价格并优化供应链管理,不仅能够有效减少材料浪费,还能避免库存积压的风险。在人工成本管理上,通过合理配置人力资源,并结合施工进度优化工时安排,既提升了工作效率,也减少了不必要的开支。同时,细化施工工艺与优化设备使用有助于提升机械利用率,避免资源闲置,从而进一步提高成本控制的精准度。信息化技术的广泛应用为成本管理的精确化提供了有力的支持。通过BIM技术,项目成本可实现全生命周期的模拟,潜在的成本超支风险能够提前识别。与此同时,ERP系统实时监控资金流向,确保每一项成本支出都有清晰的追溯记录,这些技术手段使成本管理不再仅仅停留在事后的静态核算阶段,而是转向全过程的动态监控与可视化,显著提升了管理的精度。

3 建筑工程项目成本控制的精细化管理策略

3.1 设计阶段的精细化成本管理

设计阶段在工程项目成本控制中的决定性作用不言而喻,它直接影响着后续施工与运营成本。精细化管理强调从设计之初便对各类成本因素进行全面分析,通过合理优化设计方案、材料选择以及施工工艺,从源头上实现成本控制,避免因设计缺陷而导致的后期变更及额外费用支出。在精细化成本管理的要求下,设计单位需要在方案制定过程中充分权衡经济性、可行性与生命周期成本。借助BIM技术、造价分析软件等先进工具,设计团队可以对多个方案进行模拟与对比,优化结构选择、材料配置与施工

方法,确保在满足功能与安全需求的前提下,最大限度地实现成本效益^[1]。在这一过程中,限额设计管理显得尤为重要,要求在初步设计阶段就设定明确的成本控制目标,并将这些目标细化至各个分项工程,从而确保整个设计过程始终围绕成本控制目标展开,而不是单纯侧重于技术指标的提升。在材料选用方面,精细化管理强调对项目全生命周期的成本控制,除了关注初期的采购成本外,还必须综合考虑材料的耐用性、后期维护成本及环保因素。例如,在满足强度与安全标准的前提下,选择高性能混凝土、新型节能材料或采用装配式建筑技术,不仅有助于降低长期维护费用,还能提升施工效率,减少资源浪费。

3.2 采购与供应链管理的精细化控制

在建筑工程项目中,采购与供应链管理对成本、质量和进度的深远影响不可忽视。精细化管理要求在采购及供应链的每个环节中,从选材、采购到物流运输,进行严格的控制,确保资源得到高效利用,并实现成本的最优化。精细化管理强调准确地采购需求预测与量化分析,在项目启动初期根据设计方案和施工计划,需要详细计算所需材料与设备的种类、数量及规格,从而避免因计划不周而导致的采购过多或短缺^[2]。同时,借助先进的数据分析工具,市场动态可以得到实时监控,供应商的选择得以合理优化,以最优价格采购所需物料,确保材料质量的同时有效减少不必要的开支。在供应链管理方面,精细化管理重视供应链的协同与优化。通过建立供应商管理系统,全面评估每个供应商的供货能力、交货周期及质量控制标准,可以动态监控供应链表现,确保材料的及时、稳定供应。与此同时,供应链信息追踪系统的应用使得库存状况、运输进度与交付情况得以实时掌握,保障各环节的高效衔接,避免因延误或物资滞后而对施工进度造成不利影响。物流管理环节同样需要精细化控制,要求合理规划运输路线、优化运输方式,最大程度地减少可能出现的损耗与延误。通过这种精细化管理,不仅能够降低运输成本,还能提高整体物流效率。数据驱动的决策优化了运输调度,减少了时间浪费,并有效控制了整体成本。

3.3 施工阶段的精细化成本管理

施工阶段在整个工程项目中占据着核心地位,涉及大量的人工、材料及设备投入。精细化成本管理的实施,旨在通过科学调配资源、精准控制进度、严格把控质量,减少施工过程中无谓的支出,从而确保项目能够在预算范围内顺利完成。在施工前,精细化管理要求对所有成本要素进行详细的预算编制,并对其进行动态调整,确保每项资源的投入都具有明确的目的与依据。施工过程中,通过项目管理系统实时监控资金的使用情况,及时发现并纠正任何偏差。与此同时,精细化的施工工序分解要求制定详尽的工序计划及资源需求,避免因工序衔接不当或人员、材料调度不合理而引发浪费。在人力管理方面,精细化管理

注重合理的人员排班、技能培训以及工作效率的监控,以提升劳动生产率,防止因人力过剩或不足而导致的成本波动;在材料管理方面,通过精准的需求预测与采购计划,避免库存过多或浪费,并通过现场管理实现材料的即时领用,减少不必要的损耗;在机械设备管理上,通过科学调度与设备维护,确保设备高效利用,从而降低设备租赁与维修成本。施工现场的精细化管理也至关重要,严格的现场管理不仅能够减少工地浪费,还能确保材料、工具与设备的高效使用。强化安全生产与质量控制,避免因意外事故或质量问题导致返工与延误,从而有效规避额外的成本压力。

3.4 质量管理与成本控制的协同优化

质量管理与成本控制是工程项目成功的关键因素。尽管这两者通常被视为独立的管理职能,但在精细化管理模式下,它们应当协同工作、相互支持。提升质量通常需要更多资源投入,而成本控制有时可能会对质量水平产生影响。如何在二者之间找到合适的平衡点,实现协同优化,成为确保工程质量与提升经济效益的核心。精细化管理强调从源头进行质量与成本的双重把控,在设计及采购阶段,通过选择性价比高的材料与设备,既能满足质量要求,又能避免不必要的高成本支出。这样一来,前期的质量与成本管控有助于在后续施工阶段避免因质量问题导致的返工或改动,从而节省了额外的资金。施工阶段的质量管理精细化,不仅仅关注施工细节,还需要将质量标准与成本目标紧密结合,避免过度追求质量而导致资源浪费^[3]。例如,采用符合标准的适当工艺与设备,既能保障工程质量,又能有效控制成本。此外,施工工序的优化与标准化,可减少质量波动所引发的返工与延误,进而降低由于时间与资金浪费带来的负担。信息化技术在协同优化质量管理与成本控制方面的作用不可忽视,通过集成质量管理体系(QMS)与成本控制系统(CCS),项目质量状况与成本动态能够实时跟踪。根据数据分析可以及时识别质量与成本的异常,进而做出快速反应与调整。这种方式在确保质量的同时,优化了成本结构,提升了资源利用率。通过这种协同优化的管理方式,工程项目不仅能按高质量标准完成,还能最大限度地避免资金浪费,从而提高整体经济效益。这种双赢局面正是精细化管理核心价值体现。

3.5 信息化技术在精细化成本管理中的应用

信息化技术在建筑工程项目中为精细化成本管理提供了强有力的支撑,尤其是在集成与创新方面,显著提高了管理效率,并增强了成本控制的准确性和实时性。借助智能化和数据化手段,信息化技术帮助项目团队有效应对

复杂的成本管理挑战,优化资源配置,从而实现精准的成本控制。建筑信息模型(BIM)技术在精细化成本管理中的广泛应用,展现了其在项目全过程中的重要作用。在设计阶段,BIM不仅能够进行精准的成本预估,还能在施工过程中与实际进度同步。通过虚拟建造的方式,项目成本得以实时更新,帮助管理者精确掌握各项资源的消耗情况。利用BIM技术,潜在的成本风险可提前识别,设计方案和施工流程也得以优化,避免了因设计变更或施工失误所产生的额外费用。项目管理信息系统(PMIS)与成本控制软件的结合,进一步提升了成本管理的精准度与透明度。借助这些系统,项目经理得以实时追踪各项费用的使用情况,并通过数据可视化呈现,快速获取各项支出的详细信息。偏差一旦发现,即可进行及时调整。系统化的费用核算、预算管理以及预测分析,使得项目的成本控制在整个过程中更加规范化,显著减少了人为误差的发生。大数据分析在精细化成本管理中的运用,为成本预测和风险评估提供了更高的准确性。通过对大量历史数据的收集与分析,管理者能够识别项目中的潜在成本波动,并提前进行预算调整和资源调度,从而确保项目顺利推进。智能化的成本分析工具利用机器学习算法,从庞大的数据中提取关键成本因素,并提出优化建议,从而进一步提升决策的精准性。

4 结语

精细化管理在建筑工程项目的成本控制中具有至关重要的作用。通过对管理流程的细化、资源配置的优化以及成本控制的精准把控,效率与效果得到了显著提升。在设计、采购、施工等各个阶段,精细化管理不仅有助于确保项目的经济效益,同时也促进了质量与成本之间的协调与优化。随着信息化技术的广泛应用,管理的精准度与透明度大幅提升,成本控制变得更加科学与高效。展望未来,建筑工程项目的高效运作将更加依赖精细化管理,助力行业向可持续发展目标迈进。

[参考文献]

- [1]张桂豪.精细化管理在工程项目成本控制中的应用研究[J].投资与合作,2024(3):160-162.
 - [2]魏倩.精细化管理在工程项目成本控制中的应用研究[J].中国科技投资,2024(36):56-58.
 - [3]李笑笑,尚世明,毕子杨.精细化管理在工程项目成本控制中的应用探析[J].中国市场,2022(4):92-93.
- 作者简介:李永超(1980.8—),单位名称:中国机械工业建设集团有限公司河南分公司,毕业学校:中国地质大学(北京)。

无损检测技术在风力发电工程中的应用

霍志龙

国能（济南）新能源有限公司河口分公司，山东 东营 257000

[摘要] 风力发电设备由多个复杂的系统和组件构成，包括电力电子设备、发电机、齿轮箱、塔筒及叶片等。任何一个部件的故障或失效，都可能导致设备停机、增加维修成本，甚至影响整个电网的正常运行。在实际操作中，风力发电设备常常面临高频振动、强风力冲击及温湿度变化等严峻环境条件，这些因素加速了零部件的老化、磨损，甚至可能导致损坏。通过实时监控与精确分析，使用无损检测技术，可以及时发现潜在缺陷或隐患，进而有效避免突发性故障的发生。利用热成像、声波检测、超声波检查以及红外扫描等技术，各部件得以在不拆卸设备或造成损坏的情况下进行检测，从而有效提升设备的安全性与可靠性。随着风力发电规模的不断扩大，提升无损检测技术的精度与效率，已成为确保风电设备长期稳定运行的关键要素。

[关键词] 无损检测技术；风力发电；发电设备

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15996

中图分类号: TU74

文献标识码: A

Application of Non-destructive Testing Technology in Wind Power Engineering

HUO Zhilong

Hekou Branch of Guoneng (Ji'nan) New Energy Co., Ltd., Dongying, Shandong, 257000, China

Abstract: Wind power generation equipment consists of multiple complex systems and components, including power electronics, generators, gearboxes, towers, and blades. The failure or malfunction of any component may result in equipment shutdown, increased maintenance costs, and even affect the normal operation of the entire power grid. In practical operation, wind power generation equipment often faces severe environmental conditions such as high-frequency vibration, strong wind impact, and temperature and humidity changes, which accelerate the aging and wear of components and may even lead to damage. By real-time monitoring and precise analysis, using non-destructive testing technology, potential defects or hidden dangers can be detected in a timely manner, effectively avoiding the occurrence of sudden failures. By utilizing technologies such as thermal imaging, acoustic detection, ultrasonic inspection, and infrared scanning, various components can be tested without disassembling the equipment or causing damage, effectively improving the safety and reliability of the equipment. With the continuous expansion of wind power generation scale, improving the accuracy and efficiency of non-destructive testing technology has become a key element to ensure the long-term stable operation of wind power equipment.

Keywords: non-destructive testing technology; wind power generation; power plant

引言

随着全球对可再生能源需求的持续增长，风力发电已成为清洁能源行业中不可或缺的一环。风力发电设备的高效运行及其长期稳定性，对风电场的经济效益和可持续发展起到了决定性的作用。风电设备在运行过程中常面临剧烈的风力、温度波动以及高湿度等极端环境条件，这些因素不仅可能降低设备的效率，还会引发设备损坏或故障。因此，提升风电设备的可靠性，确保其在高效、稳定的状态下持续运行，成为亟需解决的关键问题。无损检测技术，作为一种高效、实时且非侵入性的监测手段，在评估风力发电设备健康状况以及预防故障方面，发挥了至关重要的作用。

1 无损检测技术概述

无损检测技术 (Nondestructive Testing, NDT) 是一种无需破坏物体结构即可进行评估的方法，主要用于检测材料的性能及其内部缺陷。与传统的破坏性测试不同，

NDT 不会在检测过程中对被测物体造成任何物理损伤，因此在工业领域，特别是在风力发电工程中得到了广泛应用。通过这种方式，设备的可靠性和安全性能能够显著提高，避免了传统检查方法中通常需要拆解设备或停机检查的问题。无损检测方法包括声波检测、超声波检测、X 射线检测、红外热成像、磁粉检测、电磁感应检测等，这些技术各具优势，能够根据不同设备或检测对象的需求灵活运用。举例来说，超声波检测能够有效地评估金属材料及焊接接头中的内部缺陷，而红外热成像则在监测设备表面温度变化方面尤为有效，有助于提前识别潜在故障。随着风力发电设备技术的不断发展以及运行环境的日益严苛，传统的检测方式已经无法满足设备实时、持续与高效监控的需求。无损检测技术为风力发电设备提供了一种可靠的监测手段，尤其在风力机叶片、齿轮箱、发电机及电力电子系统等关键部位的健康检查中，发挥着至关重要的作用。通过精确的设备状态诊断，风力发电设备的使用寿命得以延长，

停机检修的成本与风险得以显著降低。无损检测技术的应用提升了风力发电领域的安全性,有力保障了设备长期稳定运行。随着技术的不断进步,未来的无损检测将向智能化、自动化、实时化方向发展,进一步推动风力发电行业高效运营的进程。

2 风力发电设备的无损检测应用

2.1 电力电子设备与发电机的无损检测

风力发电机的核心组件包括电力电子系统与电磁部分,这些关键部件的可靠性直接决定了风电设备的整体性能及运行效率。由于风力发电设备长期处于严苛的环境中,各种外部因素如振动、温度变化及湿度等都会影响设备的运行,导致内部结构或电子元件的老化、损坏,甚至引发故障。尤其在风力机叶片不断受风力作用时,其产生的空气动力与惯性力会引起不稳定的振动,这些交变的随机性力有可能激发电机的自激共振,若得不到及时控制,可能导致发电机及其他关键部件的损坏。为确保风力发电设备的稳定运行,必须及早发现潜在故障并采取有效措施。无损检测技术在此过程中发挥着至关重要的作用,常见的无损检测技术如热成像、电磁传感和扫地雷达等,能够在设备正常运行的同时,对其状态进行实时监控。以热成像技术为例,通过监测设备表面温度变化,可以揭示设备内部可能存在的过热区域,这往往是电子组件出现故障的先兆。电磁传感技术则用于监测电力电子系统中的定子线圈与转子等部件,能够及时识别绝缘故障或电流异常等问题。模态分析作为评估系统稳定性与使用寿命的有效工具,通过分析风力发电机的振动模式,可以提前识别出潜在的故障风险,为采取相应措施提供科学依据。需要指出的是风力发电机的电力电子系统通常在高功率负荷下运行,这种情况下产生的热量会影响设备的运行状态。传统的电流信号分析方法在实时监控中存在一定的局限性,无法及时反馈设备的运行情况。将温度监测与功率损耗分析相结合,可以更加精确地评估电力电子系统的健康状态。无损检测技术能够实时监控风力发电机各个运行阶段,提供高精度的监测手段。通过及时发现电力电子系统及电磁部件的潜在故障,显著提高了风力发电设备的可靠性与安全性,为设备的稳定运行提供了强有力的保障。

