

科海故事博览

KEHAI GUSHI BOLAN

(旬刊·1993年创刊)

2024年12月第34期(总第587期)

主管：云南省科学技术协会

主办：云南奥秘画报社有限公司

编辑委员会：(按姓氏笔画为序)

马成勋 卢骏 刘杨 李鹏

杨璐 张乐 陈贵楚 陈洋

莫德姣 夏文龙 韩梦泽 蔡鹏

社长、总编：万江心

社长助理：秦强

编辑部主任：张琳玲

编辑：周翌 官慧琪 吴彩云

美术编辑：王敏

运营：李瑞鹏

外联：张娅玲

出版：云南奥秘画报社有限公司

地址：云南省昆明市护国路26号

邮编：650021

编辑部电话：0871-64113353 64102865

电子邮箱：khgsblzz@163.com

网址：http://www.khbl.net

国际标准连续出版物号：ISSN 2097-3365

国内统一连续出版物号：CN 53-1103/N

广告经营许可证：5300004000063

运营总代理：云南华泽文化传播有限公司

印刷单位：昆明滇印彩印有限责任公司

出版日期：2024年12月5日

邮发代号：64-72

定价：15元

版权声明：

稿件凡经本刊采用，如作者无版权特殊声明，即视作该文署名作者同意将该文章著作权中的汇编权、印刷版和电子版(包括光盘版和网络版等)的复制权、发行权、翻译权、信息网络传播权的专有使用权授予《科海故事博览》编辑部，同时授权《科海故事博览》编辑部独家代理许可第三方使用上述权利。未经本刊许可，任何单位或个人不得再授权他人以任何形式汇编、转载、出版该文章的任何部分。

目录 Contents

科技博览

- 001 管道机器人技术综述与未来展望
..... 冉文豪, 高进, 程家杰, 朱利昊, 于荣婷
- 004 物理原理在人工智能算法中的应用
..... 丽英
- 007 电气工程自动化中人工智能技术的运用分析
..... 王龙海
- 010 电线电缆导体直流电阻测试影响因素分析
..... 周亚玲
- 013 电力调度智能操作的知识模型及实现研究
..... 戴佳, 吴彦蓁

智能科技

- 016 虚拟私人网络安全防护的多措施应用
..... 孙玉峰, 郭志新, 张大志
- 019 智慧水利泵闸站标准化建设规程探讨
..... 梁俊杰
- 022 BIM技术在绿色建筑工程管理中的应用
..... 罗菁蕾
- 025 煤炭采掘安全管理与信息化研究实践探究
..... 马立强
- 028 智能化技术在水利工程运行与管理中的应用研究
..... 高健
- 031 西门子燃机机组汽机主蒸汽旁路自巡航自适应控制策略设计
..... 邝伟贤

工业技术

- 034 建筑工程检测新技术及应用研究
..... 赵通
- 037 电力检修与电力施工技术探讨
..... 谷晓伟
- 040 建筑工程施工中防水防渗施工技术探析
..... 王文
- 043 复杂地质条件下岩土工程勘察技术运用分析
..... 殷宏强

目录 Contents

- 046 10 kV 电力工程电缆线路施工阶段的质量管理 段 炼, 伍 杰, 刘克建
049 土木工程施工现场安全管理与质量控制实践探讨 陈福旺
052 沥青混凝土公路施工技术在公路工程施工中的实践 赵瑞丰

科创产业

- 055 建筑安装工程成本控制策略分析 苏连法
058 综合整修施工项目成本精细化管理研究 李康昌
061 BIM 技术在建筑工程造价管理中的应用 谢阳金
064 BIM 技术在市政施工企业成本管理中的应用 姚楚洪
067 房屋建筑工程监理质量控制中的管理模式探究 张鑫龙
070 房屋建筑项目施工期设计变更与造价联动管理机制研究 赵 僮

管理科学

- 073 建筑工程安全管理与进度控制策略 吴培源
076 建筑企业安全管理的风险防范与控制策略 张亚养
079 建筑工程施工技术及施工管理的优化措施 张港健
082 建筑工程管理及施工质量控制的有效策略 陈伟成
085 现代房屋建筑工程管理中的创新管理模式 罗浅华
088 全过程造价管理在建筑工程管理中的应用 陈伟明
091 污水处理工程建设管理存在的问题及对策探究 刘井剑

科教文化

- 094 道路工程试验检测存在的问题与对策分析 梁 婷
097 建筑室内装饰装修施工管理中的问题及对策 谢 翱
100 电气设备高温试验条件下性能变化的实验研究 李 莹
103 永磁同步曳引机在电梯检验中的检测难点与对策分析 程 涛
106 电力工程中变电站施工影响因素分析及施工组织优化 周伟涛

科学论坛

- 109 电气工程中自动化设备的抗干扰研究 王浪群, 李亦欣
112 电气自动化控制设备可靠性测试研究 关伟坤, 何肇标, 康国焱
115 矿井内有害气体泄漏位置的溯源方法研究 温 静, 蒋 涛, 王 征
118 市政桥梁钢结构设计与施工的协同优化研究 胡家辉
121 市政工程施工管理中的质量提升策略研究 吕学森
124 建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理研究 李志勇

管道机器人技术综述与未来展望

冉文豪, 高进, 程家杰, 朱利昊, 于荣婷

(嘉兴南湖学院机电工程学院, 浙江嘉兴 314001)

摘要 随着自动化技术的发展, 管道机器人在检测领域的重要性日益凸显。本文首先概述了管道机器人的研究背景、分类及其特性, 包括轮式、履带式、蠕动式和软体管道机器人; 其次讨论了国内外研究现状, 涵盖技术发展、应用创新和市场前景。本文还评估了不同检测技术的优缺点, 如漏磁检测和超声波检测, 并指出了实际应用中的挑战, 如运动控制、定位准确性和移动距离限制; 最后展望了管道机器人未来在自主性、模块化设计和能量供给等方面的发展方向, 旨在为相关人员提供借鉴。

关键词 管道机器人; 自动化技术; 管道检测; 漏磁检测技术; 超声波检测技术

基金项目: 2024 浙江省大学生科技创新活动计划, “新苗人才计划” (项目编号: 2024R440A001); 2024 特种设备科教融合学院创新训练项目 (项目编号: KJRH-2024003); 2024 国家级大学生创新创业训练计划 (项目编号: 202413291008)。

中图分类号: TP242

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0001-03

我国石油和天然气管道数量不断增加, 但管道老化和腐蚀等问题可能引发环境和安全风险。因此, 定期检查和维修至关重要。由于传统维修方法效率低且风险高, 特别是在难以进入的管道中, 管道机器人在检测中发挥了关键作用。自 20 世纪 50 年代以来, 受益于自动化、计算机和通信技术的进步, 我国管道机器人技术迅速发展, 不仅在科学研究中具有重要价值, 还在提升公共安全、促进经济发展、保护环境和推动社会进步方面发挥着重要作用。

1 管道机器人分类

根据在管道内的行走方式不同, 管道机器人主要分为轮式、履带式、蠕动式、软体式管道机器人等, 也是目前使用比较广泛的几种机器人类别。

1.1 轮式管道机器人

轮式管道机器人广泛用于管道检查, 许多商业机器人属于这一类型。如图 1, 轮式机器人通常设计较为紧凑, 能够在管道中灵活移动。相比于其他类型的管道机器人, 轮式设计使得机器人在管道内行进时阻力较小, 提高了作业效率。轮子的设计具有一定的通用性, 然而, 它们在遇到障碍或不平整管道时可能难以越过, 存在倾覆风险^[1]。

1.2 履带式管道机器人

履带式机器人使用履带代替轮子, 适应于较大管径或矩形管道, 如图 2。履带式机器人适合在各种地形条件下工作, 包括粗糙、湿滑或不均匀的管道表面。

其在管道中稳定性较高, 不易倾覆。但相对的, 其工作效率较低, 且结构更复杂, 需要更多的维护成本^[2]。

1.3 蠕动式管道机器人

蠕动式管道机器人主要依靠机体的不断重复伸长与收缩运动, 来实现机器人在管道内的运动, 优点是其与管道内壁的摩擦力较小, 越障性能优良, 缺点是其牵引力局限性大, 速度较慢、效率低, 蠕动式机器人的应用场景只能局限于一些小管径、短距离的管道。其结构较为复杂, 所以应用较少^[3]。

1.4 软体式管道机器人

相比于传统的刚体机器人, 软体式管道机器人具有更好的灵活性、复杂环境适应性和高安全性等优点, 软体式管道机器人在设计中普遍采用柔性材料, 制造成本较低, 且可以定制以适应特定的应用需求。但其柔软材料可能在不断发生的热胀冷缩中损坏, 需要进一步的材料研发来提高耐久性。目前软体式管道机器人领域的应用还不成熟, 可能还存在其他潜在问题^[4]。

2 管道机器人研究现状

2.1 国内管道机器人研究现状

国内管道机器人的研发起步较晚, 但近年来发展迅速, 在多个领域取得了显著成果。

早期的研究主要集中在特定领域, 如哈尔滨工业大学邓宗全教授团队研究的轮式行走管道机器人, 主要用于大口径管道的自动化检测。随着研究的深入, 管道机器人的形式和应用场合变得更加灵活与常见。



图1 轮式管道机器人

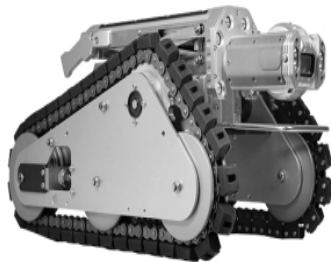


图2 履带式管道机器人

国内管道机器人技术集成了机械设计、控制系统、传感器技术、图像处理等多种先进技术,形成了机电一体化设备。这些机器人能够响应控制系统的操作指令,完成管道内部的检测、维修、清洗等多种任务。

管道机器人可依据其功能、驱动方式及应用领域进行分类。在城市排水、水下清淤、管道修复检测等领域发挥着重要作用。它们能够进入人类难以到达的管道内部,完成较为复杂的任务,提高了工作效率和安全性。

我国管道机器人市场规模持续增长,预计未来几年将保持高速增长态势。随着5G、人工智能等技术的不断发展和普及,市场应用前景广阔。

2.2 国外管道机器人研究现状

国外在管道机器人领域的研究起步较早,拥有深厚的技术积累和丰富的应用经验。管道机器人在石油、化工、天然气等工业领域的应用非常广泛。

国外的管道机器人技术不断创新,集成了更多先进的技术和功能。例如,一些新型管道机器人可以实现自主导航、智能检测和预测性维护等多种功能。这些机器人通过引入深度学习算法、物联网设备等新兴技术,智能化水平不断提升,能够更好地适应复杂环境和多变任务的需求^[5]。

