



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

11

第7卷 总第77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11期（总第77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: 11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: 195 Pearl's Hill Terrace, #02-41,

Singapore 168976

学术主编: 金光虎

责任编辑: 金星

学术编委: 刘海涛 柳 洪

骆 辉 魏 柯

邢智权 丁 鹏

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

- 建筑电气照明系统的智能控制设计与人体舒适度适配研究 张冠泽 1
- 砖混结构房屋抗震加固设计的优化思路分析 张东蕴 4
- 民用建筑空调工程的节能设计思路分析 刘小玉 7
- 建筑设计中光影艺术的运用策略研究 程 浩 李心田 10
- 建筑电气照明系统节能设计要点研究 李 锦 13
- 老旧建筑电气改造的技术要点与实践 于雪晴 16

建筑工程

- 建筑电气系统中光伏并网技术的应用与能源互补策略研究 霍立民 19
- 建筑工程施工中深基坑支护施工的技术 李思锐 22
- 基于无障碍理念的城市建筑人性化设计实践研究 耿 莎 李 凌 25

施工技术

- 绿色理念下水利水电施工技术和管理措施研究 贾丽清 28
- 公路桥梁施工中钻孔灌注桩施工技术的应用分析 刘 蓓 32
- 市政道路桥梁施工中现场施工技术运用分析 朱哲仪 36
- 市政道路路基施工质量控制要点分析 刘韶凯 39
- 试论土木工程施工管理中出现问题及应对措施 赵 博 42

工程管理

- 水利工程施工建设进度管理与成本控制研究 王宏东 45
- 水利工程运行管理与水资源的可持续利用探究 马 龙 48
- 公路桥梁施工中信息化管理平台构建及应用研究 宋全龙 51
- 水利工程土石方开挖施工技术分析 刘胜军 54

基于 BIM 技术的建设工程监理精细化管理研究

..... 袁奇琦 58

复杂地质条件下深基坑施工安全风险及动态管控方案

..... 马金龙 61

水利工程安全生产管理体系构建与应用研究 张媛媛 64

机电机械

机电井双控系统的运维管理标准化体系构建 张 良 68

电气工程技术与电工电子技术应用研究

..... 王晓荣 71

PLC 的技术在电气工程及其自动化控制系统中的应用

..... 邵 吉 75

勘察测绘

现代测绘技术在国土调查中的应用与挑战

..... 吴振康 79

激光雷达的测绘技术在工程测绘中的应用

..... 刘雨川 82

预算造价

建筑工程造价的动态管理及成本控制分析

..... 黄穗韵 85

论土建工程造价失控的原因与应对方式探析 牛晓玉 89

市政工程造价审核中的常见问题及应对措施 郭晓萌 92

绿色建筑工程造价的影响因素及控制策略

..... 高坤峰 96

探讨交流

可持续发展视角下的水利闸站房建设设计与实施策略

..... 宋 扬 左廷萍 99

水电站安全生产标准化建设与实践效果研究 .. 李 杰 103

农田水利建设中节水灌溉技术的应用分析

..... 乔诚岗 106

水电工程移民安置验收要点分析及方法探索

..... 吴 昊 110

建筑电气照明系统的智能控制设计与人体舒适度适配研究

张冠泽

九易庄宸科技(集团)股份有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着智能建筑与绿色建筑理念的发展,电气照明系统的设计逐渐从单一的照明功能扩展到节能控制与人体舒适度的平衡。传统照明设计在节能与舒适性之间往往难以兼顾,无法满足不同场景下对光照强度、色温、分布均匀性以及动态调节的多样化需求。智能控制系统的引入为照明设计提供了新路径,它通过传感器、控制算法和人机交互界面,实现对照度、色温和光分布的精确调节,并能够依据人的生理节律和视觉心理进行适配。文中通过分析建筑电气照明系统的智能控制设计思路,探讨其在提升能源利用效率与人体舒适度方面的作用,研究多维度调控机制与适配策略,提出优化方案与发展方向。研究结果表明,基于智能控制的电气照明系统不仅能够有效降低能耗,还能改善工作与生活环境,促进人机和谐与建筑功能价值的提升。

[关键词]建筑电气;照明系统;智能控制;人体舒适度;适配研究

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18402 中图分类号: TU5 文献标识码: A

Research on Intelligent Control Design and Human Comfort Adaptation of Building Electrical Lighting System

ZHANG Guanze

Jiuyi Zhuangchen Technology (Group) Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the development of intelligent and green building concepts, the design of electrical lighting systems has gradually expanded from a single lighting function to a balance between energy-saving control and human comfort. Traditional lighting design often struggles to balance energy efficiency and comfort, and cannot meet the diverse needs of lighting intensity, color temperature, distribution uniformity, and dynamic adjustment in different scenarios. The introduction of intelligent control systems provides a new path for lighting design, which achieves precise adjustment of illuminance, color temperature, and light distribution through sensors, control algorithms, and human-computer interaction interfaces, and can adapt according to human physiological rhythms and visual psychology. The article analyzes the intelligent control design ideas of building electrical lighting systems, explores their role in improving energy efficiency and human comfort, studies multidimensional regulation mechanisms and adaptation strategies, and proposes optimization solutions and development directions. The research results indicate that electrical lighting systems based on intelligent control can not only effectively reduce energy consumption, but also improve the working and living environment, promote human-machine harmony, and enhance the functional value of buildings.

Keywords: building electrical; lighting system; intelligent control; human comfort; adaptation research

引言

建筑电气照明系统是建筑功能的重要组成部分,其设计直接影响建筑使用者的舒适体验与能耗水平。在现代社会,随着智能化与绿色化趋势的增强,照明系统的目标已不再局限于“点亮空间”,而是转向“智能适配”。这意味着系统不仅要保障照度达标,还需结合使用者的生理节律、视觉需求与心理感受,实现多维度的人本化设计。传统照明系统多以人工开关和固定光源为主,缺乏灵活性与适应性,容易造成能耗浪费或舒适度不足。智能控制的引入为照明系统提供了革新思路,它将信息技术、传感技术与控制技术相结合,实现照明环境与人体需求的动态匹配,提升了节能与舒适的双重效果。本文将围绕建筑电气照明系统的智能控制与人体舒适度适配展开研究,分析现有问题,总结关键设计原则,探讨优化与发展路径。

1 建筑电气照明系统的功能定位与发展趋势

1.1 照明系统的基本功能定位

建筑照明系统的功能并不仅仅局限于“点亮空间”,其核心目标在于为人类活动提供适宜的光环境。光环境的优劣直接影响到人的视觉清晰度、工作效率与心理舒适度。在居住建筑中,照明系统需要营造温馨宜人的氛围,保障生活活动的便利与安全;在办公建筑中,照明应突出清晰与高效的特点,以减少视觉疲劳,提高工作专注度;在商业建筑中,照明则兼具展示功能与心理引导作用,对消费行为具有直接影响。因此,建筑电气照明系统的基本功能定位应包括满足照度、亮度、显色性和分布均匀性等基本要求,并在不同建筑空间中形成差异化的光环境。

1.2 节能与绿色理念的推动

随着能源紧张与可持续发展战略的提出,照明能耗逐渐成为建筑节能的重要组成部分。据研究数据表明,在大

型公共建筑中，照明用电占总能耗的比例可高达 30% 以上。为实现节能减排目标，照明系统设计必须顺应绿色理念，采用高效节能光源，推广 LED 照明，优化电气布置，降低运行能耗。除了光源的节能，控制方式也是影响能耗的关键。通过智能调光、分区控制和感应控制，照明能耗可实现进一步下降。节能目标推动照明设计从“以满足需求为主”逐步转向“兼顾需求与节能”，形成绿色照明的发展趋势。

1.3 智能化与人本化的融合趋势

智能化与人本化已成为照明系统发展的两大核心趋势。智能化体现在照明系统能够通过传感器、算法与远程控制实现动态调节，从而避免传统照明的僵化与浪费。人本化则强调照明系统应从人的感知需求出发，不仅考虑物理指标，还关注心理体验和生理健康。例如，动态调节色温和亮度以符合人体生理节律，减少视觉不适；通过场景控制为使用者提供不同光环境，满足学习、休息、会议、娱乐等多样化需求。智能化与人本化的融合，使照明系统不再是附属功能，而是成为影响生活质量和健康水平的重要因素。

2 智能控制设计的核心要素

2.1 感知与数据采集技术

智能照明系统的运行离不开精准的感知与数据采集。光照传感器可实时采集室内外的光照强度，保证人工光源与自然光合理匹配；红外或超声波传感器用于识别人员位置与活动状态，实现“人来灯亮、人走灯灭”的动态控制；温湿度传感器与空气质量传感器则为光环境调节提供间接参考。数据采集层的全面性与准确性，直接影响到后续控制的有效性。随着物联网技术的发展，传感器的布设更加智能化与网络化，实现了多源数据的实时融合与上传，增强了照明系统对环境的感知深度与广度。

2.2 控制算法与逻辑优化

在感知与采集的基础上，控制算法成为智能照明系统的核心。传统照明控制以定时或人工调节为主，而智能控制则通过复杂的逻辑运算实现对光环境的动态调节。控制逻辑需兼顾能效与舒适度，采用模糊控制、PID 控制以及人工智能算法等实现精细化调节。例如，系统能够根据不同时间段自动匹配适宜的照度与色温，保障学习与工作时的清晰光环境，同时在休息时提供柔和光线，减少视觉负担。逻辑优化的重点在于减少不必要的能耗，避免频繁的开关操作造成能量浪费或用户干扰，实现节能与舒适度的平衡。

2.3 人机交互与多场景切换

智能照明不仅是自动化的结果，还需要与使用者形成有效交互。人机交互设计包括触控面板、移动终端应用、语音控制等多样化方式，使使用者能够根据自身需求进行个性化设置。多场景切换功能进一步丰富了照明系统的灵活性，通过预设学习、会议、观影、休憩等场景模式，用

户可一键实现光环境的快速调整。优秀的人机交互不仅提升使用体验，还能促进用户参与，使照明系统真正从“自动控制”迈向“智能伴随”。

3 人体舒适度适配的评价维度

3.1 视觉生理需求

视觉生理舒适度是照明适配的首要维度。照度水平直接决定了人眼对物体的识别清晰度。过低照度会导致视物模糊、注意力下降，而过高照度则可能造成视觉疲劳甚至眩光伤害。光分布的均匀性同样影响视觉体验，如果区域差异过大，容易产生视觉不平衡与不适。显色性是另一关键指标，良好的显色性能保证颜色辨识准确，特别在医疗、教育与商业环境中至关重要。因此，智能照明系统在设计时应依据相关标准，确保照度、均匀性与显色性满足人体视觉生理需求。

3.2 心理感受与情绪影响

光对心理的作用已得到广泛证实。不同色温、亮度和分布的光环境，会对人的情绪与心理状态产生直接影响。例如，冷色光能增强专注与效率，适用于工作与学习环境；暖色光则有助于放松和情绪稳定，更适合休闲与居住空间。光的分布形式亦能影响空间感受，均匀照明强调功能性，而局部照明更能营造氛围与层次感。智能照明通过对光色与亮度的动态调控，为用户营造心理适配的环境，提升幸福感与满意度。

3.3 生理节律与健康适配

人体的生物节律对光极为敏感，光照是调节昼夜节律的主要外部因素。长期处于与生理节律不匹配的光环境中，容易引发睡眠障碍、注意力下降和免疫力减弱。智能照明可通过模拟自然光的变化，促进人体生理节律的健康运行。例如在清晨提供逐渐增强且色温偏冷的光照，帮助人体快速进入清醒状态；在夜间提供柔和且色温偏暖的光照，促进褪黑素分泌，帮助放松与入睡。这种健康适配不仅提升舒适度，还对人体健康产生积极作用。

4 智能照明系统的节能与运行优化

4.1 自然光与人工光的协同利用

在节能优化的设计理念中，智能照明系统尤为强调对自然光的高效利用。通过在室内外布设光照传感器，系统能够实时监测环境光的强度变化，并自动调整人工光源的输出水平，以维持稳定舒适的光环境。例如，在采光条件优越的区域，系统会自动降低人工照明的照度，既满足使用需求，又避免不必要的能耗；在光照不足的区域，则会适当增加人工光源的输出，使空间光环境保持均衡。自然光与人工光的协同调控，使室内光环境更加符合人体视觉舒适度要求，同时显著降低电能消耗。长期运行中，这种模式能够有效减少能源浪费，延长照明设备的使用寿命，降低维护成本。自然光的充分利用不仅体现了节能理念，也符合绿色建筑的发展方向，为建筑照明系统实现可持续

发展提供了重要支撑。

4.2 负荷管理与能耗优化

负荷管理作为智能照明系统的重要功能，在提升运行效率和节能效果方面发挥着关键作用。通过对人员分布与活动规律的实时分析，系统能够实施精细化的分区控制与时间调度。例如，在人员密集的会议室保持适宜的高照度，为使用者提供良好的视觉环境；在空置的走廊或房间则自动调低亮度或关闭照明，从而减少能源浪费。借助大数据分析，系统还能对负荷变化趋势进行预测，根据建筑日常运行特征合理安排电力分配，避免在高峰时段对电网造成过大冲击。这样的管理方式不仅优化了电能的使用结构，也延长了照明设备的使用寿命，减少了维护与更换频率。负荷管理使照明系统能够在保障舒适与安全的前提下，实现能效水平的大幅提升，为建筑整体运行创造经济与环保双重价值，同时推动智慧化能源管理向更高层次发展。

4.3 维护与寿命管理

在智能控制的支持下，照明系统的维护与寿命管理变得更加高效和科学。系统能够对灯具的运行时间、电流波动和亮度变化进行实时监测，通过数据分析判断光源的老化程度，并在出现性能下降迹象时提前发出维护提示。这种方式有效避免了因大面积故障而导致的使用中断，确保照明环境的稳定性与可靠性。智能寿命管理不仅延长了灯具和相关设备的使用年限，还显著降低了维护频率和人工成本，为管理方节约了大量资源。与此同时，长期积累的运行数据能够为后续设计优化提供参考，使照明系统在全生命周期内都能保持高效运转。通过这种动态化与前瞻性的管理模式，照明系统逐渐从传统的被动维护转向主动管理，实现了安全、节能与经济效益的统一，为智慧建筑和绿色城市的发展提供了有力支撑。

5 未来发展方向与适配策略

5.1 人工智能驱动的自学习系统

未来的照明系统将更加注重自学习与自适应能力，通过人工智能算法不断提升运行的智能化水平。系统能够在长期使用中积累用户的行为数据，分析其使用习惯与偏好，从而自动生成最符合个体需求的照明模式。例如，当用户即将进入某一特定空间时，系统可以根据以往的使用规律提前完成光环境的调整，使照明亮度、色温和分布与场景需求高度契合，让用户获得最佳体验。自学习功能的引入使照明系统不再依赖固定的控制逻辑，而是具备了动态变化与个性化适配的能力。在办公场所，系统能够根据员工的作息和工作强度调整光环境；在居住空间，系统则会根据家庭成员的生活习惯提供更舒适的光照氛围。这种个性化和智能化的调控方式，不仅提升了用户的舒适度，也进一步推动了照明系统从传统控制走向智能交互的发展方向。

5.2 多技术融合的综合平台

智能照明的未来发展将与物联网、云计算和大数据技术深度融合，形成更加完善和高效的应用模式。通过物联网，照明设备之间能够实现互联互通，构建灵活的网络体系，使控制更为精准。云平台的引入则赋予系统远程控制与集中管理的能力，管理者可以在任何地点对照明状态进行调节与优化，提升管理效率。大数据分析在其中发挥关键作用，通过对用电行为和环境数据的深度挖掘，为照明策略的动态优化提供科学依据，使光环境能够更好地适应不同场景与需求。在多种技术融合的背景下，智能照明将不再只是建筑中的独立子系统，而是与暖通、安防、能源管理等系统协同运行，形成统一的智能管理平台。这样的协同模式不仅推动智慧建筑整体水平的提升，也为节能降耗、舒适体验和安全保障提供坚实支撑，展现出广阔的发展前景。

5.3 人本健康照明的深化

未来的照明设计将更加关注健康适配功能，把光环境与人体生理和心理需求紧密结合。研究工作将持续深入光照对人体内分泌调节、情绪状态和认知水平的作用机制，为科学制定光环境标准提供理论支撑。在实践层面，照明方案将不再仅仅追求亮度与能效，而是更加重视光的色温、亮度变化规律以及与自然节律的协调，使人们在居住和工作环境中获得更舒适与健康的体验。健康照明的发展不仅有助于提升家庭和办公场所的环境质量，还将在教育、医疗等公共领域发挥重要作用。例如，合理的光环境能够帮助学生保持专注，提高学习效率，也能改善医疗空间的舒适度，减轻患者焦虑。

6 结论

建筑电气照明系统正在经历由传统静态设计向智能化、人本化的转型。通过智能控制技术的应用，照明系统能够实现照度、色温和分布的动态调节，在满足基本照明需求的同时，提升节能水平与人体舒适度。研究表明，智能照明不仅能降低能耗，还能改善用户的视觉体验与心理健康，推动建筑功能价值的提升。未来，应加强人工智能、大数据与物联网的融合应用，构建更高水平的人本健康照明系统，为建筑智能化与可持续发展提供动力。

[参考文献]

- [1]王伟.智能照明控制系统在建筑电气中的应用研究[J].建筑电气,2021(5):56-61.
 - [2]李芳.人本照明理念下的建筑照明设计优化探讨[J].照明工程学报,2022(4):44-50.
 - [3]张强.建筑照明系统的智能控制与节能策略研究[J].中国建筑科学研究,2023(2):73-80.
- 作者简介：张冠泽（1998.3—），男，汉族，毕业学校：河北科技师范学院，现工作单位：九易庄宸科技（集团）股份有限公司。

砖混结构房屋抗震加固设计的优化思路分析

张东蕴

中铁建安工程设计院有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着我国城镇化进程不断推进,很多早期建成的砖混结构房屋由于设计标准低、材料老化等,抗震性能达不到现行规范要求,这给人民生命财产安全带来潜在威胁,因此文中针对砖混结构房屋抗震加固设计开展研究并系统分析其常见的抗震缺陷,例如结构整体性差、抗侧力构件不足、构造措施有欠缺等,并在此基础上提出砖混结构抗震加固的优化思路,涵盖结构整体性加固、墙体加固、楼板加固、基础加固等多方面的策略,在钢筋混凝土构造柱设置、钢筋混凝土圈梁增设、墙体加厚、钢筋网片设置、碳纤维布加固等方式下,能有效提升结构抗震能力。此外,加固设计中关键技术参数优化也被文中探讨,例如加固材料选择、加固构件布置与连接、变形协调性控制等。优化后的加固方案在提高结构抗震性能时,降低了工程造价、减少了施工难度、缩短了施工周期,这一研究成果为砖混结构房屋抗震加固设计提供理论依据和技术支持,对提升既有建筑抗震安全性有着重要意义。

[关键词]砖混结构; 抗震加固; 设计优化; 结构整体性; 加固技术

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18381

中图分类号: TU241

文献标识码: A

Analysis of Optimization Approaches for Seismic Reinforcement Design of Brick-mixed Structure Buildings

ZHANG Dongyun

China Railway Jian'an Engineering Design Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the continuous advancement of urbanization in China, many early brick-concrete buildings fail to meet current seismic code requirements due to low design standards and material aging, posing potential threats to people's lives and property. Therefore, this study focuses on the seismic reinforcement design of brick-concrete structures, systematically analyzing common seismic deficiencies such as poor structural integrity, insufficient lateral force-resisting components, and inadequate construction measures. Based on this, optimized reinforcement strategies are proposed, covering structural integrity reinforcement, wall reinforcement, floor slab reinforcement, and foundation reinforcement. Methods like adding reinforced concrete structural columns, installing reinforced concrete ring beams, thickening walls, applying steel mesh, and using carbon fiber fabric can effectively enhance seismic performance. Additionally, key technical parameters in reinforcement design are discussed, including material selection, reinforcement component arrangement and connection, and deformation coordination control. The optimized reinforcement solutions improve seismic performance while reducing construction costs, difficulty, and duration. This research provides theoretical foundations and technical support for seismic reinforcement design of brick-concrete structures, holding significant importance for enhancing the seismic safety of existing buildings.

Keywords: brick-concrete structure; seismic reinforcement; design optimization; structural integrity; reinforcement technology

引言

近些年来伴随着我国城镇化进程的快速推动,既有建筑的安全性问题逐渐暴露了出来,统计显示到2023年时在全国范围内还有超40%的城镇住宅属于砖混结构房屋,且大多是在上世纪80年代到90年代期间建造的,这些早些时候建造的砖混结构房屋因设计标准低、材料性能老化以及长期使用期间维护不到位,其抗震能力达不到现行《建筑抗震设计规范》要求,成为城市防灾减灾体系里的薄弱之处。尤其在地震高发区域,这种建筑的倒塌会严重影响人民生命财产安全。中国地震局发布近五年数据显示我国平均每年有约20次5级以上地震且部分震区砖混结构房屋损毁率达60%,这更突出了抗震加固的重要意义,

国内外很多学者针对这一状况在砖混结构抗震加固方面做了不少研究并提出多种加固技术和方法,然而在实际工程里依然存在许多如加固方案不够经济、施工难度较大、加固效果难量化评估等问题,所以怎样优化砖混结构房屋抗震加固设计以提高加固效率和经济性成了建筑行业急需解决的关键问题。本文依据砖混结构房屋常见的抗震缺陷全面探究了抗震加固的优化办法,着重剖析了结构整体性加固、墙体加固、楼板加固以及基础加固等多个方面的策略并且通过西藏日喀则市定日县6.8级地震工程实例证明了所提方案的有效性和可行性,研究成果不但给砖混结构房屋抗震加固提供理论支撑也给提升既有建筑整体抗震安全性打下实践根基。

1 砖混结构房屋抗震性能评估方法

1.1 现有砖混结构抗震性能缺陷分析

我国城镇化进程近年加快,使得既有建筑安全性问题越发受关注,统计显示全国砖混结构房屋现存占比超 40%,且大多建于上个世纪 80 到 90 年代,当年的设计规范和施工技术有限,所以抗震性能很欠缺,研究发现这类房屋结构整体性普遍较差,墙体和楼板连接弱,地震时结构容易局部破坏甚至整体坍塌,并且缺少抗侧力构件使得这种风险更为严重,在多层砖混结构里尤其如此,因为没有足够构造柱和圈梁,在水平地震力作用下墙体很难形成有效抗力体系,再加上在时间效应和长期荷载作用下建筑材料老化、早期砌体材料强度低、经几十年环境侵蚀后强度减弱等因素,都使砖混结构房屋抗震性能存在隐患,给城市安全带来潜在威胁。从行业背景看,住建部发布的《既有建筑抗震加固技术导则(2020 版)》指出,全国每年地震灾害造成的经济损失大概 40%跟既有建筑抗震能力不够有关,这就表明对抗震性能缺陷做系统评估很重要。

1.2 抗震性能评估指标体系构建

为了科学地评估砖混结构房屋的抗震性能,需要构建一个全面且具有针对性的评估指标体系,这个体系要包含结构整体性、抗侧力能力、构造措施完善程度以及材料性能等诸多维度。其中,结构整体性是评估核心指标之一,能用墙体和楼板连接质量、构造柱与圈梁布置情况等具体参数量化^[1]。抗侧力能力评估得把墙体厚度、砂浆强度、钢筋配置率等关键因素结合起来,因为这些参数直接影响结构在地震时的变形和承载能力。构造措施完善程度这一指标也不能忽略,必要拉结筋的设置、节点连接方式的合理性等都要统筹考虑。在日喀则市昂仁县达若乡进行灾后房屋评估项目中发现,评估时还要充分考虑材料性能受时间效应的影响,特别是使用年限长的砖混结构房屋,其砌体材料实际强度常常低于设计值,水泥砂浆强度甚至存在约等于零的情况,所以必须现场检测才能得到准确数据。我国在既有建筑抗震评估领域近五年取得显著进展,从行业发展现状看,《建筑抗震设计规范(GB 50011—2022)》已将相关研究成果纳入其中,不过现有的评估体系仍有局限,比如多参数耦合效应考虑不足从而在一定程度上影响了评估结果的准确性,所以以后的研究要加强多参数综合评估方法的开发和应用,提高评估体系的科学性与实用性。

1.3 多参数评估方法与实施流程

在上述评估指标体系的基础上提出一种多参数综合评估方法并将其实施流程明确下来,此方法的关键是把结构整体性、抗侧力能力、构造措施完善程度以及材料性能等多个维度的参数加以耦合分析以达成定量评估的目的,具体操作时首先要全面现场检测目标建筑以得到墙体厚度、砂浆强度、构造柱布置等基础数据,接着用有限元分析软件模拟地震作用下结构的响应且重点关注墙体开裂

模式、位移分布和应力集中区域,然后结合层次分析法确定各评估指标的权重系数进而算出综合评估得分,在实施流程上建议分数据采集、模型构建、参数优化和结果验证这四个阶段,需要注意的是数据采集阶段要重视检测精度以保证输入数据可靠、模型构建阶段得充分考虑实际工程中复杂的边界条件、参数优化阶段借调整加固方案来提升性能,最后在结果验证阶段通过对比加固前后的评估得分验证方案是否有效,实践中这种多参数评估方法可大大提高评估效率还能给后续加固设计提供科学依据,进而推动砖混结构房屋抗震加固技术不断发展进步。

2 砖混结构抗震加固关键技术与优化策略

2.1 结构构件加固技术比较与选择

早期设计标准低导致砖混结构房屋抗震性能差,在地震多发区更是如此,所以结构构件加固是提升整体抗震能力的关键,而且由于我国城镇化率不断提高,到 2022 年已达 65.2%,使得很多既有砖混结构建筑需要改造,例如墙体、楼板、基础这些主要构件加固的技术有加钢筋混凝土构造柱、碳纤维布加固、加厚墙体、钢筋网片加固等常用技术,但不同加固技术效果和经济性差别很大,碳纤维布加固虽然重量轻强度高,在提高抗侧力性能方面发挥了重大作用,但成本高。所以在具体工程里要综合加固效果、施工难易程度和经济性并根据建筑实际情况和抗震目标合理选技术,经对比分析发现多种加固技术一起用能更好满足结构整体性和抗震性能要求还能让经济效益最大^[2]。

2.2 整体性加固方案设计与优化

砖混结构房屋抗震性能的核心要素之一在于其整体性,在地震作用时若结构整体性欠缺就容易严重破坏甚至倒塌。研究显示这些年砖混结构整体性的问题主要是抗侧力构件不够、连接处薄弱、构造措施不到位等,为解决这些问题设计整体性加固方案须从多个方面着手。增设钢筋混凝土构造柱和圈梁,能使结构整体刚度和延性大大增强,这一技术在多层砖混结构加固中已被证实能有效减少地震时的位移反应。通过加钢筋网片或碳纤维布进行墙体加固,并与构造柱、圈梁连接,能使墙体抗剪能力与变形协调性进一步提高。通过基础加固来增加结构整体性也是结构加固的重要措施,软土地基情况下用桩基础加固或者地基注浆技术,基础承载力和稳定性会有效改善。对整体性加固方案进行优化设计不但能大幅提升结构抗震性能,而且能减小施工里的不确定性和风险,让既有建筑安全使用有了可靠保证^[3]。

2.3 基于性能的多目标加固优化模型

当下,当前砖混结构房屋改造的重要趋势是基于性能的抗震加固设计,此方法以结构于不同地震作用里的性能目标为导向,全面考量安全性、经济性与适用性等多个目标。研究显示,砖混结构房屋抗震加固要结合建筑物使用功能和重要性等级设定合理性能指标,在小震不坏、中震可修、大震

不倒的基础上构建多目标优化模型,将加固材料选择、构件布置方式、施工工艺等因素放进统一框架中,借助数学建模和数值模拟展开优化分析,例如用有限元分析软件对不同加固方案做仿真计算,评估其地震作用下响应特性并结合成本分析找出最优方案,实践证明,基于性能的多目标优化模型能保证抗震性能的同时有效降低工程造价、缩短施工周期,给砖混结构房屋抗震加固提供科学依据和技术支持。

2.4 材料选择与施工工艺优化

砖混结构抗震加固时,材料选择与施工工艺优化直接影响加固效果和工程成本。

近几年新材料、新技术的不断研发,加固材料种类越来越多,例如高性能混凝土、碳纤维复合材料、聚合物砂浆等,这些材料在强度、耐久性、施工便捷性上各有优势但也有一定局限,例如高性能混凝土能大大提升结构承载力但成本高,限制了广泛应用,碳纤维复合材料虽轻且强但对施工环境和操作技术要求高,所以在实际工程里应依据加固部位具体需求和施工条件合理选材。例如,在材料选择方面,除了考虑材料本身的性能优势,还需关注其与原有结构的相容性。例如,当选用高性能混凝土进行加固时,要确保其与原有砌体材料的弹性模量、热膨胀系数等参数相匹配,避免因材料性能差异导致加固部位出现应力集中或开裂等问题。

施工工艺优化也很关键,多层砖混结构中新旧材料黏结性能和变形协调性的保证是施工难点,若引进无损检测技术、实时监控系统等先进施工技术和质量控制手段,就能提升施工质量和效率,从而给加固工程成功实施提供保障。对于碳纤维复合材料,施工前需对基层表面进行严格处理,保证其平整、清洁、无油污,以充分发挥碳纤维的高强特性。针对多层砖混结构的特点,可采用分层分段施工的方法。在墙体加固时,先对墙体进行局部剔凿处理,清除疏松部分,然后分层涂抹聚合物砂浆或粘贴碳纤维布,每层施工完成后进行质量检查,确保无空鼓、脱落等缺陷后再进行下一层施工。对于钢筋混凝土构造柱和圈梁的施工,要严格控制钢筋的绑扎质量、混凝土浇筑的振捣密实度以及养护条件,保证构造柱和圈梁与墙体形成可靠连接,共同发挥抗震作用。同时,利用无损检测技术对加固部位的混凝土强度、钢筋锈蚀情况进行实时监测,及时发现潜在问题并采取措施处理。通过实时监控对施工过程进行全程跟踪,记录施工参数和质量数据,为后续的质量评估和验收提供依据。

2.5 加固效果评估与质量控制

砖混结构抗震加固设计中,加固效果评估与质量控制是重要一环,且直接影响加固方案的实际成效和长期性能。近些年来随着检测技术发展,超声波检测、红外热成像等非破坏性检测方法在加固工程质量评估里被广泛应用,这些技术可快速精准识别加固构件内部缺陷与粘结性能,以

给后续改进作依据。另外现场试验和数值模拟相结合能全面评估加固后结构抗震性能,如抗侧力能力、变形能力和耗能能力等关键指标,实践中严格施工管理与质量控制措施可大大提高加固工程可靠性并防止由于施工不当致使性能降低,最后科学评估加有效质量控制,加固方案在提升结构抗震性能时还能平衡经济性和安全性,从而让城市既有建筑安全使用得到坚实保障。

具体而言,在加固效果评估方面,需构建一套综合评估体系,该体系应涵盖加固后结构的强度、刚度、稳定性以及耗能能力等多个方面。通过现场加载试验、振动台试验或拟动力试验等手段,对加固后的结构进行实际性能测试,获取第一手数据。同时,结合数值模拟分析,对加固效果进行预测和验证,确保评估结果的准确性和可靠性。在质量控制方面,需从材料采购、施工工艺、施工过程监控到成品验收等各个环节进行严格把关。首先,选用符合设计要求的高质量加固材料,确保材料性能稳定可靠。其次,优化施工工艺,提高施工效率和质量。再次,加强施工过程监控,及时发现并纠正施工中的偏差。最后,通过严格的成品验收程序,确保加固工程达到设计要求和标准。

3 结论

既有建筑抗震性能的提升得到砖混结构房屋抗震加固设计优化研究的重要技术支持,近些年来伴随着我国城镇化率冲破百分之六十,诸多早期构筑的砖混结构房屋抗震性能不足的情况逐渐暴露了出来,特别在地震高发区域,此问题更为突显。通过对砖混结构房屋常见的抗震缺陷进行系统分析并结合工程实践给出优化方案,采用设置钢筋混凝土构造柱、增设圈梁、墙体加厚以及用碳纤维布加固等办法能大幅提升结构的整体性和抗侧力能力。与此同时,通过诸如材料选取以及构件布局等关键技术参数优化,能进一步强化加固成效的经济性与可行性。研究显示,优化后的加固方案在增强抗震性能之余,还降低了15%~20%的工程造价,缩减了施工周期,具备极为显著的社会效益与经济效益^[4]。此研究成果不但为砖混结构房屋抗震加固优化给予了理论凭据,还为建筑业的可持续发展注入了新的动力。

[参考文献]

- [1]梁汉斌,朱虹,李卫平,等.砖混房屋抗震性能加固的子结构布局优化分析[J].江苏建筑,2021(4):51-53.
- [2]吴静静,丁可.城镇砖混结构房屋的抗震优化设计[J].江苏建材,2011(3):38-40.
- [3]周金顺,张健,李志明,等.某砖混病房楼抗震加固设计优化分析[J].低温建筑技术,2012(9):40-42.
- [4]胡正德.房屋结构设计中的建筑结构设计优化思路分析[J].住宅与房地产,2018(19):44.

作者简介:张东蕴(1995.3—),男,汉族,毕业学校:石家庄铁道大学,现工作单位:中铁建安工程设计院有限公司。

民用建筑空调工程的节能设计思路分析

刘小玉

河北建研建筑设计有限公司建筑更新（鹿泉）分公司，河北 石家庄 050000

[摘要]能源危机和环境问题日趋严重，所以民用建筑空调系统的节能设计成了建筑工程领域的重要研究方向，文章要分析当前民用建筑空调工程节能设计的现状和存在的问题，并且从建筑围护结构优化、空调系统选型与设计、能源利用与回收、智能控制系统应用以及可再生能源整合等多方面系统地阐释民用建筑空调工程节能设计的关键思路和方法，因为研究显示运用高效保温材料、气密性设计、合理选择变频空调设备、水系统优化、开展全热回收与余热利用技术、设置智能控制与需求响应系统以及整合太阳能、地源热泵等可再生能源技术，能大幅减少空调系统的能源消耗，达到 30%~50%的节能效果，另外文章也探讨空调整能和建筑全生命周期评价协同的策略并提出节能设计需充分考量初投资、运行成本与维护管理之间的平衡关系才能达成经济效益与环境效益的最大化，这些研究成果对民用建筑空调工程朝着低碳高效发展、达成建筑节能减排目标有着重要的理论和应用价值。

[关键词]民用建筑；空调工程；节能设计；系统优化；可再生能源

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18379

中图分类号: TU8

文献标识码: A

Analysis of Energy-saving Design Ideas for Civil Building Air Conditioning Engineering

LIU Xiaoyu

Architectural Renewal (Luquan) Branch of Hebei Jianyan Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the increasingly serious energy crisis and environmental problems, energy-saving design of civil building air conditioning systems has become an important research direction in the field of construction engineering. This article aims to analyze the current status and existing problems of energy-saving design in civil building air conditioning engineering, and systematically explain the key ideas and methods of energy-saving design in civil building air conditioning engineering from multiple aspects such as building envelope structure optimization, air conditioning system selection and design, energy utilization and recovery, intelligent control system application, and renewable energy integration. Research shows that the use of efficient insulation materials, air tightness design, reasonable selection of variable frequency air conditioning equipment, water system optimization, implementation of total heat recovery and waste heat utilization technology, setting up intelligent control and demand response systems, and integration of renewable energy technologies such as solar energy and ground source heat pumps are important. It can significantly reduce the energy consumption of air conditioning systems, achieving an energy-saving effect of 30% -50%. In addition, the article also explores the strategy of coordinating air conditioning energy-saving design and building life cycle assessment, and proposes that energy-saving design needs to fully consider the balance between initial investment, operating costs, and maintenance management in order to achieve the maximization of economic and environmental benefits. These research results have important theoretical and practical value for the development of civil building air conditioning engineering towards low-carbon and efficient development, and to achieve building energy-saving and emission reduction goals.

Keywords: civil buildings; air conditioning engineering; energy-saving design; system optimization; renewable energy

引言

近年来全球能源危机与环境问题愈发凸显，建筑行业属于主要能源消耗领域之一，所以其节能潜力受到高度关注，国际能源署（IEA）的数据表明全球总能耗中建筑能耗约占 36%，民用建筑里空调系统能耗占比竟达 40%~60%，这显示空调系统节能优化是达成建筑节能减排目标的关键，中国城镇化进程加快且居民生活水平提高，民用建筑对空调的需求不断增长使得能源供需矛盾更严重，国家提出“双碳”战略目标给建筑行业低碳转型指明政策方向并且让空调工程节能设计的要求更高，在这样的大环境

下深入探究民用建筑空调工程节能设计思路，不但应对能源短缺和气候变化很重要，而且是推动建筑行业可持续发展的必然之选。

民用建筑空调工程的节能设计涵盖多个技术维度与管理层面，需站在建筑全生命周期的视角全面考量节能成效以及经济可行性，当下呢，虽然国内外于空调整能范畴已然收获了一定程度的进步，然而仍旧存在着大量急需处理的问题，像是一些建筑设计把围护结构的热工性能优化给忽视了，从而致使冷热量丢失得很严重，而且传统的空调设备能效比较低且缺少智能化调控办法，所以很难去适

应动态负荷的需求,并且可再生能源技术的运用比例也不高,这就使得它在能源替代和减排方面所具备的优势没能得到充分的发挥。另外节能设计常常是过于关注初期的投资成本,却把运行阶段的长期效益给忽略了进而致使整体的节能效果不好,所以借助科学合理且带有创新理念的节能设计策略,再结合现代技术手段探寻适合民用建筑空调工程的节能途径有着很重要的现实意义,本文会从建筑围护结构优化、空调系统选型与设计能源利用与回收,智能控制技术和可再生能源整合等方面进行分析,以期为民用建筑空调工程的节能实践给予理论支撑和技术参考。

1 民用建筑空调系统节能设计的基础理论与原则

1.1 建筑空调系统能耗分析与节能潜力评估

全球能源消耗持续增长使建筑领域能源使用问题近年广受关注,国际能源署数据表明全球总能耗中建筑行业占比达 36%且空调系统能耗占比超 40%,尤其在高温高湿地区空调能耗是建筑运行成本的主要构成部分,民用建筑空调能耗源于制冷设备运行、空气输送和冷热负荷动态变化,综合分析建筑围护结构传热系数、室内热舒适性需求和外部气象条件可知空调系统节能潜力巨大,研究显示优化围护结构保温性能与气密性设计可降低空调冷热负荷 20%~30%,变频技术和水系统优化能进一步减少设备运行能耗并且全热回收技术可有效利用余热,实际工程里部署智能控制系统实时监测与调节会使空调系统能效比显著提升,所以要从多方面协同推进民用建筑空调系统节能设计,注重从源头减负荷、提设备效率、强能源回收利用以使整体能耗大幅下降^[1]。

1.2 空调系统节能设计的基本原则

民用建筑空调系统节能设计要遵循科学性、经济性和可持续性这些基本原则,先说科学性方面,设计时得有精确的能耗分析作基础并充分考虑建筑功能、气候条件和用户需求等因素才能保证设计方案有针对性且可操作。再说经济性,就是节能措施的实施要在初投资、运行成本和维护管理之间找平衡,像高效保温材料 and 变频空调设备初期投入高但长期运行节能效益好能有效降低生命周期成本。最后是可持续性原则,节能设计不能只看怎么短期降低能耗还得兼顾环境影响和资源利用效率,整合太阳能光伏、地源热泵等可再生能源技术不但能减少对传统化石能源的依赖还可给建筑提供更清洁的能源方案,并且空调系统的节能设计也要跟建筑全生命周期评价结合起来让设计方案在各个阶段都体现出节能减排的优势进而推动建筑行业绿色转型。

1.3 国内外空调节能技术发展现状

近年来,在空调节能技术领域国内外虽有显著进展但存在一定差距,发达国家中智能化和可再生能源技术的应用比较成熟,像美国和欧洲就广泛应用智能控制系统,凭借物联网技术和大数据分析精确控制空调系统从而平均

节能 25%~30%,而且地源热泵技术在北欧国家的应用比例不断攀升成为区域供暖和制冷的重要方式^[2]。国内空调节能技术起步虽晚但发展很快,统计显示过去五年变频空调设备新增数量年均增长超 15%且高效节能产品市场份额大幅提升,并且国内在全热回收技术和余热利用上也有突破且这些技术在大型公共建筑里得到了推广。不过由于技术水平和政策支持有限,国内可再生能源和空调系统的整合还处于初级阶段,尤其在分布式能源系统应用方面有很大空间,随着“双碳”目标不断推进,以后空调节能技术会更侧重低碳化和智能化发展给建筑行业可持续发展增添新动力。

国外在空调节能技术上的探索起步较早,在智能控制方面,除了美国和欧洲广泛应用的基于物联网和大数据分析的智能控制系统外,日本也在智能空调领域取得了不少成果。例如一些日本企业研发的智能空调,能够通过传感器实时感知室内人员的位置和活动状态,自动调整送风方向和温度,实现更加精准的节能控制。在可再生能源应用方面,除了北欧广泛使用的地源热泵技术,一些阳光充足的国家如澳大利亚,太阳能空调的应用也较为普遍。太阳能空调利用太阳能集热器收集热量,驱动空调系统运行,在白天阳光充足时能够基本满足建筑的制冷或制热需求,大大减少了对传统电能的依赖。

国内在空调节能技术的发展过程中,也在不断探索创新。除了变频空调设备数量的快速增长和全热回收技术的突破,一些企业还在研发新型的空调冷热源设备。例如,一些空气源热泵技术在低温环境下性能得到了显著提升,能够在北方寒冷地区稳定运行,为建筑提供高效的供暖服务。同时,国内也在积极推动空调系统与建筑一体化的设计理念,将空调设备与建筑结构更好地融合,提高建筑的整体节能性能。不过,与国外相比,国内在空调节能技术的标准化和规范化方面还有待加强,需要进一步完善相关标准和规范,以促进空调节能技术的健康有序发展。

2 民用建筑空调工程节能设计的关键技术与实施策略

2.1 空调负荷计算与系统合理选型

空调负荷的精准计算乃是达成民用建筑空调工程节能设计之根基,近些年来伴随着建筑能耗标准的愈发严苛,空调负荷计算办法逐步由传统的经验公式朝着基于动态模拟的精细化趋向发展,在《中国建筑能耗研究报告(2022)》当中表明建筑运行阶段所消耗的能源在全国总能耗里占据了 21%,而在这个当中空调系统所占的比例更是超过了 40%。因此通过科学合理的负荷计算,能够有效避免设备选型过大或者过小的问题进而降低初投资以及运行成本,在实际工程中结合建筑围护结构的热工性能优化,采用变频多联机磁悬浮冷水机组等高效设备可显著减少冷热负荷需求^[3]。与此同时要确保设备运行在高效

区间,系统选型必须综合考量建筑功能分区,使用时间以及气候条件等诸多因素,研究表明空调系统整体能效的提升幅度可达 15%~20%,这一成果为后续节能措施的施行奠定了坚实基础。

2.2 空调冷热源设备节能技术

空调冷热源设备节能技术乃降低民用建筑能耗之核心要点,近些年来伴随着制冷技术的迅猛发展,诸如地源热泵空气源热泵还有磁悬浮冷水机组这类高效的冷热源设备获得了广泛的运用,数据表明 2021 年中国热泵市场规模已然超过 200 亿元,年均增长率高达 15% 之上充分彰显了市场对于节能设备的认同。这些设备利用自然界的低品位能源,使传统压缩式制冷系统的能耗显著降低,此外能源利用效率因全热回收技术的应用而进一步提升,在酒店医院等场所,空调排风中的热量被回收用于生活热水制备从而节约 20%~30% 的能源消耗,需要注意的是冷热源设备的节能效果与它的运行管理紧密相连,所以得结合智能控制技术来实时监测和优化调度保证设备一直处在最佳运行状态。

2.3 空调末端系统节能设计

空调末端系统的节能设计与室内环境的舒适性以及能源利用效率息息相关,近些年来随着用户对于室内空气质量的要求逐步提高,变风量末端装置(VAV)以及辐射供冷供暖系统慢慢变成了研究的热点内容,这些技术凭借精确地调节送风量或者表面温度不但满足了不同区域所具有的个性化需求,而且还极为显著地降低了风机以及水泵所产生的能耗^[4]。统计显示采用变风量系统的建筑对比传统定风量系统,能够达成 20%~30% 的节能成效,另外建筑空间布局与使用特点需要被末端设备的优化设计予以考虑,例如在办公建筑里推行独立新风系统不但可以确保室内空气品质,而且能够降低冷热负荷,经由高效过滤器与低阻力风道设计的整合,使系统运行能耗进一步降低,为达成整体节能目标给予了强有力的支撑。

2.4 空调水系统优化设计

民用建筑空调能效的提升,空调水系统的优化设计是重要手段,传统水系统由于存在管路复杂阻力大的问题,常常致使水泵能耗过高,不过在近些年引入变频技术和管网平衡技术之后,这一问题得到有效缓解,相关研究表明,用了变频水泵后水系统能耗能降低 30%~40%,另外,管道布局的优化以及低阻力阀门的选用,是降低系统能耗的关键举措,像大型商业综合体,分区供水和二次泵系统设计,使长距离输送时的能量损失大大减少,而且冷却塔的优化运行也不能忽略,智能控制冷却水流量和温差,能让冷源设备运行效率进一步提高,这些技术综合运用,水系统整体性能得以提升,建筑节能减排目标的实现也有了重要保障。

2.5 空调风系统节能技术

空调风系统的节能技术重点在于降低风机能耗以及

改进气流组织这两个方面,近些年来伴随着高效风机以及低阻力风道技术的进步与发展,风系统的节能潜能获得了更进一步的发掘,数据表明风机能耗大概占空调系统总能耗的百分之十五至二十,所以运用高效电机与变频控制技术能大幅削减运行成本。另外对于节能成效的提升来讲优化气流组织设计属于关键路径之一,像在高大空间建筑内推行分层空调技术借助把冷热空气限制于人员活动区域,降低了不必要的能量损耗,同时智能控制系统于风系统里的应用变得越来越广泛,借由实时监测室内室外的环境参数动态地调整送风量以及温度设定值达成了能源的精准把控^[5]。这些技术协同运作不但提升了空调系统的运行效率,而且给建筑行业的可持续发展注入了全新动力。

3 结论

民用建筑空调工程的节能设计是建筑工程领域的重要研究方向,其核心在于通过多维度的技术整合与系统优化,来达成能源的高效利用,在近些年之际伴随着全球性的能源危机愈发严重以及碳中和目标的明确提出,建筑行业所存在的能耗方面的问题受到了极为广泛的关注,数据表明建筑领域能耗占全球总能耗的 30%~40%,空调系统的能耗占比达 40%~60% 为节能潜力最大的环节之一。本文针对建筑围护结构优化空调系统选型与设计,能源回收与智能控制技术应用等方面给出了综合性节能策略,研究显示这些举措能达成 30%~50% 的节能成效为行业指明了清晰的技术途径,另外空调节能设计得把建筑全生命周期评价考虑进去,让初投资和长期运行成本达到平衡,从而保证经济效益和环境效益一起往上提。以后随着可再生能源技术更进一步成熟起来且智能化水平也提高了,民用建筑空调工程就会朝着低碳化高效化的方向发展推动建筑领域实现节能减排目标为全球可持续发展贡献力量。

[参考文献]

- [1]肖龙洋,宋晋.民用建筑暖通空调系统节能设计措施分析[J].绿色环保建材,2020(3):46-48.
 - [2]张丽娟.节能理念下的民用建筑暖通空调设计研究[J].福建建材,2017(7):60-61.
 - [3]许会鸽.住宅建筑暖通空调的节能设计要点分析[J].企业导报,2015(19):68-86.
 - [4]董旭艳.对民用建筑暖通空调系统节能设计措施的探讨[J].科技创新与应用,2019(18):103-104.
 - [5]张闻.基于节能理念下的民用建筑暖通空调设计[J].工程技术研究,2018(14):162-163.
- 作者简介:刘小玉(1993.1—),毕业院校:华北理工大学,所学专业:能源与动力工程,当前就职单位:河北建研建筑设计有限公司建筑更新(鹿泉)分公司,职务:暖通设计,职称级别:工程师。

建筑设计中光影艺术的运用策略研究

程浩¹ 李心田²

1.九易庄宸科技(集团)股份有限公司,河北 石家庄 050000

2.北方工程设计研究院有限公司,河北 石家庄 050000

[摘要]光影是建筑艺术语言中最具表现力的元素之一,它不仅决定着空间的视觉层次与心理感受,更在建筑形态、氛围营造以及功能表达中发挥着不可替代的作用。随着现代建筑设计理念的转变与科学技术的发展,光影艺术已不再局限于自然光的引入与人工照明的配置,而是成为设计师探索空间体验与艺术表达的重要媒介。文中通过分析光影艺术在建筑设计中的表现特征、审美价值与应用策略,探讨其在不同空间类型与材料体系中的融合方式,并提出在当代建筑语境下构建光影与建筑一体化设计的新思路。研究结果表明,科学运用光影不仅能强化建筑的功能逻辑与空间层次,还能提升环境情感与文化内涵,实现技术与艺术的和谐统一。

[关键词]光影艺术;建筑设计;空间美学;视觉表达;建筑创新

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18387 中图分类号: TU986 文献标识码: A

Research on the Application Strategies of Light and Shadow Art in Architectural Design

CHENG Hao¹, LI Xintian²

1. Jiuyi Zhuangchen Technology (Group) Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

2. North Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Light and shadow are one of the most expressive elements in the language of architectural art. They not only determine the visual hierarchy and psychological feelings of space, but also play an irreplaceable role in architectural form, atmosphere creation, and functional expression. With the transformation of modern architectural design concepts and the development of science and technology, light and shadow art is no longer limited to the introduction of natural light and the configuration of artificial lighting, but has become an important medium for designers to explore spatial experience and artistic expression. The article analyzes the expressive characteristics, aesthetic value, and application strategies of light and shadow art in architectural design, explores its integration in different spatial types and material systems, and proposes a new approach to building an integrated design of light and shadow and architecture in the contemporary architectural context. The research results indicate that the scientific use of light and shadow can not only strengthen the functional logic and spatial hierarchy of buildings, but also enhance environmental emotions and cultural connotations, achieving a harmonious unity of technology and art.

Keywords: light and shadow art; architectural design; spatial aesthetics; visual expression; architectural innovation

引言

建筑是光与影的雕塑,光影的变化赋予建筑以生命与灵魂。早在古代,建筑师便通过对自然光的引导实现空间的节奏感与神圣感,如希腊神庙的柱廊与东方寺庙的窗牖皆体现了光影的艺术控制。随着时代的发展,建筑设计逐渐从单纯的结构与功能追求转向情感与体验层面的探索,光影成为连接理性建造与感性审美的关键因素。现代建筑师如勒·柯布西耶、路易·康等更是将光影视为建筑的语言,使其成为形体构成与精神象征的重要部分。当前,随着数字化设计与智能照明技术的应用,建筑光影艺术正进入多维度表达的新阶段。本文旨在系统研究建筑设计中光影艺术的审美特征、功能价值与运用策略,探讨如何在建筑空间中通过光影的组织实现艺术与实用的统一,为当代建筑美学创新提供理论支持与实践路径。

1 光影艺术在建筑设计中的审美特征

1.1 光影的空间塑形作用

光是揭示空间形体的主要手段。通过对光线的方向、强度与分布的调控,建筑空间的深浅、虚实、体量感得以明确。自然光随时间变化而流动,形成空间的节奏与韵律,使建筑具有时间性的美感。光影的存在让空间从平面转化为三维立体,从静态走向动态,成为建筑表现力的灵魂。

1.2 光影的情感表达功能

光影不仅是一种物理现象,更是一种情感符号。柔和的漫射光营造出温暖宁静的氛围,强烈的对比光影则传达出庄重与力量感。不同的光影关系能激发人的心理共鸣,使建筑空间成为情感传递的媒介。建筑设计中光影的运用往往承担着引导情绪与塑造体验的作用。

1.3 光影的艺术象征意义

光影艺术在建筑中常被赋予象征意义。光代表希望、

神性与启迪，而影则象征内省与沉静。建筑设计中对光影的精确控制，常常反映出建筑师对哲学、宗教与文化的理解。光影由此超越了物理层面，成为建筑精神表达的象征性语言。

2 建筑设计中光影组织的构成原则

2.1 自然光的引导与调控

自然光是最富变化与生命力的光源。建筑师通过对开窗位置、天窗形态、遮阳装置等的设计，实现光线的引导与过滤，使室内光线在不同时间与季节展现不同的表情。例如，利用高窗可引入柔和的顶部光，营造神圣感；侧窗与格栅则形成流动的光影图案，增强空间层次。

2.2 人工光的艺术化运用

人工照明在建筑设计中不仅承担基本的照明功能，更是一种塑造空间氛围与艺术意境的重要手段。光线的强弱、色温与分布方式，都会对人的视觉感受与情绪体验产生深远影响。现代建筑常采用点光源、线光源与面光源的灵活组合，通过亮暗对比、光色变化与反射投影的处理，使空间呈现出丰富的层次与节奏感。柔和的光线可营造宁静温馨的氛围，强烈的光影对比则能强化建筑的结构感与戏剧性。人工照明的设计不仅在白天起到补充自然光的作用，更在夜间延续建筑的视觉表现，使其在昼夜转换中保持独特的艺术生命。光影在建筑表皮、室内空间及景观环境中的流动，赋予建筑新的叙事维度，让人们在夜色中感受到建筑的精神韵律与审美力量。

2.3 光影与材料的交互关系

材料是建筑光影表现的根本载体，不同的材质对光线的反射、折射与吸收方式，直接决定了空间的视觉质感与情绪氛围。石材表面质地厚重，能够形成稳健而庄严的光影效果；金属表面光洁，反射性强，营造出冷峻、理性的空间气质；玻璃具有高透光性，使空间在自然光的渗透下显得通透而轻盈；木材则以其温润的纹理与柔和的反光特性，带来亲和与宁静的感受。建筑师在设计过程中，应根据空间的功能属性与审美意图，选择恰当的材料组合，让光线与材质相互作用，形成多层次的视觉表达。通过对材料肌理与光照关系的细致把握，建筑得以展现出独特的表情与生命力。光影不再只是照明的结果，而成为构筑空间情感与艺术气质的重要语言，使建筑在自然光的映照下展现出丰富的精神内涵。

3 光影艺术在建筑空间设计中的应用形式

3.1 光影在建筑外观设计中的表达

建筑外立面是光影演绎最为鲜明的载体，是建筑形象表达与情感传达的重要界面。建筑师通过结构的凹凸变化、材质的肌理表现以及遮阳构件的巧妙设置，可以营造出丰富多样的光影层次，使建筑在自然光照射下呈现出独特的视觉韵律。阳光在一天中不断变化的角度，使建筑表面的光影也随之流动，形成立体而生动的雕塑感。不同材质的

反射与吸光特性，让建筑在时间的推移中展现出多样的表情与质感。建筑不再是静止的实体，而成为与自然互动的生命体，其外观在光影的交替中不断更新。通过对光线的精准控制与构件的艺术布局，建筑师能够让外立面呈现出兼具功能性与艺术性的视觉效果，使建筑在城市景观中焕发出独特的魅力与生命力。

3.2 光影在室内空间设计中的营造

室内空间的光影设计不仅影响视觉效果，更关系到功能需求与心理感受的统一。不同类型的空间需要根据使用目的营造相应的光照氛围。学习与办公区域宜采用均匀柔和的光线，以减少视觉疲劳并提升专注度；展示空间则需通过重点照明突出主题与层次，引导观者的视线焦点，强化艺术表现力；休闲空间可利用低照度与温暖色调的光线，营造放松与亲切的氛围。光影的变化还可作为空间组织的手段，通过明暗对比与方向性照明实现区域划分、动线引导与视觉节奏的构建。合理的光影设计能在无形中影响人的情绪与行为，使空间更具层次感与生命力。当功能性与心理性在光影的调控中达到平衡，室内空间便能展现出兼具理性秩序与人文温度的艺术境界。

3.3 光影在建筑景观与公共空间中的运用

在建筑与环境一体化设计中，光影不仅是视觉层面的装饰，更是塑造景观氛围与空间意境的重要媒介。光线在自然与人工构筑物之间的流动，能使建筑与环境产生和谐的共鸣。通过廊架、格栅、水体反射等设计元素，建筑师可构建出层叠而富有韵律的光影效果，让空间在时间变化中展现出不同的表情。阳光穿过格栅投射出的斑驳影像，或水面反射出的闪烁光线，都会为场所赋予生动的生命感。公共空间的光影设计更注重开放性与互动性，人们在光影的变换中感受空间的节奏与自然的呼吸。光与影的交织不仅强化了建筑与景观的融合，也提升了环境的情感温度。通过科学的光线组织与艺术的空间构思，建筑得以与自然共同构建一个富有诗意与人文关怀的生态场景。

4 当代技术条件下光影艺术的创新应用

4.1 数字化技术的辅助设计

数字化建模与仿真技术的广泛应用，为建筑光影设计带来了前所未有的科学支撑。设计师借助 BIM 模型和光照模拟软件，可以在设计阶段对建筑空间进行多维度分析，精准预测不同时间、季节与气候条件下的光照变化，从而实现光影效果的精确控制。数字化设计手段使光影艺术从以往依靠经验与感性判断的探索，转向以数据驱动和科学分析为基础的理性表达。通过对光线路径、反射角度及材料透光率的仿真计算，设计师能够更高效地优化建筑形体与空间布局，创造出符合功能需求与审美价值的光影环境。数字化工具的应用不仅提升了设计过程的可视化与可控性，也为建筑光影艺术的创新提供了更广阔的技术平台，使建筑在科学与艺术的融合中焕发出新的表现力与生命力。

4.2 智能照明系统的应用创新

随着物联网与人工智能技术的快速发展,建筑照明系统正迈入智能化时代。光线不再是单一的照明手段,而成为兼具节能与审美功能的空间语言。传感器与算法的联动使照明系统能够实时感知环境亮度、温度及人流变化,自动调节光照强度与色温,让空间在不同使用情境下保持最佳的视觉舒适度。这样的智能控制大幅提升了能源利用效率,避免了不必要的能耗浪费。智能照明的意义不仅体现在节能管理上,更在于对空间氛围的塑造。通过与多媒体技术的结合,光线可以与声音、影像产生互动,构建出富有节奏与层次的光影艺术场景,让建筑呈现出动态与生命的气息。照明由此成为表达建筑情感与文化意象的重要媒介,使空间在科技与艺术的融合中展现出独特的魅力与创造力。

4.3 绿色理念下的光影设计优化

可持续设计理念的核心在于实现人与环境的和谐共生,而建筑光影设计正是这一理念的重要体现。合理运用自然采光不仅能提升空间的舒适度,还能有效降低人工照明的能耗,减少碳排放,对生态环境具有积极意义。建筑师在设计过程中,应深入研究光线的角度、时间变化与地域特征,利用自然光的动态特性创造丰富的空间层次。通过优化遮阳系统、选择高性能透光材料以及合理布置反射界面,可以提升光线的利用效率,使空间在不同时间段都能保持理想的明暗关系。节能与美感并非对立,而是可以在科学设计与艺术表达中相互融合。光影设计若能兼顾功能性与生态性,不仅展现出建筑的视觉魅力,更体现出对自然资源的尊重与可持续发展的责任意识,为未来绿色建筑提供了新的设计方向。

5 光影艺术在建筑设计中的综合策略与发展方向

5.1 构建以光影为核心的空间叙事

光影在建筑中不仅承担照明与造型的功能,更是空间叙事的重要媒介。建筑师通过光线的方向、强弱与节奏变化,可以赋予空间情感与故事,使人们在行走与停留之间感受到时间的流动与情绪的转折。阳光透过窗棂的斑驳投射、夜色中柔和灯光的铺展,皆可成为叙事的语言,让建筑在光影交错中呈现生命的呼吸。不同的光影层次塑造出空间的韵律,引导人们的视觉与心理体验,激发内在的情感共鸣。建筑的文化意象也常借助光影得以表达,它能够将历史记忆、地域精神与审美传统融入空间,形成独特的文化氛围。建筑师若能以光为笔、以影为墨,将设计理念与情感意境融为一体,便能让建筑超越物质形态,成为富有叙事性的艺术作品。

5.2 强化地域性与文化性的光影表达

建筑光影的设计应充分体现地域文化的独特特征,让

空间在光与影的交织中展现地方性的审美气质。不同的气候条件和文化背景对光影的运用方式有着深刻影响。南方地区气候湿润、光线柔和,建筑往往通过通风与遮阳的设计,使自然光以温润的方式渗入室内,形成轻盈而流动的视觉效果。北方地区气候寒冷,建筑注重厚重与保温,光影处理更倾向于稳重与凝练,以较强的光线对比突出空间的层次感。地域自然环境塑造了人们的生活习惯,也形成了独特的审美传统。建筑师在进行光影设计时,应深入理解地方文化的精神内涵,使光线的运用与自然环境、建筑材料和历史文脉相呼应。通过光影的地域化表达,建筑空间能够展现文化的温度与归属感,成为人与环境和谐共生的艺术载体。

5.3 推动光影设计教育与跨学科融合

未来的建筑教育应更加注重光影艺术的综合培养,将建筑设计与照明工程、视觉艺术、心理学等学科深度融合。光影不仅是建筑空间的表现手段,更是情感传达与环境塑造的重要元素。课程设置可通过理论讲授与实践项目相结合,引导学生理解光线与空间的互动关系,掌握人工照明与自然光设计的平衡技巧。在教学中引入心理学原理,有助于设计者从人的感知出发,营造具有温度与情感共鸣的建筑体验。跨学科的协作模式能激发学生的创新潜能,使建筑光影设计不再局限于功能表达,而成为融合艺术美感与技术智慧的创造过程。

6 结论

光影艺术是建筑设计中最具诗性与表现力的元素之一,它不仅塑造空间的形态与氛围,更承载了文化、情感与哲学的深层意蕴。通过科学的光照组织与艺术化的光影控制,建筑得以实现功能、审美与精神的统一。本文研究表明,当代建筑光影艺术应在尊重自然、融合技术、体现文化的基础上不断创新。未来的建筑设计应更加注重光影与建筑的整体协同,探索多元化、智能化与人本化的光影表达路径,使光影真正成为建筑艺术的灵魂与时代的语言。

[参考文献]

- [1]张昊.建筑光影艺术的美学表达与设计应用研究[J].建筑学报,2021(8):72-79.
- [2]刘洋.当代建筑设计中光影的艺术表现与空间塑造[J].建筑创作,2022(5):44-50.
- [3]王琪.光影艺术在建筑设计中的应用与创新路径[J].建筑与文化,2023(3):61-68.

作者简介:程浩(1986.2—),男,汉族,毕业学校:河北工业大学,现工作单位:九易庄宸科技(集团)股份有限公司;李心田(1984.9—),女,汉族,毕业学校:河北工业大学,现工作单位:北方工程设计研究院有限公司。

建筑电气照明系统节能设计要点研究

李锦

北京中合现代工程设计有限公司河北分公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]本研究想要探讨建筑电气照明系统节能设计的一些要点, 由于全球存在能源危机且人们环保意识逐渐增强, 所以建筑电气照明系统的能源消耗问题越来越明显, 研究运用文献综述、案例分析和实验测试相结合的办法对建筑电气照明系统的节能潜力与技术路径进行了系统分析, 结果显示科学合理的照明系统设计能使能耗大幅降低, 其主要设计要点有运用高效光源和灯具、妥善规划照明分区、引进自然光利用技术、采用智能照明控制系统以及能耗监测平台等, 研究表明 LED 光源跟传统光源相比节能百分之四十以上, 适当划分照明分区能减少百分之十五到二十的不必要的照明, 自然采光加上光导管技术能使人工照明需求降低百分之二十五至三十, 智能照明控制系统依据实际需求动态地调整照明参数后节能效果可达百分之三十至四十五, 另外研究也讨论了建筑电气照明系统节能设计的经济效益评估与实施策略并提出全生命周期设计理念和分阶段实施方案, 这一研究结果对于指导建筑照明系统节能设计实践、推动绿色建筑发展有着重要的参考意义。

[关键词]建筑电气; 照明系统; 节能设计; 智能控制; 能源效率

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18378

中图分类号: TU201.5

文献标识码: A

Research on Energy-saving Design Points of Building Electrical Lighting System

LI Jin

Hebei Branch of Beijing Zhonghe Modern Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: This study aims to explore some key points of energy-saving design for building electrical lighting systems. Due to the global energy crisis and increasing environmental awareness, the energy consumption problem of building electrical lighting systems is becoming increasingly apparent. The study uses a combination of literature review, case analysis, and experimental testing to systematically analyze the energy-saving potential and technical path of building electrical lighting systems. The results show that a scientifically reasonable lighting system design can significantly reduce energy consumption. The main design points include the use of efficient light sources and fixtures, proper planning of lighting zones, introduction of natural light utilization technology, adoption of intelligent lighting control systems, and energy consumption monitoring platforms. Research has shown that LED light sources can save more than 40% energy compared to traditional light sources. Properly dividing lighting zones can reduce unnecessary lighting by 15% to 20%. Natural lighting combined with light pipe technology can reduce the demand for artificial lighting by 25% to 30%. Intelligent lighting control systems can dynamically adjust lighting parameters according to actual needs, resulting in energy-saving effects of 30% to 45%. In addition, the study also discusses the economic benefits evaluation and implementation strategies of energy-saving design for building electrical lighting systems, and proposes a full life cycle design concept and phased implementation plan. This research result has important reference significance for guiding energy-saving design practices in building lighting systems and promoting the development of green buildings.