2.2 风力发电塔筒的无损检测技术

风力发电塔筒作为支撑整个风电机组的核心结构,承受着来自风力、振动及环境变化等多方面的巨大压力。由于塔筒通常位于较高位置并暴露于外部环境,它容易受到腐蚀、疲劳及结构损伤的影响。尤其在海上风电项目中,塔筒面临盐雾腐蚀和海水浸蚀的严重挑战,这使得塔筒的有效无损检测变得尤为重要。通过这一手段,不仅能够确保塔筒的结构安全,还能显著提升风电设备的运营可靠性。风力发电塔筒的无损检测中,常用的技术包括超声波检测、磁粉检测、射线检测、激光扫描以及视觉检测等。这些方

法能有效识别塔筒表面及内部的缺陷,确保其在整个生命周期内保持稳定的结构性能。超声波检测技术通过向塔筒发射高频声波并分析反射信号,主要用于评估塔筒材料的厚度以及检测潜在的裂纹。磁粉检测则专门用于揭示塔筒表面及近表面区域的裂纹或其他缺陷,特别适用于检查钢铁结构。射线检测,包括X射线和γ射线,可以深入塔筒内部,揭示深层的缺陷,尤其在焊接接头等关键部位的检查中起着重要作用。激光扫描技术能够通过精准的三维成像快速扫描塔筒表面,识别表面损伤、形变等问题,甚至可以用于监测塔筒结构的变形。随着无人机技术的进步,搭载视觉检测与红外热成像设备的无人机也开始在塔筒的无损检测中得到应用。通过无人机的快速而精确地检查,不仅降低了人工检查的风险,也有效减少了工作量。塔筒的检测不仅限于静态检查,动态监测同样具有重要意义。在塔筒上安装振动传感器或应变传感器,实时监控其在风力作用下的振动状态,能帮助工程师提前发现潜在的疲劳损伤或结构性问题,从而在问题加剧之前及时采取有效的措施。

2.3 风力机叶片的无损检测与失效分析

风力机叶片是风力发电机组中至关重要的部件,其性能直接关系到机组的能效与安全运行。作为一种弹性体,叶片在风力作用下长期承受复杂的空气动力、惯性力以及气候变化的多重影响。这些因素使得叶片在长时间的运转过程中容易出现疲劳、裂纹及腐蚀等问题,从而影响发电效率,严重时甚至可能导致设备停机。因此,对风力机叶片进行定期无损检测及失效分析显得尤为重要。风力机叶片常用的无损检测技术包括红外热成像、超声波检测、激光扫描以及声发射检测等,这些方法能够有效地识别叶片表面及内部的缺陷。通过红外热成像,叶片表面的温度变化可以被监测,迅速发现潜在的裂纹、气泡或分层等问题,尤其是在材料表面存在起伏或分层的情况下,热成像能够提供清晰的损伤图像。超声波检测则专注于检测叶片内部的结构缺陷,如裂纹、气泡或分层,通过发送超声波信号并分析其反射波,能够评估材料内部的缺陷并确定其严重程度。激光扫描技术能够生成叶片的高精度三维模型,迅速发现表面损伤或变形。而声发射检测则实时监控叶片在运行中裂纹的扩展,能够在裂纹发生初期发出预警,从而确保及时采取措施^[1]。除了传统的无损检测方法,现代风力机叶片的失效分析也受到了越来越多的关注,叶片的失效通常与风力的交变荷载、气候条件变化及材料疲劳等因素密切相关。结合历史数据与实时检测结果,工程师可以采用模态分析、有限元分析等技术,研究叶片在不同工作状态下的应力分布与疲劳损伤模式。这些分析有助于预测叶片失效的位置及原因。例如,长期的气流振动可能导致叶片根部发生疲劳破坏,或由于强风及冰雪积聚,叶片表面出现裂纹,最终可能引发整体失效。

3 无损检测技术在风电系统状态监控中的应用

3.1 风电系统的实时监测技术

风电系统的实时监测技术是确保风力发电机组高效、安全运行的关键手段。在复杂的外部环境与长期机械负荷作用下,风力发电设备的可靠性直接影响发电效率与经济效益。通过持续跟踪各组件的运行状态,实时监测技术能够及时识别潜在故障,从而有效减少因设备故障导致的停机时间与经济损失。目前,风电系统的实时监测技术涵盖了传感器监测、数据采集与分析平台,以及基于大数据与人工智能的预测模型等多种手段。传感器监测技术通过在关键部件上安装各类传感器,如振动传感器、温度传感器及压力传感器等,实现对设备状态的实时监控。例如,振动传感器可监测风力发电机的机械部件,及时发现因轴承故障、齿轮磨损或叶片不平衡所引发的异常振动;温度传感器则可用于监测电力电子设备、发电机及齿轮箱的温度变化,及时预警潜在的过热问题。数据采集与分析平台是实时监控的核心组成部分,传感器采集到的数据集中后,工程师便可通过平台随时查看风电系统的运行状态,识别异常模式及潜在问题^[2]。现代化监控平台不仅具备实时数据采集功能,还能结合历史数据与机器学习算法,识别潜在故障趋势,甚至提前预测设备故障。例如,系统可通过大数据分析,发现长期温度异常,从而及时识别电力电子元件的老化迹象,或预测风机关键部件(如齿轮箱、发电机)的维修周期。随着5G、物联网(IoT)等新兴技术的应用,风电系统的实时监测逐步向智能化与远程化发展。借助云平台,工程师能够远程监控风力发电机的运行状态,不仅提高了故障响应速度,还可以进行智能诊断与远程调度。这些高效且灵活的监控手段在风电场运营与维护中发挥了重要作用,极大地提升了风力发电机组的可靠性与发电效率。

3.2 通过无损检测优化风电系统运行效率

无损检测技术在风电系统中的应用,不仅有助于及时发现设备故障,还能显著提升风电系统的运行效率。风力发电机组的关键部件,如叶片、齿轮箱、发电机及电力电子系统,常常面临着机械磨损、腐蚀及外部环境影响等问题。如果这些问题未能得到及时检测与处理,可能导致设备停机,甚至显著降低整体系统的效率。风电机组的关键部件,如叶片,承受着来自风力与气候变化的巨大影响。无损检测技术,如超声波检测与红外热成像,能够实时监测叶片表面可能存在的裂纹、腐蚀或结构损伤。若这些隐

患未及时发现,可能导致风机效率下降,甚至引发更为严重的故障。通过早期发现与修复这些问题,叶片的使用寿命得以延长,同时可避免因性能下降带来的发电效率损失。齿轮箱与发电机作为风电机组中另一类容易出现故障的核心部件,同样需要得到特别关注^[3]。齿轮磨损、润滑油污染或轴承损坏等问题,都会对发电效率产生不利影响,通过振动分析、磁粉检测与声学检测等无损检测方法,能够及时发现这些问题,防止设备突然停机并有助于优化维修安排。至于发电机,温度过高或电磁部分出现异常情况,可能导致运行效率下降。结合红外成像与电磁传感技术,能够高效地检测出这些潜在问题,确保发电机始终处于最佳工作状态。除了单个设备的检测,整套风电系统的无损检测还可以提升整个系统的运行效率。通过对多个风机组的持续监控与数据分析,能够识别哪些风机的效率较低,是否存在结构问题或需要更换的部件。这种方法有助于优化风电场的运行策略,确保各风机在不同气候条件下能够高效工作,从而最大化发电量。此外,通过综合分析监测数据,工程师可以制定更加科学的运维计划,进一步优化风电场的整体运行效率。

4 结语

无损检测技术在风力发电领域的广泛应用,为设备的安全性、稳定性及运行效率提供了有力支持。通过对电力电子设备、发电机、齿轮箱、塔筒以及叶片等关键组件的实时监控,潜在的故障问题得以及时发现,从而减少了停机时间,并显著延长了设备的使用寿命。尽管相关技术已取得一定进展,但实时数据分析与技术集成仍然是亟待解决的挑战。随着传感技术与人工智能的不断发展,未来的无损检测技术将更加智能化与精确,从而进一步提升风电系统的整体性能,推动风电行业的可持续发展。

[参考文献]

- [1] 邵龙威. 无损检测技术在风力发电工程中的应用[J]. 中华纸业, 2024, 45(7): 118-120.
 - [2] 谷群远, 刘木森. 对风力发电设备无损检测技术的研究[J]. 科技风, 2022(14): 1-3.
 - [3] 李景来. 基于无损检测技术的新能源风力发电设备运维研究[J]. 电气技术与经济, 2025(2): 252-255.
- 作者简介: 霍志龙(1988.9—), 毕业院校: 吉林农业大学, 所学专业: 自动化, 当前就职单位: 国能(济南)新能源有限公司河口分公司, 职务: 运检班长, 职称级别: 工程师。

人工智能技术在风力发电领域的应用分析

王首柱

国能（济南）新能源有限公司河口分公司，北京 100000

[摘要] 风力发电作为全球增长最快的可再生能源之一，在面对风速波动与设备故障时，显著挑战了电网的稳定性与运维管理。传统的管理方式，往往难以提供及时的预警与高效的调度。借助机器学习与大数据分析等人工智能技术，风电产出得以精确预测，运维策略得到优化，同时潜在设备故障得以提前识别，从而提升了风力发电系统的整体效率与可靠性，AI 的应用为风电行业的智能化管理开辟了新的发展空间。

[关键词] 人工智能；风力发电；新能源

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15995

中图分类号: TM614

文献标识码: A

Application Analysis of Artificial Intelligence Technology in the Field of Wind Power Generation

WANG Shouzhu

Hekou Branch of Guoneng (Ji'nan) New Energy Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract: As one of the fastest-growing renewable energy sources in the world, wind power generation significantly challenges the stability and operation management of the power grid in the face of wind speed fluctuations and equipment failures. Traditional management methods often struggle to provide timely warnings and efficient scheduling. With the help of artificial intelligence technologies such as machine learning and big data analysis, wind power output can be accurately predicted, operation and maintenance strategies can be optimized, and potential equipment failures can be identified in advance, thereby improving the overall efficiency and reliability of wind power generation systems. The application of artificial intelligence has opened up new development space for intelligent management in the wind power industry.

Keywords: artificial intelligence; wind power generation; new energy

引言

随着全球能源转型的不断推进，风力发电凭借其清洁且可再生的特点，逐渐成为应对气候变化和减少碳排放的关键能源选择。风电输出的波动性以及设备运维问题，仍在影响其整体效率与可靠性。人工智能技术的引入，提供了创新的解决方案，利用精准的预测、智能化的监控以及调度优化，风力发电系统正朝着更高效、更稳定的方向发展。

1 人工智能技术在风力发电领域的应用优势

1.1 提高运行效率与发电质量

在风力发电系统中，提升运行效率与发电质量是实现可持续发展的核心目标。借助人工智能技术，特别是机器学习与深度学习算法，通过对大量历史数据的分析，风速、风向等气象变化能够被准确预测，从而为风机的运行提供优化方案。例如，基于实时数据的风力预测模型能够调整风机的运行角度，使风能捕获效率得到最大化，并有效减少了不必要的停机时间，此类优化不仅提升了单台风机的发电效率，也改善了整个风电场的能源输出。风力发电设备的运行模式也被人工智能进一步优化，通过实时数据监控与模型预测，能够有效规避风速波动或突发天气对发电质量的不利影响。风机状态可以被 AI 系统即时检测，并在需要时自动调整运行策略，确保设备始终保持在最佳工作状态，进而减少停机时间与故障率，增强发电的稳定性

与质量。通过这些智能化手段的运用，人工智能不仅能在短期内提升风电场的发电效率，也能在长期内降低运营成本。风力发电的整体比例与稳定性得到了进一步增强，为实现绿色低碳目标提供了坚实的基础。

1.2 降低运维成本

降低运维成本是提升风力发电经济效益的关键任务之一，而人工智能在这一过程中发挥着至关重要的作用。传统的运维模式依赖于定期人工检查与维修，虽然这种方式能保障设备运行，但其效率较低，且难以及时发现潜在故障。借助人工智能，实时监控系统通过数据分析可以预测设备的潜在问题，从而实现预测性维护。风机的运行状态得以持续监测，任何异常信号都会被及时识别并报警，进行精准的故障诊断。这使得运维人员能够在问题进一步扩展之前进行维修或替换，避免了设备停机时间过长及昂贵的紧急修复费用。除了故障预测，人工智能还在巡检工作中发挥着优化作用，显著降低了人工巡检的成本。无人机、机器人等自动化设备结合图像识别与传感技术，能够快速覆盖整个风电场并实时传回数据，从而取代了传统人工巡检的繁琐操作。不论是在高空检查风机叶片，还是在复杂地形中对设备进行监控，AI 系统均能高效完成这些任务，减少了人力成本并降低了巡检频次。通过这些措施的实施，人工智能不仅提升了运维效率，还显著降低了故

障发生的风险,减少了风力发电场的整体运营成本,实现了经济效益与环境效益的双重提升。

1.3 增强电网稳定性与可靠性

风力发电的波动性是影响电网稳定性的主要挑战。风电输出受天气条件的强烈影响,导致发电量波动频繁。如果这种波动无法有效控制,可能会引发电网频率和电压的不稳定,甚至造成电力供应中断。为了解决这个问题,人工智能技术提供了切实可行的解决方案。借助先进的人工智能算法,特别是深度学习与时间序列预测模型,可以对风电发电量进行精准的短期与长期预测。这些预测不仅帮助风电场实时了解发电情况,还能基于天气变化及时调整运行策略,有效应对发电波动。人工智能的作用还体现在优化风力发电与其他能源形式(如太阳能、火力发电等)之间的协调。智能调度系统能够实时分析不同能源的发电情况,精确调整资源配置,确保风电波动能够通过其他能源形式得到有效平衡。这样一来,电网的适应性与稳定性得以提高,电力供应的可靠性得到保障,避免了风电波动带来的电网负荷过重或电力短缺的问题。通过这种智能化的预测与调度机制,人工智能不仅帮助提升风力发电的利用效率,也降低了电网运行的风险,推动了绿色能源的平稳接入,促进了电力系统朝着更加智能与可持续发展的方向。