国外管道机器人市场规模较大,市场竞争激烈。众多知名的管道机器人制造商和服务商在全球范围内展开竞争,为用户提供多样化的产品和服务。同时,一些国家和地区也在出台相关政策和计划支持管道机器人产业的发展,进一步推动市场的增长和技术的创新。

3 管道机器人检测方式的研究

3.1 漏磁检测技术

漏磁检测技术是利用磁场在铁磁性材料中的传播特性,通过检测缺陷处的漏磁场来识别和评估管道内部的缺陷。该技术具有快速、高效和非破坏性等优点,适用于铁磁性材料的检测。然而,其应用范围受到限制,仅能对铁磁性材料进行有效检测。

3.2 超声波检测技术

超声波检测技术运用高频声波对材料内部的缺陷

进行检测,具有高精度、非破坏性和深度穿透能力等优点,广泛应用于管道、结构件和焊接等领域。但是,该技术对表面条件要求较高,操作较为复杂,且对于复杂形状的工件检测存在一定的局限性。

3.3 红外热成像技术

红外热成像技术依据热辐射原理,通过检测物体表面的温度分布状况来甄别管道系统中存在的异常。该技术具有非接触式检测、能够实时成像以及可进行大面积检测等优势,但同时也存在对表面依赖性强、易受环境影响以及数据解释复杂等局限性。对于需要进行快速、广泛巡检的管道系统而言,红外热成像技术是一种有效的检测工具,但通常需要与其他检测方法相结合使用,才能获得更为全面且准确的检测结果。

3.4 视频检测技术

机器视觉技术结合自动检测识别技术,可实现对管道内壁的自动检测。通过数字化检测,利用先进的图像处理算法和机器学习方法,实现管道内部图像的自动检测和缺陷识别,具有直观性、实时性以及全面覆盖等优点,广泛应用于管道缺陷的检测与维护。然而,该技术存在视野受限、对光照依赖以及依赖人工判断等局限性。通常情况下,需要与其他检测方法联合运用,以获取更全面且准确的检测结果。

3.5 激光扫描技术

激光扫描技术利用激光测量原理生成管道内部的高精度三维模型,具有高精度、全面覆盖以及非接触检测等优点,适用于对管道结构进行详细的分析与评估。然而,该技术对环境条件、数据处理以及操作技术有着较高的要求,且成本较高。在实际应用中,通常需要与其他检测方法结合使用,以获取更全面且准确的检测结果。

3.6 涡流检测技术

涡流检测技术通过电磁感应原理对导电材料表面和近表面的缺陷进行检测,具有高灵敏度、非接触式检测以及快速检测等优点,适用于多种导电材料和应用场景。然而,该技术检测深度受限,对表面条件要

求较高,对非导电材料无效,且信号解释较为复杂。在实际应用中,通常需要根据具体的检测需求和材料特性选择合适的检测方法,并可能与其他检测技术结合使用,以获得全面且准确的检测结果。

3.7 电磁声波检测

电磁声波检测是一种不需要介质耦合的超声波检测方法,适用于高温、高速流体的管道检测。通过在管道表面产生电磁声波,EMAT 技术可以检测到管道壁内的损伤情况,具有无损检测、效率高、准确性高等优点,但对环境和操作条件要求较高,需要专业的设备和技术人员进行操作和数据分析,适用于涂层或腐蚀严重的管道环境。

4 管道机器人实际应用中存在的问题

4.1 控制运动问题

管道机器人在作业中的运动性能直接影响作业效果,包括运行速度、平稳性、过弯能力和越障能力等。受管道内障碍、执行机构误差和载荷变化影响,运动控制成为研究重点。复杂多变的管道环境要求机器人实现精确、稳定运动,以完成检测任务,同时需具备高效实时性能和良好的鲁棒性。

4.2 定位问题

管道机器人需准确定位以监测工作情况,尤其在检测缺陷位置时尤为重要。常用定位方式有里程轮、GPS 和 CCD 视觉定位。管道内复杂结构、障碍物和积水等增加了定位难度。传感器技术受限,实时性能要求高,如何在保证精度的同时提高实时性是一大挑战。

4.3 移动距离限制

由于管道和通信及电源电缆之间的摩擦阻力,机器人的移动距离被限制在大约 100 米。特别是在 L 形管道的 L 部分,摩擦力特别大,使得机器人的移动距离随着遇到的 L 形管道数量的增加而进一步缩短。由于通信和电源电缆沿管道的摩擦阻力,机器人的移动距离受限,通常不超过 100 米。

5 未来展望

5.1 增强自主性

开发更先进的自主导航算法,使机器人能够在没有外部指导的情况下探索未知环境。管道机器人将朝着更高的自主性和智能化方向迈进。这不仅能够大幅度提高工业维护的效率,还可以减少人为操作的风险和成本。同时,这些技术的成熟也将带来新的应用场景,例如在极端环境下执行无人任务,甚至在外太空或深海中进行管道维护。

5.2 模块化

模块化设计方法通过将复杂的系统分解为独立的、可互换的模块,提高了系统的可维护性和扩展性。西安工业大学祝海珍等人的研究中提出了一种基于模块化设计的管道机器人资源库构建方法,通过模块化技术与数据库技术的结合,实现了管道机器人设计的标准化和系列化模块化设计方法的应用,使得管道机器人的设计更加灵活和高效。通过构建模块化资源库,设计人员可以快速地进行管道机器人的定制和优化^[6]。同时,随着技术的进步,可以方便地添加新的功能模块,提升机器人的性能。

5.3 能量供给

管道检测机器人通常需要在长时间内连续工作,对能源供给提出了较高的要求。常见的供电方式有电缆供电、电池供电。然而,传统的电池供能方式存在续航时间有限、体积重量大等问题,限制了机器人的工作能力和应用范围。

目前在科研方向较为成熟的解决方案有新型电池技术、无线充电技术和能量转换技术。

1. 新型电池技术:研发更轻、能量密度更高的新型电池,如固态电池、燃料电池等,以提高机器人的续航能力。

2. 无线充电技术:利用无线充电技术为机器人提供持续的能源供给。通过在管道内部或附近设置无线充电站,机器人可以在工作时自动进行充电,无需人工干预。

3. 能量转换技术:研究将管道内部的环境能量(如热能、振动能等)转换为电能的技术,为机器人提供持续的能源供给。这种技术可以进一步降低机器人的能耗和成本。

参考文献:

- [1] 张莹杰.管道机器人综述[J].装备制造技术,2021(06):114-117,138.
- [2] 同[1].
- [3] 杨家岐.排水管道自适应清理机器人设计与研究[D].青岛:青岛大学,2022.
- [4] 刘磊,温涛,韩伟涛,等.管道内软体爬行机器人的设计与性能分析[J/OL].工程设计学报,1-9[2024-09-23].<https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTOTAL-GCSJ20240321005.htm>.
- [5] 秦德昭,李延锋,张用之.管内机器人的研究与发展趋势[J].工业控制计算机,2021,34(07):31-32,35.
- [6] 祝海珍.基于模块化设计的管道机器人资源库的构建[D].西安:西安工业大学,2022.

物理原理在人工智能算法中的应用

丽 英

(呼和浩特民族学院, 内蒙古 呼和浩特 010021)

摘要 为了探讨物理原理在人工智能算法中的应用, 本研究采用模拟退火、量子计算和粒子群优化算法, 分析了其在优化问题中的有效性。研究表明, 模拟退火算法通过模拟热力学过程, 能够在复杂的解空间中避免局部最优, 显著提升解决组合优化和图像处理问题的能力。粒子群优化算法则借鉴群体智能的机制, 实现高效的多维搜索。此研究揭示了物理原理对算法设计的重要影响, 旨在为未来算法的优化与应用提供新视角。

关键词 物理原理; 人工智能算法; 模拟退火; 粒子群优化

中图分类号: O4-0; TP18

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0004-03

物理原理作为自然界的基本规律, 为优化算法提供了重要的理论支持与启示。通过模拟物质在不同条件下的行为, 诸如模拟退火和粒子群优化等算法展现出优越的性能, 而将物理原理与算法设计相结合, 不仅有助于深化对优化过程的理解, 也为实际应用中的性能提升提供了新的思路。本研究将探讨物理原理在人工智能算法中的具体应用, 揭示其潜在价值与未来发展方向。

1 物理原理在人工智能算法中的应用

1.1 模拟退火算法

模拟退火算法源于固体退火的物理过程, 通过模拟材料从高温到低温的变化, 应用于优化问题的求解。其核心理念在于引入“温度”这一概念, 允许算法在搜索过程中接受一定范围内较差的解, 以实现局部最优解的有效规避。初始阶段, 较高的温度使得算法能够进行广泛的探索, 该特性通过随机扰动和概率接受准则得以实现^[1]。随着温度的降低, 搜索过程逐渐收敛, 最终算法趋于稳定, 形成全局最优解或近似最优解。算法的性能受到多个参数的影响, 特别是初始温度、温度下降速率和终止条件的选择在实际应用中至关重要。

模拟退火算法在多个领域展现出显著的应用潜力。在组合优化中, 该算法能够有效解决诸如旅行商问题等复杂问题, 通过优化路径选择来提高效率。在图像处理领域, 模拟退火用于优化图像分割和去噪任务, 帮助实现更高质量的图像重建。在机器学习领域, 特别是在神经网络的训练过程中, 模拟退火被用于优化网络权重, 帮助模型避免陷入局部最优, 增强泛化能力。与传统的梯度下降法相比, 模拟退火在处理非凸优化

问题时具有更大的优势。梯度下降法依赖于梯度信息, 容易受到局部最优的限制, 无法有效探索复杂解空间, 而模拟退火通过随机机制的引入, 使得算法能够在多样化的解空间中寻找更优解^[2]。

在工程和技术问题的求解中, 模拟退火算法通过其独特的搜索策略, 为优化问题提供了新思路, 不仅提升了解决复杂问题的能力, 还为相关领域的研究与应用带来了深远影响。通过合理设置参数, 模拟退火能够灵活适应不同类型的优化问题, 为实际应用中的决策提供科学依据。

1.2 粒子群优化算法

粒子群优化算法(PSO)基于鸟群觅食行为, 融合了群体智能的理念, 以解决优化问题。该算法通过将粒子视为解空间中的候选解, 模拟个体之间的信息共享和协作, 来寻找最优解。每个粒子具有位置和速度属性, 其运动状态由自身历史最佳位置和全局历史最佳位置共同决定。

PSO的核心在于实现局部搜索与全局搜索的平衡, 通过个体与群体经验的相互作用, 促进群体智能的涌现, 进而快速收敛至全局最优解^[3]。算法性能的优劣与参数设置密切相关, 惯性权重、学习因子以及群体规模等均对粒子的运动产生重要影响。惯性权重调节粒子在当前位置的持续移动, 过低会导致搜索不充分, 过高则可能导致收敛速度减慢。学习因子的合理配置影响粒子对个人和群体最佳经验的依赖程度, 从而影响搜索效果和效率。