Keywords: building electrical; lighting; energy-saving design; intelligent control; energy efficiency

引言

现代建筑能耗中建筑电气照明系统是重要部分, 在全球能源危机和可持续发展目标下其节能设计成了关键议题, 国际能源署 2023 年数据表明全球总能耗里建筑领域占超 30%且照明系统耗能占约 15%~20%, 商业建筑中这一比例还可能更高, 随着人们环保意识越来越强、绿色建筑理念到处普及, 用科学设计手段减少建筑照明系统能源消耗就成了建筑行业急需解决的核心问题之一, 好在这些年 LED 光源广泛使用、智能控制技术飞速发展、自然光利用技术不断创新给建筑照明系统节能带来了新技术路径, 但实际应用时这些技术的效果常常被设计合

理与否、施工质量好坏、后期运维水平高低所限制, 所以系统地研究建筑电气照明系统节能设计要点, 不但能让单个建筑能源效率提升, 而且能给区域乃至国家节能减排目标提供技术支持, 本研究将文献综述、案例分析和实验测试相结合, 全面探讨建筑电气照明系统节能设计的技术路径与实施策略并着重分析高效光源、照明分区规划、自然光利用技术、智能控制系统等关键要素的作用机制与节能潜力, 研究表明综合运用前述技术手段能大大降低建筑照明系统能耗且有不错的经济效益, 这对推动绿色建筑发展、达成碳中和目标有着重要的实践指导意义。

1 建筑电气照明系统节能的理论基础

1.1 建筑电气照明能耗现状分析

近年来,建筑行业能源消耗占比不断上升且电气照明系统能耗特别突出,统计显示全球建筑领域电力消耗里照明用电占 15%~20%且商业建筑中这一比例能达到 30%,高密度城市区域建筑物对照明需求大使得能源浪费问题愈发严重。全球能源危机加剧并且提出了碳中和目标后,建筑电气照明能耗降低成了行业重点关注内容,由于效率低、寿命短等毛病,白炽灯、荧光灯这些传统光源渐渐被高效光源取代,但现在好多建筑还在用老旧照明设备,这既增加了运营成本又给环境带来很大压力,并且像过度照明或者照明分区不合理这种不合理的设计会让能源浪费情况更严重,所以借助科学节能设计手段能有效减少照明系统能耗从而给建筑行业可持续发展提供强大支撑^[1]。

1.2 照明节能的技术指标与评价体系

建筑电气照明系统节能设计的重要依据是照明节能的技术指标与评价体系,这些年行业逐步建立起以光效、显色指数、使用寿命为核心的光源性能评价标准,且结合建筑功能需求给出更细的节能技术指标,例如 LED 光源光效一般要达 100lm/W 以上且智能控制系统得有动态调光、分区管理等功能,同时评价体系从单一的能效评估转向综合性能优化且涵盖照度均匀性、眩光控制、视觉舒适度等多维度,数据表明高效 LED 灯具加上智能控制系统整体能耗能降 40%以上,LEED 和 BREEAM 这样的绿色建筑认证体系也给照明节能明确要求即强调自然采光和人工照明相结合提高能源利用效率,需要注意的是照明节能经济效益评估方法不断完备且全生命周期成本分析成主流趋向,建筑电气照明系统节能设计有了这些技术指标与评价体系的科学指导且相关技术和广泛运用也被推动起来。

1.3 绿色建筑标准中的照明节能要求

建筑行业可持续发展的核心规范是绿色建筑标准,它对电气照明系统的节能设计有严格要求。最新绿色建筑评价标准表明,照明系统节能设计要统筹能源效率和环境友好性,关键在于高效光源应用、自然采光充分利用以及智能化控制技术集成,如 LEED 标准规定建筑内部照明功率密度(LPD)不能超过特定限值并倡导运用光导管等自然采光技术来削减人工照明需求,在国内,中国绿色建筑三星认证体系也明文规定了照明系统节能目标,要求新建建筑照明能耗比基准值至少降低 20%,另外,绿色建筑标准着重照明系统和建筑整体能耗监测平台相互配合以达成精细化管理与动态优化^[2]。研究显示,符合绿色建筑标准的照明设计方案不但能大幅降低能耗而且可提高室内环境质量进而产生更高经济和社会效益,这些标准的施行给建筑电气照明系统节能设计指出了清晰方向,也为推动绿色建筑普及与发展筑牢了根基。

具体而言,绿色建筑标准在照明节能方面提出了多维度、精细化的要求。在光源选择上,优先推广使用 LED 等高效节能光源,这类光源不仅光效高、寿命长,而且能显著降低能耗,减少更换频率和维护成本。同时,鼓励采用反射型灯具和透光性能良好的灯具罩,以提高光线的利用率,减少光损失。在自然采光利用方面,绿色建筑标准强调通过合理设计建筑布局、窗户大小和位置,以及采用光导管、采光井等先进技术,最大限度地引入自然光,减少白天对人工照明的依赖。智能化控制技术的集成也是绿色建筑标准中的一大亮点,通过安装智能照明控制系统,可以根据室内外光照强度、人员活动情况等因素自动调节照明亮度,实现按需照明,避免能源浪费。此外,绿色建筑标准还要求建立完善的能耗监测平台,对照明系统的能耗进行实时监测和分析,为节能改造和优化管理提供数据支持。

2 建筑电气照明系统节能设计关键技术

2.1 照明光源的节能选择与应用

近年来,全球建筑行业能源消耗占比不断上升且照明系统能耗特别突出,建筑电气照明系统节能设计中高效光源选择成了核心环节之一,因为研究显示 LED 光源有高光效、长寿命、低能耗的优缺点逐渐替代传统白炽灯和荧光灯且节能效果超 40%,商业建筑和公共设施里 LED 光源一应用电力需求就大幅降低并且维护成本减少后整体经济效益也跟着提升了,而且技术进步让 LED 光源显色性和光谱分布进一步优化从而能满足不同场景照明需求,像医疗建筑用上高显色指数 LED 灯具就能提供近似自然光的照明环境以提高用户体验,并且智能调光技术和动态色温调节功能被引入使 LED 光源能按实际需求灵活调整输出功率进而进一步提高能源利用效率,行业数据显示 2022 年全球 LED 照明市场规模冲破 700 亿美元且估计接下来五年年均增长率会保持在 8%以上这说明市场高度认可照明光源节能性能,所以建筑电气照明系统设计时要优先选高效光源再结合具体应用场景优化配置才能达成节能目标。

2.2 照明控制系统的智能化设计

现代建筑电气照明系统中智能化照明控制系统是重要部分且节能设计的关键技术也包含它,借助传感器、物联网和云计算等技术综合运用,智能照明系统能按照环境光线强弱、人员活动情况以及时间变化动态调节照明参数以防止不必要的能源浪费,例如在办公建筑里人体感应的自动开关灯功能可有效削减空置区域照明能耗,再者结合自然采光的自动调光系统还能进一步让人工照明与自然光比例优化从而使整体能耗下降 30%~45%,近年随着人工智能算法快速发展,智能照明系统在数据分析和预测能力上取得显著进展,系统学习历史用能数据后能生成个性化照明策略给用户更舒适光环境的同时最大程度节省能

源,数据表明2021年全球智能照明市场规模达130亿美元且每年以15%速度增长显示市场对智能化照明解决方案需求迅速提升,另外智能照明系统还可跟建筑管理系统集成形成统一能源管理平台达成更高层次节能效果,可见智能化设计不但是照明控制系统技术革新方向,而且是推动建筑行业迈向低碳化转型关键动力^[3]。

2.3 照明系统供电与配电优化设计

对于建筑电气照明系统的节能设计来讲,供电与配电环节的优化有着重要意义,因为合理的供电与配电设计既能减少线路损耗,又可提高系统运行效率和可靠性。先科学规划照明回路分区就能有效防止供电过度集中造成的能量损失,研究表明适当照明分区设计可减少15%~20%的不必要照明能耗,在大型公共建筑里效果尤其明显。采用高效变压器和电缆材料是降低供电损耗的有效办法,低损耗变压器能让电能转换效率提升到98%以上且高性能电缆可减少电阻带来的能量损耗^[4]。推广分布式供电模式给照明系统节能设计带来新想法,建筑内设多个小型供电节点会缩短供电距离进而进一步降低线路损耗。近些年微电网技术发展起来后许多建筑开始把可再生能源发电设备和照明系统结合起来以达成能源本地供应和高效利用,这些技术的运用既对降低建筑整体能耗有帮助又为构建可持续的城市能源体系打下了根基。

2.4 照明设计与建筑空间一体化策略

实现节能目标的重要补充手段是一体化策略,即照明设计与建筑空间一体化,把照明系统跟建筑空间布局紧密联系起来,就能在满足功能需求之际最大程度削减能源浪费,就像建筑设计伊始就合理规划窗户的位置和大小以便充分利用自然光,从而大大降低对人工照明的需求^[5]。研究显示,自然采光方案若结合光导管技术,可使人工照明能耗减少25%~30%,在地下空间和大跨度建筑里尤为适用,并且照明设备的安装位置和角度得与建筑结构相协调,这样光线才能分布均匀而无明显阴影区,这种一体化设计不但让照明效率提高,也使空间的视觉舒适度增强。近些年来,绿色建筑理念普及开来,众多建筑师开始把照明设计放进整体规划当中,想要在美学和功能性间找出平衡点,像一些高端写字楼采用嵌入式灯具并进行反射面设计,达成了柔和的间接照明效果,既降低了眩光问题,又提高了空间品质,这种跨学科协作的模式为建筑电气照明系统的节能设计开创新途径,也给未来建筑行业的可持续发展提供重要参考。

在照明设计与建筑空间一体化策略中,还需注重照明与建筑功能的深度融合。不同功能区域对照明的需求存在显著差异,如办公区域需要充足且均匀的光线以提升工作

效率,而休息区域则适宜采用柔和、温暖的光线营造放松氛围。因此,在照明设计过程中,应结合建筑的具体功能需求,对光线强度、色温、显色指数等参数进行精准调控,确保照明效果与功能需求相匹配。此外,一体化策略还强调照明系统的可调节性和灵活性,通过采用可调光灯具和智能控制系统,能够根据不同时间段、不同使用场景以及人员活动情况,动态调整照明参数,实现照明效果的最优化和能源消耗的最小化。这种一体化的设计思路,不仅有助于提升建筑的整体品质和用户体验,还能为建筑行业的节能减排和可持续发展做出积极贡献。

3 结论

在全球能源转型与绿色建筑发展的大背景之下,建筑电气照明系统的节能设计成了建筑行业的一大重要事项,因为近五年的数据表明全球总能耗中建筑能耗超35%,而照明系统占15%~20%,所以优化照明系统对降低建筑整体能耗意义重大,经研究综合高效光源、智能控制技术和自然光利用等关键设计要点进行分析后发现这在实际应用中有不少节能潜力,像LED光源跟传统光源比节能效果能超40%,智能控制系统加上动态调节策略还能再让能耗减少30%~45%,这些技术路径不但有环境效益,经济效益也很可观,在全生命周期设计理念下尤其如此,初期投资靠长期节能回报就能平衡,并且合理运用照明分区和自然采光技术节能效果会更进一步,也能减少能源浪费,研究提出的分阶段实施方案使不同类型的建筑有了灵活的节能策略,这对推动绿色建筑标准普及和技术升级很有帮助,总而言之,建筑电气照明系统的节能设计是技术方面的创新实践也是建筑行业走向可持续发展的重要一步,其研究成果能给未来建筑设计提供科学依据和技术支撑。

[参考文献]

- [1]全志远,王欢,司镇.建筑电气照明系统节能设计[J].光源与照明,2023(4):48-50.
- [2]李俊平.建筑电气照明系统节能设计研究[J].光源与照明,2022(7):34-36.
- [3]赵婧.建筑电气照明系统节能设计研究[J].光源与照明,2022(5):39-41.
- [4]蒋小玲.建筑电气照明系统的节能设计[J].中国新技术新产品,2020(6):111-112.
- [5]刘仲彦.建筑电气照明系统节能设计[J].光源与照明,2023(3):28-29.

作者简介:李锦(1993.1—),毕业院校:河北建筑工程学院,所学专业:建筑电气与智能化,当前就职单位:北京中合现代工程设计有限公司河北分公司,职务:电气设计师,职称级别:工程师。

老旧建筑电气改造的技术要点与实践

于雪晴

河北建设集团股份有限公司, 河北 保定 071000

[摘要]城市在更新且建筑使用寿命延长后, 好多老旧建筑就面临着电气系统老化、安全隐患多、使用功能不够等状况, 所以电气系统改造成了建筑更新的重要内容。文中系统地分析了老旧建筑电气改造的必要性以及面临的诸如原有电路负荷不够、线路老化、安全标准落后、空间受限等问题, 还从负荷需求评估、配电系统优化、线路敷设技术创新、智能化系统融合、节能改造这五个方面探讨了电气改造的技术要点。研究显示, 老旧建筑电气改造要运用全面评估、分区分类、保护和更新并重的策略, 在满足现代用电需求和安全标准之时也要考虑建筑原有的特色和历史价值。经案例分析, 文章总结出不同类型建筑电气改造的实践经验与实施途径, 并提出依据建筑类型、年代特点和使用功能进行差异化的改造模式, 给老旧建筑电气系统科学更新和安全运行提供技术参考与实践指导。

[关键词]老旧建筑; 电气改造; 技术要点; 安全隐患; 节能改造

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18377 中图分类号: TU855 文献标识码: A

Technical Points and Practices for Electrical Renovation of Old Buildings

YU Xueqing

Hebei Construction Group Corporation Limited, Baoding, Hebei, 071000, China

Abstract: After urban renewal and the extension of building service life, many old buildings are facing problems such as aging electrical systems, multiple safety hazards, and insufficient functional use. Therefore, electrical system renovation has become an important part of building renewal. The article systematically analyzes the necessity of electrical renovation of old buildings and the problems they face, such as insufficient load on existing circuits, aging lines, outdated safety standards, and limited space. It also explores the technical points of electrical renovation from five aspects: load demand assessment, distribution system optimization, innovation in line laying technology, integration of intelligent systems, and energy-saving renovation. Research shows that the electrical renovation of old buildings requires a comprehensive evaluation, zoning classification, protection, and renewal strategy. While meeting modern electricity demand and safety standards, the original characteristics and historical value of the building should also be considered. Through case analysis, the article summarizes the practical experience and implementation methods of electrical renovation in different types of buildings, and proposes differentiated renovation models based on building types, age characteristics, and usage functions, providing technical references and practical guidance for the scientific updating and safe operation of electrical systems in old buildings.

Keywords: old buildings; electrical renovation; technical key points; hidden danger; energy-saving renovation

引言

建筑行业快速发展且城市化进程加速, 老旧建筑电气改造便成了近些年来被重点关注的重要事, 住房和城乡建设部的数据表明, 到 2022 年时我国城镇存量建筑面积超 650 亿 m^2 , 其中大概百分之四十是上世纪八十年代之前建成的老旧建筑, 这些老建筑大多存在电气系统老化、安全隐患多、功能不够等情况, 所以难以满足现代生活和生产的需要。而且用电设备的种类和数量大增, 原来的电路负荷设计就不再适合当下用电需求, 进而致使线路经常过载、短路甚至发生火灾事故, 这种状况让建筑更新中电气改造的紧迫性与必要性显露出来, 不过老旧建筑电气改造不只是单纯的技术升级, 而是个多学科交叉、多方利益要协调的复杂工程, 面临着原电路负荷不够、线路老化严重、安全标准落后、空间受限等诸多挑战, 并且改造时既要保

护建筑的历史文化价值与结构完整, 还得达成节能降耗的目标, 这也是急需解决的问题。针对这些问题, 研究深入探讨负荷需求评估、配电系统优化、线路敷设技术创新、智能化系统融合、节能改造这五个方面以提出科学合理改造策略与技术路径, 通过分析不同建筑类型的改造案例, 分区分类、全面评估、保护与更新并重的策略得到进一步验证, 从而给推动老旧建筑电气系统安全运行和可持续发展提供重要参考, 这一研究对建筑行业有实践指导意义, 也为相关政策制定和技术规范完善打基础。

1 老旧建筑电气系统改造的关键技术

1.1 负荷分析与供电容量评估

城市更新步伐加快使老旧建筑电气系统负荷分析与供电容量评估成为改造核心环节, 近年数据表明我国大概百分之四十的老旧建筑存在电气负荷不足情况, 主要是因

为早期设计标准低和现代用电设备大量增加之间的矛盾,评估时要结合建筑现在实际用电需求还有以后扩展可能性用动态负荷预测模型精确测算,采集分析历史用电数据并参照区域用电趋势能有效找出高峰负荷时段和潜在风险点,由于不同功能区用电特性不一样像住宅、商业或者工业这些用途得制定不同的供电方案,并且还要留意建筑所处地区电网承载能力防止局部过载导致区域性电力问题出现,这一环节不但给后续配电系统升级提供科学依据,也直接影响整体改造成本的优化配置^[1]。

1.2 配电系统升级技术

配电系统升级乃是老旧建筑电气改造里面极为繁杂的技术环节中的一个,与系统的安全性以及可靠性有着直接的关联,据近五年行业统计数据超逾 60% 的老旧建筑配电系统存有设备老化,线路损耗高之类的问题致使频频跳闸乃至存在火灾隐患,在升级改造进程当中,首先得针对既有的配电柜开关设备以及保护装置予以全面的检测,明确它是否有资格持续运用。对于那些不符合当下规范要求的设备,就得赶紧将其替换成契合最新国标的那种高效节能型产品,与此同时要引进模块化设计的理念凭借灵活的配置达成分区供电的目的,从而减少单一故障对整个系统所产生的影响,在技术层面上建议运用智能化断路器以及远程监控技术,对电流电压还有温度的变化予以实时监测,一旦察觉异常状况就立刻施行应急举措。通过合理布局以及先进技术的应用不但可以极大地提高配电系统的运行效率,而且能为后续智能化升级筑牢根基。

1.3 线路重布与敷设方案

老旧建筑电气改造中线路重布与敷设方案的设计是关键步骤,由于有空间限制和需要保护原有结构这两重挑战所以该步骤相当复杂,并且统计显示大概 70% 的老旧建筑要么墙体结构脆弱要么管线密集,因此很难大规模更换线路,得先充分调研再制定科学合理的敷设路径,优先选隐蔽性好且施工难度低的地方布线,像吊顶、地板夹层或者加管道井这些方法就能避免破坏建筑外观和内部装饰,在选材料时新型电缆里要优先挑耐高温又阻燃性能好的,并且按照建筑使用的功能合理规划线路分组,别都集中布线那样会造成散热不好,另外线路标识必须清楚且便于维护这样后期检修才方便,若设计和施工管理精细化的话,在保证安全和美观的情况下能最大程度延长线路寿命并且改造成本还能降低。

1.4 接地与防雷保护系统改造

老旧建筑电气安全的保障离不开接地与防雷保护系统的改造这一重要环节,尤其在极端天气频发的当下更是如此,因为研究显示,过去五年里接地不好或者防雷设施缺欠导致的电气事故占了 30% 之多,这给建筑里人员和设备的安全带来了严重威胁,所以在改造的时候得重新评估建筑周边环境以及土壤电阻率并优化接地极布置方案,

让接地电阻值达到现行规范要求,并且要全面检查避雷针、引下线、接闪器这些现有防雷装置是否完好,有问题的要及时修好或者换掉,此外高层建筑还得加设多级防雷保护措施来应付感应雷和直击雷的双重威胁,需要注意的是改造时最好别太多地破坏建筑原来的结构,特别是有历史价值的建筑,用隐蔽式安装技术就能把功能和美观统一起来,有了这么一个系统化的改造方案,建筑抗雷击的能力和整体安全性就会大大提升^[2]。

1.5 智能化系统集成技术

老旧建筑电气改造因智能化系统集成技术的应用而焕发新机,不但能满足现代用电需求,且科技含量更高,行业数据表明近年来智能化改造项目年均增长率超 20%,可见市场高度认可该技术,在具体实施时要借助物联网技术把智能照明、能耗监测、安防报警等功能模块整合到统一平台以实现设备间互联互通,例如用传感器采集用电数据,再结合大数据分析优化能源分配策略就能节能减排,并且还能用手机 APP 或者云端管理系统进行远程控制,这样既提升用户体验又减少运维成本,不过智能化改造存在兼容性问题,特别是和原有设备对接比较难,所以方案设计的时候得充分考虑设备接口标准化以及协议适配性好让各个子系统协同工作,经过科学规划与技术创新,智能化系统可提高建筑功能性和舒适度并给其长期可持续发展提供强大支持。

在智能化系统集成过程中,需重点关注数据安全与隐私保护措施。通过采用加密传输协议和分级权限管理机制,确保用户用电数据仅在授权范围内流通,同时部署本地化数据处理模块减少云端依赖,既能满足《网络安全法》相关要求,又能提升系统响应速度。针对不同建筑类型,应开发定制化智能控制界面,例如历史保护建筑可采用仿古风格触控面板,居住类建筑则侧重语音交互功能开发。系统集成阶段还需建立标准化测试流程,通过模拟极端用电场景验证各子系统稳定性,确保改造后的电气系统在满足 GB50314《智能建筑设计标准》的同时,实现与原有建筑结构的有机融合。

2 老旧建筑电气改造实践案例分析

2.1 历史保护建筑电气系统改造技术

城市文化的重要载体是历史保护建筑,改造它的电气系统时要满足现代用电需求且严格遵循“最小干预”原则以保护建筑的原有风貌和结构,由于我国城镇化率超 65% 已有好几年了,好多历史保护建筑都到了电气更新的关键时候,在改造的时候采用隐蔽式布线技术比较普遍,例如借助原有墙体空腔或者装饰构件敷设线路就不会破坏建筑外观,并且近五年的数据显示智能化低压配电设备的使用明显增多,其小型化设计很好地解决了空间受限的问题,还有些建筑里面木质结构多,耐火电缆和阻燃材料的使用比例年年增加,2022 年的相关数据表明这些材料在历史

建筑改造里的覆盖率超 75%，另外引入模块化配电单元后能灵活适应新增负荷，让历史保护建筑可持续使用有了技术支持。

2.2 居住类老旧建筑改造方法

居住类老旧建筑电气改造与居民生活质量和安全息息相关，由于近些年安全事故频频因电气老化而发生，所以改造工作成了民生工程重点内容之一。住建部统计显示，到 2023 年为止全国大概百分之四十的住宅楼龄超三十岁且大多存在电路超负荷、接地系统缺失之类的问题，对于这种建筑改造一般从负荷需求评估开始，先现场检测确定现有电路能承载多大能力再按照住户实际用电需求制定优化方案，在具体操作时分区分类策略用得比较多，像厨房、卫生间这些高负荷的地方优先改成独立回路从而减少火灾隐患。同时，节能灯具和智能开关普及开来而且 2021 年到 2023 年这三年间市场上这类产品占有率涨了将近百分之三十^[3]。需要注意的是，有些老旧小区把外墙保温改造和线路敷设一起搞，这样既省了施工成本又对居民日常生活影响小。

2.3 公共建筑电气系统升级策略

公共建筑功能多样且人流密集，所以对其电气系统可靠性与能效的要求特别高，随着绿色建筑理念被推广开来，这几年公共建筑电气系统升级改造朝着高效节能发展。统计显示，2022 年中国公共建筑能耗在建筑总能耗里超 30%，而电气系统在其间占比将近一半，在这样的大环境下，改造策略着重配电系统优化以及智能化管理平台融合，就像在办公楼装上能源管理系统就能对空调、照明等设备实时监控，从而让能耗降低 15%~20%。医院、学校这类特殊建筑则重视提升应急供电能力，双电源切换装置和不间断电源系统成了标配，而且公共建筑节能潜力因光伏技术应用得到进一步挖掘，有数据表明 2023 年新建和改造项目光伏发电装机容量同比增长 25%，这些举措不但提高了公共建筑运行效率，还为城市能源结构优化作出了贡献。

2.4 改造过程中的安全与施工组织

老旧建筑电气改造现场环境复杂且多工种需要协作，所以安全管理与施工组织相当关键^[4]。应急管理部的数据表明，2021—2023 年因施工不当导致的电气安全事故占 40% 之多，可见规范操作多么重要。改造之前得全面评估风险、明确潜在危险源并且制定应急预案。施工的时候要严格执行断电作业制度以保证人员安全。由于老旧建筑大多存在空间狭窄、管线交错的情况，使用预制化组件能大大缩短现场施工时间并减少交叉作业产生的安全隐患。另外，合理安排施工顺序很重要，比如先敷设好主干线缆再连接分支线路就能避免返工造成浪费^[5]。最后，要加强监

理、做好技术交底，使每道工序都符合现行安全标准，这样改造项目才能顺利施行。

2.5 改造效果评估与能效分析

多个案例被跟踪研究后发现，科学的电气改造使老旧建筑的安全性与能效水平大幅提升，就像某个历史保护建筑，改造之后整体能耗降低 25% 且火灾风险指数也下降 40%，再看居住类建筑，引进智能控制系统后每月电费支出平均减少 10%~15%，这成果说明基于全面评估与差异化策略的改造模式实用价值较高，有力支撑着老旧建筑电气系统朝着现代化更新的方向发展。

3 结论

老旧建筑电气改造是城市更新的重要部分且近年在建筑行业备受关注，近五年数据表明全球超 40% 的建筑存量为老旧建筑且其中大概 60% 电气系统老化，这既影响建筑功能性又带来严重安全隐患，研究经全面评估和科学实践后发现，要有效应对原电路负荷不足、线路老化、安全标准滞后等问题就得把负荷需求评估、配电系统优化、线路敷设技术创新、智能化系统融合、节能改造这些技术要点结合起来进行电气改造，在历史建筑里改造时还得考虑原有特色和文化价值从而对技术实施有更高要求，从行业背景看，绿色建筑理念普及且智能化技术发展使得电气改造不仅是提高建筑安全性和功能性的重要手段，还是达成节能减排目标的关键途径，由于不同类型的建筑改造模式不一样，所以依据这种差异能给老旧建筑电气系统的科学更新提供可行的技术路径并推动建筑行业可持续发展，这一研究为之后老旧建筑电气改造的理论探究和工程实践打下了重要根基。

[参考文献]

- [1] 邱顺花. 基于既有老旧建筑的加固与改造技术实践研究[J]. 中国高新科技, 2023(21): 136-138.
- [2] 王向前, 崔伟. 旧办公建筑改造为养老设施的设计技术要点[J]. 山西建筑, 2014(16): 19-20.
- [3] 章正斐, 沈伟. 浅析既有建筑项目消防设施改造技术管理要点[J]. 消防界(电子版), 2023(20): 49-52.
- [4] 梁慧明. 老旧建筑电气线路改造中的火灾风险评估与改造策略[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, 11(26): 95-97.
- [5] 侯春德. 新型消防机电设备在老旧建筑电气消防改造中的应用及效能评估探讨[J]. 消防界(电子版), 2025, 11(10): 43-45.

作者简介：于雪晴（1994.12—），毕业院校：河北建筑工程学院，所学专业：建筑电气与智能化，当前工作单位：河北建设集团股份有限公司，职务：电气设计师，职称级别：工程师。

建筑电气系统中光伏并网技术的应用与能源互补策略研究

霍立民

九易庄宸科技(集团)股份有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]本研究针对建筑电气系统中光伏并网技术的集成应用进行了系统分析,重点探讨了光伏并网系统的运行原理、控制策略以及与储能和其他可再生能源的互补协同机制。通过研究光伏发电在建筑能源系统中的运行特征及能量管理模式,揭示了光伏并网系统在实现建筑节能、优化电力结构、促进低碳发展的关键作用。研究表明,采用智能化光伏并网控制技术与多能互补策略,能够有效提升建筑电能利用率,降低系统能耗,并实现建筑电力系统的稳定、高效与绿色运行。文中提出的策略可为未来建筑能源系统的规划和运行管理提供理论依据与技术支持。

[关键词]建筑电气系统; 光伏并网; 能源互补; 智能控制; 可再生能源

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18401 中图分类号: TU85 文献标识码: A

Research on the Application of Photovoltaic Grid Connection Technology and Energy Complementary Strategies in Building Electrical Systems

HUO Limin

Jiuyi Zhuangchen Technology (Group) Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: This study systematically analyzes the integrated application of photovoltaic grid connected technology in building electrical systems, focusing on the operating principles, control strategies, and complementary and collaborative mechanisms with energy storage and other renewable energy sources of photovoltaic grid connected systems. By studying the operational characteristics and energy management modes of photovoltaic power generation in building energy systems, the key role of photovoltaic grid connected systems in achieving building energy efficiency, optimizing power structure, and promoting low-carbon development has been revealed. The research results indicate that adopting intelligent photovoltaic grid connected control technology and multi energy complementary strategy can effectively improve the utilization rate of building electrical energy, reduce system energy consumption, and achieve stable, efficient, and green operation of building power systems. The strategies proposed in the article can provide theoretical basis and technical support for the planning, design, and operation management of future building energy systems.

Keywords: building electrical system; photovoltaic grid connection; complementary energy; intelligent control; renewable energy

当前,能源转型与碳排放控制已成为全球发展的重要议题。建筑领域作为能源消耗大户,其电力系统的节能与清洁化改造尤为关键。光伏发电技术以其可再生、分布式、零排放的特点,在建筑领域得到了广泛应用。光伏与建筑的结合不仅能实现自发自用、余电上网,还可通过与储能、电网以及其他能源形式的协同,实现能源的高效利用与系统的稳定运行。然而,由于光伏发电的间歇性、随机性以及并网技术复杂性,建筑电气系统在光伏并网运行过程中面临功率波动、电能质量下降和能量调控困难等挑战。研究如何优化光伏并网系统结构、提高控制精度并构建高效的能源互补体系,成为推动绿色建筑发展的重要方向。本文通过对建筑电气系统中光伏并网技术的运行机理、控制策略与能量互补路径进行深入研究,提出切实可行的优化思路,以期为建筑节能与智能化发展提供新参考。

1 建筑电气系统中光伏并网技术的应用背景与现状

1.1 建筑光伏系统的应用模式

建筑光伏系统主要包括屋顶光伏、立面光伏及建筑光

伏一体化(BIPV)三种模式。屋顶光伏是最早应用的形式,安装简便、发电效率高;立面光伏更注重建筑美学与功能结合;BIPV则将光伏组件直接嵌入建筑材料中,实现结构、功能与能源的统一。近年来,随着技术进步,建筑光伏系统已从单一供电功能向多能源协同和智能管理方向发展。

1.2 光伏并网系统的结构与特点

建筑光伏并网系统由光伏组件、汇流箱、逆变器、并网保护装置及能量管理系统组成。光伏组件将太阳能转化为直流电,经逆变器转换为交流电后接入建筑电网。系统具有灵活性强、分布式运行、能量可调度等特点。并网运行可实现自发自用、余电上网,从而减轻公共电网的供电压力,实现经济与环保的双重效益。

1.3 发展现状与存在问题

我国光伏装机容量位居世界前列,但建筑光伏并网系统仍存在应用比例低、技术集成度不足、能量管理不完善等问题。部分建筑在设计阶段未充分考虑光伏系统与建筑电气结构的匹配性,导致系统运行效率低、并网波动性大。

特别是在高密度城市建筑中,受限于建筑朝向与光照条件,光伏系统发电能力波动明显,亟需通过技术优化实现高效并网与稳定输出。

2 光伏并网系统的运行机理与控制策略

2.1 光伏发电的基本原理与并网控制要求

光伏发电通过半导体材料的光电效应将太阳能转化为直流电。并网运行时,逆变器通过控制输出电流的相位、频率与电压,使光伏电能与电网电能实现同步。并网控制不仅要确保输出功率稳定,还要满足电能质量要求,防止谐波与电压波动对电网造成影响。

2.2 最大功率点跟踪(MPPT)技术

光伏组件的输出功率受光照强度和温度影响较大。MPPT技术可实时调节逆变器输入电压,使光伏系统在不同环境条件下都能运行在最大功率点。常用算法包括扰动观察法、增量电导法以及基于人工智能的模糊控制算法。其中,模糊控制法响应快、稳定性高,更适合复杂气候条件下的建筑光伏系统。

2.3 并网控制与保护策略

光伏并网系统需具备电压、频率调节功能以及防孤岛保护机制。孤岛效应会导致电网断电后系统继续运行,造成电气安全隐患。防孤岛装置通过检测电压频率变化实现快速切断。近年来,智能并网逆变器结合了多模式控制功能,能在并网和离网状态间无缝切换,提升系统的安全性与可靠性。

3 建筑能源系统中的光伏与储能协同机制

3.1 储能系统在光伏并网中的作用

由于光伏发电的不稳定性,储能技术成为提升系统稳定性的重要手段。储能设备可在发电高峰时储能,在低辐照或夜间释放能量,实现供需平衡。常用的储能形式包括锂电池、液流电池及超级电容。储能系统还能降低峰值负荷,改善电能质量,提高建筑自用率。

3.2 光伏与储能协同控制策略

建筑电气系统通过能量管理系统(EMS)的集成,可实现光伏发电与储能系统之间的高效协调与动态调度。EMS能够实时监测建筑的负荷变化、电价波动及光伏发电量,并基于优化算法进行智能决策,使储能装置在低电价时段自动充电,在高电价时段合理放电,从而实现能源利用的经济性最大化。系统在运行过程中会不断分析能源供需关系,对发电、储能与用电环节进行自适应调节,确保电能供给的稳定与高效。通过建立数学优化模型,EMS可在成本与能效之间实现动态平衡,既保障建筑内部的用电需求,又降低整体运行费用。其智能控制模块还能根据历史数据与预测模型优化储能策略,使系统在不同运行场景下保持最佳能量分配状态。能量管理系统的应用标志着建筑电气系统向智能化、经济化与可持续化方向迈进,为实现建筑能源结构优化和低碳运行提供了可靠的技术路径。

3.3 智能能量管理与负荷预测

智能能量管理系统通过融合大数据分析 with 人工智能技术,为建筑能源运行提供了更高层次的预测与决策能力。系统可实时采集气象、光照、风速及用电负荷等多维数据,并基于历史规律与环境变化趋势建立动态模型,对天气状况、光照强度和用户用电需求进行精准预测。通过负荷预测算法,系统能够提前制定发电与储能计划,合理分配光伏、风能及储能设备的运行策略,确保能源供需平衡。预测结果还可用于优化能量流向,实现峰谷调节与用电负荷的自动平滑,从而减少能源浪费并提升整体能效。人工智能算法具备自学习能力,能够在运行过程中不断修正模型参数,使调度策略更加灵活与前瞻。智能能量管理系统的应用,使建筑能源系统从被动响应转向主动控制,实现对复杂能源网络的智能协同管理,为实现建筑低碳化、节能化与智能化运行提供了坚实的技术支撑。

4 光伏与其他可再生能源的互补策略

4.1 光伏与风能互补运行

风能与太阳能在时间分布上的互补特性,使二者的协同应用成为提升建筑能源利用率的重要方向。白天光照强、太阳能资源丰富,而夜间风速较高、风能稳定,通过构建光伏—风能混合供能系统,可实现昼夜互补、全天候发电。建筑群或园区中可在屋顶、立面及空旷区域布设光伏阵列,并在高层建筑顶部或周边安装小型风力发电机,形成多点分布的综合能源网络。系统通过能量管理平台对风能与光伏发电进行实时监控与协调调度,根据气象变化和负荷需求智能分配发电功率,确保供能连续与电能稳定。储能设备的引入可进一步平滑能源输出波动,提高系统可靠性与能源自给率。光伏—风能混合系统不仅能减少建筑对市电的依赖,还能有效降低碳排放,提升可再生能源在建筑能源结构中的占比,为实现绿色建筑与低碳城市提供技术支撑和实践范例。

4.2 光伏与热能系统的耦合应用

光伏系统与建筑中的太阳能热水或地热系统相结合,可构建电热双输出的综合能源模式,实现多能协同与高效利用。光伏发电部分为热泵、加热装置或地源循环系统提供清洁电能,使能源转换过程更加稳定可靠。在运行过程中,光伏系统产生的余热可通过热交换装置进行回收,用于生活热水供应或室内采暖,从而实现能源的循环再利用。该耦合模式不仅减少了对外部电力与燃料的依赖,还提升了系统的整体能效与可持续性。通过智能控制系统的集成,可实现电力与热能的实时协调与负荷优化,根据建筑用能需求动态调整输出比例,确保能源供应的平衡与效率。光伏—热能耦合系统充分体现了绿色建筑的节能理念,在节电、节热与减排方面具有显著成效,为建筑能源系统的综合优化提供了可行路径,也为实现低碳、可持续发展的城市能源体系奠定了坚实技术基础。

4.3 多能协同下的智能调度与优化

在光伏、储能、风能与热能等多种能源并行运行的建筑能源系统中，建立统一的能量协调与管理平台，是实现系统高效运行与低碳转型的关键。该平台可利用优化算法对不同能源的发电特性、储能容量与用能需求进行实时分析与调度，实现能量的动态分配与协同平衡。通过合理调控各能源之间的供需关系，系统能够有效削峰谷差，减少能源浪费，确保建筑在不同负荷条件下的稳定供能。能量协调平台不仅具备监测与预测功能，还可结合人工智能技术进行自学习优化，使系统逐步形成最优运行策略。多能互补的综合能源模式打破了单一能源依赖的局限，通过光伏发电、风能供电、储能调峰与热能回收的协同作用，大幅提升能源利用率。该系统在节能减排方面表现突出，可显著降低建筑运行过程中的碳排放，为实现绿色建筑与智慧能源管理提供技术支撑，推动城市能源体系向清洁、高效与智能化方向发展。

5 建筑光伏并网系统的优化与发展方向

5.1 系统设计与结构优化

建筑光伏系统的设计应以建筑特征与环境条件为基础，综合考虑朝向、屋顶形状、遮挡因素及气候特征，以实现能源利用效率最大化。光伏组件的倾角设计需依据当地纬度、太阳辐射强度与季节变化进行优化，使其在全年范围内获得最佳日照角度与最大发电量。屋顶或立面结构的承载力与空间布局也应在设计阶段充分评估，确保光伏安装的安全与合理性。逆变器的容量配置需与组件功率相匹配，以避免过载或功率冗余造成的能效损失。布线系统应尽量缩短传输路径，减少导线阻抗与能量损耗，从而提升整体转换效率。对于高层建筑，采用柔性光伏材料具有较强的适应性与装饰性，可实现光伏发电与建筑外观的融合，既满足结构安全与美学需求，又拓展了建筑表面的能源利用空间。通过科学的设计优化与技术集成，建筑光伏系统能够兼顾美观、实用与高效，为绿色建筑的发展提供可持续的能源解决方案。

5.2 智能控制与能效提升

智能控制系统在建筑光伏并网中发挥着核心作用，通过对电流、电压、功率等关键参数的实时监测，实现动态调节与远程控制。系统可根据外部环境变化、负载需求和电网状态，自动优化发电与用电之间的匹配关系，确保能源利用的高效与稳定。结合人工智能技术，控制系统具备自主学习与模式识别能力，能够在运行过程中自动识别潜在故障，如组件衰减、线路异常或逆变器失效，并根据分析结果进行智能调整与修正。AI 算法的引入不仅提升了系统的运行可靠性，还显著增强了能量管理的精准性与前瞻性。研究表明，采用自学习算法的光伏系统能效可提高

10%以上，发电量更趋稳定，系统响应速度与负载协调性也得到优化。智能控制技术的深化应用，使建筑光伏系统从传统的被动运行转向主动优化管理，为建筑能源系统的数字化转型与低碳发展提供了坚实的技术基础。

5.3 未来技术趋势与政策支持

未来建筑光伏并网系统将与智能电网深度融合，逐步构建以建筑为节点的分布式微电网体系。建筑光伏系统不仅承担清洁能源发电功能，还将通过储能装置、能量管理系统与电网实现双向互动，形成“自发自用、余电上网、智能调度”的运行模式。新型光伏材料的应用将进一步提升能量转换效率，其中钙钛矿电池和叠层光伏组件凭借高光吸收率与可灵活集成的特性，成为推动光伏建筑一体化发展的关键技术。建筑表面的幕墙、屋顶、遮阳结构等都可成为发电单元，使能源利用与建筑设计实现深度融合。

6 结论

建筑电气系统中光伏并网技术的应用是推动绿色建筑与可再生能源利用的重要途径。通过优化光伏系统结构、提升智能控制水平、构建储能与多能源互补体系，建筑能源系统能够实现高效、安全与低碳运行。研究表明，光伏并网系统不仅可降低建筑运行能耗，还能促进电网负荷平衡，实现能源结构的优化调整。未来，随着新材料、人工智能及能源互联网技术的持续突破，建筑光伏系统将呈现更高水平的智能化、模块化与集成化发展趋势。高效电池材料与轻量化组件将提升单位面积发电能力，为屋顶、幕墙等多场景应用提供更大设计自由度；BIPV 一体化技术将光伏发电与建筑围护结构深度融合，实现“发电功能+建筑功能”的协同优化。人工智能算法可用于发电预测、负荷识别与故障诊断，结合数字孪生与云边协同，实现运行状态的在线评估与维护策略的自动生成，降低运维成本并提高可靠性。能源互联网与微电网技术则推动光伏、储能、充电桩与楼宇负荷的联动调度，提升就地消纳水平与系统韧性，使建筑逐步从“能源消费者”转变为“产消者”和灵活调节资源，从而为建筑领域碳中和目标提供持续、稳定的技术支持。

[参考文献]

- [1]李明,陈志强.建筑光伏并网系统运行特性与优化控制研究[J].电气技术,2022(8):56-62.
 - [2]王凯,周伟.光伏建筑一体化系统的能量管理与互补策略研究[J].建筑科学,2023(4):74-80.
 - [3]刘欣,张建.智能控制技术在光伏并网系统中的应用[J].可再生能源,2021(12):88-93.
- 作者简介：霍立民（1997.9—），男，汉族，毕业学校：河北水利电力学院，现工作单位：九易庄宸科技（集团）股份有限公司。

建筑工程施工中深基坑支护施工的技术

李思锐

邯郸市城投房地产开发有限公司, 河北 邯郸 056000

[摘要]深基坑支护施工在建筑工程里属于极为关键的一环,它对于保障地下结构的安全以及维持施工环境的稳定起着重要作用,其施工质量以及设计是否合理,和工程安全、施工效率还有周边环境的影响有着直接关联。随着城市建设密度变得越来越高,地下空间开发也在持续深入,深基坑施工所面临的一些问题逐渐凸显出来,比如地质条件较为复杂、施工环境受到诸多限制以及安全风险比较高等等。文中依据深基坑支护的设计原理、施工技术方法以及施工质量控制与监测等方面内容,全面且细致地剖析了施工实践当中那些关键技术环节,同时结合实际工程深入研讨优化施工方案、控制风险以及提升施工质量的相关策略,从而为深基坑支护施工给予一定的理论依据以及实践方面的参考。

[关键词]建筑工程;深基坑支护;施工技术

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18398 中图分类号: TU71 文献标识码: A

Technology of Deep Foundation Pit Support Construction in Construction Engineering

LI Sirui

Handan Urban Investment Real Estate Development Co., Ltd., Handan, Hebei, 056000, China

Abstract: The construction of deep foundation pit support is an extremely critical part of construction engineering, which plays an important role in ensuring the safety of underground structures and maintaining the stability of the construction environment. Its construction quality and design are directly related to project safety, construction efficiency, and the impact on the surrounding environment. With the increasing density of urban construction and the continuous deepening of underground space development, some problems faced by deep foundation pit construction have gradually emerged, such as complex geological conditions, limited construction environments, and high safety risks. Based on the design principles, construction techniques, and quality control and monitoring of deep foundation pit support, this article comprehensively and meticulously analyzes the key technical links in construction practice. At the same time, it deeply discusses the relevant strategies for optimizing construction plans, controlling risks, and improving construction quality in combination with actual engineering, providing a certain theoretical basis and practical reference for deep foundation pit support construction.

Keywords: construction engineering; deep foundation pit support; construction technology

随着城市地下空间开发进程不断加快,高层建筑以及大型公共设施的数量也在持续增加,深基坑施工已然变成现代建筑工程其中的一个极为重要的环节。深基坑施工一方面和地下结构的安全状况紧密相关,另一方面也涉及到施工人员的安全,同时还关乎周边环境的保护事宜。其呈现出的复杂性主要是由地质条件、地下水位情况、场地所受到的限制以及周边建筑所产生的影响等因素共同导致的。要想保证施工能够顺利推进,那就得结合合理的支护设计方案、科学且有效的施工方法。虽说施工技术在不断地向前发展,然而在那种风险比较高、施工难度也比较大的条件之下,依旧需要针对具体的项目去对施工策略做出相应的优化调整。本文会从支护设计原理、施工技术方法以及施工质量控制与监测等诸多方面入手,较为系统地深基坑支护施工技术展开探讨,从而给实际施工实践给予一定的理论方面的指导。

1 建筑工程中深基坑支护施工特点

深基坑支护可以确保地下建筑施工作业的安全问题,包括

深基坑四周的环境。所以需要在深基坑周围做好相关的支护点,提高施工过程中的稳定,同时也保护施工者的生命安全。深基坑的支护工程施工特点有很多,但最重要的是深基坑中支护施工具有地区性。不同的地方使用的施工方法也是不一样的,原本的施工经验总结也不能照搬照抄。其次,深基坑的支护施工具有特殊性。因此在深基坑的支护施工过程中还需要具体问题具体分析,需要一个比较完善的建筑参考信息。最后是深基坑的支护建筑施工作业具有综合性,其涉及到施工的方方面面,无论是环境问题还是安全问题,影响深基坑支护施工的因素不止一个。例如,施工环境状况也是值得考虑的因素,地面抗压能力是深基坑支护施工的重点。

2 深基坑支护设计原理

2.1 支护结构类型及选择原则

深基坑支护结构类型的选择应当充分结合基坑地质条件、施工深度、周边环境以及工程经济性来考量。钢板桩支护、地下连续墙、土钉墙还有护坡桩等这些支护形式

各自都有着不同的优势,在设计的时候需要对其施工难度、施工周期以及成本控制等方面予以权衡考虑。钢板桩支护比较适用于浅中型基坑,它的施工周期相对较短,并且还可以重复使用,不过对于深基坑而言其受力能力是有限的;地下连续墙在软土或者高水位地区是比较适用的,它有着不错的承载能力以及良好的防水性能,然而其施工成本偏高,施工周期也较长;土钉墙支护适宜于中深基坑,施工起来比较灵活,能够减少对周边环境的影响,但是对施工精度以及质量控制的要求是比较高的;护坡桩支护一般会用于边坡支护以及土体软弱的地区,具备一定的整体稳定性。支护结构类型选择的原则应当把保证基坑安全作为首要的目标,同时也得兼顾施工可行性、经济性以及施工效率,要是有必要的话可以采用复合型支护结构,以此来满足复杂地质以及施工环境方面的需求。

2.2 基坑土压力与水压力分析

基坑土压力方面的分析,在支护结构设计里属于极为关键的核心环节,其主要涉及静止土压力、主动土压力以及被动土压力等相关方面的计算内容。就深基坑施工来讲,在整个施工进程当中,土压力会随着施工所达到的深度不同、土体的具体类型不一样、边坡所呈现的坡度存在差异以及所采取的施工方法有所区别等情况而出现相应的变化,所以必须要综合结合地质勘察所获取的数据来展开精准细致的分析工作。水压力的分析同样有着不容忽视的重要意义,因为地下水会给基坑的侧壁还有支护结构额外施加一定的压力,进而极有可能引发结构出现变形情况或者导致其处于失稳的状态。在设计相关事宜开展的过程中,应当选用较为合理的水压力计算办法,并且要将降水方面的有关措施同支护结构的防渗设计相互结合起来,以此来切实保证在施工期间基坑能够维持稳定的状况。通过对土压力以及水压力展开系统的分析,便能够较为科学地确定出支护结构的截面具体尺寸、相应的间距以及加固的相关措施,从而为后续的施工环节给予可靠的技术层面的依据支持。

2.3 地下水控制与降水措施

地下水控制对于深基坑施工的安全而言,属于极为关键的一项保障举措。当遇到高水位或者土层自身渗透性较强的情况时,那么基坑施工所面临的风险便会相应地有所增涨。常见的降水措施涵盖了多种不同的方法,像是井点降水、沟槽排水、深层排水以及利用集水泵来进行排水等。在挑选具体的降水措施时,务必要综合考量土质的具体类型、地下水位的实际状况以及施工所持续的周期等因素,以此来切实保证降水能够取得稳定且可靠的成效,并且在此过程中要尽力避免给周边的各类建筑物还有道路带来因沉降而产生的不利影响。从设计层面来讲,降水系统的具体布置情况应当充分顾及施工呈现出的阶段性特点、排水所能达到的效率高以及后续维护操作的便捷程度等方面,倘若有必要的话,甚至可以采取多级降水方案的方式,

从而更好地去适应那种较为复杂的地下水相关条件。借助科学合理的地下水控制手段以及行之有效的降水措施,不但能够确保基坑边坡维持在稳定的态势之下,而且还能在一定程度上提升施工的整体效率以及施工过程中的安全性。

3 深基坑支护施工技术方法

3.1 钢板桩施工技术

钢板桩施工技术因其具备快速、灵活且能够重复使用的特性,所以成为了浅中型基坑支护领域里的一种常用手段。钢板桩借助机械振动或者液压的方式打入到土体当中,进而形成连续或者是半连续的支护墙,可对土体位移以及边坡稳定起到有效的控制作用。在施工期间,得依据基坑的具体形状与深度来设计钢板桩的长度、埋入的深度还有拼接的方式,并且要联合支撑系统以此来确保整体的稳定性。施工进度里应当严谨地去监测桩体的垂直度、沉入的深度以及土体变形的具体状况,在有必要的情况下可以对打桩的方法以及支撑的布置做出相应的调整,从而能够适应不同的土质以及施工条件。钢板桩施工不但能缩减施工周期,而且在施工完成之后凭借拆除或者复用这种方式也能够降低成本,其在城市地下空间开发以及建筑基坑施工方面都有着较为广泛的运用。

3.2 土钉墙施工技术

土钉墙支护技术,其具体做法是在土体当中植入具有高强度特性的钢筋土钉,与此再结合喷射混凝土的方式,进而形成一个完整的支护结构,以此来达成对边坡或者基坑侧壁实现稳定控制的目的。这项技术在中深基坑以及软弱土层方面有着适用性,它的施工方式较为灵活,能够依据地质的具体情况去对土钉的间距、长度还有倾角做出相应的调整。在施工的整个进程当中,务必严格把控喷射混凝土的厚度以及施工的质量,并且要凭借施工监测所获取的信息,实时地去对施工参数加以调整,从而保证支护结构的整体性以及安全性。土钉墙施工技术在城市那种较为狭小的施工空间当中,还有在不规则的基坑环境里,都展现出了相当高的适应性,它已然成为现代深基坑施工当中被广泛采用的一种支护方法。

3.3 护坡桩施工技术

护坡桩施工技术主要是凭借在基坑边坡或者开挖面去布置桩体,然后再联合横向梁板来构成整体的支护结构,以此来强化边坡的稳定性以及承载能力。这项技术在软土区、坡度相对较大或者边坡容易出现塌陷的区域都是适用的,在施工期间得依据土质的具体情况来确定桩径、桩距还有桩长,从而保证桩体和梁板能够形成一个完整的受力整体。施工的时候要同模板以及混凝土浇筑技术相互配合起来,并且还要强化施工监测以及质量把控工作,防止出现桩体发生偏移或者支护结构出现开裂等情况。护坡桩施工技术在大型基坑、边坡开挖以及软土地基处理等方面都具备十分突出的优势,可以说是深基坑施工当中极为重要且必不可少的一种支护方式。

3.4 模板与混凝土施工技术

模板以及混凝土施工技术对于深基坑支护而言,有着极为关键的作用。一套科学且合理的模板支撑系统,一方面可确保混凝土浇筑时形状的精准程度以及结构尺寸的准确性,另一方面还能够有效地抵御浇筑所产生的压力,进而保障支护结构的整体稳定性。在混凝土施工进程当中,务必对混凝土的配比、浇筑的速度还有振捣的密实度加以严格的把控,如此才能避免结构出现蜂窝状、孔洞或者裂缝等状况。与此施工要结合施工监测所获取的数据,适时地对模板支撑以及浇筑工序做出调整,以此来确保施工的质量以及施工的安全性。而模板与混凝土施工技术的不断优化以及实施精细化的管理,无疑是达成深基坑支护施工高质量完成的重要环节所在。

4 深基坑施工质量控制与监测

4.1 施工监测与数据分析

施工监测以及对相关数据展开分析,这在深基坑施工质量控制方面属于极为关键的起始环节,其最为重要的目的在于能够实时且准确地掌握基坑土体还有支护结构的实际状态,进而为施工管理以及风险防控等相关事宜给予相应的依据^[1]。监测所涉及的内容一般涵盖土体的水平位移情况、支护结构承受地力的情况、地表出现的沉降状况、地下水位发生的变动情况以及周边建筑物受到的影响状况等方面。借助于安装测斜管、沉降板、荷载传感器以及水位监测设备等一系列举措,便能够获取到施工整个过程中的动态数据。对于监测所获得的数据应当予以科学合理的分析,像趋势分析、超限分析以及施工阶段性分析等等都包含其中,唯有如此才能够及时察觉到可能出现的异常变形或者超限等情况。经过对监测数据开展细致入微的分析之后,施工管理人员就能够采取诸如必要的加固措施、支撑调整举措或者施工方案优化等方面的措施,以此来切实保障施工过程中基坑具备稳定性以及安全性。与此施工监测与数据分析还能够形成施工档案,这可为后续工程的验收工作、维护事宜以及类似工程的设计环节提供较为可靠的依据。

4.2 变形控制与安全措施

变形控制以及安全措施在深基坑施工质量控制方面占据着极为关键的地位,其最为重要的目标在于避免基坑土体出现过大的位移情况、支护结构发生失稳状况或者周边建筑物遭受损害。在施工进程当中,要依据监测所获取的数据来设定相应的预警指标,一旦位移、沉降或者是倾斜超出控制的范围,就要及时地采取加固、对支撑做出调整或者让施工暂时停工等一系列的安全措施^[2]。具体而言,可采用的方法有强化支护结构的刚度以及承载能力、增添临时支撑系统、对施工顺序加以优化以及制定分段开挖的策略等。与此施工人员务必要严格依照施工安全操作规程来行事,妥善安排施工时间以及施工工序,借此降低施工

扰动的程度以及消除安全隐患。变形控制一方面要关注基坑内部土体和结构的稳定性,另一方面也要对基坑施工给周边环境所带来的影响予以评估,像是道路、地下管线还有邻近建筑可能出现的沉降风险,进而达成施工全过程的全方位安全管理目标。

4.3 材料与施工工艺质量控制

材料以及施工工艺方面的质量控制,这可是确保深基坑支护结构性能能够契合设计要求的的一个基础环节。在施工的过程当中,得严格按照设计规范还有材料标准来选用钢材、混凝土、水泥以及其他用于支护的材料,务必要让这些材料的强度、耐久性以及施工适应性都能够达到相应的要求。像混凝土浇筑、模板安装、桩基打设以及土钉安装等一系列施工工艺,都得对施工精度、工序顺序以及施工环境条件给予严格的把控,唯有如此,才能够保证支护结构的整体性与可靠性。质量控制所涵盖的内容可不仅仅局限于施工材料的进场检验、施工过程当中的监测以及施工完成后的检测,它还包含着施工技术人员对于施工工艺的严格执行情况,以及对他们开展操作规范方面的培训事宜^[3]。借助系统化开展的材料与工艺质量控制工作,能够切实有效地降低施工当中出现缺陷的风险,进而提升支护结构的承载能力以及使用寿命,最终达成保障深基坑施工整体安全与工程质量的的目的。

5 结语

深基坑支护施工技术是确保建筑工程地下结构安全的重要环节,涉及设计原理、施工技术、施工质量控制等诸多方面。伴随城市地下空间开发以及高层建筑建设日益增多,深基坑施工所面临环境复杂性以及安全风险也在持续上升。借助科学合理的支护设计、先进的施工技术以及严格的施工质量控制和监测手段,深基坑施工可于保证安全的基础之上提升施工效率、降低相关成本,并且尽可能减小对周边环境所产生的影响。在未来,深基坑支护施工会朝着智能化、精细化以及综合管理的方向不断发展,依靠运用施工信息化管理、实时监测技术以及先进施工方法等,达成施工安全、质量与效率的全方位优化,进而为城市建筑工程的安全发展给予稳固有力的保障。

[参考文献]

- [1]焦永胜.建筑施工中深基坑支护技术进展[J].石河子科技,2025(3):54-56.
- [2]纪晓萍.建筑工程施工中深基坑支护施工技术初探[J].建材发展导向,2025,23(3):112-114.
- [3]张文伟.建筑工程中深基坑支护的施工技术管理探究[J].建材发展导向,2024,22(20):130-132.

作者简介:李思锐(1992.4—),毕业院校:武昌理工学院,所学专业:土木工程,当前就业单位:邯郸市城投房地产开发有限公司,职务:投资部长,职称级别:工程师。

基于无障碍理念的城市建筑人性化设计实践研究

耿莎 李凌

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]城市建筑快速发展,所有人群出行和使用便利急需被关注,无障碍理念注重空间平等与自由通达,给城市建筑人性化设计指明了根本方向,分析当下城市建筑无障碍设计常见问题,探讨功能布局、通行路径、设施细节等方面的优化策略,就能提升空间使用的包容性和安全性,实践方面结合典型案例,展示把无障碍理念融入建筑设计的有效路径,推动城市空间朝着更公正、更具关怀、更多元的发展方向发展。

[关键词]无障碍设计;人性化设计;城市建筑;通达性;空间优化

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18406 中图分类号: TU8 文献标识码: A

Research on Humanized Design Practice of Urban Buildings Based on Accessibility Concept

GENG Sha, LI Ling

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

Abstract: With the rapid development of urban architecture, the convenience of travel and use for all people urgently needs attention. The concept of accessibility emphasizes spatial equality and free access, providing a fundamental direction for humanized design of urban architecture. Analyzing common problems in current urban architecture accessibility design, exploring optimization strategies in functional layout, traffic paths, facility details, etc., can enhance the inclusiveness and safety of space use. In practice, combined with typical cases, it demonstrates the effective path of integrating accessibility concepts into architectural design, promoting the development of urban space towards a more just, caring, and diverse direction.