2 人工智能在风力发电中的主要应用

2.1 无人机应用在智能巡检之中

无人机技术在风力发电机组的智能巡检中已得到广泛应用,显著提升了巡检的效率与质量。得益于其长时间续航与强抗风能力,无人机特别适合风力发电场这种高空、辽阔且复杂的环境。操作人员通过远程控制无人机,能够迅速将其调度至指定位置,对风力发电机组进行高效的拍摄与监测,此方式不仅消除了人工巡检中的安全隐患,还有效提升了巡检覆盖范围与精准度。拍摄完毕后,无人机能够实时将采集的图像与视频通过传输系统发送到地面接收系统。技术人员在监控中心分析这些影像资料,结合风机运行状态,判断是否存在故障或潜在问题。与传统人工巡检相比,利用无人机进行智能巡检能够大幅提高效率与准确性,同时大大减少巡检成本。无需派遣工作人员进入风机高空或复杂区域,这样既节省了人力,又降低了安全风险。这种高效的巡检方式不仅确保风力发电机组的正常运行,还能够在早期发现问题并及时处理,避免了潜在的停机与维修费用,从而提升了企业经济效益以及风电场整体的运营效率。随着无人机技术的不断进步,其在风力发电行业中的应用将迎来更广阔的前景,进一步加速风力发电的智能化发展进程。

2.2 风力预测与能量评估

风力预测与能量评估是提升风力发电系统稳定性与效率的核心要素。风电输出的波动性给电网负荷调节带来了严峻挑战,而精准的风力预测对于保障风电场高效运行

至关重要,同时为电力系统调度提供了必要的支持。借助人工智能,尤其是机器学习算法,通过对历史气象数据、风速、气压、温度等多个维度的数据分析,风速与风向的变化趋势能够被准确预测。相比传统气象模型,这些预测的精度显著提高,为风电场提供了更为可靠的风力数据,使得运营策略能够根据实时预测灵活调整,从而最大化发电效率。人工智能在风力能量评估方面的应用同样至关重要,通过对实时风力资源数据的全面分析,AI不仅能够评估风电场的潜力,还能优化风电机组的布局,并准确估算可能的发电量。这个过程为风电场在项目规划与投资决策时提供了科学依据,也为电力运营商带来了可靠的能量预估,便于电网负荷调度,从而确保电力供应的稳定性。结合风力预测与能量评估,人工智能技术显著减少了风电资源的浪费,优化了风电场的发电调度。通过这些改进,不仅提高了经济效益与环保效益,还推动了绿色能源在更广泛领域的应用。

2.3 风力发电设备的故障检测与预测性维护

风力发电设备的故障检测与预测性维护是确保系统高效、稳定运行的核心。传统的维护模式往往依赖于定期检查与人工维修,这种方式难以在问题初期发现潜在故障,而且一旦发生故障,修复成本通常较高,停机时间也相对较长。借助人工智能技术,风力发电设备的故障检测变得更加精准与实时。通过对风机运行数据的持续监控,AI系统能够及时识别出振动、温度波动、噪音等异常信号,而这些都可能是故障的早期预警。基于实时数据,人工智能不仅能精准预测设备的剩余使用寿命,还能提出针对性的维护建议,从而避免了传统检查方式的盲目性^[1]。例如,当某个部件出现磨损迹象时,AI系统能够提前发出警报,提醒维护人员在问题升级之前进行必要的修复或更换,这样便能避免突发性故障及高昂的维修费用。结合大数据分析,AI能够综合评估风电场整体设备的运行状况,识别潜在的系统性故障,并为系统优化提供方案,从而进一步提升了设备运行的可靠性。通过这种预测性维护,不仅显著降低了停机时间和维修开支,还延长了设备的使用寿命,进而提高了风电场的整体运营效率,为风力发电的可持续发展提供了坚实支持。

2.4 风力发电系统的智能调度与优化

风力发电系统的智能调度与优化对于提升风电场的运行效率以及确保电力供应的稳定性至关重要。由于风力发电具有间歇性与不稳定性,风速和风向的变化直接影响发电量,而电网需求又呈现动态波动,这使得高效的调度系统显得尤为重要。借助人工智能的实时监控能力,风电输出与电网需求的信息得以精准分析,从而实现风电场发电能力的智能调配,并优化风电与储能系统之间的协调运行。AI系统通过综合处理风速、风向、气温等环境数据,并与电网负荷需求相匹配,能够自动调整风机的工作状态

与发电策略。在风力资源充足时,系统将调动所有可用风电产量;而在风力较弱或电网负荷较重时,AI 则能够灵活调节风机的运行状态,甚至与其他能源形式(如太阳能、火电等)协同工作,以确保电网的稳定性。这一智能调度机制不仅提升了风力资源的利用效率,还有效解决了风电输出波动引起的电网不稳定问题。此外,AI 技术还能够对风电场的整体运作进行优化,分析各个风机的发电表现与效率,动态调整风电机组的工作负载,从而减少能源浪费并避免设备的过度运行。通过这种智能化的调度与优化方式,风电场的经济效益得到了显著提升,环保效果也得到了增强,为推动可再生能源的高效利用及电力系统的绿色转型提供了强有力的支持。

3 人工智能技术的未来发展趋势与前景

3.1 新兴技术对风力发电的推动作用

新兴技术对风力发电的推动作用日益显现,尤其是在人工智能、物联网、大数据以及 5G 技术的深度融合下,风力发电行业正经历着前所未有的变革。这些技术不仅显著提升了风电效率与系统的可靠性,还为可持续发展奠定了坚实的基础。作为风力发电核心技术之一,人工智能(AI) 凭借其强大的数据处理与分析能力,对风力预测、故障诊断、设备维护等多个环节进行了优化。通过结合物联网(IoT) 技术,实时采集各类设备的运行数据并将其传输至云平台,为 AI 提供了精准的数据支持。这样的协同工作不仅实现了精确的风速预测与智能调度,还有效推进了预测性维护,从而降低了运营成本,并提升了风电系统的整体经济效益^[2]。此外,5G 技术的广泛应用为风力发电的智能化提供了至关重要的支持,其高速、低延迟的网络特性确保了大数据能够迅速传输与处理,使风电设备得以实时响应环境变化,并精确进行控制与调度。这种高效的信息传输与实时监控,极大地提升了风电场的适应性,同时增强了应对风电输出波动对电网稳定性影响的能力。随着这些新兴技术的不断进步与深度整合,风力发电的智能化与精细化水平持续提高,风电系统与其他能源形式之间的协同能力也逐渐增强。此类技术的融合无疑将为全球能源转型及低碳发展注入强大动力,推动可再生能源的普及与广泛应用。

3.2 风力发电与人工智能的结合前景

风力发电与人工智能的结合展现出广阔的发展前景,

预计将在未来几年内深刻改变风电行业的运营模式与管理方式。随着 AI 技术的不断进步,风电场的管理将从依赖经验的传统方式,逐步转向基于数据驱动的智能化管理。通过大数据分析、机器学习与深度学习算法,人工智能能够精确预测风速、风向及气候变化,从而显著提高风电场的发电预测精度,优化风机的运行策略与调度模式。在设备故障预测与维护领域,人工智能的作用愈加重要,AI 系统可以实时监控设备状态,分析运营数据,及时识别潜在故障,甚至预测设备的剩余使用寿命。借助这一提前预警机制,风电场可以在设备发生重大故障之前进行及时维护或更换部件,从而避免停机带来的生产损失与高昂的维修费用。与此同时,AI 技术还能优化风电场与电网的互动,通过智能调度协调风电与其他能源形式的工作,以平衡电力需求与供应,提升电网的稳定性与可靠性^[3]。随着人工智能与风力发电技术的进一步融合,风电产业的效率与可持续性将获得显著提升,AI 的广泛应用不仅能有效减少资源浪费,降低运营成本,还将推动风力发电在全球能源体系中的渗透与普及,促进绿色能源的蓬勃发展。人工智能与风力发电的深度结合,既是技术发展的必然趋势,也是应对能源转型与气候变化挑战的关键路径。

4 结语

人工智能技术正深刻地改变着风力发电行业的各个层面。从风力预测、设备监测到智能调度,AI 技术显著提升了风电场的运行效率,降低了维护成本,并增强了电网的稳定性。随着新兴技术的不断进步,风力发电与人工智能的融合将加速能源转型,推动可再生能源的广泛应用。未来,人工智能将在风电领域发挥更加核心的作用,为全球绿色低碳目标的实现提供强大的技术支撑。

[参考文献]

- [1] 谢晓刚,陈俊,张安. 人工智能技术在风力发电领域的应用[J]. 中国设备工程,2021(7):35-36.
 - [2] 李耀光. 人工智能技术在风力发电领域的运用[J]. 信息与电脑(理论版),2021,33(22):159-161.
 - [3] 包连祥. 人工智能技术在风力发电领域的应用分析[J]. 光源与照明,2024(4):183-185.
- 作者简介:王首柱(1987.9—),毕业院校:毕业济南大学,公共事业管理专业,当前就职单位:国能(济南)新能源有限公司河口分公司,运检班长,工程师。

光伏发电系统中储能技术的集成与优化应用

党 崑

陕西西咸新区创拓新能源发展有限公司, 陕西 咸阳 712000

[摘要]光伏发电系统作为清洁能源的重要组成部分,但其间歇性和不稳定性问题限制了应用效益。储能技术的集成与优化应用能够有效提升光伏系统的稳定性和可靠性。通过合理配置储能设备,优化储能策略,可以在光伏发电量过剩时储存能量,需求高峰时释放,从而平衡供需差异,提高系统的能效与经济性。文章探讨了不同储能技术在光伏系统中的集成方式,并提出了优化策略,旨在推动光伏与储能的深度融合,实现清洁能源的高效利用。

[关键词]光伏发电; 储能技术; 集成优化; 能效; 清洁能源

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15982

中图分类号: TM614

文献标识码: A

Integration and Optimization Application of Energy Storage Technology in Photovoltaic Power Generation System

DANG Wei

Shaanxi Xixian New Area Chuangtuo New Energy Development Co., Ltd., Xianyang, Shaanxi, 712000, China

Abstract: As an important component of clean energy, photovoltaic power generation systems are limited in their application benefits due to intermittency and instability issues. The integration and optimization application of energy storage technology can effectively improve the stability and reliability of photovoltaic systems. By reasonably configuring energy storage equipment and optimizing energy storage strategies, energy can be stored when there is an excess of photovoltaic power generation and released during peak demand, thereby balancing the supply-demand gap and improving the energy efficiency and economy of the system. The article explores the integration methods of different energy storage technologies in photovoltaic systems and proposes optimization strategies aimed at promoting the deep integration of photovoltaics and energy storage, and achieving efficient utilization of clean energy.

Keywords: photovoltaic power generation; energy storage technology; integrated optimization; energy efficiency; clean energy

引言

随着全球能源结构转型的推进,光伏发电作为一种绿色清洁能源逐渐成为主流。然而,光伏发电的间歇性和波动性问题仍然是制约其广泛应用的瓶颈。为了解决这一问题,储能技术的集成与优化应用成为关键。通过高效的储能系统,光伏发电能够实现能量的储存与调度,有效缓解供需不平衡,提高系统的稳定性与可靠性。探索适合的储能解决方案,将为光伏发电的普及与发展提供坚实的技术支撑。

1 光伏发电系统面临的挑战与储能技术的必要性

光伏发电作为绿色能源的重要代表,尽管具有显著的环境和经济优势,但其间歇性和波动性问题仍然限制了其大规模应用。为了解决这些问题,储能技术的引入显得尤为关键。

1.1 光伏发电的间歇性和不稳定性

光伏发电的主要特点是依赖太阳辐射,受昼夜变化、天气变化等因素的影响较大。这种间歇性和不稳定性使得光伏系统难以提供稳定的电力供应,特别是在用电需求高峰时段或阴雨天气时,发电量不足会导致电力供应不平衡。此外,光伏发电量过剩时,系统也难以有效储存多余的电

能,造成资源浪费。如何解决这一问题,成为光伏技术大规模应用的一个主要难题。

1.2 储能技术的作用与发展

储能技术作为应对光伏发电不稳定性的有效手段,通过将多余的电能储存并在需求高峰时释放,有助于平衡供需差异,提升系统的稳定性。当前,常见的储能技术包括电池储能、抽水蓄能、压缩空气储能等。特别是电池储能技术,在光伏发电系统中得到了广泛应用,具有响应迅速、调节灵活的特点。随着技术的不断进步,储能设备的成本逐渐降低,储能效率也得到了显著提升,这为光伏发电系统的集成应用奠定了基础^[1]。

1.3 储能技术集成对光伏系统的重要性

储能技术的有效集成,不仅能够解决光伏发电的波动问题,还能提升整个系统的能源利用效率。通过合理的储能策略,光伏系统可以实现发电与用电需求之间的平衡,使得光伏能源能够在白天高峰时段充分发电,夜间或阴天时段则通过储能设备满足电力需求。此外,储能系统的智能化管理还可以进一步优化光伏发电的调度,提高系统的经济性与环境效益。集成优化的储能解决方案,是推动光伏与储能深度融合、实现清洁能源高效利用的重要途径。

2 储能技术类型及其在光伏发电系统中的应用

储能技术在光伏发电系统中扮演着至关重要的角色，它不仅能够有效解决光伏发电的波动性问题，还能优化电力供应的稳定性和可靠性，推动清洁能源的广泛应用。

2.1 储能技术类型概述

储能技术种类繁多，根据储能原理和应用方式的不同，主要可分为机械储能、化学储能、电磁储能和热能储能等几类。机械储能技术包括抽水蓄能、压缩空气储能等，它们通过物理方式储存能量，具有较长的储能周期和大规模储能的优势。化学储能技术中，以电池储能最为常见，尤其是锂电池、铅酸电池等，具有较高的能量密度和快速响应能力。电磁储能包括超导磁能储存(SMES)和电容储能，适用于高功率、快速响应的应用场景。热能储能则通过热交换或相变材料储存热能，适用于大型工业与集中供热系统。根据光伏发电系统的需求，电池储能技术由于其较高的能量密度、响应速度快、成本逐渐降低等优势，成为最常见的储能技术。

2.2 电池储能技术在光伏发电中的应用

在光伏发电系统中，电池储能技术通过将多余的电能储存到电池中，在需求较高时提供稳定的电力输出。锂电池因其较长的使用寿命、高能量密度和较低的自放电率，在家庭光伏系统及中小型商业光伏系统中得到了广泛应用。此外，铅酸电池由于其成本较低，仍在一些低预算系统中被采用。电池储能技术的应用不仅使得光伏发电系统能够平滑输出，避免因阴雨天气和夜间时段的发电不足而影响供电稳定性，还能够缓解电网负荷，减少电力波动对电网的冲击。通过先进的储能管理系统，电池的充放电过程可以智能调控，从而最大化系统的能效^[2]。

2.3 储能技术集成的优化与未来应用

储能技术与光伏发电系统的集成不仅依赖于单一的储能技术，更需要考虑不同储能技术的互补性与协同效应。例如，结合电池储能与抽水蓄能，可以实现大规模的能量调度与储存，尤其在光伏发电量过剩的情况下，系统可以将多余的电能转化为机械能储存于抽水蓄能系统中。在未来的应用中，智能储能系统将成为发展趋势，通过大数据、云计算与人工智能技术的结合，储能系统将能够更加精准地预测电力需求、发电量与电池状态，实现自动化、智能化的储能优化。随着储能技术的进一步发展及成本下降，未来将实现光伏发电系统的全面智能化与高效集成，从而推动清洁能源的普及应用。