粒子群优化算法在多个领域展现出卓越的应用潜力。在连续优化问题中, PSO常用于函数优化和参数调优, 凭借其高效性受到青睐。在深度学习领域, 粒子群优化为神经网络的结构搜索提供了新方法, 通过自

动化设计网络拓扑以提升模型性能。在图像处理方面, PSO 被应用于多阈值图像分割, 有效提高分割精度。相较于遗传算法, 粒子群优化具有实现简单、计算效率高的优点, 特别适合处理高维度优化问题。

1.3 量子计算

量子计算是一种基于量子力学原理的前沿计算技术, 利用量子比特的叠加态和纠缠特性, 实现高效的信息处理。量子比特作为量子计算的基本单元, 能够同时处于多个状态, 其特性使得量子计算机能够在同一时间内处理大量数据, 极大地提升了计算效率。量子计算的基本操作包括量子门和量子测量, 通过构建量子电路, 执行复杂的计算任务。在人工智能领域, 量子计算展现出解决传统计算方法难以应对的大规模优化问题和模式识别任务的潜力。量子机器学习算法, 如量子支持向量机和量子神经网络, 借助量子态的高维特性, 可以有效处理复杂的非线性分类问题, 显著提高学习和推理的效率。量子退火算法作为模拟退火的量子版本, 利用量子隧穿效应, 能够更迅速地找到全局最优解。这种特性在多个领域的优化应用中表现出色, 提供了比传统算法更为高效的解决方案^[4]。在密码学方面, 量子计算机的强大能力对现有加密系统构成挑战, 特别是在破解传统公钥密码时, 展现出显著优势。量子计算的发展也推动了量子密码学的进步, 通过量子密钥分发等技术, 实现更加安全的通信方式。尽管量子计算面临退相干、错误校正等技术挑战, 科研人员正在积极研究克服问题的方案, 以实现实用化的量子计算机。量子计算在优化算法、机器学习和人工智能等领域的潜在应用, 有望在未来改变当前的计算范式, 推动相关领域的发展和革新。

2 在人工智能算法中应用物理原理的挑战

2.1 算法与物理模型的差异性

由于人工智能算法和物理模型有着明显的区别, 这对二者的融合提出了很大的挑战。物理模型通常都是建立在严格的数学公式或自然法则基础上, 其物理含义清晰, 易于理解。相比之下, 基于深度学习的人工智能算法通常需要对海量数据进行统计学习, 很难用物理概念来描述其内在的结构与行为。这一性质上的不同, 给人工智能算法中引入物理规律带来了诸多困难。比如, 在实际应用中, 物理模型往往要求系统满足确定性定律, 而人工智能算法则要求实际数据中含有大量的不确定性和噪声。

物理模型精度与人工智能算法推广性能的矛盾日益突出, 如何在保证物理模型精度的前提下, 提升算法的自适应性与稳健性, 是该领域面临的重要难题。

传统的物理模型往往是为了解决具体问题而设计的, 而人工智能算法则要求具有普适性, 如何在保证其普适性的前提下, 将其引入具体的物理约束中也是当前的一个难点。现实中, 物理模型的计算复杂性往往超出了人工智能算法的处理能力, 为此, 如何在保持其核心物理特征的前提下, 对其进行降维, 使之与算法相匹配, 是当前学术界面临的另一挑战。

2.2 数据与物理规律的匹配问题

数据与物理规律的匹配问题是将物理原理应用于人工智能算法时面临的另一个重要挑战。人工智能算法通常依赖大量数据进行训练和学习, 而物理规律则是对自然现象的抽象描述。在实际应用中, 收集的数据可能不完全符合理想的物理模型假设, 存在噪声、缺失值和异常值等问题。如何在保持物理规律的基础上准确地处理这些不完美的数据成为一个关键挑战。物理规律通常描述的是连续的、动态的过程, 而人工智能算法处理的数据往往是离散的、静态的采样。如何在离散数据中捕捉连续物理过程的本质特征, 是算法设计中需要解决的难题。另一个挑战是处理多尺度问题, 物理规律在不同尺度下可能表现不同, 而人工智能算法需要从有限的中学习这种跨尺度的复杂关系。在某些领域, 如量子系统或复杂流体动力学, 获取大量高质量数据可能在技术上或经济上不可行, 如何在有限数据条件下将物理规律与学习算法结合也是一个重要挑战。数据的表示形式与物理模型的数学描述之间的差异也增加了融合的难度, 需要开发新的数据预处理和特征提取方法来桥接这一差距。

2.3 物理解释与算法黑箱问题

在将物理规律引入人工智能算法的过程中, 需要解决物理意义上的“黑箱”问题。传统的物理模型具有清晰的因果联系与可解释性, 然而, 以深度学习为代表的高级人工智能算法往往被看作“黑箱”, 无法用人们能够理解的方式来解释其内在的决策机制^[5]。由于缺乏可解释性, 使得该方法在医学诊断、无人驾驶等重要领域中的应用受到限制, 同时也妨碍了物理学界与人工智能学者的有效交流。在向人工智能算法中引入物理规律的过程中, 如何在保证其可解释性的前提下, 又不影响算法的性能, 是一项极具挑战性的课题。现有的物理模型多建立在简单的假定上, 而人工智能算法则可以描述更为复杂的非线性关联, 如何对这些超越了常规物理理论期望的现象进行合理解释也成为难点。在一些情形下, 算法会发现一些与已有的物理定律不符的现象, 故面临如何检验和统一已有的物理模型的挑战。黑箱效应也会对计算结果的可信

性与可信度进行评价,尤其是在面对高风险决策时,保证其结果满足物理规律与常识是一个重要问题。

3 促进人工智能算法应用物理原理的策略

3.1 简化物理模型与数据融合

简化物理模型与数据融合旨在平衡物理模型的精确性和人工智能算法的学习能力,以实现更高效、更准确的问题求解。可以通过降阶模型、参数简化等技术将复杂的物理模型简化为计算效率更高的形式,使其更易于集成到人工智能框架中。利用数据驱动的方法来补充和修正简化模型,可以弥补模型简化过程中损失的信息。比如,在流体动力学问题中,可以使用简化的 Navier-Stokes 方程作为基础模型,然后通过深度学习网络来学习和修正湍流等复杂现象。另一种方法是采用混合模型策略,将物理模型的输出作为人工智能算法的输入特征之一,让算法学习物理模型无法捕捉的复杂非线性关系。在数据融合方面,可以设计特殊的损失函数,将物理约束作为正则化项引入模型训练过程,确保学习结果符合基本物理规律。此外,通过物理信息引导的数据增强技术,可以生成符合物理规律的合成数据,扩充训练集,提高模型的泛化能力。多尺度建模技术也可以用于处理不同尺度下的物理现象,将宏观物理模型与微观数据学习相结合。

3.2 建立物理与数据的桥梁

建立物理与数据的桥梁是促进人工智能算法应用物理原理的重要策略。这一策略意在创造一个融合框架,使物理知识和数据驱动方法能够相互补充和增强。一是开发物理启发的神经网络结构,如物理信息神经网络(Physics-Informed Neural Networks, PINNs),这类网络在结构设计上直接纳入物理方程,使网络能够同时学习数据模式和遵守物理约束。二是设计物理一致性损失函数,在模型训练过程中将物理规律作为额外的优化目标,确保学习结果符合已知的物理定律。在特征工程方面,可以利用物理知识指导特征选择和构造,创建具有物理意义的输入表示,提高模型的可解释性和泛化能力。三是通过物理模型引导的迁移学习,可以将在一个物理系统中学到的知识迁移到相似的系统中,减少数据需求。在数据预处理阶段,可以设计基于物理原理的数据清洗和异常检测方法,提高数据质量。对于稀疏数据问题,可以利用物理模型生成合成数据,或者通过物理约束的插值方法填补数据空白。在模型验证阶段,可以利用物理规律设计更严格的测试案例,确保模型在极端条件下仍能保持物理一致性。

3.3 提升物理模型的可解释性与透明性

提升物理模型的可解释性与透明性是促进人工智能算法应用物理原理的关键策略。这一策略旨在解决算法黑箱问题,增强模型的可信度和可理解性。第一,开发基于注意力机制的解释性技术,通过可视化模型对不同物理变量的关注程度,揭示算法决策过程中的关键因素。第二,采用层次化的模型结构,将复杂问题分解为一系列可解释的子模块,每个子模块对应特定的物理过程或概念。针对深度学习模型,可以设计物理一致的激活函数和网络结构,使网络的中间表示具有明确的物理意义。第三,在模型训练过程中,可以引入可解释性约束,鼓励模型学习符合物理直觉的特征表示。对于模型输出,可以开发基于物理原理的后处理技术,将原始预测转化为更易理解的物理量。第四,在模型评估阶段,除了传统的性能指标,还可以引入物理一致性指标,衡量模型输出与已知物理规律的符合度。为了增强模型的透明性,可以设计交互式可视化工具,允许用户探索模型在不同物理参数下的行为。第五,在处理多尺度问题时,可以采用多分辨率分析技术,展示模型在不同尺度下的物理解释。对于发现新物理规律的潜力,可以开发自动化的科学发现算法,结合符号回归和因果推理技术,从数据中提取可能的物理定律。

4 结束语

物理原理在人工智能算法中的应用展示了跨学科研究的重要性,尤其是在优化问题的解决上。在复杂的组合优化和图像处理领域,模拟退火算法通过模拟物质的热力学过程,提供了一种有效的解决方案,展现出显著的优势。粒子群优化算法同样受益于自然界的启示,通过群体智能实现了对多维空间的高效搜索。未来,应继续探讨其他物理现象对算法设计的潜在影响,推动更具创新性的优化方法的出现。

参考文献:

- [1] 李金忠,夏浩武,曾小荟,等.多目标模拟退火算法及其应用研究进展[J].计算机工程与科学,2013,35(08):77-88.
- [2] 陆胜锋.计算机模拟退火优化算法监测模型及模拟试验[J].技术与市场,2024,31(03):87-91.
- [3] 王伯成,施锦丹,王凯.粒子群优化算法的研究现状与发展概述[J].电讯技术,2008,48(05):7-11.
- [4] 李晓巍,付祥,燕飞,等.量子计算研究现状与未来发展[J].中国工程科学,2022,24(04):133-144.
- [5] 王思琳,刘财,李鹏,等.量子计算在地球物理学中的应用[J].石油地球物理勘探,2024,59(02):352-367.