Keywords: accessibility design; user-friendly design; city building; accessibility; space optimization

引言

现代城市化进程不断加快,构建真正“以人为本”的建筑空间成了社会关注焦点,然而传统设计常忽略老年人、残障人士等群体特殊需求,从而产生城市空间使用壁垒,而无障碍理念的提出不只是技术改进,更体现社会公平与尊重,将这一理念融入城市建筑设计可提升空间品质彰显人文关怀,是实现宜居城市的重要途径。

1 无障碍理念在人性化城市建筑中的价值体现

现代城市建设把无障碍理念当作重要价值导向并逐步改变传统建筑设计逻辑,使其成为提升城市建筑人性化水平的关键支点。

1.1 无障碍理念推动设计以人为本

现代建筑设计核心是“以人为本”,在城市空间里这一核心的具体体现便是无障碍理念,传统建筑常以效率、功能或者审美为导向而残障人士、老年群体、儿童等在实际使用时的多样化需求往往被忽视,这些群体通行、使用、交流多有不便进而既影响生活质量也无形中加深社会隔阂,无障碍设计理念重视空间平等、无差别使用,不管使用者身体、感官有无障碍都能自由、安全、舒适地使用建筑空间,这一理念促使城市建筑回归人的需求本质从单一功能性转变成综合包容性有力支撑公平、关怀社会的建设。

1.2 塑造全龄友好型城市空间环境

人口老龄化进程加快且残障群体权益意识也在增强,这让城市建筑面临更高的人性化需求,而无障碍设计作为构建“全龄友好”城市环境的关键基础非常重要,它并非只服务特定人群,像平缓坡道、无障碍电梯、低位按钮、清晰导视这些设计细节能让残障人士、婴儿车和行李车使用者以及老年人出行和活动方便,这种设计思维把“他者”变成“所有人”从而使空间使用权平等,也增强了城市公共空间的开放性和亲和力,营造无物理、感知或者心理障碍的环境就能让建筑空间满足更多人日常生活需求,进而使城市的包容性和多元性目标真正实现。

1.3 增强建筑空间的社会公共价值

无障碍理念不是一种设计手段,更是社会公平理念在城市空间的具体体现,建筑空间只有兼顾不同能力群体的使用权利,城市才算是真正公正,反之建筑设计若在入口通道、楼梯、电梯、卫生间等环节有限制,必然会使部分人群边缘化甚至被排除在公共生活之外,而全面将无障碍理念融入建筑设计可降低社会隔离风险并提升群体间的平等感与尊重感,此时建筑不再只是物理构造物,而是成为实现社会正义的媒介,其凭借细节设计传达关怀与接纳的信号以增强城市对多样群体的包容能力,最终提升居民的归属感和幸福感。

2 当前城市建筑无障碍设计存在的主要问题

无障碍理念逐步推广开来,但在城市建筑实际的设计与实施当中还存在许多被忽视、缺乏多样性和形式化的问题,急需深入剖析并改进。

2.1 无障碍设施配置缺乏系统性

当前,多数城市建筑里的无障碍设计呈“点状分布”,缺乏系统性和整体协调性,常出现坡道位置设得不合理、电梯与无障碍路径不连通、无障碍卫生间空间狭小等问题,这种割裂式设计不但影响使用效率,还让用户在实际通行时易遇障碍,加重出行不便,而且规划阶段设计者常把无障碍当附属功能,没和主流动线、核心空间有效融合,使得相关设施有形式没功能,城市建筑要是不深入理解整体流线和人群需求,就难以实现真正的无障碍。

2.2 设计标准执行存在偏差与走样

国家及地方层面尽管出台了多项无障碍设计规范,但实际建设时设计和施工明显断层、标准执行不到位,部分坡道倾斜度超规定范围、扶手高度与抓握尺寸不合理、地面导盲标线断裂或者指向错误,这些细节偏差使无障碍设施形同虚设,而且有些项目验收走流程、设计做做样子,施工完后无障碍设施还被占用、拆除或者遮挡,监管机制不健全也是根源问题,无障碍设计评估多关注数量指标而非功能实效,实际使用体验很差,违背无障碍设计初衷。

2.3 用户参与度低影响实用价值

特定群体的使用需求本质上要靠无障碍设计来服务,但在现行建筑设计流程里决策链常把真正的使用者排除在外,残障群体通行细节、老年人对材料触感偏好、视障者对导向系统依赖这些情况设计者没亲身体验就难以完全预判,缺乏前期调研和用户反馈设计就会偏离实际需求而陷入“设想合理、使用困难”困局,并且公众对无障碍设计认识片面,部分社会群体不理解设施使用,乱占无障碍通道、堆放杂物等行为还会阻碍设施功能发挥从而削弱设计的社会意义。

3 城市建筑空间功能布局的人性化优化路径

城市建筑可不只是物理空间的构建,还承载着人群活动的多样与连续,而要实现无障碍理念,科学合理地进行人性化空间布局是基础环节。

3.1 优化核心动线提升通达效率

城市建筑设计中,空间使用效率和体验舒适度关键在于动线,部分公共建筑的动线设计现在还在用传统“功能区块化”模式,行动不便者对连续性和导向性的需求被忽略,人性化的优化路径得强调主通道、交通枢纽、电梯、出入口直观联通,减少高差、转折和障碍,不必要的就别要,主入口放在人流自然集中的一侧并安装自动门或者感应门系统以方便通行,无障碍电梯靠近大厅或者服务中心,别远离主线搞成“隐蔽设计”,而且在医院、商场、交通枢纽这些复合型建筑里,要重视多动线分流和交叉节点的

清晰指引,避免路径混乱或者过度集中造成拥堵,这种通达性优化不光为特殊群体服务,还能提高整体人流组织和空间效率。

3.2 功能区域设置强调平等可达

城市建筑的包容性与公平性直接受空间功能分区是否科学的影响,以往设计时,卫生间、候梯厅、服务台等部分无障碍设施常被设置在边缘位置,使用时用户得绕行、远行,甚至要靠他人帮忙,这严重损害了他们的独立性与尊严感,要优化就得从功能对等和可及性着手,达成“同等进入、同等使用”,像剧院、展馆等公共场所,无障碍观演区应和普通座位处于同一平面,还得设置灵活座椅区来满足轮椅使用者需求,办公楼里的会议室、茶水间、档案区等常规功能空间,在通达通行条件和辅助设施方面也不应有差别对待,空间配置不能抱着“只为符合规范”的消极想法,而要朝着“主动适配多种人群”的前瞻性设计转变,在设计端构建公平性。

3.3 融合多元场景打造连续体验

城市建筑大多位于交通、商业、服务等多场景复合交汇之处,使用者群体繁杂且路径纵横交错,急需从全链条的角度整合空间布局以保障用户在不同使用情境下体验的连续性,而传统设计存在场景断裂、信息传导断档、功能转换僵化等情况,这对残障人士、老年人等群体来说尤其容易造成通行阻碍与心理负担,优化路径就得打破单一空间的“孤岛效应”,构建功能空间逻辑与视觉的连贯性,在大型交通枢纽,候车区、售票区、安检区要借助连廊、地面引导、灯光及标识系统达成自然过渡,医院内部挂号、候诊、检查、缴费等流程需形成可追踪的空间链并加上语音引导、触觉信息、智能排队系统以强化多感知的信息获取方式,多元场景设计融合起来后用户就能在建筑里自然穿梭,认知负担减轻,整体空间的人性化体验水平也就提高了。

4 无障碍设施设计在建筑细节中的实践探索

建筑设计的精度靠细节处理来体现,而无障碍设施作为连接空间和人的关键元素,其精致与否、合理与否直接关系到人性化体验能否完整实现。

4.1 出入口与通道细节的人性化改进

用户接触空间第一步就是建筑出入口,可现实里不少无障碍坡道不是位置偏远就是坡度过陡再不然就被杂物占了,这让使用变得困难,人性化设计要在主入口设个和地面自然衔接的缓坡,铺上防滑材料且两边装上连续扶手,以便轮椅和行动不便的人能安全通行。通道要宽点,能让两个人并排走或者让轮椅灵活调头且不能有高差、台阶或者狭窄转角。室内走廊、连廊之类的空间加导向地砖、软质防撞条以及适合不同视力人群的照明,这样通行的时候既安全又让人心里舒服。要特别留意保持通道畅通,别堆放杂物或者放临时装置挡住通行路线且在设计一开始就

要多和使用者交流,让无障碍设施在实际用的时候更方便、更科学,细节上稍微调整一下,建筑对弱势群体的包容度往往就能大大提高。

4.2 卫生间与服务设施的功能优化

人们常将无障碍卫生间当作检验建筑人性化水平的重要指标,但在实际使用时却存在空间狭窄、设备简陋、设计不符合用户真实需求等不少问题。无障碍卫生间要合理就需要有足够的转动空间且配备高度合适的坐便器、能折叠的扶手、感应式洗手设备和报警系统,洗手台下面留空以方便轮椅靠近且镜面角度兼顾坐和立两种视角,地面用防滑材料且保持干燥、排水好以防止跌倒,门采用推拉式或者轻便自动门,让使用者轻松打开且门宽满足轮椅通行要求。在公共服务区如咨询台、自助机、饮水处等地方设置低位设施和语音提示功能会让使用过程更自主、更有尊严,这些细节设计既体现了对特殊需求人群的关怀也能推动服务标准整体向更高层次发展从而让“无障碍”从形式到实质全面实现。

4.3 信息引导系统的无障碍整合

在建筑里,引导行为的重要介质是信息获取系统,不过传统导视大多以视觉为主导,忽略了盲人、低视力人群或者听力障碍者的需求。无障碍信息设计应采用多模态表达方式,将图形、文字、点字、语音、灯光等多种形式结合起来以提高辨识度和可感知性。在空间节点如电梯口、交叉走廊、服务台处,应设置触摸式信息板或者可语音识别的导航系统,让用户能够主动获取路径信息,地面导向系统要完整连贯,避免断裂和误导,且要将点字标识放在扶手或者墙面容易触摸的部位并定期维护保证清晰可读。要考虑不同语言的引导需求,特别是在交通枢纽、医院、商场这些公共性强的建筑里,应增设多语言语音提示和可调节音量系统。通过智能化和人本化的融合,让信息系统从“看得见”变成“感得到”,从而为真正意义上的无障碍使用提供坚实保障。

5 推动城市建筑无障碍发展的策略与未来展望

无障碍城市的实现不仅是建筑方面的进化,更代表着社会的文明程度,要打造普惠共享的城市环境就需要从政策、技术、意识等多个层次协同推进。

5.1 健全法规体系与多方监管机制

无障碍理念的落实根本上要靠法律制度来保障,我国虽然已经出台了《无障碍环境建设条例》《城市道路和建筑物无障碍设计规范》等政策文件,但在实际执行的时候,覆盖不全、标准弹性大、问责机制薄弱等问题依旧存在,要进一步推动城市建筑朝着无障碍化发展,得先制定出更具操作性的技术细则和行业强制标准,让规范从“可参考”变为“可执行”,并且建立多主体协同监管机制,将政府监管、行业自律、社会监督这三方力量结合起来,构建从规划审批到竣工验收全过程的监管闭环,把“无障碍评价”机制引入建筑质量评定,让其加入星级评审、奖项申报、政府采购等体系,促使开发单位从“被动合规”变为“主

动建设”,只有法规健全且执行有力,无障碍理念才能真正从纸上落到城市的各个角落。

5.2 推动智能技术融入建筑系统

智慧城市建设不断加快给无障碍发展带来新契机并将智能技术嵌入其中,传统无障碍设施多靠物理形式而人工智能、物联网、感应识别等技术能弥补空间和信息障碍方面的不足,像智能语音导览系统能让视障者有实时路径指引、NFC 标签或者二维码技术能实现个性化导航、感应式开门、电梯语音控制、座椅自动升降系统能让不同能力人群更灵活地掌控空间,而且智慧数据分析依据用户行为反馈优化动线设计和服务策略让建筑运营适应性和前瞻性更强,这类技术城市建筑得主动引入以在解决物理障碍的通过智能体验达成“感知无障碍”从而推动空间从可达性向感受性提升,科技和人文融合将是下一阶段无障碍建筑进化的核心动力。

5.3 构建全民参与意识提升机制

无障碍城市建设不能光靠专业设计者或者政府职能部门来推动,得让全社会意识觉醒、群体力量汇聚才行,现在公众对无障碍的认识还被“专属设施”“残障适配”这种刻板理解框住了,没有从整体上认同它的普惠价值,得从教育、传播、社区实践等诸多层面加强宣传和体验式学习,中小学可以开无障碍体验课,高校建筑和城市规划教育中强化通达性训练,媒体平台推广优秀的无障碍建筑案例和用户故事以增强公众共情力,在社区和街区层面要引导居民参与无障碍环境共建活动,像无障碍检查日、志愿协助行动、意见征集机制等,推动公众从“被服务对象”变成“共同创造者”,只有全民意识觉醒了,无障碍设计才不会被当成“补充”而是被视作“常态”,城市才能真正从结构公平迈向文化共融。

6 结语

技术进步能体现无障碍理念,它也是城市文明的重要标志。在快速城市化进程里,空间平等尊重关怀所有人群是衡量建筑人性化程度的重要标准。要让无障碍理念融入城市建筑各个角落,需要从动线优化、细节处理、法规建设、意识提升等多层面协同努力。往后,不断加强制度保障、技术支持、公众参与,城市空间就能可达且可感、可亲、可用,从而构建面向所有人的包容性社会。

[参考文献]

- [1]赵行.大型综合医院高层住院楼公共空间人性化设计研究[D].成都:西南交通大学,2019.
 - [2]汪国精.共生理念下的商业综合体城市共享空间研究[D].大连:大连理工大学,2020.
- 作者简介:耿莎(1987.3—),女,汉族,毕业学校:河北建筑工程学院,现工作单位:河北建筑设计研究院有限责任公司;李凌(1988.4—),男,汉族,毕业学校:清华大学,现工作单位:河北建筑设计研究院有限责任公司。

绿色理念下水利水电施工技术和措施研究

贾丽清

山东省水利水电建筑工程承包有限公司, 山东 济南 250100

[摘要]随着可持续发展理念持续在工程建设领域推进,水利水电工程施工遭遇着生态保护、资源高效利用以及社会经济效益等方面的诸多压力。绿色施工理念着重于在确保工程质量与安全的基础之上,达成节能减排、资源循环利用以及生态保护的目标。文中从水利水电施工的技术层面以及管理层面着手,对绿色施工技术及其应用措施展开系统分析,所涉及的关键环节包含环保材料选用、节能施工、节水及水资源保护、生态护坡与护岸、清淤与泥沙治理等方面,并且还对 BIM 技术以及信息化管理的应用途径展开探讨,依据本地软基处理的施工特点给出适配方案。希望能够为水利水电工程在绿色理念指导下的可持续建设给予理论方面的指导以及实践层面的参考。

[关键词]绿色理念; 水利水电; 施工技术; 管理措施

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18389 中图分类号: TU196 文献标识码: A

Research on Water Conservancy and Hydropower Construction Technology and Management Measures under Green Concept

JIA Liqing

Shandong Water Conservancy and Hydropower Construction Engineering Contractor Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250100, China

Abstract: With the continuous promotion of the concept of sustainable development in the field of engineering construction, the construction of water conservancy and hydropower projects is facing many pressures in terms of ecological protection, efficient utilization of resources, and socio-economic benefits. The concept of green construction focuses on achieving the goals of energy conservation, emission reduction, resource recycling, and ecological protection while ensuring the quality and safety of the project. Starting from the technical and management aspects of water conservancy and hydropower construction, this article conducts a systematic analysis of green construction technology and its application measures. The key links involved include the selection of environmentally friendly materials, energy-saving construction, water conservation and water resource protection, ecological slope protection and bank protection, dredging and sediment control, etc. It also explores the application of BIM technology and information management, and provides adaptive solutions based on the construction characteristics of local soft foundation treatment, so as to provide theoretical guidance and practical reference for the sustainable construction of water conservancy and hydropower projects under the guidance of green concepts.

Keywords: green concept; water conservancy and hydropower; construction technology; management measures

引言

近些年,我国水利水电工程的规模一直在不断变大,其工程类型包含了水库、大坝、泵站以及水电站等诸多种类。传统的施工模式把进度和成本当作核心要点,常常会忽略对生态环境所产生的干扰以及资源的消耗情况,使得土壤遭到破坏、水质出现污染、生态系统受到损害以及能源被大量浪费等一系列问题日益突出起来。绿色施工理念的问世,给水利水电工程建设明确了全新的发展走向,它着重于在确保工程质量以及施工安全的前提之下,兼顾环境保护、资源节约以及社会效益的一致性。在绿色理念的引领之下,施工技术以及管理举措务必要达成经济效益、环境效益和社会效益的紧密融合,以此来促使工程朝着可持续发展的目标向前推进。本文通过对绿色施工技术以及管理实践展开分析,深入探究其在水利水电工程当

中的具体应用途径,进而为工程实践给予具有操作性的参考依据。

1 绿色理念下水利水电施工技术和措施原则

在绿色理念的指导下,水利水电施工技术与管理应围绕生态保护、资源节约和可持续发展展开。首先,施工技术应注重环境友好,减少对自然生态系统的扰动。例如,在土石方工程中减少植被破坏,采用环保材料如低碳水泥、可再生资源等,从源头上降低施工对环境的影响。此外,优化施工工艺和流程,推广节能型设备和绿色施工技术,减少能耗与污染排放。管理原则方面,应建立健全绿色施工管理体系,明确各级人员的环保职责。项目的全生命周期管理应纳入环保目标,从设计、施工到后期维护,都要贯彻绿色理念。施工过程中应对废水、废气、废渣等污染物进行严格管理,确保其达标

排放,减少对水体、土壤的污染。还应积极推行生态修复措施,如植被恢复、土壤改良等,保护河流及其周边生态系统的完整性。

2 绿色施工技术与应用

2.1 环保材料及节能施工

在绿色施工期间,环保材料的选用属于极为关键的一个环节,它和工程的质量以及生态环境保护的效果有着直接的关联,在施工进程当中,应当优先去选用像低碳水泥、可再生的建筑材料以及那些没有污染且容易降解的辅材,以此来防止对大气、土壤还有水体产生不利的影 响,依据不同工程部位所具备的功能以及环境条件来合理地配置材料,能够有效防止出现资源浪费的情况,施工工艺和材料的使用需要相互配合,比如在混凝土搅拌以及浇筑的时候采用高效的减水剂,并且对粉煤灰的比例加以控制,如此一来便能在保证结构强度的同时把环境污染的程度降低下来,除此之外,施工单位要建立起关于材料采购以及使用的全程记录体系,达成对材料来源、用量以及剩余情况的追溯目的,进而提升资源利用的效率。在节能施工这块,应当去推广那些高效的节能设备,像是电动或者混合动力机械等,同时还要对施工流程以及作业顺序予以优化,减少机械出现空转以及重复作业的现象,并且借助能耗监测系统针对设备能源消耗展开实时的监控以及数据方面的分析,以此实现科学且精细的能源管理,这样既能降低成本,又能推动绿色施工目标的达成。

2.2 节水与水资源保护技术

水资源保护在绿色水利水电施工里属于极为关键的环节,其主要目的在于达成施工进程当中水资源的高效运用以及对生态环境尽可能少的干扰。就施工组织以及工序安排来讲,需科学地规划施工的先后顺序还有作业的布局安排,要尽力避免出现不必要的用水方面的浪费情况,并且借助合理的调度施工机械以及作业班组,达成水资源的优化配置状态。在施工用水这块,能够广泛地运用雨水收集系统,把降雨以及地表径流汇聚起来之后经过沉淀、过滤以及消毒等一系列处理操作,然后再循环着用于施工现场的冲洗工作、混凝土的养护事宜以及临时性的用水需求,以此来降低对外部水源的依赖程度,同时还能减轻废水排放所带来的压力。除此之外,还需要在施工现场构建起较为完善的水土保持设施体系,像排水沟、沉砂池、临时蓄水池以及雨季防洪排水的相关措施等都包含在内,从而防止因雨水冲刷而引发的泥沙流失问题、水体出现富营养化状况以及施工废水外溢给周边环境带来的种种影响。在导流、疏浚以及基坑排水作业期间,应当综合考虑现场的水文条件以及地形地貌实际情况,合理地安排施工的顺序,采取流水控制以及阶段性导流之类的举措,尽量减少对河道自然流态以及水生生物栖息环境的干扰,确保施工

河段的水质保持稳定并且生态系统具备完整性。将节水与水资源保护技术全面加以实施,一方面能够有效地保障工程施工能够顺利地向前推进,另一方面也能够提升施工资源的利用效率,而且还能够为工程周边生态环境给予持续的保护支撑,进而为实现水利水电工程的绿色可持续发展目标筑牢了稳固的基础。

2.3 生态护坡、护岸与导流技术

生态护坡、护岸以及导流技术属于绿色施工的关键构成部分,其既能确保结构处于安全状态,又能对周边的生态环境起到保护作用。在开展护坡护岸施工的时候,需采用生态护坡材料以及生物技术,并且要和合理的坡度设计、土工材料以及植物覆盖的方式相互结合起来,以此让施工区域可以和自然环境达成协调融合的效果,进而减少对环境的扰动情况。在施工导流这个过程当中,借助设置导流廊道、截流堰以及导流底孔等举措,来引导河水能够安全地流动起来,从而降低水体出现冲刷以及泥沙发生淤积的风险,进而保证施工区域保持干燥且安全的状态。这些技术一方面能够提升施工的质量,另一方面也对河流沿岸的生态系统给予了有效的保护,进而为后续开展生态恢复以及环境治理的相关工作打下坚实的基础。

2.4 清淤与泥沙治理技术

清淤以及泥沙治理在水利水电施工当中有着十分重要的作用,其能够确保水体保持畅通的状态并且维护工程的安全性。在秉持绿色施工理念的情况下,清淤作业应当综合运用将人工方式和机械方式相结合的办法,尽可能地降低对水生生物以及河道环境所产生的影响。泥沙治理涉及建设沉淀池、施行泥沙分流以及建造拦沙坝等一系列举措,以此来有效地对施工期间出现的悬浮物还有泥沙排放加以控制。施工单位需要依据现场的具体特点以及水文方面的条件去制定科学合理的清淤计划,妥当安排作业的时间以及顺序,并且针对废弃泥沙展开回收利用的工作,从而达成资源循环使用的良好效果。清淤与泥沙治理不但能够保障施工的安全,而且还减少了对水体以及生态环境所造成的破坏,充分彰显出绿色施工所具有的核心价值。

3 BIM技术与信息化管理

3.1 BIM技术在绿色施工中的应用

BIM技术于绿色施工当中有着举足轻重的作用,其在优化设计、模拟施工以及资源管理等方面均发挥着重要作用。借助三维建模以及施工模拟手段,BIM能够提前对施工冲突加以识别,进而优化施工方案,有效减少材料的浪费情况,同时降低对环境的扰动程度^[1]。在施工进程之中,BIM技术能够同进度、成本以及资源管理相互结合起来,达成全过程的数字化管理模式。凭借可视化以及数据分析方式,施工单位可以及时察觉到潜在存在的各类问题,并且采取相应的调整举措,以此提升工程施工的精

度以及效率,同时也能够满足绿色施工针对环境和资源保护方面所提出的要求。

3.2 本地化 BIM 适配与软基处理应用

在软基区开展水利水电工程施工时,应用 BIM 技术务必要综合考量当地的地质状况、施工工艺方面的特性以及环保方面的要求,以实现施工全流程的科学化、精细化和绿色化管理。借助 BIM 建模手段,于施工正式开始之前,便能够针对软基处理方案展开全面的模拟操作,包括了地基加固的具体方法、排水系统的具体布置方式、荷载分布的情形以及施工工序之间的衔接等诸多环节,进而能够提前将潜在的问题挖掘出来,并且对设计方案予以优化,以此提升施工的安全性以及施工的效率。与此 BIM 平台具备实现施工过程动态监控的能力,可实时搜集沉降、变形以及荷载等关键数据,凭借智能分析来预判软基沉降的发展趋势以及可能出现的变形风险,从而为施工调整给出科学合理的依据,防止因地质不均而引发的沉降情况致使出现结构方面的安全隐患。在实际的施工进程当中, BIM 还能够结合现场的实际状况,对施工设备的布局安排、材料堆放的具体位置、运输的路线走向以及作业的先后顺序等方面进行优化规划,使得施工资源得以高效充分利用,减少能源的消耗量以及施工废料的产生量,推动绿色施工理念切实落地实施。通过运用本地化的 BIM 适配技术,不但能够让软基处理工程的管理水平以及施工精度有所提升,而且在确保施工安全的前提之下,还能够促使水利水电工程在复杂的地质条件环境里实现可持续发展的目标以及生态环境保护方面的目标。

3.3 物联网、大数据与全过程管理

物联网以及大数据技术给绿色施工带来了实时监测方面的助力,同时也为其智能决策给予了相应支持。在施工现场,能够布置传感器来对能耗情况、水资源使用状况还有环境指标展开监控。凭借数据采集以及后续的分析操作,进而达成对施工全过程加以管理的目的。大数据平台能够针对施工进度、资源利用效率、污染物排放等相关信息展开综合性的分析,以此帮助管理者去制定有关节能、节水以及环保方面的各项措施。当物联网同 BIM 相结合的时候,便可以实现可视化的管理方式,并且还能做到智能调度,如此一来,既能提升施工效率,又能提高环境管理水平,从而切实保障绿色施工目标能够科学地得以实现。

4 绿色施工管理措施

4.1 制度建设与目标管理

绿色施工管理制度乃是确保施工举措得以切实落实的根基所在。施工单位有必要建立起贯穿整个生命周期的绿色施工方面的制度,应明确材料采购环节、施工工艺方面、能耗管理领域、废弃物处理环节以及生态保护

等方面各自的责任分工情况,同时也要明确相应的考核标准。就每一个具体的施工项目而言,都应当去制定出具体的绿色目标,像是要努力降低能耗、要尽力节约水资源、要严格控制各类排放、还要着力提高资源的利用效率等等,并且借助对这些目标予以量化的方式来达成管理能够处于可控状态的目的。制度建设以及目标管理这两者能够为施工单位给予规范操作的相关依据,从而有力地推动工程建设朝着绿色化以及可持续发展的方向不断向前推进。

4.2 施工质量与安全控制

绿色施工对环境保护予以关注,而且要保证施工的质量以及安全。在开展施工活动的过程中,得严格依照设计规范以及施工标准来行事,运用先进的施工工艺以及高效的设备,以此提升结构的精度以及耐久性^[2]。与此建立起安全风险评估体系,去识别那些潜在的风险,并且制定出相应的防控措施,从而确保人员还有设备的安全。把质量管理与安全管理有机地融合到一起,是能够实现工程结构可靠性与施工环保目标一同达成的,这可以给绿色施工给予稳固的保障。

4.3 环境风险与绿色绩效管理

环境风险管理于绿色施工而言,实属极为重要的一环,其关键点就在于要在施工正式开始前,针对整个施工现场有可能给水体、土壤、大气还有生态系统带来的潜在风险展开全面且系统的摸排,并且做出科学合理的评估。依据评估所得到的结果,应当去制定具有针对性的防控举措,像是通过建设沉淀池来对泥沙流失加以控制,采取防尘以及噪声治理方面的措施以便减少对周边环境的打扰,建立起废水和废气排放的监测体系从而保证排放能够达标等等,以此尽可能地把施工给生态环境所带来的负面作用降到最低限度^[3]。与此施工单位得构建起完备的应急预案,务必要确保在出现突发环境事件的时候可以快速做出响应并妥善处置,防止环境风险进一步扩大。而绿色绩效管理会把施工过程中像能耗水平、水资源使用效率、废弃物处理效果以及生态保护措施落实情况这类的关键指标都纳入到科学的绩效考核体系当中,并且把这些指标和施工单位以及相关人员的绩效紧紧关联起来,以此来清晰明确责任分工以及考核标准,进而促使施工各个环节都能够严格遵循绿色施工规范,达成管理的科学化、过程的透明化以及绿色目标的有效推进,确保水利水电工程在施工期间能够兼顾经济效益、环境效益以及社会效益,实现从真正意义上讲的可持续发展。

5 结语

绿色施工理念的应用给水利水电工程开拓出了可持续发展的全新路径。从技术层面来讲,借助环保材料的应用、节能节水相关举措、生态护坡以及护岸方面的做法、清淤操作还有泥沙治理等一系列手段,能够显著减少施工

对环境的影响,并实现资源的高效利用。就管理层面而言,凭借制度方面的建设工作、对质量安全加以控制的相关举措、针对环境风险展开的管理措施、运用 BIM 以及信息化管理的方式,并通过员工培训及绩效考核等措施,能够切实保障绿色施工各项措施得以有效地落实到位,进而促使工程建设朝着可持续发展的方向不断迈进。在未来的发展过程当中,伴随着绿色施工技术不断地进行创新以及管理模式持续得到优化,水利水电工程在获取经济效益之余,将会更加妥善地对生态环境予以保护,从而全方位地实现绿色发展所设定的目标。

[参考文献]

- [1]孙本辉.绿色理念下水利水电施工技术和管理措施[J].安装,2024(2):160-161.
 - [2]王忠.基于绿色理念的水利水电施工技术和管理措施[J].湖南水利水电,2023(4):127-128.
 - [3]谭泽浩.绿色理念下水利水电施工技术和管理措施研究[J].水上安全,2025(17):96-98.
- 作者简介:贾丽清(1984.3—),毕业院校:吉林大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:山东省水利水电建筑工程承包有限公司,职称级别:工程师。

公路桥梁施工中钻孔灌注桩施工技术的应用分析

刘蓓

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]在公路桥梁施工建设中,钻孔灌注桩施工技术作为基础结构的关键形式,其施工质量直接影响到桥梁的整体稳定性和耐久性。基于此,本篇文章就公路桥梁施工中钻孔灌注桩技术流程与控制要点展开探究,并从成孔、清孔、缩颈、注浆等多个方面进行分析,能有效强化公路桥梁路基的物理性能。而在后续类似工程项目中,科学选用施工设备、精细化控制施工参数及强化全过程质量监测,能最大限度确保钻孔灌注桩的承载性能与施工效率,旨在为同类型工程项目提供必要的技术参考。

[关键词]公路桥梁; 钻孔; 灌注桩技术

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18385 中图分类号: U445 文献标识码: A

Application Analysis of Drilling and Grouting Pile Construction Technology in Highway Bridge Construction

LIU Bei

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

Abstract: In the construction of highway bridges, the drilling and grouting pile construction technology is a key form of foundation structure, and its construction quality directly affects the overall stability and durability of the bridge. Based on this, this article explores the technical process and control points of drilled pile technology in highway bridge construction, and analyzes it from multiple aspects such as hole formation, hole cleaning, necking, and grouting, which can effectively strengthen the physical performance of highway bridge subgrade. In subsequent similar engineering projects, scientifically selecting construction equipment, finely controlling construction parameters, and strengthening quality monitoring throughout the entire process can maximize the bearing performance and construction efficiency of bored piles, so as to provide necessary technical references for similar engineering projects.

Keywords: highway bridges; drilling; grouting pile technology

对于公路桥梁项目而言,基础工程作为桥梁结构的根基,需具备足够的承载力与抗变形能力,才能更好地应对复杂地质条件与长期荷载的作用。而钻孔灌注桩技术凭借其施工适应性强、承载性能优异等特点,则成为当前公路桥梁基础施工的主流技术。但钻孔灌注桩技术涉及到地质勘察、设备选型等诸多施工环节的协同,因此很容易在施工中受地层变化、设备性能以及人为操作等因素影响而造成桩身缺陷与承载力不足等问题。所以,深入分析钻孔灌注桩施工技术的关键控制要点,并优化其工艺参数,才能最大限度地确保公路桥梁建设的质量,这对保障公路桥梁工程的安全具有至关重要的作用。

1 钻孔灌注桩施工技术解析

1.1 钻孔灌注桩工程学基础

钻孔灌注桩施工技术的应用,旨在通过现场钻机平台在预定位置,以形成特定直径桩孔,然后将钢筋笼骨架放置其中,并向孔内灌注混凝土,有助于使混凝土与钢筋笼骨架形成整体的桩基结构。在钻孔灌注桩施工技术中,其施工流程包含多个方面,如图1所示为钻孔灌注桩施工示意图。

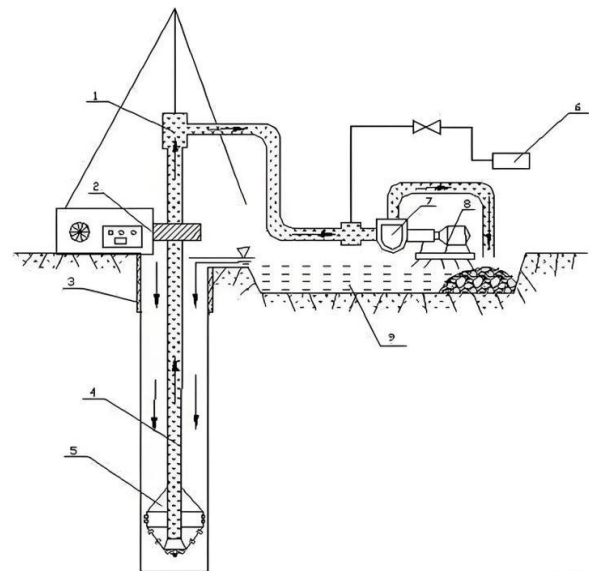


图1 钻孔灌注桩示意图

(1.水龙头; 2.钻机; 3.护筒; 4.钻杆; 5.钻头; 6.真空泵; 7.砂石泵; 8.电机; 9.泥浆池)

而从工程力学角度分析,钻孔灌注桩的承载机制由两

个部分构成,其一是承担上部结构自重以及外部荷载的竖向承载力。其二为桩身与周围土体之间产生的侧向摩阻力,以及桩端深入基岩与密实土层所形成的端部支撑力^[1]。而桩侧摩阻力与端部支承共同决定着桩基承载力在长期使用中的沉降特性,针对软土地基条件,需要在桩顶设置承台等连接结构,有利于更好地优化上部侧向摩阻力的利用效率,并以此实现提升桥梁结构的整体承载性能和稳定性目的。而影响钻孔灌注桩承载力的关键因素,则涵盖施工质量控制与水文地质两个方面。一方面,由于桩身成孔质量、钢筋笼安装精度、混凝土灌注工艺等施工环节的质量控制直接影响到桩基承载力。另一方面,土层物理力学性质、基岩埋深和强度等水文地质条件所提供的支撑也是决定承载力的重要因素。对于成孔质量,通常受钻机选型、孔壁粗糙度等诸多因素影响,如清孔会影响到孔底沉渣厚度以及孔壁扰动程度,所以,对于桩端深入持力层的深度与性质,以及桩周土体的密实程度,都能对桩基承载力造成决定性的影响。

1.2 钻孔灌注桩群桩荷载效应

基于公路桥梁的钻孔灌注桩群在软基水文地质条件下的荷载效应分析可以发现,其公路桥梁上的荷载承载力与沉降之间有着直接关联性^[2]。群桩的沉降量通常可借助 Mindlin 公式对其进行计算以得出沉降量数据,其计算公式如下所示:

$$s = \varphi_p \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \frac{\sigma_{j,i} \Delta h_{j,i}}{E_{n_p,i}}$$

式中: s 是指桩基最终沉降量;

m 是指桩端平面以及压缩层内土层的总数;

$E_{n_p,i}$ 是指桩端平面下第 j 土层第 i 分层其自重应力至自重应力附加应力的压缩模量;

N_j 是指桩端平面下第 j 土层计算分层数量;

$\Delta h_{j,i}$ 则为桩端平面下第 j 土层第 i 分层厚度;

$\sigma_{j,i}$ 则是桩端平面下第 j 土层第 i 分层竖向附加应力;

φ_p 是指桩基沉降计算经验系数。

但由于该公式的计算较为复杂,所以,在实际钻孔灌注施工过程中,可采用 Bonssinesq 解,并借助查阅 K 均值的附加应力方式,能有效确定基底计算点到 i 土层底面的范围平均附加应力系数。但需要注意的是,在实际工程项目施工中,群桩沉降涉及到的因素较多,且计算比较复杂,使得沉降因素较大程度上取决于桩端下土层压缩性和基础桩的刚度。

2 公路桥梁施工中钻孔灌注桩施工流程分析

2.1 成孔

在公路桥梁施工的钻孔灌注施工过程中,成孔工序其工艺质量对桩基承载性能有着决定性的影响。这是由于钻机选型需基于工程项目的地质条件与设计要求进行选择,而钻进时采用减压钻进工艺下,钻压设定一般是自重的

80%左右,才能实现以主吊钩悬吊重量为基准而进行精确的控制。对于钻进过程中,需实时监测孔壁稳定性和孔斜率,避免孔径扩大或者发生位移偏移等现象。而旋挖钻机施工时,则应依据地层特性合理配置专用钻头类型,并在初始注浆阶段,做好灌浆垂直入孔的需求,同时,确保出浆口和孔底保持在 50cm 的净距离^[3]。其钻进速率则需保持匀速稳定性,确保其进尺速率被控制在 80cm/min 内,尤其是对粉砂层等软弱地层而言,还需进一步降低进尺速率,才能最大限度防止孔壁失稳的风险发生。在成孔精度控制过程中,初始钻进阶段应采用低速钻进的方式,当钻具完全进入孔位后,需逐步提高钻进的速度,并同步监测泥浆注入量和孔内水位的实际变化情况。随后依据地质反馈的情况,动态调整钻进参数,以最大限度保证成孔质量满足设计需求。

2.2 清孔

当成孔工序完工后,需对公路桥梁钻孔灌注桩立即进行清孔作业,以避免孔底沉渣对桩基质量造成的影响。在清孔时,其清孔工艺一般可采用以下两种不同方式进行,首先,对于钻至设计深度后,需暂缓提钻,并将钻头微提 1cm 并空转 2min,借助机械扰动的方式,能使孔内泥浆被稀释,以更好地维持孔壁的稳定性目的。其次,采用 1:0.5 的泥浆配比方式对其进行二次循环置换,并利用泥浆的流动性冲击破碎孔底松散土体和岩屑,以最大限度确保孔底沉渣厚度符合行业标准要求,即《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—2008)中端承桩不得超过 5cm,摩擦桩不得超过 30cm 的标准规定。钻孔灌注施工中的清孔作业,能有效确保桩端承载力和桩身的完整性外,还能避免因沉渣过厚导致的桩机承载力下降问题发生。

2.3 缩颈

对于公路桥梁工程而言,所使用的混凝土材料在硬化过程中会发生缩颈反应,从而直接影响到公路桥梁工程的施工质量。为提高公路桥梁工程的质量,则需抑制缩颈现象,并采取以下措施抑制缩颈^[4]。首先,在凝胶材料的选择上,可选用高标号硅酸盐水泥,其标准参数如表 1 所示,通过优化水泥性能,以达到降低硬化失水率的目的,这种方法可有效抑制混凝土体积的收缩幅度。其次,在注浆工艺控制环节,可对砂浆超灌技术进行严格管控,并精心计算出注浆量,以防止地层渗水而造成施工土体膨胀的问题发生。然后,在成孔完成后,需进行泥浆护壁的质量检测,如果检测指标无法满足工程项目的施工需求时,则可通过添加增稠剂或者纤维增强材料等多种不同的方式,以提升泥浆的稳定性外,还能确保孔壁支撑符合行业标准要求。最后,在孔口预处理阶段,可在导正器的外侧焊接环形刀片装置,并对桩孔周围进行清扫处理,以彻底清除周围的杂物和残渣,避免施工中的残渣落入到孔内而影响整个桩体完整性。

表 1 高标号硅酸盐水泥参数标准表

| 序号 | 检测项目 | 标准要求 |
|----|---------------------------|--------------------------|
| 1 | 细度 (筛余%) | ≤3.0 (80μm 筛) |
| 2 | 比表面积 (m ² /kg) | ≥350 |
| 3 | 凝结时间 (min) | 初凝≥45, 终凝≤600 |
| 4 | 安定性 (沸煮法) | 合格 (无膨胀、无裂纹) |
| 5 | 抗压强度 (MPa) | 3 天: ≥30 28 天: ≥52.5 |
| 6 | 抗折强度 (MPa) | 3 天: ≥5.5 28 天: ≥7.0 |
| 7 | 烧失量 (%) | ≤3.0 |
| 8 | 三氧化硫含量 (%) | ≤3.5 |
| 9 | 氧化镁含量 (%) | ≤5.0 (若水泥压蒸安定性合格, 则≤6.0) |
| 10 | 氯离子含量 (%) | ≤0.06 |

2.4 注浆

在公路桥梁的钻孔灌注施工技术中,基于注浆作业的启动前,需全面检查导管的施工质量。而相关人员在检查时,可通过对导管链接接头的紧固性进行严格检查,以确保导管各部件之间连接的牢固可靠,从而有利于规避接头松动导致的注浆压力损失问题发生,这对确保桩身强度和承载能力的稳定性有着至关重要的作用。同时,针对连接部位的密封性进行系统性检查时,如若存在密封性缺陷,必然会造成注浆过程中的浆液渗入导管内壁现象发生,相关人员如未能及时对其进行清理,当泥浆凝固后,会严重堵塞管路。为了避免在施工过程中出现此类问题,需构建导管系统的常态化检测制度,并在每日施工前彻底清理导管内壁的附着物,可有效确保流通导管的畅通无阻,而注浆前,还需复查各连接部位的密封状态,当各部位存在密封缺陷时,必须立即对缺陷位置进行返工或者更换全新的且合格的导管。对于整个注浆施工操作,需保持匀速推进的方式进行,待孔口的浆液呈现出连续溢出且表面无气泡时,才可进行导管作业。而当施工结束后,还需立即采用高压水冲洗导管内残留的砂浆,避免这些残留砂浆后续硬化而堵塞导管。如果导管内的杂物堆积影响到导管注浆的连续性,则应暂停注浆作业,并且将导管拔出后使用专业的钻具对导管内进行清孔处理,直到确认导管密封性完好且内壁干净无残留后,才可继续进行注浆作业。

2.5 钢筋笼下放

在钢筋笼下放时,如遇卡阻现象,施工单位需立即停止施工作业,避免强行下压而造成钢筋笼变形或损坏^[5]。因此,在钢筋笼下放施工阶段,需相关人员及时检验钢筋笼的规格参数是否符合公路桥梁项目的设计要求,并全面排查清除孔口可能存在的相关障碍物,在清理完毕后,可尝试二次下放钢筋笼。但如果出现钢筋笼上浮的情况,其主要原因是由于孔底沉渣堆积导致桩端密封失效导致,在

这种情况下,必然会引发钢筋笼上浮。为抑制钢筋笼上浮问题,可在套管预处理环节下放前严格检查套管内壁的清洁度,并及时将附着的杂质进行清除,以确保注浆通道的通畅,随后,精准下放控制,并用慢速垂直下放工艺,当遇到阻碍时,需立即停止并回提调整,禁止对其进行暴力操作,随着钢筋笼下放到位后,可增设机械卡具或者焊接支撑的装置,以降低混凝土浮力对钢筋笼造成的顶托效应。在深孔注浆优化时,需在桩孔深度超出设计标准前,适当的延长注浆的持续时间和灌注速度,能最大限度削弱浮力对其造成的影响。

3 公路桥梁施工中钻孔灌注桩施工技术质量问题及控制措施

3.1 质量问题

对于公路桥梁工程项目而言,其施工质量的关键是预防钻进和灌注这两个阶段。在以往的公路桥梁施工中,钻进阶段存在的缺陷包括孔壁坍塌、桩孔偏斜以及吊脚桩等质量问题,而造成这些质量问题的主要原因是泥浆比重不足或钻进速度过快导致孔壁失稳导致。而灌注阶段的质量问题则是由于封底失效、导管卡组或进水导致,在施工过程中,由于初灌混凝土量未能达到 1.0m³ 的标准,很容易造成封底失效等问题^[6]。此外,导管进水也是一大主要原因,当混凝土灌注速度与提管操作不同步时,会使浆液回流至导管内,这些质量问题的发生,都会给公路桥梁施工中钻孔灌注桩施工埋下严重的安全隐患。

3.2 质量控制

为确保公路桥梁工程钻孔灌注桩施工的质量满足施工要求,在对其进行质量控制时,需从以下多个方面加强质量管控。第一步,对于松散砂土层或者流砂层地质条件,应降低钻进速率,从而用来提升泥浆的比重,有利于更好地增强孔壁的稳定性。第二步,在施工阶段,需严格确保场地的平整度和钻机的定位精度,根据公路桥梁工程项目的实际地层物理力学特性动态,以此精确调整钻进的速度,能最大限度预防钻进时的桩孔偏斜问题。而在清孔作业时,还需严格按照标准规范进行操作,防止清孔时钢筋或者孔壁发生碰撞,从而实现规避吊脚桩的问题发生。第三步,在初灌混凝土阶段,应确保初灌混凝土深埋,其深度不得小于 1m,可确保封底作业的有效性。对于混凝土外加剂掺量的控制中,需确保灌注设备运行的稳定性,才能降低导管卡阻事故率的发生。第四步,对于钢筋笼的制作工艺,需符合相应的设计标准,以实现同步协调导管的拔出速率和混凝土灌注参数,该方法能有效预防埋管、脱管以及导管进水等故障的频发问题。第五步,由于桩基施工工艺属于成熟工艺,因此,在钻孔灌注桩施工时,需严格遵循标准化流程,当成孔完成后,需延迟实施钢筋笼和导管的安放作业,并在钢筋笼和导管安放后及时进行二次清孔作业外,还需连续实施混凝土灌注,以确保桩基施工质量符合

行业标准要求。

4 结束语

当前,钻孔灌注桩施工技术已逐渐应用成熟,但其施工质量的提升依旧需依托技术创新和精细化管控。而未来随着智能化监测设备与数字化管理平台的普及,钻孔灌注桩施工技术必然会向着更加标准化、智能化的方向发展,最终实现质量可控、效率提升以及成本优化等多重目标,而这也为公路桥梁的长期安全运营奠定了坚实的基础。

[参考文献]

- [1]张理智.钻孔灌注桩施工技术在公路桥梁施工中的运用分析[J].时代汽车,2025(20):189-191.
- [2]余科宏.山区公路桥梁钻孔灌注桩施工关键技术研究[J].工程技术研究,2025,10(11):77-79.
- [3]何印洪.高速公路桥梁桩基钻孔灌注施工技术分析[J].交通科技与管理,2025,6(5):52-54.
- [4]李祥,陈明玉.现代工业化背景下钻孔灌注桩施工技术在公路桥梁建设中的应用研究[J].建设机械技术与管理,2023,36(5):125-127.
- [5]陈振刚.喀斯特地区公路桥梁钻孔灌注桩施工技术分析[J].工程技术研究,2023,8(16):46-48.
- [6]黄志雄.人工挖孔桩接力反循环钻孔灌注桩施工技术在公路桥梁中的应用[J].交通世界,2022(32):119-121.

作者简介:刘蓓(1991.11—),女,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,职务:安全环保部职员,职称级别:中级工程师。

市政道路桥梁施工中现场施工技术运用分析

朱哲仪

河北冀科工程项目管理有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]市政道路是支撑城市发展的重要基础设施,其施工质量对建成后的使用效益和长期安全具有重要意义,为保证市政道路和桥梁结构在建成后能够更好地为城市发展服务,需要加强对施工全过程的管理,促进适宜施工技术的精准落地,保障工程的顺利交付。基于此,文章分析了市政道路桥梁施工中现场施工技术运用策略。

[关键词]市政道路桥梁;施工技术;技术应用;市政工程

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18384 中图分类号: U445 文献标识码: A

Analysis of On-site Construction Technology Application in Municipal Road and Bridge Construction

ZHU Zheyi

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

Abstract: Municipal roads are important infrastructure supporting urban development, and their construction quality is of great significance for the post construction efficiency and long-term safety. In order to ensure that municipal roads and bridge structures can better serve urban development after completion, it is necessary to strengthen the management of the entire construction process, promote the precise implementation of suitable construction technologies, and ensure the smooth delivery of projects. Based on this, the article analyzes the application strategies of on-site construction techniques in municipal road and bridge construction.

Keywords: municipal roads and bridges; construction technology; technology application; municipal engineering

引言

目前,我国正处于城市化高速发展时期,公路桥梁是完善城市功能的重要组成部分,面对社会对高质量发展提出的新需求,只有不断提升市政道路桥梁施工技术应用水平,提高工程施工质量,才能适应发展需要。但在实际施工过程中,由于受到多种因素的影响,施工技术运用能力不足,质量管理存在短板,导致工程质量达不到要求,甚至给后续使用带来安全隐患。在这一背景下,随着我国市政道路桥梁建设产业的快速发展,各建设单位需要根据工程建设特点,制定相应的施工技术应用策略和质量控制方案,切实提高工程施工质量,为产业的持续、健康发展提供动力^[1]。

1 工程概况

拟建桥梁位于A、B两条河流交汇区的下游,区域水系分布具有明显的分段性特征:上游陆庄河段宽10m左右,A河宽15m左右,下游B段拓宽至22m;桥址所在河道已缩窄至9m,属杨桥路交通廊道,承担城市主干道路的高密度交通任务,现有桥梁跨度为9m,桥面设计标高8m左右,梁底标高7.1m左右;经过多次加宽加固,结构状态十分复杂。本项目的推进面临两个技术难题:一是轨道交通4号线盾构区间与既有线桥梁预制桩基存在空间冲突,需进行既有桩基拆除作业;二是现有桥下净空只有2.2m,不能满足未来2.8m级游船的通航需要,根据

规划需要整体拆除重建,新建大桥的方案设计和施工图设计均由某市市政规划设计总院承担。2021年3月12日,市政部门召开一次关于该桥改造的专项协调会,明确近、远期协同、对交通影响最小的实施原则:考虑到桥址地处重要交通节点,需要统筹施工组织时序,优先完成A河旧桥桩基础拔除和地铁隧道两侧永久桥梁桩基础施工,同时预留远期永久桥梁改造接口。截至目前,地铁集团已按期完成隧道两侧12根永久桩基础施工,并同步进行旧桥桩基础拆除和路面临时修复,为下一步主体施工打下基础。

2 工程地质与水文地质

2.1 气象水文特征

研究区属于海洋性季风气候区,属于南亚热带向中亚热带过渡的季风气候区,具有明显的季节差异,夏季持续时间较长,但温度并未达到极高;冬季较短,且较少下雪;春季和秋季的时间比较接近,秋季的温度稍高。降水集中在某一时间段,容易形成径流现象,除高海拔地区外,该区域的无霜期一般在300多个自然日以上,极端低温月平均温度约为10.5℃左右,高温月平均温度约为27.8℃左右,年平均温度为19.5℃以上,年平均日照时数大于2100h。降水特点是:五月至六月为主汛期,月最大降水日数可达16d,年平均阴雨天数145d左右,近地风场以微风为主,年平均风速2.5m/s,其中静风占21%,次主导风向为偏东风,发生概率为13%。热带气旋活动时间跨度较大,一

般从五月中旬开始至十一月初结束,其中七月中旬至九月中旬是热带气旋的高发期,年平均影响频率为 5.2 次,台风经过时,瞬间风速经常超过 32m/s(相当于 12 级蒲福风),风向主要由北向西移动,该地区的最高气温纪录为 39.5°C,最低气温为-1.5°C,年平均雾日为 25d 左右,最高为 65d^[2]。

2.2 场地地质环境

拟建桥梁横跨 A 河流域,地处东南沿海地震带北缘新生代断陷盆地内,整体呈现冲洪积平原地貌格局,区域地质调查表明,晚更新世以来未发现活动性断层迹象,场地整体稳定性良好,未发育滑坡、崩塌等不良地质现象。根据详勘钻孔揭露,场地地层自上而下依次为:人工堆积层(Qml):以杂填土为主,灰褐色,天然含水率较高,呈松散状,成分包括黏性土、砂粒以及约 30%的碎砖瓦砾,空间分布不均,堆填年限超过 15 年,层厚 4.2~5.5m;高压缩性软土层(Q4al):主要为淤泥及淤泥质土互层,深灰色,饱和态,流塑特性明显,含腐殖质及微量粉细砂,具臭味,力学指标差,层厚 7.5~9.8m;黏性土层(Q3al+pl):褐黄至棕红色,可塑一硬塑状态,局部夹粉土透镜体,无振动液化风险,干强度中等,层厚 13.0~20.5m;风化残积层 $\gamma 52(3)b$:以砂质黏性土为主,遇水易崩解,母岩为燕山期花岗岩,含 5%~8%石英颗粒,层厚 6.0~14.2m;全风化花岗岩带 $\gamma 52(3)c$:灰黄色,原岩结构模糊,岩芯呈散体状,标准贯入级数 N 值 < 10,属极软岩类,岩体完整性极差,分类为 V 级围岩,层厚 3.0~8.5m。

3 市政道路桥梁施工中现场施工技术的应用

3.1 翻模施工技术

在市政路桥建设中,翻模施工是广泛应用的传统工艺,需要根据现场实际情况,对工艺流程进行优化,强化控制,以适应产业升级的需求,其实现的核心是三个关键的环节:第一,材料的选择要精准,重点对连接件(螺栓等)进行专门筛选,综合考虑其抗压强度和环境耐受性,避免材料缺陷引起的后期松动和脱落,从根源上保证构件的可靠性;第二,要科学地调节混凝土的配合比,根据路桥结构特点和荷载需求,严格按照设计规范确定配合比方案,调整胶凝材料、骨料级配和外加剂掺量,提高混凝土的密实度和耐久性;第三,模板系统需要高效地周转,在翻模过程中,模板组装和拆除是核心工序,需要对模板拼装顺序和浇筑节奏进行统筹规划,使单循环周期缩短,并强化模板表面处理和接缝密封,保证成型件的尺寸精度和外观质量^[3]。

3.2 滑模施工技术

采用液压爬升系统实现滑模施工的连续性,其过程的实施需要注意如下几个方面。首先,要加强结构设计和施工组织的协调,在施工前,需综合考虑桥一桥整体线形和结构受力特点,对滑模平台布置进行优化,通过增加斜拉索或锚固装置来提高平台稳定性,同时完善各工序指令传

递机制,避免指挥脱节带来的安全风险;其次,要严格控制支架的搭设和模板的安装质量,支架系统需按滑模爬荷载校核承载力,应优先选择高强钢材,规范焊接工艺。在选择模板时,要考虑刚度和表面光洁度,安装完成后要用多根钢丝绳交叉固定,还要采取安装防坠网等保护措施,以保证高空作业的安全;最后,对设备的调试和运行监控实行闭环管理,滑模台装配完毕后,需对滑模台进行逐级加压试验,以检验滑模台的同步性及承载能力,并实时记录滑模台的油压数据,并对偏差进行校正。施工期间,需安排专人对模板偏移量和混凝土凝固情况进行监控,以保证滑移速度与结构成型质量相匹配。

3.3 路基路面施工技术

路基的施工工艺主要包括路基主体和路面铺设两个主要部分,路基施工应遵循如下程序。首先,要对施工场地进行全面调查,全面掌握该地区的地质地貌、气候、水文和土壤性质等基础数据,根据调查结果,有针对性地选择合适的施工工艺,如对软土地基,需要采用表面处理和置换等方法提高软弱层的承载力和结构强度,若基础为非软土地基,则进行回填夯实。并选取满足设计要求的软黏土和砂土作为路基填料,通过室内试验确定其物理力学特性和相关参数。在填筑前,对施工区段内的杂草、垃圾等杂物进行彻底清除,同时进行基础预处理,在原有的坡面坡度小于 1:5 的情况下,可以直接进行路堤填筑。当边坡坡度在 1:5~1:2.5 之间时,需先开挖宽 2m 以上的台阶,然后再分层回填;当边坡坡度大于 1:2.5 时,需对地基软弱层的抗滑稳定系数进行校核,根据计算结果采取相应的加固措施,完善支护体系。其次,加强地基处理,提高路基的整体强度和稳定性,在进行压实作业前,先将表层浮土清除,然后在纵向接缝处进行开挖,再用透水性较好的土料进行回填和加固。对于软土地基,必须从隔、滤、排三个方面考虑,选择合适的地基处理工艺,进行系统的处理,路基填筑结束后,就是压实平整。本项目拟采用人工和机械相结合的方法,精确控制夯锤落距和压实能量,使路基的沉降率在允许的范围内(一般不超过 2~5mm/d),振动压路机是压路机的主要设备,具体的碾压次数和碾压时间要经过试验路段的检验才能确定^[4]。

3.4 路面施工技术

首先,材料在进场之前,必须对其针入度、软化点、延度等性能进行全面的测试,沥青混合料组分包括矿料和生石灰等辅助材料,为保证混合料具有良好的黏结性能和荷载传递能力,必须同步采购并进行检测。其次,在铺筑沥青路面之前,必须进行试验,确定最优的技术参数和施工流程,在正式施工时,采取人机协作的方式推进,重点是加强对沥青混合料离析的检测,保证集料分布的均匀性,摊铺后进入碾压阶段,根据工程规模和结构特点,选择合适的压路机型号和数量,精确控制碾压宽度、厚度和压实

度指标。再次，为延长路面的使用寿命，必须在压实成型后及时进行排水系统的施工，常用的排水措施有挖沟、截水沟和埋设地下渗水管等，对路面表面积水进行有效疏导。最后，科学养护是保证交通安全和延长路面使用年限的关键，施工完毕后，用草帘或塑料膜对路面进行保湿，定期浇水，养护时间不少于一周，在维修期间，车辆是禁止通行。

3.5 裂缝病害处理技术

市政公路桥梁路面裂缝病害的治理，需要根据裂缝的实际特点，采取有针对性的技术措施。第一，裂缝宽度在3mm以内，可以直接灌注改性修补胶进行修补；灌浆结束后，要严密监控渗漏水情况，防止水渗入基层；第二，当沥青路面裂缝宽度在3~5mm时，应先用压缩空气对裂缝中的杂物进行清理，然后灌入热沥青或改性沥青直到裂缝完全填满为止，也可以用开槽机将裂缝扩大后，再用沥青碎石拌和料充填，在浇注过程中要控制流速，以保证材料充满，最后用烙铁烫平，再涂上防水涂料以加强密封效果；第三，裂缝宽度大于5mm时，需沿裂缝两端各5cm切出纵向切口，沿裂缝方向开挖10cm宽6cm深的槽体，将槽内和周围的杂质全部清除干净，然后灌入稀释的沥青作为基层，待表面干透后刷上黏层油，然后分层填充，保证新老结构紧密结合^[5]。

4 市政道路桥梁施工中现场施工技术管理措施

4.1 构建全周期材料管控体系

保证建筑材料的质量是保证工程安全的重要前提，企业需选择具有国家认证资格，在市场上具有良好信誉的供货商，杜绝劣质原料流入，根据设计规范，准确编制采购清单，重点检查沥青、高强度钢筋、特殊混凝土和骨料石粉等关键材料的力学性能。实践中，企业需实施进场双重控制机制：外观检查与实验室盲样抽检相结合，特别是对隐蔽工程材料进行破坏性测试，建立物料电子溯源体系，实现对储存环境的温度和湿度的智能监测，钢库区设置防腐涂料，水泥仓实行气密管理，推行领销制，运用BIM模型对物料消耗进行动态预警。

4.2 深化施工技术精益管理

企业需组建专家组，紧跟产业前沿，重点突破装配式桥接节点、自愈混凝土等创新工艺，编制可视化钝化工艺卡，将《公路桥涵施工技术规范》中的条文转换成三维的操作说明，建立工艺参数数据库，为大体积承台浇筑等关键工序预设温控曲线和浇筑时间。同时，实施分级技术交底，总工程师层次解析设计意图，班组层次示范操作要

点，设立过程改进奖，鼓励一线员工申报微创技术方案。

4.3 实施智慧化排水系统工程

排水效果与建筑物的耐久性直接相关，在GIS水文分析的基础上，企业需针对滨海高盐、内陆冻融等7种地质条件，进行区域排水模型的设计，利用探地雷达对地下障碍物进行预测，利用自动导向仪对埋设的套管进行精确定位。同时，创新性地采用复合排水结构，在路基中埋设防冲盲管，在桥头搭板下设置集水井群，利用压力传感器对渗流量进行实时监测，选用双壁波纹管 and 钢筋混凝土管相结合的复合系统，在接口处灌封环氧树脂，在工程竣工阶段，采用CCTV管道机器人对管道进行内窥检查^[6]。

5 结语

综上所述，作为城市生命线的市政路桥项目，必须实现技术创新和管理创新的双轮驱动，施工单位应该建立动态优化的PDCA循环系统，即在施工前期利用BIM+无人机实景模型进行冲突演练；中期依托物联网传感器网络，对混凝土强度的发展曲线进行实时监测；后期利用结构健康监测系统对使用状态进行跟踪。只有将标准化的工序和创新的基因深度结合起来，才能打造出精品工程，为新型城镇化建设奠定坚实的基础。

[参考文献]

- [1]黄阳阳,张燕平,郝超.市政道路桥梁施工中现场施工技术及其运用分析[J].汽车周刊,2025(8):227-229.
 - [2]赵虎.市政道路桥梁施工中现场施工技术运用分析[J].科技资讯,2025,23(12):117-119.
 - [3]郭嘉佳.市政道路桥梁施工的现场施工技术应用实践[J].广西网络安全和信息化联合会.2025年第四届工程领域数字化转型与新质生产力发展研究学术交流论文集.浙江诸安建设集团有限公司,2025(2):442-444.
 - [4]唐凌昀.市政道路桥梁施工中现场施工技术的应用与管理[J].广西网络安全和信息化联合会.2025年第四届工程领域数字化转型与新质生产力发展研究学术交流论文集.杭州交发建设有限公司,2025(8):475-477.
 - [5]徐梅.市政道路桥梁施工中现场施工技术及运用分析[J].科学技术创新,2024(23):138-141.
 - [6]马泽林,尹月华,贾志贺.市政道路桥梁施工中现场施工技术的应用与管理[J].运输经理世界,2024(5):61-63.
- 作者简介：朱哲仪（1997.8—），男，郑州大学；土木工程，河北冀科工程项目管理有限公司，项目管理，助理工程师。

市政道路路基施工质量控制要点分析

刘韶凯

中农优谷(石家庄)科技有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]市政道路属于城市基础设施的重要组成部分,其路基施工质量与道路使用寿命、通行安全息息相关,当下市政道路路基施工存在诸多常见质量问题,文章对影响路基施工质量的关键因素进行了系统分析,像地质条件评估不足、材料选用错误、碾压工艺不合规、排水系统设计有毛病以及施工管理松弛等情况,并且经过对好多工程案例调研后提出相应质量控制要点,例如强化前期勘察设计以保证路基设计符合地质条件要求、严格把控填料质量并合理选材且做好检测、规范压实工艺且科学确定压实次数与含水量、完善排水系统设计和施工以让路基排水顺畅、构建完备的质量监管体系来全程监控等等,研究表明按照这些控制要点科学操作能提升市政道路路基施工质量、降低返修率并延长道路使用寿命从而给城市交通安全可靠保障。

[关键词]市政道路;路基施工;质量控制;压实工艺;排水系统

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18380

中图分类号: U41

文献标识码: A

Analysis of Key Points for Quality Control of Municipal Road Embankment Construction

LIU Shaokai

Zhongnong Yougu (Shijiazhuang) Technology Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Municipal roads are an important component of urban infrastructure, and their roadbed construction quality is closely related to the road's service life and traffic safety. There are many common quality problems in current municipal road roadbed construction. This article systematically analyzes the key factors that affect roadbed construction quality, such as insufficient geological condition assessment, incorrect material selection, non compliant rolling technology, flawed drainage system design, and lax construction management. After researching many engineering cases, corresponding quality control points are proposed, such as strengthening the preliminary survey and design to ensure that the roadbed design meets geological conditions requirements, strictly controlling the quality of filling materials and selecting materials reasonably and conducting inspections, standardizing the compaction process and scientifically determining the compaction frequency and moisture content, improving the drainage system design and construction to ensure smooth drainage of the roadbed establishing a comprehensive quality supervision system to monitor the entire process, etc. Research has shown that following these control points scientifically can improve the quality of municipal road subgrade construction, reduce repair rates, and extend the service life of roads, thereby providing reliable guarantees for urban traffic safety.

Keywords: municipal roads; roadbed construction; quality control; compaction process; drainage system

引言

市政道路是城市基础设施的重要部分且其施工质量直接影响城市交通效率与安全水平,近些年来伴随城市化进程不断加快中国市政道路建设规模持续扩展,统计显示2018—2023年中国每年新增市政道路里程平均增长率为5.6%且路基工程在整体施工成本里的占比超40%,大规模建设时路基施工质量问题屡现并成为限制市政道路使用寿命和通行安全的关键瓶颈,像有些地区由于地质条件评估不到位致使路基沉降或者排水系统设计有毛病造成积水从而严重影响道路正常使用,这会增加后续维护成本并且给城市交通安全带来潜在风险,所以深入探究路基施工质量控制要点有着重要意义。

市政道路路基施工包含多个像地质勘察、材料选取、压实工艺以及排水系统设计这类关键环节,若其中任何一个环节有疏漏就可能给整体工程质量带来无法逆转的影响。以压实工艺为例,近年研究显示,压实度不够是路基

早期破坏的一个主要因素,尤其在软土地基区,科学控制压实遍数和含水量很关键,并且排水系统的完善与否直接影响路基稳定,在降雨多的南方地区更是如此,排水不好会使路基出现水毁情况。经调研许多实际工程案例可知,加强前期勘察设计、严格把控填料质量关、规范压实工艺、优化排水系统、加强施工管理能大大提高路基施工的整体质量,这措施有效施行不但可降低工程返修率,还可延长道路使用寿命,让城市交通安全有可靠保障,在当下市政道路建设快速发展的情形下,深入探究路基施工质量控制要点对推动行业发展和技术进步、实现可持续发展很重要^[1]。

1 市政道路路基施工关键工序质量控制

1.1 路基填筑材料选择与控制

市政道路建设属于城市基础设施的重要组成部分,而路基填筑材料的选择与工程质量的高低有着直接的关系,近些年来伴随着我国城镇化进程的不断加速,市政道路的里程呈现出持续上扬的态势,数据表明截止到2022年之

际全国城市道路的总长度已然突破五十万公里,然而由于填料存在质量问题致使部分工程中路基沉降开裂等情况频繁出现,在路基填筑时要先挑那种级配好、强度大、稳定性强的材料,像碎石土或者砂砾土这类,并且得严格把控含泥量和粒径分布。为保证填料质量要在施工场地设立专门检测点,针对每批进场材料开展筛分试验以及击实试验,与此同时依据地质状况合理变更填料类型,就拿软土地基区域来说适宜运用轻质填料来降低附加应力,借由科学的选材以及严格的检测能够切实规避因材料方面的问题所造成的质量隐患进而提高路基的整体性能。

1.2 路基填筑碾压工艺与压实度控制

压实工艺在路基施工里属于核心环节且对路基的压实度与承载能力有直接影响,近些年来国内不少市政道路项目由于碾压工艺不规范致使压实度不够的情况经常出现,这不但加大了后期维护成本而且给交通安全带来潜在风险,在实际施工时得依照填料类型和厚度科学确定碾压设备的吨位以及碾压遍数且一般推荐用振动压路机配合静压的方式完成作业。另外,含水量的控制非常重要,含水量过高会出现“弹簧土”现象而含水量过低会降低压实效果,研究显示最佳含水量范围通常是优含水量上下浮动百分之二,施工期间还得借助核子密度仪这类现代化设备实时监测压实度以保证各层填筑都符合设计要求,若优化碾压工艺并加强过程监控,则能大幅提升路基的均匀性与稳定性从而为后续路面结构奠定坚实基础^[2]。

1.3 路基排水系统施工控制要点

路基长期稳定运行的关键在于良好的排水系统,因为统计显示大概百分之三十的道路病害都跟排水不好有关系且在多雨的地方更是如此,积水一渗透路基就容易软化甚至塌陷,所以在路基施工的时候得高度重视排水系统的规划和建设,设计的时候就要充分考虑地形地貌的特点并合理安排边沟、截水沟和盲沟之类的排水设施以保证雨水能快速排出去而不会在路基里面积攒,施工的时候要严格把控排水管道的坡度以及连接处的密封性避免出现渗漏的情况,要是地下水资源丰富就用透水性材料铺个反滤层并且运用井点降水技术把地下水水位降下来,需要注意的是排水系统施工完后要及时做功能性测试看看它的排水能力合不合格,只有建立好完整的排水体系才能从根源上解决路基被水破坏的问题从而让道路使用寿命更长些。

1.4 特殊路基处理技术质量控制

复杂地质条件下,特殊路基处理技术的应用极为关键,因为近些年来城市不断扩张,好多市政道路不得不穿过软土、湿陷性黄土、膨胀土等不良地质区域,而这些特殊地质状况使路基施工面临巨大考验,处理不好就会出现沉降、裂缝之类的问题。软土地基常用换填法、预压法或者深层搅拌桩加固,换填法适合浅层软土区,深层搅拌桩更适宜处理较深的软弱地层。湿陷性黄土用强夯法或者化学改良

技术能增加密实度和抗剪强度^[3]。膨胀土区域要采取防渗透隔离办法,如铺土工布或者加防水层。不管用哪种处理技术,都要严格按设计图纸来并加强现场监管和验收工作,科学运用特殊路基处理技术就能有效减少不良地质对路基的影响,进而整体提升市政道路的质量水平。

特殊路基处理过程中,施工参数的精准控制同样不容忽视。以换填法处理软土地基为例,需根据软土层厚度、承载力要求等确定换填深度与材料级配,分层填筑时每层压实厚度不宜超过 30cm,且需通过平板振动器或冲击碾压设备达到设计压实度。对于预压法施工,需结合地质条件计算预压荷载与加载速率,通过沉降观测数据动态调整施工节奏,避免因加载过快引发地基失稳。深层搅拌桩加固时,需严格控制水泥掺入比、提升速度等参数,并通过钻芯取样检测桩体强度是否达标。在湿陷性黄土强夯施工中,需根据土质含水量确定夯击能级与夯击遍数,通常采用“少击多遍”原则,每遍夯击后需间隔一定时间待土体孔隙水压力消散后再进行下一遍施工。化学改良技术则需通过室内试验确定改良剂类型与掺量,施工过程中需均匀拌合并控制养护周期,确保改良土体强度稳定增长。膨胀土区域防渗透隔离施工时,土工布铺设需保证搭接宽度不小于 20cm,防水层施工需严格控制基层平整度与粘结强度,避免因界面处理不当导致防渗失效。所有特殊路基处理工序完成后,均需通过静载试验、动力触探等检测手段验证处理效果,确保路基承载力、沉降变形等指标满足设计要求。

2 市政道路路基施工质量管理体系构建

2.1 质量检测与监测系统优化

市政道路是城市交通网络的重要组成部分,其路基施工质量直接影响道路的承载能力与使用寿命,近些年来伴随着城市化进程的不断加快市政道路的建设规模持续扩大,然而在这一过程中质量问题却依旧层出不穷,在这样的状况下,对于质量检测以及监测系统予以优化变得极为关键,利用诸如高精度土工试验仪器以及实时监测传感器之类的先进检测设备与技术手段,可对路基填料的含水量、压实度等重要指标展开精确的测定。与此同时借助大数据分析技术能够达成对施工进度里的质量波动予以动态化监控的目的,以便及时察觉潜在的问题,据统计近五年来市政道路项目返修率平均下降了 15%以上,这是由于采用了智能化监测系统,另外实时共享监测数据有益于强化施工单位和监理单位之间的协作,构建起闭环管理机制进而保证施工质量一直处在可控的状态^[4]。

2.2 施工工艺标准化与规范化

在市政道路路基施工时,工艺的标准化规范化属于提升工程质量的关键部分,很多工程由于没有统一的施工标准常常出现质量问题,像碾压次数不够、含水量掌控不好等情况都存在,要解决这类问题就得制定细致又具操作性

的施工工艺规范并把它放进质量管理体系里,就拿压实工艺来说,得依据不一样的地质状况与填料特性合理确定最佳含水量区间和压实参数,防止因为经验主义而产生质量隐患,而且施工人员专业技能水平也很重要,定期搞技术培训与考核能有效提升施工队的整体素质,有数据表明实行标准化施工之后,市政道路路基的密实度合格率提高了大概 20% 并且沉降和裂缝发生的概率明显降低,严格按工艺规范执行不但能确保工程质量还可提高施工效率从而给项目顺利推进打下牢固根基。

2.3 质量风险预控与应急处理机制

市政道路路基施工时,质量风险的预控和应急处理机制对保障工程安全很关键,因为地质条件复杂且多变,施工期间可能出现软土地基沉降、地下水渗漏等难以预见的风险,所以建立完善的风评体系很重要,深入分析地质勘察数据并借鉴历史工程案例的经验教训就能提前找出潜在风险点并制定相应预防措施,例如在软土地基区用换填法或者加固处理可降低沉降风险,排水系统设计时加冗余设施能应对极端天气下的排水压力,而且应急处理机制的建立也不可或缺,若出现质量问题就得马上启动应急预案让专业团队到现场处置以把损失降到最低,统计显示近五年来有健全风险预控机制的市政道路项目重大质量事故发生率降低了 30% 以上,将风险预控和应急处理结合起来不但能有效规避施工中的不确定性,还可长期保障市政道路安全运营。

具体而言,质量风险预控需从多维度展开。一方面,施工前要组织专业人员对施工区域进行全面细致的地质复勘,运用先进的勘探设备和技术,精确获取地质参数,为后续施工提供准确依据。同时,对施工图纸进行严格审核,确保设计符合地质实际情况,从源头上减少因设计不合理引发的质量风险。另一方面,在施工过程中,建立动态监测机制,利用传感器、监测仪器等对路基的沉降、位移、含水量等关键指标进行实时监测。一旦发现数据异常,立即发出预警信号,以便施工人员及时采取措施进行调整。

应急处理机制方面,要制定详细且具有可操作性的应急预案。预案应涵盖各种可能出现的质量问题及相应的处理流程和责任分工。例如,针对软土地基沉降问题,预案中应明确在沉降达到何种程度时需采取何种加固措施,以及由哪个专业团队负责实施。同时,要定期组织应急演练,提高施工人员的应急反应能力和协同作战能力,确保在质量问题发生时能够迅速、有效地进行处理,将损失控制在最小范围内。此外,还应储备必要的应急物资和设备,如加固材料、排水设备等,以保障应急处理工作的顺利进行。

3 结论

路基施工是市政道路施工过程中的关键和质量控制重点。市政道路施工多露天作业,施工现场复杂,施工质量管控难度较大。地表处理、填料质量、填筑压实和边坡防护是市政道路路基施工的质量控制重点。地表处理质量控制应重点做好不良地基的处理工作;路基填料质量控制要点为路基填料选择和填料质量检验市政道路属于城市基础设施的重要构成部分,其路基施工质量会直接影响道路的使用寿命和通行安全,经深入剖析当下市政道路路基施工存在的质量问题,明确地质条件评估不足、材料选用错误、碾压工艺不规范、排水系统设计有缺陷以及施工管理松弛等关键因素对工程质量的影響,并且近年来的工程案例和行业数据显示,2018—2023 年我国市政道路工程返修率平均在 8%~12%,大概 40% 的问题是由于路基施工质量控制不好造成的,这表明加强路基施工质量管理很重要。所以要科学开展前期勘察并优化设计,让路基方案符合实际地质状况,严格控制填料质量且完善检测流程使材料性能达到要求,规范压实工艺合理调整含水量和压实遍数提高路基密实度,重视排水系统的科学设计和施工防止积水长期侵蚀路基结构,此外建立完善的全过程质量监管体系,从源头到竣工全面监控能大大减少施工缺陷发生的概率^[5]。实践表明,有效落实这些质量控制要点既能减少工程返修率又能延长道路使用寿命,给城市交通安全提供强大保障。市政道路建设行业正快速发展着,2022 年全国市政道路投资额超 5 万亿元,估计接下来五年还会保持每年 6%~8% 的增长率,在这样的大环境下进一步推广运用科学的质量控制办法,对推动行业技术发展、提高城市基础设施整体水平、给社会经济发展有力支撑是有帮助的。

[参考文献]

- [1]朱汝弟.市政道路路基施工质量控制要点分析[J].江西建材,2017(3):137-139.
- [2]李杰.市政道路路基施工质量控制要点分析[J].门窗,2017(5):192.
- [3]陈乐斌.市政道路工程路基施工质量控制要点分析[J].居业,2023(11):55-57.
- [4]田春变.市政道路工程路基施工质量控制要点分析[J].居业,2019(9):145-146.
- [5]钟南川.市政道路工程路基施工质量控制要点分析[J].南方农机,2017(14):140.