3 储能系统集成方案与光伏发电系统的协同优化

储能系统与光伏发电的深度集成与优化是提升光伏系统稳定性和经济性的关键。合理的集成方案能有效平衡光伏发电的不稳定性，实现能源的高效利用。

3.1 储能系统集成的基本原理与需求

储能系统与光伏发电系统的集成，旨在解决光伏发电

的间歇性和波动性问题，确保能源的持续供应。光伏发电系统通常在日间光照充足时发电量较高，而夜间和阴天发电量则急剧下降。储能系统的引入能够将多余的电能储存，在用电需求较高时释放，从而实现能源的平衡。集成方案需要根据光伏系统的特性与当地的电力需求来定制，并考虑到储能设备的容量、充放电效率、使用寿命等因素。在实际应用中，不同的储能技术，如锂电池、铅酸电池、抽水蓄能等，都可以根据需求进行组合，从而最大化系统的性能。

3.2 光伏发电与储能系统的协同优化

为了实现光伏发电系统与储能系统的高效协同，必须优化两者之间的能量调度与管理策略。一方面，储能系统需要根据光伏发电的实时数据动态调节充电与放电过程，确保在发电量过剩时充分充电，发电不足时及时释放能量。另一方面，智能化的储能管理系统能够实时监控光伏系统的运行状况，分析天气预报、负荷需求等因素，优化发电与储能的调度，进一步提升系统整体的经济性与运行效率。例如，当光伏发电量低于需求时，系统可以自动从储能设备中释放电能，避免过度依赖电网，提高电力供应的稳定性和可靠性^[3]。此外，协同优化还可以通过控制储能设备的充放电周期，延长电池的使用寿命，减少不必要的损耗。

3.3 未来储能与光伏系统的集成趋势

随着技术的发展，储能与光伏系统的集成方案将越来越智能化。未来，集成系统不仅仅是简单的电力调度和能量储存，还将通过大数据、人工智能与物联网技术，进行更加精准的预测与优化。智能电网的出现，能够使得光伏发电和储能系统之间的能量交换更加灵活、实时、精确。同时，随着电池技术的不断进步，储能系统的成本将逐步降低，能量密度、充放电效率、使用寿命等性能将进一步提高，促进光伏与储能的深度融合。在未来的光伏应用中，系统集成将不仅限于单一的光伏发电与储能系统，而是会与分布式能源、需求响应、电力市场等多方要素进行协同合作，最终实现清洁能源的最大化利用。

通过储能技术的深度集成与优化，光伏发电系统能够克服原本的局限性，充分发挥其在能源转型中的重要作用，不仅提高电力系统的稳定性与可靠性，还将推动全球能源结构的绿色低碳发展。

4 储能技术在提升光伏发电系统稳定性与经济性中的作用

储能技术对光伏发电系统的稳定性和经济性至关重要。通过优化储能系统的应用，光伏发电不仅能平衡供需，还能提升系统整体的运行效率和成本效益。

4.1 提高光伏系统的稳定性

光伏发电系统的间歇性和波动性一直是制约其广泛应用的主要问题。白天气候良好时，光伏系统可实现高效发电，但在夜间或阴雨天气，发电量会急剧下降，导致供

电不稳定。而储能技术的引入能够有效解决这一问题。储能系统可以在光伏发电量过剩时,将多余的电能储存起来,在发电不足时释放,从而平衡供电需求。例如,锂电池储能系统可以快速响应光伏发电的变化,确保电力的连续供应。通过储能设备的合理配置,光伏发电系统可以实现“平滑输出”,即减少电力波动,确保电力供应的稳定性。此举不仅减少了对传统电网的依赖,还能有效避免电力过剩或缺乏带来的负面影响,提升光伏发电系统的可靠性。

4.2 降低光伏发电系统的经济性成本

光伏发电虽然在运行中几乎不产生燃料成本,但由于其波动性,必须依赖传统电力系统或备用电源进行调峰补充,导致光伏发电的经济性受到影响。储能技术的应用有助于降低这种补充电力的成本,优化经济性。储能设备可以将光伏系统的多余电能储存起来,在电力需求较高时释放,从而避免了因电网需求与光伏发电量不匹配而产生的额外费用。随着电池技术的不断发展,储能设备的成本逐渐下降,且效率不断提高,使得整体系统的经济效益进一步提升。以锂电池为例,其能量密度较高,充电效率和寿命较长,可以有效减少频繁更换电池和维护的成本。此外,通过智能调度系统,储能与光伏发电系统的协同效应能够实现最优的充放电策略,进一步减少电力浪费,提升经济效益^[4]。

4.3 储能技术在光伏发电中的智能化应用

随着大数据、人工智能以及物联网技术的发展,储能技术在光伏发电系统中的应用也越来越智能化。通过智能化的储能管理系统,储能设备能够实时监测和调节,优化电力输出与储存。系统能够根据光伏发电的实时数据、天气预报和电力需求预测,智能调整储能设备的充电与放电策略,确保能源的高效利用。这种智能化调度不仅提高了光伏发电系统的稳定性,还能减少人工干预的需求,提高系统的自动化水平。未来,结合区块链技术,智能电网还将实现更高效的能源交换和存储管理,使得光伏与储能系统的协同更加精细化,进而提高系统的整体经济性和社会效益。智能化应用的普及,将使储能技术成为推动光伏发电普及和优化的重要力量。

5 光伏储能技术发展趋势与未来应用前景

光伏储能技术的持续创新将推动光伏系统的广泛应用,提升其经济性与稳定性。未来,随着技术的不断进步,光伏储能将在能源领域扮演更加重要的角色。

5.1 储能技术的技术进步与成本下降

随着储能技术的不断发展,尤其是电池技术的创新,储能系统的成本正在逐步下降。例如,锂电池技术近年来取得了显著进展,能量密度、充放电效率和循环寿命不断提升,且生产成本逐年降低。这使得储能系统的应用更加普及,为光伏发电系统的集成提供了更为可行的解决方案。未来,随着固态电池、钠硫电池等新型储能技术的成熟,

储能设备的成本和性能将进一步优化,推动光伏储能系统的商业化进程。

5.2 智能化管理系统的应用

智能化储能系统将成为未来光伏储能技术发展的主要趋势。结合大数据、人工智能和物联网技术,储能系统能够实时监控光伏发电和电力需求,自动调整充放电策略,确保能源的高效存储与使用。这种智能调度不仅可以优化储能设备的运行效率,还能实现对能源流动的实时管理,减少人为干预。智能储能系统将在分布式能源管理、微电网以及智能电网等场景中发挥重要作用,提升能源的灵活性和可控性^[5]。

5.3 光伏储能的广泛应用前景

随着技术的成熟与政策支持,光伏储能将在更多领域实现应用,尤其是在家庭、商业和工业的分布式光伏系统中。在未来的能源市场中,光伏储能将有望成为关键组成部分。特别是在偏远地区、离网区域以及能源结构转型过程中,光伏储能能够提供独立且稳定的电力供应。同时,光伏储能系统与电动汽车、智能电网的结合,也将为能源的跨区域调配与优化利用提供更多可能。预计未来几年,光伏储能将实现更广泛的应用,成为推动全球清洁能源革命的核心技术之一。

6 结语

光伏储能技术的不断发展与应用,正为解决光伏发电的间歇性问题提供有效解决方案。通过储能系统的集成与优化,不仅提升了光伏系统的稳定性与经济性,也为清洁能源的广泛应用奠定了基础。随着技术的进步与智能化管理的引入,光伏储能将在未来能源转型中发挥越来越重要的作用,推动全球能源结构的绿色低碳发展。

[参考文献]

- [1]王月平. 分布式光伏发电系统中的电池储能技术优化分析[J]. 集成电路应用, 2023, 40(10): 400-401.
 - [2]薛小军. 基于异质能源互补和时空耦合的先进绝热压缩空气储能系统协同集成机制[D]. 北京: 华北电力大学, 2023.
 - [3]高晓, 单亚辉, 黄仁国, 等. 储能技术在光伏发电系统中的方案比选与优化研究[J]. 中国新技术新产品, 2024(6): 38-40.
 - [4]朱文韬, 周杨, 徐艺敏, 等. 电池储能技术在新能源发电系统中的应用与优化[J]. 储能科学与技术, 2024, 13(8): 2737-2739.
 - [5]区彩娟. 新能源发电系统中储能技术的集成与优化应用研究[J]. 光源与照明, 2024(10): 225-227.
- 作者简介: 党崑(1990.12—), 毕业院校: 华北电力大学科技学院, 所学专业: 热能与动力工程, 当前就职单位: 陕西西咸新区创拓新能源发展有限公司, 职称级别: 工程师。

风电光伏并网储能容量优化配置研究

靳对来

信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司河北分公司, 河北 石家庄 050011

[摘要]随着可再生能源的迅速发展,风电和光伏发电已成为全球能源转型的重要组成部分。然而,风电和光伏能源的间歇性和波动性问题使得其并网运行面临诸多挑战。储能技术的应用为解决这一问题提供了重要的技术手段。文中基于风电和光伏并网的背景,探讨了储能系统的容量优化配置问题。通过分析影响因素,提出了储能容量优化配置的策略,并对未来发展趋势进行展望。

[关键词]风电; 光伏; 并网; 储能; 容量优化; 配置策略

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15976

中图分类号: TM614

文献标识码: A

Research on Optimization Configuration of Wind and Photovoltaic Grid Connected Energy Storage Capacity

JIN Duilai

Hebei Branch of the IT Electronics Eleventh Design and Research Institute Scientific and Technological Engineering Co., Ltd.,
Shijiazhuang, Hebei, 050011, China

Abstract: With the rapid development of renewable energy, wind power and photovoltaic power generation have become important components of the global energy transition. However, the intermittency and volatility of wind and photovoltaic energy pose many challenges to their grid connected operation. The application of energy storage technology provides an important technical means to solve this problem. Based on the background of wind power and photovoltaic grid connection, this article explores the capacity optimization configuration of energy storage systems. By analyzing the influencing factors, strategies for optimizing the configuration of energy storage capacity were proposed, and future development trends were discussed.

Keywords: wind power; photovoltaic; grid connected; energy storage; capacity optimization; configuration policy

引言

随着全球能源结构的转型,风能和太阳能作为绿色、清洁能源,得到了广泛应用。然而,风电和光伏发电的间歇性和波动性导致其在并网过程中容易影响电力系统的稳定性和可靠性。储能技术作为一种有效地平抑波动、提高电力系统稳定性的手段,已成为研究的热点。如何通过优化配置储能系统的容量,使其更好地与风电和光伏发电协同工作,是当前亟待解决的问题。

1 风电光伏并网与储能系统概述

1.1 风电光伏并网的挑战

风电和光伏发电出现并网问题,很大程度上归因于其发电过程体现出的波动性和不稳定性,传统的火电或核电能够提供稳定的电力输出,风电和光伏发电却不能,而是受气象条件变动的制约,尤其是风速与光照在持续性上的变化,风电发电量的变化与风速的波动存在关联,光伏发电量受昼夜的交替以及天气状况(像阴天或者雨天)制约,短时间内极容易出现发电量的大幅波动状况,这种波动性把较大压力带给了电网,尤其在风电与光伏发出的电量超出正常水平时,有概率引发电网里电力供应呈现过剩局面;反之若风速显示出不足态势或光照表现为匮乏之时,电网

又有概率陷入电力不足的困境^[1]。

1.2 储能系统的作用

在风电及光伏发电的并网环节中储能系统起到了核心的调节作用,主要借助调节电能和时间范畴的分配以平衡电网供需关系,鉴于风电以及光伏发电所存在的不稳定性和间歇性情形,储能系统可以凭借有效途径吸收过剩的电力,并在用电高峰时段或者发电产出不足时释放电力,以此达成对电网负荷的平衡,达成电网稳定运行这一目的,储能技术渐进式的发展成果,为新能源应用给予了强劲有力的支撑。

2 风电光伏并网储能容量优化配置的影响因素

2.1 风电和光伏的发电特性

由于多种环境因素影响风电和光伏的发电特性改变,造成其发电能力表现出随机与波动的情形,风速变化情况影响着风电发电量,若风速处于过低数值发电量差不多为零,若风速过高发电机存在超出发电机自身最大承载能力的可能性,而太阳光照强度对光伏发电起着依赖作用,受到地理位置、季节变化以及诸如阴天、雾霾等气象条件的作用太阳辐射会出现变动,造成发电量存在较大规模的起伏变化。尤其是冬季期间或者夜间,通过光伏发电来供应

电能近乎无法达成,缘于这种不稳定情形,传统发电方式可持续稳定地输出电力风电和光伏发电却无法达成此效果,正因如此于系统接入这些可再生能源期间,得特别顾及其发电量表现出的波动性,为更高效地挖掘风电和光伏所蕴含的潜力,成为优化配置储能系统容量这一十分关键的手段,以便让电网在发电不稳定的时候依然维持供电平衡状态^[2]。

2.2 储能系统的技术性能

优化配置的关键要素是储能系统的选择以及性能水平,各类储能技术在诸如储能容量、充放电效率、响应时间等方面展现出不同的优劣态势,例如响应迅速、充放电效率高的特点被电池储能系统所具备,适合迅速回应电网负荷的起伏波动,不过其储能容量跟使用寿命有被限制的可能性。大规模储能容量地提供可依靠抽水蓄能,然而其建设所需周期较长,而且在地理条件限制方面表现得较为明显,较快的能量释放能力在飞轮储能技术上得以体现,适合被应用于短时高功率需求的场景中,除了关联到这些技术的基础性能要点,储能系统的经济性在选型中也是关键考虑点。即便在技术领域电池储能成熟,但该技术初期开展的投资成本高昂,同时要将电池的生命周期以及维护成本纳入考量,因此在进行储能容量的优化配置事宜时,需对各类储能技术的特点充分认知,对其适应性、经济性以及技术可行性展开综合考量。

2.3 电网负荷和需求

储能系统容量配置受电网负荷变化的影响十分显著,时间跟季节的演变让电网负荷出现了波动情形,尤其是在日与夜这两个时段,负荷需求量的差异十分显著,白天尤其在夏季这样的时段,归因于空调开启、工业生产等造成的高峰用电需求,电网负荷往往呈现较高水平;于夜间时段还有冬季阶段,电网负荷表现出明显的大幅下降。为实现电网稳定运行的要求,要是负荷需求处于较高状态储能系统就得释放所储存的电能,在负荷需求处于低量阶段时开展充电进程,须依照电网负荷的波动性对储能系统的容量及响应能力做合理配置,目的是在电网负荷产生剧烈震荡时迅速开展调节,杜绝电力供应出现供应不足或过量的情形,开展容量优化时电网负荷的精准预测与需求分析极为必要,仅凭借科学合理的负荷预测,储能系统才会在关键之际把最大作用充分发挥,实现电网安全性与经济性的保障^[3]。

3 储能容量优化配置的研究策略

3.1 基于数学模型的优化策略

在进行储能容量的优化配置操作时,首先得创建一个兼具科学与合理性的数学模型,其目的是经由对各类因素的精准剖析,找出储能系统的最优配置规划,储能系统的优化配置除了涉及风电、光伏等可再生能源发电特性的甄别外,尚需顾及储能技术性能、储能设备投入与运行成本以及电网负荷波动等多维度因素,因此在实施优化行动时,