电气工程自动化中人工智能技术的运用分析

王龙海

(万国数据服务有限公司深圳分公司, 广东 深圳 518000)

摘要 人工智能技术不断发展和成熟, 电气工程自动化已经成为未来发展的趋势, 不仅如此, 结合大数据以及云计算整合技术, 为电气工程自动化系统提供海量数据, 以及借助云计算技术实现实时分析处理, 由此为满足阶段电气工程自动化系统的发展提供了更多的可行性。但在电气工程自动化当中应用人工智能技术, 需通过各类深度学习、机器学习、自然语言等处理技术, 提高系统应用的整体智能化水平, 还需立足于电气工程自动化系统的实际情况, 提高数据的整体质量, 优化算法以保证算法的可解释性以及系统性、安全性, 由此对满足电气工程领域的实际需要才更具实际应用作用。本文就电气工程自动化中人工智能技术的运用展开分析和论述, 以期为同行人员提供借鉴。

关键词 电气工程自动化; 数据中心建设; 人工智能技术

中图分类号: TM76; TP18

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0007-03

从广义的角度来说, 电气工程自动化领域所应用的人工智能技术涵盖了供配电系统设计、产品规划与设计、工程管理等多个方面。通过人工智能技术, 可以实现对电气设备状态的有效监测, 以及预测故障诊断、优化调度等, 以此提高电气工程自动化系统的安全性、稳定性以及时效性, 从而减少人为干预, 具有实际应用作用。除此之外, 电气工程自动化中心应用人工智能技术, 在数据中心建设项目管理当中同样发挥着尤为重要的作用。但考虑到国内数据中心的出海项目存在语言障碍、管理模式、文化差异等不同特性, 所以还需立足于实际, 针对大机电、电器、空调智能化等在国内数据当中的本质要求, 进行具体问题具体分析, 由此提高人工智能技术在电气工程自动化系统当中应用的全方位性。

1 人工智能技术的概念

人工智能(Artificial Intelligence, AI)是一门设计模拟学、延伸学和拓展人类智能的一种科学。人工智能技术的应用是指利用计算机系统模拟人类的智能特征, 比如感知、学习、推理、决策、交流等各类能力。而对于人工智能技术来说, 则是利用人工智能科学所衍生出的一种算法工具, 其涵盖了机器学习(Machine Learning)、深度学习(Deep Learning)、自然语言处理(Natural Language)以及计算机视觉(Computer Vision)等多个领域。比如机器学习是人工智能技术的重要分支, 通过利用数据分析以及统计学算法, 可以对数据系统进行改进, 其中包括监督学习、强化学习、

具有广泛的图像识别功能、语音识别功能等。除此之外, 自然语言处理是人工智能技术最具话语权的技术种类之一。自然语言处理是一门研究人类语言和计算机交融的相关技术, 其是指让计算机系统理解和生成、处理、分析各类自然语言。一般来说, 自然语言处理技术被广泛应用于智能客服、文本分析以及机器翻译等。除此之外, 像计算机视觉当中的目测检测技术、人脸识别技术, 以及强化学习当中的智能识读技术等, 均是人工智能技术的一般分类。目前来说, 人工智能技术在医疗、金融、智能交通、教育、农业等多领域均发挥着尤为重要的作用, 且随着现阶段科学技术的不断发展, 人工智能技术也推动着社会政治、文化、经济、教育等多领域的发展。

2 电气工程自动化中人工智能技术的运用优势

电气工程自动化在我国社会领域建设当中发挥着尤为重要的作用, 其是一门综合应用的交叉科学, 其所囊括的范畴包括电气工程、控制理论、计算机科学等, 实现电气工程自动化是现代信息技术对电气系统、设备、工艺进行优化控制的一种发展趋势, 涉及传感器、执行器、控制器以及人机界面等多个方面, 对保证电力系统以及交通运输系统等方面都发挥着智能管控的本质作用。而从狭义的角度来说, 在电气工程自动化领域较为常见的应用技术有: 可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)、监控与数据采集系统(Monitoring and Data Acquisition System)、分配控制系统(Distribution Control System)以及

人机界面(Human-computer)。比如可编程逻辑控制器是一种专用于工业控制的可编程控制器,控制器的作用可以通过编程控制输入和输出模块的具体状态,以保证工业生产的自动化整体水平。而分散控制系统是一种分布式的控制系统,可以通过该类控制器控制各个单元的功能状态,以实现对整个生产过程的有效监控和管理;而人机界面则是电气工程自动化当中用户交互的界面,通过图形化界面以及操作控制面板,实现员工与自动化系统的有效监控以及信息反馈^[1]。(如图1)

在电气工程自动化当中应用人工智能技术,一方面可以保证该类系统应用的自适应性,因为人工智能技术可以根据系统的具体运行状态以及环境变化进行自动调整,以此通过学习算法,保证电气工程自动化系统在各类工况下依旧可以稳定运行。另一方面,人工智能技术可以利用大数据分析技术以及机器学习算法等,对各类设备进行有效的预测性维护,以此缩短设备的停机时间,延长设备的使用寿命。除此之外,人工智能技术还可以从海量数据当中提取有用的价值,帮助工程师做出智能决策,这也是电气工程自动化当中人工智能技术所应用的“数据驱动决策”的优势,以此为系统的优化和改进提供有力的支持。不仅如此,像智能优化以及自动学习等也可以保证电气工程自动化系统应用的高效性以及有效性,推动电气工程自动化朝着智能化发展。

3 电气工程自动化中人工智能技术的具体运用分析

3.1 数据中心的需求分析、产品规划及设计、工程管理中的应用

在电气工程领域应用人工智能技术,可以根据数据中心所建设的项目,满足数据中心对不同客户供配

电系统的本质需求。一般来说,数据中心是承载大量信息处理和储存任务的基础设施,对保证供电系统的安全性、可靠性和稳定性发挥着尤为重要的作用。可以利用人工智能技术当中的大数据分析技术以及机器学习等各类手段,对不同客户的供电需求进行深入分析,还可以根据历史数据以及客户的需求、设备运行的具体情况进行综合整合,以此优化最佳的供电方案,提高供电的可靠性和稳定性;而在产品规划与设计阶段,人工智能技术同样可以辅助工程师快速生成多种供配电的具体方案,并根据用户的需求以及上述所提到的多重因素,进行性能的优化和比较。比如人工智能技术当中所包含的仿真技术、虚拟设计等等,均可以帮助工程师快速检验方案的可行性,以此提高方案设计的整体效率和质量;在工程管理方面,人工智能技术同样可以通过智能分析以及资源优化等多种方式,提高工程的整体进度。比如通过人工智能技术的应用,对具体工程的进度进行有效的监督管理、风险预警以及资源调配等。由此,满足数据中心的本质需要,还可以简化数据中心在产品规划设计阶段以及工程管理方面所存在的工作复杂性,降低项目风险,提升项目的成功率,推动电气工程自动化领域的常态化发展和创新^[2]。

3.2 国内数据中心出海项目中的自然语言技术应用

在电气工程自动化领域当中,应用人工智能技术对满足数据中心建设的应用具有诸多潜在优势。但国内数据中心在进行出海项目时,仍面临文化差异、管理模式以及语言等多方面的共性挑战,所以应用人工智能技术可以在该方面进行优化和调整,促进国内数据中心在海外市场的有效发展。人工智能技术在数据中心建设项目当中可以辅助进行语言翻译。比如人工

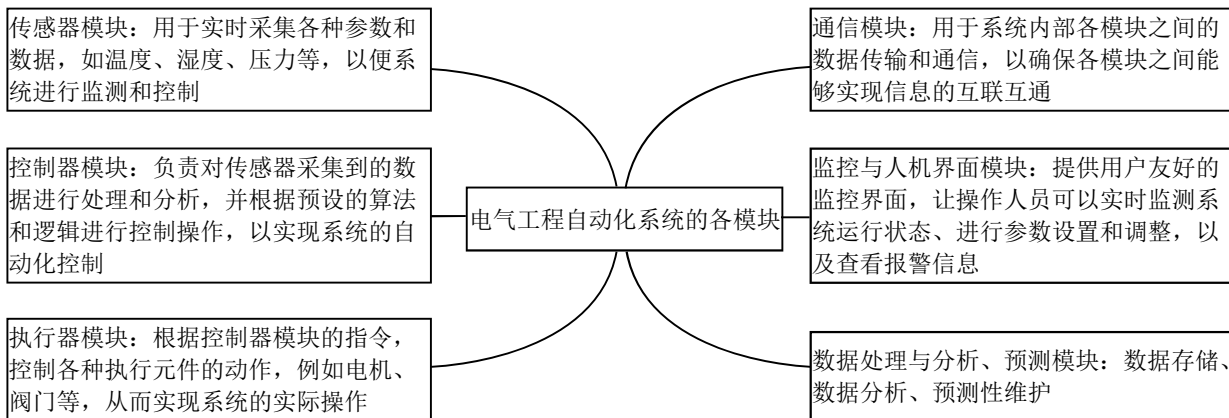


图1 电气工程自动化系统

智能技术当中所包含的学习算法,可以根据不同国家、不同地区的不同文化背景、价值观念、习俗等进行有效的分析和整合,帮助项目团队理解并适应当地文化,减少文化的冲突,以此提高项目的跨文化交流效率。不仅如此,人工智能技术在管理方面更具备多重支持作用。比如,因不同国家和不同地区的管理模式存在一定的差异性,像是组织架构、决策方式、工作流程,均可以通过人工智能技术当中的智能决策技术,为项目管理提供精确的管理决策,从而优化项目执行的整体过程,提高管理的时效性,还可以降低项目管理可能存在的风险。

上述所提到人工智能技术当中所包含的自然语言处理技术,可以让计算机理解、生成和处理各类自然语言,应用该类技术解决国内数据中心在出海项目当中可能存在的语言障碍,比如应用人工智能技术当中的语言识别技术、自然语言处理技术等,从而帮助项目团队跨越语言障碍,实现多种语言沟通和合作,由此帮助国内数据中心在出海项目当中,有效应对文化差异性,推动中国数据中心产业在国际舞台上的发展,均具有实际应用的可行性。

3.3 预测性维护在数据建设中心的应用

预测性维护(Predictive maintenance)是一种利用人工智能技术来预测设备故障并提供有效的维护方法,在电气工程自动化数据中心建设当中发挥着尤为重要的作用。

随着现阶段工业设备逐渐复杂多样,传统的定期维护方式已经无法满足设备运行的状态要求。因此引入预测性维护,从而为数据建设中心提供更多的可行性。

一般来说,预测性维护可以利用人工智能技术,通过建立模型来预测设备可能存在的各类故障,帮助数据建设中心实现从被动的维护到主动的预防,由此降低设备故障所诱发的停机时间以及生产损失,并且还可以提前发现设备可能存在的问题,大大提高设备应用的可靠性以及稳定性。

不仅如此,预测性维护还可以帮助数据建设中心优化设备维护计划,以及实现资源的合理优化配置,传统的定期维护方式会造成资源浪费,并且所有设备都需要在统一的时间内进行维护,而通过人工智能技术进行预测性维护,数据建设中心可以根据设备的具体运行状态以及风险评估等级,制定个性化维护计划,将资源集中在最需要维护的设备上,实现资源的合理优化配置。而该类预测性维护更可以帮助数据建设中