作者简介:刘韶凯(1997.8—),毕业院校:河北交通职业技术学院,所学专业:城市轨道交通工程技术,当前就职单位:中农优谷(石家庄)科技有限公司,职务:公路设计,职称级别:助理工程师。

试论土木工程施工管理中出现问题及应对措施

赵博^{1,2}

1.河北冀科工程项目管理有限公司,河北 石家庄 050000

2.石家庄市健康建筑技术创新中心,河北 石家庄 050000

[摘要]土木工程施工管理是保障工程品质、安全与效益的核心。当前,管理实践中仍普遍存在安全责任虚化、质量管控形式化、进度成本失控及现场管理粗放等问题。系统剖析这些问题的具体表现及其管理根源,进而从健全管理体系与创新应用技术工具相结合的视角,提出具有针对性的应对措施。通过强化全过程、多维度的协同管理,并积极融合 BIM、智能化监测等现代技术,可有效提升施工管理的精细化与标准化水平,为工程项目的顺利实施与建筑行业的持续健康发展提供管理支持。

[关键词]土木工程;安全管理;质量管理;BIM 技术

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18374

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Discussion on Problems and Countermeasures in Civil Engineering Construction Management

ZHAO Bo^{1,2}

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

2. Shijiazhuang Health Building Technology Innovation Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Civil engineering construction management is the core of ensuring project quality, safety, and efficiency. Currently, there are still widespread issues in management practice such as virtualization of safety responsibilities, formalization of quality control, loss of control over schedule costs, and extensive on-site management. Analyze the specific manifestations and management roots of these problems systematically, and propose targeted response measures from the perspective of combining a sound management system with innovative application technology tools. By strengthening the collaborative management of the entire process and multiple dimensions, and actively integrating modern technologies such as BIM and intelligent monitoring, the refinement and standardization level of construction management can be effectively improved, providing management support for the smooth implementation of engineering projects and the sustainable and healthy development of the construction industry.

Keywords: civil engineering; safety management; quality management; BIM technology

引言

随着我国城市化进程的持续推进,土木工程建设规模日益扩大,技术复杂度不断提升,对施工管理提出了更高要求。高效的施工管理不仅是实现工程预定目标(安全、质量、工期、成本)的关键,更是推动建筑产业现代化的重要保障。然而,在实际项目管理中,由于管理体系不健全、技术手段滞后、人员意识薄弱等多重因素,各类管理问题依然频发,不仅制约了工程效益,也埋下了质量和安全隐患。因此,识别施工管理中的典型问题,深入剖析成因,并探索融合管理创新与技术革新的综合应对策略,具有重要的现实意义。

1 土木工程施工管理中存在的主要问题及根源分析

当前土木工程施工管理中的问题可归纳为以下四大类,其具体表现与管理根源如表 1 所示。

2 试论土木工程施工管理应对措施

针对土木工程施工的各类问题及其管理根源,必须采取系统性的综合措施,从管理机制优化与技术手段赋能两方面协同发力,构建覆盖全过程、全方位的现代施工管理体系。

2.1 强化安全管理体系与技术应用

在进行土建工程项目建设的时候,项目本身的质量好坏会直接影响到土建工程项目的造价,在进行施工质量控制方面我们要加强对土建工程项目的管理力度,并对施工过程中各个施工环节的质量进行全面评价。由于影响施工质量的因素比较多也比较复杂,每一个施工过程都有一定的精度要求以及变动,因此我们实践过程中要提高施工人员及管理人员的质量控制意识,让全体职工都认识到质量控制的重要性以及必要性,做到精品管理、安全管理。施工单位应从源头上开始举行多样化的宣传教育工作,公开展示文明施工、生产的安全情况,同时将这些知识作为员工必修课程进行培训。

而对于土建项目的管理者来说,不仅仅要有一定量的管理理论以及经验积累,并且还要进行定时或是不定时的考核以及聘用来刺激他们的求学能力。在这样的一次选拔以及培训下能够更加广泛的传播管理人员的管理技巧,同时也能够让所有的岗位人员都具备一定的土建项目了解水平,从而能够减少施工中出现的安全风险,提高建筑企业的经济效益以及保证工程的稳步推进发展。

表 1 土木工程施工管理问题

| 问题类别 | 主要表现 | 管理根源分析 |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 安全管理 隐患 | (1) 关键环节失控: 如深基坑支护不到位、高大模板支撑体系不规范、塔吊等大型设备安全距离不足。 (2) 消防与临设隐患: 临时用房耐火等级低、消防通道堵塞、动火作业审批流于形式。 (3) 人员行为风险: 作业人员违章操作、安全防护用品使用不当、安全意识淡薄。 | 安全生产责任制未层层压实至一线; 风险分级管控与隐患排查治理双重预防机制执行不力; 安全教育培训效果不佳, 流于形式。 |
| 质量管理 缺陷 | (1) 过程控制缺失: 未严格执行技术交底, 工序检验“三检制”落实不到位, 存在质量检查盲区。 (2) 材料与工艺不合规: 进场材料检验不严, 甚至存在以次充好; 不按设计及规范施工, 随意变更工艺。 (3) 通病防治不力: 对渗漏、裂缝等质量通病缺乏有效的预控和治理方案。 | 质量保证体系运行失效, 重结果轻过程; 质量管理责任划分不清, 追责机制不健全; 部分项目为赶工期而牺牲质量。 |
| 进度与成本失控 | (1) 进度计划失灵: 计划编制脱离实际, 各专业工序衔接不畅, 导致工期延误。 (2) 成本超支严重: 材料浪费、机械利用率低、设计变更频繁且管理不善, 导致费用激增。 (3) 协同效率低下: 业主、设计、施工、供应商等多方信息沟通不畅, 决策迟缓。 | 缺乏动态的进度监控与预警机制; 成本管理停留在事后核算, 而非全过程动态控制; 缺乏统一的信息共享平台, 存在“信息孤岛”。 |
| 现场与人员管理混乱 | (1) 施工现场混乱: 材料堆放无序, 施工道路不畅, 废弃物清理不及时, 文明施工水平低。 (2) 人员管理困难: 劳务队伍流动性大, 技术水平参差不齐, 专业化培训不足。 (3) 机械设备管理粗放: 维护保养计划执行不到位, 带病作业, 设备档案不齐全。 | 现场标准化、精细化管理理念缺失; 对劳务分包队伍的管理仅停留在包工层面, 缺乏有效的培育与整合; 设备管理重使用、轻维护。 |

为根治安全责任虚化、风险管控流于形式的问题, 首要任务是构建并严格落实基于风险分级管控和隐患排查治理的“双重预防机制”。

在管理机制上, 必须将全员安全生产责任制具体化、清单化。项目负责人应与各班组、关键岗位人员签订差异化的安全生产责任书, 明确其具体的安全职责与考核标准, 并将考核结果与绩效收入直接挂钩, 实现责任压力的有效传导。对于深基坑、高支模、大型吊装等危大工程, 必须严格执行从专项方案编制、专家论证、安全交底、过程旁站监督到最终验收的全流程闭环管理, 并建立可追溯的影像和签字档案。

在技术赋能层面, 应积极引入智能化监控手段。例如, 利用 BIM 技术进行施工过程动态模拟, 提前发现工序交叉中的空间碰撞与安全风险点, 优化施工方案。在塔吊、施工电梯等大型设备上安装集成传感器, 实时监测载荷、幅度、风速、倾斜度等关键参数, 一旦超限立即自动报警并强制锁定, 变“事后补救”为“事前预防”。此外, 部署基于计算机视觉的智慧工地 AI 视频分析系统, 可自动识别人员未佩戴安全帽、未系安全带、闯入危险区域、烟火险情等违规行为和安全隐患, 实现 7×24h 不间断的自动巡检与预警, 极大弥补人工监管的盲区与滞后性。

2.2 完善质量管理流程与工艺创新

针对质量过程控制缺失、依赖结果验收的问题, 核心对策是建立并运行以 PDCA (计划-执行-检查-处理) 循环为核心的全过程质量保证体系。

管理上, 需强化过程标准化控制。严格执行“三检制”(自检、互检、专检), 确保每道工序合格后方可进入下一环节。对钢筋、混凝土、防水材料等关键建材, 推行“封样管理”与“进场扫码追溯”制度, 确保材料来源可靠、

性能达标。同时, 建立施工班组和个人的质量信用档案, 将工艺执行水平与奖惩挂钩, 从源头激发一线作业者的质量主体意识。

因为某些地区的部分企业存在机构不健全以及人员难以管理的问题, 并且也没有相关的管理制度, 在这种情况下就导致了施工现场一旦出现了较为严重的事故却没有能够第一时间进行解决的现象频频出现。因此我们一定要重视起建立健全的制度体系, 严格管控好施工现场的安全环境。进而提升整个土建工程建设的质量。如今我国的土建工程项目依然存在着不少缺陷, 有待有关部门提出建议。

此阶段下, 有关部门应该出台有关法律法规来给予企业强有力的支持, 将国外以及国内的成功案例与经验进行引入, 并结合我国目前实际情况, 建立起一套适合当下土建设企业管理体制, 在此基础上, 建筑业也应该认识到建设管理系统的重要意义, 并在工程建设的过程中发挥出工作人员的智慧力量, 提出科学合理规划建议, 建立专门管理部门, 强化总体工作针对性及实效性。

技术上, 应大力推广能提升质量均质性与可靠性的新技术、新工艺。在防水工程中, 推广使用高分子自粘防水卷材, 并结合热风焊接自动化施工, 确保搭接缝的密闭性, 大幅降低渗漏风险。装配式建筑是工艺创新的集中体现, 通过 BIM 技术进行预制构件的深化设计, 解决预留预埋冲突, 并在工厂采用基于 PLC 控制的自动化生产线进行标准化生产, 从根本上消除人为操作误差, 保障构件尺寸精度与混凝土成型质量, 实现“像造汽车一样造房子”的质量可控性。

2.3 实施动态的进度与成本协同控制

在进行的过程中, 对于建筑工程的管理以及控制是非常重要的一个环节, 尤其是针对建筑工程的成本问题, 在

对其进行有效控制的过程中,要采取多层级的管理方式以及分级的方式来进行计算。现阶段建筑工程所耗费的大部分资金都是包括了人工、材料以及机器方面的费用,同时还有一些其他方面有关管理的费用。所以,应该对各项支出进行总量控制,设定激励机制促进节支,设定约束机制杜绝浪费,同时还要让部门明责担责。

为控制项目施工进度与项目成本、信息孤岛等难题,必须推动项目管理从经验决策向数据驱动决策转型。

不同地区的经济水平和发展状况各不相同,在具体的工程建设造价计算过程中所采用的具体工艺也因地而异存在很大的差异性,这就导致工程建设造价控制受地域因素影响呈现多元化的特点,选用的机械类型对于整体工程造价来说同样会产生一定的影响,这也增加了工程造价控制工作的难度。

在当前的经济形势和建筑工程规范下,施工单位需要结合不同地区之间的差异性、不同的工程规模以及各地对于土建工程造价确定的相关规定存在一定的差异性,综合考虑具体的工程项目情况完善工程预算的基本依据和方式,并根据市场发展的需求来进行深入的研究分析。

在进度管理方面,应用关键路径法编制详尽的施工网络计划,并利用项目管理软件(如 Microsoft Project, Primavera P6)进行动态跟踪。每周将实际进度与计划进行对比,分析偏差原因,并利用软件的进度计算功能动态调整后续计划,确保关键线路不受延误。同时,推行进度预警机制,对可能影响工期的风险因素(如材料延迟、恶劣天气)设置阈值,提前触发预警。

在成本控制方面,必须推行全过程动态成本管理。在开工前制定科学的目标成本,并将其分解到各分部分项工程。施工中,借助移动终端实时采集人、材、机的消耗数据,与目标成本进行“计划值”与“实际值”的对比分析,及时纠偏。BIM 技术的 5D 应用在此领域价值巨大。通过将 3D 模型与进度计划(时间-第 4D)、工程量清单及成本信息(成本-第 5D)关联,可实现:

自动工程量计算:快速、准确地为采购和分包提供数据支撑。

资源计划模拟:提前模拟各阶段所需的人工、材料和机械配置,优化资源投入节奏。

变更影响分析:任何设计变更都能立即在模型中反映出其对工程量和成本的精确影响,为变更索赔提供无可争议的数据依据,有效控制成本超支。

2.4 推行现场精细化与人员专业化管理

提升现场与人员管理水平,是保障各项管理措施落地的基石,需向精细化、专业化方向转型。

现场管理应全面推行“6S”管理法。对施工现场进行科学规划,设置清晰的物料堆放区、加工区、通道区,并

实行标识化管理。要求工完场清,废弃物分类处置。通过定期检查、评比与考核,将整洁、有序、安全的现场环境固化为常态化标准,这不仅提升效率,也显著减少安全事故。

人员管理的关键在于“产业工人”培育。依托实名制管理信息化平台,记录工人的身份信息、职业技能、培训经历和工资发放情况。针对性地开展模块化、实操化的技能培训与安全警示教育,并建立技能等级与薪酬挂钩的激励机制,提升工人的职业归属感和专业技能。对于机械设备,应建立全生命周期电子台账,利用物联网传感器监测设备的运行时长、负荷状态、油耗等数据,基于数据分析制定预测性维护计划,避免“带病作业”,延长设备寿命。

此外,积极探索前沿技术工具的应用。例如,利用 VR 技术搭建虚拟安全体验馆和复杂工艺模拟操作平台,让工人在无风险的虚拟环境中进行沉浸式培训,熟练掌握操作要点与应急流程。研究应用自感知、自修复的智能材料,如在混凝土中嵌入传感器和微胶囊修复剂,实现结构健康状态的实时监测与微小损伤的自动修复,为工程的长寿命安全运维提供前瞻性解决方案。

3 结语

土木工程施工管理是一项复杂的系统工程,面临的问题多维交织。本文分析表明,问题的根源多在于管理体系的薄弱与技术应用的脱节。未来的管理提升,必须坚持“管理为纲,技术为用”的原则,一方面持续完善并刚性执行安全、质量、成本等核心管理制度,压实主体责任;另一方面,积极拥抱数字化转型,将 BIM、物联网、智能化监测等现代技术深度嵌入管理流程,实现从经验式、粗放式管理向数据驱动、精细化管理的根本转变。唯有通过管理与技术的深度融合与协同创新,才能系统性地破解当前施工管理的困境,驱动土木工程建设迈向更高质量、更高效、更可持续的新阶段。

[参考文献]

- [1]张西平.建筑工程施工管理存在的问题及对策[J].江苏建筑职业技术学院学报,2012(4):102.
- [2]兰永辉,张鹏君.浅谈土木工程项目施工管理[J].砖瓦,2024(10):104.
- [3]郑迎春,郭涛,李鹏飞.土木工程施工组织与管理[M].北京:清华大学出版社,2024.
- [4]胡英盛,缪同强.建筑工程施工管理[M].3 版.北京:中国林业出版社,2018.
- [5]李韶峰.土木工程施工管理技术创新思考分析[J].国际援助,2022(17):115-117.

作者简介:赵博(1981.12—),男,毕业于石家庄铁道学院;所学专业:电土木工程,当前就职于河北冀科工程项目管理有限公司,石家庄市健康建筑技术创新中心,职务:部门经理,职称:高级工程师。

水利工程施工建设进度管理与成本控制研究

王宏东

自治区塔里木河流域和田水利管理中心, 新疆 和田 848000

[摘要]随着水利工程建设规模变得越来越大,施工进度管理以及成本控制所具有的重要性也一天比一天凸显出来。当下,在施工进程当中,普遍存在着这样的情况:进度计划不够细致周全、资源配置处于不均衡的状态,并且成本控制也并非十分严格,除此之外,进度与成本管理之间的协同状况并不完善,信息传递以及风险应对方面也都存在着一定的欠缺之处。而这些实际存在的状况,给施工效率以及经济效益都带来了一定程度的影响,所以怎样科学地去管理施工进度、有效地控制成本并且提高它们二者协同的水平,就成为了提升水利工程施工管理水平的一项关键任务。

[关键词]水利工程; 施工建设; 进度管理; 成本控制

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18403 中图分类号: TV5 文献标识码: A

Research on Progress Management and Cost Control of Water Conservancy Engineering Construction

WANG Hongdong

Tarim River Basin Hotan River Water Conservancy Management Center, Hotan, Xinjiang, 848000, China

Abstract: With the increasing scale of water conservancy engineering construction, the importance of construction schedule management and cost control is becoming more and more prominent day by day. At present, there is a common situation in the construction process: the schedule is not detailed and comprehensive enough, the resource allocation is unbalanced, and the cost control is not very strict. In addition, the coordination between schedule and cost management is not perfect, and there are also certain deficiencies in information transmission and risk response. These actual conditions have had a certain degree of impact on construction efficiency and economic benefits, so how to scientifically manage construction progress, effectively control costs, and improve the level of coordination between the two has become a key task in improving the management level of water conservancy engineering construction.

Keywords: water conservancy engineering; construction and construction; progress management; cost control

引言

水利工程属于基础设施建设里的重要部分,它对于社会经济的发展、资源的合理利用还有生态环境的保护都有着关键的作用。我国水利建设规模变得越来越大,工程复杂程度也在不断提高,在施工建设期间,进度管理以及成本控制的科学性与有效性已经逐渐变成工程管理的核心问题。施工进度管理一方面关系着工程能不能按照计划顺利地推进下去,另一方面还对施工资源的合理安排以及施工安全的保障有着直接影响;成本控制涉及到资金使用是否合理、资源消耗能不能得到优化以及工程经济效益能不能实现等方面,这两者在水利工程项目里面是相互辅助、相互成就的。在实际操作当中,施工单位一般都会制定进度计划以及成本预算,然而因为水利工程会受到自然环境、地质条件、气候因素以及施工组织协调等多种多样的因素影响,所以在施工过程中依旧存在着计划出现偏差、资源遭到浪费、成本产生波动以及管理协同不够到位等一系列问题。怎样在确保工程质量和施工安全的前提下,达成进度管理与成本控制的有效协同,提高施工效率以及经济效益,这已然成为当下水利工程管理迫切需要去深入研究的重点内容。本文通过对水利工程施工过程中进度控

制以及成本管理所存在的主要问题加以分析,来探寻科学合理的管理策略以及优化办法,给施工单位在实际的工程管理中给予能够切实操作的参考与借鉴,进而促使水利工程施工管理朝着精细化、科学化以及信息化的方向不断发展前行。

1 水利工程施工建设进度管理与成本控制的重要性

水利工程在基础设施建设当中属于极为重要的一部分,其施工建设期间的进度管理工作以及成本控制工作都有着不容忽视的重要意义。科学且合理的施工进度管理能够切实保障工程可以依照预定计划顺利地向前推进,能够妥善安排施工资源以及各项工序,有效防止出现工期延误的情况以及施工过程中的各类冲突,进而促使工程建设的整体效率得以提升。水利工程往往有着较大的投资规模,施工周期也相对较长,并且施工所处的环境比较复杂,在这种情况下,倘若缺少行之有效的成本控制举措,那么就很容易出现预算超出预期、资源遭到浪费以及资金周转出现困难等一系列问题,这些问题无疑会对项目的经济效益以及建设质量产生负面的影响。将进度管理与成本控制有效地结合起来,还能够达成工程项目资源的优化配置这一

目的,借助对施工过程当中的诸如人力、材料、机械设备等各类资源展开合理的安排以及动态的调整,以此来降低施工环节存在的风险,提高资源的利用效率^[1]。随着现代信息技术不断发展进步,施工进度以及成本控制已经不再仅仅依靠传统的经验来开展相关工作了,而是逐步朝着信息化、数字化的方向去发展。通过运用施工管理软件、动态监控系统以及数据分析方面的手段,从而实现对施工情况的实时监控、做出科学合理的决策以及实施精准的管理操作。

2 水利工程施工进度控制与成本管理存在的问题

2.1 水利工程施工进度控制存在的问题

在水利工程施工期间,施工进度的把控通常会受到诸多因素的影响,因而呈现出一定的复杂性。工程规模相对较大,施工环节也颇为繁杂,这就要求各个阶段的进度安排要兼顾多个方面的协调与配合工作。然而在实际的操作流程当中,进度计划的制定以及执行或许并不能完全尽如人意,往往会滋生出一定程度的偏差情况。像自然环境、气候变化还有地质条件这类外部因素,同样有可能给施工进度带来一定的干扰作用,进而致使施工安排很难始终严格依照既定的计划来持续推进下去。与此施工现场管理以及信息传递的及时性方面或许存在一定的局限性,如此一来便导致对于施工进展的掌握以及调整工作做得不够到位。除此之外,多工序、多部门之间存在着较高的协调需求,时不时地还会出现资源调配不够灵活或者工序衔接略微有些滞后的状况。

2.2 水利工程施工成本管理存在的问题

在水利工程施工期间,成本管理常常会碰到一定的复杂状况以及诸多挑战。因为工程所涉及的投资规模颇为可观,施工周期也比较漫长,其施工成本涵盖了材料、机械、劳动力还有管理等诸多不同方面,如此一来,成本控制在实际的操作进程中就容易出现起伏不定的情况。受到施工现场的具体环境情况、资源供应的实际情况以及市场价格的变化等多种因素的作用,施工成本有可能会呈现出某种程度的偏差,预算执行的情况和实际支出的情形之间存在着一定的差距。与此施工单位在成本核算这个环节、费用分配这个环节以及资源调配这个环节当中,或许存在信息沟通不够顺畅或者管理手段较为传统等状况,这在一定程度上对成本管理的精细化程度以及动态掌控能力产生了影响。在施工过程里,不同环节彼此之间有着较强的关联性,部分环节出现的成本波动有可能会给整体预算带来连锁式的连带影响,进而使得成本控制的连续性以及协调性面临一定的考验。

2.3 进度控制与成本管理的协同存在的问题

在水利工程施工期间,进度控制和成本管理协同运行时常常会碰到一些难题。因为施工进度以及成本管理所涉及的内容都比较繁杂,所以二者在实际操作当中或许会出

现协调不够周密的情形。就好比说,部分施工环节的进度安排同成本投入计划之间有可能产生些许错位,致使资源分配以及施工组织得做额外的调整。不同部门在信息传递以及数据共享方面可能存在一定滞后的状况,这就使得进度与成本的实时匹配没办法达成完全理想的程度^[2]。在施工进程里,像环境条件、材料供应还有施工工艺这类外部因素出现变化的时候,也有可能给进度和成本的同步性带来一定程度的影响。这些情况虽说不至于引发严重的偏差,可是却在一定程度上加大了施工管理的复杂程度,使得进度控制与成本管理的协同运作显得额外需要更多的关注以及更为细致的安排。

3 水利工程施工进度控制与成本管理的策略

3.1 水利工程施工进度控制的策略

在水利工程施工期间,科学且行之有效的进度控制策略,对于确保工程能够依照计划顺利向前推进而言,有着极为重要的意义。一开始,得在施工正式开始之前,充分做好施工组织设计方面的工作,并且细致编制进度计划,借助合理地划分各个施工阶段,清楚明确关键节点以及关键工序,以此来保证施工安排具备科学性并且是可操作的。接着,要依据工程的实际规模、施工所处的环境状况以及资源的具体条件,对施工人员、机械设备还有材料供应做出合理的配置安排,达成资源的优化调度以及协调使用的目的。在施工实际开展的过程中,有必要建立起动态的监控机制,以便能够及时且准确地掌握各个环节施工的进展情况,察觉到潜在存在的延误风险并加以调整处理,从而维持整体进度的那种连贯性与稳定性。与此应当充分借助现代信息化技术手段,像是施工管理软件、进度跟踪系统以及数据分析工具等,来实现对施工进度的实时监控、精准预测以及科学调控。

3.2 水利工程施工成本管理的策略

在水利工程施工期间,科学制定成本管理策略对于保证工程经济效益以及实现资源合理利用有着极为重要的作用。要在施工开始之前做好全面的成本预算以及核算工作,要清楚各项施工环节的费用构成情况,制定出合理的资金投入计划,以此来保证预算编制具备足够的可行性以及针对性。在施工过程之中,要对材料、机械设备以及劳动力等资源展开合理的配置并实施动态管理,借助优化采购流程、推行精细化管理以及合理调度资源等方式,减少不必要的浪费以及额外的支出。与此还要建立起成本监控与分析的相关机制,定期将实际支出与预算进行对比,以便能够及时察觉到出现的异常波动,再通过运用数据分析以及信息化手段来进行动态调整,从而提升成本控制的精准程度以及科学水平。

3.3 进度控制与成本管理的协同策略

3.3.1 风险管理

在水利工程施工期间,风险管理对于进度控制与成本

管理协同策略而言极为关键。因施工项目环节繁杂、投资规模可观,施工环境及外部条件存在诸多不确定性,潜在风险或将在不同层面影响工程进度与成本达成情况。高效的风险管理需从施工筹备阶段便着手开展,构建系统化的风险识别与评估机制,针对可能波及施工进度与成本的各项因素展开详尽分析,囊括自然环境、材料供应、设备故障、施工工艺以及人员管理等诸多方面。接着,要制定与之对应的预防及应对举措,借助合理安排施工流程、优化资源配置、预留风险缓冲时间以及成本储备等手段,减少风险给工程带来的影响^[3]。在施工进程中,得持续对潜在风险变化予以跟踪与监控,适时调整施工方案与成本预算,保证工程可于可控范畴内顺畅推进。与此需搭建风险信息共享机制,让各个部门能及时获取风险预警与处理提议,达成进度与成本管理的同步调节。

3.3.2 信息共享

在水利工程施工期间,信息共享乃是进度控制以及成本管理协同的关键环节,其对于提升施工效率与管理水平有着极为重要的作用。施工项目所涉及的部门与环节繁多,像设计、施工、材料供应、设备管理还有监理等等,各个环节间信息传递的及时性以及准确性会直接对工程进度和成本控制的效果产生影响。通过构建科学的信息共享机制,可达成施工计划、进度数据、成本预算以及实际支出等信息的实时传递与共享,让各部门能对工程进展以及资源使用状况做到全面且清晰的掌握。与此凭借现代信息化技术手段,比如施工管理软件、项目管理平台以及数据分析工具,能够针对施工过程中的各类数据展开集中管理与动态分析,进而为施工决策给予可靠的依据。除此之外,信息共享还能推动各部门之间的协同合作,减少由于信息滞后或者沟通不畅所导致的资源浪费以及施工延误,提高施工组织的灵活性与响应能力。

3.3.3 持续改进

在水利工程施工期间,持续改进属于进度控制和成本管理协同策略里极为重要且必不可少的一个环节。施工项目的周期往往比较长,涉及的环节也比较多,在管理进程当中,出现计划出现偏差、资源配置不够均匀或者成本产生波动等状况是难以避免的。借助持续改进能够不断地对施工管理成效加以优化。持续改进的关键点在于要对施工进度以及成本控制的过程展开具有系统性的评估与反馈,具体做法是收集施工方面的相关数据,对施工进度予以监控,对成本的使用情况进行分析,另外还要总结施工经验,以此来找出那些会对进度和成本产生影响的潜在问题以及较为薄弱的环节。在这样的基础之上,施工管理团队能

够针对所发现的问题去调整施工方案,对资源配置予以优化,改进工作流程以及管理方法,进而达成施工效率和经济效益同时得到提升的目的^[4]。与此持续改进着重强调的是它的循环性以及动态性,其不但着眼于对施工当前阶段的优化,而且还能后续阶段的施工管理给予经验方面的参考以及改进的相关依据。

3.3.4 预测与调整

在水利工程施工管理中,预测与调整是确保施工顺利进行和成本可控的核心环节。通过科学的施工进度和成本预测,可以提前识别潜在的风险点和可能出现的偏差,从而为管理决策提供依据。有效的预测依赖于建立完善的预测模型,包括进度计划模型、资源消耗模型和成本估算模型,同时辅以信息化监测手段,对施工现场的数据进行实时采集和分析,例如施工进度、材料消耗、机械设备使用情况以及劳动力投入等。基于预测结果,管理人员能够及时采取调整措施,例如优化施工方案、合理调配资源、调整施工节奏或控制成本支出,从而最大程度地避免工期延误和超支现象的发生。

4 结语

水利工程施工建设的进度管理以及成本控制,属于保障工程可顺利推进的关键环节,在此环节中,合理的安排施工进度以及严格把控成本,能有效减少资源的浪费,提高施工的效率,并且还能工程的质量与安全给予有力的保障。随着现代管理技术以及信息化手段的不断进步,施工单位应当充分借助进度管理软件、成本控制系统还有智能化监测工具,达成对施工过程的精细管理。往后,唯有在对进度与成本管理都加以优化的情形下,水利工程建设才能够切实达成高效、经济并且可持续的发展态势,进而为社会以及经济的发展给予稳固的水利方面的保障。

[参考文献]

- [1]鲁智国.水利工程施工中的进度控制与成本管理研究[J].工程技术研究,2024,9(3):155-157.
- [2]蒙立荣.水利工程施工建设进度管理与成本控制研究[J].农业科技与信息,2021(4):115-116.
- [3]林艳,陈辉,胡志超.新时期水利工程施工建设管理与成本控制研究[J].水利科学与寒区工程,2021,4(5):182-184.
- [4]李云亮,王海力.水利工程施工建设进度管理与成本控制分析[J].黑龙江科技信息,2014(28):201.

作者简介:王宏东(1990.5—),毕业院校:塔里木大学,所学专业:土木工程,就职单位职务:自治区塔里木河流域和田河水利管理中心,喀拉喀什河下游管理站副站长,职称级别:工程师。

水利工程运行管理与水资源的可持续利用探究

马龙

新疆塔里木水务集团有限公司, 新疆 阿拉尔 843300

[摘要]水利工程作为水资源调控与利用的核心依托,其运作管理质量直接关系到水资源可持续利用成果。目前部分水利工程面临“调度不科学、设施老化、管理粗放”等状况,引发水资源浪费、供需失调等问题。文章融合水利工程运行特点与水资源管理诉求,探究运行管理与水资源可持续利用的协同关系,提出“科学调度、设施维护、智慧管理”三位一体的优化途径。经在某流域开展试点应用,水资源利用成效提升42%,供水保障比率提高38%,洪涝灾害造成的损失减少了55%,研究为增强水利工程运行管控能力、推进水资源可持续供给提供实践借鉴,推动水安全保障体系构建。

[关键词]水利工程;运行管理;水资源可持续利用;科学调度;智慧管理;供水保障

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18399 中图分类号: TV213.4 文献标识码: A

Exploration on Water Conservancy Engineering Operation Management and Sustainable Utilization of Water Resources

MA Long

Xinjiang Tarim Water Group Co., Ltd., Alar, Xinjiang, 843300, China

Abstract: As the core support for water resource regulation and utilization, the quality of operation and management of water conservancy projects is directly related to the sustainable utilization of water resources. At present, some water conservancy projects are facing problems such as "unscientific scheduling, aging facilities, and extensive management", which have led to water resource waste, supply-demand imbalance, and other issues. The article integrates the operational characteristics of water conservancy projects with the demands of water resource management, explores the collaborative relationship between operational management and sustainable utilization of water resources, and proposes a three in one optimization approach of "scientific scheduling, facility maintenance, and intelligent management". Through pilot application in a certain watershed, the efficiency of water resource utilization has been improved by 42%, the water supply guarantee ratio has been increased by 38%, and the losses caused by floods and waterlogging have been reduced by 55%. The research provides practical reference for enhancing the operational control capability of water conservancy projects, promoting sustainable water resource supply, and promoting the construction of a water security guarantee system.

Keywords: water conservancy engineering; operation management; sustainable utilization of water resources; scientific scheduling; smart management; water supply guarantee

引言

水资源作为保障经济社会发展与生态维护的基础资源,而水利工程作为“蓄水、输水、用水”的关键设施,其运营管理对于水资源配置效率和可持续利用具有重大意义。我国水利工程建设的规模持续拓展,不过运行管理仍旧面临诸多困境:部分灌区工程的调度凭借经验,未依据作物需水规律动态调节;水库、泵站等设施陈旧损坏,造成输水损耗率超过20%;管理办法老套,缺少实时监测与精准调节能力。

《“十四五”水安全保障规划》清晰提出“强化水利工程运行管理,提升水资源集约节约利用水平”。在这样的情形下,深度剖析水利工程运行管理与水资源可持续利用的内在关联,探寻优化举措,既为化解当下水资源供需矛盾的要点,也是达成生态文明建设、维护水安全的重要方式。

1 水利工程运行管理与水资源可持续利用的协同关系

1.1 运行管理是水资源可持续利用的基础保障

水利工程借助蓄水调控、输水调配达成水资源时空再分配,而科学的运营管理可让工程效能得到最大化发挥,为水资源的可持续利用给予支持。于水库运行管控环节,恰当制订蓄水与泄洪方案,既可以保障汛期防洪的安全性,又可以储备枯水期所需用水,杜绝水资源的浪费^[1]。

1.2 水资源可持续利用需求推动运行管理升级

伴随经济社会进步与生态保护观念增强,水资源“节约、集约、循环”利用的需求愈发紧迫,推动水利工程运行管理模式的革新,传统“重建设、轻管理”的模式已不能符合水资源可持续利用标准,要从“经验调度”过渡到“科学调度”,从“人工管理”跃向“智慧管理”。为达成水资源循环利用之目的,某些地区于污水处理厂与水利工

程之间搭建联动体系,借助对泵站运行管理的优化,把再生水输送到河道进行生态补水或者用于农田灌溉,促进水资源的循环运用。此过程也使得运行管理引入实时水质监测、水量调控等新技术,提升管理精细水平。

2 水利工程运行管理现存问题及对水资源可持续利用的影响

2.1 调度机制不科学,水资源配置效率低

部分水利工程调度欠缺系统性与前瞻性规划,依靠历史资料与人工经验,未依据实时水文、气象及用水需求进行动态调节,造成水资源配置失调。例如,某灌区进行灌溉调度时未考量作物需水的动态变化,采用“一刀切”的灌溉手段,在作物非需水的高峰阶段过度供应水资源,引发了水资源的浪费。

2.2 设施维护不到位,工程效能衰减

水利工程设施经过长期运行后极易出现老化、毁坏情况,要是维护操作不及时跟进,会造成工程效能降低,对水资源的传输和利用产生影响。部分区域中小型泵站的电机出现老化现象,运行效率从原本设计的85%降到了60%以下,致使能耗与输水成本增加;灌溉渠道的衬砌结构遭到破坏,渗漏比例超过了25%,在水资源输送期间有大量流失;水库堤坝防渗装置出现损毁,产生了渗漏现象,不但会降低蓄水效能,而且极有可能诱发安全风险^[2]。

2.3 管理手段传统,缺乏精准调控能力

多数基层水利工程管理依旧运用人工巡查、纸质记载的传统模式,欠缺实时监测、数据分析与智能调控的本领,很难实现水资源的精准管理。例如,有部分灌区尚未安装实时水量监控设备,难以精准知晓各用水户的用水量,致使超量用水情形屡屡出现;水库水位、出库流量等数据的采集存在滞后情况,不能为调度决策给予及时支持,降低水资源调控精准度。

3 优化水利工程运行管理、推动水资源可持续利用的策略

3.1 构建科学调度体系,提升水资源配置精度

以“时空统筹、供需平衡”为宗旨,设立基于多源数据的科学调度架构。归集水文站、气象站、用水户监测的相关数据,借助水文模型预估来水量和用水需求,拟定动态调度规划,于水库调度工作中,综合汛期防洪指标与枯水期用水要求,界定合理的汛限水位和蓄水曲线,在确保安全的基础上实现蓄水最大化。

3.2 强化设施全生命周期维护,保障工程效能

设立水利工程设施“日常巡检-定期检测-维修养护”全生命周期管理体系,保证设施长久稳定运行。日常巡检安排专人来承担,着重查看泵站电机的运行状况、渠道衬砌的完整程度、水库堤坝的防渗情形,若发现问题即刻记录并上报;定期检查每隔3~5年开展一回,邀约专业组

织对工程构造、设备性能开展全面评测,拟定针对性维护规划。

3.3 推进智慧管理升级,实现精准调控

凭借物联网、大数据、人工智能技术,搭建水利工程智慧管理平台,提升运行管理智能化水准。在水库、灌区、泵站等关键部位装设水位、流量、水质、墒情等感应装置,达成数据即时采集与传送;平台具备数据剖析、形象化展示、智能告警功能,可自行识别异常数据,并传送示警信息;研发远程操控模块,达成闸门开闭、泵站起停的远程操控,降低人工介入。某智慧灌区借助平台达成灌溉用水“按需分配、实时调控”的目标,每亩平均灌溉用水量降低30%。

4 水利工程运行管理优化的试点应用与成效

选定某流域(包含2座中型水库、3个灌区、15座泵站,涉及灌溉面积达20万亩、人口15万)开展为期1年的试点应用,借助推行科学调度、设施维护以及智慧管理的优化举措,收获明显成效:

4.1 水资源利用效率大幅提升

科学调配与精准管控减少水资源的浪费,灌区亩均灌溉用水量从400m³降到280m³,年节水2400万m³;水库依靠优化蓄水安排,枯水期供水保障率由75%提升到92%,以满足工业与生活的用水需要;再生水利用数量增多,经由泵站运行管控的优化,把污水处理厂再生水输送到河道进行生态补水,每年补水达1200万m³,使河道生态环境得以改善,水资源循环利用比率提升35%。

4.2 工程运行稳定性显著增强

设施整个生命周期的维护让故障发生概率降低,泵站电机运行效能从60%提升到82%,能耗减少27%;渠道渗漏比例由25%降到8%,降低输水损失;水库堤坝完成防渗修复工作后,渗漏的水量减少90%,蓄水能力回升至设计标准,工程故障出现率由32%下降至11%,运行稳固性大幅提高,维系水资源的持续输送^[3]。

4.3 经济与生态效益双赢

试点地带农业鉴于灌溉精准化,作物产出提升15%,农民收入增长超3000万元;工业用水供应保障水平提升,杜绝因缺水造成的生产中断,降低经济损失5000万元;河道生态补水促进了水环境的改善,流域内水质达标率从65%跃升至88%,水生生物的多样程度增加,生态效益明显。

5 保障水利工程运行管理优化与水资源可持续利用的措施

5.1 1 完善政策与制度保障

政策及制度是水利工程运行管理优化的基本依据,要从“顶层设计-细则落地-监督考核”全链条打造体系,保证各项管理要求有规可守、有证可查,推出《水利工程运行管理优化实施方案》,应进一步细化调度、维护、智慧管理三大关键环节的操作细则:确定水库汛限水位动态调整的依据、灌区灌溉定额的分类标准;明确不同种类设施

的巡查周期与维修回应期限；在智慧管理范畴内，确定数据收集频次、平台功能板块。

构建水资源可持续利用考评机制，把考核指标归入地方政府年度绩效考评体系，权重不低于 5%。考核指标应量化成“双效率+双安全”：双效率指的是水利工程运作效率；双安全指的是供水安全。考核结果与地方政府的评优评先、资金分配相联系，对连续两年考核表现优秀的地区，给予市级财政补贴，针对考核未达标的地区设定整改期限，若整改未到位，就约谈主要负责人。

5.2 强化资金与技术支撑

资金与技术作为促进水利工程运行管理优化的两大关键要素，应搭建“多元筹资+产学研协同”模式，攻克资金匮乏、技术落后困境。在资金支持层面，创建水利工程运行管理专项基金，总体规模按照地区水利工程的总数量进行测算，资金的来源采用“政府投入+社会资本参与+用户缴费”多元化模式：政府资金投入占比达 60%，从市级财政水利专项经费中拨付，着重用于设施基础修护、智慧平台前期搭建；社会资本投入占比达 30%，运用 PPP 模式引入企业参与智慧管理项目经营，或者经由特许经营准许企业参与再生水利用。

在技术支持维度，搭建“产学研用”协同创新体系，和高校、科研单位协作，针对各类不同水利工程的技术难题进行攻坚：着眼于水库调度事宜，开发“气象-水文-用水”耦合预测模型，增强来水量与用水量的预测准确性；着眼于灌区管理，开展低功耗墒情传感器（续航时间≥1年）、自动灌溉闸门的研发；面向智慧平台，开展 AI 故障预测算法、大数据分析模块（自动生成用水趋势报告、设施维护建议）的研发工作。同时，构建技术成果转化体系，在每个县挑选 1~2 个示范项目开展技术检验，待技术成熟后向全市铺开，就像某试验灌区采用新型墒情传感器后，灌溉用水效率提升达 15%，核实无误后半年内推广到 10 个灌区^[4]。

5.3 构建多方协同管理机制

水利工程运行管理牵涉政府、部门、公众等多主体，应破除“单打独斗”模式，搭建“政府主导、部门协同、公众参与”的联动架构，凝聚管理合力，清晰界定政府的主导职能，构建市级水利工程运行管理联席会议制度，由市政府分管领导担任会议召集人，每月举办 1 次会议，协商处理跨部门、跨区域难题：如汛期水库泄洪与下游河道防洪之间的衔接难题，由水利部门规划泄洪安排，应急管理部门承担人员转移工作，交通部门保证泄洪通道通畅；若遇到灌区用水方面的矛盾，由水利部门统筹安排水量分配，农业部门引导节水灌溉实施，保证多方协同高效无阻。同时，政府应构建“全市水利工程运行管理指挥平台”，汇聚各部门数据资料，达成“一平台统管”，例如借助平台实时获取气象部门的降雨预警，引导水库预先蓄水或泄

洪，防止因信息不匹配引发的决策滞后。

加强部门协作配合，厘清水利、农业、环保、财政等部门的职责明细，杜绝权责交叉或缺失。水利部门肩负核心使命，承担工程调控、设备保养、智能平台管理工作，按时向其他部门传递用水数据、设施状态资讯；农业部门应给出作物种植布局、用水规律资料，引领灌区制订灌溉方案，与此同时普及节水农业技术，联合水利部门提高水资源利用效率；环保部门承担河道水质、生态流量的监测工作，按月向水利部门报送监测成果，要是发现水质超过规定标准或生态流量不达标，马上协同水利部门调整放水安排；财政部门承担保障专项基金全额拨付的职责，监管资金使用情形，每半年实施 1 次资金审查，保证资金专门使用。部门之间构建信息共享体系，依托政府政务数据平台达成数据即时互通，如水利部门的灌溉用水量数据自动传送到农业部门，环保部门的水质数据自动传输至水利部门，杜绝重复采集、数据有偏差^[5]。

6 结语

水利工程运行管理与水资源可持续利用相互依存，合理的运行管理是达成水资源可持续利用的要点，并且水资源可持续利用需求又带动运行管理持续改进。目前水利工程运行管理面临调度不合理、设施保养不达标、管理方式陈旧等状况，阻碍水资源可持续利用。通过建立科学的调度架构、深化设施全周期维护、促进智慧管理革新，可大幅提升水利工程运行效能与水资源利用水准。实践试点显示，优化后的运行管理模式可有效增进水资源利用成效、维护工程稳定运作，达成经济与生态效益的双赢局面。未来要更进一步健全政策制度、增强资金技术保障、搭建协同体系，促进水利工程运行管理不断优化，为水资源的可持续运用、水安全的有效保障给予坚实支持，推动生态文明建设和经济社会高水平发展。

【参考文献】

- [1]赵鹏志.水利工程运行管理及水资源可持续利用策略分析[J].农业灾害研究,2025,15(3):247-249.
- [2]邱权新.水资源可持续利用背景下水利工程运行管理研究[J].珠江水运,2024(19):70-72.
- [3]郑淑德,郑德轩.水利工程运行管理与水资源可持续利用探讨[J].生态与资源,2024(1):80-82.
- [4]马丽娜.水利工程运行管理与水资源的可持续利用浅析[J].陕西水利,2021(9):81-82.
- [5]任俊杰.水利工程运行管理与水资源的可持续利用探究与思考——以新疆阜康市为例[J].四川水利,2020,41(5):117-119.

作者简介：马龙（1990.2—），毕业院校：新疆大学，所学专业：水利工程，当前就职单位名称：新疆塔里木水务集团有限公司，职务：灌溉服务部部长。

公路桥梁施工中信息化管理平台构建及应用研究

宋全龙

中衡建设(吉林)有限公司, 吉林 长春 130000

[摘要]随着我国公路桥梁建设规模不断拓展以及施工环境变得日益复杂,传统的那种依靠经验来做出判断并且管理方式较为分散的施工模式,已经很难契合对于进度、质量以及安全所提出的高标准方面的要求了。信息化管理平台把数字化、网络化还有智能化当作核心要素,将 BIM、物联网以及云计算等技术加以整合,以此达成对施工全过程进行实时监测以及数据集成的目的,进而能够给管理决策给予科学层面的依据。文中选取公路桥梁施工当作研究的对象,剖析现有的施工管理系统存在分段开展开发工作、出现数据孤岛情况以及信息共享做得不够到位等问题,给出基于系统集成以及数据标准化的平台构建方案,同时对其在进度把控、质量安全以及资源管理等方面的应用价值展开探讨。研究显示,信息化管理平台能够在很大程度上提高施工管理的效率以及精细化的程度,实现对施工全过程实施数字化的管理,从而为我国公路桥梁建设朝着信息化方向的发展给予实践方面的参考。

[关键词]公路桥梁施工; 信息化管理; 管理平台构建

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18390

中图分类号: U45

文献标识码: A

Research on the Construction and Application of Information Management Platform in Highway Bridge Construction

SONG Quanlong

Zhongheng Construction (Jilin) Co., Ltd., Changchun, Jilin, 130000, China

Abstract: With the continuous expansion of the scale of highway bridge construction in China and the increasingly complex construction environment, the traditional construction mode that relies on experience to make judgments and has a relatively scattered management approach is no longer able to meet the high standard requirements for progress, quality, and safety. The information management platform regards digitization, networking, and intelligence as core elements, integrating technologies such as BIM, Internet of Things, and cloud computing to achieve real-time monitoring and data integration of the entire construction process, thereby providing scientific basis for management decisions. The article selects highway bridge construction as the research object, analyzes the problems of segmented development work, data silos, and insufficient information sharing in the existing construction management system, and proposes a platform construction plan based on system integration and data standardization. At the same time, it explores its application value in progress control, quality and safety, and resource management. Research shows that information management platforms can greatly improve the efficiency and refinement of construction management, achieve digital management of the entire construction process, and provide practical reference for the development of Chinese highway and bridge construction towards informationization.

Keywords: highway and bridge construction; information management; construction of management platform

引言

公路桥梁属于交通基础设施的关键部分,其施工会牵涉到多个专业领域、众多工序以及诸多参与方,施工所持续的时间较长,而且信息量颇为可观。传统的管理模式依靠人工来进行记录以及凭借经验做出判断,如此一来便很容易出现信息滞后的状况,数据也会出现不一致的情况,沟通的效率也比较低,很难契合现代工程对于质量、安全以及进度方面的要求。伴随着 BIM、物联网还有云计算等相关技术不断取得进展,施工信息化管理的方式也在一步步完善起来,不过现有的平台依旧存在着分段开展开发工作、功能比较单一以及数据处于孤立状态等问题,没办法达成跨阶段、跨专业领域的数据相互连通。在这样的大

背景之下,着手构建面向施工整个过程的信息化管理平台,能够对施工数据加以整合,达成实时监控的效果,还能支撑起智能决策,同时对进度、质量以及资源管理起到优化作用,进而为施工管理模式朝着现代化以及智能化方向升级给予系统性的解决办法。

1 工程管理信息化现状

我国工程建设项目信息化管理的现状与存在的问题主要是:我国大多数的建设项目管理平台都是分项设计的,即从规划、设计、施工再到运营分阶段开发,但是因为施工质量需要严格把控,再加上信息技术发展不够完善,因此很多平台都只是重点开发了施工管理云平台,其中包括合同管理、质量管理、进度管理等重要模块。这种情况使得项目各阶段

的信息不能很好地传递,而且各个管理阶层对项目信息掌握不够全面。因各平台间缺少统一的数据标准与接口规范,致使信息系统间难以达成高效互联,各类数据常呈孤岛化状态,这进一步对信息资源共享与整合形成了限制。在工程现场实际运用进程中,部分系统的功能设计依旧侧重于基础信息记录,对于实时监测、智能分析以及决策支持等方面缺乏深入开发,如此一来,信息化工具在管理决策中的作用便未能得以充分发挥。并且,部分施工单位在信息化应用意识、人员技术水平以及设备配置方面有所欠缺,这也使得信息化手段在项目全生命周期管理中的作用尚未完全彰显出来。

2 公路桥梁施工信息化管理平台构建

2.1 平台建设原则与总体目标

公路桥梁施工信息化管理平台在建设之时,应当遵循系统性、实用性、可扩展性以及安全性等一系列原则,以此来保证该平台能够在复杂的工程环境当中高效且稳定地运行起来。其中,系统性这一方面的要求是,平台需要将施工组织、进度情况、质量状况、安全事项以及资源调度等这些核心的管理环节都涵盖进去,进而达成全过程的管理以及信息的相互沟通与流通。实用性所着重强调的是,平台的各项功能要能够贴近现场的实际管理需求,不可以因为过于复杂而使得使用效率有所降低。可扩展性指的是,平台得能够支持模块化的相关设计,从而能够适应施工规模、管理需求还有技术环境等方面所发生的变化,方便在未来对功能加以拓展。安全性则要求建立起十分严格的数据保护以及访问控制方面的机制,避免出现敏感信息泄露的情况以及非法的操作行为。从总体的目标来讲,该平台是希望通过信息化的手段来实现施工现场数据的实时采集工作、动态的分析以及智能的决策,以此提升管理决策的效率以及准确性,强化各个参与方的协作能力,推动施工全过程朝着精细化管理的方向发展,最终达成项目全生命周期的数字化以及标准化管理的目标。

2.2 平台架构设计与系统组成

信息化管理平台整体运用多层架构来设计,涵盖基础设施层、数据层、功能层以及应用层这四个层面。其中,基础设施层包含了服务器、网络、移动终端还有现场感知设备等,其主要职责是给平台给予硬件方面的支撑以及通信方面的助力;数据层负责去采集、存储、清洗并整合施工现场所产生的多源数据,进而构建起统一的数据资源库;功能层则包含有进度控制、质量检查、安全监测、资源管理以及 BIM 可视化等诸多模块,以此达成业务逻辑的处理以及信息的分析目的;应用层是面向管理者、施工人员以及监理单位的,借助可视化界面、移动端应用以及报表呈现等方式,给予高效的管理与决策方面的支持。在系统的组成方面,该平台将施工现场的传感器、无人机、RFID 设备以及视频监控系统集成起来,以此实现对施工动态的实时采集,并且通过 BIM 模型与系统数据库相互联动,

能够为管理者提供直观可视化的施工状态以及风险预警,进而构建起信息化管理与现场施工之间的紧密耦合体系。

2.3 数据标准化与信息集成机制

公路桥梁在施工的时候,其数据来源很复杂,格式也多种多样,要是没有统一的标准,那很容易出现信息孤岛的情况,管理效率也会变得很低下。所以平台建设时,得通过统一的数据格式、编码规则以及信息分类,让设计文件、BIM 模型、物联网数据还有管理记录能够互相兼容并且互联起来。信息集成机制借助接口和统一数据库,把不同来源的数据自动汇总并关联起来,以此达成对施工进度、质量记录以及传感器数据的可追溯管理,并且能以可视化的形式展示出来。数据标准化加上集成机制给平台的智能分析和决策支持打下了可靠的根基,让施工现场的信息可以得到全方位的呈现。

3 信息化管理平台的关键功能与应用

3.1 进度、质量与安全管理工作

公路桥梁施工的进度、质量以及安全管理工作,在整个施工进度当中属于极为关键的核心环节,其状况直接对工程是否能够如期并且保质完成起到决定性作用。信息化管理平台把施工计划、现场所获取的数据还有监测方面的信息加以整合,进而达成针对进度、质量以及安全的实时监控目的,同时实现动态化的管理效果。就进度管理来讲,该平台能够凭借施工计划以及实际完成情况展开自动化的对比操作,从而能够及时察觉到工序出现延误或者施工存在偏差等状况,并且借助智能分析手段去识别潜在的风险因素,进而为管理者给出具备科学性的调整建议。在质量管理这块,平台会把检测数据、验收记录以及影像资料实时上传并进行归档处理,以此来实现施工工序的可追溯式管理,保证质量控制环节当中的数据是完整的而且是透明的。在安全管理方面,平台依靠传感器、视频监控以及人员定位技术实时收集现场作业的状态以及环境参数,针对施工现场存在的不安全行为以及环境出现的异常情况给予预警提示,促使安全管理从以往的事后处理模式转变为事前防控模式。通过把进度、质量以及安全数据全都统一纳入到平台进行管理,施工进度当中的各类信息便能够实现联动式的分析以及综合性的评估,从而为管理决策提供既及时又准确的依据,切实有效地提升施工管理的科学化程度以及精细化水平。

3.2 施工资源管理与协同控制

施工资源的高效管理在桥梁施工当中极为关键,其涉及到人员、机械设备以及材料的调配与使用等多个方面。信息化管理平台借助对资源信息展开实时采集以及分析的操作,达成资源配置的优化目标,并且促使施工协同得以提升。该平台运用物联网设备、RFID 技术以及设备监控系统,可实时知晓机械设备的运行状况、所处位置以及使用效率,进而为管理者给予科学调度的相关依据。与此

它还能对设备故障以及维护需求加以监测,以此降低停工的风险。就材料管理来讲,平台针对入库、出库、运输以及现场消耗的整个过程予以跟踪,再结合数据统计分析,实现材料使用的合理性以及成本的有效控制。在人员管理这块,平台凭借定位系统和工时记录,能实时掌握现场劳动力的到岗情况以及作业效率,从而为施工组织提供相应的依据。并且,平台内置的协同管理功能,使得施工单位、监理单位以及建设单位能够在同一系统里开展信息共享、审批流程以及任务反馈等相关事宜,减少由于信息传递滞后而产生的时长损耗以及管理方面的失误。通过针对施工资源实施数字化管理的方式,平台达成了资源调度的科学化、施工组织的优化化以及协作流程的高效化,切实有效地保障了项目施工能够顺利地向前推进。

3.3 BIM、物联网等技术的集成应用

信息化管理平台把 BIM、物联网以及移动终端技术整合到一起,如此一来,施工信息就会变得更加直观一些,管理也会变得更为智能。BIM 能够凭借三维模型来展示桥梁的结构还有施工节点,与其它还能和施工进度相结合,进而达成 4D 施工模拟的效果,这样就能够提前察觉到工序冲突以及施工风险^[1]。物联网借助传感器可实时对现场的温湿度、振动以及位移等方面的数据加以采集,并且将其与 BIM 模型相互叠加起来,进而实现风险预警以及环境监控的目的。移动终端应用能够让管理者以及现场人员随时去采集、记录并且反馈数据,进而形成一个实时共享的闭环管理状态。BIM 和物联网相结合之后,使得施工的可视化程度以及监控的精度都得到了提升,也推动着管理模式朝着数字化、精细化以及智能化的方向不断发展。

4 信息化管理平台应用效果与发展策略

4.1 对施工管理效率提升的作用

信息化管理平台在应用方面有着十分突出的表现,其对公路桥梁施工管理效率的提升是颇为显著的,同时也为施工组织给予了高效且具备可控性的管理工具。该平台借助对施工进度、资源配置以及现场作业状态展开实时监控的方式,能够迅速识别出施工过程中存在的瓶颈之处以及潜在的风险因素,并且凭借智能分析模块给出相应的优化方案,进而让管理者得以及时对施工计划做出调整,合理地调配资源,如此一来便能够避免因人工判断出现偏差或者信息传递存在滞后情况而导致的延误问题^[2]。在传统施工管理当中,由于信息较为分散并且传递周期较长,所以管理者很难全面且精准地掌握现场的动态情况,然而平台依靠将数据加以集中化处理以及通过可视化方式予以展示的做法,使得各类施工数据可实现即时的共享,促使项目管理从单纯依赖经验判断的状态转变为由数据驱动的更为科学的管理模式。与此平台所具有的移动端应用功能以及自动化报表功能,极大地削减了信息整理以及传递环节所需耗费的人力成本以及时间成本,这使得管理人员能

够把更多的精力聚焦在决策以及问题解决方面,由此提升整体施工管理的效率,推动项目按照预定的时间顺利完成且质量较高。

4.2 对质量安全管理促进效果

信息化管理平台于质量和安全管理层面的应用情况。该平台能够为施工给予更为细致且更具可控性的管理手段。就质量控制来讲,平台借助实时采集施工数据、施工照片以及检测记录等操作,达成施工过程具备可追溯性并且实现数据化管理的目标,以此保证质量问题可以于第一时间被察觉并予以处理,防止出现工程返工以及隐患不断累积的状况。在安全管理这个方面,平台依靠环境监测、人员定位以及安全行为识别等举措,实现对施工现场安全风险展开实时监控与预警的目的,切实有效地防范事故的发生^[3]。在传统管理模式之下,质量安全问题常常需要依靠人工巡检以及凭借经验来做出判断,这就存在着滞后以及覆盖面不够充分的问题。然而平台所具备的实时数据以及智能分析功能,能够让管理者全方位地掌握施工的状态,进而及时采取相应的防控措施,进而形成安全与质量双向的保障机制。通过对质量与安全数据加以整合与分析,平台不但提高了现场管理的精度,而且为项目管理给予了科学的依据,从而促使施工过程得以安全、规范且高质量地向前推进。

5 结语

公路桥梁施工信息化管理平台的构建与应用,呈现出施工管理朝着数字化、智能化以及精细化方向发展的态势。该平台借助对施工进度、质量、安全还有资源信息加以整合的方式,达成了全过程的实时监控,进而为施工管理给予了科学的依据以及优化的路径。其在提高施工效率、确保工程质量与安全、优化资源配置等方面都起到了十分重要的作用,还切实有效地缓解了信息孤岛以及数据滞后的相关问题。在未来,随着 BIM、物联网以及人工智能等技术得到进一步的应用,该平台将会朝着全生命周期管理以及智能化决策的方向去发展,与此同时还会着重强化数据标准、信息安全以及用户体验等方面的工作,从而为施工管理给予更为高效且可靠的支撑,也为我国工程管理信息化实践提供了相应的参考。

[参考文献]

- [1]陈铁峰.基于 BIM 施工模拟的公路桥梁工程智能信息化管理监测应用[J].建设机械技术与管理,2025,38(5):122-123.
- [2]任万鹏,王会芳,朱其涛.公路工程施工信息化管理应用的探索[J].公路,2020,65(9):382-387.
- [3]万灵,周杨,糜江,等.公路养护管理信息化系统建设与应用研究[J].公路,2025,70(6):392-398.