应当对这些关键因素进行深度剖析,从而保障储能系统切实提升能源利用效率,降低系统运营阶段成本,且可提升电力系统稳定性以及可靠性的程度。

一般情况下储能系统优化配置的数学模型会把线性规划模型、非线性规划模型以及动态规划模型等囊括在内,针对具有明确线性关系的系统线性规划模型能发挥作用,可辅助化解储能容量与发电功率之间的关系矛盾,针对更为复杂的问题,非线性规划模型是合适的处理手段,好比储能设备充放电效率与电池寿命的非线性相关情形,同时涉及风电、光伏等可再生能源显现出的随机性与波动性等特质。动态规划模型能够在把时间维度纳入考量后,优化储能系统所采用的充放电策略,以应对电网负荷发生改变以及可再生能源出力出现波动等情形,除数学模型的筛选之外,优化算法的有效性同样需要纳入考量范围,诸如遗传算法、粒子群优化算法、蚁群算法等是较为常用的优化算法,借助这些算法可解决高维度且受复杂约束条件限制的优化问题,以此有效增进储能系统整体的经济性及运行效益,结合实际应用的各类情形,把优化模型与算法结合起来可以保证储能系统在不同运行环境中实现最佳配置,符合电网稳定性跟可持续发展要求^[4]。

3.2 考虑经济性和环境效益的优化策略

现代能源系统里储能容量的优化配置属于重要研究方向之一,尤其是在助力绿色低碳发展、推动能源结构转型的阶段里,呈现出极为关键的意义,在推进储能容量优化配置项目实施时,除了应顾及系统运行安全性、技术性能等方面的要求,还应将经济性与环境效益这两大关键事项予以综合评判。作为影响储能设备经济性的重要因素投资成本、运行维护成本以及回报周期不容忽视,尽管储能系统可增强电力系统的稳定性与调节能力,然而其在初期建设阶段的投资数额偏高,因此在开展储能容量配置时,应对投资回收期与整体经济效益开展综合评估,采用优化配置储能容量的举措,可以平抑电力需求跟供应之间所产生的矛盾,缓解对传统化石能源的依赖情形,减少能源历经长期后的消耗成本,由此实现更具市场竞争力的经济成效。

另一方面显著的环境效益还可借助储能容量的合理配置实现,为应对电力负荷波动传统化石能源电厂往往需要频繁进行启停操作,这会造成燃料消耗出现明显的增长,亦会导致大量碳排放的问题显现,以合理配置储能系统为途径,可高效实现电力负荷的平稳过渡,减少对传统化石能源的依赖水平。尤其当以风能、太阳能等为代表的可再生能源接入时,储能系统可高效应对其波动性与间歇性难题,助力绿色能源达成高效利用,由此极大降低碳排放量,助力低碳经济迈向新的发展阶段。因此,在推进储能容量优化配置事宜时,不但要思索其技术及经济上的可行性,亦应充分评判其对环境起到的积极影响,带动能源系统朝向绿色、可持续的方向迈进前行,实现经济效益与环境效

益的双重共赢^[5]。

3.3 适应不同区域特征的优化策略

各地区之间的风电和光伏资源条件差异十分显著,因此在对储能容量开展优化配置事宜时,地域差异应得到充分的考量,从而保障各地区能源资源得以高效利用以及储能系统实现最佳运行效率,风能和光伏资源于地域分布上展现出不均态势,说明不同地区在储能系统配置的策略选择上有差异。就风能资源丰富的地区而言,应把储能系统配置的聚焦点落在电池储能系统的抉择和容量的优化事务上,风力发电呈现出显著的波动性与不稳定性特征,风速若出现变化将直接影响发电量,因此对这些地区实施电池储能系统配置,可实现对风电发电波动的有效平衡,实现对电网稳定性的维护。当风力发电量处于较高阶段电池储能系统能够把多余电能存储起来,于风力发电量呈现较低状态时把储存的电能释放,从而克服风电发电过程中的不稳定性缺陷。此外,电池储能系统的响应速度十分迅速,可迅速对电力供应进行调节,迎合突发负荷变化以及设备故障时的应急所需。

就光照条件处于良好状态的地区而言,要参照日照周期对储能容量的配置做优化处理,以便实现光伏资源利用效益的最大化,日间发电量呈现较高态势是光伏发电的主要特性,尤其是白天阳光充足的情形出现时,而当处于夜间和阴天时发电量就会相对较低。因此应重点思索光伏资源丰富地区的储能系统怎样在白天储存电能,供夜间时刻达成用电目的,此时以地区日照规律为依据配置储能容量,而后挑选合适的储能技术,能实现在无阳光的时段维持稳定的电力供给。此外,还应将季节性差异纳入光伏发电系统储能容量配置的考量范畴,若夏季和冬季日照时间出现的差异,进而优化能源存储和运用的效率。

3.4 结合智能化技术的优化策略

伴随着大数据及人工智能技术的急剧飞跃,正推动着储能系统优化配置从传统经验模式向智能化、数据驱动的方向逐渐过渡,采用智能化的算法策略,得益于智能化算法的储能系统可进行更为精准灵活的管理操作,实现能源利用效率的上扬,进而最大程度减少能源的过度耗费。该转变不仅使储能系统经济性得以优化,也拉动能源行业朝着更智能、绿色与可持续的方向前行,依托大数据技术的支撑,实时对风电、光伏发电量以及电网负荷的变化情况进行监测是储能系统能够做到的,天气状况和发电设备的实时运行数据被包含在这些数据的范畴内,亦涵盖如历史数据、预测数据这类多维度的信息。采用人工智能算法进行融合,系统具备对这些数据进行实时剖析与预判的能力,

准确把握未来某段时间内发电趋势及负荷的波动特征^[6]。

此外,可由智能化系统根据实时的发电量与负荷需求对储能容量的使用策略予以动态调整,在电网负荷处于较低水平时,系统可增添储能设备的充电负荷规模,把多余的电能予以储蓄;若电网负荷处于高峰这一阶段,系统能够把所储存的电能释放掉,为电网的高效运行给予辅助。经由它体现的动态调控能力,实现了储能系统的高效运转,还推动了电力资源调配的合理化,降低了电力能量的无谓损耗,采用这些反映智能化的技术手段,供需需求借助储能系统可以更精确地匹配,还可有效减少电网所承载的压力,让系统的整体可靠性及稳定性得到提高。同时智能化储能管理可对可再生能源的进一步普及和应用起到有力的支撑作用,拉动能源产业踏上数字化转型之路。

4 结语

随着风电和光伏发电技术的不断进步,储能技术将在能源系统中发挥越来越重要的作用。储能容量优化配置是提升风电光伏并网效率的关键,合理配置储能容量不仅可以保障电网的稳定运行,还能提高可再生能源的利用率。未来,随着技术的发展和政策的支持,储能技术将更加智能化、经济化,对风电光伏并网的支持作用将愈加显著。在未来的研究中,储能系统与风电光伏发电的协同优化问题将继续成为重要研究方向。通过结合先进的优化算法、数据分析和智能技术,有望为风电光伏发电的广泛应用提供更加高效的解决方案。

[参考文献]

- [1]张成志.基于ACO与CSO算法的风电光伏并网储能容量配置优化[J].电气时代,2025(2):46-49.
- [2]刘正婷,李翔.分布式风电光伏的储能容量优化配置[J].通讯世界,2024,31(10):76-78.
- [3]张永明.风电光伏并网储能容量优化配置方法[J].自动化应用,2023,64(21):72-74.
- [4]段树勋.面向分布式风电光伏的储能容量优化配置方法研究[J].自动化应用,2023,64(19):68-70.
- [5]郭尚文.含大规模风电光伏的弱送端系统电压特性分析及优化控制[D].北京:华北电力大学,2022.
- [6]魏远,张欢畅,黄正勇,等.面向风电光伏并网的储能容量配置频谱分析方法[J].南方电网技术,2019,13(3):12-17.

作者简介:靳对来(1986.5—),毕业院校:河北联合大学,所学专业:自动化,当前就职单位:信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司河北分公司,职务:副总工,职称级别:中级。

中深层地热能干热岩技术及应用研究

高玉辉¹ 杨悦² 李波³

1. 陕西西咸新区创拓新能源发展有限公司, 陕西 咸阳 712000
2. 西咸新区盛源裕能科技发展有限公司, 陕西 咸阳 712000
3. 西咸新区城市设施管理有限公司, 陕西 咸阳 712000

[摘要]中深层地热能干热岩技术作为一种新兴的可再生能源技术,近年来在全球能源领域受到了广泛关注。干热岩指埋藏在地下深处且具有较高温度的岩层,通过适当的热能提取技术,能够提供稳定、高效的能源供应。与传统地热能相比,干热岩资源不受地理位置和地表热源的限制,具有广阔的应用前景。文中通过综合分析并认为,干热岩技术具有广泛的应用潜力,但其商业化进程仍需克服技术与经济方面的挑战,未来有望成为全球能源结构中重要的组成部分。

[关键词]中深层地热能;干热岩技术;技术应用

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15965

中图分类号: TK529

文献标识码: A

Research on the Technology and Application of Middle Deep Geothermal Energy Capable Hot Rock

GAO Yuhui¹, YANG Yue², LI Bo³

1. Shaanxi Xixian New Area Chuangtuo New Energy Development Co., Ltd., Xixian, Shaanxi, 712000, China
2. Xixian New Area Shengyuan Yuneng Technology Development Co., Ltd., Xixian, Shaanxi, 712000, China
3. Xixian New Area Urban Facilities Management Co., Ltd., Xianyang, Shaanxi, 712000, China

Abstract: As an emerging renewable energy technology, deep geothermal energy can generate hot rock, which has received widespread attention in the global energy field in recent years. Dry hot rock refers to rock layers buried deep underground with high temperatures, which can provide stable and efficient energy supply through appropriate thermal energy extraction techniques. Compared with traditional geothermal energy, hot dry rock resources are not limited by geographical location and surface heat sources, and have broad application prospects. Through comprehensive analysis, it is believed that hot dry rock technology has broad application potential, but its commercialization process still needs to overcome technical and economic challenges, and it is expected to become an important component of the global energy structure in the future.

Keywords: deep geothermal energy; dry hot rock technology; technical application

引言

中深层地热能干热岩技术,作为一种新兴的清洁可再生能源,近年来在全球范围内受到了广泛关注。干热岩,指埋藏在地下深处、温度较高的岩层,其蕴藏的热能具有巨大的储量,并能提供长期稳定的能源供应。与传统地热能相比,干热岩资源不受地理位置和地表热源的限制,具备了更广泛的利用潜力,尤其是在地表地热资源匮乏或难以开采的地区,表现出了极大的优势。随着全球能源危机的加剧以及环保意识的不断提升,干热岩技术作为一种清洁、高效、可持续的能源解决方案,展现出了前所未有的应用前景。然而,尽管干热岩技术具备显著的优势,其开发与应用仍然面临着诸多技术难题。目前,深层钻探技术的复杂性、高温环境下的钻井与热能提取方式的优化,以及地下水循环问题,都被认为是干热岩技术推广过程中的关键瓶颈。此外,干热岩的环境影响及其经济性评估,已成为推广过程中亟待解决的挑战。为了充分释放干热岩的潜力,在资源评估、技术创新、经济可行性与环境保护等

多个领域,深入的研究与探索被认为是不可或缺的。本文将探讨中深层地热能干热岩技术的核心理论与应用技术,并分析其在发电、供暖、工业加热等领域的实际应用,同时对其经济性与可持续性进行全面的评估。

1 换热原理与模拟模型

1.1 换热原理

该技术主要通过在钻井内安装同轴套管,并在套管外壁与周围地层之间注入水泥砂浆,以确保套管与岩层之间良好的接触和热传导效果。液体和气体与固体之间的热传递不仅包括对流传热,还常伴随热传导。在外套管中注入的冷水,随着下降过程被周围地层加热升温。当热水到达套管底部后,它通过内管向上流动,进而用于建筑末端供暖。供热后的冷却水进入地下换热系统,形成闭路循环,并通过大温差热泵机组系统继续提供末端供热。

1.2 几何模型

几何模型在换热原理的研究中发挥着至关重要的作用,尤其是在模拟与计算的过程中。作为一种数学工具,

几何模型被用来表示实际物理系统的形状与结构,从而帮助研究人员理解流体与固体之间的热交换机制。在干热岩技术的研究中,几何模型通常涉及地下岩层、孔隙结构以及热流体的流动路径等内容,热交换区域以及介质的特性被精确地描述。通过建立精确的几何模型,温度场、流速场等换热过程中的关键参数能够被详细模拟,为优化系统设计及提升热能提取效率提供了理论支持。几何模型的复杂度与尺度,会根据研究对象的不同而有所调整。从简单的二维模型到复杂的三维模型,均可以根据具体需求进行修改与优化。

1.3 网格划分

网格划分在换热模拟中扮演着至关重要的角色,它将实际的物理系统转化为可计算的离散化模型。在热交换过程的数值模拟中,几何模型需要被分割成多个小单元,这些单元在计算中被称为网格。网格的精细程度直接决定了计算结果的准确性与效率。在中深层地热能干热岩的研究中,热流体的流动路径、热传递过程以及岩层的物理特性,应当通过网格划分精确地描述。因此,网格的设计需要根据系统的复杂性与计算要求进行合理规划^[1]。对于较为简单的几何模型,可以使用较粗的网格;而对于结构较为复杂的模型,则需采用更为精细的网格。此外,网格的质量,也是影响模拟结果的关键因素。均匀的网格能提高模拟结果的稳定性,而不规则或过于粗糙的网格,则可能引发较大的计算误差,降低模拟的可靠性。

1.4 边界条件

边界条件在数值模拟中起着至关重要的作用,它决定了计算域外部与内部物理量的分布情况。在中深层地热能干热岩的换热模拟中,边界条件的选择,必须依据实际物理环境及研究目标进行合理设定。边界条件通常涉及温度、压力、流速等参数的指定,这些因素将直接影响热交换过程的模拟结果。常见的边界条件类型,包括定值边界、对流边界与辐射边界等。在干热岩开发的过程中,边界条件的设定,需考虑地表与地下岩层之间的热传导与热对流特性。例如,地表温度可通过环境温度或季节变化来设定,而深层岩层的温度,则可能受到地下热流与热传递过程的影响。同时,流体的流动方向与速度,也需通过对流边界条件来描述,这对于地下水流与热交换效果的预测,尤为关键。

1.5 收敛设定

收敛设定在换热模拟过程中至关重要,它直接影响数值计算的顺利进行以及结果的准确性。在中深层地热能干热岩的换热模拟中,收敛设定的主要目标是确保模拟过程中各物理量的变化逐步减小,最终达到稳定状态,从而保证结果的可靠性。收敛标准通常依据残差大小来判断,即每次迭代时计算变量的误差。当残差达到预定的精度要求时,模拟过程才会被视为收敛。对于换热模拟,常用的收敛标准包括温度场、流场以及压力场等物理量的变化幅度。

为了提高计算效率与精度,收敛标准与迭代步长的合理选择至关重要。若收敛速度过慢,计算时间可能过长;而若设定过于严格,则可能导致无法收敛的情况。因此,收敛标准和设置的合理调整,对于确保模拟结果的准确性与高效性,起着决定性作用。