心监测设备运行的实时数据,从而发现设备在运行过程当中可能存在的异常情况^[3]。

4 电气工程自动化中人工智能技术在数据中心建设中的应用挑战

人工智能算法的精度和准确性是电气工程自动化数据建设中心的共性挑战,比如在预测性维护的过程当中,需保证算法的准确性,否则就会影响预测结果的可靠性,从而增加不必要的维护费用^[4]。除此之外,数据的隐私性以及安全性,也是电气工程自动化建设数据中心所存在的共性挑战之一。因为对于数据建设中心来说,可能会涉及大量的数据,比如设备的运行状况,维护记录等。如果该类数据存在丢失或恶意利用,可能会带来较为严重的后果,所以还需加强数据加密技术(Strengthen data encryption technology)以及数据访问技术(Data access technology)的应用,保证电气工程自动化数据建设中心应用的安全性。不仅如此,人工智能技术的应用还存在人力、物力、财力以及算法开发等共性挑战。对于一些中小型企业来说,在数据中心建设过程当中可能需要投入更多的前期成本,这在一定程度上也会限制人工智能技术的应用范围^[5]。

5 结束语

在电气工程自动化中人工智能技术的具体运用中,数据中心的需求分析、产品规划及设计、工程管理中的应用、国内数据中心出海项目中的自然语言技术应用、预测性维护在数据建设中心的应用,可以保证电气工程自动化系统应用的高效性以及有效性,推动电气工程自动化朝着智能化发展。

参考文献:

- [1] 孙传鹤. 试论人工智能在电气工程自动化中的应用[J]. 中国设备工程, 2023(18):41-43.
- [2] 刘婉旭. 人工智能在电气工程自动化中的应用[J]. 现代工业经济和信息化, 2022,12(04):155-156.
- [3] 焦焱. 人工智能在电气工程自动化中的应用研究[J]. 中国设备工程, 2021(15):267-268.
- [4] 梁启凡, 李文雅. 电气工程自动化中人工智能的运用分析[J]. 中国设备工程, 2021(14):19-20.
- [5] 同 [3].

电线电缆导体直流电阻测试影响因素分析

周亚玲

(无锡工艺职业技术学院, 江苏 宜兴 214200)

摘要 导体直流电阻作为电线电缆产品重要的电性能指标, 精准测量对电线电缆产品质量控制和成本控制具有重要的意义。导体直流电阻的测试值易受测试环境温度、设备精度、测试者经验等因素的影响而产生误差导致误判。本文通过设计试验分析恒温时间和夹具夹紧力对试验结果的影响, 通过试验数据分析, 推荐 25 mm² 的试样恒温放置 40 min, 70 mm² 的试样恒温放置 90 min, 240 mm² 的试样恒温放置 180 min; 在大截面铝导体测试时推荐在夹具刀口与试样刚好接触后再转半圈可以得出相对准确的试验数据。

关键词 电线电缆; 导体直流电阻; 测试原理; 样品放置时间; 夹紧力

基金项目: 2024年无锡市职业技术教育学会研究课题——“新质生产力背景下高职现场工程师培养的挑战与策略”研究成果(课题编号: wxzj24B03)。

中图分类号: TM246; TM934.1

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0010-03

电线电缆被誉为工业的血管和神经, 在现代社会中具有重要的地位和作用。导体直流电阻是考核电线电缆电性能的重要指标之一, 其值应小于相关标准中的规定值。导体直流电阻值越大, 电缆载流量越小, 线路损耗越大, 电缆发热量也随之增大, 容易引起火灾, 对人民的生命财产造成威胁。同时, 导体成本占电线电缆产品成本的60%左右, 在电线电缆产品成本中占比最大。因此, 各电线电缆生产企业均需精准控制电阻水平, 避免不合格品产生或质量过剩影响成本。然而, 导体直流电阻在测试过程中容易受到测试环境、测试设备、测试方法等各方面因素的影响, 导致误差较大的试验数据^[1]。因此, 研究电线电缆导体直流电阻测试影响因素, 对电线电缆产品质量控制和成本控制都有重要的意义。

1 电线电缆导体直流电阻测试原理概述

电线电缆导体直流电阻的测试原理主要基于欧姆定律, 即电阻 R 、电压 U 与电流 I 之间的关系为:

$$R=U/I \quad (1)$$

在测试过程中, 主要采用单臂电桥法(惠斯登电桥)及双臂电桥法(开尔文电桥)。双臂电桥法的准确度高于单臂电桥法, 单臂电桥法可以消除伏安法带来的系统误差, 但不能消除导线电阻和接触电阻对测量结果的影响, 双臂电桥法可消除导线电阻和接触电阻的影响。依据 GB3048.4-2007 规定, 双臂电桥法测量范围为(2×10⁻⁵~99.9)Ω, 单臂电桥法测量范围为(1~99.9)Ω及以上。

2 电线电缆导体直流电阻测试过程

2.1 测试环境控制

为确保测试结果的准确性, 测试环境需严格控制, 主要包括以下几个方面:

1. 温度控制: 温度是影响导体电阻的重要因素, 通常需将测试环境温度稳定在标准规定的范围内, 型式试验应将温度控制在(15~25)℃内, 在试验过程中, 环境温度波动应不超过±1℃; 例行试验应将温度控制在(5~35)℃之间^[2]。并记录实际测试温度, 以便后续进行温度修正。

2. 湿度控制: 避免过高或过低的湿度对测试结果造成影响, 一般要求环境湿度不超过85%。

3. 电磁干扰防护: 测试现场应远离强电磁场源, 如大型电机、变压器等, 以减少外界电磁干扰对测试结果的影响。

4. 防振动处理: 测试设备应置于能防止振动的测试环境中, 避免因振动干扰测试设备导致误差。

2.2 测试设备选择

根据被测试样型号规格预估测量值, 正确选择电桥型号及测量系统, 包含标准电阻、直流电源、检流计、四端夹具等。夹具应确保试样与测试设备间良好接触, 减少接触电阻对测试结果的影响。本文使用的设备是型号为 QJ36B-2 的数字电桥。

2.3 试样制备

1. 取样: 根据标准要求, 从待测电线电缆中截取足够长度的导体作为试样, 通常取 1.4 m, 试样有效长

度为 1 m。大截面铝导体推荐根据截面积大小来确定试样长度，截面为 95 ~ 185 mm² 通常取 3 m，截面为 240 mm² 及以上取 5m。如有争议，截面为 185 mm² 及以下取 5 m，截面为 240 mm² 及以上取 10 m。

2. 制样：去除试样两端与测量系统相连接部分的外层结构，露出导体。试样端头剥除外层覆盖物的时候，不能损伤导体，特别是小截面导体和多股绞合的柔软导体。

3. 端头处理：去除试样端头表面的油污、氧化层等，保持试样端头表面干净。测量大截面铝导体时，在样品端头要压接（铝鼻子），且其电位电极应采用直径 0.7 ~ 1.0 mm 的软铜丝在绞线外紧密绕两圈后打结，以防松动。

4. 试样校直：如有需要将试样校直，应确保试样即不弯曲也不发生延伸。

2.4 测试步骤

1. 试样的条件化处理：测试前，应将制备好的试样放置于恒温恒湿防振的标准试验环境中足够长时间，使试样的温度和试验环境温度达到平衡，通过测量环境温度代替试样温度。

2. 温度测定：测试环境温度时温度计离地面至少 1 m，离试样不超过 1 m 且与试样大致处于同一高度，离墙不小于 10 cm。

3. 设备运行检查：根据不同型号规格的设备操作要求对设备进行相应的调零、校准、灵敏度调节等操作^[3]。

4. 线路连接：将试样与四端夹具连接，试样与夹具的刀口接触即可。

四端夹具电流端 C1、C2，电位端 P1、P2 与电桥对应电流端 C1、C2，电位端 P1、P2 相连。

5. 测试：闭合直流电源，待电桥平衡（检流计的指针指向零）后读取测试数据，记录至少四位有效数。当试样的电阻小于 0.1 Ω 时，应将开关换向，用相反方向电流再测量一次，取二位读数的平均值。对细微导体测量时，应选择适当的电流密度进行测量，避免因电流密度过大产生温升，一般铝芯不大于 0.5 A / mm²，铜芯不大于 1 A / mm²。可使用“1:1.41”两个倍率电流进行测试，误差不超 0.5% 则认为未产生温升。

6. 数据处理：根据 GB3048.4-2007 中的标准温度下单位长度电阻值换算公式（2），将实测电阻值修正至标准温度（通常为 20 °C）下的值。

$$R_{20} = \frac{R_x}{1 + \alpha_{20}(t - 20)} \cdot \frac{1000}{L} \quad (2)$$

7. 结果判定：依据相关产品标准要求，将测试结果与标准值或设计要求进行对比，判定样品导体直流电阻是否合格。

3 电线电缆导体直流电阻测试影响因素分析

导体直流电阻测试过程中受到试验环境温湿度、测试设备精度、测试人员经验等方面多重因素的影响。因导体的结构、材质、截面不同，影响因素也有所不同，准确测量导体直流电阻存在一定难度。我们将通过以下两个案例来分析导体直流电阻测试中关键的影响因素^[4]。

3.1 样品放置时间对导体直流电阻的影响

样品放置时间对电线电缆导体直流电阻的影响主要体现在导体温度与环境温度之间的平衡关系上。在电线电缆导体直流电阻的检测中，确保导体温度与环境温度达到稳定平衡是至关重要的，这是因为导体温度是影响导体直流电阻的关键因素之一，在实际检测过程中，检测人员往往为了追求工作效率，在样品放置时间不足以使样品温度与环境温度平衡的情况下，直接将环境温度等同于导体温度，忽略了两者的温差，导致误差^[5]。比如，铝导体温度为 21 °C，环境温度为 20 °C，通过公式（2）换算后误差为 0.4%，超过了 GB/T3048-2007 允许测量误差在 ±0.3% 的范围^[6]。

3.1.1 试验设计

在同一个标准化试验室里，同一个测试人员，使用同一台设备，在同一批试样上，分别对截面积为 25 mm²、70 mm² 和 240 mm² 的铝导体进行不同放置时间段的导体直流电阻测试，测试数据见表 1 至表 3。

表 1 25 mm² 导体不同放置时间直流电阻测试数据表

试样标称截面 (mm ²)	20 °C 标准最大电阻值 (Ω/km)	试样放置时间 (min)	20 °C 实测电阻值 (Ω/km)
25 mm ²	0.727	20	0.72216
		30	0.71977
		40	0.71652
		50	0.71638
		60	0.71627
		70	0.71619

表 2 70 mm² 导体不同放置时间直流电阻测试数据表

试样标称截面 (mm ²)	20 °C 标准最大电阻值 (Ω/km)	试样放置时间 (min)	20 °C 实测电阻值 (Ω/km)
70 mm ²	0.268	60	0.26230
		70	0.26184
		80	0.25931
		90	0.25549
		100	0.25544
		110	0.25521