作者简介:宋全龙(1982.7—),毕业院校:吉林大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:中衡建设(吉林)有限公司,职务:项目经理,职称级别:副高。

水利工程土石方开挖施工技术分析

刘胜军

临城县水务局, 河北 邢台 054399

[摘要]土石方开挖是水利枢纽、渠道、堤防等工程建设中的关键基础工序,其施工技术的合理选择与过程控制的科学性直接关系到工程的整体质量、安全、进度与成本。本篇文章系统阐述了水利工程土石方开挖的主要施工技术,并分析了各类技术的适用条件、工艺流程与技术要点,希望可以为类似水利工程土石方开挖施工提供技术参考与决策依据。

[关键词]水利工程;土石方开挖;总库容

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18386 中图分类号: TV541 文献标识码: A

Analysis of Construction Technology for Earthwork Excavation in Water Conservancy Engineering

LIU Shengjun

Lincheng County Water Bureau, Xingtai, Hebei, 054399, China

Abstract: Earthwork excavation is a key foundation process in the construction of water conservancy hubs, channels, embankments, and other engineering projects. The reasonable selection of construction technology and the scientific nature of process control directly affect the overall quality, safety, progress, and cost of the project. This article systematically elaborates on the main construction techniques for earthwork excavation in water conservancy projects, and analyzes the applicable conditions, process flow, and technical points of various techniques, so as to provide technical references and decision-making basis for similar earthwork excavation construction in water conservancy projects.

Keywords: water conservancy engineering; earthwork excavation; total storage capacity

引言

土石方开挖工程贯穿于大坝坝基、溢洪道、引水隧洞等水工建筑物的建设初期,其可以形成设计要求的建筑空间与轮廓,确保地基的承载力与长期稳定。因此,对水利工程土石方开挖施工技术进行系统梳理与深入分析,具有重要的理论价值与现实意义。

1 项目概况

按照工程规划设计的要求,此水利枢纽被明确为Ⅲ等中型工程,其水位参数体系经过精细测算,目的在于保障运行安全,水库正常蓄水位设定为764.0m,这一水位作为常规运行时的最高控制水位,汛限制水位严格把控在762.06m,凭借降低2.94m的运行水位来为防洪库容留出空间。死水位设置为730.0m,在非汛期保持34m的消落深度,这样既能保障发电、供水等基础功能的实现,又能防止库区出现过度淤积的情况,在防洪设计方面,采用了两级防御标准:设计洪水位764.0m对应的是50年一遇的洪水,校核洪水位764.67m针对的是500年一遇的特大洪水,两者之间仅相差0.67m,却呈现出防洪标准的梯度式提升。所有水位参数都是借助水文计算以及调洪演算确定的,其中校核洪水位相较于正常蓄水位仅仅抬高了0.67m,该工程在保障防洪安全的同时还兼顾水资源利用效率^[1]。

该水利工程拥有总库容体系为 $1.097 \times 10^7 \text{ m}^3$,其中

正常蓄水位764.0m时对应的库容是 $1.0642 \times 10^7 \text{ m}^3$,死水位730.0m形成了 $1.0593 \times 10^6 \text{ m}^3$ 的死库容,二者之间 $9.5827 \times 10^6 \text{ m}^3$ 的兴利库容保障着供水发电效益,再配合 $9.5 \times 10^5 \text{ m}^3$ 防洪库容构成完整的调度空间。工程体系是由枢纽工程以及灌区供水系统所组成的:枢纽部分采用常态混凝土双曲拱坝,配套有坝顶溢流孔来控制泄洪,在左岸设置竖井进水口,其与直径6.5m的引水隧洞相连,水流借助压力钢管被引至地面厂房,经过3台混流式机组发电后由220kV开关站输出,土石方工程作为建设基础,累计完成了导流隧洞开挖、坝基开挖、引水隧洞开挖,以及发电厂房区和石料场毛料开采,所有开挖料都经过破碎筛分后用于混凝土骨料制备,达成了资源的循环利用(具体参数见表1)。

表1 工程土石方开挖工程量汇总表

| 施工点位 | 土方开挖/ m^3 | 石方开挖/ m^3 | 三方洞挖/ m^3 | 小计/ m^3 |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| 导流洞 | 855 | 7683 | 6845 | 15385 |
| 拱坝 | 2910 | 2910 | 2870 | 139856 |
| 引水隧洞 | 1260 | 1260 | 3796 | 11388 |
| 发电厂房 | 3055 | 3055 | - | 17015 |
| 拦河坝 | 988 | 988 | - | 21661 |
| 石料厂 | 7000 | 13700 | - | 14400 |
| 合计 (m^3) | 16068 | 319723 | 13511 | 219705 |

1.1 土石方施工

在坝基开挖施工建设进程中,其主要工作内容包含水面以上坝肩岸坡的挖掘以及大坝基坑的大规模扩挖两方面,为切实保障工程安全与结构稳定,施工团队需严格依照自上而下、分层分段的挖掘方式开展作业,整个施工过程中,机械高效作业,人工精细配合,二者非常关键:大型挖掘机负责主体土石方的快速挖装与转运工作,人工辅助进行边坡修整、局部清理及安全监测等工作,二者紧密协作,呈现联动状态。施工以每立方米为单位精确计量并高效挖掘,如此便能在保障作业安全与工程质量的前提下稳步推进基坑开挖进程^[2]。

相较于土方开挖而言,石方开挖所涉及的工艺更为繁杂,对于技术以及设备的要求有了十分突出的提升,施工过程一般要依靠专业的钻爆设备以及大型破碎机械,以此达成对坚硬岩体的精确且高效的处理,在实际操作当中,同样依照自上而下的分层爆破原则,将梯段开挖高度严谨设定为10m,以此来控制爆破规模以及振动影响。特别关键的是,为了保证护建基面岩体的完整性以及承载力,在基底上方特意预留2m厚的保护层,这个保护层需要使用手风钻进行精细的水平预裂或者光面钻孔,并实施小药量的控制爆破,最大程度地降低对基础岩体的扰动,保障工程的安全以及最终质量。

在露天矿坑开展开挖工作时,边坡支护工程需要和挖掘作业一同推进,对于坝肩部位的岩质边坡,会采用钢管排架支护体系来实施加固,施工人员先是利用手风钻在坡面钻孔,接着人工安装钢筋网片并将它和锚杆焊接固定,以此形成支护骨架,待支护结构搭建完毕后,运用高压注浆机把水泥浆液注入岩体裂隙,待浆液凝固后便形成了稳固的复合支护体系。

1.2 引水隧洞土石方开挖施工

在这个项目中,引水隧洞的土石方开挖属于整个工程的关键部分,对工程质量以及进度有着直接的影响,施工人员于出口段运用手持式风动凿岩机来开展精密钻孔工作,借助梯段微差爆破技术达成精准控制爆破范围的目的,切实降低震动波对周边岩体造成的扰动,爆破之后产生的渣料由30t级自卸卡车及时运输到指定堆场,以此保证工作面的畅通。洞身段采用全断面开挖工艺,搭配周边光面爆破技术,让开挖轮廓线变得平整且规则,最大限度维持围岩的自稳性,施工过程中严格掌控钻孔精度、装药量以及起爆时序,在提升开挖效率的同时保证洞室成型质量,为后续的衬砌施工营造良好的条件^[3]。

1.3 发电厂房土石方开挖

在发电厂房开展土石方开挖施工之际,厂房基础的开挖作业要和挖掘机密切配合,对土石方开挖部分,施工团队运用手风钻与高风压CM351钻车相结合的钻孔办法,借助梯段爆破技术达成精准爆破,爆破后的石料由2m³

装载机迅速装车,经由30t级自卸汽车运输系统给予转运。其中达到质量要求的石料会被运到围堰填筑区当作优质填料,其余石料则依照规定路线运送至指定弃渣场集中处置,在厂房土方开挖进程中产生的石渣材料,经过专业筛选和分类后,可优先用于工程回填作业,这种资源化利用方式降低了原材料采购成本,也减少了弃渣场的堆放压力,实现了经济效益与环境保护的双赢。

1.4 取水拦河坝土石方开挖

在正式展开开挖施工以前,会运用分期围堰的方法来开展围堰施工工作,在施工进程当中,会运用1.6m³的液压反铲并搭配20t自卸汽车,从临时弃渣场装运厂房开挖料来用于填筑作业,进行填筑作业时,会采用74kW的推土机来进行分层摊铺整平操作,严格把控每层的填筑厚度。压实工序会采用12.5t的振动碾进行分层碾压,以此保证填筑体的密实度符合设计所规定的要求,对于机械碾压难以覆盖到的边角部位,会使用3kW的蛙式打夯机进行补充夯实,着重强化结构连接部位的压实质量,保证整个填筑体的均匀性以及密实度可达到施工标准。

1.5 交通布置

在该工程的土石方开挖施工过程当中,科学合理的交通组织对于保障坝基以及引水隧洞施工的有序推进起到了关键作用,项目团队采用双管齐下的策略,一方面充分利用现有的永久道路,另一方面依据施工进度,在关键作业区域规划并扩建临时道路系统,针对跨越河流这个关键节点,工程人员精心建造了一座跨河钢栈桥。这座桥极大地提高了混凝土、钢材等大宗建材的运输效率,并且依靠设置标准护栏以及防滑措施,保障了人员和车辆安全通行,所有施工道路都严格按照4m标准路宽执行,采用分层碾压的泥结石路面结构,这样的设计可有效地承受自卸汽车、挖掘机等重型机械的反复碾压,保证在雨季等恶劣天气条件下依然可以保持畅通,满足施工周期内高强度、长时间的使用要求^[4]。

2 应用策略

2.1 土料场

在土料场进行施工时,为了满足效率和精细化的要求,采用人工与挖掘机协同作业的方式,机械负责大规模且高效的开挖任务,人工则发挥辅助作用,进行边角部位的修整、表层的清理以及复杂地形的处理,从而提升整体工作效率,提高施工过程中的灵活性,开挖过程中分离出的不合格土料,需及时用15t自卸车运至预先规划并指定的弃土场进行规范堆放,如此能保证废弃材料得到合理处置,又能维持施工现场的有序状态和环境整洁。在开采有用土料这一核心环节,施工人员需要认真做好覆盖层的清理工作,包括植被、腐殖土及杂物等,这一步骤非常关键,它能直接剥离影响土料纯度的杂质,从根本上关系到后续土料的质量、均质性及其工程可用性,是保障坝体填筑材料

合格的基础条件^[5]。

2.2 石料厂

在石料开采工作当中,首先会安排人工来清理地表,凭借机械与人工相互配合的方式,将表层植被和土壤完全剥离,保证开采面干净没有杂质,以此为后续作业打造理想的条件,紧接着运用手风钻开展精准的钻孔作业,钻孔的深度依据岩层的特性科学地设定为3m,这个参数经过多次验证可达成最优的爆破效果。在关键的开挖阶段,配备两台YQ-100潜孔钻和高压CM351钻车一起作业,这种搭配可将钻孔效率提高40%以上,同时保证孔位精度误差不超过5cm,爆破采用梯段式微差起爆技术,将开采面划分成10m高的梯段来进行控制爆破。爆破产出的毛料由2m³容量的挖掘机配合30t级自卸车来进行装运,形成高效的流水作业线,保证每小时至少完成了15车次的运输任务,所有毛料都直接输送到砂石加工系统的进料口,整个流程实现了开采、运输、加工的无缝对接。

2.3 临建工程开挖

在这个临时建筑工程中,土石方开挖规模较小,然而其施工质量以及效率对于整个工程能否顺利推进起着关键作用,为了提升土方开挖成效,采用人工与机械协同作业的方式,这样做可灵活地适应复杂的地形状况,又可保证开挖精度以及边坡的稳定性,针对石方开挖,使用手风钻来进行精确钻孔,严格把控孔位和深度,以此为后续的爆破作业提供精准的装药条件。在爆破阶段运用分段毫秒延期微差爆破技术,借助精确控制起爆时序,不仅可提高效率,而且可有效地降低爆破振动以及飞石对周边环境所产生的影响,爆破结束后,立即组织1台1m³的挖掘机配合1辆15t自卸车来进行石料的装运工作,形成连续作业的循环。

为了让开挖区域的整体平整度得到提升,同时提高其结构稳定性,施工方在爆破作业结束之后,立即组织开展土石方转运工作,紧接着投入74kW推土机来进行系统化的平整作业,该设备有着强劲的动力以及高效的操控性能,可快速地针对作业面开展精细整平工作,从而达到设计所要求的标高以及平整标准,为后续工序营造出了理想的条件。在这个基础之上,又采用12.5t振动碾对已经完成平整的地基实施分层压实,借助振动与静压这两种作用,使得地基密实度以及承载能力得到提升,有效地减少了沉降隐患,为整体工程的顺利推进奠定了坚实的基础。

3 土石方开挖施工技术要点

3.1 场地清理

场地清理属于施工准备阶段极为关键的一环,需要严格依照规范来开展执行,在施工前期,要将施工区域内的地表植被进行全面清除,清理的范围应当延伸至施工图标

注的最大开挖线外侧10m边界之处,对于树根的清理工作,一定要挖到最大开挖线外侧基础外侧5m范围以内,以此保证场地地基处于稳定状态。在清理的过程当中,对于区域内自然生长的珍贵植被,应该采取围挡以及隔离等相关保护举措,防止施工机械以及人员活动对其造成破坏,若是在清理作业时发现地下文物、古建筑遗迹等特殊状况,要马上停止施工,及时向监理机构进行报告,并且采取临时保护措施,待专业人员来到现场进行评估处理之后才可恢复作业。

在整个施工过程当中,需要建立起完善的监测机制并且做好详尽的记录工作,定期采集施工数据,覆盖土方开挖量、爆破参数以及机械运行状态等关键指标,形成完整的施工日志,这些实时数据可以协助施工人员及时察觉到潜在的质量隐患或者安全隐患,还可以为动态调整施工方案提供科学的依据,以此保证工程始终依照既定的技术路线稳步向前推进。同时要充分重视生态环境保护工作,在施工组织设计中应当专门制定环境保护专项方案,针对施工噪声、扬尘以及振动等污染源采取有效的控制措施,并且对开挖边坡及时开展绿化防护,对于施工过程中有可能破坏的植被群落,要提前制定生态恢复计划,运用原生植物物种进行生态修复,最大程度降低施工活动对周边环境所造成的影响。

3.2 边坡土方开挖运输

边坡土方开挖对于控制工程整体稳定起着关键作用,在常规施工过程中,一般会把开挖高度控制在大概5m的范围,以此来平衡效率与安全这两方面,作业时会使用挖掘机进行精准剥离操作,同时配合8t自卸车及时清运渣土,形成高效的流水线作业模式,施工期间要预先保留有合理厚度的保护层,该保护层可缓冲外界冲刷以及风化对边坡造成的侵蚀,还可为后续的精修工作留出一定的操作余量。最终的修坡工作由专业人员来操作,保证边坡坡度、平整度等各项指标完全符合设计标准,形成稳定且合规的永久边坡。

在开挖边线的区域之内,要按照相关规范来设置完备的截水排水系统,在多雨或者高水位的地区更需要加以重视,这样可以有效地拦截并疏导地表径流,避免水分渗入造成边坡软化以及基底泡水等危害,在进行施工准备工作时,测量人员要运用全站仪等设备来复核控制点,以此保证轴线桩与标高基准点的精度符合要求。在开挖的过程当中,技术负责人应当全程对实际轮廓与设计图纸进行校核,一旦发现偏差就要立刻暂停作业并且制定纠偏方案,针对深基坑或者复杂地质区域,应当组建专业的监测团队,运用测斜仪、沉降观测点等展开动态监控,每天记录相关数据的变化情况,一旦监测数据接近预警值或者遇到不良地质情况,应当及时会同勘察、设计单位开展工况分析,通过调整支护参数或者优化开挖顺序等措施,消除潜在的安

全隐患。

4 结语

本文结合具体工程案例,总结了水利工程中主流的土石方开挖施工技术,分析其关键技术参数与控制要点,以期为提升我国水利工程土石方开挖的总体技术水平提供有益借鉴。

[参考文献]

- [1]陈峰,刘会连.水利工程土石方开挖施工技术应用研究[J].门窗,2025(11):214-216.
[2]华树伟.水利工程土石方开挖施工技术的应用分析[J].

中国厨卫,2025,24(2):102-104.

- [3]马哲.水利工程土石方开挖施工技术应用分析[J].人民黄河,2024,46(1):188-189.
[4]李翔晖,周坤峰.水利工程施工中土石方开挖技术与安全措施研究[J].水上安全,2025(12):184-186.
[5]涂小龙,董晔,胡胜.水利工程的土石方开挖与填筑施工[J].建筑与装饰,2025(16):142-144.

作者简介:刘胜军(1976.10—),男,毕业院校:河北水利电力学院,水利水电专业,工作单位:临城县水务局,农村饮水办公室副主任,当前职称:工程师,专技十级。

基于 BIM 技术的建设工程监理精细化管理研究

袁奇琦

盐城恒信建设工程质量检测有限公司, 江苏 盐城 224400

[摘要]建筑行业信息化快速发展的当下, 建筑信息模型 (BIM) 技术逐步成为工程监理精细化管理的重要支撑手段。本研究分析了 BIM 技术在工程监理中的应用现状以及面临的挑战, 并且探寻了 BIM 技术和工程监理精细化管理相融合的路径。研究运用文献分析、案例研究和专家访谈相结合的办法构建起基于 BIM 的工程监理精细化管理框架模型。结果显示, BIM 技术可大幅提升监理工作在进度控制、质量管理、安全监督和成本管控等方面精确度和高效性, 促使监理工作从传统的事后把关迈向全过程动态监管, 而且基于云平台的 BIM 协同管理系统能达成多方信息共享与实时交互, 化解传统监理工作里的信息孤岛问题。研究还发觉, BIM 技术跟物联网、大数据、人工智能这些新兴技术融合应用会是日后监理精细化管理的发展趋向。由于当前监理企业存在 BIM 应用能力欠缺、标准规范缺乏等情况, 本研究给出了监理人员 BIM 技能培养体系、监理 BIM 应用标准拟定以及监理企业 BIM 施行途径等对策提议, 给建设工程监理精细化管理的数字化转型给予了理论依据和实践指引。

[关键词]BIM 技术; 建设工程监理; 精细化管理; 数字化转型; 协同管理

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18376 中图分类号: TU716 文献标识码: A

Research on Fine Management of Construction Engineering Supervision Based on BIM Technology

YUAN Qiqi

Yancheng Hengxin Construction Engineering Quality Inspection Co., Ltd., Yancheng, Jiangsu, 224400, China

Abstract: With the rapid development of informationization in the construction industry, Building Information Modeling (BIM) technology has gradually become an important supporting means for fine management of engineering supervision. This study analyzed the current application status and challenges faced by BIM technology in engineering supervision, and explored the path of integrating BIM technology with refined management of engineering supervision. The research combines literature analysis, case studies, and expert interviews to construct a BIM based refined management framework model for engineering supervision. The results show that BIM technology can significantly improve the accuracy and efficiency of supervision work in terms of schedule control, quality management, safety supervision, and cost control, promoting supervision work from traditional post inspection to dynamic supervision throughout the entire process. Moreover, the BIM collaborative management system based on cloud platform can achieve multi-party information sharing and real-time interaction, resolving the problem of information silos in traditional supervision work. The study also found that the integration and application of BIM technology with emerging technologies such as the Internet of Things, big data, and artificial intelligence will be the development trend of refined supervision management in the future. Due to the lack of BIM application capability and standard specifications in current supervision enterprises, this study proposes countermeasures such as a BIM skill training system for supervision personnel, formulation of BIM application standards for supervision, and implementation methods for BIM in supervision enterprises, providing theoretical basis and practical guidance for the digital transformation of fine management in construction engineering supervision.

Keywords: BIM technology; construction project supervision; refined management; digital transformation; collaborative management

引言

近年来, 前所未有的数字化转型浪潮正冲击着建筑行业, 相关数据表明 2022 年全球建筑信息模型 (BIM) 市场规模达约 60 亿美元且未来五年有望保持年均 15% 以上的增长, 这背后建筑行业对信息化技术的需求持续增加, 由于城市化进程加快、大型复杂工程项目增多, 传统的建设工程监理模式慢慢显现出效率低、信息孤岛严重等问题, 在进度控制、质量管理、安全监督和成本管控这些核心环节尤其如此, 传统监理手段常常不能满足现代工程项目精细化管理要求, 而在此背景下, BIM 技术凭借强大的数

据集成与协同能力给工程监理的数字化转型带来新可能。

行业的需求与技术的驱动催生出了 BIM 技术, 研究表明, BIM 技术借助三维建模、实时数据更新和多方协同平台可使监理工作变得精准且高效, 如某个大型基础设施项目, 引入 BIM 技术后监理方依托云平台达成设计、施工和运营阶段信息共享, 使得进度偏差率下降 30%、质量缺陷发现时间减少 40%, 虽然 BIM 技术应用前景不错, 但其在工程监理领域的推广存在不少挑战, 像监理企业 BIM 应用能力欠缺、行业标准规范缺乏、与新兴技术融合深度不足等, 所以探索 BIM 技术和工程监理精细化

管理相融合的方式,既是理论研究的重要方面也是推动建筑行业数字化转型的关键实践内容。

1 BIM 技术在工程监理中的应用基础

1.1 BIM 技术的核心功能与特性

建筑行业信息化的重要工具是建筑信息模型 (BIM) 技术,其核心功能体现在数据集成、可视化呈现和协同管理等方面,并且 BIM 技术借助三维建模把建筑全生命周期中的设计、施工、运维等环节予以数字化整合,形成一个动态的可交互的信息平台,其具有多维度数据关联性与实时更新能力的特性,能给工程监理提供精准数据支持,例如在进度控制方面,4D 模拟靠 BIM 就能让施工过程动态展示,并且在质量管理上,BIM 模型的高精确度有助于识别潜在设计缺陷与施工偏差。近年来,建筑行业信息化需求增多使 BIM 技术应用规模不断扩大,统计显示,2022 年中国建筑行业 BIM 技术渗透率超 30%且呈逐年上升态势,该技术普及既提高了工程监理效率又为精细化管理打牢了技术根基。

1.2 工程监理精细化管理的内涵与需求

所谓工程监理精细化管理就是一种通过对项目全生命周期各环节深度把控来达成资源优化配置与目标高效达成的管理模式,其含义是用数据驱动决策并着重全过程全方位动态监管而非传统那种阶段性或者事后干预的方式^[1]。当下建筑行业面临项目规模变大、事情更复杂、多方协作增多的挑战从而让监理工作有更高要求。精细化管理得解决信息不对称、流程不透明之类问题且要满足质量、安全、成本、进度等多个方面的管控需求。2021 年行业数据显示我国建筑工程质量问题发生率为 5%左右且大概百分之四十的问题是由于信息传递不好或者监管不到位造成的。所以要引进新技术以提高监理工作的精确度和及时性,而 BIM 技术有着强大的数据整合能力与协同管理功能,从而给实现工程监理精细化管理提供了可行途径。

工程监理精细化管理要求对项目进度、质量、安全、成本等核心要素实施全过程、动态化、精细化的管控。传统监理模式依赖人工巡检与纸质文档记录,存在信息传递滞后、数据孤岛、监管盲区等问题,难以满足现代工程对实时性、准确性和协同性的要求。例如,在大型复杂项目中,设计变更、施工偏差等信息若未能及时共享,可能导致质量隐患或工期延误。而 BIM 技术通过构建三维数字模型,集成设计、施工、运维等全生命周期数据,支持多方实时协同与动态模拟,能够打破信息壁垒,实现监理工作的可视化、精准化和前置化。其核心价值在于:通过数据驱动的决策机制提升监管效率,通过全过程动态监控降低管理风险,通过资源优化配置控制项目成本,最终推动工程监理向智能化、数字化方向转型。

1.3 BIM 与工程监理的契合点分析

建筑行业数字化转型中,BIM 技术和工程监理深度

融合是一个重要方向且二者在数据共享、过程控制、协同管理等方面有着天然契合之处^[2]。先说 BIM 技术,它构建起统一信息平台让设计、施工、监理等多方主体数据得以互通,有效地解决了传统监理工作里的信息孤岛问题,例如基于云平台的 BIM 协同管理系统能实时记录施工现场状态的变化并且将相关信息同步给监理方以支持动态监管。再者,BIM 技术可视化特性与数据分析能力强,在进度控制方面其 4D 模拟功能可助力监理人员提前找出工期风险并制定应对之策,在质量管理方面其模型高精度几何数据可用于检测施工偏差以保证工程质量达到设计要求,而且 BIM 技术跟物联网、大数据这些新兴技术一结合,监理工作的范围就更广了,例如集成传感器数据后 BIM 系统能实时监测施工现场安全状况并给监理方预警支持。不过当前监理企业运用 BIM 技术时能力不够、标准缺失等问题还存在,这在某种程度上限制了两者的深度融合,但以后随着 BIM 技术不断发展并在与人工智能等技术协同进步下,工程监理精细化管理会有更为广阔的应用前景。

2 BIM 驱动的工程监理精细化管理框架

2.1 基于 BIM 的监理信息集成模型

近年来建筑行业信息化水平显著提高,2022 年数据表明全球建筑信息模型 (BIM) 市场规模超 60 亿美元且每年以 15%左右的速度增长,在这样的大环境下基于 BIM 的监理信息集成模型成了推动建设工程监理数字化转型的关键工具,这个模型能把设计图纸、施工计划、质量检测记录、安全评估报告等多种不同来源且格式不一的数据整合到同一个 BIM 平台上从而实现监理信息的高效管理与深度挖掘。由于 BIM 技术有三维可视化的特点,所以各种数据能在虚拟环境里直观展现给监理决策提供科学依据,而且基于云平台的 BIM 系统能让多个方面实时互动,很好地解决传统监理工作中的信息孤岛问题^[3]。某个大型城市综合体项目的监理团队运用 BIM 信息集成模型把施工进度和质量检测结果相关联一起分析,发现了好些潜在的问题并且及时进行了纠正,大大提高了监理效率。这种集成化管理模式使监理工作渐渐从只监管单个环节转变为对整个过程进行动态管控,为建筑行业高质量发展提供了强大助力。

基于 BIM 的监理信息集成模型不仅实现了数据的集中存储与统一管理,更通过数据关联性分析,挖掘出隐藏在海量数据背后的价值信息。例如,在成本管控方面,该模型能够自动对比实际支出与预算计划,通过偏差分析及时预警成本超支风险,为监理方提供精准的成本控制依据。同时,模型内置的智能算法还能对历史数据进行深度学习,预测未来成本走势,辅助监理方制定更加科学合理的资金使用计划。此外,该模型还支持多维度数据查询与可视化展示,监理人员可根据需要灵活切换不同视角,快速获取

所需信息,极大地提升了工作效率与决策准确性。

2.2 监理过程的 BIM 协同工作流程设计

建筑行业对协同管理的需求日渐增多,而监理过程中 BIM 协同工作流程的设计是达成精细化管理的关键,2021 年的一项行业调研表明,超 70% 的大型工程项目已运用 BIM 技术开展多方协作且监理方作为核心参与主体之一,其协同能力直接影响项目整体推进, BIM 协同工作流程设计围绕信息共享展开,凭借标准化数据接口与权限管理体系保证各参与方可实时得到所需信息并高效沟通。就像某个桥梁建设项目,监理团队依靠 BIM 协同平台跟设计单位、施工单位一起制定施工方案并且在平台上实时更新施工进度和质量检测数据,这种协同模式不但减少了因信息不对称造成的返工现象而且大大缩短了问题处理周期,此外 BIM 协同流程结合物联网技术能对施工现场设备状态进行实时监控从而进一步提高监理工作的精准度,优化协同工作流程后,监理团队面对复杂项目多维度挑战时会更得心应手,为建筑行业可持续发展注入新动力。

2.3 质量控制的可视化监管机制

建设工程监理的核心任务之一是质量控制,而 BIM 技术具有可视化特性,这给构建高效监管机制开辟了新途径,因为在 BIM 模型里对比分析施工图纸和实际建设情况时,监理人员就能迅速找出偏差并采取有针对性的措施,比如某个高层住宅项目的监理团队用 BIM 模型对混凝土浇筑质量做可视化检查,发现有些地方强度不够就马上让施工单位整改,基于 BIM 的可视化监管机制不但使问题发现更精准且大幅减少了人工检查的工作量,并且 BIM 模型结合大数据分析技术能对历史质量问题归类总结,让后续项目有经验可循,统计显示 2020 年到 2022 年采用 BIM 可视化监管的项目其质量问题发生率平均下降超 20%,这充分表明该机制在提高工程质量上优势明显^[4]。

2.4 进度管理的动态跟踪方法

建设工程监理要确保项目按时交付就得靠进度管理的动态跟踪这一重要保障, BIM 技术把施工计划和实际进展实时同步到三维模型里,使监理团队有了直观的进度监控手段,例如某个地铁站建设项目,监理团队每天用 BIM 平台更新关键节点完成情况并通过模型的时间轴功能做出进度偏差分析报告,这既能帮监理人员迅速找到滞后的环节,又能让他们制定纠偏措施时有科学依据,而且 BIM 系统结合人工智能算法还能预测未来的进度风险以达成前瞻性管理,行业统计显示 2021 年起采用 BIM 动态跟踪法的项目平均工期缩短 15% 且资源利用效率大幅提升,这种创新的进度管理模式能让监理工作更贴合项目全生命周期管理需求。

3 结论

建筑行业是国民经济重要支柱产业,近些年来在全球范围内呈现出信息化以及数字化转型的明显趋向,据近五年之数据表明全球建筑信息模型(BIM)技术的应用率以每年平均百分之十五的速度递增,特别是在大型基础设施项目当中 BIM 技术已然成为不可或缺的管理工具,本研究通过对 BIM 技术于建设工程监理里的应用现状以及挑战展开深入剖析,构建了基于 BIM 的工程监理精细化管理架构模型为监理工作的数字化转型给予了理论支撑以及实践途径。研究表明 BIM 技术能够有效整合进度控制质量管理安全监督和成本管控等核心监理职能,推动传统的事后把关模式向全过程动态监管转变,这一转变不但提升了监理工作的精准度与效率,而且借助云平台协同管理系统达成了多方信息共享与实时交互,化解了长期困扰监理行业的信息孤岛难题,尤其在复杂工程项目里 BIM 技术的运用使监理工作更趋透明化与科学化极大地提升了项目的整体管理水平。

BIM 技术与物联网、大数据、人工智能等新兴技术深度融合,会成为建设工程监理精细化管理的重要发展方向,在未来是这样^[5]。当下监理企业应用 BIM 技术时面临不少挑战,如技术能力欠缺、标准化体系不完备、实施路径不明朗等情况。针对这些情况,本研究提出构建监理人员 BIM 技能培养体系、制定监理 BIM 应用标准、明晰监理企业 BIM 实施路径这三条具体对策建议,这些建议有助于提升监理企业的数字化能力且能给行业标准化建设提供参考。由于建筑行业对高质量发展的需求越来越急切, BIM 技术的应用会从单纯的技术工具慢慢变成推动行业变革的核心驱动力,若持续优化 BIM 技术在监理工作里的应用模式,建设工程监理行业就有望达成更高级别的精细化管理和可持续发展并给建筑行业的数字化转型增添新活力。

[参考文献]

- [1]常亚军.基于 BIM 技术的建设工程监理精细化管理研究[J].建设监理,2024(1):13-15.
- [2]薛传中.基于 BIM 技术的建设工程监理精细化管理研究[J].智能建筑与智慧城市,2022(6):110-112.
- [3]黄连仲.基于 BIM 技术的建设工程监理精细化管理研究[J].建筑安全,2019(9):27-29.
- [4]陈建锋.基于 BIM 技术的建设工程监理精细化管理分析[J].广东建材,2024(5):160-162.
- [5]白振华.建设工程监理精细化管理工作中 BIM 技术的应用[J].建设监理,2023(12):49-51.

作者简介:袁奇琦(1989.11—),单位名称:盐城恒信建设工程质量检测有限公司,毕业学校:九州职业技术学院,专业:工程造价。

复杂地质条件下深基坑施工安全风险及动态管控方案

马金龙

青龙满族自治县国控建设发展集团有限公司, 河北 秦皇岛 066500

[摘要] 本次研究对复杂地质条件深基坑施工安全风险进行了系统的分析, 目的是为深基坑施工过程中动态管控提供一种科学可行的方案。通过多类型地层组合, 地下水条件和施工工序相互交叉作用下风险特征识别和演化机理分析, 确定了围护结构破坏, 坑底管涌和基坑变形的重点风险点。在风险分级的基础上, 建立动态监测和实时预警体系, 并结合施工参数调整, 专业协同和应急预案建设等措施, 对风险进行全程可控管理。研究表明: 管控模式可显著提升施工安全性、减少事故发生几率、强化应急响应效率。

[关键词] 复杂地质; 深基坑; 施工安全; 风险动态管控; 应急预案

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18405 中图分类号: TU431 文献标识码: A

Safety Risks and Dynamic Control Schemes for Deep Foundation Pit Construction under Complex Geological Conditions

MA Jinlong

Qinglong Manchu Autonomous County State-owned Construction and Development Group Co., Ltd., Qinhuangdao, Hebei, 066500, China

Abstract: This study systematically analyzed the safety risks of deep excavation construction under complex geological conditions, with the aim of providing a scientifically feasible solution for dynamic control during deep excavation construction. Through the identification and evolution mechanism analysis of risk characteristics under the interaction of multiple types of stratigraphic combinations, groundwater conditions, and construction processes, the key risk points of enclosure structure failure, pit bottom piping, and foundation pit deformation have been determined. On the basis of risk classification, establish a dynamic monitoring and real-time warning system, and combine measures such as adjusting construction parameters, professional collaboration, and emergency plan construction to manage risks in a fully controllable manner throughout the process. Research has shown that the control mode can significantly improve construction safety, reduce the probability of accidents, and strengthen emergency response efficiency.

Keywords: complex geology; deep foundation pit; construction safety; risk dynamic control; emergency response plan

深基坑工程被广泛应用于城市地下空间的开发, 然而复杂的地质条件下的建设却面临着许多安全挑战。多类型地层的组合, 地下水的不均匀分布以及周围环境的敏感性使得基坑的稳定性受多重因素的影响, 其风险表现出突发性、复杂性以及动态演化的特点。传统静态管理模式已很难适应复杂工况安全需要, 迫切需要构建以实时监测与动态管控为核心的安全管理系统。通过辨识风险特征, 分析演化机理和梳理关键控制点, 为施工阶段精准控制措施的实施奠定了基础。

1 复杂地质条件深基坑的施工风险特征分析

1.1 多类型地层组合诱发变形失稳危险

复杂地质条件深基坑常跨越填土, 软土、砂层以及风化岩等多类地层, 各地层的强度, 变形模量和渗透性能均有显著差别, 容易造成基坑受力和变形响应不均匀。软弱夹层开挖卸荷条件下容易发生过大变形, 继而诱导围护结构内力重分布而增大局部失稳的危险性。在砂性土层和软黏土层相间分布的情况下, 地层之间的变形协调性差, 会诱发水平位移的突增或者沉降的集中^[1]。另外多类型地层组合使得基坑变形发展存在显著的阶段性及突发性, 传统

的经验参数很难准确地反映实际工况, 如果没有有针对性地进行设计及动态控制措施, 容易形成施工期累积变形并最终危及基坑的整体稳定性和周围环境的安全。

1.2 复杂地下水条件引起渗流和突涌风险

复杂地质条件的深基坑往往受到多层含水层, 承压水和不均匀隔水层的综合影响, 地下水的赋存状态和水力联系表现出明显的复杂性。基坑开挖时, 水头差迅速形成容易诱导渗流集中, 造成坑底土体有效应力减小, 抗剪强度减弱, 继而出现流砂, 管涌乃至突涌破坏^[2]。特别是砂性土和粉质土相互作用分布地区, 渗透系数的不同放大了水流通道中的不确定因素, 使得风险突发性强、隐蔽性高。不恰当的降水措施或者止水结构完整性的缺失容易诱发地下水动力条件的不平衡, 导致围护结构的变形增大和坑底稳定性的降低。

1.3 周围环境敏感性所产生的额外安全风险

在复杂的地质条件下, 深基坑施工通常是在建构筑物密布, 地下管线错综复杂以及交通荷载作用频繁等情况下进行, 对周围环境的敏感性显著放大了施工过程中的安全风险^[3]。基坑开挖导致的地层应力重分布与变形发展容易

对临近既有建筑物基础造成负面影响并诱发不均匀沉降与结构损伤。同时地下管线对于复杂地质条件的位移及应力变化异常敏感,细微的变形就会造成渗漏,破裂等次生风险的发生,从而进一步影响基坑的稳定性。施工振动,降水与支护结构变形的耦合作用使得环境风险呈现出突发性与隐蔽性的特点。

2 对深基坑施工中存在的重大安全风险进行分析

2.1 围护结构的受力异常及破坏风险

复杂地质条件深基坑围护结构受力状态容易受到多重不确定因素的影响而成为施工安全中的重点风险来源。地层性质的明显差异,软硬土层的交替分布及结构嵌固条件的不完善等都会引起围护结构的内力异常分布,并诱发局部应力集中和变形不平衡^[4]。地下水位的涨落和渗流压力的改变进一步增加了结构受力的复杂程度,使围护体系的整体稳定性下降。同时在施工时开挖顺序不尽合理,支撑体系设置滞后或者刚度不足等问题,容易诱发围护结构的位移超限乃至失稳破坏。如果监测和反馈机制反应不够及时,则结构安全隐患会表现出累积放大的效果,显著威胁基坑的整体稳定性和周围环境的安全。

2.2 坑底隆起和管涌的危害

复杂地质条件深基坑开挖时坑底隆起与管涌破坏的风险表现为突发性与隐蔽性。软弱土层的不均匀分布和承压含水层埋深浅的情况下,随着开挖深度的增大,坑底有效应力明显减小,容易诱发土体抗剪强度的不足,从而造成坑底的整体或者局部抬升^[5]。同时地下水水头差的增加使得渗流场重新构建,细颗粒土体受渗透作用产生损失,继而形成管涌通道加剧了基坑失稳的风险。在施工中如果降水措施不尽合理或者围护结构止水性能不完善,都会使不利的水土耦合作用进一步被放大,严重威胁基坑的整体稳定和周边环境安全。

2.3 基坑变形给周围建构筑物带来的危害

复杂地质中深基坑的开挖容易诱发地层应力的重分布及土体结构的破坏,从而造成基坑周围土体水平位移及不均匀沉降。这种变形经地基土转移到相邻的建构筑物上,会导致基础附加应力的增加,结构的倾斜和裂缝的扩展等,严重者会危及基础的正常使用和结构的安全。软弱土层,填土层以及高压地下水环境将基坑的变形效应进一步放大,使得风险呈现隐蔽性与累积性的特点。同时围护结构的刚度不足,支撑体系的设置不合理以及施工节奏的失控等因素都会加剧变形的发展。

3 复杂地质条件的风险演化机理及关键控制点

3.1 地层力学参数的不确定性在风险演化中的作用

复杂地质中深基坑施工过程中涉及到多类地层的叠置分布,其地层力学参数无论在时空尺度上都呈现出明显的不确定性。由于成因差异,风化程度以及扰动等因素,土体的强度,变形模量以及渗透系数这些关键参数在常规

勘察中很难完全反映它们的实际情况,从而造成设计参数偏离实际工况。开挖时局部软弱夹层或者非均匀地层容易诱发应力重分布并加快围护结构的变形和土体失稳的演化。与此同时施工扰动将进一步改变其原有的力学特性,使得风险呈阶段性的放大态势。

3.2 地下水动力变化影响基坑稳定的机理

复杂地质中地下水动力的变化是深基坑稳定的关键之一。基坑开挖打破了原地下水的动力平衡,使水位迅速降低或者局部水力梯度显著增加,进而改变了土体有效应力的分布和结构强度的特征。高渗透性砂层或者软弱夹层条件下,地下水渗流容易诱发管涌,流砂和坑底隆起的破坏形态,显著弱化基坑的整体稳定。同时围护结构内、外水头差的不断增大将引起结构受力的重新分布,加大变形和破坏的危险。伴随着施工阶段的进行,降水范围和强度的动态变化又进一步放大了水土耦合作用的影响,从而使得基坑安全状态表现出显著的时变特征。

3.3 施工阶段转换导致风险放大效应

复杂地质条件下深基坑施工一般表现出显著的阶段性,各施工阶段的相互转化容易诱发风险叠加和放大效应。开挖深度的加大,支撑体系受力的重分布以及地下水条件的改变等因素使得基坑的稳定状态在动态调整的过程。如果在阶段转换过程中对施工节奏把控不当,则围护结构内力的突变和土体应力的释放是不同步的,容易诱发过大的变形乃至局部失稳。同时支撑拆除,工序衔接不紧以及临时荷载叠加等因素,都将弱化原安全储备并放大可能产生的不利因素影响。

4 深基坑施工安全动态控制技术系统

4.1 以风险分级为依据提出动态管控思路

复杂地质条件深基坑施工过程中面临着多重交叉风险问题,以风险分级为基础进行动态管控可以使安全管理精准化和科学化。通过系统评价地层类型,地下水条件,周边环境敏感性以及施工工序的叠加效应等因素,可以根据严重程度以及发生概率划分风险等级,确定重点控制区域和关键环节。高风险区采用严格监控和施工限制,中低风险区可以进行常规管理和动态调控以优化配置资源和管理精力。分级管控在考虑施工阶段特点的前提下,动态调整施工参数、支护方案、荷载布置等参数,处理好风险随着时间与环境不断演变的特点,由此形成了以防为主,预防与治理相结合的深基坑安全管理模式。

4.2 监测信息的实时反馈和预警机制

在复杂地质条件深基坑施工安全控制中,监测信息实时反馈及预警机制处于核心地位。通过布置高精度的位移、应力、地下水水位和倾斜监测点实现了在整个施工过程中连续的数据采集,能够定量分析基坑结构响应。通过数字化平台对实时数据进行处理,可以迅速识别出异常趋势及潜在危险并形成直观的预警信息,从而为施工参数的调整提

供了科学依据。同时根据阈值和风险等级分级预警机制可以将潜在风险划分为不同的响应等级,从而达到施工单位、监理和设计单位之间协同联动的目的。

4.3 施工参数的动态调整及过程控制措施

在深基坑施工安全控制过程中,施工参数的动态调整至关重要。根据实时监测资料,对施工期支护结构受力,土体变形和地下水位变化情况要不断评价,从而对开挖深度,支撑布置和排水方案等及时校正。对地层软硬不均,地下水富集或潜在沉降敏感地区,宜采取分区分阶段开挖,优化荷载分配及支护加固,使施工参数高度符合实际地质条件。同时通过数值模拟和现场数据比对可以预测可能的变形趋势,从而为施工调整提供科学依据。全过程动态控制既能降低围护结构失稳的风险,又能有效地减小基坑沉降对周围建筑物的影响,以达到在复杂地质情况下安全经济地进行施工的目的。

5 复杂地质条件深基坑安全管理的优化战略

5.1 风险前移设计施工协同管控

在复杂地质条件下深基坑施工过程中的安全风险表现出多源性和动态性等特点,常规的事后管控模式很难应对可能发生的风险快速演变。通过风险前移设计施工协同管控,可以在工程前期系统分析地质条件,地下水特性以及周围环境敏感性,并将关键风险因素融入到设计优化以及施工方案决策中。在施工阶段与设计参数进行实时对照,动态调整支护结构,降水方案和施工工序,有效减小基坑变形,围护失稳和渗流突涌风险。协同控制机制注重设计单位,施工单位和监测团队之间信息共享和联动响应,构成了风险识别—预警—处置闭环管理体系,本发明对复杂地质条件下深基坑施工安全提供了科学可量化的保障,使安全控制从被动应对变为主动管理。

5.2 将信息化手段运用到动态管控当中

信息化手段对于深基坑施工的动态控制起到了至关重要的作用。通过部署高精度传感器以及物联网监测系统可以实现围护结构位移,基坑沉降,地下水位以及土体应力等参数的实时获取和分析。以大数据和智能算法为核心的风险评估平台能够预测施工中可能存在的安全隐患,并快速地传递预警信息。施工参数可以根据监测结果动态调整以优化支护结构的设计和施工顺序以减小风险演化速度。另外,信息化手段还支撑了施工过程可视化管理和决策记录等功能,为多专业协同发展提供了可靠的数据支撑,有利于建立基坑安全全过程,全方位动态管控体系和提升

复杂地质情况下的施工安全性和可控性。

5.3 应急预案和快速处置能力的建设

应急预案和快速处置能力的构建对于深基坑施工安全管理至关重要,特别是对复杂地质条件有着至关重要的作用。对可能出现的围护结构破坏,坑底管涌,地下水突涌等突发情况,要建立分级响应机制,规范处置流程,使预案科学化,系统化,可操作化。预案设计需要综合考虑地质特征、施工工序、环境敏感性等因素,确定各种突发事件监测指标,报警阈值以及处置措施。与此同时,我们应该加强对应急资源的分配,这包括紧急救援设备、施工所需材料以及专业的技术团队,以确保在潜在风险出现时,能够迅速地进行调度和高效地处理。

6 结论

深基坑在复杂的地质条件下所面临的施工安全风险表现出多因素,多阶段耦合的特点,围护结构的破坏,地下水的突涌和坑底变形为主要的风险来源。通过对风险的识别和演变机制的深入分析,我们可以确定关键的控制点,从而为施工的安全管理提供坚实的科学支撑。动态监测及实时预警机制可实现对施工参数进行适时调整并有效遏制风险积累及突发事件。信息化手段,多专业协同以及应急预案建设等,进一步提高建设过程中响应能力和抗风险水平。整体上看,以系统化风险管理及动态管控为主的施工模式不仅能够显著提高复杂地质条件深基坑的施工安全,而且还能为同类项目提供可以推广的管理经验及技术借鉴,将工程建设及安全管理有效结合起来。

[参考文献]

- [1]谭诗兵.复杂地质深基坑施工安全稳定性分析[J].陶瓷,2025(12):162-164.
- [2]雷建维.高层建筑深基坑施工技术难点与解决方案研究[J].陶瓷,2025(9):172-174.
- [3]张华男.复杂地质深基坑施工安全稳定性分析[J].建筑,2025(7):106-108.
- [4]李四红.复杂地质条件下高层住宅地下室深基坑支护施工技术[J].建材技术与应用,2025(2):101-104.
- [5]郭中华.复杂地质条件深基坑支护施工安全风险评估方法[J].四川水泥,2024(7):171-173.

作者简介:马金龙(1975.12—),男,毕业院校:中央广播电视大学,学历:本科,所学专业:法学,当前工作单位:青龙满族自治县国控建设发展集团有限公司,职务:集团副总经理。

水利工程安全生产管理体系构建与应用研究

张媛媛

河北省水务中心石津灌区事务中心, 河北 石家庄 050051

[摘要]随着水利工程建设规模变得越来越大,工程建设以及运行进程当中的安全生产方面的问题一天比一天凸显出来。当下水利工程安全生产管理在制度以及措施层面虽说已经具备了一定程度的基础,然而在责任落实、风险防控以及管理协同等诸多方面依旧存在着一些欠缺之处。文章在剖析水利工程安全生产管理实际状况的前提之下,搭建起了水利工程安全生产管理体系,同时针对该体系在工程实践环节当中的具体应用展开了相关的探讨活动。经研究得出,安全生产管理体系的实际应用对于规范管理流程是有帮助的,能够进一步强化安全责任,提升安全管理水平,对于确保水利工程可以安全稳定地运行而言,有着一定的现实方面的意义。

[关键词]水利工程;安全生产;管理体系构建;应用

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18404 中图分类号: TV5 文献标识码: A

Research on the Construction and Application of Safety Production Management System for Water Conservancy Engineering

ZHANG Yuan Yuan

Hebei Provincial Water Affairs Center Shijin Irrigation District Affairs Center, Shijiazhuang, Hebei, 050051, China

Abstract: With the increasing scale of water conservancy engineering construction, safety production issues in engineering construction and operation processes are becoming more and more prominent day by day. Although the current safety production management of water conservancy projects has a certain degree of foundation in terms of systems and measures, there are still some shortcomings in terms of responsibility implementation, risk prevention and control, and management coordination. Based on the analysis of the actual situation of safety production management in water conservancy projects, this article has established a safety production management system for water conservancy projects, and conducted relevant exploration activities on the specific application of this system in engineering practice. Through research, it has been found that the practical application of the safety production management system is helpful in standardizing management processes, further strengthening safety responsibilities, improving safety management levels, and ensuring the safe and stable operation of water conservancy projects, which has certain practical significance.

Keywords: water conservancy engineering; safety production; construction of management system; application

引言

随着我国水利基础设施建设规模的持续扩大以及工程运行年限的不断增加,水利工程在防洪减灾、水资源调配以及生态保障等诸多方面所发挥的作用变得愈发重要,其安全生产方面的问题同样日益受到社会与行业方面的高度关注。水利工程一般具备投资规模颇为可观、建设周期较长、施工环境较为复杂以及运行条件时常变化等特性,在工程建设以及运行进程当中涉及到高空作业、深基坑作业、水下作业还有大型机械设备集中运用等多种类型的高风险作业,倘若安全管理出现疏漏,那便很容易引发安全事故,进而导致严重的人员伤亡以及经济损失。近些年来,虽说水利工程安全生产管理制度一直在不断完善,整体的安全管理水平也有所提高,可在实际管理环节当中依旧不同程度地存在着组织体系不够完善、责任落实不到位以及风险防控与应急管理较为薄弱等一系列问题,安全生产的形势仍然不容小觑。在这样的背景之下,全面且细致地梳

理水利工程安全生产管理的实际状况,构建起一套科学、系统并且具备可操作性的安全生产管理体系,并且将其运用到工程建设与运行的具体实践之中,这对于提升水利工程安全管理的规范化程度、系统化水平以及长效化的水准而言,有着极为重要的现实价值。鉴于此,本文着重围绕水利工程安全生产管理体系的构建以及应用来开展相关研究,通过对安全生产管理所具有的特点以及存在的各类问题加以分析,深入探讨管理体系的构成情况及其在工程实践当中的应用成效,期望能够为水利工程安全生产管理水平的不断提升给予一定的参考与借鉴。

1 水利工程安全生产管理的特点

水利工程安全生产管理具有明显的综合性和独特性,其特点主要体现在管理复杂、形式多样、协调要求高、约束性强以及覆盖范围广等方面。受工程固定性与施工流动性并存、外部环境不确定等因素影响,施工过程中工序、作业部位和时间不断变化,增加了安全管理的复杂程度;

同时,不同水利工程受自然条件和建设要求差异影响明显,工程具有单件性和一次性特征,使安全管理难以采用统一模式,呈现出较强的多样性。在施工组织上,各工序之间衔接紧密、分工明确,不同部门和人员需在同一场地连续作业,对安全管理的协调性提出了较高要求。此外,在工程招投标和成本控制背景下,安全管理投入容易受到挤压,使安全管理具有较强的强制性和监管需求。与此同时,水利工程安全生产管理贯穿施工全过程,涉及人员、设备、材料和资金等多个方面,要求形成覆盖各阶段和各环节的全面化、系统化管理模式。

2 水利工程安全生产管理现状及问题分析

2.1 水利工程建设与运行阶段安全管理现状

水利工程在建设以及运行这两个阶段当中,有着工期跨度较长、参与建设的单位数量较多、作业所处环境较为复杂等诸多特点,其安全生产管理工作是贯穿于规划设计环节、施工建设进程以及后期运行维护整个流程之中的。就建设阶段来讲,施工现场通常会涉及到高空作业、深基坑作业、水下作业还有大型机械交叉作业等这些风险较高的环节,安全管理起来的难度是比较大的。部分项目在面临赶工期以及控制成本的压力情况之下,对于安全管理方面的投入有所欠缺,现场的安全防护措施落实得也不是特别到位,隐患排查工作往往只是流于表面形式而已。与此各个参建单位在安全管理水平方面呈现出参差不齐的状况,安全技术交底以及班前教育在落实上也是不均衡的,这就使得一线作业人员在安全意识以及操作规范性方面存在着一定的差异。进入到运行阶段之后,水利工程会长时间处于露天或者复杂的自然环境之中,受到洪水、冰冻、地质变化等因素的影响是比较大的,其安全风险具备持续性以及隐蔽性的特点^[1]。有些管理单位对于运行期的安全管理工作重视的程度不够,日常开展的巡查、监测以及维护等工作不够系统化,安全管理大多时候仅仅停留在被动应对的层面,很难做到及时地发现并且消除潜在的风险。

2.2 安全生产管理组织体系存在的问题

在水利工程安全生产管理进程里面,安全生产管理组织体系存在着一定的欠缺之处。部分工程项目的安全管理机构在设置方面并不够完善健全,其组织层级以及职责分工也并非十分清晰明确,建设、施工、监理还有运行管理等各个相关主体之间,安全管理责任的界限显得颇为模糊,这对安全管理工作的有效衔接产生了影响。与此安全管理部门在项目当中的地位有所弱化,人员的配备数量稍微偏少一些,并且专业能力呈现出不均衡的状态,部分安全管理岗位是由其他人员来兼任的,如此一来便很难满足水利工程建设以及运行阶段针对安全管理的实际需求。

2.3 安全责任落实与制度执行问题

在水利工程安全生产管理进程里,安全责任落实以及制度执行层面依旧存在着比较显著的问题。就责任落实的

情况来讲,部分项目尽管在制度文件当中针对安全生产责任做出了清晰的划分,然而在实际的运行环节当中,责任传导却没有到位,存在着“重签字、轻落实”的情况,安全责任大多仅仅停留在形式这个层面上,没能切实落实到具体的岗位以及个人身上。有些管理人员对于自身的安全职责了解不够,在施工组织以及运行管理的过程中没有把安全要求贯穿到整个过程,使得安全管理责任出现了弱化乃至空转的现象。与此在制度执行方面,安全生产规章制度和现场实际的结合不够紧密,部分制度的操作性不强,在执行的过程当中随意性比较大,检查、考核以及记录都流于形式,违规操作和管理漏洞没有得到有效的约束,制度的刚性和权威性有所欠缺,这影响了水利工程安全生产管理的整体成效。

2.4 安全风险防控与应急管理薄弱环节分析

在水利工程安全生产管理进程里,安全风险防控以及应急管理环节依旧存在着比较显著的薄弱环节。就风险防控来讲,部分工程对于安全风险的识别并不够周全,风险分析大多仅仅停留在依靠经验来做出判断的阶段,对于处在不同阶段以及不同工况之下潜在风险所呈现出的动态变化关注得不够,风险评估在系统性以及前瞻性方面都还需要进一步强化,这就使得一些具有隐蔽性以及累积性的风险没有办法被及时地察觉到。与此风险管控措施在具体落实的时候缺乏连贯性和针对性,日常开展的巡查、监测以及记录工作都不够规范,风险信息的反馈渠道也不顺畅,这些情况对风险防控的实际成效产生了影响^[2]。在应急管理这块,一些水利工程的应急预案内容相对较为宽泛,和工程的实际状况以及可能发生的突发事件之间的匹配程度并不是很高,应急演练开展的次数不够多,参与人员对于应急流程以及处置职责的了解也不是很透彻,要是发生突发险情,就容易出现反应速度慢、协同作战能力不足的情况,整体的应急处置能力还是比较薄弱的。

3 水利工程安全生产管理体系应用研究

水利工程安全生产管理体系于实际工程当中的应用情况,实则是把安全管理方面的理念、制度层面的要求以及管理环节的各项措施切实落实至工程建设以及后续运行的整个过程里头,这无疑是一项极为重要的实践举措。在整个应用进程当中,那些相关的管理单位会以工程实际所具备的条件以及管理方面的需求当作基础依托,进而把安全生产管理体系融入到项目的组织架构里面,同时也将其嵌入到日常管理的相关流程之中,如此一来便能够使得安全管理可以和施工组织、运行调度以及现场作业一同实现同步向前推进的目的。借助体系化这种管理方式,针对工程处在不同阶段时所涉及的安全管理各个要素展开统筹性的安排部署,以此来保证安全管理所开展的各项活动都能够具备连续性以及一致性这样的特点。与此安全生产管理体系的应用还能够一定程度上促使各参建单位的

安全管理行为变得更为规范,推动安全信息得以有效地收集起来、顺利地传递出去并且及时地反馈回来,让安全管理从原本由经验占据主导的局面慢慢朝着由制度以及流程来进行约束的方向转变。在实际的工程操作当中,该体系在提高安全管理规范化所达到的程度、强化对整个过程的控制力度以及降低安全管理过程当中存在的随意性等方面都发挥出了颇为积极的作用,从而为水利工程安全生产管理能够实现稳定运行给予了极为重要的支撑作用。

4 水利工程安全生产管理体系优化与保障措施

4.1 完善制度执行与监督考核机制

完善制度执行与监督考核机制对于推动水利工程安全生产管理体系不断优化而言,称得上是极为重要的保障举措。在水利工程建设以及后续的运行管理进程当中,需紧扣安全生产相关的法律法规、行业所制定的标准以及项目自身的管理制度这几方面内容,构建起一个能够贯穿全过程且涵盖各个层级的制度执行监督体系。要清晰明确检查的具体内容、开展的频次以及负责的责任主体,以此来保证各项安全管理制度能够在实际的工作开展中切实得到落实。与此要把制度执行的实际状况同日常进行的检查、专门开展的专项检查以及较为全面的综合评估结合起来,针对安全责任的履行情况、现场管理是否规范有序以及隐患整改的具体情形等展开持续不断的跟踪并做好详细记录,让制度执行的过程拥有可追溯的特性以及可以被评价的属性^[3]。在这样的前提之下,把监督所得到的结果归入到考核体系里面,借助量化的方式去进行评价,并且及时给予结果反馈,以此来强化对安全生产责任的约束作用,促使管理人员还有作业人员都能够自发地去遵守安全管理方面的相关要求,进而提高水利工程安全生产管理体系在运行当中的质量以及整体的管理效能。

4.2 强化安全文化建设与人员能力提升

强化安全文化建设以及人员能力提升,这构成了水利工程安全生产管理体系得以优化的重要基石。在水利工程建设以及后续的运行进程当中,接连不断地去开展有关安全理念的宣传工作,另外还要积极开展各类安全教育方面的活动,如此一来便能够把安全生产方面的意识切实融入到日常的管理工作以及各项作业行为里面,进而对于形成那种重视安全并且严格遵守相关规范的良好氛围是很有帮助的。安全文化建设可不能仅仅只停留在制度以及标语这些表面层面,它更为关键的是要体现在那些管理人员以及身处一线从事作业的人员身上,具体来说就是他们对于自身所肩负的安全责任要有发自内心的自觉认同,并且在日常的行为习惯方面也要有所体现。与此鉴于水利工程技术水准以及管理方面的要求一直在不停地提高,所以对于从事该行业的人员而言,其专业能力以及安全素养也就面临着更高的要求了。借助系统完备的培训安排以及充分的实践锻炼环节,促使相关人员提升其识别安全风险的能力、

规范开展操作的能力以及应对突发状况进行应急处置的能力,这对于减少因人为因素而引发的安全隐患是有积极作用的。安全文化以及人员能力这两者实现同步提升之后,能够为水利工程安全生产管理体系可以有效运转给予较为稳固的人才储备以及思想层面的有力保障。

4.3 推进信息化与智能化安全管理应用

推进信息化以及智能化安全管理的应用,是提升水利工程安全生产管理体系现代化程度的一条重要途径。在水利工程建设以及运行进程当中,借助引入信息化管理的方式,把安全生产相关的各项数据加以统一采集、整理并开展分析,这对于提高安全管理所具有的实时性以及准确性而言是很有帮助的。依靠信息平台,针对人员、设备、作业环境还有风险点展开动态监测并且做好记录,促使安全管理从以往的事后处理逐步转变为过程中的管控^[4]。与此智能化技术的应用能够进一步强化对于关键部位以及重点环节的监控能力,降低人工管理存在的盲区以及滞后的状况,从而给管理决策给予更为可靠的数据方面的支撑。凭借信息化与智能化手段相互融合的应用方式,切实有效地提升水利工程安全生产管理的精细化程度以及规范化水平,进而为安全管理体的持续不断地优化给予技术层面的保障。

4.4 构建安全生产长效运行机制

构建安全生产长效运行机制对于确保水利工程安全生产管理体系持续发挥效用而言极为关键。在整个水利工程建设以及运行进程当中,把安全生产管理方面的要求融入到工程管理的常态化工作里面,如此一来,安全管理就不会单纯依靠阶段性整治或者临时举措,而是会形成一种稳定且持续的运行模式。长效机制得以建立起来之后,这有利于推动安全责任、管理制度以及工作流程相互间实现有机的衔接,进而使得安全管理活动能够在不同阶段以及不同管理层级之间维持住连续性。与此借助对安全管理成效展开动态的跟踪并且加以总结的方式,可以促使管理经验不断积累起来,管理方式也得以逐步完善,最终让安全生产管理能够契合工程运行环境以及风险变化的实际需求,从而给水利工程安全生产给予长期且稳定的制度以及管理方面的保障。

5 结语

水利工程安全生产管理体系的构建以及应用情况,构成了提升工程建设以及运行阶段安全水准的关键基石。仔细剖析水利工程安全生产管理所呈现出的特点、当前的实际状况以及存在的诸多问题,再结合工程的具体情形来着手构建安全生产管理体系并且切实将其应用于实践当中,这对于促使安全管理从凭借经验的模式逐步朝着制度化且规范化的方向转变是很有帮助的,同时也有助于强化安全责任的全面落实以及对整个过程的管控能力。相关研究已经明确指出,具备科学性与系统性的安全生产管理体系,

能够在很大程度上提升水利工程安全管理的整体功效。在往后的日子里,伴随着水利工程规模不停地拓展扩大,其运行环境也变得日益复杂起来,在这样的大背景之下,安全生产管理体系依旧需要在实际的操作过程中不断地予以完善,从而可以更为出色地为水利工程的安全稳固以及可持续运行给予服务。

[参考文献]

- [1]徐子轩.水利工程施工现场安全管理的实践与思考[J].江苏水利,2025(12):65-68.
[2]范春晖.水利工程施工现场安全管理标准化体系建设实

践[C].广西:广西网络安全和信息化联合会.第十一届工程技术管理与数字化转型学术交流会议论文集.云南省红河哈尼族彝族自治州弥勒市水资源调度中心,2025.

[3]张彦婷.水闸工程管理安全生产标准化信息系统设计及应用[J].水科学与工程技术,2025(5):94-96.

[4]焦虎.水利工程安全生产管理与事故预防研究[J].城市建筑空间,2025,32(1):381-382.

作者简介:张媛媛(1985.3—),女,毕业院校:河北工程大学,所学专业:给水排水工程,当前就职单位:河北省水务中心石津灌区事务中心,职称级别:中级。

机电井双控系统的运维管理标准化体系构建

张良

新疆塔里木水务集团有限公司, 新疆 阿拉尔 843300

[摘要]机电井双控系统作为农业节水与水资源管控的关键设施,然而在实际运用时却存在“设备易遭恶意破坏、数据传输异常、运维成本高、实用效果未达预期”等状况,尽管单套设备的安装成本约为一万元,可因管理不到位而难以发挥功效。本文针对运维难题,从“防护强化、流程规范、成本管控、技术优化”四方面搭建标准化体系,明晰设备防护、数据监管、维护流程等核心要点,在某区域实施应用后,设备损坏率降低75%,数据上传按时率提升至90%,运维开支降低30%。研究为机电井双控系统的高效运维供给解决方案,对增强水资源管控效力、保证设施使用价值具有关键意义,可推动农业节水目标实现。

[关键词]机电井双控系统; 运维管理; 标准化体系; 设备防护; 数据传输; 成本管控

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18400 中图分类号: TH211 文献标识码: A

Construction of Standardized Operation and Maintenance Management System for Electromechanical Well Dual Control System

ZHANG Liang

Xinjiang Tarim Water Group Co., Ltd., Alar, Xinjiang, 843300, China

Abstract: As a key facility for agricultural water conservation and water resource control, the dual control system of mechanical and electrical wells is prone to malicious damage, abnormal data transmission, high operation and maintenance costs, and unsatisfactory practical effects in practical application. Although the installation cost of a single set of equipment is about 10,000 yuan, it is difficult to achieve its effectiveness due to inadequate management. This article aims to address the challenges of operation and maintenance by establishing a standardized system from four aspects: strengthening protection, standardizing processes, cost control, and optimizing technology. It clarifies the core points of equipment protection, data supervision, and maintenance processes. After implementing the application in a certain region, the equipment damage rate decreased by 75%, the data upload on-time rate increased to 90%, and the operation and maintenance expenses decreased by 30%. The research provides an efficient operation and maintenance solution for the dual control system of electromechanical wells, which is of crucial significance for enhancing the effectiveness of water resource management and ensuring the value of facility use, and can promote the achievement of agricultural water-saving goals.