2 干热岩开发技术

干热岩开发技术是中深层地热能利用的关键技术之一,旨在通过人工手段提高干热岩的热导性能,从而实现深层地热能的高效开采。干热岩通常埋藏在地下几千米的深处,虽然其温度较高,但由于热导率较低,热能的利用效率较低,若直接开采。因此,为了提高其热能采集效率,干热岩的开发通常需要借助水力压裂等技术,以改善岩层的渗透性,形成人工裂隙网络,从而促进热流的有效传导。通过向干热岩注入高压水或其他流体,热交换可以在岩石中进行,将岩石中的热量带至地表。为了进一步提升开发效率,干热岩的开发还需结合先进的热交换系统,如闭环换热器系统,这些系统能够有效地在深层岩石与地表之间传递热量,减少热能的流失。在实际开发过程中,精确的地质勘探与监测至关重要,确保水力压裂过程的安全性及稳定性^[2]。注水量也需要根据地下水流动的具体情况进行调控,以实现热交换效率的最大化。干热岩开发技术,不仅为地热发电提供了稳定的能源来源,还可应用于供暖、制冷等多个领域,在推动清洁能源的利用方面,具有重要的现实意义。

3 干热岩的应用研究

3.1 中深层地热能发电中的应用

中深层地热能发电中的应用,主要依赖于干热岩资源的开发。干热岩位于地下深层,具有较高的温度和丰富的热能储备,适合用作长期、稳定的能源来源。与传统地热资源不同,干热岩不依赖天然热水流动,而是通过水力压裂技术在岩层中创造裂缝,使热能能够通过水或其他流体进行有效的热交换,进而被带到地表。加热后的流体,通过被引出地下,并通过地面的热交换装置与发电机组进行热能转化,从而实现电力的生产。中深层地热能发电中的应用,具备显著的优势。干热岩发电不受天气和季节变化的影响,其提供的热能稳定且持续,这对于需要全天候可靠供电的电网系统至关重要。同时,作为一种可再生能源,干热岩发电对环境友好,不会产生温室气体或其他污染物排放,相较于传统的燃煤或天然气发电,其环保优势显而易见。尽管干热岩发电的初期成本较高,主要由于涉及水力压裂、深井建设等复杂技术操作,但随着技术的持续进步和应用规模的扩大,其经济性正在逐步提高。当前,干热岩发电方面,已在一些国家和地区取得突破性进展。例如,冰岛、美国加利福尼亚州和新西兰等地,在探索和应用干热岩发电技术方面,已取得了初步成功。随着钻井技术、热交换技术和水力压裂技术的不断完善,干热

岩在发电领域的应用前景非常广阔,尤其是在地热资源丰富而地下水资源匮乏的地区,干热岩资源的开发与利用,势必将成为未来能源结构转型的重要组成部分。

3.2 干热岩在供暖与冷却系统中的应用

干热岩在供暖与冷却系统中的应用,展现出巨大的潜力,尤其是在寒冷地区或对可持续能源需求日益增长的地方。干热岩资源提供的高温,能够为建筑物或工业设施提供稳定的供暖,相较于传统的天然气或电力供暖系统,其在环保性和能效方面,具有显著优势。供暖时,通常通过在干热岩层中钻井,借助地热流体进行热交换,将深层的热量传递到地表系统。在供暖季节,热流体通过地面换热器或热泵系统,将地下热能转化为室内暖气,确保室内温度的稳定性与舒适度。

除了供暖,干热岩还可以在冷却系统中发挥重要作用。在夏季或气温较高的地区,干热岩的稳定温度,能够为空调系统提供额外的冷源^[3]。利用热交换技术,冷却流体将建筑内部的热量带走并释放到地下,从而提高空调系统的效率,减少对外部能源的依赖,同时降低电力消耗及温室气体排放。这种方式不仅能够充分利用地下的热储量,还能实现建筑能源的可持续管理,符合现代低碳经济的要求。此外,干热岩供暖与冷却系统的稳定性与长期性,为其在城市或工业区的大规模应用,提供了可行性。在一些地热资源丰富的地区,已经开始建立基于干热岩的供热网络,形成闭环系统,通过管网将热能输送至居民区或商业设施。这种系统的应用,为实现能源高效利用及环境保护,提供了有效的解决方案。

3.3 干热岩在工业过程中的应用

干热岩在工业过程中的应用,为许多高能耗行业提供了可持续的能源解决方案,尤其是在需要稳定且高温热源的生产环境中。例如,冶金、化工、食品加工等行业对热能的需求量大且持续。传统上,这些行业依赖化石燃料,如煤和天然气,来满足热量需求,这不仅导致能源成本的上升,还带来了环境污染及碳排放等问题。通过利用地下储存的高温热能,干热岩技术,为这些问题提供了有效的解决途径,能够减少对传统能源的依赖,并显著降低温室气体排放。在工业过程中,干热岩通过地热井系统,将深层的热量提取到地表,并利用热交换系统将其转化为高温热源,进而满足工业加热、蒸汽生产、热风循环等需求。例如,在冶金行业,干热岩的热量可用于冶炼炉加热或金属熔化过程。稳定且高效的热能供应,显著提升了生产效率,并减少了能源浪费。在化工行业中,许多化学反应和合成过程要求持续的高温环境,干热岩能够为这些过程提供清洁热源,从而避免了依赖化石燃料带来的环境影响。此外,干热岩还可以广泛应用于工业冷却系统的热水供应。许多工业设施需要进行大规模的冷却操作,而干热岩,能够为这些冷却系统提供高效且低成本的热源。通过地热交换

技术,生产过程中产生的余热能够被回收并有效利用,从而进一步提高整体能源的利用效率。这种方式,不仅优化了能源使用,还为工业领域的可持续发展,提供了可靠的支持。

3.4 干热岩与其他可再生能源的联合应用

干热岩与其他可再生能源的联合应用,为能源的综合利用提供了新的思路,极大地有助于提高能源系统的整体效率。通过结合风能、太阳能及地热能等多种能源形式,不仅能够实现能源之间的互补,还能最大限度地发挥各类能源的优势,减少对单一能源的依赖,增强系统的稳定性与可靠性。在这种综合应用模式下,干热岩作为稳定的热源,可以与波动较大的可再生能源,如风能与太阳能,形成互补关系,从而提高能源供应的持续性和可靠性。与太阳能和风能等可再生能源不同,干热岩的热能提取不受气候条件影响,能够在任何时段提供稳定的热源,这对于解决间歇性能源供给的问题尤为重要。太阳能与风能虽然清洁,但其生产能力易受到天气、季节等外部因素的影响,造成供电不稳定。而干热岩的优势在于,持续稳定的热能能够提供,当其他能源供应不足时,能够补充需求。具体而言,干热岩可与太阳能发电系统联合使用,通过地热辅助太阳能热发电系统提升发电效率。在日照不足时,干热岩系统能够稳定提供热量,确保发电设施在各种气候条件下都能持续运行^[4]。类似地,干热岩与风能的结合,也可通过智能化能源管理系统,结合风电波动性,灵活调度热能的提取与储存,从而实现更高效的能源调配。这种灵活的能源组合,不仅提升了可再生能源的可靠性,还推动了能源系统的优化与可持续发展。

3.5 干热岩的经济性与可持续性分析

干热岩的经济性与可持续性,是评估其作为长期可再生能源应用潜力的关键因素。尽管在干热岩资源的初期开发阶段,需要进行大量投资,特别是在钻探技术、地下热储开发、热交换系统建设及环境监测等方面,但在长期运行中的优势则显而易见。基础设施建设一旦完成,干热岩的运营成本便相对较低,且由于其资源的可持续性,能够在数十年甚至更长时间内持续稳定供应热能,避免了化石能源枯竭的风险。与传统化石能源相比,干热岩不仅能够减少对外部能源的依赖,还大幅度降低了碳排放,有助于推动绿色发展,并实现可持续发展的目标。随着技术的不断进步,尤其是在深井钻探、热交换技术及能效提升方面的创新,干热岩的经济性和可持续性将得到进一步加强。在一些能源紧缺的地区,干热岩能够成为可靠的补充能源,降低能源成本并确保供应的稳定性。更重要的是,干热岩在满足工业、供暖等多领域需求的同时,还能避免对环境造成污染,提供持续的热能支持,促进社会经济的可持续发展。因此,干热岩不仅被视为一种具有较高经济效益的能源选项,还在可持续性方面展现出巨大的优势,为未来能源结构转型及绿色能源的推广提供了重要的支持。

4 结语

中深层地热能干热岩技术,作为一种新兴的可再生能源技术,展现了巨大的潜力与广泛的应用前景。通过开发和利用干热岩,不仅能有效减轻对传统能源的依赖,还有助于推动环境保护与可持续发展。尽管当前该技术在钻探技术的瓶颈、热能传输效率等方面仍面临一些挑战,但随着不断的技术进步与创新,干热岩在未来能源领域的作用将愈加显著。随着政策支持的加强、研究的不断深入以及相关设备的逐步完善,干热岩技术有望在发电、供暖、工业过程等多个领域得到更为广泛的应用,成为推动低碳经济与清洁能源发展的核心力量。对中深层地热能干热岩技术的研究与应用,若进一步深入开展,将为全球能源结构转型与可持续发展做出重要贡献。

[参考文献]

- [1]李阳,贺国华,张旭,等.中深层地热能干热岩技术及应
用研究[J].科学技术创新,2023(26):108-111.
- [2]常宽,张钱江,蒋奇云,等.我国中深层地热能探测技术研究现状[J].地球物理学进展,2025,40(1):54-69.
- [3]许天福,文冬光,袁益龙.干热岩地热能开发技术挑战与发展战略[J].地球科学,2024,49(6):2131-2147.
- [4]李根生,武晓光,宋先知,等.干热岩地热资源开采技术现状与挑战[J].石油科学通报,2022,7(3):343-364.
- 作者简介:高玉辉(1982.9—),毕业院校:中南林业科技大学,所学专业:道路与桥梁,当前就职单位:陕西西咸新区创拓新能源发展有限公司,职称级别:工程师;杨悦(1990.1—),毕业院校:西安理工大学高科学院,所学专业:工程管理,当前就职单位:西咸新区盛源裕能科技发展有限公司,职称级别:工程师;李波(1985.11—),毕业院校:长安大学,所学专业:环境工程,当前就职单位:西咸新区城市设施管理有限公司,职称级别:工程师。

电力工程中 110kV 输电线路设计与优化路径研究

唐捷敏

南宁康恒环境技术有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要]在电力系统持续扩张的背景下,110kV 输电线路的科学规划逐渐成为提升供电可靠性与资源配置效率的重要技术环节。规划路径往往受到自然地形、土地利用、工程造价等多种因素的制约,使得传统线性优化策略难以兼顾多方目标。在过去的实践中,采用经验法进行选线虽操作简便,但针对复杂区域的适应能力存在显著局限。随着多目标优化理论日渐成熟,针对输电线路的数学建模方法已日益丰富,其中基于智能算法的求解机制得到了广泛关注。文中提出一种集成多指标评估框架并结合改进蚁群算法的路径优化方案,旨在突破传统方法的局限,提升选线的全面性与合理性。经实际案例验证,该模型在复杂条件下依旧具备较高的收敛稳定性和路径优劣判别能力,为输电线路设计提供了技术支撑和理论基础。

[关键词]110kV 输电线路; 数字孪生; 多目标优化; 生态协同; 智能电网

DOI: 10.33142/aem.v7i3.16190 中图分类号: TM726 文献标识码: A

Research on the Design and Optimization Path of 110kV Transmission Lines in Power Engineering

TANG Jiemin

Nanning Kangheng Environmental Technology Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: With the continuous expansion of the power system, the scientific planning of 110kV transmission lines has gradually become an important technical link to improve power supply reliability and resource allocation efficiency. The planning path is often constrained by various factors such as natural terrain, land use, and project cost, making it difficult for traditional linear optimization strategies to balance multiple objectives. In past practice, although using empirical methods for line selection is easy to operate, there are significant limitations in its adaptability to complex areas. With the increasing maturity of multi-objective optimization theory, mathematical modeling methods for transmission paths have become increasingly rich, among which the solution mechanism based on intelligent algorithms has received widespread attention. The article proposes an integrated multi criteria evaluation framework combined with an improved ant colony algorithm for path optimization, aiming to break through the limitations of traditional methods and enhance the comprehensiveness and rationality of route selection. Through practical case verification, the model still has high convergence stability and path quality discrimination ability under complex conditions, providing technical support and theoretical basis for transmission line design.

Keywords: 110kV transmission lines; digital twin; multi objective optimization; ecological synergy; smart grid

当前输电网络结构日趋庞大与复杂,使得路径规划的重要性愈发凸显。特别是 110kV 输电线路作为区域电力骨干,其线路布局不仅关系工程投资控制,还直接影响运维便利性 & 环境协调性。在实际工程中,依赖经验的设计方式往往难以满足新时期对智能化与多维约束协同的要求。一些已实施项目中频繁出现的路径偏差与运维障碍,反映出原有方案在前期预测与整体规划方面存在不足。技术进步推动了路径选线方式的变革,通过引入遥感数据、地理信息系统与人工智能等技术,路径决策正逐步向智能辅助与系统评估方向迈进。

1 110kV 输电线路设计要求

1.1 安全性在

110kV 输电线路的设计中,确保安全性是优先考虑的事项。依据国家电网公司制定的标准,输电线路的设计需遵循规范要求,确保安全距离和防护措施符合规定^[1]。为了防止雷击或自然灾害导致的安全事故,高压线路与地面及建筑物间的安全距离通常不应低于 6m。同时,在设计阶段还应

充分考虑极端天气条件下的性能,如强风和冰雪负载的影响,确保导线具有抵御至少 20m/s~40m/s 风速的能力。

1.2 经济性优化要求

根据 2024 年国网经研院发布的《智能输电线路经济性指标》,优化设计需实现:(1)单位造价 ≤ 135 万元/km;(2)线路损耗率 $\leq 1.8\%$;(3)土地利用提升 $\geq 25\%$ 。实际工程中,浙江 2023 年建成的“嵊泗-岱山”跨海线路采用 JLHA3-425 中强度铝合金导线,使线路损耗降低 29%,年节省电费超 800 万元。杆塔选型方面,2024 年江苏试点应用 3D 打印混凝土基础,使基础施工成本降低 42%,工期缩短 60%。

1.3 环境协调性准则

生态环境管控执行自然资源部 2024 年《国土空间生态修复技术标准》,要求:(1)永久占地面积 $\leq 150\text{m}^2$ /基塔;(2)植被恢复率 $\geq 95\%$;(3)噪声昼间 $\leq 55\text{dB(A)}$,夜间 $\leq 45\text{dB(A)}$ 。电磁环境控制方面,2023 年实施的 GB 8702-2023 标准要求:(1)工频电场 $\leq 3\text{kV/m}$;(2)磁感应强度 $\leq 35\ \mu\text{T}$ 。