表3 240 mm² 导体不同放置时间直流电阻测试数据表

试样标称截面 (mm ²)	20 °C 标准最大电阻值 (Ω/km)	试样放置时间 (min)	20 °C 实测电阻值 (Ω/km)
240 mm ²	0.0754	120	0.07492
		150	0.07458
		180	0.07425
		210	0.07423
		240	0.07419
		270	0.07420

3.1.2 数据分析

通过对表1至表3的数据分析,我们发现导体直流电阻的数值随着试样放置时间的增加而呈下降趋势,最终趋于稳定。在每一组试验中,只有试样放置时间这一条件发生变化,结合公式(2),可以得出试样放置时间影响导体的实际温度,进一步影响测试数据。因此,为了确保检测结果的准确性和可靠性,需要按照相关标准和规范要求,在适当的温度和环境条件下放置足够长的时间,使导体温度与环境温度达到稳定平衡。放置时间与导体截面积相关,随着截面积的增大,放置时间增加。

通过上述试验数据分析,推荐25 mm²的试样放置40 min,70 mm²的试样放置90 min,240 mm²的试样放置180 min。

3.2 夹具的夹紧力对大截面铝导体直流电阻的影响

大截面铝导体直流电阻测试一直是企业比较关注的问题。此类导体在测试中通常受到夹具形状、夹紧力、端头形式及电流引入方式的影响,从而导致测试数值忽大忽小,难以正确判定产品直流电阻是否合格^[7]。主要原因在于铝线在空气中容易氧化,形成一层氧化膜包覆在表面,导致测试电流不能均匀的流过试样的每一根单丝。针对这一情况,目前企业普遍采用压接铝鼻子的方法来处理。

另外,在测试过程中还要求电位电极和电流电极均与试样紧密接触,这需要考虑夹具夹紧力大小这一因素。

3.2.1 试验设计

以185 mm²的大截面铝导体为案例,在同一个标准化试验室里,同一个测试人员,同一台试验设备,在同一段试样上,在试样与夹具刀口“接触即可”的情况下进行5次测试,在试样与夹具刀口接触后“再紧半圈”的情况下进行5次测试,数据见表4。

3.2.2 数据分析

通过对表4的数据进行分析,发现在试样与夹具“接触即可”的情况下,测试的最大值与最小值相差0.038;而试样与夹具刀口接触后“再紧半圈”的情况下这组数据最大值与最小值相差0.009,离散度明显比接触即可那一组数据小很多,后期经过多次试样验证,发现该组数据基本是可信的。因此,在大截面铝导体测试时推荐在夹具刀口与试样刚好接触后再转半圈可以得出相对准确的试验数据。

表4 185 mm² 导体直流电阻测试数据表

测试次数	20 °C 标准最大电阻值 (Ω/km)	接触即可的电阻值 (Ω/km)	接触后加半圈的电阻值 (Ω/km)
1	0.164	0.181	0.149
2		0.162	0.151
3		0.143	0.155
4		0.168	0.152
5		0.147	0.158

4 结束语

电线电缆产品型号规格较多,不同材质、规格、结构的导体在直流电阻测试中有不同的难点,需要从取样、制样、测试环境条件与设备、测试方法等多个环节进行综合考虑和控制。本文通过设计试验,分析样品放置时间和夹具夹紧力大小与试验结果之间的关系,为企业导体直流电阻控制工作提供有效参考。

参考文献:

- [1] 曹卫卫. 电线电缆导体直流电阻检测过程中的问题与处理对策[J]. 机械工程与自动化,2022(01):150-151.
- [2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.GB/T3048.4—2007 电线电缆电性能试验方法 第4部分:导体直流电阻试验[S].2007.
- [3] 游龙. 基于电线电缆导体直流电阻检测问题及改进方法研究[J]. 电气技术与经济,2023(01):83-85.
- [4] 田战玲. 电线电缆导体直流电阻试验要点及影响因素[J]. 价值工程,2020,39(10):270-271.
- [5] 谢莉杰. 大截面铝导体电缆导体直流电阻测量不确定度评定与分析[J]. 计量与测试技术,2022(06):49.
- [6] 郑翔宇,秦云汉. 浅谈温度对导体线芯直流电阻的影响[J]. 电器工业,2021(03):77-78.
- [7] 初庆林,龙芹,李勇. 电线电缆导体直流电阻测量不确定度来源分析[J]. 电工技术,2019(20):60-62.

电力调度智能操作的知识模型及实现研究

戴 佳, 吴彦蓁

(国网湖北省电力有限公司天门市供电公司, 湖北 天门 431700)

摘 要 电力调度智能操作是现代化电力操作的新形式, 具有调度操作速度快, 便利、高效等优势。鉴于电力调度智能操作的主要优势, 当前智能电力系统研究将电力调度智能操作知识模型研究看作重点。本文针对电力调度智能操作知识模型及其特点进行分析, 并根据相关研究提出 IOKM 的总体架构, 同时对知识模型进行实践验证。最后, 通过开展电力调度智能操作的知识模型验证发现, 规则数量统计中, 操作任务规则库优先级触发规则数量为 2、调度指令规则库停电操作 20 个数量, 证明知识模型的质量验证方法可全面应用。

关键词 电力调度; 智能操作; 知识模型

中图分类号: TM765; TP18

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0013-03

电力调度智能操作是利用先进的信息技术、自动化技术和人工智能技术, 对电力系统的运行进行实时监控、分析和控制的过程。电力调度智能操作是电力智能化运行的重要组成部分, 有利于提升电力调度操作运行效率。本文以电力调度智能操作为研究对象, 主要原因是我国正在推行电力智能化运行模式, 电力调度智能操作是智能运行的关键。通过对电力调度智能操作进行研究, 发现当前电力调度智能操作具有实时性、自动化、预测性、自动化、安全性、适应性以及交互性等多项优势, 有利于促进电力系统的应用与发展。

1 电力调度智能操作知识模型设计

1.1 创设 IOKM 总体架构

1. 输入 (Input): 这是框架的起点, 涉及收集和整理信息的过程。输入可以来自多种渠道, 如研究、调查、会议记录、报告等。

2. 组织 (Organize): 在这一阶段, 收集到的信息需要被分类和结构化, 以便于理解和检索。这包括

创建索引、标签、分类体系或数据库。

3. 存储 (Keep): 信息被组织好之后, 需要存储在可靠的系统中, 确保其安全性和可访问性。存储可以是物理的, 如文件柜、档案室, 也可以是数字的, 如电子文档管理系统。

4. 输出 (Manage): 信息需要以一种对用户有用的方式被检索和使用。这包括报告的生成、数据分析、知识分享会议或培训等。

1.2 电力调度智能操作总体架构分析

通过对电力调度智能操作总体架构进行研究可知, 该架构适合应用于电力调度智能操作系统, 可提升电力操作应用效果。通过本文设计研究, 提出智能操作知识模型的总体架构, 主要包括元素知识层、拓展本体知识层、推理知识层三大部分, 各层级之间相互联系, 共同组成调度智能操作知识模型, 可确保智能操作良好开展, 可提升操作工作效率, 图 1 为智能操作知识模型的总体架构图。

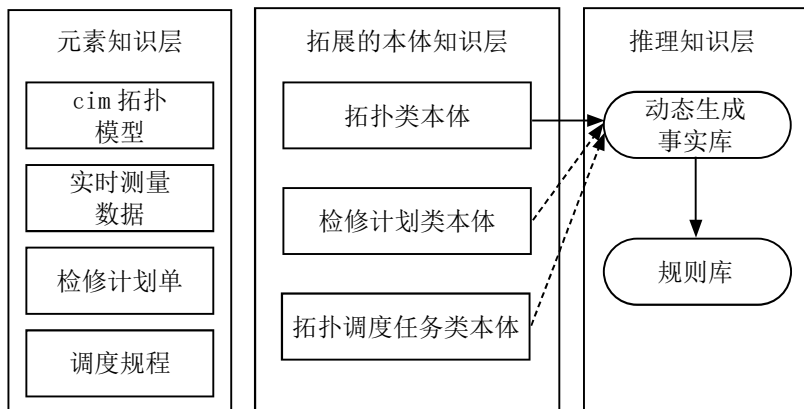


图 1 智能知识操作模型的总体架构图

1.3 关键层设计分析

1.3.1 元素知识层

元素知识层存储着异源异构的未经处理的粗知识,包括以文本、XML等形式存在的实时量测数据、拓扑信息、检修计划单、调度规程等。这些数据描述的实际对象一致,如检修计划单中的检修设备存在实时量测数据、拓扑连接关系等,同时也有针对此类设备检修的相应调度规程,但是没有统一的架构进行规约,在同一个领域内产生了描述相同本体的异构数据,无法建立联系。这些粗知识是构建扩展的本体知识层的基础^[1]。

1.3.2 本体知识层

1. 拓扑类本体。拓扑类本体通常指的是在本体论中,与拓扑学相关的概念和实体的集合。拓扑学是数学的一个分支,主要研究几何形状在连续变形下的性质,即在不考虑大小和距离的情况下,研究空间的性质。在拓扑类本体中,包含以下概念:(1)点集拓扑:研究拓扑空间、连续映射、同胚、紧致性、连通性等基本概念。(2)代数拓扑:利用代数方法研究拓扑空间的性质,例如同伦群、基本群、上同调群等。(3)微分拓扑:研究可微流形的局部和全局性质,以及微分结构和光滑映射。(4)低维拓扑:专注于研究低维空间(如曲线、曲面)的性质。(5)高维拓扑:研究高于三维的空间结构和性质。

2. 调度任务书本体设计。调度任务书本体设计也是本体设计的重要组成部分,通过本文研究发现,借助CIM构建数据模型,更偏重于细节描述设备,力度相对较小。此时智能调度设备的检修任务创建的过程中必须利用知识模型对调度工作人员的正常调度思维逻辑方式进行细节分开,首先获取设备状态变更需求,了解接线类型,细化具体设备,实施关键性操作,最终了解设备从左时序。另外,借助拓展工作可对电网描述模型进行分析,构建形式化、明确化以及通用化调度任务,优化本体模型,构建调度任务实施描述。本次智能模型建立与研究的过程中,为尽快完善调度任务计划,借助CIM构建多种调度任务计划,其中主要包括倒母线操作、主变负荷转供、母线负荷转供、母线运行方式变更、旁母串供、线路负荷转供、设备状态转换以及线路供电侧转换等。

3. 检修计划类本体设计。电力调度智能操作需要设计检修计划类本体设计,通过此种本体设计,保证各项工作良好开展。该知识本体设计的过程中,可利用POP构建检修计划单、方式变更任务、保护变更任务以及解析模板。