Keywords: electromechanical well dual control system; operation and maintenance management; standardization system; equipment protection; data transmission; cost control

引言

机电井双控系统借助“用电管控+水量监测”达成水资源精准化管理,是推动农业节水政策落地的关键装备,单套设备安装成本大概万元,在农业主要产区得到广泛应用。但现阶段系统运维时,问题频发:农民或职工蓄意损毁设备,切断传输线路、扯掉通讯模块供电线缆,造成数据无法上传或者上传延迟;且机电井分布零碎、数量庞大,运维全面覆盖困难较大,维护开支长期居高不下,最终“投入资金却未达到节水与管控效果”,阻碍了系统功能的施展。

《国家水资源节约集约利用“十四五”规划》规定“加大水资源管控设施运维力度,维持设施稳定运行”。搭建机电井双控系统运维管理标准化架构,既是应对当前运维难点的紧要需求,也是增强设施实际价值、达成水资源高效管理的要点,对推进农业节水与可持续发展具备重要现实意义。

1 机电井双控系统运维管理现存核心痛点

机电井双控系统运维管理碰到“设备破坏、数据异常、管理低效、成本过高”四大困境,致使设施无法达成预期效能,耗费前期投入资金。设备损坏现象凸显,恶意破坏行径多发:部分农民鉴于灌溉需求未落实、职工鉴于管理纷争,存心破坏系统零件,例如割断数据传输线、拔掉通讯模块继电器及供电线路,甚至拆解集成电路板。

数据传输异常状况普遍存在,降低管控精准度:设备遭受损坏后,水量、用电量等数据无法及时上传,抑或上传延迟超出24h,造成水资源管控部门无法及时知晓灌溉用水情形,难以精准调节;部分未被毁坏的设备,还因传输线路陈旧、通讯模块兼容性欠佳,出现数据丢失、误传,数据有效率不足50%,无法为水资源管理提供可靠支撑^[1]。

管理覆盖效能低下问题突出,运维响应存在滞后情况:机电井散落于田间各处,点位离散、距离长,有些处在偏远区域,运维人员无法全面涵盖;且系统缺少实时故障预

警机能,设备出现故障之后,得依靠人工巡查来察觉,平均察觉时长超过 3d,错失最佳维修时段,进而使数据缺失范围进一步扩大,某县域机电井超 2000 眼,仅凭借 10 人运维队伍,难以达成高效覆盖。

2 机电井双控系统运维管理标准化体系构建目标与核心原则

2.1 体系构建核心目标

机电井双控系统运维管理标准化体系把“降破坏、保数据、提效率、控成本”当作核心目标,保障系统平稳运作、实现实际价值。明确目标包含:设备防护的既定目标,把蓄意破坏比率从 60%降低到 15%以下,使部件故障概率控制在 10%以内;数据传输目的,达成数据上传及时率超 90%,让数据有效率提升到 85%,保障水资源管控部门实时获得精准数据;管理效能目标,把故障察觉时间由 3 天缩减到 2h 内,让维修反应时间限制在 24h 以内,达成运维全域覆盖。

2.2 体系构建核心原则

体系建设要遵循“防护优先、流程闭环、技术适配、成本可控”四大规则,保障标准化管理兼具实用性与可操作性^[2]。防护首要原则,以“预防设备破坏”为根基,从硬件防护、人员管理两方面切入,削减蓄意破坏与意外损伤,降低故障根源;依照流程闭环原则,设立“故障预警-排查-维修-验收-记录”全流程管理体系,杜绝运维环节遗漏,保证问题彻底化解;技术适配准则,挑选契合农村环境、抗干扰性能佳的技术与部件,防止因技术不匹配引发的数据异常,并且简化操作流程,降低对运维人员的技术要求。

3 机电井双控系统运维管理标准化体系核心内容

3.1 设备防护标准化:强化物理防护与人员管控

设备防护标准化为体系核心内容,借助“硬件升级、人员监管、宣传引导”三个维度降低蓄意破坏与意外损毁情况。硬件防护强化聚焦“防破坏、防老化”,对现存设备实施改造:为集成电路配备密封式金属防护外壳,该壳运用防拆构造,需借助专用工具方可开启,防止部件外露;把外露的传输线改成地下埋设,选用拥有抗腐蚀、抗拉伸性能的铠装电缆,埋入深度不小于 0.8m,防止被砍断;为通信模块和继电器配备防拔插装置,插头插入之后需借助钥匙解锁才可拔出,与此同时在设备醒目位置张贴“破坏设施违法”警示标识,标注举报电话。

人员监管规范化搭建“巡查+举报”机制:对运维责任区域进行划分,为每个区域配置 2~3 名专职巡检人员,每星期至少巡检 2 次,重点查看设备防护层、传输线路、供电线路是否完好无损,记载巡检情况;设立群众举报奖赏体制,激发村民检举蓄意破坏行径,对查证属实的举报给予 200~500 元现金奖赏,与此同时和当地派出所联手,对蓄意破坏者依法惩治,若情节恶劣则追究其法律责任。

宣传引导标准化强化认知:利用村中的广播、宣传展

板、微信群聊等方式,宣扬机电井双控系统的节水功效与破坏影响,如“破坏设备将影响灌溉用水调控,导致用水紧张”;安排村干部和运维人员上门宣讲,针对曾出现破坏行径或抵触反应的农户,开展单独交流,化解实际诉求,缓解抵触情绪,某区域开展宣传活动后,农户对系统的认可度增加了 70%,故意破坏的意向显著下降。

3.2 数据传输标准化:保障数据实时准确上传

数据传输标准化着重“实时性、准确性”,依靠“技术优化、实时监测、故障处置”保障数据有效。技术优化规范化挑选契合农村环境的设备:更替老旧通信模块,选用拥有 4G/5G 与 LoRa 双模特性的模块,在信号欠佳区域自动切换至 LoRa 模式,增强数据传输稳定性;给数据采集终端增添本地存储功用,即便遇到短时断网,数据仍可临时存放,网络恢复以后自动补传,杜绝数据丢失;按照定期安排对传输线路实施检测,替换老化的线路,保证线路传输效率。

即时监测标准化创立“云端+本地”双监测机制:构建云端数据监控平台,实时展现各机电井数据上传情形,若数据超过 1h 未刷新,自动启动预警,发送至对应区域运维人员手机;在乡镇级运维站部署本地监测装置,委派专人进行值班,每日查验数据上传情形,若察觉异常即刻标记,告知巡查人员前往现场排查;构建数据校验准则,自动核对用电量与水量的逻辑联系。

故障处置规范化明确回应流程:运维人员接到数据出现异常的预警之后,2h 之内赶赴现场排查问题根源,若传输线路或者通讯模块出现损坏,即刻更换备用的部件(随身带着常用的备件,像传输线、模块),4h 内让数据上传恢复正常;若存在技术故障,联系技术人员实施远程指导,若远程无法解决,24h 以内到现场开展维修工作;故障排除结束后,要于系统里记录处理流程、替换部件、数据复原时间,构建闭环记录,某区域应用该措施后,数据上传及时的比率从 50%提升到 90%,数据有效比例达到 85%。

3.3 运维流程标准化:提升管理效率与覆盖度

运维流程标准化以“巡查、维修、记录”为核心搭建闭环管理体系,攻克机电井分布零散、管理效能低下的难题。巡查流程规范化界定“分区、定时、定责”:按照地理位置对区域内机电井进行划分,形成若干运维责任区,每个责任区配置 1 名巡检员+1 名兼职村级联络人,联络员协助发觉本村设备问题;巡检人员每星期固定两天开展巡检工作,运用“GPS 定位打卡+照片记录”形式,保证巡查切实到位,主要检查设备的防护状况、数据指示灯所处状态,一旦发现问题便马上拍照并上传至运维平台,标记问题的类别。

维修流程实施标准化规定“响应、处置、验收”:运维平台收到问题反馈后,10min 内把任务单分派给维修人员,维修人员配备备件后 1h 内启程,偏远井位最晚

2h 抵达；维修期间应依照“先排查原因、再更换部件、最后测试数据”的步骤开展操作，若设备不存在数据上传情况，先对供电线路进行检查，再对通讯模块展开排查，最后测试数据传输状况；维修工作结束后，维修人员应现场开展数据测试上传工作，验证数据正常之后，由村联络员签字确认验收，接着在平台里提交维修报告，保障维修质量^[3]。

记录归档规范化达成“全程可追溯”：构建电子运维档案，记载每眼机电井的设备规格、装配时间、各次巡查资料、检修资料、部件更替资料，档案即时更新。每月对运维档案开展汇总剖析，统计设备故障种类、高发地带、维修开销，为后续防护改进提供支撑，如某区域借助档案剖析发觉，30%的故障聚集在偏远井位，立刻加大该区域巡查次数，故障发生率减少 40%。

3.4 成本管控标准化：降低运维资金投入

成本管控标准化借助“备件管理、人力优化、费用核算”降低运维开支，杜绝资金浪费。备件管理达成标准化，实现“按需储备、循环利用”：构建县级备件库房，按照区域设备总量的 10% 储备常用备件，杜绝过度储备；实施备件的以旧换新举措，若维修替换下来的旧部件具备修复条件，集中送达仓库开展维修工作，维修好后当作备用的备件，减少新部件的采购数量；和备件供应商缔结长期合作合约，争取批量采购优惠，单个部件采购成本下降 15%~20%，某区域落实该举措后，年备件费用缩减 40%。

人力优化标准化提高效率、削减成本：合并巡查与维修人员，教导巡查员掌握基础修理技能，小故障由巡查员即时处置，杜绝专门安排维修派单，人力成本降低 25%；在偏远乡村招募兼职联络专员，给予每个月 300~500 元的津贴，协助查找设备毛病，减少巡查工作者往返的耗时，某县域借助人力配优化，运维团队从 10 人缩减到 7 人，年人力成本节省 8 万元。

费用核算标准化达成“透明、高效”：建立运维费用台账，登记备件采买、人力、交通等各项花销，每月披露费用明细，每季度对运维费用及成效进行评定，要是某区域运维成本过高而故障发生率没有下降，分析缘由并调整举措，就像某区域察觉，某村运维成本高是因为设备破坏情况频繁发生，于是强化该村的宣传与监管工作，后续成本降低了 30%^[4]。

4 体系应用成效与实践启示

某农业主产区（包含 5 镇、200 个村落，拥有机电井 2300 眼）施行该标准化体系 6 个月以后，运维管理收效明显：设备损坏率从 60% 降低至 15%，仅出现 35 起蓄意破坏事例，和之前相比减少 105 起，部件更换开销从每月

5 万元降至 2 万元；数据上传按时率从 50% 提升到 90%，数据有效性达到 85%，水资源管控部门可实时把握灌溉用水情形，精准调控用水配额；运维成本削减 30%，每年节省运维资金 60 万元，与此同时设备的稳定运行促进农业节水 15%，灌溉用水功效明显增强。

实践例证说明，机电井双控系统运维管理得“标准化为基、防护为要、协同发力”：标准化作为提升运维效率的关键，应清晰界定各环节的流程与要求，杜绝任意行事；设备防护作为降低故障的根源，要结合故意破坏特性，有目的地升级硬件并增强人员管控力度；需汇聚政府、村集体、农户的力量协同推进，政府加大监管与惩戒，村集体辅助巡查，农户增强认识，方可凝聚运维合力，保障系统实现实用价值^[5]。

5 结语

机电井双控系统运维管理标准化体系凭借“设备防护、数据传输、运维流程、成本管控”四大标准化举措，切实化解了设备易受损、数据偏差、管理欠佳、成本过巨的难题，达成了“降破坏、保数据、提效率、控成本”的目标。体系应用之后设备损坏率下降超过 75%，数据上传按时率提升到 90%，运维开支降低 30%，维护了前期安装投入的实用意义，促进水资源管控与农业节水目标实现。

未来，需进一步优化体系：融合物联网技术，给设备配备视频监控与振动传感器，实时监控破坏行径；针对不同区域（如偏远地区、高破坏率地区）拟定差异化维护方案，提高体系契合性；加大运维人员技术培育，提升故障应对能力，切实达成机电井双控系统的长期平稳运行，为农业水资源高效管理提供持续助力。

[参考文献]

- [1] 吴迪, 陈凌. 基于深度学习的智能化变电站运维安全管控系统设计[J]. 电力设备管理, 2025(19):117-119.
- [2] 马清峰. 电厂运维作业风险预控系统设计与实现[J]. 电气时代, 2025(7):43-45.
- [3] 曾陟. 发电厂集控系统的创新运维与管理升级分析[J]. 大众用电, 2025, 40(3):45-46.
- [4] 司剑云, 乔柱桥, 李祥斌, 张任驰. 面向换流站数字化运维的智能感知与数字管控系统技术研究及应用[J]. 中国质量, 2025(2):34-38.
- [5] 王茜茜. 基于机器视觉的电力运维检修预控系统[J]. 电气技术与经济, 2025(1):190-192.

作者简介：张良（1980.11—），毕业院校：北京航空航天大学，所学专业：土木工程，当前就职单位名称：新疆塔里木水务集团有限公司，职务：农业灌溉事业部部长。

电气工程技术与电工电子技术应用研究

王晓荣

江西省化学工业设计院, 江西 南昌 330002

[摘要]当下,我国科学技术水平持续提升,给社会进步以及生产力发展给予了强有力的技术支撑。在具体应用方面,为了契合新时期的发展态势,强化电气工程建设并推动电工电子技术发展,就需十分看重相关技术的科学运用,展开系统性研究,保证电气工程和电工电子技术的应用与发展维持良好状况。如此一来,既能彰显技术选用的合理性,又能提高生产活动的效率,还可有效防止因建设质量或者应用效果欠佳所产生的不利影响。鉴于此,文章针对电气工程技术与电工电子技术的应用展开系统阐述,为相关研究工作给予理论参考及实践指导。

[关键词]电气工程技术;电工电子技术;技术应用

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18394 中图分类号: TP5 文献标识码: A

Research on the Application of Electrical Engineering Technology and Electrical and Electronic Technology

WANG Xiaorong

Jiangxi Chemical Industry Design Institute, Nanchang, Jiangxi, 330002, China

Abstract: Currently, Chinese scientific and technological level continues to improve, providing strong technological support for social progress and productivity development. In terms of specific applications, in order to meet the development trend of the new era, strengthen electrical engineering construction, and promote the development of electrical and electronic technology, it is necessary to attach great importance to the scientific application of relevant technologies, conduct systematic research, and ensure that the application and development of electrical engineering and electrical and electronic technology maintain a good condition. In this way, it can demonstrate the rationality of technology selection, improve the efficiency of production activities, and effectively prevent adverse effects caused by poor construction quality or application effects. In view of this, the article systematically elaborates on the application of electrical engineering technology and electrical and electronic technology, providing theoretical reference and practical guidance for related research work.

Keywords: electrical engineering technology; electrical and electronic technology; technology application

引言

电气工程技术以及电工电子技术在现代工业与社会基础设施方面充当着极为重要的支撑角色。其在能源供应、交通运输、建筑管理还有工业自动化等诸多领域均发挥着无可取代的作用。伴随我国经济的快速向前发展以及新型能源、智能化技术的广泛运用,电气工程与电工电子技术当下正面临这前所未有的发展机遇,同时也遭遇着相应的挑战。就一方面来讲,现代电力系统以及工业生产针对高效、稳定且智能的电气设备以及控制系统所提出的要求变得更高了,这就促使相关技术需要持续提升自身的可靠性、自动化程度以及能源利用效率。而从另一方面来看,信息化、物联网、人工智能等新兴技术相互融合之后,使得电气工程与电工电子技术的应用领域不断地得以拓展,已经从传统的供电、照明、动力系统延伸到了像智能建筑、智能输电网络以及工业节能控制这类前沿领域。在当前这个阶段,怎样有效地将电气工程技术与电工电子技术加以整合,以此来提升系

统的整体性能、确保运行的安全性、达成节能降耗的目的并实现智能化管理,这已然成为了行业发展当中极为关键的核心问题。所以说,针对电气工程技术与电工电子技术的应用展开系统性的研究,不但有着重要的理论层面的价值,而且对于推动电力系统、工业自动化以及智能建筑等相关行业的高质量发展而言,还具备十分显著的实践方面的意义。

1 电气工程技术与电工电子技术应用

1.1 电气工程技术

1.1.1 铁路工程

在铁路工程里面,电气工程技术算得上是实现铁路运输朝着现代化、智能化以及安全化方向运行的关键支柱之一。就我国而言,高速铁路还有城市轨道交通正处在快速发展的阶段,在这样的大背景之下,电气工程技术在铁路领域的实际应用范围已经不再仅仅局限于传统的供电以及照明系统这些方面了,而是进一步拓展到了牵引供电、信号控制、通信调度以及自动化监测等诸多不同的领域当

中。在这其中,牵引供电系统在整个铁路电气化体系里占据着极为核心的地位,它依靠变电、接触网还有回流系统之间有机且紧密的相互配合,从而能够为列车给予稳定并且可靠的电力动力能源。与此电气信号与通信系统则是凭借较为先进的电气电子相关技术,达成对列车运行状况的实时动态监控、调度指令信息的精准无误传输以及行车安全方面的智能有力保障等目的^[1]。除此之外,随着智能控制技术以及信息化技术逐渐融入到铁路电气系统之中,该系统也一步步实现了像自动故障诊断、能耗优化管理以及远程维护等一系列的功能,如此一来便极大地提高了铁路运输在实际运行过程当中的效率水平以及安全等级。

1.1.2 智能建筑

智能建筑里的电气工程技术,乃是达成建筑自动化、节能化以及安全化运行的关键基石。伴随信息技术和人工智能的迅猛推进,现代建筑的电气系统已然不再仅仅肩负传统的供电以及照明方面的任务,反而是借助综合布线、楼宇自控、能源管理、安全监控还有通信网络等一系列系统的集成方式,促使建筑内部各个设备以及系统达成智能协同的运行状态。在智能建筑当中,电气工程技术重点应用于配电系统的智能化管理层面、照明系统的节能控制环节、电梯以及空调系统的自动调节方面,另外还有消防、安防系统的实时监测以及联动操作。凭借着传感器、PLC控制器以及BIM、IoT等相关技术的相互融合,建筑可依据环境的变化情况与人员的具体需求来自动对照明、温度以及能耗加以调节,进而实现舒适性和节能性的有效平衡。与此电气工程技术还在支撑着建筑能源的可视化管理以及故障诊断工作,以此确保供电系统的稳定运行,切实降低运维方面的成本。

1.1.3 智能输电网络

智能输电网络里的电气工程技术乃是达成电力系统高效能运转、安全无虞且灵活操控的关键依托所在。伴随新能源并网的比例持续上扬,同时电力需求侧的结构也变得日益复杂起来,传统的输电网络便慢慢朝着数字化、自动化以及智能化这般的方向去发展了。智能输电网络在实际运行当中,借助引入传感测控方面的技术、通信互联相关的技术、大数据分析层面的技术、人工智能领域内的技术还有云计算范畴内的技术等一系列较为先进的技术手段,从而能够达成对输电设备所处状态的实时且细致的监测目的,可以实现对故障发生的快速精准定位以及有效隔离的操作,还能做到对电能质量展开动态化的优化管理事宜。在这一过程当中,电气工程技术实实在在地发挥着极为重要的作用。就好比说,依靠智能变电站技术来促使输电自动化的程度得以提升,凭借在线监测系统去达成对导线温度、电流、电压等诸多参数的精准采集以及智能分析的目标,并且要联合自适应控制算法一道来开展线路负荷

调节以及功率分配优化的相关工作。除此之外,电气工程技术还对电网的双向能量流动起到支撑作用,同时也助力分布式电源顺利接入,进而让输电系统拥有自感知、自诊断以及自恢复这样的能力,使得供电的可靠性以及能源的利用效率都得到了大幅度的提升。

1.2 电工电子技术

1.2.1 配电环节应用

在配电这一环节当中,电工电子技术的应用情况可以说是保障电能得以高效地进行传输、较为稳定地予以供给以及实现智能管理的一个极为关键的环节所在。现代的配电系统已然不再是停留在传统意义上的人工控制阶段了,而是逐步朝着自动化以及智能化这样的方向去发展演变。电工电子技术在整个这个过程当中占据着极为重要的地位,发挥着核心的作用。借助于运用像可编程逻辑控制器也就是PLC、变频器、各类传感器、智能断路器以及监控终端等一系列的电子装置,配电系统便可以达成对于电压、电流、功率因数还有负荷变化等方面情况的实时检测,并且能够实施动态的调节操作。如此一来,便可以让供电的可靠性得到提升,同时也能让能源的利用效率获得提高^[2]。尤其是在处于智能电网这样的环境之下,电工电子技术使得配电网拥有了自适应控制的能力以及信息互通的能力,进而可以根据负荷出现的波动情况自动地对配电路径做出优化调整,以此来减少能量的损耗。除此之外,凭借着依托于物联网以及通信技术所构建起来的配电自动化系统,还能够实现远程的监控以及故障的诊断功能,进而能够十分有效地提升运维工作的效率以及安全方面的水平。

1.2.2 变频调速技术

变频调速技术属于电工电子技术在电机控制方面的关键应用范畴,其核心原理在于凭借调整电动机供电电源的频率以及电压这两方面,达成对电机转速的无级调节效果,进而实现节能降耗以及精确控制的相关目标。此项技术在工业生产、建筑设备、输配电系统还有节能改造等诸多领域都有着广泛的应用。借助变频器来进行控制操作时,能够依据负载的具体需求来对电机的运行状态展开动态调节,如此一来便可以避免因电机长期处于满负荷运行状态而产生的能源浪费以及设备磨损情况,与此还能够实现诸如软启动、软制动等一系列功能,以此降低冲击电流给电网以及设备所带来的影响。现代的变频调速技术把微电子技术、控制理论以及计算机技术的发展成果融合到了一起,拥有着高精度控制的能力、快速响应的特点以及良好的稳定性,尤其适合在风机、水泵、压缩机、空调系统等这类需要变速运行的场合当中加以运用。随着智能控制以及网络通信技术逐步融入其中,变频调速系统已然能够实现远程监控以及故障诊断的功能,这无疑使得其运行的可

靠性以及智能化水平都得到了很大程度的提升。

1.2.3 静止励磁技术

静止励磁技术算得上是现代电工电子技术于发电机励磁系统当中的关键应用表现形式,它的突出特点在于运用晶闸管(或者 IGBT 这类电力电子器件)来取代传统的旋转励磁机,进而达成对发电机励磁电流实施快速、精确且可调控的调节效果。和传统的旋转励磁办法相比而言,静止励磁系统的构造更为紧凑一些,其响应的速度也更快,另外可靠性方面也更高。这项技术是由整流桥、电压调节器以及控制系统等诸多部分组合而成的,它能够依据电网实际运行的具体状态以及发电机输出的相关特性,自动地去对励磁电流做出调节,以此来保证发电机端电压以及无功功率处于稳定的状态,进而促使电力系统的动态稳定性得以提升,同时抗扰的能力也会有所增强^[3]。特别是在大型火电、水电还有新能源发电系统之中,静止励磁技术能够在出现故障的时候实现快速的励磁响应,从而有效防止系统出现失步或者是崩溃的情况。随着智能控制以及数字化技术的逐步引入,现代的静止励磁系统已然具备了在线监测、远程控制以及自诊断等功能,这使得运行的安全性得到了大幅度的提升,维护的效率也有了相应的提高。

1.2.4 输电安全保护技术

在电力系统运行的整个过程中,输电安全保护技术的应用至关重要,其属于是输电环节的重要技术之一,对于整个系统的稳定运行以及供电质量的提高具有重要影响。电工电子技术属于先进技术,该技术的不断发展,使其在电气工程中的应用可以有效降低能源消耗量,提高电力系统的运行效率。与此同时,电气工程建设过程中,输电安全保护技术可以提高长距离直流电的传输效率,即便是在传输环境较为复杂的情况下,传输规模越大或环境越复杂等,越有助于输电安全保护技术应用价值的充分展示,该技术既可以确保电力输送的稳定性,又可以有效防止无功消耗问题的出现。如若是在高压直流的输电环节,针对于输电设备电能转化的优化问题,常用的元器件主要包括变换器、晶闸管以及交流阀等。

3 提升电气工程技术与电工电子技术应用水平的策略

3.1 重视专业人才培养

对电气工程技术与电工电子技术应用水平予以提升而言,重视专业人才的培养实则是一项基础性的策略举措。就当下情况而言,电力系统、自动化控制还有智能制造等诸多领域都在呈现出快速发展的态势,在这样的背景之下,对于那些素质较高的复合型技术人才,其需求量是在不断地增长的。高校以及职业院校需要依据产业发展的具体趋势状况,去对自身的课程体系做出相应的优化调整,

从而强化学生针对电气控制、电力电子、自动化检测以及智能系统集成等一系列核心技术所具备的理解能力以及应用操作能力^[4]。与此还得进一步强化校企之间的合作关系以及实践教学环节,着手建立起实训基地,并且构建起项目化的教学模式,以此来促使学生能够在真实的工程环境当中切实提升自身的问题分析能力以及解决实际问题的能力。对于那些在职的工程技术人员来讲,企业同样应当借助继续教育以及技能培训等相关途径,助力他们能够掌握新型的电工电子设备、智能控制系统以及数字化运维技术等方面的知识,进而确保他们在知识层面和技术层面都能够始终处于较为前沿的状态。

3.2 健全管控体系

健全的管控体系对于提升电气工程技术与电工电子技术的应用水平而言,是极为重要的保障。随着电力系统规模变得越来越大,技术也愈发复杂起来,单纯依靠某一种单一的技术手段,已经没有办法全方位地保障系统的安全以及高效运行了,所以必须要去构建一套科学的、系统的并且具备信息化特点的管理与控制机制。在开展管控体系建设工作的时候,应当把标准化、信息化以及智能化作为核心的方向来把握,要建立起从设计阶段开始,一直到施工、运行乃至维护这样一个全过程的管理体系,要把各个环节当中各自的责任以及质量控制的标准都给明确清楚。与此还要借助智能监控、数据分析以及远程控制等一系列的技术手段,达成对电气设备运行的实际状态、能耗的具体水平还有安全隐患的实时监测与动态管理的目标,以此来提升在事故预防方面的能力以及应急响应的效率。

3.3 推进智能化与信息化融合

推进智能化与信息化相融合,乃是提升电气工程技术与电工电子技术应用水准的重要方向所在。人工智能、大数据、物联网还有云计算等新一代信息技术发展十分迅速,电气工程领域正逐步朝着数字化、网络化以及智能化转变。借助智能化与信息化的深度融合,能够达成对电气系统的实时监测、数据分析、故障预测以及优化控制,从而让系统运行的安全性、可靠性以及经济性得以大幅度提升。就好比在配电以及输电环节当中运用智能传感以及远程监控技术,可实现设备运行状态的在线诊断以及自动调节。在建筑电气系统里把 BIM 和物联网技术相结合,可实现能耗的动态优化以及自动化管理。

4 结语

对电气工程技术与电工电子技术应用展开系统研究后可发现,这两类技术于现代工业、交通运输、智能建筑还有电力系统等诸多领域均发挥着无可取代的支撑作用。本文针对电气工程技术在铁路工程、智能建筑以及智能输电网络当中的应用情况加以分析,同时也考察了电工

电子技术在配电环节、变频调速环节、静止励磁环节以及输电安全保护环节的实际应用价值,并且深入探讨了提升其应用水平的相关策略,像是专业人才的培养事宜、管控体系的建设工作以及智能化与信息化的融合方面。综合来讲,科学且合理地去应用与发展电气工程技术与电工电子技术,不但可以提升系统的运行效率,而且能够确保运行的安全性,而且还能够促使能源利用得以优化以及实现智能化管理,进而为行业的高质量发展给予稳固有力的支撑。未来,应继续加强技术创新、完善管理机制并深化智能化应用,以实现电气工程与电工电子技术的可持续、绿色和高效发展。

[参考文献]

- [1] 郦悦月. 电力电子技术在电气工程中的应用[J]. 电子技术, 2023, 52(11): 416-417.
- [2] 侯宁. 电气工程技术与电工电子技术应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(18): 58-60.
- [3] 韩迎朝. 电气工程技术与电工电子技术应用研究[J]. 科技创新与应用, 2021(3): 148-150.
- [4] 冯婉研. 电力电子技术在电气工程中的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2018(11): 242.

作者简介: 王晓荣(1969.1—), 江西高安人, 高级工程师, 主要从事工业自动化控制、工业供配电设计工作。

PLC 的技术在电气工程及其自动化控制系统中的应用

邵吉

国家电投集团山西新能源有限公司, 山西 太原 030000

[摘要]文中主要探讨可编程逻辑控制器(PLC)技术于电气工程以及自动化控制系统当中的具体应用情况。论文首先对 PLC 的基本构造、工作原理以及技术特性展开分析,随后论述了其在电气控制系统里的一些关键应用范畴,像开关量逻辑控制、过程控制还有运动控制等。接着又阐述了 PLC 自动化控制系统的设计实现相关方法,这里面包含了硬件选型、程序设计、人机界面以及系统调试等方面的内容。最后还提出了针对 PLC 技术应用的优化策略,比如系统抗干扰方面的举措、通信网络集成的做法、可重构性设计的方式以及与先进信息技术相融合的相关事宜。

[关键词]电气工程;自动化控制;系统设计;工业控制

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18382 中图分类号: TM76 文献标识码: A

Application of PLC Technology in Electrical Engineering and Its Automation Control System

SHAO Ji

SPIC Shanxi New Energy Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030000, China

Abstract: This article mainly discusses the specific application of programmable logic controller (PLC) technology in electrical engineering and automation control systems. The paper first analyzes the basic structure, working principle, and technical characteristics of PLC, and then discusses some key application areas in electrical control systems, such as switch logic control, process control, and motion control. Then, the design and implementation methods of PLC automation control system were elaborated, including hardware selection, program design, human-machine interface, and system debugging. Finally, optimization strategies for the application of PLC technology were proposed, such as measures for system anti-interference, practices for communication network integration, methods for reconfigurable design, and related matters for integration with advanced information technology.

Keywords: electrical engineering; automated control; system design; industrial control

在当前电气行业中, PLC 技术已成为自动化管理的核心部分,逐步取代了手动操作和定时控制等传统低效方法。这一变化使电气设备的运行效率得到提升,故障发生率下降,同时也提高了工程项目的整体经济效益。因此,加强对 PLC 技术的研究,并将其有效整合到电气工程中,是确保控制性能稳定、推动行业持续发展的关键步骤。

1 PLC 技术概述

1.1 PLC 的基本结构与工作原理

可编程逻辑控制器的典型构造主要涵盖中央处理器(CPU)、存储器、输入/输出接口、电源模块以及通信模块等诸多部分。PLC 运用的是循环扫描这种工作模式,该过程大致涉及输入采样、程序执行还有输出刷新这三个环节。在输入采样的阶段当中, PLC 会去读取所有输入端口的状态并且把这些状态存放到输入映像寄存器里;随后到了程序执行阶段, CPU 会依照用户所编写的控制程序来开展逻辑运算,并且把运算得出的中间结果存入到元件映像寄存器中;最后在输出刷新阶段,会把输出映像寄存器的状态传送到实际的输出端口,以此来控制外部设备做出相应动作。PLC 遵循的是存储程序逻辑运算控制这一工作原理,其运用模块化结构来达成逻辑控

制以及顺序操作方面的实现目的,而且还能借助工业网络和上位机展开数据交互活动。这样的结构设计赋予了 PLC 能够灵活契合多种工业环境的能力,与此还维持着相当不错的可靠性以及稳定性水平^[1]。在实际的应用场景当中, PLC 会凭借梯形图编程语言来开展程序编写相关工作,而这种呈图形化的编程途径切实有效地减轻了工程技术人员在学习方面的诸多困难,进而促使编程效率得以提升。

1.2 PLC 的技术特点与性能指标

PLC 拥有一些十分突出的技术特点,而正是这些特点促使它在工业自动化这个领域获得了极为广泛的运用。PLC 有着相当高的可靠性,原因在于它是专门针对工业环境来进行设计的,所以即使处在条件颇为恶劣的情况下,依旧能够稳稳当地开展工作。PLC 同时还具备颇为强大的抗干扰能力,在电磁干扰程度比较高的工业现场,它也能够正常地运行起来。PLC 的灵活性是很强的,用户完全可以通过对程序加以修改的方式去改变控制逻辑,而且不需要再去重新接线,如此一来便使得系统的适应性得到了大幅度的提升。就性能指标而言,现代 PLC 已然达到了相当高的性能水准,在实时响应能力这其控制周期能

够缩短到 $10\mu\text{s}$ 级别,并且还能够支持每秒高达 1000 点的数据采集频率。从环境适应性的角度来讲,现代 PLC 能够承受的工作温度范围是从零下 25°C 一直到 70°C ,并且它的防护等级最高能够达到 IP67 这个级别。正是这些出色的技术特点以及性能指标,让 PLC 具备了能够胜任各种复杂控制任务的能力。

2 PLC 在电气控制系统中的关键应用领域

2.1 开关量逻辑控制与继电替代

开关量逻辑控制属于 PLC 最为基础且应用范围极为广泛的领域,在传统电气控制系统里,人们会借助诸多继电器、接触器以及时间继电器这类元件来构建出复杂的控制电路,而 PLC 问世之后,便彻底扭转了这种局面,它是凭借软件编程的方式取代了硬接线逻辑,如此一来便极大地简化了控制系统所具有的结构。在当代的工业生产领域当中,PLC 已然广泛地取代了传统的继电器控制系统。PLC 能够实现如此广泛的替代,一方面是因为其控制方式更为灵活且更为可靠,另一方面则是因为 PLC 系统自身有着不错的可扩展性以及较好的维护性。借助 PLC 来开展开关量逻辑控制相关工作,工程师便能够较为轻松地达成复杂的连锁保护功能以及顺序控制功能的实现。

2.2 过程控制与 PID 调节

过程控制属于 PLC 在电气工程方面的又一个重要应用范畴。在此过程当中,PLC 主要被用于对那些持续发生变化的模拟量加以控制,像温度、压力、流量以及液位等等这类参数均包含在内。PLC 会凭借模拟量输入模块来采集现场所处的传感器信号,而后经过其内部的一系列运算处理操作之后,再借助模拟量输出模块对执行机构实施控制。PID 调节算法在过程控制领域属于最为常用的一种控制算法,而 PLC 能够较为出色地达成这一功能的实现。借助其内部所预设的 PID 控制指令,PLC 能够便捷地搭建起闭环控制系统。就好比在液位控制系统的相关应用当中,研究人员把模糊逻辑算法和 PLC S7-1200 结合起来运用,由此所实现的性能相较于传统的 PID 控制器而言,是有明显提升的。

2.3 运动控制与定位技术

运动控制属于 PLC 技术发展的重要方向之一,其主要与对伺服电机、步进电机等执行机构的精准控制相关联。现代 PLC 已然整合了颇为强大的运动控制功能,可达成多轴协同运动、插补运算以及精准定位等一系列复杂的控制任务。精确定位技术在运动控制领域占据着极为关键的地位,而 PLC 在这一方面有着颇为出色的发挥^[2]。借助高速计数模块以及定位模块这两者,PLC 能够达成微米级别的定位精度。就好比在斗轮堆取料机自动控制系统当中,运用 PLC 便成功实现了诸如行走定位、回转取料还

有俯仰调姿等一系列复杂动作的精准控制。

3 PLC 自动化控制系统的设计与实现

3.1 控制系统硬件选型与配置

PLC 自动化控制系统在设计之时,首要任务便是要开展合理的硬件选型以及相应的配置工作。此过程得依据控制对象具体的工艺方面的要求、控制所涉及的规模还有性能指标等诸多因素来综合地加以考量。硬件选型主要涵盖 PLC 型号方面的选择、I/O 模块的配置情况、通信模块的选型事宜以及电源模块的选择等内容。在实际的工程项目当中,工程师务必要充分地去考量系统所具备的可靠性以及经济性这两方面的情况,从而挑选出最为契合的硬件配置方案。通常情况下,一个典型的 PLC 控制系统其硬件配置涵盖诸多部分,像 CPU 模块、数字量输入输出模块、模拟量输入输出模块、特殊功能模块以及通信模块等等。就好比在隧道监控系统当中,所采用的是台达 AH500 冗余 PLC,此款 PLC 运用的是完整的冗余架构,具体来讲就是双 CPU、双主背板、双电源以及双通讯这样的设置。如此一来,当主控制器出现失效情况的时候,能够于 20ms 之内达成无缝切换的效果,进而切实保障监控不会出现中断的现象。这样的一种冗余设计,着实是让系统的可靠性以及可用性都得到了很大程度的提升,尤其适合应用于那些对连续性有着较高要求的控制相关场合。

3.2 控制程序设计与编程规范

控制程序设在 PLC 系统开发里属于极为关键的环节,其会直接影响到系统的功能以及性能表现。现代 PLC 能够支持多种多样的编程语言,像梯形图、指令表、结构化文本还有功能块图等等都包含在内。其中,梯形图是最常被使用的编程语言,它有着直观且容易理解的特点,尤其契合逻辑控制程序的编写需求。而良好的编程规范对于确保程序的质量以及可维护性而言是相当重要的,这里面涉及到了诸如合理的程序结构、清晰明确的注释以及统一规范的命名规则等诸多方面。

在程序设计进程里,工程师需遵从模块化设计准则,把复杂的控制任务拆解成若干个相对独立的子任务,接着分别为其编写对应的程序模块。这样的设计方式不但提升了程序的可读性以及可维护性,而且还利于多人一同开展协作开发工作。在程序设计之时,还得充分考量异常状况的处置事宜,务必要让系统在出现故障之际能够实现安全停机或者顺利转入安全状态。

3.3 人机界面与监控系统设计

人机界面(HMI)充当着操作人员与 PLC 控制系统相互间交互的纽带,其对系统的易用性以及操作效率会产生直接影响。一款设计优良的人机界面,理应可直观且清晰地呈现出设备的状态以及作业的进度,同时还能给出便捷的操作方式,并且能及时给出报警信息。在现代 HMI

当中,一般会采用触摸屏技术,这种技术能够支持多种多样的图形元素以及动画效果,进而可以较为生动地将生产过程展示出来。监控系统的设计在 PLC 控制系统当中属于极为重要的一部分,其主要承担着实时对生产过程当中的数据加以采集的任务,同时还能完成历史数据的存储工作以及开展趋势分析方面的相关事宜,并且还能够给出报警管理方面的相应功能。数据采集与监控系统(SCADA)把 OPC 通信协议以及 SQL 数据库进行了集成处理,由此便拥有了远程设备监控的功能、报警管理的功能以及能源分析的功能。这样的一种系统完全能够给生产管理给予较为完备的数据方面的支撑,从而助力管理人员可以及时地察觉到生产过程当中所出现的各种问题并且加以妥善解决。

3.4 系统调试与可靠性保障

系统调试在 PLC 控制系统的开发进程中属于极为关键的阶段,其情况好坏直接影响着该系统能不能够正常地开展运行工作。就调试的具体过程而言,其主要涵盖了硬件调试、软件调试以及系统联调这三个不同的步骤。其中,硬件调试侧重于去检查各个模块的安装是不是处于正确的状态、相关接线是否足够牢固可靠、电源方面是否能够正常运作等等一系列情况;而软件调试则是要着重对程序的逻辑是否正确无误、各项参数的设置是否较为合理等内容加以验证确认;至于系统联调环节,则是要在实际的生产环境之下针对整个系统的功能以及性能展开相应的测试操作。可靠性保障在 PLC 系统设计当中属于必须充分考量的关键要素^[3]。若想提升系统的可靠性,工程师可施行诸多举措,像挑选质量上乘的硬件设备、构思合理的冗余架构、落实严谨的电磁兼容设计以及构建完备的维护机制等等。就好比在工业自动化控制领域里,运用双 CPU 热备方式并结合环网拓扑结构,那么系统的可用性便能够达到 99.999% 这般程度。如此这般具备高可靠性的设计,能够保证系统可长时间稳固地运行下去,从而契合现代工业生产对于连续性所提出的极高要求。

4 PLC 技术应用的优化策略

4.1 系统抗干扰与维护策略

在工业现场当中存在着各式各样的电磁干扰,而这些干扰极有可能对 PLC 系统的正常运转产生影响。为了让系统的抗干扰能力得以提升,工程师便需采取一连串的举措。这些举措涵盖了合理地去布布线工作、选用屏蔽电缆、确保接地操作正确无误、安装滤波器以及设置软件滤波等方面。维护策略对于保障 PLC 系统可长期稳定地运行而言,同样有着不容忽视的重要意义。优秀的维护策略涵盖了定期开展检查工作、实施预防性的维护举措以及能够实现故障快速诊断等诸多方面。现代的 PLC 系统一般都拥有较为完备的自我诊断功能,其能够对各模块的工作状态予以实时的监测,从而能够在第一时间及时察觉到故障的

存在,并且还会将相关情况予以报告。

4.2 通信网络集成与数据交互

现代工业生产愈发着重于设备之间的互联互通,PLC 系统所具备的通信网络集成能力便显得格外关键起来。现代 PLC 能够支持多种多样的工业通信协议,像 Profinet、EtherCAT、Modbus 这类协议都在其支持范围之内,进而可以较为便捷地与其他各类设备展开数据交换方面的操作。数据交互乃是达成系统集成的关键基础所在,而 PLC 于这方面所具备的能力一直在持续不断地增强发展着。现代的 PLC 不再仅仅只是能够与现场设备展开数据方面的交换操作了,它甚至还能够和上层的管理系统极为顺畅地完成集成事宜。借助像 OPCUA 这类标准化的接口,PLC 便能够较为轻松便捷地把生产过程当中的相关数据传输交付至制造执行系统也就是 MES 以及企业资源计划系统即 ERP 之中去。

4.3 面向柔性制造的可重构性设计

市场竞争日益激烈,客户需求也变得多样起来,在这样的情况之下,柔性制造已然成为现代工业发展进程当中极为重要的一种趋势。针对柔性制造而开展的可重构性设计,能够让 PLC 系统可以迅速地去适应产品方面的变化以及生产环节的调整。而这种设计重点就表现在硬件模块化以及软件参数化这两个不同的方面。可重构性设计在实际运用当中展现出了较为突出的优势。就好比在散料储运系统里面,PLC 控制系统是能够给予支持的,其能助力实现多煤种的分区堆放以及精准配比,进而满足精细化储运以及掺烧工艺方面的要求。而这种所具备的灵活性,也让同一套设备得以去处理不一样的产品以及工艺。

4.4 与先进信息技术的融合应用

PLC 技术正和多种先进信息技术紧密融合,此融合大大拓宽了 PLC 的应用范畴以及能力界限,尤其与物联网技术相融的情况格外引人关注,把 PLC 系统同物联网技术相结合,能够达成设备的远程监控以及智能维护效果。人工智能技术给 PLC 的发展创造了新的机会。把模糊逻辑、神经网络这类人工智能算法融入到 PLC 当中,能够达成更为智能化的那种控制效果。而且,云计算以及大数据技术同样可以和 PLC 系统相互融合起来,从而针对海量的生产数据展开深度剖析并加以优化处理。

5 结束语

PLC 技术属于电气工程及其自动化控制系统里的核心技术范畴,其已然发展成了现代工业自动化当中不可或缺的一个构成部分。从较为简单的逻辑控制开始,一直到复杂的运动控制以及过程优化为止,PLC 的应用范围一直在不断地拓展开来,与之相应的技术水平也在持续地提升着。伴随着工业生产朝着智能化、网络化以及绿色化的方向去发展,PLC 技术当下正面临着全新的机遇以及挑

战。在未来, PLC 技术会进一步同物联网、人工智能、大数据等一系列先进技术相互融合起来, 朝着更为开放、更加智能且更为集成的这样一个方向去发展。面对着新的发展机遇, 本文应该进一步强化针对 PLC 技术的研究工作以及实际应用情况, 以此来推动电气工程及其自动化控制系统朝着更高的水准不断发展前行。

[参考文献]

[1]朱培龙.自动化系统中的智能技术应用[J].电子技术,

2025,54(7):198-199.

[2]陈显灵.PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用[J].中国设备工程,2025(9):223-225.

[3]周志坤.智能化技术在电气工程自动化控制系统中的应用分析[J].仪器仪表用户,2025,32(1):87-89.

作者简介:邵吉(1987.10—),毕业院校:山西大学,所学专业:电气工程及其自动化,当前就职单位:国家电投集团山西新能源有限公司。

现代测绘技术在国土调查中的应用与挑战

吴振康

江西青桔信息科技有限公司, 江西 赣州 341000

[摘要] 国土调查属于我国国土管理的关键部分, 借助对国土利用现状展开动态监测、评估以及规划等工作, 能为国家发展战略给予关键的数据支撑。伴随城市化进程不断加快以及经济快速向前发展, 国土利用变化变得日益频繁起来, 这便对资源开发、保护以及管理提出了更高的要求, 国土调查所具有的重要性也越发凸显出来。现代调查技术在实际应用当中, 特别是 3S 技术(遥感、地理信息系统以及全球定位系统)还有无人机倾斜摄影测量技术, 使得数据采集的效率与精度都得到了大幅度的提升。不过, 在实际的应用情况之中, 依旧面临着数据获取存在不完整的情况、图像解译精度受到限制以及测量精度难以验证等诸多问题。所以, 就需要进一步完善遥感数据获取与处理方面的技术, 加强对图像解译方法以及算法的研究, 并且要结合地面调查以及实地验证相关工作, 以此来提升国土调查的科学性与可靠性。

[关键词] 现代测绘技术; 国土调查; 技术应用; 挑战

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18393

中图分类号: P204

文献标识码: A

Application and Challenges of Modern Surveying and Mapping Technology in Land Survey

WU Zhenkang

Jiangxi Qingju Information Technology Co., Ltd., Ganzhou, Jiangxi, 341000, China

Abstract: Land survey is a key part of Chinese land management. By conducting dynamic monitoring, evaluation, and planning of land use status, it can provide critical data support for national development strategies. With the continuous acceleration of urbanization and rapid economic development, changes in land use have become increasingly frequent, which puts higher demands on resource development, protection, and management. The importance of land surveys has also become increasingly prominent. In practical applications, modern survey techniques, especially 3S technology (remote sensing, geographic information systems, and global positioning systems) and unmanned aerial vehicle oblique photogrammetry technology, have greatly improved the efficiency and accuracy of data collection. However, in practical applications, there are still many problems such as incomplete data acquisition, limited image interpretation accuracy, and difficulty in verifying measurement accuracy. Therefore, it is necessary to further improve the technology of remote sensing data acquisition and processing, strengthen research on image interpretation methods and algorithms, and combine ground surveys and field verification to enhance the scientificity and reliability of land surveys.

Keywords: modern surveying and mapping technology; land survey; technology application; challenge

引言

随着社会经济的快速发展以及城市化进程不断加快, 国土资源管理、土地规划、环境保护还有基础设施建设等方面对于空间信息的需求也在持续增长, 国土调查所具有的重要性愈发突出起来。现代测绘技术的发展给国土调查给予了强有力的支撑, 借助遥感、全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)以及无人机倾斜摄影测量等手段, 可达成对大面积地表展开快速且精确的测量以及数据采集的目的。这些技术不但能高效地获取空间信息, 而且还能针对土地利用情况、地形地貌状况、资源分布情形以及环境变化态势展开动态监测, 进而为科学决策以及规划管理工作提供较为可靠的数据依据。不过在实际的应用过程当中, 现代测绘技术依旧面临着数据获取不够完整、图像解译的精度受到限制、测量精度难以进行有效验证以及专业技术人才存在短缺等诸多挑战, 这些挑战对国土调查的科学性以及有效性产生了影响。所以深入去剖析现代测绘

技术在国土调查中的应用现状、存在的各类问题以及改进发展的策略, 对于提高国土调查的精度、优化资源管理以及推进信息化国土管理而言有着十分重要的意义。本文会全面且细致地分析现代测绘技术在国土调查当中的具体应用情况, 对其在实际操作里所面临的各项技术以及管理方面的挑战予以评估, 并给出具有针对性的优化建议, 从而为国土调查朝着科学化、精细化以及智能化的方向发展提供一定的参考。

1 调查技术的应用

1.1 遥感技术

遥感技术于国土调查而言, 有着颇为重要的应用价值。其借助卫星、航空器或者无人机这类载体, 去获取地表以及地物的影像方面的信息, 进而达成对那些范围较为广阔且难以靠近区域展开快速观测与监测的目的。遥感技术能够给出多时相以及多光谱的地表数据, 这有助于对土地利用方面所发生的变化、地形地貌呈现出的各类特征还有资

源分布的具体情形加以分析,由此为国土调查给予直观且较为完备的基础数据。凭借高分辨率影像,是能够识别出土地覆盖的具体类型、城市出现的扩展状况、农田的分布情况以及生态环境产生的变化的。与此再结合图像处理以及空间分析技术一道来开展工作,那么便能够实施精确的面积测算操作、完成地物分类任务以及开展变化检测相关事宜。

1.2 地理信息系统

地理信息系统(GIS)在国土调查方面占据着极为关键的地位。它借助对空间数据展开采集、存储、管理、分析以及可视化处理等一系列操作,达成对地理信息的系统化管理目标,并且推动其得到科学的应用。在国土调查的具体进程中,GIS一方面能够把遥感影像、测绘数据以及地面调查信息加以整合,另一方面还能够针对土地利用情况、资源分布状况、环境变化态势以及人口分布情形等多源数据实施空间分析以及动态监测,进而为土地规划工作、资源管理工作以及政策决策事宜给出科学层面的依据^[1]。借助GIS技术,能够对调查数据开展数字化建模操作、空间叠加分析以及统计计算等工作,从而迅速生成专题地图与分析报告,助力管理部门较为直观地掌握国土资源的实际状况及其所呈现出的变化趋势。与此GIS自身拥有十分强大的空间查询能力以及模拟预测能力,能够针对土地开发事宜、生态保护事项以及城市扩展情况等展开科学的规划工作以及预测评估活动。

1.3 全球定位系统

全球定位系统(GPS)在国土调查里有着颇为重要的应用价值,其借助卫星信号达成对地面目标的高精度定位、测量以及导航,从而给国土调查给予了稳固可靠的空间位置根基。凭借GPS技术,能够针对土地界限、地形地貌、基础设施还有资源分布等方面展开精准测量,进而实现地理信息的准确无误的定位以及空间数据的高效能采集。在国土调查的进程当中,GPS不但可提升测量的效率,而且能降低人工测量所产生的误差,而且还能够同遥感影像、GIS系统等技术相互融合,达成数据的空间关联性以及综合性的分析。

1.4 无人机倾斜摄影测量技术

无人机倾斜摄影测量技术在国土调查方面有着明显的优势。该技术借助搭载着高分辨率相机的无人机,从不同角度针对地面目标展开倾斜拍摄,以此获取大量丰富的三维影像数据,进而达成对地形地物更为细致精准的测绘效果。与传统的航空摄影相比,无人机倾斜摄影能够于较低的高度以及较为灵活的航线之下完成数据的采集工作,其特别适合应用于复杂地形、城市建筑密集的区域以及那些地处偏远且难以靠近的地方。凭借通过倾斜摄影所获取到的多角度影像,可以运用计算机视觉以及三维重建等相关技术来生成精度颇高的数字表面模型(DSM)、数字正

射影像图(DOM)以及三维实景模型,进而为土地利用分析、城市规划、基础设施建设以及环境监测等工作给予直观且准确的空间方面的信息支持。

2 现代调查技术在国土调查中的问题

2.1 数据获取问题

在开展国土调查工作的时候,数据获取方面的问题算是现代调查技术应用里较为突出且普遍存在的一个挑战。虽说遥感、GPS以及无人机倾斜摄影等技术能够提供颇为丰富的数据来源,可在实际的操作环节当中,数据的完整性、时效性还有可获取性依旧会碰到不少的困难。就好比卫星遥感会受到云层覆盖、光照条件以及成像周期等因素的限制,这就有可能导致数据出现缺失或者产生延迟的情况;无人机测绘在面对复杂地形或者是人口密集的地区时,存在着飞行受到限制、存在安全风险以及受到法律法规约束等问题,进而对数据采集的效率产生了影响。与此在部分地区的基础测绘数据更新往往不够及时,又或者这些数据分散在不同的部门之中,如此一来便造成了数据整合的难度加大,数据的可用性也变得较低^[2]。除此之外,不同数据来源其格式、精度以及分辨率都存在着差异,这也就使得数据的标准化处理以及统一应用面临着不小的挑战。

2.2 图像解译问题

在国土调查领域当中,图像解译问题算得上是现代调查技术在应用过程当中普遍存在着的一项挑战。虽说像遥感影像还有无人机倾斜摄影这类技术能够给予高分辨率以及多光谱方面的数据,可在实际开展分析工作的进程里,图像解译所呈现出的准确性以及可靠性依旧会受到诸多因素的干扰。地物自身的特征是比较复杂的,并且还呈现出多样化的态势,不同种类的土地覆盖或者建筑物在影像上面很可能会呈现出相近似的光谱特征,如此一来便加大了分类以及识别工作的难度。影像会受到光照情况、季节变化、气象条件以及拍摄角度等多种因素的影响,很容易会出现诸如阴影、反射或者是畸变等现象,进而对解译结果的精度产生影响。

2.3 精度验证问题

在国土调查过程中,精度验证是十分重要的一步。然而,由于RS技术获取的影像数据在不同地区、不同时间拍摄的差异,以及遥感数据处理过程中的误差等原因,导致精度验证存在一定的问题。尽管可以通过现场调查等方式进行精度验证,但其过程烦琐、时间成本较高,并且难以保证绝对的准确性。

3 改进和发展建议

3.1 完善遥感数据获取与处理技术

完善遥感数据获取与处理技术对于提升国土调查的精度以及效率而言,是一项极为关键的举措。其关键之处就在于要对数据获取手段加以优化,不断提升数据处理的能力,并且进一步增强信息提取的精度,进而能够全面且

准确地掌握地表以及资源的实际状况。应当采取将多源遥感数据相互结合起来的方式,这里面既包含卫星遥感,也有航空遥感,还有无人机影像。借助于不同分辨率以及不同光谱波段的数据所具有的互补特性,以此来提升数据的覆盖范围,同时提高其在空间以及时间方面的精度。在数据分析这个环节当中,可以联合运用机器学习、深度学习等一系列智能算法,针对土地开展覆盖分类相关工作,实施变化检测以及进行特征识别,进而有效提升解译的精度以及效率。除此之外,还需要建立起较为完善的关于数据管理与共享的相关机制,达成对多源、多时相遥感数据的统一存储,实现标准化的处理方式,保证能够高效地进行调用,从而充分满足国土调查工作当中对于数据时效性、完整性以及准确性方面的需求。

3.2 加强遥感图像的解译方法和算法研究

加强遥感图像解译方法与算法方面的研究,这可是提升国土调查数据精度以及应用价值的关键环节。其关键之处就在于借助技术创新以及方法优化,让影像信息的自动化识别、分类还有分析能力得以提升。随着遥感数据分辨率持续提升,数据量也快速增多,传统的人工解译方法效率不高不说,还容易受主观因素干扰,使得解译结果的准确性与一致性都难以得到保障。所以得引入先进的算法研究,比如机器学习、深度学习以及图像处理技术等,利用这些来对遥感影像展开自动分类、变化检测以及特征提取,达成对复杂地物类型精准识别的目的^[3]。并且要依据不同区域以及不同地物特征去开发针对性算法,增强对混合像元、遮挡区域以及光照变化的处理能力,破解传统解译方法在复杂环境下所存在的局限性。通过构建遥感影像解译模型库以及训练数据集,能够不断对算法性能加以优化,达成高精度、智能化、批量化的图像解译效果。

3.3 结合地面调查与实地验证

结合地面调查以及实地验证,这是提高国土调查数据可靠性与精度的关键手段。其关键之处在于把现代测绘技术所获取的遥感影像、无人机影像还有 GPS 数据同实地观测结果相互对照,以此达成对空间信息的校正与优化。在实际开展国土调查的时候,仅靠遥感或者航空影像,可能会出现地物分类方面的误差、位置存在偏差亦或是信息有所缺失等情况,然而地面调查能够给出详尽的现场观测数据,像土地利用类型、地物属性、土壤以及植被状况等等,进而弥补影像数据在精细化信息方面的欠缺。借助实地验证,能够对遥感数据以及 GIS 分析结果展开精度评估并进行误差修正,保证调查结果的真实性与科学性。并且,把地面调查与实地验证融入到国土调查流程当中,还能够察觉到隐藏性的问题或者是突发的情况,给数据解译、

模型建立以及空间分析给予更为可靠的依据。

3.4 培养高素质专业技术人才

高素质专业技术人才的培养对于现代测绘技术在国土调查中的高效运用以及后续发展极为重要,其关键点在于借助系统化的教育培训以及实践活动,提升从业人员于测绘技术、数据分析、地理信息系统以及遥感影像处理等方面的专长。随着国土调查技术的持续更新换代,所涉及的范围变得越来越广,像高分辨率遥感影像的获取与处理、无人机倾斜摄影测量、三维建模、空间数据分析以及智能化解译算法等领域均包含在内,这便对专业技术人员的知识架构以及技能提出了更高的标准。构建专业培训体系以及继续教育机制,可全面传授最新的测绘理论、技术操作规定以及数据处理办法,并且凭借实地项目实践、案例剖析以及跨学科协作,增强人才的实际作战能力与整体素质^[4]。除此之外,要鼓励科研创新以及技术交流,让人才能掌握前沿技术、解决棘手难题并且推动技术创新的应用。

4 结语

现代测绘技术在国土调查方面有着极为重要的作用,其借助遥感、GIS、全球定位系统以及无人机倾斜摄影测量等一系列手段,可达成对国土资源的高效监测以及精确分析,进而为土地管理、资源规划还有环境保护给予较为可靠的数据方面的支撑。然而在实际的应用进程当中,依旧存在着数据获取不够完整、图像解译的精度有所欠缺以及测量验证存在诸多困难等诸多问题,这就需要持续不断地完善相关的技术手段,对解译算法加以优化,同时结合地面实地开展验证工作,并且还要强化对专业人才的培养事宜。凭借这些举措,现代测绘技术是能够切实提升国土调查的科学性以及准确性的,从而为资源的可持续管理以及生态文明建设筑牢坚实的技术保障,也呈现出十分广阔的发展前景以及重要的应用价值。

[参考文献]

- [1]赵欢欢,李博,韩晓飞,等.现代测绘技术在国土调查中的应用与挑战[J].科技资讯,2025,23(3):205-208.
- [2]蓝江丽.现代测绘技术在第三次全国国土调查中的应用[J].数字技术与应用,2022,40(5):53-55.
- [3]唐维峰,周耀,张静文.测绘新技术在第三次全国国土调查中的应用[J].四川建材,2021,47(11):70-71.
- [4]冯思琦.测绘新技术在第三次全国国土调查中的应用分析[J].农业与技术,2021,41(14):177-180.

作者简介:吴振康(1994.3—),毕业院校:东华理工大学,所学专业:地理信息科学,当前就职单位:江西青桔信息科技有限公司,职务:数据部内业主管,职称级别:初级。

激光雷达的测绘技术在工程测绘中的应用

刘雨川

辽宁省自然资源事务服务中心, 辽宁 沈阳 110032

[摘要]随着科学技术持续取得进展, 社会对于测绘成果所具有的精度以及效率方面的要求变得更高了。在信息化时代起到推动作用的情况之下, 激光雷达测绘技术适时产生出来了, 并且逐渐在工程建设的各个不同环节都得到了应用。此项技术可简化传统的测绘流程, 提升数据采集时的准确性以及效率, 能为工程测绘给予可靠的基础数据, 推动测绘技术不断地发展以及创新。这篇文章着重对工程测绘当中的相关问题加以分析, 深入探讨激光雷达测绘技术在实际的应用情况里所呈现出的效果与优势, 从而为工程测绘朝着科学化以及高效化的方向发展给予一定的参考。

[关键词]激光雷达测绘技术; 工程测绘; 技术应用

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18383

中图分类号: P21

文献标识码: A

Application of Lidar Surveying Technology in Engineering Surveying

LIU Yuchuan

Liaoning Natural Resources Affairs Service Center, Shenyang, Liaoning, 110032, China

Abstract: With the continuous progress of science and technology, society has higher requirements for the accuracy and efficiency of surveying and mapping results. Under the driving force of the information age, laser radar surveying technology has emerged in a timely manner and gradually been applied in various aspects of engineering construction. This technology can simplify the traditional surveying process, improve the accuracy and efficiency of data collection, provide reliable basic data for engineering surveying, and promote the continuous development and innovation of surveying technology. This article focuses on analyzing the relevant issues in engineering surveying and deeply explores the effects and advantages of laser radar surveying technology in practical applications, providing some reference for the development of engineering surveying towards scientific and efficient direction.