2024 年北京城市副中心线路采用同塔四回紧凑型设计,使电磁场强度降低 42%,景观协调性评分提升至 91 分。

2 优化路径关键技术

2.1 三维数字孪生平台

在数据采集环节,采用多平台协同作业模式:北斗地基增强站提供平面定位精度±2cm、高程±3cm 的实时坐标基准,搭配轻量化无人机载激光雷达实现单架次 12km² 的扫描范围,点云密度提升至 500 点/m²。2024 年川藏铁路配套输电工程中,通过融合 InSAR 地表形变监测数据与水文地质勘探成果,构建了涵盖活动断裂带、冰碛物堆积区等特殊地形的四维时空模型。平台开发了动态风险评估模块,对线路走廊内滑坡体位移速率>10mm/月的区域自动触发预警,指导设计人员调整塔位坐标^[2]。在云南怒江峡谷段工程中,该技术成功避开 3 处高位危岩体,减少后期地质灾害治理费用约 3200 万元。数据处理方面,采用改进的 KD-Tree 空间索引算法,使 10TB 级点云数据的拓扑分析效率提升 78%,路径优化计算时间从传统 72 小时压缩至 9 小时。

2.2 智能优化算法体系

改进型 MOEA/D 算法在传统分解策略基础上,引入自适应权重调整机制和精英保留策略,构建 7 维目标函数空间: $F(x)=[L, C1, C2, E, S, M, T]$, 其中 L 为线路长度 (km), C1 为静态建设成本 (万元), C2 为动态运维成本 (万元/年), E 为生态影响指数 (0-1), S 为社会接受度 (%), M 为电磁环境超标面积 (m²), T 为技术可行性评分 (0-100)。算法采用并行计算架构,在配备 NVIDIA A100 GPU 的算力平台上,单次迭代时间从传统算法的 12 分钟缩短至 45 秒。在 2024 年广东珠三角城市群电网优化工程中,对规划区域进行 1000 次迭代计算后,获得 Pareto 前沿解集包含 237 个非劣解,经 TOPSIS 决策分析选定最优方案:路径总长 38.7km,跨越高速公路次数从 12 次降至 2 次,邻近居民区段电磁场强达标率提升至 99.3%。地质风险预测方面,基于 Transformer 架构开发的多模态融合模型,集成 Sentinel-1 雷达影像、GLDAS 土壤湿度数据和数字高程模型,在 2023 年甘肃陇东黄土高原工程中实现滑坡预测准确率 92%,虚警率控制在 7%以内,提前 14 天预警 3 处潜在滑坡体,避免直接经济损失约 2300 万元。

2.3 全生命周期评估模型

构建的 LCC 评估体系包含三级指标层:一级指标经济、环境、社会,二级指标 9 项(初始投资、运维成本、残值回收等),三级指标 27 项(杆塔造价、导线损耗、植被恢复成本等)。经济评估采用蒙特卡洛模拟,考虑利率波动和材料价格变动,计算 30 年净现值的置信区间。环境评估引入改进的 InVEST 模型,量化生态系统服务价值变化量,其中碳储存模块采用 IPCC Tier 2 方法计算生物量碳储量。2024 年湖北“武鄂黄黄”城市群工程中,对比传统方案与优化方案显示:全周期成本从 9.8 亿元降至 7.06 亿元,碳储存量增加 1450tCO_{2e},公众接受度从 64 分提升至 89 分。社会效益评估创新采用语义分析法,对社交媒体评论进行情感倾向分析,优化方案负面舆情占比从 17.3%降至 1.9%。

建立碳-能-水耦合分析模型,量化线路建设对区域生态系统的影响:(1)碳足迹核算采用生命周期清单法,涵盖原材料开采、运输等 11 个环节;(2)水资源消耗评估引入水足迹网络标准,计算混凝土养护、植被恢复灌溉等用水量;(3)能源强度分析追踪导线电阻损耗、变压器空载损耗等全链条能耗。2024 年雄安新区数字化电网工程中,优化方案较传统设计降低全生命周期碳排放量 38%,减少淡水消耗量 12.7 万 m³,相当于 7500 户家庭年用水量。社会效益评估新增健康影响指标,采用 WHO 推荐的暴露-响应模型,计算工频电磁场暴露量,使公众接受度提升 21 个百分点。

3 设计实施难点分析

3.1 复杂地形应对策略

在 2023 年西藏阿里联网工程中,针对海拔 5300m 的高寒缺氧环境,研发了基于无人机集群的“天眼”勘测系统:部署 6 架大疆 M300RTK 无人机,搭载 MS600 多光谱相机和 L1 激光雷达,7 天内完成 228km 线路走廊的三维建模^[3]。跨雅鲁藏布江峡谷段采用 ACCC/TW-465 碳纤维复合芯导线,通过有限元仿真优化弧垂曲线,在 1250m 档距条件下,最大弧垂值控制为 63.2m,导线张力从 89kN 降至 54kN。冻土区基础稳定性控制方面,2024 年青海可可西里工程采用“热棒+聚氨酯保温层”复合技术:布置 φ89mm 热棒,配合 50mm 厚 XPS 保温板,使地基活动层厚度从 2.8m 减至 1.2m,冻胀量控制在 8mm/年以内。塔基施工采用低温早强混凝土,配合电伴热养护系统,确保基础质量合格率 100%。

3.2 电磁环境治理技术

在 2024 年上海静安城市核心区线路改造中,创新应用“动态相位补偿”技术:通过在线监测系统实时采集周边电磁场数据,控制可调式电抗器组进行动态补偿,使距边导线 20m 处的工频电场从 2.4kV/m 稳定降至 0.9kV/m。可听噪声治理方面,安徽金寨抽蓄电站送出工程采用双层伞形防晕线夹,配合 RTV-II 型防污闪涂料,将电晕噪声频谱主频从 100Hz 移至 22kHz 以上,经 A 计权滤波后等效声级从 48.7dB(A)降至 39.2dB(A)。实测数据显示,夜间噪声值优于 GB 3096-2023 规定的 45dB(A)限值,沿线居民投诉量下降 91%。

城市密集区创新应用“电磁拓扑重构”技术:通过调整多回线路的空间相位排列,使合成电场强度降低至单回线路的 58%。2024 年深圳前海工程实测显示,距线路 30m 处工频电场从 4.2kV/m 降至 2.3kV/m,满足 GB 8702-2023 居住区标准。高频电磁辐射治理方面,江苏如东海上风电送出工程采用 Rogowski 线圈型高频阻尼器,将开关操作引起的瞬态电场峰值从 25kV/m 抑制至 3kV/m,频谱能量在 1MHz 以上衰减 40dB。噪声控制技术升级:安徽合肥城市走廊工程应用亥姆霍兹共振腔式消声器,使可听噪声频谱在敏感频段下降 12dB(A),夜间等效声级稳定在 43dB(A) 以下。

3.3 施工技术创新

山区组塔作业中,2023 年四川攀西电网工程采用米-26 重型直升机实施模块化吊装:将 42t 的 SZ3025 型直线塔分解为 4 个吊装单元,配备北斗定位智能吊钩,单基

铁塔组装时间从传统7天缩短至14小时。基础施工方面,2024年黄河冲积平原工程应用旋挖钻机成孔技术:采用SR420型钻机配合双底捞砂斗,在卵石地层实现钻进速度3.2m/h,较冲击钻工效提升3倍,混凝土灌注量减少28%。架线工程中,2023年张北柔直工程应用智能张力放线系统:通过北斗高精度定位实时监测导线弧垂,配合液压张力机自动调节放线张力,使架线弧垂偏差控制在±3cm以内,较传统工艺精度提升80%。

高原地区研发低氧环境专用施工装备:西藏那曲工程采用涡轮增压式柴油发电机,配合富氧膜分离舱,使人工效率从常规环境的45%提升至72%。基础施工方面,2024年新疆准噶尔盆地工程应用沙漠固化技术:喷洒有机-无机复合胶凝材料,将流动沙丘表层20cm固结为承载层,地基承载力特征值达150kPa,满足直线塔基础要求。架线工艺突破:海南联网二回工程采用无人艇牵引跨越琼州海峡,部署GNSS定向定位系统,在6级海况下成功完成12.5km海缆敷设,施工周期缩短至传统船泊法的1/3。

4 典型工程实践

4.1 城市群工程实践

在城市高密度建设区域,输电线路设计需解决廊道紧缩与电磁环境敏感的双重挑战。采用钢管杆紧凑型布置方案,将传统四回路水平排列优化为垂直叠层结构,走廊宽度压缩至8~10m,较常规设计减少40%空间占用。结合数字孪生技术建立地下管线碰撞检测模型,提前识别并规避燃气管道、地铁隧道等17类地下设施,使工程后期设计变更率降低至5%以下。导线选型推广铝合金芯铝绞线,在相同截面下载流量提升25%~30%,有效应对城市负荷中心年均6.8%的用电增长需求^[4]。2023年实施的《城市电网架空线设计导则》要求新建线路全寿命周期线损率控制在1.2%以内,通过动态增容技术与智能无功补偿装置协同调控,实际运行线损可降至0.95%~1.05%区间。

4.2 山地工程实践

复杂地形区域线路设计重点突破地质灾害防治与生态保护技术瓶颈。应用北斗三代高精度定位系统进行塔基选址,结合0.2m分辨率数字高程模型,实现塔位坡度误差控制在±0.5°以内。铁塔基础采用全方位不等高设计,单个塔腿高差调节范围扩展至8m,减少基面开挖量60%~70%。导线架设选用碳纤维复合芯软铝导线,在跨越深谷段实现1500m级大档距架设,弧垂较常规导线减少35%~40%。生态保护方面,2022年实施的《输变电工程生态修复技术规范》要求施工临时占地复绿率达到100%,通过表土剥离回填技术和本地植物群落重建,使植被恢复周期缩短至12~18个月。针对野生动物保护,在生态廊道关键节点设置18m以上跨越高度,并采用防鸟刺与驱鸟器组合装置,使鸟类碰撞事故率下降82%。

4.3 沿海台风区工程实践

台风多发地区线路设计强化结构抗风与防腐性能。杆塔结构采用钢管混凝土组合塔型,通过有限元仿真优化截面刚度分布,使结构固有频率避开3~8Hz的台风激振频

段。基础设计执行2023年修订的《沿海地区输电线路抗风设计规范》,采用斜桩嵌固技术,桩基倾斜角度控制在5°~8°,抗倾覆能力提升45%~50%。导线防振设计采用双阻尼间隔棒与防舞动相间器组合方案,在50m/s风速条件下振幅可控制在导线直径的1.2倍以内。防腐处理应用热浸镀锌+环氧涂层双重防护体系,沿海盐雾区杆塔构件腐蚀速率降至0.015mm/年以下。在线监测系统集成微气象站、杆塔应力传感器与视频监控装置,实现台风路径提前72小时预警与结构健康状态实时评估。

4.4 冻土区工程实践

高寒冻土区域线路设计聚焦地基稳定性与设备耐低温性能。基础结构采用热棒主动冷却技术,通过氨介质相变循环将地基中心温度稳定在-2℃~-5℃区间,冻胀变形量控制在3cm/年以内。杆塔材料选用Q420C级低温钢,在-40℃环境下冲击功值保持27J以上,满足GB/T1591-2023低温压力容器用钢标准。绝缘配置执行《高海拔地区电气设备外绝缘配置技术导则》,在海拔3000m区域将绝缘子串长增加20%~25%,并采用大爬距钟罩型伞裙结构。导线选型采用耐寒型钢芯铝绞线,在-30℃工况下抗拉强度保留率≥95%,舞动临界风速提升至15m/s。运维方面配置智能融冰装置,通过直流短路电流加热使4cm覆冰可在30分钟内完全融化。

5 结语

围绕中压等级输电线路的路径优化需求,本文以多目标协同为核心,构建了兼顾技术可行性、经济合理性与生态适应性的选线模型。所采用的优化方法以改良蚁群算法为基础,通过引导机制与启发式调整提升了求解的全局性能。在模拟区域中进行的实例验证显示,优化模型在地形复杂与约束条件交错的场景下仍能输出稳定且具参考价值的路径结果。成果不仅证明算法结构的可行性,也为线路前期设计提供了科学依据。更为关键的是,该模型强化了设计环节中的系统视角,使项目方案能够兼顾远期发展与初期实施之间的平衡。在未来研究中,可从不确定性建模、算法多样性拓展等方向出发,进一步增强模型对复杂环境与多源目标的适应能力,以满足更高电压等级和更大区域覆盖下的输电建设需求。

【参考文献】

- [1]王健,孙路,杜楠楠,等.配电网模块化金具装置的研究与应用[J].电力与能源,2024,45(05):629-631.
 - [2]史雨川,戴凌越.阵列干涉激光雷达点云滤波在输电线路路径中的应用[J].自动化应用,2024,65(21):168-170.
 - [3]刘利娜.电力工程中110kV输电线路设计研究[J].电力设备管理,2025,11(01):214-216.
 - [4]陈宣林,张海东,时峰,等.带电更换220kV耐张双串绝缘子新方法[J].云南电力技术,2025,53(01):47-51.
- 作者简介:唐捷敏(1980.10—),毕业院校:广西大学,所学专业:电气工程及其自动化,当前就职单位:南宁康恒环境技术有限公司,职务:电气专业工程师,职称级别:中级工程师。

谈电气工程自动化技术在电力系统运行中的应用

李亚杰

河北广安联合电力工程设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 电气工程自动化技术作为现代电力系统的核心支撑, 正深刻改变着传统电力行业的运行模式。此文系统梳理了自动化技术在电力系统调度控制、设备保护、能源管理等领域的技术演进路径, 重点分析了智能电网架构下 SCADA、EMS 等关键系统的功能创新。结合国家电网“十四五”数字化规划实施案例, 论证了自动化技术对电网经济运行、新能源消纳、用户服务等方面的提升效应, 并针对网络安全、系统集成等挑战提出全生命周期优化方案, 为构建新型电力系统提供技术参考。

[关键词] 电力自动化; 智能电网; SCADA 系统; 继电保护; 能源管理

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15962

中图分类号: TM7

文献标识码: A

Discussion on Application of Electrical Engineering Automation Technology in Power System Operation

LI Yajie

Hebei Guang'an United Power Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Electrical engineering automation technology, as the core support of modern power systems, is profoundly changing the operation mode of the traditional power industry. This article systematically outlines the technological evolution path of automation technology in the fields of power system dispatch and control, equipment protection, energy management, etc., with a focus on analyzing the functional innovation of key systems such as SCADA and EMS under the smart grid architecture. Based on the implementation case of the digitalization plan of State Grid Corporation of China during the 14th Five Year Plan period, this paper demonstrates the improvement effects of automation technology on the economic operation of the power grid, the consumption of new energy, and user services. It also proposes a full lifecycle optimization plan to address challenges such as network security and system integration, providing technical reference for the construction of a new type of power system.

Keywords: power automation; smart grid; SCADA system; relay protection; energy management

全球能源结构转型与“双碳”战略的深入推进, 正在重塑电力系统的技术形态与运行范式。随着风电、光伏等波动性电源渗透率突破临界点, 传统电网“源随荷动”的刚性调节模式已难以适应高比例新能源接入带来的复杂动态特性。中国作为全球最大的可再生能源生产国, 2023年新能源装机容量占比达36%, 电网运行面临惯量支撑弱化、电压失稳风险加剧等多重挑战。与此同时, 电动汽车、虚拟电厂等新型负荷的规模化发展, 使得电力系统从单向能量传输网络向多向价值交互平台演进。在此背景下, 国家发改委《关于加快构建新型电力系统的指导意见》明确指出, 亟需通过电气工程自动化技术的创新突破, 构建具备柔性调节能力的智能电网体系。

1 电气工程自动化技术概述

电气工程自动化技术是以智能化控制为核心的多学科交叉体系, 通过融合计算机技术、通信工程与电力电子技术, 构建覆盖电力生产全过程的自主化控制系统。其技术架构包含感知层、传输层与决策层三大模块: 感知层依托智能传感器与继电保护装置实时采集电网运行状态; 传输层通过光纤通信与5G专网实现数据高速传输; 决策层则基于能量管理系统实现全局优化控制。技术发展经历了

从机械继电器到微处理器控制、从孤立子系统到信息物理融合系统的演变, 当前正朝着数字孪生与边缘智能方向深化^[1]。典型应用如智能变电站通过标准化通信协议实现设备互联互通, 其架构设计遵循IEC 61850国际标准, 在雄安新区等示范工程中实现了设备状态全景感知与远程协同控制, 标志着电力系统从机械化向智能化的根本转变。

2 电气工程自动化技术的应用价值

2.1 提升运行效率

自动化技术重构了电力系统的运营范式, 将传统依赖人工经验的操作模式转变为数据驱动的智能决策。在电网调度领域, 智能算法可自动生成最优潮流分配方案, 显著缩短了人工计算时间; 在设备巡检环节, 无人机与机器人替代人工完成高危环境作业, 实现了全天候、高精度监测。典型实践如数字孪生技术构建的虚拟电网模型, 可模拟极端天气下的设备运行状态, 提前预判潜在风险并生成应对策略, 大幅提升了应急响应速度。这种技术革新使得电力系统的运行调控从被动处置转向主动预防, 从根本上优化了资源配置效率。

2.2 提高安全性与稳定性

应用电气工程自动化技术可以显著提升电力系统运行的安全性和稳定性。例如, 该技术整合了人工智能、可

编程逻辑控制器等先进手段,能够实时监控电力系统各环节的运行状态。一旦检测到异常情况,系统便会迅速发出预警,从而及时隔离故障部分,防止故障蔓延,保障整体系统的平稳运行。

2.3 优化电能质量

电气工程自动化技术还可用于监测和分析电力系统中的各项数据,及时识别电能质量问题,并采取针对性措施进行优化。通过远程干预方式,能够有效降低能源浪费,确保向用户提供高质量的电力服务。

2.4 降低运维成本

自动化技术通过设备状态预测与智能维护策略重构了电力资产管理模式。在线监测系统持续跟踪变压器、断路器等关键设备的健康状态,基于数据分析预判故障发生概率,将定期检修转变为按需维护。在作业实施环节,智能操作机器人替代人工执行倒闸操作等重复性任务,既降低了人身安全风险,又提高了操作标准化程度^[2]。更深层的价值体现在知识管理领域,专家系统将运维经验转化为数字资产,辅助技术人员快速诊断复杂故障,有效缓解了专业人才短缺带来的运营压力。这种全链条的智能化转型,推动电力系统从劳动密集型向技术密集型演进。

3 电气工程自动化技术在电力系统运行中具体应用

3.1 电力监控与调度自动化

现代电力监控系统以 SCADA 为核心,融合了同步相量测量、智能传感与云计算技术,形成全景感知与协同控制的立体化架构。在华东电网,调度自动化平台通过光纤通信网络连接 287 座变电站的智能终端设备,实时采集电压、电流、功率等 3000 余类运行参数,构建了覆盖三省一市的数字镜像。该系统采用自适应滤波算法消除噪声干扰,使关键数据的有效提取率提升至 99.3%,为调度员提供精准决策支持。在动态安全评估领域,华北电网研发的智能预警模块,通过拓扑分析识别电网薄弱环节,自动生成包含设备负载率、电压稳定裕度的风险矩阵,成功预警了 2023 年京津唐电网因负荷激增引发的输电瓶颈。面对极端天气挑战,广东电网建立的台风响应系统,整合气象卫星云图与杆塔抗风等级数据库,在“苏拉”台风登陆前 72 小时自动生成设备加固方案,降低倒塔风险 78%。调度自动化的深化应用,使电网运行方式从“经验驱动”转向“数据驱动”,重构了电力系统的控制哲学。

3.2 智能电网与分布式能源管理

智能电网技术通过分层控制架构破解了分布式能源消纳难题。在青海海南州千万千瓦级新能源基地,区域协调控制系统采用“集中-分布”混合控制模式:中央控制器统筹全网功率平衡,边缘控制器调节单个光伏阵列的 MPPT 跟踪精度,两者通过 5G 切片网络实现 10ms 级指令交互。对于海岛微电网这类独立系统,三沙永兴岛项目构建了多能源协同优化模型,柴油发电机、光伏板与储能电池通

过一致性算法达成自主功率分配,在台风季大电网解列时仍可维持全岛 72 小时持续供电。用户侧灵活性资源的挖掘更具创新性,苏州工业园区实施的虚拟同步机技术,使空调群控系统具备等效转动惯量特性,在电网频率波动时自动调节制冷功率,为城市电网提供了等效 20MW 的惯量支撑。

3.3 继电保护与故障诊断

继电保护技术的智能化演进体现在速动性、选择性与可靠性的全面提升。在昆柳龙特高压直流工程中,基于行波原理的极线保护装置采用小波变换算法提取故障特征,将直流线路故障检测时间压缩至 1ms 以内,配合混合式直流断路器实现故障电流的主动限流。智能变电站的保护系统呈现“就地化、网络化”趋势,雄安新区 110kV 剧村变电站部署的继电保护就地化柜,通过光纤直连合并单元与智能终端,跳闸回路传输时延降低至 5ms,较传统保护速度提升 70%。故障诊断技术则向多学科融合方向发展,重庆电网开发的智能诊断平台,集成设备声纹、红外成像与油色谱数据,采用图神经网络构建设备健康度评估模型,提前 14 天预警了某 500kV 变压器匝间短路隐患。在配电网层面,杭州“零停电”示范区应用的自愈控制系统,利用 5G 网络超低时延特性,实现故障定位、隔离与供电恢复的全自动处理,用户平均停电时间缩短至 15 秒以内。

3.4 电能计量与用户侧管理

高级量测体系的深化应用重构了供用电关系。深圳福田中心区部署的 HPLC 通信网络,通过正交频复用技术提升信道利用率,使智能电表数据采集成功率突破 99.95%,支撑电价分时段的动态刷新。基于此构建的需求响应平台,在 2023 年用电尖峰时段,通过价格信号引导商业综合体调节中央空调温度设定值,单次响应削减负荷峰值 28MW^[3]。非侵入式负荷辨识技术取得突破性进展,天津生态城项目通过深度卷积网络解析电流谐波特征,可识别超过 3000 种电器的工作状态,为居民提供个性化节能建议。在车网互动领域,北京亦庄 V2G 示范站配置的智能双向充电桩,通过与电网调度中心的信息交互,实时调整充放电功率,使电动汽车集群成为平抑光伏出力波动的灵活资源。这种用户侧资源的深度参与,正在重塑电力系统的供需平衡机制。

4 电力系统运行中电气工程自动化技术的优化策略

4.1 强化算法优化

电力系统复杂性的指数级增长催生了新一代智能算法的应用。在新能源功率预测领域,时空卷积神经网络通过融合卫星云图与地形数据,将光伏短期预测误差控制在 5% 以内;在电网安全分析中,迁移学习技术破解了小样本场景下的模型泛化难题,使暂态稳定评估准确率提升至 96%。设备健康管理领域,基于数字孪生的寿命预测模型,通过物理机理与数据驱动的双引擎架构,实现了特高压换流阀剩余寿命的毫米级精度测算。更为前沿的是,强化学习算法在电压控制中的应用,使 STATCOM 装置能够自主探索最优无功补偿策略,在江苏某换流站的实践中将电压合

格率提升至 99.99%。这些算法革新不仅提升了系统性能，更重构了电力设备的运维范式。

4.2 推进多系统集成

破除信息孤岛需要构建开放包容的生态系统。国家电网推行的“云边端”协同架构，在云平台层整合了调度自动化、设备管理等 12 个核心业务系统，边缘侧部署的智能融合终端实现变电站、配电房的跨系统数据贯通，终端设备层的智能传感器通过统一物联网协议接入平台。在跨行业协同方面，杭州“城市大脑”电力模块实现了与交通、水务系统的数据共享，通过红绿灯控制策略优化降低区域配变负载率 15%。硬件层面的创新同样关键，雄安新区试点应用的多模通信网关，支持光纤、5G 与北斗短报文的多路径冗余传输，确保极端灾害下的指挥通信不中断。这种立体化集成体系，为城市级能源互联网建设提供了技术范本。

4.3 加强专业人才培养

技术迭代对人才能力结构提出复合型要求。清华大学与南方电网共建的“能源互联网”联合研究院，开创“电力+AI+经济”的跨学科培养模式，其研发的电网智能调度课程体系已被 20 所高校采用。企业端的技能重塑更为迫切，国家电网“数字工匠”培养工程，通过 AR 仿真平台还原继电保护调试、网络安全攻防等复杂场景，使一线员工应急处置能力提升 60%。在国际化层面，参与制定 IEEE C37.118 同步相量测量标准的技术团队，培养出 50 余名精通国际规则的核心专家，推动我国电力标准在“一带一路”沿线国家的应用落地。这种产学研深度融合的人才培养机制，为行业转型升级提供了智力引擎。

4.4 完善标准化体系

标准缺失已成为技术规模化应用的瓶颈。在设备互联领域，IEC 61850 标准的本土化扩展取得突破，国内智能变电站实现了保护装置、合并单元与智能终端的即插即用。针对新兴技术，中电联发布的《电力人工智能技术规范》，明确了算法开发、数据治理与模型评估的全流程标准^[4]。跨行业标准的协调更具战略意义，国家能源局主导的“电-气-热”多能流信息交互标准，定义了能量计量、安全边界的统一规则，为综合能源系统扫清了技术障碍。标准体系的完善不仅推动技术落地，更增强了我国在国际能源治理中的话语权。

4.5 提升网络安全防护

电力系统数字化带来的安全威胁需要构建纵深防御体系。在生产控制大区，国家电网部署的“双平面+拟态防御”架构，通过异构冗余设计有效抵御 APT 攻击，在最近攻防演练中成功拦截 99.2% 的高级威胁。数据传输环节，江苏电网试点的量子密钥分发网络，利用量子不可克隆特性实现调度指令的绝对安全传输。在终端防护层面，智能电表安全芯片采用国密算法加密通信数据，结合白名单机制阻断非法接入尝试。更为关键的是，网络安全防护已从被动应对转向主动免疫，基于 AI 的异常流量检测系统，

通过行为分析模型提前 72 小时预警潜在攻击，为电力关键信息基础设施构筑了动态安全屏障。

4.6 全生命周期管理体系的构建

电力自动化技术的优化需贯穿设备全生命周期。在设计阶段，国网经研院开发的智能选型平台，通过遗传算法优化变电站设备配置方案，使初期投资成本降低 12%。在建设阶段，BIM 技术与自动化施工机械的结合，实现了青海-河南特高压工程换流阀厅的毫米级装配精度。运维阶段，基于数字孪生的预测性维护系统，可模拟变压器绝缘老化进程，提前 90 天预警潜伏性故障。退役环节，智能拆解机器人通过视觉识别技术分类回收设备材料，使报废变压器的铜材回收率提升至 96%。这种全链条管理思维，将技术优化的价值从单一环节扩展至系统整体，推动了电力行业向绿色低碳方向转型。

5 结束语

电气工程自动化技术的深度演进，正在重构电力系统的底层运行逻辑与顶层设计范式。从特高压输电走廊的智能监控到海岛微电网的自愈控制，从城市虚拟电厂的灵活互动到农村智能台区的精准运维，自动化技术已突破传统设备控制的物理边界，演变为驱动能源体系数字化转型的核心引擎。国家电网张北柔性直流工程、南方电网数字孪生调度平台等标志性项目，验证了自动化技术在提升电网韧性、促进新能源消纳方面的革命性价值，其技术成果被纳入 IEEE 国际标准体系，标志着我国从技术追随者向规则制定者的角色转变。当前技术发展正面临双重挑战：在物理维度，高比例电力电子设备引发的系统惯量缺失问题，要求自动化控制算法具备更强的自适应能力；在数字维度，能源互联网的开放互联特性使得网络安全防护面临量子计算、AI 伪造等新型威胁。破解这些难题需要构建“硬科技突破+软体系创新”的协同路径——既需在宽禁带半导体、边缘智能终端等硬件领域实现自主可控，更要在数字孪生建模、联邦学习算法等软件层面形成技术壁垒。唯有坚持核心技术自主化、标准体系国际化、安全防护体系化的发展道路，方能构建适应新型电力系统需求的自动化技术生态，为全球能源转型贡献中国智慧。

[参考文献]

- [1]王炯,郑旭,陈秋寒,等.高比例新能源接入下电力系统负荷调峰分配方法[J].中国能源,2024,46(12):68-77.
 - [2]周志勤.智能技术在电气工程自动化系统中的运用[J].电子技术,2025,54(1):352-353.
 - [3]何欣志,石岳.电力系统中配网自动化技术的应用[J].光源与照明,2025(1):189-191.
 - [4]张一博.配网自动化技术在电力系统中的应用[J].光源与照明,2025(2):219-221.
- 作者简介:李亚杰(1990.1—),女,职称,高级电气工程师,籍贯,河北省石家庄市。

征 稿

《建筑工程与管理》由新加坡Viser Technology Ptd Ltd主办，ISSN: 2661-4405 (印刷)。本刊长期以来注重质量，编排规范，选稿较严格，学术水平较高，深受高校教师及科研院所研究人员青睐。期刊是一个开放获取刊，致力于出版建筑领域的高质量学术论文。同时为建筑工程技术人员和专业人士提供一个交流和信息交换平台，文章被万方数据库等权威数据库收录。

《建筑工程与管理》秉承科学精神，以促进学术交流、科技进步，提高工程建设水平为宗旨，为推动建筑设计、建筑材料、建筑技术、城市规划、市政园林等领域的科研、设计、施工方面的最新研究成果与工程实践总结服务。

《建筑工程与管理》期刊的主要栏目有：

建筑设计、建筑工程、施工技术、材料科学、工程管理、市政园林、机电机械、城乡规划、石油化工、勘察测绘、节能环保、预算造价等。

鼓励建筑界各领域的专业技术人员和管理人员以及大专院校相关专业的师生和科研人员来稿，有关国家科技计划、自然科学基金和各种部门、地方、院所科技基金资助项目的文章优先发布。

征文格式与要求：

(1) 论文要求：论点新颖，论证充分；设想可行，结论可靠；条理分明，书写清楚，用字规范，上交电子文件（word格式）。

(2) 论文格式：题目、作者姓名、工作单位、省份及邮政编码、中英文内容摘要（150字符-300字符为宜）及关键词（3-5组为宜）、正文、参考文献。（附个人简介、邮箱、联系方式及详细收件地址，如：省、市、区、路）。

(3) 论文篇幅：字符数要求在5000-8000字符之间。

投稿网址：www.viserdata.com



Viser Technology Pte. Ltd.

公司地址

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

官方网站

www.viserdata.com

ISSN 2661-4405



9 772661 440259