Keywords: lidar mapping technology; engineering surveying and mapping; technology application

引言

随着城市化不断推进, 基础设施建设规模变得越来越大, 工程项目也变得越来越复杂, 在这样的情况下, 传统的测绘方法在测量精度、效率以及适应性等方面渐渐无法满足现代工程的需求了。激光雷达 (LiDAR) 测绘技术有着高精度、高密度的特点, 而且能快速采集三维空间数据, 所以它成了工程测绘领域极为重要的技术手段。这项技术会发射激光脉冲, 同时接收反射信号, 如此一来便能在较短的时间内获取到地形地貌、建筑物、道路、桥梁、管线以及其他工程设施的详细空间信息, 进而形成高密度点云数据, 给基础测绘、精密测绘、数字城市建设以及各类工程设计和施工都提供了科学且可靠的数据支撑。和传统测量方法相比, 激光雷达不但能在复杂地形、城市密集区域或者高风险环境下高效地开展作业, 而且还能实现数据的三维建模、数字高程模型生成以及可视化分析, 从而为工程规划、施工管理以及运维都给出了精准的依据。除此之外, 激光雷达测绘技术要是和地理信息系统 (GIS)、建筑信息模型 (BIM) 以及数字孪生等现代信息化工具相结合的话, 那么就更是能够对工程全生命周期管理给予有力的支持, 提升工程测绘的科学性、智能化程度以及应用价

值。本文将会全面且细致地探讨激光雷达测绘技术在工程测绘中的应用优势、关键技术以及实际应用案例, 还会对其在应用过程中需要留意的问题展开分析, 以此为推动工程测绘技术朝着现代化、信息化以及高效化的方向发展给出理论依据以及实践方面的参考。

1 激光雷达测绘技术在工程测绘中的应用优势

激光雷达测绘技术于工程测绘而言, 有着颇为突出的优势, 其优势主要集中在高精度、高效率以及适用范围广等方面。就其一而言, 该技术借助激光扫描的方式, 能够迅速获取到地形地貌、建筑物还有工程设施的三维空间数据, 而且所获数据精度颇高, 数据密度也相当大, 相较于传统的测绘方法来讲, 它能够更为精准地将地物细节以及空间关系呈现出来。就其二来讲, 激光雷达测绘在复杂的环境下, 有着较强的适应能力, 不论是处于山区、城市人口密集的区域, 还是水域以及林区, 都能够高效地完成测量方面的任务, 进而使得工程测绘周期得以大幅缩短, 人工成本也相应降低了。就其三来说, 激光雷达技术可以实现数据的实时采集以及数字化处理, 这对于后续的三维建模、数字高程模型构建、精密测量以及工程设计等一系列应用而言, 是极为便利的, 能够促使工程规划与施工的

科学性以及可操作性都得以提升^[1]。除此之外，激光雷达测绘还具备非接触以及高速扫描这样的特点，对于施工现场所产生的影响是比较小的，可以在确保安全的情况之下开展大范围的测量工作，从而为工程测量给予高效、精确且可靠的数据方面的有力支撑。这些优势促使激光雷达测绘技术在现代工程测绘当中，已然成为了一种不可取代的先进技术手段，为工程设计、施工管理、城市规划以及基础设施建设等方面都提供了极为坚实的技术。

2 激光雷达测绘的关键技术

激光雷达测绘所涉及的关键技术包含了多个层面，像激光发射与接收这一块、定位与导航方面、数据采集与处理环节以及三维建模等方面都涵盖在内。就激光发射与接收技术而言，它属于整个流程里的核心部分，借助高频激光脉冲来对目标对象展开扫描操作，与此同时接收其反射回来的信号，进而达成对地物较为精确的测距目的，也能完成高密度点云数据的采集工作。至于高精度的定位与导航技术，它能够确保测量数据在空间上具备足够的准确性，一般会把全球导航卫星系统也就是 GNSS、惯性测量单元即 IMU 以及无人机或者移动平台相互结合起来，以此来实现对三维空间坐标进行实时的计算以及动态的校正操作。数据采集与处理技术针对所获取到的海量点云数据，会实施过滤、去噪、配准以及融合等一系列处理步骤，目的是提升数据的精度以及完整性，同时也从其中提取出关键的地物特征以及工程要素，给后续的分析工作打下可靠的根基。而三维建模技术则是要把经过处理之后的点云数据转变成可视化的三维模型，或者是数字高程模型，又或者是工程设计模型，从而实现对地形、建筑物以及基础设施做到直观的呈现效果以及精确的分析成效。这些关键技术相互之间有机地结合起来，能够让激光雷达测绘在复杂的环境状况下可以快速、高效并且精确地获取到工程所需要的各类空间信息，进而为现代工程测绘以及数字化管理给予稳固的技术方面的有力支撑。

3 工程测绘中激光雷达测绘技术的实际应用

3.1 基础测绘

在工程测绘领域当中，激光雷达技术于基础测绘这一方面展现出了颇为显著的优势，并且有着广泛的应用价值。借助高精度的激光扫描操作，其能够以较快的速度且较为全面地去获取地形地貌、建筑物以及其他各类地物的三维空间方面的数据，进而形成高密度的点云形态，从而为地形图的制作工作以及地籍测量事宜给予精确的基础数据支撑。相比于传统的测绘方法来讲，激光雷达可以在相对较短的时间内便完成对大面积区域的覆盖，如此一来便能够有效减少人工测量所涉及的工作量以及由此产生的误差，尤其适合在复杂地形、山区、林地还有城市密集区域等地方开展测绘任务^[2]。与此利用激光雷达测绘所获取到的数据可以直接应用于数字高程模型（DEM）、数字地表

模型（DSM）以及数字地形图的生成工作之中，这无疑为后续的工程设计、规划以及施工管理等相关事宜带来了诸多便利之处。

3.2 精密测绘

在工程测绘领域当中，激光雷达技术于精密测绘方面有着极为重要的作用，其能够给出高精度且高密度的三维空间数据，充分契合复杂工程针对测量精度以及细节捕捉所提出的严格要求。凭借激光扫描所获取到的点云数据，不但能够精准地将地形地貌还有建筑物的细微起伏呈现出来，而且还可以针对桥梁、隧道、厂房这类工程结构展开细致的测量工作，达成毫米级别的甚至比这更高的空间定位精度。激光雷达技术在精密测绘环节里，能够十分高效地完成传统测量手段难以触及或者存在高风险的区域相关作业，像是陡坡、深基坑又或者是危险施工区域，与此还能够降低人工操作环节以及现场测量过程中出现的误差情况。与高精度定位系统以及惯性导航技术相结合之后，所测得的数据便可以开展精确的配准操作以及三维建模工作，进而为后续的结构分析、施工监控、变形检测以及工程验收等相关事宜给予可靠的依据支撑。

3.3 数字城市建设

在数字城市建设进程里，激光雷达测绘技术占据着极为重要的位置，其为城市规划工作、基础设施管理事宜以及智慧城市的发展状况给予了高精度的数据方面的有力支撑。借助对高密度三维点云数据展开采集的操作，激光雷达可以精准地将城市建筑物、道路、桥梁、管线还有绿地等地物的空间相关信息记录下来，进而给数字城市的三维建模活动给予基础性的数据保障。和传统测绘手段相比而言，激光雷达技术能够迅速且高效地对大面积的城市区域予以覆盖，在那种高楼大厦密集出现或者道路情况颇为复杂的环境当中，依旧能够维持所获取数据的完整性以及应有的精度水准。与此所获取到的数据能够同地理信息系统（GIS）、建筑信息模型（BIM）以及数字孪生平台相互结合起来，达成城市空间信息的可视化呈现效果、动态化的管理状态以及智能化的分析能力^[3]。就好比说，凭借三维城市模型，能够开展城市规划方面的模拟操作、针对交通流量展开分析、实施灾害应急演练活动以及进行环境影响的评估工作，从而为决策者给出既直观又具备科学依据的参考内容。

3.4 地下水形水质测量

在工程测绘领域当中，激光雷达技术于地下水形态以及水质测量方面有着颇为重要的应用价值，其能够为水资源管理以及环境保护给予较为精准的数据方面的有力支撑。把激光雷达和水文遥感技术相互结合起来之后，便能够获取到关于地下水位所发生的各种变化情况、地下水具体分布状况以及水体空间形态的具备很高精度的三维数据，进而达成对地下水资源展开立体化监测的目的。与此激光雷达还能够与水质传感器以及光谱分析技术相互配

合起来,针对水体的浑浊程度、污染物的浓度情况以及水质出现的变化等各个方面实施实时的监测操作,从而为开展水环境评估工作以及污染源追踪事宜提供具有一定科学性的依据。相较于传统的钻探方式以及人工测量的方法而言,激光雷达测量有着非接触性、高效能以及覆盖范围较为广泛等诸多优势,其可以在不对地下结构造成破坏的情况下迅速地获取到大量的空间相关信息,并且还能够和地理信息系统(GIS)以及水文模型相结合,以此来实现对地下水资源进行动态化的监控、模拟分析以及预测等工作。

3.5 管道和电力系统建设

在管道以及电力系统建设进程里,激光雷达测绘技术占据着颇为关键的地位,其能够给予规划设计、施工管理以及运维环节以高精度的空间数据方面的有力支撑。借助激光雷达扫描操作,可迅速获取到管线、变电站、输电线路还有与之相关的各类配套设施的三维空间相关信息,进而形成高密度的点云数据,以此来为管道的敷设、电力线路的布设以及设备的定位给予精确的参考依据。在施工的这个阶段当中,激光雷达具备对施工区域展开实时监测的能力,能够精准识别出潜在的障碍物以及存在风险的区域,以此来保障施工过程的安全性,并且还能够凭借三维建模手段针对管道以及电力设施开展可视化的设计工作以及模拟分析,从而对施工方案以及资源配置加以优化处理^[4]。在运维管理这个层面上,激光雷达所采集的数据能够应用于定期的巡检、变形的监测以及设施健康的评估等方面,达成对管道以及电力系统实施动态管理与维护的目的,能够在第一时间发现出现的问题并据此制定出相应的维护计划。

3.6 公路工程测量

在公路工程测量方面,激光雷达测绘技术有着颇为突出的优势,其可为道路设计、施工以及养护给予高精度的数据方面的有力支撑。借助激光雷达扫描这一方式,能够较为迅速地获取到路基、路面、桥梁还有周边地形的三维空间相关信息,进而形成高密度的点云数据,以此来精准地反映出地形的起伏情况、道路的宽度、坡度以及边坡的实际状况,从而给道路设计和施工方案的优化带来可靠的依据。在施工的阶段当中,激光雷达能够针对施工现场展开实时的监测工作,能够精确地测量出路基填挖的具体数量、土方的实际数量以及边坡出现的变形情况,以此来确保施工的质量与安全,与此还能提升测量的工作效率,减少人工的操作环节以及由此产生的误差。将数字高程模型(DEM)、地理信息系统(GIS)以及三维建模技术相互结合起来,激光雷达测绘所得到的数据便能够达成道路设计的可视化呈现、施工的模拟操作以及进度的有效管理,进而为施工的过程给予科学且合理的参考依据。在公路养护与管理这块领域里,激光雷达技术能够应用于对路面平整度、裂缝以及损坏状况的定期监测方面,以此来助力养护计划的制定工作以及风险预警的开展,进而实现公路从

建设到报废整个生命周期的科学管理。

4 激光雷达测绘技术的应用注意事项

4.1 加强技术应用

在激光雷达测绘技术的应用进程里,强化技术运用乃是保障测绘精度、效率以及可靠性的关键前提。测绘人员需全面掌握激光雷达设备的操作原理、性能参数还有使用方式,要保证在不同环境状况下可恰当选取扫描模式、调节测量范围以及分辨率,进而获取质量较高的数据。接着,得依据具体工程需求妥当规划测量方案,涉及测区划分、扫描路径设计、数据采集频率以及点云密度等方面,防止出现数据冗余或者遗漏的情况,以此提高测量效率。并且,在实际运用当中要留意技术和其他测绘方法的融合情况,比如联合全球导航卫星系统(GNSS)、惯性测量单元(IMU)以及传统测量手段,达成多源数据的校准、配准以及综合分析,增强测量结果的精度与可靠性。还应当强化测绘数据的处理与分析能力,借助专业软件针对点云数据展开去噪、滤波、分类以及三维建模等一系列操作,保证数据能够用于工程设计、施工管理以及决策支持相关事宜。

4.2 注重测绘设备的检修与维护

在应用激光雷达测绘技术之前,必须保证测绘设备等基础设施完善。当测绘设备出现不良问题时,则会对激光雷达测绘技术的应用效果产生影响,降低施工效率。激光雷达测绘技术的应用,必须定期检修、维护测绘设备,制定详细的设备保养方案,确保测绘设备始终处于良好运行状态,降低设备对测绘工作的影响。

5 结语

激光雷达测绘技术于工程测绘领域有着极为重要的作用,其能够高效且精准地获取地形以及工程设施的三维空间数据,以此提升测绘工作的效率与精度。此技术即便处于复杂的环境状况下依旧适用,并且还能够同GIS、BIM等信息化工具相互融合,达成工程设计、施工以及管理方面的可视化与智能化效果。伴随技术的持续发展以及应用范围的不断推广,激光雷达测绘必定会为工程建设给予更为高效且可靠的技术支撑。

[参考文献]

- [1]齐洋,李养龙.激光雷达测绘技术在工程测绘中的应用[J].科技视界,2025,15(20):79-81.
- [2]赵丙坤.激光雷达测绘技术在工程测绘中的应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024(24):157-159.
- [3]陈江烽.激光雷达测绘技术在工程测绘中的应用探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2025(5):109-111.
- [4]柳琛.激光雷达测绘技术在工程测绘中的应用探讨[J].全面腐蚀控制,2025,39(6):66-68.

作者简介:刘雨川(1947.9—),毕业院校:沈阳理工大学计算机科学与技术,当前就职单位:辽宁省自然资源事务服务中心职务:高级工程师。

建筑工程造价的动态管理及成本控制分析

黄穗韵

防城港市财政投资结算中心, 广西 防城港 538000

[摘要]在我国现代化社会经济建设不断推进的过程当中,建筑行业在其中占据着极为重要的地位。其发展情况一方面关乎城市建设的质量以及规模状况,另一方面也会给国家经济发展带来颇为深远的影响。建筑行业作为国家的关键支柱产业之一,其发展所达到的水平会直接对工程建设的效率以及投资效益产生影响。要想保证现代建筑行业能够稳定地运行下去,就需要借助科学合理的工程造价管理手段,针对建设过程里所产生的各类成本费用加以规范化的控制,以此来保障资金使用既合理又透明。与此还应当结合那些切实可行的成本优化举措,达成资源的高效配置以及合理调度的目的,进而促使工程建设能够在预算可以把控、进度有条不紊的前提之下顺利开展,最终提升整个项目在经济效益方面以及管理水平方面的表现。

[关键词]建筑工程造价; 动态管理; 成本控制

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18397

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

Dynamic Management and Cost Control Analysis of Construction Engineering Cost

HUANG Suiyun

Fangchenggang Financial Investment Settlement Center, Fangchenggang, Guangxi, 538000, China

Abstract: In the process of continuously promoting the modernization of China's social and economic construction, the construction industry occupies an extremely important position. On the one hand, its development situation is related to the quality and scale of urban construction, and on the other hand, it will also have a profound impact on the national economic development. As one of the key pillar industries of the country, the development level of the construction industry will directly affect the efficiency and investment benefits of engineering construction. To ensure the stable operation of the modern construction industry, it is necessary to use scientific and reasonable engineering cost management methods to standardize the control of various costs and expenses generated during the construction process, in order to ensure that the use of funds is both reasonable and transparent. It should also be combined with practical cost optimization measures to achieve efficient allocation and reasonable scheduling of resources, thereby promoting the smooth progress of engineering construction under the premise of budget control and orderly progress, and ultimately improving the performance of the entire project in terms of economic benefits and management level.

Keywords: construction project cost; dynamic management; cost control

引言

建筑行业快速发展的当下,工程项目规模也在不断扩张,建筑工程造价管理便面临着前所未有的诸多挑战。现代建筑工程涉及到设计、施工、材料、设备以及人工等多个方面的成本要素,并且还会受到市场价格波动、政策调整、施工技术变化以及工程变更等诸多因素的影响,这使得传统的那种静态造价管理模式很难去满足实际的管理需求。工程造价一方面直接跟项目投资效益相关联,另一方面还会影响到企业自身的市场竞争力以及整个行业可持续发展的能力。所以说,在这样复杂且多变的环境之下,要如何去实现成本的科学控制以及动态优化,这已然成为了工程管理领域迫切需要去解决的一个重要问题。与此随着信息化、数字化还有智能化技术被广泛地应用起来,建筑工程造价管理正在逐步从单纯侧重于预算和结算朝着全过程、动态化以及精细化管理的方向去转型。通过引入先进的控制方法、强化施工监管、优化材料设备的采购流

程、借助网络平台来达成协同管理以及建立起数字化管理平台等一系列的手段,是能够实现成本数据的实时采集、分析以及反馈的,进而提高造价管理的透明度、准确性以及可控性。鉴于此,本文将会围绕建筑工程造价的动态管理以及成本控制来展开相应的分析,对当前管理当中存在的问题加以系统的梳理,并且深入探讨契合现代建筑项目特点的成本优化策略,希望能够为提升工程管理水平、降低投资风险以及提高项目经济效益给予一定的理论支撑以及实践方面的参考。

1 建筑工程造价管理及成本优化的重要性

建筑工程造价管理以及成本优化属于确保工程项目可顺利推进并达成预期效益的关键环节,其重要性在于会对项目的经济性、安全性还有可持续发展产生全方位的影响。科学的造价管理于项目从决策阶段一直到设计、施工乃至竣工的整个过程之中,针对资源投入展开系统性的配置工作,促使资金、人力、材料以及设备的运用更为合理,

从源头上削减浪费情况,提升投资所获得的效益。在当下建筑市场竞争日益激烈、材料价格呈现出较为明显的波动态势、对于工期的要求也在持续提高这样的大背景之下,项目成本控制一方面关乎企业的盈利空间以及在市场中的生存能力,另一方面会直接对工程质量以及施工安全造成影响。要是缺少行之有效的造价管理,那么就有可能出现预算存在偏差、成本超出预算、工程变更频繁等一系列问题,这不但会增加投资方面的风险,而且还会致使工期被延误,进而降低工程的整体效益^[1]。所以,凭借全生命周期的视角来强化造价管控,提高管理的精细化程度,引入信息化以及数字化技术,达成动态化且透明化的成本优化,这无疑是从提升建筑工程管理水平、增强企业竞争力以及保障工程能够实现高质量建设等方面来讲都极为重要的途径。

2 建筑工程造价管理与成本控制现状分析

2.1 成本预算不准确

在当下的建筑工程管理实践当中,成本预算不够准确已然变成影响造价控制成效的一个颇为突出的问题,其主要呈现出这样的状况:前期预算编制时所涉及的深度有所欠缺,作为依据的数据也不够充分,并且预算人员对于设计变更、市场价格波动等诸多因素的预判也做得不够到位。部分项目在可行性研究以及初设阶段,因为缺少系统的现场调查以及工程量复核工作,使得预算基础数据出现了比较大的偏差情况。与此预算人员对于施工技术看方案、材料用量、机械配置等这些关键指标的掌握并不精确,这就致使预算结果存在着相当大的不确定性。再加上建筑材料的价格会受到市场供需关系的影响而频繁地波动,预算编制通常无法及时地反映出市场行情的实际状况,进而造成预算与实际成本之间呈现出明显的差距。

2.2 施工过程中项目成本意识薄弱

在建筑工程施工期间,项目成本意识较为薄弱的情况普遍存在,这无疑对造价管理成效产生了影响。具体来讲,部分管理人员以及施工人员对于成本控制的认知有所欠缺,把工作重心过多地放在施工进度以及工程质量方面,却忽略了成本管理在日常中的具体执行事宜。因为缺少系统的成本理念,有些项目在材料使用、机械调配以及人工安排等方面出现了随意性以及浪费等现象,没有能够实现精打细算以及按需投入的要求。与此项目管理团队对于成本信息的跟踪、记录以及反馈工作做得不够及时,成本数据的透明度也比较低,这就使得实际开支与预算目标之间存在的偏差无法被及时地识别并加以控制。

2.3 材料和设备采购管理不当

在建筑工程实际运行期间,材料和设备采购管理存在诸多不妥之处,这已然成为致使项目成本难以把控的关键因素之一,其主要呈现出采购计划不够周全、采购流程不

够规范以及材料设备选取缺乏科学依据等状况。部分项目在物资采购之前,未能开展详尽的市场调研工作,如此一来,便对材料价格行情了解不够透彻,进而使得采购成本出现偏高的情况,或者预算存在较为明显的偏差。与此采购周期安排欠妥当,常常会出现临时采购以及紧急采购的情形,这不但压缩了议价的空间,而且很容易引发材料供应不及时的问题,最终影响到施工的进度^[2]。在设备采购这块,部分项目对于设备型号、功能以及性能等方面的需求分析不够精确,这就导致设备选型和实际需求无法契合,进而造成资源出现闲置或者是使用效率较低下等不良后果。

2.4 工程施工阶段的变更问题

在现代化建筑工程的实际施工过程中,可能会受到施工现场一些因素的影响而出现设计变更的问题,导致造价出现超预算的情况。而工程的施工建设会存在很多不确定因素,设计变更也在所难免。究其主要原因是项目在设计变更时,无论是工程施工的变更还是施工方法的改变,都会影响到工程的成本与进度,进而对整个工程带来一定的影响。施工工期一旦出现延长,就会增加工程的整体造价,也会导致超预算问题。另外,在设计变更时,不仅会对工期成本带来影响,也会受到市场、材料以及人员成本实际价格变动的影响。变更之后工程量增加,材料也会增加,相应的施工成本也会超出原有的范围。此外,施工过程中变更导致签证资料不齐全、签证事项不明等也会导致成本增加。

3 建筑工程造价动态管理与成本优化控制策略

3.1 引入先进控制方法

在建筑工程造价动态管理以及成本优化的实际操作当中,引入先进的控制办法,这可是提升管理精细化程度并且强化成本可控性的一项极为重要的举措。时至今日,随着工程项目规模变得越来越大,施工技术也愈发复杂起来,传统的那种静态成本控制的方式已然很难契合现代工程对于精准化、实时化管理方面的需求了。要是引入像价值工程、生命周期成本分析、目标成本法还有精益建造理念这类先进的方法,那么就能够从项目策划开始一直到设计再到施工的整个过程建立起一套系统化且科学化的成本控制体系。就好比说,价值工程着重于依靠最低限度的资源投入来达成既定的功能,在设计阶段的时候,凭借功能分析便能够实现成本的优化;目标成本法是把成本目标具体细化并分解到各个专业以及各个工序当中,以此促使各部门的责任意识以及执行力度都得以提升;而精益建造则侧重于减少各类浪费情况,对流程加以优化,从而降低因非增值环节所引发的成本损耗。除此之外,借助 BIM 技术、动态成本曲线分析以及实时监测的相关手段,是可以达成对工程量的变化、设计方面的调整、材料的消耗还有施工进度全程跟踪的,如

此一来，成本控制便能从以往的事后核算转变为事前的预测、事中的调整以及全过程的监督，进而让造价管理变得更加精准、更加透明且更有可控性。

3.2 加强施工监管

在建筑工程造价的动态管理方面，强化施工监管属于极为重要的一环，它是达成成本控制目标的关键所在。其关键点就在于借助全过程且全方位的监管机制，来提升施工阶段的透明程度以及规范水平。施工监管所涉及的范围很广，它不但涵盖了对工程质量、施工进度以及安全生产状况的监督事项，还牵涉到对材料消耗情况、人工投入状况、机械使用情形以及现场变更等相关各类成本要素的实时把控与有效管理。在实际开展施工活动的过程中，倘若监管工作做得不够到位，那么就会出现材料被白白浪费掉、施工工序需要返工重做、机械设备处于闲置状态以及施工场面一片混乱等情况，这些问题统统都会直接致使项目成本大幅升高，进而让造价管理所取得的成效大打折扣^[3]。所以，有必要在施工现场构建起一套严格的监督体系，这套体系应当包含针对施工工序执行具体情况展开的实时巡查工作、针对资源投入状况实施的动态核查举措以及针对工程量变化情况做到的及时记录安排。通过进一步强化现场的责任管理工作，促使各个不同的工种以及各个班组在具体的操作过程当中都能够严格依照施工方案以及技术标准来行事，以此来降低因违规操作而产生的额外成本开支。与此还需加大对施工过程当中关键节点的审核力度，对于隐蔽工程以及分项工程要实施全程的见证与详细记录，从而保证每一笔成本支出都有真实的依据可循，相关数据也能够保持完整无缺。

3.3 加强材料和设备采购管理

在建筑工程造价的动态管理方面，强化材料以及设备采购方面的管理工作，这无疑是一个实现成本得以优化的关键环节所在。其最为关键之处就在于借助规范化的、透明化的还有科学化的采购流程，以此来保证资源投入能够体现出合理性以及经济性这两方面的特性。材料和设备所涉及的费用，在整个工程的总造价当中所占的比例是颇为可观的。倘若采购管理不够严谨，那么很可能会直接致使出现成本方面的偏差情况，还会造成资源出现浪费的现象。所以应当在开展采购工作之前，去制定出详尽完备的物资需求计划，要清楚明确材料的规格、数量、性能具体的要求，以及设备选型所依据的相关因素，并且要结合施工的实际进度来编制出合理的采购时间安排表，借以降低因重复采购以及临时采购而引发的成本出现波动的风险。在采购具体执行的过程当中，需要切实地落实好比选方面的机制，通过开展市场调研的方式，去掌握材料以及设备的价格方面呈现出的动态变化情况、质量所处的水平状况以及供应所具备的稳定性程度，进而能够在多方展开的比较之

中，挑选出性价比相对更高的供应商。与此还要进一步强化对于采购过程中的监督管理力度，针对合同价格、供货周期、配送方式等等这些关键条款内容，都要进行严格的审核把关，从而确保采购相关活动能够做到合规合法并且有序展开。

3.4 根据网络平台实现协同管理

在建筑工程造价动态管理方面，依靠网络平台达成协同管理，这乃是提高信息流通效率以及强化成本控制精准性的关键路径。凭借数字化网络平台，能够搭建起项目各方之间数据共享以及实时沟通的机制，让设计、施工、监理、采购、财务等部门处于同一系统里协同开展工作，达成信息同步更新并实现透明化管理。借助平台化管理，像工程量变化、材料采购、进度安排、现场签证、预算调整等这些关键成本信息可实时上传并且共享，防止传统纸质或者分散化记录方式引发的信息滞后以及数据割裂情况出现^[4]。项目管理人员能够利用平台来实现成本预警监控，针对超预算风险、材料异常消耗、进度偏差等状况予以及时识别并加以处理，以此强化动态控制的能力。

3.5 数字化管理平台的建立

在建筑工程造价动态管理方面，数字化管理平台的构建属于达成全过程以及全方位成本优化的关键支撑举措。把工程项目涉及的设计、施工、采购、预算、结算等诸多环节的数据加以集成并实施智能化管理，如此便能够大幅度提升造价控制所具有的精确程度以及工作效率。数字化管理平台一方面能够达成工程量、材料消耗、设备使用、人工投入等关键数据的实时采集以及动态更新，另一方面还能够凭借大数据分析、可视化报表以及智能预警功能，针对成本偏差、预算超支以及资源浪费等各类问题展开提前预测并且做到及时干预。在该平台之上，各个参与单位可以共享统一的数据接口，以此确保信息保持透明且具备可追溯性，并且还能够支持多层级、多权限的管理模式，让管理者依据不同角色的需求去获取相应的信息，进而实现科学决策。除此之外，数字化平台还能够和 BIM 技术、物联网设备以及施工现场传感系统等紧密结合，借助三维建模、施工模拟以及进度关联分析等方式，达成施工过程的动态监控以及成本管控的精准化，从而明显减少人工统计出现的误差以及管理存在的盲区。

4 结语

建筑工程造价的动态管理以及成本控制，这无疑是保证工程能够顺利推进的关键举措，同时它还能让投资效益得以提升。借助科学合理的造价管理方式，强化针对施工方面的监管力度，对材料与设备采购加以优化，并且充分运用数字化管理平台以及网络协同工具，如此一来便能够达成在全过程范围内实现动态化的成本控制这一目标，进而促使资金使用效率得以提高，减少资源方

面的浪费情况，同时也能够让工程管理的透明度以及可控性都得到进一步的增强。在未来的发展进程中，伴随信息化以及智能化技术不断地得到应用，建筑工程造价管理将会变得更为高效，这无疑会给提升项目的经济效益、确保施工质量以及推动建筑行业朝着高质量方向发展给予强有力的支撑。

[参考文献]

[1]李俊荣.建筑工程造价动态管理与成本优化控制策略探究[J].新城建科技,2025,34(10):187-189.

[2]齐志强.建筑工程造价动态管理与成本优化控制研究[J].房地产世界,2024(22):71-73.

[3]韦杨.建筑工程造价动态管理与成本优化控制策略[J].财讯,2025(8):100-102.

[4]游良婷.建筑工程造价的动态管理与成本优化控制[J].中国住宅设施,2025(1):97-99.

作者简介：黄穗韵（1996.8—），毕业院校：北京工业大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：防城港市财政投资结算中心，职称级别：助理工程师。

论土建工程造价失控的原因与应对方式探析

牛晓玉

河北慧德工程项目管理有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]在土建工程建设中,工程造价是施工阶段产生的全部费用,一旦出现造价失控的情况,不仅会导致工程成本增大,影响工程的进度,还会降低工程的整体经济效益。因此,在土建工程管理期间,应该将造价管理工作落实好,合理制定管理对策,以便各施工环节能顺利推进。本篇文章主要以土建工程造价控制为切入点,简要分析工程造价控制的必要性,然后指明土建工程造价失控的原因,包括高层领导决策不合理、设计阶段造价控制不到位等,并以此为基础,针对性地采取应对方式,以实现造价失控问题的有效规避。

[关键词]土建工程;造价失控;原因;应对方式

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18396

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

Analysis of the Causes and Countermeasures of Cost Loss in Civil Engineering Projects

NIU Xiaoyu

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

Abstract: In civil engineering construction, project cost is the total cost incurred during the construction phase. Once the cost is out of control, it will not only increase the project cost and affect the progress of the project, but also reduce the overall economic benefits of the project. Therefore, during the management of civil engineering projects, cost management work should be well implemented, and management strategies should be reasonably formulated to facilitate the smooth progress of energy conservation in various construction environments. This article mainly takes the cost control of civil engineering as the starting point, briefly analyzes the necessity of engineering cost control, and then points out the reasons for the loss of control of civil engineering cost, including unreasonable decision-making by senior leaders and inadequate cost control in the design stage. Based on this, targeted measures are taken to effectively avoid the problem of cost loss control.

Keywords: civil engineering; cost out of control; causes; countermeasures

引言

在国民经济发展中,建筑行业发挥重要作用,因此随着城市化进程的推进,土建工程的发展速度也不断加快,呈现出规模大、周期长等特点。在此背景下,工程在建设期间,工程造价也随之增大,若不能采用合理的方式管理与控制,将会影响工程的整体效益。对此,相关人员应该立足工程实际,从工程决策、设计、施工等多个环节出发,深入分析造价失控的原因,合理制定控制措施,提升造价控制有效性。

1 土建工程造价失控的影响

土建工程在建设过程中,如果工程造价出现失控的情况,实际花费远超预算,则会使资金回流时间延长,且多出的资金成本,包括利息支出等,会使得投资收益空间压缩。从企业的角度来看,投资回报率的降低,会对其后续项目的投资决策造成影响,一旦情况严重,企业会出现资金链紧张的情况,不利于企业的正常运营和发展。并且,工程造价失控后,为弥补成本超支,部分施工企业可能在材料采购环节偷工减料,诸如将原本应用的高强度钢筋替换成质量稍次、价格较低的钢筋;施工期间减少必要的施工工序,包括混凝土浇筑后养护时间不足等,致使混凝土

强度达不到设计标准。这些行为的出现,给工程质量埋下较大隐患,导致建筑物结构安全性下降,质量不过关的工程在后期使用期间还会出现各类问题,包括墙体裂缝、渗漏等,不仅会导致维修成本增大,也为使用人员带来诸多不便。此外,工程造价失控与设计变更频繁、资金问题等因素有关,为保证成本能得到有效控制,部分施工企业会将施工人员数量减少、降低施工强度等,致使施工周期延长。项目进度的延误会使得项目间接成本增大,包括管理费用、设备租赁费用等,无法按时交付使用后会引发合同纠纷,最终给各方带来一系列麻烦。

2 土建工程造价失控的原因

2.1 高层领导决策不合理

在土建工程决策阶段,企业高层领导对整个工程所处的社会环境、市场环境等各方面因素了解不深入,不能展开深入且全面的调查研究。并且,对土建工程安全环保等方面的因素考虑不到位,制定的项目方案缺乏多元化和可行性。各方案没有经过比较,选择最合适的方案,一味依照自身经验和主观臆断进行决策,使得工程施工刻意追求低投入、高成本,盲目地将投资削减。此种做法会导致在施工过程中频繁出现变更,各类情况频发,为保证施工顺利进

行, 不得不将投入和支出增加, 最终引发工程造价失控^[1]。

2.2 设计阶段造价控制不到位

土木工程项目在施工前, 设计人员需要对施工现场展开全方位的调查研究, 了解施工所在地的气候及地质条件等, 并以调查数据作为依据, 合理的设计图纸。同时, 对工程量、材料以及机械设备等准确预算, 以保证施工正常推进。但结合目前造价控制情况来看, 设计阶段造价控制不到位, 致使工程竣工结算远超出预算。通过分析, 部分土建工程在设计期间, 对地质勘察工作的重视程度不足, 对施工现场的了解不全面。针对先进设备的应用以及选购, 经常出现与施工要求不匹配的情况, 导致施工成本增大的同时, 机械设备使用率低。在项目设计期间, 材料价格会跟随市场情况的变化而出现波动, 如果设计时没有将此方面因素考虑在内, 设计计划完成后, 成本不会降到最低, 加之需要购买大量施工材料, 不可避免会导致建筑成本提升^[2]。此外, 在设计期间, 对细小环节考虑不周到, 设计和预算在施工过程中需要再次修订, 使得工期延误, 增大了资源的损耗, 最终导致工程建设成本提高。

2.3 缺乏完善的造价控制机制

在土建工程建设过程中, 造价管理是工程管理中的重要一环, 需要制定完善的管理制度, 保证造价不会出现失控的情况^[3]。通过对当前工程造价失控原因的分析, 发现与管理机制不完善有密切联系。部分企业在施工期间, 内部管理机制有待健全, 不能对工程造价进行严格的监督和管理, 尤其是在市场竞争日益激烈的当下, 部分建筑企业为获取更大利润, 经常利用不正当的方式谋取利益, 若不能严格的进行监督和管控, 将会导致施工质量下降, 不仅影响了工程的整体发展, 还会为社会带来诸多负面影响。

2.4 施工阶段原材料及设备管理不足

建筑设备及各类原材料在土木工程总成本所占的比例较大, 需要合理地进行控制。但就当前而言, 部分企业为提高自身经济效益, 在材料购买过程中, 通常会选择购买劣质材料的办法, 使得材料和设备质量无法达到预期, 影响了工程整体质量。并且, 部分人员为将工作量降低, 避免在材料采购上多次操作, 习惯性一次购买大量建筑原材料, 致使材料浪费, 同时也间接增加了工程成本。在施工阶段, 对于已经采购的设备, 不能及时进行维护和保养, 导致设备使用过程中出现故障问题, 不仅影响了设备使用效率和周期, 还增大了工程成本^[4]。

2.5 竣工结算阶段造价控制不科学

在竣工结算阶段, 管理人员若忽视对造价管控, 同样会出现造价失控的情况。诸如签证单以及设计图纸、定额缺乏真实性, 账单有虚假、重复等现象; 竣工阶段造价容易被价格因素干扰, 最终出现合同纠纷。如果合同变更, 不可避免会出现争议。造价合同内纠纷一般涉及双方的经济利益, 在施工期间, 若遇到问题或者工程成本大量超支

的情况, 双方为澄清合同责任, 使自身的利益得到保障, 可能引发纠纷。比如: 对于工程项目合同中的各项条件, 双方对内容的理解存在偏差, 或者确定新单价期间, 双方的论点有差异等。

3 土建工程造价控制的原则

为实现土建工程造价的有效控制, 避免出现失控情况, 在采取应对措施期间, 需要严格遵循主动性、经济性、全面性原则, 以提升造价控制效果。

(1) 主动性。在土建工程建设过程中, 应该主动对造价进行管理和控制, 对项目的变化情况全方位、动态跟踪, 积极参与项目决策、管理等多个环节, 保证成本增加问题能得到及时发现和处理。同时, 预判和分析项目实施阶段可能出现的各类风险, 提前制定解决措施, 保证工程造价控制能与各环节充分衔接, 可以从以往被动控制过渡到主动控制。

(2) 经济性。在造价控制过程中, 不仅要对技术要求综合考量, 也要保证经济性, 提升造价控制效果。在工程设计、施工等环节, 对施工技术可行性、经济效益综合考量, 选择合适的施工方案及技术, 将工程造价减少。同时, 在项目的持续推进下, 需要对技术方案、施工措施加强优化, 以提高项目经济性。

(3) 全面性。在工程造价控制期间, 应该从整体角度出发, 全方位地监督和把控, 对施工前期策划、设计、实施等多个环节严格管理, 做好成本的控制工作, 保证工程造价不会出现超出预期的情况, 失控问题能被及时发现和处理。

4 土建工程造价失控的应对方式

以土建工程造价控制原则为基础, 依照土建工程造价失控的具体原因, 针对性地制定应对办法, 强化施工各阶段造价的管控, 诸如加强决策阶段的造价控制、加强施工阶段原材料及设备管理等, 保证造价失控的情况能彻底消除, 实现工程效益最大化。

4.1 加强决策阶段的造价控制

在土建工程决策阶段, 企业高层领导需要对本地经济发展情况、法律环境变化等因素综合考量, 了解工程实施阶段可能出现的各类问题, 提前制定多种应对办法及投资方案, 综合地进行评价。同时, 结合工程实际, 选择最合适的方案, 并在工程的持续推进下, 加强对方案的优化与完善, 以促进可行性研究报告准确性的提高。在此期间, 也要进行限额设计, 如果遇到资金不足以支撑整个工程的情况, 应该明确轻重缓急, 确定需要优先完成的程序。在投资估算报告编制过程中, 对施工及竣工验收阶段的风险收益综合评估, 预先制定相应对策, 确保估算报告编制的内容可行、合理、规范^[5]。

4.2 强化设计阶段造价管控

在土建工程设计阶段, 为实现造价的有效控制, 需要

在图纸设计环节加强重视,对施工现场进行实地考察,了解施工期间可能出现的缺陷或问题,之后针对性地进行图纸设计。在图纸审查环节,应该注意细节,保证其能够满足工程建设要求,不会在施工期间出现设计变更问题。在设计环节,加强先进技术的利用,包括 BIM 技术,以工程实际为出发点,通过搭建数字化模型,对整个施工过程进行动态模拟,全方位了解工程的走向,整合造价参数,确定施工设备、材料工艺等,提升设计的准确性、合理性。依靠 BIM 平台,相关人员可以从数据库中提取历史参数,与设计方案对比,找出其中存在的问题,包括成本超支等,在施工前制定解决措施,以实现成本的精准把控。此外,在设计期间,还应该将概算审核工作做好,明确设计的要求及标准,重点审查设计文件,对计价依据逐一核实,以免施工期间出现设计变更。

4.3 建立完善的造价控制机制

为降低土建工程造价施工概率,使工程效益实现最大化,应该建立健全的造价控制制度,避免出现成本增大的情况。具体而言,从工程整体角度出发,制定完善的造价管理机制,明确造价控制的职责、岗位,安排专业的人员负责造价控制,将职责范围、权限规划好。参与造价控制的人员要确保经验丰富、专业水平高,能够对造价控制方面内容全面了解,以保证控制效果达到预期。同时,制定完善的监督管理机制,加强项目投资的监督和管控,以相关规定和实施细则为依据,对各项职责明确划分,确保异常情况出现时能及时找到责任人。在造价控制期间,需要有健全的信息交流和共享制度,支撑各部门间交流和配合,通过协商、会议等方式,快速传递和共享信息,以免信息交流出现延误、错误等情况。土建工程在建设过程中,经常被施工环境、施工技术以及人员等多方面因素影响,使得施工期间出现各类风险,对此,为避免造价失控,应该建立健全的风险管理制度,对施工期间的各类风险精准识别,合理地进行评价,同时制定可行的风险控制对策,确保工程造价不会受到影响。

4.4 加强施工阶段原材料及设备管理

在施工阶段,应该将检查工作落实到位,安排专门的人员负责监督指导工作,不仅要加强对材料送样检验工作的重视,也要对重要工序的质量严格检查。同时,以工程实际为基础,制定明确的工程索赔控制方案,以签订的合同为依据,根据进度计划、承包价格编制资金流量表等,合理地进行预测分析。此外,安排财务监理人员对项目投资的情况动态跟踪,保证其能随时了解施工进度情况,按月对计划表进行调整。对于材料以及设备的购入费用,需

要加大管理力度,利用公开招标的方法,对材料和设备的运输、存储等多个环节加强管控,选择合适的方式,将成本消耗减少。

4.5 提升竣工结算阶段造价控制科学性

竣工结算阶段的造价控制至关重要,应该将合同、预算等作为依据,依照政策法规仔细审核工程款,保证结算准确无误,实现对工程造价的有效控制。在此期间,应该对相关资料全面验收,包括施工图纸、签证单等,完整记录审价信息。若在审查期间有资料缺失的情况出现,需要追究相应责任,及时将缺失的材料补齐。工程量需要详细计算,在掌握综合单价的基础上,准确计算出工程费用。针对结算方法的选择,应该以实际需求而定,将审核工作落实到位,以提升支付的科学性。在审核期间,对项目单价结算书中的分项重点审核,了解是否有异常现象出现,并根据实际情况进行计算。为提升造价控制有效性,降低失控问题出现概率,还要加强数字化技术的应用,全方位收集施工期间产生的数据信息,动态掌握工程进度、工程量等,以便结算工作能有据可依。也可以使用云平台整合各类数据,通过平台进行监督和管理,对遇到的问题深入分析并自动生成解决方案,提升竣工结算效率。

5 结束语

综合而言,土建工程项目在建设期间,造价控制尤为重要,需要选择合适的计价和管理模式。同时,从工程实际着手,多角度分析土建工程造价失控的原因,以此为前提,针对性地制定应对方式,包括加强决策阶段的造价控制、强化设计阶段造价管控、建立完善的造价控制机制、提升竣工结算阶段造价控制科学性等,保证造价的合理性、合规性,为土建工程的健康发展打好基础。

[参考文献]

- [1]代丽.土建工程造价失控的主要原因及应对实践[J].低碳世界,2023,13(1):147-149.
- [2]张靖.土建工程造价失控的原因分析及应对举措[J].居舍,2020(13):164.
- [3]李智慧.对建筑工程造价失控原因的分析及其控制方法探究[J].纳税,2020,14(1):184.
- [4]李涛羽.土建工程造价失控的原因与应对方式探析[J].居舍,2019(8):12.
- [5]梁小强.土建工程造价失控的原因与应对方式探析[J].四川水泥,2018(11):241.

作者简介:牛晓玉(1990—),女,毕业院校:河北科技大学,专业:工程管理,所在公司:河北慧德工程项目管理有限公司,职务:土建组主管,职称:中级工程师。

市政工程造价审核中的常见问题及应对措施

郭晓萌

河北建研高科科技有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]市政工程造价审核是项目投资控制的关键环节,直接关系到财政资金的使用效益与工程建设目标的实现,在实际工作中,由于市政工程具有专业性强、施工环境复杂、变更频繁等特点,其造价审核常面临诸多问题。基于此,本篇文章结合市政工程造价审核中存在的常见问题,提出相应的应对措施,旨在为规范市政工程造价管理提供一定参考。

[关键词]市政工程; 造价审核; 合同类型

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18395 中图分类号: TU99 文献标识码: A

Common Problems and Countermeasures in Cost Audit of Municipal Engineering

GUO Xiaomeng

Hebei Jianyan High-tech Technology Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: The cost audit of municipal engineering is a key link in project investment control, directly related to the utilization efficiency of financial funds and the achievement of engineering construction goals. In practical work, due to the strong professionalism, complex construction environment, and frequent changes of municipal engineering, its cost audit often faces many problems. Based on this, this article proposes corresponding measures to address common problems in municipal engineering cost auditing, aiming to provide some reference for standardizing municipal engineering cost management.

Keywords: municipal engineering; cost audit; contract type

引言

随着我国城镇化进程的不断加快,市政项目的投资规模日益扩大,如何确保巨额建设资金的有效利用与合理控制,已成为社会各界关注的焦点。工程造价审核作为项目投资管理的事后监督与控制手段,其核心目标在于客观、公正、准确地确定项目的最终建设成本,是防止资金浪费、遏制高估冒算、提升投资效益的重要屏障。

1 市政工程造价审核的工作重点

1.1 对综合单价的审核

市政工程造价审核中的综合单价审查属于一项有系统性的工作,审核人员开展工作时严格依照“量价分离、逐项复核”的原则,在实际操作当中,首先要依据施工图纸以及工程量清单来划分分部分项工程,针对人工费、材料费、机械使用费等直接费用开展市场询价比对工作,人工费不应仅参照造价管理部门发布的信息价,还应调查项目所在地的实际市场劳务单价,比如普通技工日工资可能在300~450元,而电工、焊工等特殊工种可能达到500~700元;并核查措施项目费、规费、税金等间接费用的计取标准是否契合最新政策。在审核进程中,专业人员需要构建动态成本数据库,借助横向对比同类工程指标以及纵向分析历史价格波动,来识别异常单价,鉴于当前建筑市场原材料价格波动较为频繁的特性,审核人员应当定期收集钢材、水泥等主要建材的期货现货价格走势,建立价格

预警机制^[1]。

1.2 对工程量的审核

市政工程作为城市基础设施建设的关键核心载体,其造价审核工作有较为突出的复合性特点,此类工程一般是由道路、桥梁、给排水以及电力通信等多个专业子系统所组成,各个子系统又包括土方工程、结构工程、安装工程等数十个分部分项工程,每一个子项目都有着独特的施工工艺、材料标准以及计价规范,就像地下综合管廊工程会涉及深基坑支护、防水处理等特殊工艺,它的造价构成和传统道路工程有着十分突出的不同。

在审核实践中,专业人员首先要全面且完整地获取施工图纸以及工程量清单这类技术文件,其次要充分掌握地质勘察报告和施工组织设计等基础资料,另外还需要收集地方材料价格信息以及人工费调整文件等动态数据,针对不同类型的工程项目,应当采取有差异化的审核策略:对于常规道路工程可以采用全面审核的方法,对于技术复杂的立交桥项目适宜采用重点审核的方式,而对于工期较长的综合管廊工程则适用分解对比审核的办法,凭借构建项目特征与审核方法的匹配矩阵,可将审核效率提升30%以上。

1.3 对措施费用的审核

措施费用的审核工作重点集中于计价原则的动态把控以及费用核算的精准验证这两个方面,建设单位与造价

审核团队要紧密留意行业计价规范的更新变化,针对住建部门新近发布的工程量清单计价标准、安全文明施工费计取文件等政策性文本展开全面且系统的研读,需着重复核措施项目清单中绿色施工评价费、建筑工人实名制管理费等新增科目的计费基数,看其是否契合地方造价管理部门所发布的费率调整系数^[2]。

费用核定阶段要构建三审联动机制,造价工程师运用广联达这类专业软件,针对安全文明施工费、夜间施工增加费等分类指标开展交叉验算工作,技术负责人依据经专家论证的专项施工方案,核查临时消防系统、智能扬尘监测设备等防护设施预算列项的完整情况,现场监理借助影像资料留痕、工序验收记录等方式,核验脚手架硬质隔离、临边防护等实体措施的实施进度以及质量,以此形成从预算编制直至现场落地的闭环管理。

2 市政工程造价审核的工作方法

2.1 采用全面性审核的策略

全面审核的核心目的在于对市政工程项目的整体工程量开展系统且细致的审查核定,此过程严格依照工程设计规划图纸,以其作为根本依据,从中全面获取详细的施工组织方案、技术设计细节以及工程造价构成等关键信息,审核推进时,注重紧密结合我国现行的各类工程造价审核标准、规范与政策性规定,保证审核工作的每个环节都合法合规。基于此,审核工作将深入工程项目核心,对构成工程总价的各个要素,特别是综合单价中包含的人工、材料、机械消耗等,进行逐项分解与精确核算,对涉及的管理费、利润、规费及其他潜在成本费用,也进行全方位精细计算与多角度分析,借助这样一套完整严谨的流程,最终形成一份能真实、准确、完整反映工程项目经济价值的审核结论,为投资控制与项目管理提供坚实可靠的决策依据^[3]。

2.2 采用重点审核的策略

与全面审核法不同,重点审核法的核心思想是聚焦关键之处,它注重从繁杂的工程体系中,准确识别并提取出那些对全局投资影响较大的重点建设项目来进行单独的分析,在市政建设工程项目当中,造价审核工作往往面临很多挑战,此时,采用重点审核法就显示出其特别的优势:它可以让审核资源精准投入,比如对工程主体结构、关键工艺或者造价占比高的核心分部分项工程等进行精确的造价核算,在整体上节省了审核需要的时间和人力成本,极大地提升了整个工程项目管理的效率。从另一个角度看,因为将计算与分析的精力集中在有限的键数据上,审核人员可进行更深入的研判,这反而可降低因数据量过大而出现的疏漏风险,更有力地保障审核结果的准确性,推动了整个工程的顺利开展与圆满完成。

2.3 采用综合审核的策略

除了上述提及的两种方法之外,综合审核法为市政工

程造价审核工作提供了另外一种有高效特性且富有弹性的选择,该方法的核心优势主要体现在重点较为突出、方式较为灵活以及解决效率比较高这几个方面,它不会局限于单一的模式,而是根据不同的工程分项,智能地挑选并融合一种或者多种审核方法来进行组合运用,以此精准地聚焦于当下项目中最为关键的核心问题以及主要的审核矛盾,集中优势资源实现突破。正因为如此,它可以在较短的时间内敏锐地察觉到潜在问题,并且迅速给出有针对性的解决办法,从整体的效能角度来看,综合审核法明显呈现出审核速度快的优势,同时因为其针对性比较强、目标较为明确,有效地避免了不必要的重复审查工作,使得重复审核率有所降低,全面提高了审核工作的内在质量以及整体的运行效率^[4]。

3 市政工程造价审核的常见问题

3.1 施工现场材料不全

市政建设工程项目中的现场材料文件以及签证管理属于工程造价控制的关键部分,实际上就是针对施工过程中出现的预算偏差开展动态审核和修正工作,这类偏差主要呈现出两种形式:其一为工程预算跟实际施工费用之间存在数值差异,涉及了像材料价格波动、人工成本上涨等市场因素造成的价差,其二是设计图纸和现场施工条件不相符合而产生的量差,比如地质条件变化、管线碰撞等所引发的设计变更。

在实际操作过程当中,鉴于施工环境存在着复杂性以及面临时效压力等因素,大多时候会出现签证文件漏签、内容描述模糊不清、工程量测算不准确等一系列问题,而且当关键工序的签证有所缺失的时候,就有可能致使施工流程出现中断的情况,导致工期延误,甚至还会引发质量安全方面的隐患,就像某市政综合管廊工程,因为降水方案变更却没有履行签证程序,最终发生了基坑坍塌事故。

3.2 审核人员能力不足

当前审核队伍建设存在较为突出的问题:一方面,部分审核人员专业资质情况令人存疑,他们并未系统地掌握工程量计算规则、定额套用标准以及材料价格核定方法等关键技能,致使审核结论与实际情况出现偏差,就像某市道路改造项目中,审核人员把三类土方错误地套用到二类定额中,最终造成了8%的造价偏差。另一方面,职业培训机制存在缺失,大约35%的新入职人员在没有经过造价软件操作、变更签证审核等专项培训的情况下就参与到项目审核工作中,例如某排水工程,由于审核人员对BIM建模规则不熟悉,使得管线碰撞问题未能被及时发现,引发了后期高达120万元的设计变更^[5]。

3.3 材料价格审核困难

施工材料价格审核的关键矛盾是成本控制和利润诉

求出现失衡,施工单位为获取超额收益,大多时候会运用多种手段操控报价,部分企业会借助“阴阳合同”,以环保认证、专利技术等为由虚增成本,审核方难以核实材料性能参数的实际溢价,又缺乏跨区域比价的数据支持,绿色建材供应链未构建起透明的交易平台,致使虚假采购发票的识别成本大幅增加,最终造成项目成本中材料费占比异常上升 15%~20%,极大地降低了造价控制的精准程度。

3.4 工程合同条款缺失

在市政工程项目里,工程双方签订的合同需制定清晰的费用计算标准、工程款支付节点以及结算方法等具体条款,还要借助严谨的权责划分去规范双方行为,但实践显示,当前市政工程合同管理存在缺陷:其一,合同文本多采用模板化条款,对工程特殊性考虑欠缺,其二,补充协议与主合同条款有冲突,在变更签证与违约责任等关键条款常见,其三,权责约定模糊,像质量责任用“共同承担”等笼统表述。这种契约不完备致使工程出现质量缺陷或进度延误时,建设单位与施工单位常互相推诿,建设单位指责施工方未按图施工,施工方则抗辩设计变更频繁或甲方验收不及时。

4 市政工程造价审核的优化措施

4.1 实施实地考察,收集客观事实

在正式开启市政工程项目造价审核工作前,审核工作人员需要前往施工一线,展开详细的现场实际状况调查以及实地勘测,这一环节是保证后续审核工作准确、可靠的根基,据统计,超过 75%的造价争议源于现场信息缺失或图纸与实际不符。工作人员采用实地走访的方式,可以直观掌握施工进度、具体工况及潜在问题,并将现场情况与设计图纸逐一比对、测量,识别差异与偏差。相关调研数据显示,近 60%的市政项目在施工过程中会出现图纸变更,其中约 30%的变更是由于现场条件与设计假设不符所导致,比如在某市政道路改造项目中,审核人员通过现场勘测发现实际土质与地质报告差异达 22%,仅此一项就影响工程造价约 180 万元。

在处理施工单位所提交的各类现场审核资料时,审核人员一定要高度重视资料的有效性问题,要加大对资料的现场核实力度,查验其内容是否真实反映工程实际,尽可能保证所依据的审核资料真实、完整、有效,进而推动工程整体管理水平的提高。例如:在某市政地下管网工程中,审核人员通过抽样复测发现,施工单位申报的管沟开挖量比实际多出 12%,及时核减不合理造价约 95 万元。

4.2 强化队伍建设,提升专业素养

审核工作人员身为造价审核工作的核心执行人员,他们的专业能力以及综合素质直接对审核工作的质量和

效果产生决定性作用,因此应打造一支专业精通且素质全面的审核人才队伍,为达成这一目标,建设单位需系统构建并完善长效培育机制,具体而言,首先要重视内部人员能力的提升,借助定期举办针对性强且内容前沿的专业技能培训,帮助现有人员及时更新知识储备,不断提升其业务水平。同时要积极营造开放互动的学习氛围,组织如技术沙龙、案例研讨会等多种形式的交流活动,鼓励技术人员在轻松环境中分享实战经验、探讨疑难问题,另外主动引入外部智力资源也十分关键,通过邀请资深专家开展专题讲座,既能传递前沿政策与行业动态,又能凭借其丰富经验提升团队的整体职业素养与判断能力。

4.3 严把报价审核关,突破关键难点

市政项目的造价审核工作面临较大挑战,因为其流程繁杂、数据众多,在整个工作进程中,任何一个细小环节出现疏忽,都可能致使整体结果出现偏差,在众多环节之中,工程报价与工程量清单的编制十分关键,鉴于涉及项目数量多、计算过程复杂、依据种类多样,往往成为错误与疏漏频繁出现的地方,直接对项目成本的准确性与真实性产生影响。因此,审核人员一定要从思想上高度重视报价审核环节,将其当作控制造价、防范风险的核心任务来看待,审核工作不能只是停留在事后复核,而要将管控关口向前移,在项目监管的前期就介入并严格监督,保证工程量计算、价格套用、费用计取等每一步都符合规范要求。

4.4 借助审核工具,规范信息归档

随着国家经济持续不断地发展以及信息技术持续革新,工程造价审核工作迎来了关键的转型机遇,信息技术的广泛应用,为这一传统上依赖人工且数据繁杂的领域给予了全新活力,具体而言,可以依靠信息技术搭建起精细的造价管理系统,将项目估算、预算、结算等各个阶段纳入统一数字平台,达成全流程线上管理以及动态监控。基于此,推动工程造价指标的标准化以及数据库建设,为项目成本测算和对比分析提供科学依据,借助建立智能检索与数据分析系统,审核人员可迅速查找历史数据、材料价格以及相似案例,极大提升信息获取与核对的效率,另外完善数字化管理体系建设,促使文档存储、流程审批、版本管理等环节的规范性与透明度提升,将这些技术结合运用提升了审核工作的准确性与效率,有效节省了人力与时间成本,推动了工程造价审核朝着智能化、标准化方向稳定迈进。

5 结语

本文立足于审核实践,系统归纳常见问题的类型与成因,并构建一套具有可操作性的综合应对体系,以期为提升市政工程造价管理水平、实现项目投资的精细化控制提

供实践指导。

[参考文献]

- [1]许刚.市政工程造价的审核与控制策略[J].居舍,2022(5):121-123.
[2]金丹娜.市政工程造价审核中的常见问题及应对措施的探讨[J].四川水泥,2020(10):238-239.
[3]赵作平.市政桥梁工程造价审核应用探析——基于安徽宣城响山大桥工程建设项目[J].安徽建

筑,2020,27(2):203-205.

[4]薛玉明.市政工程项目造价审核要点解析[J].中华建设,2018(11):76-77.

[5]唐光超.计价清单模式下的工程造价审核方法分析[J].住宅与房地产,2018(25):38.

作者简介:郭晓萌(1991.1—),女,毕业于河北地质大学工程管理专业,当前就职于河北建研高科科技有限公司,造价员,职称工程师。

绿色建筑工程造价的影响因素及控制策略

高坤峰

浙江浙能科技环保集团股份有限公司, 浙江 杭州 311200

[摘要]文章探究了绿色建筑工程造价的影响力因素以及对应的控制举措,绿色建筑作为一种在可持续发展理念之下的建筑形态,在推广运用之际遭遇了造价颇高的挑战,研究运用文献剖析手法案例剖析手段以及对比研究方式全面且有条理地整理出了左右绿色建筑工程造价的重要要素,涵盖设计阶段的方案抉择与技术运用,施工阶段的材料选取与施工管控运营阶段的能源耗费与维护开支以及政策环境与市场机制之类的外部要素。研究结果显示绿色建筑初始投资相较于常规建筑通常要高上百分之十至十五,然而其全生命周期成本却能够达成显著的节省,文中针对识别出的影响因素提出如下全过程造价控制策略:在设计阶段需加强方案经济性评估,并推行集成化设计,在施工阶段要对绿色材料采购予以优化,同时进行精细化施工管理,于运营阶段需构建智能化能源管理系统,与此同时建议完备政策激励机制,搭建绿色建筑价值评估体系。研究成果为促进绿色建筑经济可行性提供了理论依据和实践指导,这对推动绿色建筑规模化发展有着重要意义。

[关键词]绿色建筑;工程造价;影响因素;控制策略;全生命周期成本

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18373 中图分类号: TU723 文献标识码: A

The Influencing Factors and Control Strategies of Green Building Project Cost

GAO Kunfeng

Zhejiang Zhejiang Energy Technology Environmental Protection Group Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311200, China

Abstract: This article explores the influencing factors of green building project cost and corresponding control measures. Green building, as a building form under the concept of sustainable development, has encountered high cost challenges in its promotion and application. The study uses literature analysis, case analysis, and comparative research methods to comprehensively and systematically sort out the important elements that affect the cost of green building projects, including scheme selection and technology application in the design stage, material selection and construction control in the construction stage, energy consumption and maintenance expenses in the operation stage, as well as external factors such as policy environment and market mechanisms. The research results show that the initial investment of green buildings is usually 10% to 15% higher than that of conventional buildings, but their full life cycle costs can be significantly saved. In response to the identified influencing factors, the following full process cost control strategies are proposed in the article: In the design stage, it is necessary to strengthen the economic evaluation of the plan and promote integrated design; in the construction stage, green material procurement should be optimized, and fine construction management should be carried out; in the operation stage, an intelligent energy management system should be built; At the same time, it is recommended to establish a complete policy incentive mechanism and build a green building value evaluation system. The research results provide theoretical basis and practical guidance for promoting the economic feasibility of green buildings, which is of great significance for promoting the large-scale development of green buildings.

Keywords: green building; engineering cost; influencing factors; control strategy; full life cycle cost

引言

可持续发展理念在建筑工程领域具体表现为绿色建筑且近年全球对其广泛关注与推广,近五年行业数据表明全球绿色建筑市场规模每年平均增长超 8%且到 2025 年有望达 3 万亿元人民币以上,不过快速发展时绿色建筑工程造价高这一问题成了制约规模化应用的主要瓶颈之一,因为有研究显示绿色建筑初始投资比传统建筑高 10%~15%从而引发行业内广泛讨论并使研究者深入探究影响因素与解决途径,建筑行业是能源消耗和碳排放的重要

源头而其绿色转型对达成“双碳”目标意义重大,所以现在建筑行业急需解决怎样才能在确保绿色建筑性能的前提下有效把控工程造价这一关键问题。

绿色建筑工程造价受多种复杂因素影响且建筑全生命周期各环节都存在这些影响因素,就设计阶段而言项目经济性和可行性直接受方案选择与技术应用合理性的影响,施工阶段面临着绿色材料成本高、施工工艺复杂之类的挑战并且运营时绿色建筑能否有长期经济效益取决于能源消耗和维护成本的高低,还有政策环境、市场机制等

外部因素也对绿色建筑造价水平有一定影响,像近年我国出台不少激励政策,税收优惠、绿色金融支持、强制性节能标准都包含其中,这虽在一定程度上减轻了绿色建筑成本压力但还存在政策执行力度不够、市场认知度不高这样的问题,所以若对这些影响因素加以系统分析并提出有针对性的控制策略,则既能降低绿色建筑初始投资又可提升其全生命周期经济价值从而给绿色建筑普及发展提供重要支撑。

1 绿色建筑工程造价的影响因素分析

1.1 政策法规与标准的影响

近些年来全球对可持续发展高度重视,绿色建筑相关的政策法规纷纷出台且行业发展被显著推动起来,近五年的数据显示全球绿色建筑认证项目的数量每年平均增长率为 15%且政策激励措施起到关键作用,政策法规借助强制性标准与鼓励性措施直接影响绿色建筑工程造价,有些地区规定新建建筑得符合特定的节能或者环保标准从而直接让技术应用和材料选择的成本增加,政府提供的税收减免、补贴等激励机制虽然能在一定程度上减轻初始投资的压力但是由于不同地区的覆盖范围和力度不一样所以造价波动比较大,而且绿色建筑评价标准一直在完善使得企业要投入更多资源来满足评级的要求进而成本也被进一步推高,所以政策法规既是绿色建筑发展的驱动力又是造价构成的重要影响因素,所以在全过程造价管理时得充分考虑它。

1.2 技术与材料选择对造价的影响

绿色建筑的工程造价核心环节之一在于技术和材料的选择,近些年来科技进步使新型绿色建材和技术接连冒出给建筑行业带来更多选择但也有明显的成本差别,像高性能保温材料、光伏玻璃、智能控制系统等技术用于建筑能提升节能环保性能但研发和生产成本高让初始投资大增,统计显示用绿色技术的建筑项目平均造价比传统建筑高 10%~20%,不过从全生命周期看这些技术在运营时常能节省不少能源并减少维护成本,而且绿色材料的市场供需关系对造价有重要影响,有些绿色材料还没规模化生产所以价格起伏大、供应链也不稳定,所以在选择技术和材料的时候得综合考量经济性和适用性并通过优化设计和采购方案平衡造价与性能的关系^[1]。

1.3 项目规划与设计阶段的造价因素

绿色建筑工程造价在项目规划与设计阶段受到的影响是决定性的,研究显示全生命周期成本影响中设计阶段的成本控制效果能占到 70%以上,这一阶段方案选择和技术应用直接影响后续施工和运营成本构成,像合理设计建筑朝向、优化自然采光与通风系统会使后期能源消耗明显降低从而减少运营成本,但设计方案过于复杂可能使施工难度加大、造价升高,而引入集成化设计理念可有效协调各专业的配合以防止因设计冲突造成返工和浪费,当下

BIM(建筑信息模型)技术被行业广泛提倡,其用数字化手段达成设计、施工和运营全过程协同对提高效率、降低成本有帮助,所以规划与设计阶段要重视方案的经济性评估和技术可行性分析,这样才能平衡好绿色建筑目标的实现与造价控制。

1.4 施工管理与质量控制的成本影响

绿色建筑工程造价中施工管理和质量控制是重要部分且其精细化程度直接影响项目最终成本,近年随着绿色建筑施工技术不断成熟施工时的能耗和资源浪费问题得到些改善,不过因绿色建筑对施工工艺和质量要求更高而使施工管理复杂性增加,例如绿色材料运输、存储、安装管控得更严格才能保证性能不被影响,并且施工过程里的质量控制不但与建筑安全性和耐久性有关也直接影响后期运营成本,研究显示施工阶段精细管理能有效减少返工率和材料浪费进而降低整体造价,所以加强施工 management system 建设、提高质量控制水平是达成绿色建筑工程造价优化的关键路径。

施工管理涵盖多个方面,首先是人员管理,要确保施工人员具备相应的专业技能和绿色施工意识,通过定期培训提升其操作水平,减少因操作不当造成的材料损耗和工期延误,从而降低成本。在材料管理方面,除了前文提到的绿色材料采购优化,还需做好材料的库存管理,避免材料积压或缺。积压的材料会占用资金和仓储空间,增加成本;短缺则可能导致施工中断,影响进度,进而增加赶工费用。施工进度管理也至关重要,制定合理的施工进度计划,并严格按照计划执行,及时协调各施工环节,避免出现窝工现象。同时,要充分考虑天气、政策等外部因素对施工进度影响,提前制定应对措施。质量控制方面,建立严格的质量检查制度,从原材料进场到各施工工序完成,都要进行严格检验。对于不符合质量标准的,坚决要求整改或返工,确保绿色建筑的质量达标,减少后期运营维护成本。此外,利用信息化技术,如施工管理软件,实现对施工过程的实时监控和数据分析,及时发现施工管理中的问题并加以解决,提高施工管理的精细化程度,有效控制绿色建筑工程造价。

2 绿色建筑工程造价的控制策略

2.1 设计阶段的经济性分析与优化

在设计阶段,绿色建筑的方案选择和技术应用对工程造价高低有直接影响,近年来绿色建筑市场发展迅猛,数据表明绿色建筑初始投资比常规建筑平均高 10%~15%,且设计阶段成本占比很突出,因为设计方案往往过度追求节能技术、环保材料和智能化系统而使造价难以把控,所以设计阶段加强经济性分析非常重要,用集成化设计理念综合权衡建筑功能、性能和成本可避免资源浪费和不必要的复杂设计,像运用被动式设计策略减少对机械设备依赖既能降低初期投入又能在运营阶段大幅减少能源消耗,并且案例研究显示多专业协同设计模式能减少后期变更产

生的额外成本,过去五年间国内外不少绿色建筑项目通过优化设计方案把造价增幅控制在5%以内且达成了节能减排目标,这些实践证实了设计阶段的经济性分析是造价控制关键环节也是达成绿色建筑可持续发展目标的重要保障。

2.2 绿色材料与设备选择的成本效益评估

工程造价受绿色建筑材料与设备选择的影响很大,因为绿色材料虽说环保且性能好,但价格高成了阻碍绿色建筑推广的一大障碍,数据表明绿色材料采购成本比传统材料平均高20%~30%且高效节能设备价格可能翻番,所以施工阶段做成本效益评估就成了控制造价的核心任务,分析不同材料和设备全生命周期成本会发现有些高端产品初期投入高但长期用着能靠节能降耗回本,就像某个绿色建筑项目用了高效光伏板,初期造价增加了8%,但每年省下来的电费让它五年就盈亏平衡了,并且优化供应链管理对降低成本也有好处,近年随着绿色建材市场规模变大,一些产品价格开始下降,所以合理选那些性价比高的绿色材料和设备并精细施工管理,既能有效控造价又能提升整个项目的经济效益^[2]。

2.3 全生命周期成本控制方法

要让绿色建筑变得经济可行,对其全生命周期的成本控制是关键,因为跟传统建筑比起来,绿色建筑在运营时的能源消耗与维护成本能大大降低,不过它初期投入高这一状况在行业内仍普遍存在。研究表明,用科学的全生命周期成本控制办法,绿色建筑在30年使用周期里大概能节省20%~30%的总成本,这靠的是节能技术的应用以及智能化管理系统的大范围普及,像智能能源管理系统就能实时监控建筑能耗并优化运行策略,从而让运营费用大幅下降。另外,建筑使用寿命要延长、后期维护成本得减少,施工阶段的质量控制也很重要。这几年,一些绿色建筑项目建立起完善的运维管理体系后,把年均维护成本降到总投资的1%以下^[3]。还得注意政策环境对全生命周期成本控制有不小影响,因为政府颁布的补贴政策和税收优惠政策有力地支持了绿色建筑的推广,综合考虑设计、施工、运营各阶段的成本构成且加上政策激励机制之后,全生命周期成本控制方法为绿色建筑规模化发展打下了稳固根基。

2.4 信息化与BIM技术在造价控制中的应用

信息化技术尤其是BIM(建筑信息模型)于绿色建筑工程造价控制里的应用变得越来越多,BIM技术构建起三维数字化模型后使得设计、施工和运营阶段的信息得以共享且协同管理得以实现,进而极大地提高了造价控制的精准度与效率。有数据表明,运用BIM技术的绿色建筑项目可降低大概10%~15%的设计变更以及返工成本并且能缩短5%~10%的工期,就拿某个大型绿色建筑项目来说,其借助BIM技术模拟施工过程,提前察觉并处理好潜在冲突问题,最终把造价增幅控制在5%以内,并且BIM技术还能整合材料采购、施工进度、成本核算等方面的数据以给决策提供科学依据。这几年云计算和大数

据技术不断发展使BIM平台功能更强,不但支持多维度数据分析而且也能进行动态成本监控,这些技术的进步有力地支持着绿色建筑全过程造价管理,借助信息化手段优化资源配置和流程管理既能提高造价控制水平又能给绿色建筑行业可持续发展注入新动力^[4]。

3 结论

绿色建筑工程造价的控制与优化对于推动建筑行业朝着可持续发展方向进行转型有着至关重要的意义,研究经过对设计、施工、运营等阶段的深度剖析,找出了左右绿色建筑工程造价的核心要素以及这些要素之间的内在联系,建筑行业属于全球能源消耗和碳排放的重要源头,其实现绿色化对于达成“双碳”目标具备重大意义。近五年数据表明全球绿色建筑市场规模年均增长率超10%,然而初始投资成本高依旧是制约其规模化发展的关键瓶颈,研究显示虽然绿色建筑初始造价比传统建筑高10%~15%,但是于全生命周期中能够达成20%~30%的成本节省,这强有力地支撑着绿色建筑的经济可行性。基于此全过程造价控制策略的提出不但有益于减轻绿色建筑的初期投资压力,而且可通过技术集成与管理优化达成长期经济效益的最大化,例如在设计阶段强化方案经济性评估,能够有效避免后期因设计变更导致的成本增加,在施工阶段优化绿色材料采购和精细化管理则能显著提升资源利用效率,而在运营阶段引入智能化能源管理系统,不仅能降低能耗还可提升建筑使用价值。此外市场的更多支持会由于政策激励机制的完善和绿色建筑价值评估体系的构建而得到,从而促进行业健康发展,研究成果不但为绿色建筑工程造价的科学管理给予了理论依据,还为建筑行业的绿色转型注入了新的动力,未来随着技术的进步和市场机制的进一步成熟,绿色建筑有望在全球范围内实现更为广泛的普及与应用,进而为应对气候变化和资源短缺给予切实可行的解决办法^[5]。

[参考文献]

- [1]李瑞新.建筑工程造价影响因素及控制策略[J].江苏建材,2024(1):153-154.
- [2]刘方兴.影响建筑工程造价的因素及工程造价控制策略[J].城市建设理论研究(电子版),2023(11):79-81.
- [3]赵贵伟.建筑安装工程造价的影响因素及控制策略探讨[J].住宅与房地产,2018(8):34.
- [4]易悦.建筑工程造价影响因素及控制策略探究——以某建筑工程为例[J].房地产世界,2024(21):113-115.
- [5]刘金容.建筑工程造价预算影响因素及控制策略[J].建筑与预算,2022(9):21-23.

作者简介:高坤峰(1981.11—),毕业院校:西南科技大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:浙江浙能科技环保集团股份有限公司,职务:技经专职,职称级别:工程师。

可持续发展视角下的水利闸站房设计与实施策略

宋扬 左廷萍

扬州水利建筑工程有限责任公司, 江苏 扬州 225000

[摘要]在经济社会不断发展而资源环境出现矛盾的情况下,水利闸站房设计应当融入可持续发展的理念。本论文全面且细致地探讨了这一理念针对房设计在资源节约、生态保护以及社会协调等方面所提出的具体要求,接着从整体规划、选用绿色材料、能源资源利用以及与生态相融合等多个层面给出了相应的设计策略。围绕着施工管理、生态修复、社区参与以及智能运维等方面来阐述实施策略,并且从政策、经济、技术以及评估等诸多维度去构建保障机制,以此推动水利工程朝着绿色转型的方向发展。

[关键词]可持续发展;水利闸站房建;绿色设计;实施策略;生态保护

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18392 中图分类号: F407 文献标识码: A

Design and Implementation Strategy of Water Conservancy Sluice Station Building from the Perspective of Sustainable Development

SONG Yang, ZUO Tingping

Yangzhou Water Conservancy Construction Engineering Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225000, China

Abstract: In the context of continuous economic and social development and contradictions in resources and environment, the design of water conservancy gate station buildings should incorporate the concept of sustainable development. This paper comprehensively and meticulously explores the specific requirements of this concept for building design in terms of resource conservation, ecological protection, and social coordination. Then, corresponding design strategies are provided from multiple aspects such as overall planning, selection of green materials, energy and resource utilization, and integration with ecology. Elaborate on implementation strategies around construction management, ecological restoration, community participation, and intelligent operation and maintenance, and construct guarantee mechanisms from various dimensions such as policy, economy, technology, and evaluation to promote the development of water conservancy projects towards green transformation.

Keywords: sustainable development; construction of water conservancy gate station building; green design; implementation strategy; ecological protection

引言

水利工程是民生的基础设施,闸站房建更是集控制、设备存储运行与办公功能于一体,其质量关系工程效能与安全。过去设计侧重功能与安全,对资源环境与社会协同关注不足。当前,推动水利工程绿色低碳发展已成共识。因此,基于可持续发展视角重新构建闸站房建设设计理念,寻求有效的实施策略,具有深刻的现实意义。

1 可持续发展对水利闸站房设计的要求

1.1 资源节约与高效利用

资源节约以及高效利用算得上是可持续发展当中最为基础的一项要求,其意指在整个闸站房建设所涉及的全生命周期范围之内,务必要尽可能地去削减针对不可再生资源的消耗量,并且要着力提升各类资源的利用效能。这就需要在开展建筑设计工作的阶段便充分考量土地资源的集约化利用事宜,借助优化布局的方式来压缩所占的土地面积,积极去选用那些能够再生或者可以循环利用的建筑材料,以此来缓解对原生资源进行开采时所面临的压力。

与此在进行结构设计的时候要秉持轻量化以及耐久性的原则,依靠科学的计算以及优化设计手段来降低像混凝土、钢材这类主要建材的使用量,并且要在确保安全无虞的前提之下延长建筑物的使用寿命,进而达成让材料资源在全生命周期里效益得以最大化的成效。就像相关研究所明确指出的那样,绿色建筑所蕴含的核心内涵当中,有一部分便是针对物质资源展开循环且高效的利用。

1.2 环境友好与生态保护

环境友好的理念以及生态保护的要求使得水利闸站房建务必要把其对生态环境所产生的影响放在首要考量的位置上,努力达成工程建设和自然生态系统之间的和谐共存状态。这就需要对施工活动给周边水体、土壤、空气可能引发的污染加以严格的把控,同时还要在项目完成之后着力推动区域生态系统的恢复工作,甚至实现对其的优化提升。具体来讲,在设计环节要尽最大可能避免对原有地形地貌展开大规模的改造操作,要对场地当中的植被以及生物栖息地给予保护;应当选用那些对环境影响较低或者属

于环境友好类型的施工工艺与材料；另外还得全面且细致地考量建筑物在运行期间可能会产生的噪声、振动、废弃物等因素给环境带来的二次不利影响，并且采取行之有效的预防以及减缓举措，从而把水利闸站房建给区域生态完整性以及生物多样性所带来的潜在负面作用降到最低限度。

1.3 社会协调与长效服务

水利闸站房建并非是孤立存在的构筑物，而是深深融入特定的社会文化背景以及区域发展脉络当中，所以社会协调和长效服务构成了可持续发展的另一个关键维度的要求。这就需要设计一方面要满足工程自身的技术功能，另一方面还要留意其与周边社区、景观风貌、历史文脉之间的协调关联，提高建筑的景观价值以及文化认同感。而且设计务必具备前瞻性与适应性，可以应对未来气候变化、社会发展可能带来的潜在挑战，保证闸站设施能够长期、稳定、安全地为区域水安全保障、经济发展以及居民生活需求服务，达成其社会效益的持续发挥，切实体现水利工程造福人民的基本宗旨。

2 可持续发展视角下的水利闸站房建设计策略

2.1 整体规划与场地可持续设计

在项目刚开始的时候，对整体进行规划并且针对场地展开可持续设计，这是为可持续发展筑牢基础的第一步。得从宏观流域或者区域这样的大视角去着手，全面且细致地去评估闸站建设选址在生态环境方面的适宜程度、产生的社会影响以及资源的承载能力。在具体开展场地设计工作期间，要充分地尊重原有的自然条件，并且充分加以利用。比如说，可以凭借自然地形的高差来减少土方工程的量，顺着主导风向还有日照条件来对建筑朝向与布局做出优化，进而达成自然通风和采光的效果。还要把场地内的水体、植被都保留下来并加以利用，让它们成为生态景观当中的要素。

2.2 绿色建筑材料与结构优化

绿色建筑材料的选择以及结构体系的优化，这二者无疑是减少资源环境负荷的直接途径。在选择建筑材料时，要优先考虑那些具备可再生特性、拥有较高回收含量、蕴含能量较低并且在生产环节中所产生的污染较小的材料。像经过认证的可持续木材、高性能再生骨料混凝土以及工业副产物建材等，都属于这样的优选对象。从结构设计的角度来讲，需积极采用基于性能的设计方式，借助现代计算分析工具来针对结构体系展开细致入微的分析与优化操作，务必要在保证绝对安全的基础之上，去追求材料用量方面的经济合理性。还要积极探索应用预制装配式结构体系。该体系能够有效提升施工的效率，减少施工现场的湿作业情况，降低材料的损耗程度以及建筑垃圾的产生量，并且对于未来建筑物的改造以及部分构件的重复利用也是颇为有利的，这无疑充分彰显出了全生命周期所秉持的资源节约理念。

2.3 能源与水资源综合利用设计

推动能源与水资源的综合利用对于实现闸站房建运行阶段的低碳节能而言极为关键。就能源来讲，要充分借助水利枢纽自身的条件，积极去安装小型水力发电机组或者太阳能光伏板、风力发电机这类可再生能源设施，以此来为闸站日常运行给予清洁电力方面的补充。在建筑设计环节，需强化围护结构的保温隔热性能，而且要合理运用自然采光以及通风设计，力求把照明、空调等常规能源的消耗降到最低限度。在水资源方面，应当建立起雨水收集与利用系统，把收集到的雨水用于场地绿化浇灌、道路冲洗等非饮用水的相关用途^[1]。与此针对闸站内可能会产生的生产生活污水，要进行就地的生态化处理与回用，进而形成内部的水循环，从而减少新鲜水的取用量以及污水的外排量。

2.4 建筑环境与生态融合设计

建筑环境与生态融合设计，其目的在于把闸站房建这类人工构筑物自然而然地融入到自然环境当中，而且能够主动地发挥出积极的生态功能。具体而言，可以通过屋顶绿化、垂直绿化等多种方式来增加绿化面积，如此一来，既能够美化景观，又可以改善局部的微气候状况，还能起到减缓雨水径流的作用；要精心设计生态护坡、人工湿地等一系列设施，针对闸站周边那些受到干扰的岸线或者区域展开生态修复工作，进而为水生生物以及鸟类打造出适宜的栖息地；在对建筑形态、色彩以及材质进行选择的时候，务必要重视与周边自然景观以及地域文化特征之间的协调性，从而让闸站建筑能够成为彰显生态文明理念的地标，而不是那种突兀的工程符号。

3 可持续发展视角下的水利闸站房建实施策略

3.1 可持续施工管理与技术应用

在施工阶段落实可持续管理理念并且运用绿色施工技术，这是减少建设期间对环境造成影响的关键所在。这就需要去制定详尽的绿色施工方案，对施工扬尘、噪音、废水以及固体废弃物的排放加以严格把控；要推进施工材料与设备的精细化管理工作，降低在运输、储存以及使用各个环节当中的损耗情况；要积极采纳能够节水、节材、节能的先进施工工艺，像是清水混凝土技术、钢筋专业化加工与配送这类工艺等。与此还得强化对施工人员开展环境保护意识方面的培训工作，以此来保障各项环保措施都能够切实落地实施，最终达成文明施工以及绿色建造所期望达到的目标。

3.2 生态环境保护与修复措施

施工过程不可避免地会给生态环境带来一定扰动，所以得提前制定且严格施行系统的生态环境保护与修复举措。要把施工占地范围内表土剥离出来并妥善保存，等施工告一段落后再用来复绿或者改良土壤。对于受施工影响的植被，可采取就地保护的办法，或者异地移栽作为补偿。

就水生生态而言,可通过设置围堰、控制悬浮物的扩散以及合理安排施工时段等手段来降低对水生生物的影响,而在工程结束之后,还要实施人工鱼巢、增殖放流之类的生态补偿措施。

3.3 社区参与与社会效益提升

水利闸站建设需摒弃传统封闭式管理模式,转而积极引导周边社区参与其中。在项目规划以及设计阶段,借助听证会、问卷调查等途径去了解社区方面的诉求,把其中合理的意见吸纳进方案里^[2];在施工期间,要为当地居民创造就业的机会,并且采取相应措施来减少施工给居民生活带来的干扰;待工程建成之后,可以尝试在确保工程安全的前提下,适度地向公众开放部分景观或者教育区域,将其打造成水情教育基地或者是休闲景观节点,以此增强社区的认同感,提升项目的社会综合效益,达成工程与社区的共赢发展。

3.4 数字化与智能化运维支持

运用数字化以及智能化技术,可有力地支撑闸站房建达成可持续运维。凭借建筑信息模型技术来打造闸站建筑的数字孪生模型,将设计、施工、运维各个阶段的信息加以集成,以此给设施管理、能耗监测、空间优化给予数据方面的基础。安排部署物联网传感器网络,对建筑结构健康状况、室内环境质量情况、能源资源消耗程度等关键参数展开实时监测。借助大数据分析还有人工智能算法,能够实现设备设施的预测性维护,让能源系统达成智能调度并且优化运行,进而大幅度提高运维效率,减少长期运行的成本,确保建筑始终维持在高效、低耗、安全的最优状态。

4 可持续水利闸站房建的实施保障机制

4.1 政策标准与规范体系

健全的政策标准以及规范体系,能够起到引导并约束行业朝着可持续发展方向进行转型的关键作用,是实现这一转型的根本保障所在。国家层面以及行业主管部门需要加快推进针对水利工程建设相关联的法律法规、技术标准还有评价体系的制修订工作,要明确把资源节约、环境保护、社会和谐等一系列可持续发展的指标都纳入到项目审批环节、设计审查环节、竣工验收环节以及后评价环节等诸多环节当中的强制性要求里去^[3]。与此要积极推动地方政府以及行业协会去出台更为详尽具体的指导意见以及实施细则,进而构建起层次清晰分明且覆盖范围较为完备的政策标准网络体系,以此来为可持续水利闸站房建方面的实践行动给予清晰明确的制度依据以及具体的操作指南。

4.2 经济激励与成本控制

经济可行性在很大程度上决定了可持续理念能否获得广泛的接纳。从政府层面来讲,其需借助财政补贴、税收优惠以及绿色信贷这类经济激励方式,以此来减轻建设单位在采用绿色设计、绿色建材还有绿色施工技术时所面

临的增量成本方面的压力。项目各方得树立起全生命周期成本的观念,要清楚可持续设计尽管在初始阶段投入的资金或许会略高一些,然而它于长期运行期间所带来的节能、节水、减废以及低维护等诸多效益,将会收获颇为可观的经济回报。凭借精细化的设计以及管理举措,对建设与运营的总成本予以有效把控,进而证实可持续发展的路径在经济层面同样是合理并且颇具前瞻性的选择。

4.3 技术创新与人才培养

持续开展技术创新以及着力于专业人才的培养,二者乃是推动可持续发展源源不断的动力来源。应当进一步增加在水利工程绿色建造、智慧运维等相关领域关键技术方面研发工作的投入力度,积极倡导产学研用协同展开联合攻关行动,以此促进新技术、新材料以及新工艺得以顺利转化并加以应用。与此要对工程教育体系做出相应改革举措,在高校以及职业培训环节强化对可持续发展理念、绿色建筑相关知识以及环境工程技术等内容的传授工作,从而培育出既具备水利工程专业素养又拥有生态文明视野的复合型人才。唯有具备了掌握先进技术以及先进理念的人才队伍,可持续水利闸站房建的美好愿景才能够切实转化为广泛存在的现实状况。

4.4 监测评估与持续改进

建立起贯穿项目整个生命周期的监测评估以及持续改进的机制是极为关键的。在项目完成竣工之后,需要针对其资源消耗的具体水平、对环境产生的影响状况、运行时的能效指标还有来自社会方面的反馈展开长期且细致的跟踪监测工作,并且要定期开展评估活动,同时把这些实际监测评估所得到的情况与当初设计时所设定的预期目标进行细致的对比分析操作^[4]。依据监测评估所获得的结果,要及时将其中存在的各类问题以及不足之处找出来,并且把这些情况反馈到未来开展的设计优化环节、运维策略做出的调整方面乃至行业标准进行的修订工作当中去。这样一种“规划-设计-实施-监测-评估-改进”所构成的闭环管理流程,可保证可持续水利闸站房建在实际的运用过程当中能够不断地积累起相关的经验,实现一次次的迭代升级,进而促使整个行业的整体水平得以呈螺旋式的上升态势。

5 结束语

可持续发展已然成为中国国家战略,水利闸站房建设计实施理念向绿色转型乃是大势所趋。本文全面且细致地梳理了可持续发展理念给设计所提出的诸多维度的要求,同时从设计策略、实施策略以及保障机制等方面构建起相应的理论框架与实践路径。推动其发展是一项复杂的系统工程,需要政府、行业、企业以及社会等各个方面协同发力。在未来,融合了绿色、智慧以及人文关怀的可持续水利闸站房建,必定能够为保障国家水安全、促进人与自然

和谐共生以及建设美丽中国贡献出坚实且持久的力量。

[参考文献]

- [1]冯志强.中小型水利工程设计中节能技术分析[J].黑龙江水利科技,2018,46(1):56-58.
- [2]李建宏.中小型梯级泵站联合调度运行方法设计[J].水泵技术,2020(6):31-35.
- [3]汪家丽.霍邱县中小型泵站的运行管理和维护[J].河南水利与南水北调,2022,51(8):70-71.
- [4]袁琼辉.农业水利工程中小型泵站运行管理存在的问题及对策[J].价值工程,2022,41(30):16-18.

作者简介:宋扬(1979.9—),男,毕业院校:南京工程学院,所学专业:工程管理,当前就职单位:扬州水利建筑工程有限公司,职务:工程管理人员,职称级别:工程师。

水电站安全生产标准化建设与实践效果研究

李杰

嘉陵江亭子口水力水电开发有限公司, 四川 广元 628400

[摘要]伴随我国水电行业不断向前发展,水电站的规模也在持续扩大,其运行所处的环境更是日趋复杂,安全生产由此面临着诸多不同方面的挑战。当下,大多数水电站都已经着手开展了安全生产标准化建设相关工作,构建起了安全管理制度以及岗位责任体系,同时也设立了隐患排查机制与风险管控机制。然而即便如此,在实际的运行过程当中依旧存在着一些问题,而这些问题在相应程度上对安全管理的有效性以及风险防控的水平都产生了影响。此项研究能够为水电站的安全管理实践给予一定的参考,还能为后续持续改进以及推广标准化建设经验给出理论层面的依据。

[关键词]水电站;安全生产标准化;标准化建设;实践效果

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18391 中图分类号: X913.4 文献标识码: A

Research on the Standardization Construction and Practical Effect of Safety Production in Hydropower Stations

LI Jie

Jialingjiang Tingzikou Water Conservancy and Hydropower Development Co., Ltd., Guangyuan, Sichuan, 628400, China

Abstract: With the continuous development of Chinese hydropower industry, the scale of hydropower stations is also expanding, and the environment in which they operate is becoming increasingly complex, posing various challenges to safety production. At present, most hydropower stations have started to carry out safety production standardization construction, established safety management systems and job responsibility systems, and also set up hidden danger investigation mechanisms and risk control mechanisms. However, even so, there are still some problems in the actual operation process, which have a corresponding impact on the effectiveness of safety management and the level of risk prevention and control. This study can provide some reference for the safety management practice of hydropower stations, and also provide theoretical basis for subsequent continuous improvement and promotion of standardized construction experience.

Keywords: hydroelectric power station; standardization of safety production; standardization construction; practical effect

引言

水电站安全管理水平的提升以及保障其安全稳定运行,已然成为行业发展的关键课题。近些年,伴随安全生产标准化理念不断推广,国家相关政策也逐步完善起来,水电站安全生产标准化建设慢慢变成确保安全运行的一项重要途径。借助构建完善的组织体系、规章制度、风险管控机制、设备管理标准以及培训和应急体系,水电站可以达成安全管理的规范化、制度化与科学化,进而有效防范各类风险。虽说部分水电站于标准化建设方面已收获了一定成果,可在实际运用进程里依旧存有体系落实不够到位、考核评价机制不够完善、隐患治理闭环不充分以及安全文化建设欠缺等问题。所以,针对水电站安全生产标准化建设及其实践效果展开系统研究,对于归纳经验、找出不足、优化管理策略、提升安全绩效而言,有着重要的理论价值与实践意义。本研究目的在于通过对水电站安全生产标准化建设的特点、主要内容以及实施要求展开系统剖析,并且结合实践效果评估,全方位揭示标准化建设给安全管理水平和运行绩效带来的实际影响,为水电站安全管理体系的优化给予科学依据与实践参考。

1 水电站安全生产标准化建设的特点

水电站安全生产标准化建设是保障水电站安全、稳定、高效运行的重要基础,其特点主要体现在系统性、动态性与持续改进、强制性、预防性与风险管控、群众性以及规范性与科学性等方面。首先,标准化建设具有系统性,覆盖生产经营的各个层面、各个环节和各类人员,通过建立安全生产责任制、制定管理制度和操作规程,将人、机、料、法、环、测等要素整合为一个有机整体,规范生产行为,使各环节符合法律法规和标准规范要求。其次,标准化建设具有动态性与持续改进性,遵循 PDCA 循环管理模式,根据外部环境、技术进步及企业发展不断调整和优化安全管理措施。与此同时,其具有强制性,企业必须依法建立并保持标准化体系,履行安全生产主体责任。标准化建设以风险管理为核心,注重预防为主,通过隐患排查治理和重大危险源监控机制,将安全管理前移,从源头消除事故隐患。其群众性体现在全体员工的共同参与,从管理者到一线操作人员均需学习法规标准,排查隐患,形成人人关注安全、参与安全的氛围^[1]。最后,标准化建设强调规范性与科学性,遵循“以人为本”的理念,采用体系

化思想和先进管理方法,实现安全管理的科学化、系统化和法制化,从而提升水电站整体安全水平,保障人员和设备安全。

2 水电站安全生产标准化建设的主要内容与实施要求

2.1 安全生产责任体系建设

水电站安全生产责任体系的建设乃是保障安全生产标准化得以有效施行的一项基础性工作,其关键之处就在于要明确各级管理人员以及岗位工作人员各自的安全职责,进而构建起一个权责相符且能够层层落实到位的管理链条。通过设立以主要负责人为第一责任人的安全生产领导体系,对部门负责人、技术管理人员、运行人员还有检修人员的岗位安全职责加以细化,从而让安全责任能够在组织架构当中达成纵向到底、横向到边的覆盖效果。与此水电站还需要去形成一套较为完备的岗位责任制、责任清单制度以及安全绩效考核机制,把安全目标分解落实到每一个部门以及每一个人身上,借助制度手段来强化履职的质量,并且通过开展经常性的监督检查以及实施责任追究等方式来推动各项措施切实落地生根。鉴于水电站设备本身较为复杂、运行工况存在着诸多变化且风险源也呈现出多样性的这些特点,责任体系建设务必要和风险管控、隐患治理、设备管理等相关制度紧密衔接起来,使得各个岗位的责任能够与实际存在的风险点相互匹配得当,进而形成职责清晰明确、流程脉络清楚明晰的安全生产闭环体系。

2.2 安全生产规章制度与操作规程

水电站安全生产规章制度以及操作规程,在规范员工的行为方面起到了重要作用,同时也是保证设备能够安全运行的关键依据,更是安全生产标准化建设当中的制度核心所在。建立起完善的规章制度体系之后,能够明确安全生产管理的基本要求、管理流程以及工作标准,如此一来,各项管理活动便有了可以遵循的章程,也有相应的依据可参照。制度所涉及的内容,需要涵盖设备运行、检修管理、危险作业审批、消防管理、巡检制度、应急管理等诸多关键环节,务必要做到系统且全面,结构要清晰,责任要明确。与此还需要结合水电站的工艺流程以及设备特性,去编制科学合理且可操作性较强的岗位操作规程、作业指导书以及应急处置流程,让处于不同岗位的人员在执行工作任务的时候,能够严格按照规定的标准步骤来开展操作,以此减少因人为失误而产生的安全风险^[2]。对于制度和规程的执行情况,应当通过培训宣贯、现场检查以及考核机制等方式来进行强化,从而确保所有的员工都能够理解制度的具体内容,掌握操作的相关要求,并且在实际的工作当中严格加以遵守。

2.3 安全风险分级管控与隐患排查治理

安全风险分级管控以及隐患排查治理,在水电站安全生产标准化建设里属于预防性管理极为重要的环节,其关

键之处就在于借助系统的方式去识别风险源,运用科学的方法来评估风险等级,同时落实具有针对性的控制举措,以此尽可能地发生事故几率降下来。水电站得依照自身运行设备较为复杂、作业工况多种多样、风险点分布范围颇广这样的特点,搭建起能够涵盖发电机组、升压站、金属结构、泄洪设施、输变电设备等诸多关键部位的风险辨识体系,并且运用风险矩阵、危险源清单等手段来对风险加以分级,清楚界定重大风险、较大风险、一般风险以及低风险各自的管控标准。对于重大风险要着重予以监控并且做到实时发出预警,切实执行工程技术方面的措施以及管理方面的措施;而对于较大风险以及一般风险,则可以通过制定相应的制度规范、开展定期的检查以及实施预防性的维护来进行把控。在隐患排查这块,需要建立起贯穿全流程、涉及全岗位的隐患排查治理机制,定期去组织开展专项检查、季节性检查、设备检修前后检查等多种形式的检查活动,及时把隐患找出来并且做好记录,明确责任部门、整改措施、整改期限以及复查的要求,从而保证隐患治理能够形成闭环式的管理。

2.4 设备设施安全管理与检修标准化

设备设施的安全管理以及检修标准化,这在水电站的安全生产标准化建设里,属于极为重要的构成部分。其主要目的在于保障那些关键设备能够长时间稳定地运转起来,而且借助科学且合理的检修以及维护体系,使得故障率得以降低,安全风险也能够减少。水电站得依照设备所具有的类型、呈现出的运行特性以及实际的使用年限等情况,去建立起一套设备管理制度,这套制度要把设备从运行到维护再到检修直至更新的整个过程都涵盖进去,并且要清楚明确地规定好设备巡检的具体要求、状态监测的相关事宜、维护周期的安排情况、故障处理的操作流程等等,以此来保证管理工作能够做到规范、有序,而且具有可追溯的特性。在实际开展管理工作的过程当中,一定要严格按照设备档案管理制度来执行相关事宜,针对发电机组、水轮机、变压器、闸门、开关设备等一系列关键设施,都要建立起完整的技术档案以及详细的运行记录,从而为后续的状态评估以及检修决策给予相应的依据。与此检修标准化还要求依照既定的技术标准以及工艺流程来开展检修作业,要做到检修方案制定得规范合理、操作步骤描述得清晰明确、质量验收工作做得严格细致,进而确保检修的整个过程都能够符合安全技术方面的要求,不会因为人为的因素而引发出新的风险情况出现^[3]。为了进一步提升设备管理的质量水平,水电站还应当积极地去引入像在线监测、智能诊断这类的技术手段,以便能够实时地掌握设备的运行状态,从而提高预测性维护的能力。

2.5 安全教育培训与应急管理

安全教育培训以及应急管理在水电站安全生产标准化建设里属于极为关键的环节,它对于强化人员能力、保

障应急处置水平起着重要作用。其关键之处就在于借助持续且系统的培训来提高员工的安全意识、操作技能以及应急处置能力，同时要构建起科学且完备的应急管理体系，以此为应对突发事件给予强有力的支撑。水电站需要根据各个不同岗位所具有的职责以及风险特点，去制定出分层分类的安全教育培训计划，像新员工入职培训、特种作业人员取证培训、岗位技能提升培训还有应急演练培训等等都包含在内，务必要让每一位员工都能够掌握必要的安全知识以及操作规范，可以识别风险、遵守规程并且能正确地应对异常情况。在此基础之上，还得通过现场实操、案例分析、事故警示教育等多种形式来强化培训效果，促使培训内容切实转化成安全行为。在应急管理这块，水电站应当建立起一个涵盖事故预防、应急准备、应急响应以及后期恢复的全流程应急体系，针对设备故障、自然灾害、火灾、洪水、电气事故等不同类型的险情编制应急预案，明确好职责分工、处置流程以及资源配置的要求。

2.6 标准化运行考核与持续改进机制

标准化运行考核以及持续改进机制，这可是水电站安全生产标准化建设能够长期且行之有效地运转的关键保障所在。其关键点就在于借助科学合理的评价体系、极为严格的考核制度以及较为系统的改进举措，达成管理活动的闭环式运作并促使其实现持续性的提升。水电站需要构建起一个涵盖组织管理、设备运行、风险管控、隐患治理、教育培训以及应急管理等诸多不同维度的考核指标体系，依据制度的实际执行状况、现场管理的水平高低以及安全生产所取得的绩效等方面要素来展开综合性的评价，同时还要把考核得出的结果同部门绩效、岗位履职评价以及奖惩机制紧密关联起来，以此来强化制度的执行力。在考核具体实施的进程当中，得坚持将过程监督和结果评价相互结合起来，运用定期检查、专项检查以及第三方评估等多种方式，确保标准化运行能够真实且有效。与之同步，持续改进机制还要求水电站在察觉到存在问题以及存在薄弱环节之后要及时地采取纠正以及预防方面的措施，通过剖析不符合项的缘由、制定改进方案、跟踪落实整改效果等途径，形成从问题识别到整改落实再到效果验证直至再提升这样一个循环往复的过程^[4]。伴随技术的不断进步以及管理要求的相应变化，标准化体系同样应当持续不断地更新与优化，要把新技术、新设备、新规范及时地纳入到管理体系当中，从而保持标准化建设具备前瞻性和适应性。

3 水电站安全生产标准化建设实践效果评估

水电站安全生产标准化建设实践效果评估，这可是衡量安全管理体系有效性以及改进程度的一项重要途径。其关键之处就在于借助系统化的分析办法以及科学的评价体系，把标准化建设给风险防控能力、设备可靠性、管理

规范化还有员工安全文化所带来的实际提升效果，完整地呈现出来。在开展评估工作的时候，得先构建起多维度的指标体系，把组织管理、制度执行、设备运行、隐患排查、风险管控、应急管理以及人员行为规范这些关键要素都涵盖进来，并且要对各个指标加以量化以及分级处理，以此来确保评估结果具备科学性以及可操作性。接着，通过对比标准化建设实施前后的一系列数据，像是设备故障率、隐患整改闭环率、违章操作发生率、应急响应时间以及培训考核成绩等等，便能直观地反映出建设所取得的成效。与此再结合现场观察、员工访谈以及问卷调查这类定性分析的方式，去深入且细致地了解标准化措施在实际操作环节当中的适用情况、执行力度以及文化认同程度。在评估进程里，还得留心标准化建设给组织安全文化所带来的潜在影响，像员工安全意识有所提升、团队协作水平得以增强以及主动识别并报告隐患的行为逐渐养成等情况，进而全方位地对标准化管理在技术层面、制度层面以及行为层面所达成的综合效果做出评判。

4 结语

水电站推行安全生产标准化建设以后，各级岗位的责任变得清晰明确起来，管理流程也变得更加规范有序。安全制度以及操作规程在日常的运行过程当中都能够得以有效地施行。风险分级管控和隐患排查治理这一机制能够让潜在的危及时地被识别出来并且得到妥善处理。设备设施管理以及检修工作实现标准化之后，关键设备的可靠性得以提高，故障的发生率也随之减少。安全教育培训加上应急管理举措，使得员工的安全意识有所增强，应急能力也得到了提升。考核评价与持续改进机制保证了管理当中存在的问题可以快速地反馈出去，并且能够获得相应的改进。这些举措在实际的操作过程中切实有效地提升了水电站的安全管理水平，让其运行具备更强的可控性，同时也为安全生产给予了实实在在的保障。

[参考文献]

- [1]肖妮,伍彦熹,董大富.新形势下小水电站安全生产标准化建设路径研究[J].小水电,2025(5):4-7.
- [2]罗伟,樊浩怀.谈水电站安全生产标准化建设的必要性[J].水电站机电技术,2020,43(11):215-216.
- [3]杨德同,解学相,王德明.浅谈水电站安全生产标准化建设的必要性[J].水利建设与管理,2017,37(10):90-91.
- [4]王力,胡华东.水电站工程建设安全生产的标准化探讨[J].四川建材,2015,41(4):208-210.

作者简介：李杰（1987.6—），男，毕业院校：西安交通大学，所学专业：热能与动力工程，当前就职单位：嘉陵江亭子口水利水电开发有限公司，职务：运维部总值长，职称级别：中级工程师。

农田水利建设中节水灌溉技术的应用分析

乔诚岗

杭锦旗财政局, 内蒙古 鄂尔多斯 047400

[摘要]在农业不断发展的进程当中,水利灌溉既充当着保障农业生产得以顺利开展的坚实基础,又成为推动农田持续向前发展的极为关键的因素。合理且高效地去利用水资源,这已然成为了农田灌溉技术务必要严格遵循的一项极为重要的原则。我国身为农业生产领域当中的大国,其土地类型呈现出多样的特点,气候条件方面所存在的差异也颇为显著。所以在干旱以及半干旱这些地区着手建设科学且合理的农田水利工程,大力推广高效节水灌溉技术,这对于促进农作物健康生长、提升农业生产质量以及提高资源利用效率而言,都有着不容忽视的重要意义。

[关键词]农田水利建设;节水灌溉技术;技术应用

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18388

中图分类号: F323

文献标识码: A

Application Analysis of Water-saving Irrigation Technology in Agricultural Water Conservancy Construction

QIAO Chenggang

Hangjin Banner Finance Bureau, Ordos, Inner Mongolia, 047400, China

Abstract: In the process of continuous development of agriculture, water conservancy irrigation not only serves as a solid foundation to ensure the smooth operation of agricultural production, but also becomes a crucial factor in promoting the sustainable development of farmland. Reasonably and efficiently utilizing water resources has become an extremely important principle that must be strictly followed in agricultural irrigation technology. As a major country in the field of agricultural production, China has diverse land types and significant differences in climate conditions. Therefore, in arid and semi-arid regions, efforts should be made to construct scientific and reasonable agricultural water conservancy projects, vigorously promote efficient water-saving irrigation technologies, which have significant importance in promoting healthy crop growth, improving agricultural production quality, and enhancing resource utilization efficiency.

Keywords: farmland water conservancy construction; water-saving irrigation technology; technology application

引言

在现代农业不断发展的进程当中,水资源的合理利用以及高效的管理已然成为保障粮食安全、促使农业可持续发展水平得以提升的关键前提。伴随着人口持续增长、工业用水量不断增加以及气候变化等诸多因素的作用,农田水利建设正面临极为严峻的水资源供需矛盾状况。传统灌溉方式存在着用水效率不高、蒸发以及渗漏损失偏大、灌溉管理不够科学等一系列问题,很难契合现代农业所提出的高产、高效以及节水方面的需求。节水灌溉技术作为提升农田用水效率、保障农作物稳定生产的至关重要手段,正逐步在农田水利建设领域获得广泛的应用。借助采用滴灌、喷灌、微灌等较为先进的灌溉方式,同时结合科学合理的管网布局、智能化的调控手段以及水量监测技术,节水灌溉技术可达成对灌溉水量的精准控制,减少水资源的浪费情况,提升灌溉的效率,与此同时还能对土壤水分条件以及农田生态环境起到改善的作用。不过,在技术推广以及应用的整个过程当中,依旧存在着施工不够规范、灌溉设计存在偏差、作物与灌溉技术不相匹配以及管理水平有所欠缺等问题,这些情况对节水灌溉技术的实际效果以

及可持续发展造成了制约。所以,全面且细致地分析节水灌溉技术在农田水利建设当中的应用实际情况、所存在的各类问题以及相应的优化策略,对于提升农业水资源的利用效率、达成节水的目标以及推动农业现代化发展而言,有着不容忽视的重要意义。

1 节水措施在农田水利节水灌溉中的应用价值

在农田水利建设进程里,节水措施于节水灌溉当中的运用,有着颇为重要的实际价值以及长远的意义。一方面来讲,随着水资源变得日益稀缺,而农业用水的需求却在持续不断地增长,在这样的情况之下,传统的那种粗放式的灌溉方式,已经很难去契合现代农业发展的相关要求了。若能科学地去施行节水措施,那么便可以有效地提升水资源的利用效率,进而减少出现无效蒸发以及渗漏损失等情况,以此来保障农业生产能够有稳定的用水需求得以满足。节水措施借助于大力推广像喷灌、滴灌这类高效的灌溉技术,并且与农田水利工程合理的布局以及精细化的管理相互结合起来,这对于提升灌溉技术的应用水平是很有帮助的,能够让灌溉过程朝着科学化以及规范化的方向去发展。与此节水灌溉还能够一定程度上对农田生态环境予以

改善,减少水土出现流失的现象以及面源污染的情况,从而推动农业朝着绿色发展的道路迈进。从社会层面的角度来看,节水措施的应用不但能够对区域水资源供需矛盾起到缓解的作用,而且还可以使农业生产的成本得以降低,让农民的收入有所提高,推动农业实现可持续发展态势。所以说,在农田水利节水灌溉当中系统地去推进节水措施,对于保障粮食安全、保护生态环境以及达成水资源的高效利用而言,是具备十分重要的综合价值的。

2 当前节水灌溉技术运用所存在的问题

2.1 施工过程较为粗糙

在当下的农田水利建设当中,节水灌溉技术于实际运用之时,依旧存在着施工环节比较粗犷这一问题。部分工程在实施进程里,并没有严格依照设计标准以及技术规范来开展施工活动,像管道铺设的深度不够合理、接口连接得不够严密、设备安装也不够规范之类的现象是比较常见的,这便致使渗漏、堵塞以及运行不稳定等一系列问题屡屡出现。与此施工管理做得不够到位,质量控制方面的举措也不够完善,这就导致部分节水灌溉设施在投入实际使用之后,很难达成预期的效果,甚至还使得工程的使用寿命有所缩短^[1]。在施工过程当中,对于地形条件、土壤特性以及农田的实际需求考虑得不够周全,很容易造成灌溉系统的布局不够合理,进而对水量分配的均衡性以及灌溉效率产生影响。

2.2 节水灌溉设计存在误差

在实施节水灌溉时,还必须充分认识当地的地质、降水、气候等因素,以便合理地进行节水灌溉。但是,目前我国许多节水技术的设计都没有针对特定作物进行针对性的设计,造成了作物与灌溉技术的不匹配,甚至造成了作物所需水量的不足和过量,使节水灌溉变得毫无意义。很多农田水利项目都没有做过详细的调查,所以才会在灌溉之后不久就开始下雨,虽然雨水已经足了,但依旧修建了水利设施,这就造成了巨大的浪费。最关键的是,现代的灌溉技术与传统的灌溉技术不同,所以在种植的时候,也会发生一些变化,但是现在的农民们,依旧在使用传统的种植技术,并没有将这种技术与节水技术相结合,导致了农业的发展迟缓,导致了粮食的减产。

2.3 农作物与灌溉技术不匹配

在当下节水灌溉技术的实际施行过程当中,农作物和灌溉技术之间不相匹配的情况是比较显著的。不同的农作物在生长周期方面、需水规律方面以及根系分布方面都存在着十分明显的区别。然而在实际开展建设以及应用相关工作的过程中,通常会采用统一的灌溉模式以及固定的技术参数,却没有充分地去考量作物所具有的个性化用水需求,如此一来便使得灌溉效果很难能够达到最为理想的状态。就好比说,有一些需水量相对较大的作物采用了灌水量

偏小的灌溉方式,这样就很容易对作物正常的生长产生影响;而那些耐旱性比较强的作物却又采取了高频灌溉的方式,这无疑会造成水资源出现浪费的情况。除此之外,在部分地区的节水灌溉技术推广工作中,还忽视了作物种植结构以及种植习惯方面的因素,进而致使灌溉设施和农作物之间的适应性有所欠缺,对节水灌溉系统整体的运行效果也产生了影响。

3 节水灌溉技术应用问题的解决策略

3.1 优化水资源分配

在节水灌溉技术的应用问题得以解决的进程里,对水资源予以优化分配这一环节,对于提升农田水利工程的运行效率以及节水所取得的成效而言,称得上是极为关键的所在。凭借针对区域水资源的具体条件、农业用水的整体结构还有灌溉的实际需求展开的一系列系统分析,便能够较为科学地去制定用水方面的计划以及分配相关的方案,从而让数量有限的水资源能够在合理的方式下得到配置,并且实现高效的利用状态。在实际的运行过程当中,要依据不同作物各自所处的生长阶段以及其需水所遵循的规律,去动态地对灌溉的水量以及供水的时间顺序做出相应的调整,如此一来便能够防止因集中供水或者采取平均分配方式而出现的用水方面的浪费情况以及灌溉不够充足的问题。与此再结合农田水利设施在布局方面的实际情况以及它们所具备的输配水能力,对水资源实施统一的调度操作并且开展精细化的管理工作,这对于减少输水期间出现的渗漏以及各种损失是有帮助的,进而也能够促使灌溉水的利用效率得以提升^[2]。除此之外,在对水资源分配进行优化的这个过程当中,还应当综合且周全地去考量农业生产用水和生态用水二者之间存在的关系,要在保障粮食安全顺利达成目标的情形之下,同样也要维护好区域水生态的平衡状况。

3.2 加强人员配置

在节水灌溉技术得以应用的问题解决进程里,强化人员配置乃是保证该技术能够有效施行并且实现长期稳定运行的关键根基所在。节水灌溉系统涵盖了规划设计、施工建设、运行管理以及维护保养等诸多环节,这就对人员的专业素养和技术能力提出了颇为严格的要求。不过在实际的应用情况当中,部分区域存在着专业技术人员数量不足以及管理力量较为薄弱的状况,这无疑对节水灌溉设施的运行成效产生了影响。借助合理地去配置技术人员与管理人,清晰界定各个岗位的职责,强化现场的指导工作以及日常的管理工作,这对于提升节水灌溉工程的规范化程度以及精细化水平是很有帮助的。与此强化人员配置还能够推动节水灌溉领域的新技术、新设备得以广泛推广与应用,以此来确保相关的技术措施可以被正确地予以执行。除此之外,充足并且稳定的人员力量还有助于在灌溉运行

过程当中及时察觉并妥善处理所出现的各种问题,进而减少设备发生故障以及运行面临的风险,最终促使节水灌溉系统的整体运行效率以及服务能力都得以提升。

3.3 更新技术

在节水灌溉技术的应用方面,更新技术对于提升农田水利工程的现代化水平以及节水效果而言,是一条颇为重要的途径。随着农业生产方式以及水资源利用要求持续发生变化,传统灌溉技术在用水效率、管理精度以及运行稳定性等诸多方面,慢慢呈现出一定的局限性,已经很难契合当下农业发展的实际需求了。借助引进并应用诸如高效喷灌、滴灌系统以及自动化控制技术等先进的节水灌溉技术与设备,能够达成对灌溉水量以及灌溉过程的精准调控,进而提升水资源的利用效率。并且,技术更新还能够助力信息化以及智能化手段在农田水利当中的应用,凭借数据监测与分析来强化灌溉管理的科学性以及及时性。除此之外,持续更新节水灌溉技术,还可进一步增强系统的适应能力以及稳定性,减少在运行过程当中出现的水量损失以及能耗方面的问题,从而为农田水利工程实现长期稳定的运行给予相应的技术保障。

3.4 结合多种技术,取长补短

在解决节水灌溉技术的应用问题期间,把多种技术综合起来运用,相互之间取长补短,这可是提升灌溉系统整体效能的一条重要途径。不同的节水灌溉技术,在适用条件、节水效果以及运行管理这些方面,各自都有着不一样的特点。通常来讲,单一的某项技术往往是没办法全面地去满足那些复杂且多样的农田生产需求的。把喷灌、滴灌、微灌等多种节水技术和渠道防渗、管道输水之类的工程措施相互结合起来,就能够依据作物的具体类型、土壤的实际条件以及地形的相关特点来灵活地去配置灌溉的方式,进而达成对水资源的高效利用^[3]。与此把传统的灌溉经验跟现代的信息技术、自动化的控制技术相互融合到一起,对于弥补单一技术在调控精度或者适应性方面存在的不足之处是有帮助的,能够提升灌溉管理所具备的科学性以及稳定性。

3.5 强化勘察设计,保证节水灌溉技术的科学性

在节水灌溉技术应用问题得以解决的过程当中,强化勘察设计这一环节乃是保证灌溉系统具备科学性、可靠性以及实现高效运行的关键所在,其发挥的作用跟农田水利工程的节水成效以及农业生产经济效益有着极为密切的关系。要是能开展充分且精准的勘察工作,那么便能够对农田的地形地貌、土壤类型、渗透性、水源分布以及水质条件等方面的情况做到全面且细致的掌握,如此一来便能够为灌溉系统的规划以及设计给予科学方面的依据,而且对于灌溉管网的布置、泵站的选址、压力的控制以及排水系统的设计等诸多关键环节而言同样

有着重要的指导价值。在设计阶段务必要依照作物的种类、生长周期以及需水规律等因素来合理地确定灌溉的水量以及灌溉的方式,并且要结合区域水资源的总量以及季节性的变化情况来制定出动态的调控方案,从而达成水资源的最优配置以及高效的利用目的。除此之外,勘察设计环节还应当充分地考虑到工程的操作可行性以及维护的便捷性,通过优化灌溉设施以及监控设备的布局安排,使得系统能够很好地适应复杂的地形条件以及多变的气候环境,与此同时还能有效降低运行的风险以及维护的成本。

3.6 对农产品进行相应的规划与调整

在节水灌溉技术的应用问题得以解决的过程里面,针对农产品展开科学规划并且做出合理的调整,这无疑是一项极为重要的策略,它能够促使节水灌溉得以高效运用,进而推动农业朝着可持续发展的方向不断迈进。要知道,不同的农作物在生长周期、需水量、根系分布以及抗旱能力等方面存在着十分显著的差异。倘若不依据农田水利的实际条件以及节水灌溉技术的相关特点来对作物布局加以合理规划,那么就很容易出现水资源分配极不均匀的情况,灌溉效率也会变得很低下,水资源更是会遭到严重浪费。所以说,在对农作物进行规划的时候,务必要充分结合所在区域的水资源供给具体状况、土壤类型、气候条件以及灌溉设施所具备的能力,科学地去挑选适宜进行种植的作物品种以及栽培模式,与此还需合理地安排好播种密度以及种植结构,从而达成灌溉水量和作物需水量之间的最佳匹配状态^[4]。除此之外,还应当参照节水灌溉技术在运行时的特点,比如滴灌、微喷或者喷灌系统所具备的水分精确控制能力,对农作物的种植布局以及栽培方式进行相应的调整,让灌溉系统能够在确保作物正常生长的前提之下,最大限度地提升水资源的利用效率。对于农产品的规划与调整,还得把市场需求和经济效益纳入考量范围之内,通过合理地搭配那些高产高效的、耐旱节水的作物组合,兼顾农业生产所能获取的效益以及水资源的可持续利用情况,以此来提升农业的整体经济效益。

4 结语

节水灌溉技术于农田水利建设而言,其作用无可取代。它可切实提高水资源利用效率,改良灌溉管理状况,并且能推动农作物健康成长,增强农业生产效益以及可持续发展的能力。不过,在实际运用进程中,依旧存有施工不够规范、设计出现偏差、技术与作物不相匹配以及管理力量欠缺等问题。借助优化水资源分配方式、强化专业人员配置情况、更新灌溉技术手段、科学规划农作物种植结构以及强化勘察设计等工作,可大幅提升节水灌溉系统的运行成效与稳定性。往后,伴随技术不断取得进展以及管

理水平持续得到提升，节水灌溉技术在农田水利建设中的应用将会更为广泛且高效，进而为达成农业节水目标、保障粮食安全状况以及推动农业可持续发展事宜给予有力支撑。

[参考文献]

- [1]张立金.农田水利建设中节水灌溉技术的应用及发展趋势[J].农村科学实验,2025(5):95-97.
[2]马精灵.新时期农田水利建设中节水灌溉技术发展分析

[J].河北农机,2023(10):166-168.

[3]李贵俊.农田水利工程中节水灌溉技术的应用分析[J].农家参谋,2022(6):156-158.

[4]邢晓霞.农田水利建设中节水灌溉技术的应用分析[J].农业开发与装备,2025(2):172-174.

作者简介：乔诚岗（1981.9—），男，毕业院校：河北工程大学，所学专业：农业水利工程，当前就职单位：杭锦旗财政局，职称级别：水利高级工程师。

水电工程移民安置验收要点分析及方法探索

吴昊

中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司, 四川 成都 611130

[摘要]水电工程建设在优化能源结构、推动区域经济发展之时,会引发大规模移民搬迁问题,移民安置成效关乎工程顺利验收、社会稳定以及移民群体的长远生计保障,移民安置验收是连接安置实施与工程竣工的重要环节,是检验移民政策落实程度、安置质量水平以及管理效能的关键手段,依据当前水电工程移民安置实践,系统梳理移民安置实施管理现状,着重分析土地与住房、生产就业、社会保障、档案信息、生态与文化保护等方面的验收要点,在此基础上探讨定性与定量相结合的验收方法路径,进一步提出完善移民安置验收机制的对策建议,以期提升水电工程移民安置验收的科学性、规范性和公正性。

[关键词]水电工程;移民安置;验收要点;验收方法

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18372

中图分类号: TV62

文献标识码: A

Analysis of Key Points and Exploration on Methods for Acceptance of Resettlement in Hydroelectric Engineering

WU Hao

PowerChina Chengdu Engineering Corporation Limited, Chengdu, Sichuan, 611130, China

Abstract: While optimizing the energy structure and promoting regional economic development, the construction of hydropower projects will trigger large-scale resettlement issues. The effectiveness of resettlement is related to the smooth acceptance of the project, social stability, and the long-term livelihood guarantee of the resettlement group. Resettlement acceptance is an important link connecting the implementation of resettlement and the completion of the project, and is a key means to test the degree of implementation of resettlement policies, the quality level of resettlement, and management efficiency. Based on the current practice of hydropower project resettlement, this paper systematically sorts out the current situation of resettlement implementation and management, focusing on the key points of acceptance in land and housing, production and employment, social security, archive information, ecological and cultural protection, etc. On this basis, it explores a combination of qualitative and quantitative acceptance methods and paths, and further proposes countermeasures and suggestions to improve the resettlement acceptance mechanism. In order to enhance the scientific, standardized, and fair acceptance of resettlement for hydropower projects.

Keywords: hydroelectric engineering; resettlement of immigrants; key points of acceptance; acceptance method

水电工程属于极为重要且有着战略价值的基础性工程,其建设所耗费的时间周期颇长,所涉及的范围也极为广泛,往往会牵涉到人口迁移、土地征收以及生产方式转变等诸多复杂的实际问题,移民安置工作的开展情况,一方面关乎移民群众的实际利益,另一方面也对工程建设的社会环境以及后续的运行安全有着直接的影响,在具体实践过程中,移民安置工作在政策体系以及实施机制层面一直在不断地完善,然而到了验收阶段,依旧存在着对标准把握不够统一、评价方法较为单一以及结果运用不够充分等诸多问题,这些问题的存在对移民安置成效的客观评判产生了影响,所以从当前实施的实际情况出发,全面且细致地分析水电工程移民安置验收的关键内容与方法,对于促使移民安置工作实现从“完成任务”到“高质量达标”的转变是有着实实在在的意义的。

1 水电工程移民安置实施现状分析

1.1 水电工程移民安置政策与法律框架

为了保护水电工程移民的合法权益,确保他们的合法

权益并融入新的生活环境。国家在法律和政策方面制定了相关法律框架和政策,建设水电工程所带来的移民问题,水电工程移民安置法律框架和政策明确了政府部门的责任。实施管理机构应当依法进行征迁安置工作,按要求向移民提供合理补偿,帮助移民解决因搬迁安置带来的生产生活问题,确保其能在新的地方安居乐业。移民安置法律框架和政策强调社会稳定和公众参与的重要性,实施过程中应加强移民安置工作的信息公开,充分听取移民意见,并及时回应其诉求。加强与社会组织、专业机构的合作,共同推动水电工程移民安置工作进行。

1.2 移民安置实施管理现状

当前水电工程移民安置实施管理主要由政府来主导,项目法人负责相关事宜,多个部门协同推进,形成了基本格局。在组织体系以及职责分工方面,整体是比较清晰的。然而在实际运行过程当中,依旧存在着管理链条比较长、协调成本比较高的问题。其一,移民安置涉及到规划、建设、民政、人社、自然资源等诸多部门,不同的部门在目

标侧重点以及管理方式上都有所差异,这就容易在执行的过程中出现衔接不顺畅的情况。其二,部分项目在安置规模较大、安置方式多样的情况下,对管理人员的专业能力以及现场统筹能力提出了更高的要求,可是现有的管理队伍在专业结构以及经验积累方面还是有一定的提升空间的。资金管理总体是规范的,不过在部分环节仍需要进一步强化资金使用的透明度以及绩效导向。移民的参与度和满意度虽然有所提高,但是信息反馈以及协商机制方面仍然需要持续加以完善。

2 水电工程移民安置验收要点分析

2.1 土地与住房安置验收要点

土地与住房安置属于移民安置的基本内容,其验收关键点在于安置资源配置的合法性、合理性以及适用性方面,在验收进程中,要着重关注安置住房的选址是不是契合总体规划以及土地利用的要求,房屋建设质量是否能够达到设计标准以及安全规范,配套基础设施像水、电、道路还有排水系统是否可以同步完善并且具备正常使用的条件。对于土地安置来讲,不但要核实土地权属的合法性以及面积落实的情况,而且还要关注土地质量、土壤肥力、地形条件以及与移民原有生产方式的适配程度。验收的时候需要结合移民的居住密度、生活便利性以及社区公共服务布局展开综合评估,以此保证移民可以在新的居住环境中达成稳定、舒适且安全的生活,而不能仅仅满足形式上的安置完成,进而为移民的长期生计和社会融入给予可靠的基础。还得对安置区的环境安全、灾害防护以及住房维护机制展开检查,确保住房以及土地使用在长期运营当中维持可持续性。

2.2 生产安置与就业扶持验收要点

生产安置以及就业扶持属于实现移民可持续发展的关键环节,其验收工作应当着重于实际成效,而不是仅仅关注措施数量,在具体的验收环节当中,要对生产资料配置、产业扶持政策落实、就业岗位创造还有技能培训效果等方面展开综合评估,重点关注移民的收入来源是不是稳定,收入水平是否具有持续增长的潜力,并且留意家庭经济自我发展能力是否得到了提升,要特别留意不同群体之间存在的差异化需求,比如青年劳动力、女性劳动者以及特殊困难家庭的就业以及生产参与情况,防止出现“一刀切”式的评价方式,借助对典型移民家庭以及安置点开展实地调查与访谈的方式,去分析生产安置措施的有效性、就业转移率以及产业匹配度,以此来判断安置区的生产资源配置以及产业扶持能否切实提升移民的经济自主性,达成从短期补偿转变为长期生计保障的目标,与此还需核查相关政策落实的持续性、市场化机制的健全程度以及地方政府与企业合作模式是否有效,以此确保移民生产和就业能够实现可持续发展。

2.3 社会保障与公共服务验收要点

社会保障以及公共服务乃是衡量移民生活质量的关键指标所在,其验收工作不但涵盖制度覆盖方面的情况,而且还着重于服务的可达性以及实际的获得感层面。在开

展验收工作的进程当中,应当全面且细致地核查移民是不是依照相关法律被纳入到了基本养老、医疗、失业还有工伤等一系列的社会保障体系之中,要确认保障关系能否顺利地实现转移并且能够持续保有有效性,与此还得留心去观察社会保障资金是否按照预先所制定的计划来进行发放以及使用,以此来切实保障移民群体能够获取到实际的权益。除此之外,验收环节同样需要对安置区的教育、医疗、交通、通信、文化以及社区公共设施的配置水准和实际运行的状态加以评估,通过评估来判定这些设施是否能够充分满足移民在日常生活当中的各类需求以及他们子女接受教育的需求。借助于对服务供给的质量、可达性以及移民自身的满意度展开综合性的评估,便能够有效地判断出安置区的公共服务体系到底能否有力地支撑起移民实现长期稳定的生计状态,从而防止出现那种“安置工作已经完成了可是公共服务却存在明显不足”的情况。在这样的基础之上,还应当留意去关注信息公开的相关事宜、投诉受理的具体情况、政策解读的实际进展以及便民措施的落实状况,唯有如此才能够确保社会保障和公共服务实实在在地融入到移民的日常生活中去,进而达成社会安全感以及获得感双双得以提升的良好局面。

2.4 档案管理与信息系统验收要点

档案管理以及信息系统对于移民安置的规范化管理而言,属于极为重要的支撑部分。其中,验收的关键要点在于资料的完整性方面、数据的准确性层面以及管理的规范性角度。在具体的实际操作环节当中,应当针对移民个人档案、安置协议、补偿凭证等一系列相关资料展开系统的核查工作,务必要保证所涉及的信息是真实的,并且具备可追溯的特性。与此信息化系统的建设状况以及运行情形同样也是验收所涵盖的重要内容。需要着重去关注该系统是否已经达成了数据共享的目标、数据更新的时效性如何、系统的使用是否遵循了相应的规范等等一系列情况,进而能够为后续开展的管理工作、监督工作以及政策评估工作给予可靠的数据方面的基础保障。

2.5 生态环境与文化保护验收要点

水电工程移民安置通常会伴随生态环境的变化以及文化空间的重构情况,其验收环节应当体现出生态文明以及传承的理念。就生态环境来讲,需要着重对安置区环境治理举措的落实状况以及生态恢复成效展开评估,要避免因安置活动而引发生态破坏或者出现环境方面的风险。在文化保护层面,得留意移民原有的生活方式、风俗习惯以及文化载体的延续状况,借助实地调查以及访谈等方式,来判定相关的保护措施是否切实落地实施,进而达成工程建设、移民安置和生态文化保护的协调一致状态。

3 水电工程移民安置验收方法探索

3.1 定性分析方法

定性分析方法于移民安置验收环节有着无可取代的重要作用,它的优势体现在能够切实反映出移民主观层面

的感受状况,也能将实施进程中存在的实际问题较为细致地呈现出来。借助访谈、座谈、实地观察还有问卷开放式反馈等多样化的形式,便可全方位且细致地了解移民对于安置政策的具体理解情况、对安置方案的接受程度高低,以及在实施过程当中所碰到的实际困难,进而从中挖掘出那些量化指标往往难以精准捕捉到的细微问题。定性分析不但能够把政策落实过程中具体存在哪些障碍清晰地揭示出来,而且还能真实地反映出移民在社会适应、就业参与以及社区融合等诸多方面所获得的真实体验感受。在实际的操作应用进程里,定性分析应当和分层抽样的方式、典型案例的选择以及多方不同意见的征集相互结合起来,以此来保证最终得出的结果具备广泛的代表性,并且具有一定的科学依据。与此合理并且有效地运用定性分析手段,还有助于提高验收结论所具有的解释能力以及针对具体情况的应对能力,使得验收所得到的结果能够更加紧密地贴合实际的情况,进而为后续开展改进措施的相关工作给予强有力的参考依据以及决策方面的支持。

3.2 定量评价方法

定量评价的方法是基于数据以及指标来开展的,着重于让结果具备客观性、可比性以及科学性这些特点。在水电工程移民安置的验收环节当中,去构建起一套科学且系统的指标体系,针对住房面积、土地落实的具体情况、收入的水平、社会保障的覆盖率还有公共服务的可及性等一系列的关键指标展开量化的评估操作,如此一来便能够很直观地呈现出安置工作所取得的成效以及存在的不足之处。定量评价这种方法不但可以通过数值化的分析来精准识别出各类问题,而且还能开展跨项目或者跨区域的比较分析,进而从中发现管理方面的规律以及可改进的空间所在。在实际的操作进程里,要格外留意指标选取时的科学性以及数据来源的可靠性,务必要防止因为出现数据缺失或者是统计偏差等情况而对评价的结果产生影响,并且应当综合运用时间序列分析、趋势评估以及对比分析等多种手段,以此来动态地去监测移民安置的实际成效。将定量评价方法有效加以运用,能够在很大程度上减少主观判断所可能带来的种种偏差,进而为验收的最终结论给予稳固可靠的数据方面的有力支撑,同时也能够为政策的制定以及资源的分配提供量化的依据参考。

4 完善水电工程移民安置验收机制的对策建议

4.1 制度与标准完善

完善移民安置验收制度以及相关标准,这是提升验收所具备的权威性以及一致性的重要基础。应当在现有的政策框架范围之内,对验收内容予以进一步的细化处理,同时也将评价标准加以细化,清楚明确地指出不同类型安置项目在验收方面的重点所在,以及其应达到的合格要求,以此来降低因为标准不够清晰明确而引发的执行层面的

种种差异情况^[1]。与此借助制度化的安排方式来强化对验收结果的应用效果,从而让其能够切实有效地成为推进安置工作得以改进的重要依据所在。

4.2 技术支撑与人员培训

随着安置内容以及管理方式变得日益复杂起来,验收工作对于技术手段还有人员能力的要求也变得越来越高了^[2]。需要强化信息化技术在验收环节当中的运用,借助数据平台来增强信息整合以及分析的能力,并且要重视针对验收人员展开专业培训,提高他们对于政策的理解能力以及在现场做出判断的水平,以此来确保验收工作的专业性与独立性。

4.3 过程监督与动态管理

移民安置验收不能仅仅着眼于结果评价方面,而是要把过程监督综合起来,构建起动态管理机制^[3]。在具体实施进程中引入阶段性检查以及反馈机制,如此一来便能够及时察觉到存在的问题并且予以纠正,进而减少在集中验收阶段可能出现的风险,达成从单纯的事后验收转变为对全过程进行管理这样的转变情况。

4.4 社会参与与公众监督机制

引入社会参与以及公众监督,这无疑是一条能够提升移民安置验收公信力的有效途径。当吸纳社会组织、专家学者还有移民代表来参与到验收过程当中时,如此一来便可以让验收工作的透明度得以提升,其客观性也会有所增强,并且对于更为完整且细致地反映出移民的各种诉求而言也是十分有益的,进而促使形成一种由多方协同合作并且共同展开监督的良性机制。

5 结语

水电工程移民安置验收一方面是对安置实施成果加以集中检验,另一方面是保障移民合法权益、维护社会稳定的关键制度安排,借助对移民安置实施现状展开系统分析,明确关键验收要点,同时探索科学合理的验收方法,可切实提高验收工作的质量和效能。今后需在制度完善、技术支撑以及社会参与等方面持续努力,不断改进移民安置验收机制,为水电工程建设和移民可持续发展给予更为坚实的保障。

[参考文献]

- [1]刘应军.水电工程移民安置验收要点分析及方法探索[J].四川水力发电,2025,44(2):149-152.
 - [2]王雷.水利水电工程移民安置实施管理咨询工作研究[J].水上安全,2024(21):133-135.
 - [3]谢直舟,杨江,杨欣,等.四川省大中型水利水电工程竣工移民安置档案验收难点分析与对策研究[J].四川水利,2024,45(3):127-130.
- 作者简介:吴昊(1992.9—),男,毕业院校:西华大学,所学专业:水利水电工程,当前就职单位:中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,职称级别:工程师。

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

195 Pearl's Hill Terrace, #02-41, Singapore 168976

官方网站

www.viserdata.com

ISSN 2661-4405



9 772661 440259