(1) 检修计划知识模型是指智能调度中检修计划

单创建知识构建的知识模型,主要包括检修设备、检修停电时间、计划停电时间、计划复电时间、申请编号以及申请单位等^[2]。(2)方式变更任务的知识模型设计也极为关键,根据设计要求主要分为调度时段、执行情况、调度任务的模型设计。(3)保护变更任务。保护变更任务与方式变更任务具有一定的从属关系,所以针对此种情况,要求设计保护变更任务的POP模型,该模型主要包括调度时段、执行情况以及调度任务等。

整个检修计划类本体设计的过程中,以POP模型为本体,创建调度时段、调度任务以及执行情况等诸多类型,创建停电前、复电前以及复电后的多种本体任务,从而保证电力调度智能操作良好开展,提升电力调度效率。

1.3.3 拓扑类本体设计

单一本体能按照应用场景不同完成不同类型元组的形式化定义,其中将元组分为包含、属性以及概念等三年类型。分组之时需要确定拓扑概念连接关系以及特定属性,最终将拓扑类本体进行全面分类与分析。另外,一次设备本体具有共有属性,所以在拓扑类本体设计中需要了解共性与分析,实现本体综合分析与研究^[3]。

拓扑类本体设计应用的过程中,可创建新型拓扑类本体模型,以调度员认知层级为基础,构建电厂断路器、隔离开关、二次设备以及开关组层级,保证细节开关组层级更加科学合理,提升拓扑应用效果。基于上述分析,除了调度称谓、编号、限值、电压等级等CIM模型中已有属性外,IOKM拓扑类本体加入了调度分类属性用以区分同种设备之间功能、相对位置上的差异,从而简化知识的表达。拓扑类本体调度分类如表1所示。同一设备可以有多个维度的调度分类,以适应调度对设备分类的多维视角。

表1 拓扑类本体调度分类

设备本体	调度分类
开关	线路开关、电源开关、负荷开关分段开关
线路	主干线、联络线、T接线
母线	旁路母线、主母线、带硬连接母线
隔离开关	母线侧隔离开关、旁路隔离开关、接地隔离开关
主变	T接主变、双绕组主变三绕组主变
厂站	自辖站用户站

另外,在利用CIM模型构建设备间电气连接模型,同时也构建逻辑关系的过程中,一定要创建一次设备

类本体特有属性,如此一来,使模型设计应用良好开展,以表 2 为一次设备类本体特有属性展示。

表 2 一次设备类本体的特有属性

设备本体	特有属性	解释
开关	所属设备	开关所属的设备本体
线路	下属支线	若线路的调度分类为主干线,则其所连接的线路为其下属支线
母线	接线方式	此母线所在母线组的接线方式
隔离开关	所属开关	隔离开关所属的开关本体
线路	线路类型	T 形接线,联络线

最后构建厂站类的主体本体结构,该本体结构模型包括属性和关系两大模块。其中模块属性关系为组合关系、间接连接关系。属性关系则为调度成分、电压等级、编号以及接线方式,两种方式下共同创建接线模式,才能够保证接线良好开展,确保模型构建应用良好。

1.4 推理知识层设计

推理知识层设计是构建在数据层之上的一个层次,它主要负责处理和分析数据层提供的信息,以实现智能推理和决策支持。设计推理知识层时,需要考虑以下几个关键点:(1)知识表示:用最佳方法表示知识,其中本体论、网络语义、逻辑框架以及知识迁移规则是主要形式。知识表示方法需要能够清晰地表达领域知识和推理逻辑。(2)知识获取:确定如何从数据层获取知识,包括数据挖掘、专家系统、自然语言处理等技术。(3)推理机制:设计推理引擎,引擎可在知识库中构建逻辑规则,不能够实施语言和知识推理。推理机制可以是基于规则的推理、案例推理、模型推理等。(4)推理控制策略:确定推理过程中的控制策略,如正向推理、反向推理、混合推理等,以及如何在推理过程中处理不确定性和模糊性。(5)知识更新与维护:设计知识库的更新机制,确保知识的时效性和准确性,包括知识的添加、删除和修改。(6)推理结果的解释与展示:推理结果需要以用户可理解的方式进行解释和展示,涉及自然语言生成、可视化等技术^[4]。

2 电力调度智能操作知识模型实现

通过上述研究发现,电力调度智能操作知识模型的创建非常关键,根据 IOKM 框架构建多个操作模型,继而总体上实现电力调度智能操作知识模型,以下是本文对电力调度智能操作知识模型的视线进行分析与研究。在对模型进行实现验证的过程中,要求进一步探讨电力调度智能操作知识模型的实现,本文以某电

厂为例,针对该电厂实际情况构建电力调度智能操作知识模型,并且对知识模型的应用情况进行验证。

2.1 电厂情况

本次知识模型验证过程中,确认电力调度的智能操作知识模型的主要情况,确保电力调度智能操作保持良好。本次研究的电厂为 110 kV 电厂,该电厂包括奋进 2 号主变负荷、南风站 2 号主变负荷、构建母联自投功能。

2.2 构建模型并验证

本次电力调度智能操作系统知识模型验证的过程中,构建 IOKM 应用实例,创建模型后对触发规则数量、调度命令和执行命令的准确度进行验证,总共验证母联自投调度、转冷备用调度、热备用调度等多个模式。通过对电力调度进行综合验证发现,处罚规则数量统计中,操作任务规则库优先级触发规则数量为 2、调度指令规则库停电操作 20 个数量。

模拟验证调度执行和发送指令进行统计,确认两项数据均为 100%,证明电力调度智能操作模型保持良好^[5]。

3 结束语

电力调度智能操作知识模型是电力调度系统应用创新的重要渠道,对电力调度操作系统运行有非常重要的影响,也成为电力企业发展的新方向。通过对电力调度智能操作知识模型系统进行研究发现,该系统在应用的过程中可创建一种新型模式,该模式在应用时具有自动识别、智能分析等多项功能,所以从理论上符合电力调度智能操作系统的应用需求。研究提出电力调度智能操作的知识模型,并对模型进行实现验证,确认本文设计的知识模型应用效果良好,可推广应用。

参考文献:

- [1] 朱思婷,管霖,徐尧燧,等.电力调度智能操作的知识模型和实现技术[J].南方电网技术,2022,16(12):98-108.
- [2] 黎静华,谢育天,曾鸿宇,等.不确定优化调度研究综述及其在新型电力系统中的应用探讨[J].高电压技术,2022,48(09):3447-3464.
- [3] 叶晨麟.基于机器学习的智能电网调度方法研究[J].建筑工程技术与设计,2023(13):121-123.
- [4] 周二专,张思远,严剑峰,等.电网调控决策知识模型建模及实现方法[J].中国电机工程学报,2022(014):5057-5066.
- [5] 李志超,尹兴隆,何文洪,等.基于模糊隶属度的智能电网电力调度多目标优化研究[J].微型电脑应用,2024,40(02):137-140.

虚拟私人网络安全防护的多措施应用

孙玉峰, 郭志新, 张大志

(中工国际工程股份有限公司, 北京 100080)

摘要 本文探讨了VPN在现代IT中应用的重要性, 说明了VPN在企业实际应用中遭遇多样化的网络攻击, 并提出了一系列预防、监测和阻断策略, 首先通过VPN登录机制、VPN白名单机制、VPN加密算法升级、漏洞管理和补丁更新和VPN访问控制等策略进行VPN网络安全预防; 其次通过相关流量的监测、登录日志审计和入侵检测系统等策略进行VPN网络流量监测; 最后通过其他安全设备和应急响应机制等策略进行网络攻击阻断, 通过以上策略加强VPN的安全性。通过实施这些策略, 可以有效提升VPN的防护能力, 确保数据传输的安全性和网络环境的稳定性。

关键词 VPN防护; 网络安全; 监测技术; 阻断机制

中图分类号: TP393.08

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0016-03

随着信息技术的高速发展, 虚拟私人网络(VPN)已成为企业远程办公、数据传输和资源共享的重要工具。然而, VPN在提供便利性的同时, 也面临着日益严峻的安全威胁。网络攻击者利用VPN的漏洞和弱点, 进行非法入侵、数据窃取和破坏活动, 给企业和个人带来了巨大的损失。因此, 构建一套完善的VPN防护体系, 实现预防、监测和阻断的多重防护, 已成为VPN网络防守的重要课题。

1 VPN技术在IT中应用的重要性

VPN虚拟私人网络(Virtual Private Network, 简称VPN)是一种常用于连接中大型企业或团体内部网络的技术, 以便远程用户和分支机构访问公司数据中心的内部网络资源。

VPN技术经过数十年的发展, 已在全世界范围内得到广泛应用。VPN通过加密和隧道技术, 实现数据的安全传输, 保障用户在互联网上的隐私和信息安全。VPN技术在IT中应用的重要性主要体现在以下几个方面^[1]:

1. 远程访问: 企业员工在外地或家中通过VPN接入企业内网, 实现远程办公。
2. 数据传输: 企业间通过VPN专线进行数据交换, 确保数据安全。
3. 网络安全: 用户通过VPN加密上网, 防止数据被窃取和篡改。
4. 隐私保护: 使用VPN可以隐藏用户的真实IP地址, 保护用户的上网行为不被追踪, 从而保护个人隐私。
5. 跨地域连接: 对于国际化公司, VPN可以实现不同地区分支机构之间的安全互联, 保证数据传输的

一致性和安全性。

6. 网络资源扩展: 通过VPN, 企业可以将分布在不同地点的网络连接起来, 形成一个扩展的、安全的内部网络。

7. 成本效益: 相比于租用专线, VPN的部署和维护成本相对较低, 尤其适用于中小型企业。

8. 访问控制: VPN可以帮助企业实现精细化的访问控制, 确保只有授权用户可以访问特定的网络资源。

9. 业务连续性: 在自然灾害或其他紧急情况下, VPN可以确保关键业务系统的连续运作。

2 VPN遭遇多样化的网络攻击

在实际的网络攻击中, 通过VPN的攻击通常难以发现, 潜在风险非常大。针对VPN的攻击, 一部分是通过钓鱼等手段获取VPN的账号或相关终端权限来攻击, 另一部分是通过VPN的漏洞来进行攻击, 结合目前大部分VPN相关流量的加密特点, 这类型的攻击往往比较难发现。对于很多远程业务访问来说, VPN是必须使用的技术, 因此我们在攻防演练中采用了白名单、账号二次认证、针对VPN流量单独解密检测和自动阻断等多重手段进行防护, 尽最大可能避免遭受通过VPN的攻击。

尽管VPN具有诸多优点, 但其安全性并非无懈可击, 网络攻击者针对VPN的攻击表现出多样化, 主要包括以下几种^[2]:

1. 中间人攻击: 攻击者通过拦截和篡改VPN通信数据, 窃取敏感信息或进行恶意操作。
2. 非法访问: 攻击者通过VPN隧道, 非法访问企

业内网资源。

3. 密码破解：利用暴力破解或字典攻击等手段，尝试破解 VPN 用户的登录密码。

4. 漏洞挖掘：利用 VPN 软件或协议中的已知漏洞，进行非法入侵和数据窃取。

5. 恶意软件感染：通过 VPN 传播恶意软件，如病毒、木马等，对用户设备进行破坏或窃取数据。

6. 数据窃取：攻击者通过入侵 VPN，窃取企业或个人用户的敏感数据。

7. DDOS 攻击：对 VPN 服务器进行分布式拒绝服务攻击，导致服务中断或瘫痪。

8. DNS 泄露：由于配置不当或客户端软件漏洞，导致用户的 DNS 请求不通过 VPN 隧道发送，泄露查询信息。

9. 端口转发攻击：攻击者利用 VPN 客户端或服务器的端口转发功能，将未加密的数据通过 VPN 隧道转发。

10. IP 泄露：由于 VPN 连接不稳定或客户端配置问题，导致用户的真实 IP 地址泄露。

11. 会话劫持：攻击者尝试劫持已经建立的 VPN 会话，接管会话或获取会话数据。

12. 证书伪造或盗用：攻击者伪造或盗用数字证书，以欺骗 VPN 客户端建立不安全的连接。

13. 端口扫描和指纹识别：攻击者通过扫描开放的 VPN 端口和识别服务指纹，寻找潜在的攻击入口。

3 VPN 防护策略

为了有效应对 VPN 面临的安全威胁，需要构建一套包括预防、监测和阻断在内的多举措防护体系。

3.1 预防措施

1. VPN 登录机制：（1）采用多因素认证机制，结合密码、生物识别、动态令牌等多种认证方式，提高 VPN 用户的身份认证强度。（2）VPN 登录的账号密码限制，要求必须使用复杂密码，并必须定期更新密码，以确保账号密码的安全性和复杂性，防止被冒用^[3]。（3）VPN 登录的二次认证，要求登录 VPN 的时候必须通过二次认证，比如通过短信进行二次认证，否则无法登录和操作。

2. VPN 使用的白名单机制：（1）使用 VPN 必须通过网络管理员的许可和认证，否则无法使用 VPN 资源。

（2）根据业务实际需求，给业务相关的人员分配 VPN 账号资源，建立了白名单机制，并根据业务实际情况动态调整该名单。（3）对于因业务需求临时使用 VPN 的情况，通过申请机制，报备给安全管理员，通过开通临时权限来使用 VPN，使用结束后，由管理员收回相关权限。

3. VPN 加密算法升级：（1）采用先进的加密算法

和协议，如 IPsec 等协议，确保 VPN 通信数据在传输过程中的安全性和完整性。（2）对 VPN 协议进行定期更新和升级，以应对新出现的网络安全威胁。

4. VPN 漏洞管理和补丁更新：（1）建立完善的漏洞管理机制，定期对 VPN 软件和协议进行漏洞扫描和评估，如果发现存在漏洞，立即进行修复和更新，防止攻击者利用漏洞进行非法入侵。（2）加强 VPN 软件的安全性：提高 VPN 软件的编码质量，遵守 SDL 编码机制，减少软件自身漏洞。

5. VPN 访问控制策略：制定严格的访问控制策略，限制 VPN 用户的访问权限和范围。根据用户的角色和职责，分配不同的访问权限，防止敏感数据泄露和非法操作。

6. VPN 客户端安全：确保客户端所有软件都是最新版本，并且在客户端上实施安全策略，具体措施例如自动锁屏、防病毒保护。

7. VPN 网络配置和渗透测试：（1）根据攻防演练实战的要求，定期针对 VPN 进行渗透测试，评估 VPN 系统的安全性。（2）根据网络安全专家的评估意见，确保网络设备配置正确，例如关闭不必要的端口和服务。（3）使用 VPN 分割隧道来限制对内部网络的访问。

3.2 VPN 监测措施

1. 针对 VPN 相关流量的监测：（1）通过流量检测设备保留 VPN 相关日志，并在每日监测过程中排查是否有异常，重点关注 VPN 虚拟池流量和访问日志，及时发现异常的 VPN 相关流量或其他相关情况。此外，遇到相关攻击，可以快速通过日志进行回溯和分析。（2）由于 VPN 流量加密，使用了可以解密的流量检测手段，通过证书解密的方式在流量检测设备上对 VPN 相关流量进行解密和实时检测。（3）边界阻断措施，我们在监测的同时使用了边界阻断设备，可以自动化地将流量监测设备上发现的攻击 IP 同步到边界阻断设备上，以便在发现攻击的第一时间进行阻断，减少相关损失。

2. VPN 登录日志审计：（1）开启 VPN 的登录日志记录，记录所有用户登录 VPN 的相关日志，包括登录源地址 IP、登录后用户设备的虚拟 IP、使用时间、在线时长等信息。（2）在检测中发现利用 VPN 的相关攻击事件之后，通过登录日志来分析和溯源，进一步确认具体的攻击时间、时长等，辅助判断受威胁的资产等。

3. 入侵检测系统：部署入侵检测系统，对 VPN 网络进行实时监控和检测。入侵检测系统能够识别并响应网络中的恶意行为，如未授权访问、数据篡改等，及时发出警报并采取相应的防护措施。

4. 端点检测与响应：使用终端杀毒系统来监控端点设备，及时监测非法流量，并进行响应恶意活动，避免造成病毒侵入。

5. 网络安全监控：（1）实时监测网络流量，寻找流量模式的异常变化，这表明 VPN 可能正在受到攻击。

（2）实时监测 VPN 服务器的性能，以便及时发现由攻击引起的性能下降。

6. 证书管理和用户行为分析：（1）定期检查和更新 VPN 使用的数字证书，确保它们的有效性和安全性。定期监测证书颁发机构 CA 的安全性。（2）分析用户行为，及时识别可能出现的内部威胁或账户被接管的情况。

3.3 VPN 阻断措施

1. 防火墙和入侵防护系统：（1）在 VPN 网络边界部署防火墙^[4]，对进出 VPN 网络的数据包进行过滤和检测，防火墙能够阻止未经授权的访问和恶意流量进入 VPN 网络。（2）在 VPN 网络边界部署入侵防护系统则能够实时检测和防护网络攻击行为，保护 VPN 网络免受攻击。

2. 访问控制列表和速率及阈值设置：（1）在网络设备上实施访问控制规则，限制对 VPN 服务器的访问，只允许来自自己 IP 地址的连接。（2）对 VPN 连接尝试实施速率限制，防止暴力破解攻击。（3）设置连接阈值，超过阈值则自动阻断来源 IP。

3. VPN 服务降级和 IP 地址封锁：（1）在检测到攻击时，临时降级 VPN 服务，例如限制连接数或带宽。（2）封锁来自自己已知恶意 IP 地址或 IP 地址范围的连接。

4. 物理和逻辑隔离：将 VPN 服务器与内部网络进行物理和逻辑隔离，以减少潜在的攻击面。

5. 应急响应机制：（1）建立完善的应急响应机制，制定详细的应急预案和处置流程。一旦发生安全事件，立即启动应急响应机制，迅速定位问题、评估影响并采取相应的处置措施，最大限度地减少损失。（2）隔离受影响的系统，将受攻击的 VPN 服务器或客户端从网络中隔离，以防止攻击扩散到其他系统。（3）通知相关方人员，并告知高层管理人员、法务部门、IT 部门和其他相关方关于安全事件的详细信息^[5]。（4）用户培训和教育，对用户进行安全意识培训，强调 VPN 安全使用的重要性，以及如何识别潜在的安全威胁。

4 防守实现的效果及亮点

4.1 防守实现的效果

通过实施上述多举措的 VPN 防护体系，可以显著提升 VPN 网络的安全性和稳定性，具体效果如下：

1. 降低安全风险：通过强化身份认证、加密技术

升级、漏洞管理和补丁更新等措施，降低 VPN 网络面临的安全风险。

2. 提高响应速度：通过流量监测、日志审计和入侵检测等措施，及时发现并阻断潜在的攻击行为，提高响应速度和处置效率。

3. 保障业务连续性：通过应急响应机制和防火墙、入侵防护系统等设备的部署，确保 VPN 网络在遭受攻击时能够迅速恢复业务运行，保障业务连续性。

4.2 防守实现的亮点

1. 多层次防护。构建了一套包括预防、监测和阻断在内的多层次防护体系，实现了对 VPN 网络全方位、立体化的安全防护。通过不同层次的防护措施相互配合、相互补充，形成了强大的安全防护网。

2. 智能化监测。采用先进的流量监测和日志审计技术，实现了对 VPN 通信流量的智能化监测和分析。通过人工智能、大数据分析等技术手段，能够自动识别异常流量和可疑行为，提高监测的准确性和效率。

3. 灵活可扩展。构建的 VPN 防护体系具有灵活可扩展的特点。随着网络环境和安全威胁的不断变化，可以根据实际需求对防护体系进行调整和优化，以适应新的安全挑战。

5 结束语

面对日益严峻的网络安全形势，构建多举措的 VPN 防护体系具有重要意义。通过构建一套包括预防、监测和阻断在内的多举措防护体系，可以显著提升 VPN 网络的安全性和稳定性，保障企业和个人用户的网络安全。VPN 作为远程办公和数据传输的重要工具，其安全性直接关系到企业及个人的本身利益，随着 IT 技术的不断发展和安全威胁的不断变化，我们需要持续关注 VPN 安全领域的新动态和新挑战，不断完善和优化防护体系，为网络安全保驾护航。

参考文献：

[1] 邓诗钊. 计算机网络信息安全中虚拟专用网络技术的应用[J]. 信息系统工程, 2023(08):84-87.

[2] 房建利. 虚拟专用网络技术在安全领域的应用[J]. 数字技术与应用, 2023(08):231-233.

[3] 邹佳彬. 虚拟专用网络技术在计算机网络信息安全中的应用[J]. 中国高新科技, 2022(18):11-12.

[4] 李威. 计算机网络信息安全中虚拟专用网络技术的应用[J]. 科技经济市场, 2023(07):19-21.

[5] 孔勇, 范佳雪. 信息时代下美国关键基础设施加强信息系统保护:《信息时代的关键基础设施保护》解读[J]. 中国信息化, 2022(07):48-52.

智慧水利泵闸站标准化建设规程探讨

梁俊杰

(广东依瑞建设有限公司, 广东 中山 528400)

摘要 泵闸站作为水利工程中的重要组成部分, 其标准化建设显得尤为关键, 通过集成先进的信息技术和自动化系统, 提升泵闸站的运维效率、安全性及环境适应性。本文探讨了智慧水利泵闸站的标准化建设规程, 通过融合云计算、大数据、物联网等先进技术, 提升泵闸站管理水平和运行效率, 确保防洪排涝、水资源调配、农业灌溉及生态保护等功能的有效实现。标准化建设规程的制定, 为智慧水利泵闸站的长期稳定运行提供了有力保障, 可推动水利行业向现代化、智能化迈进。

关键词 智慧水利; 泵闸站; 标准化建设

中图分类号: TV66

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0019-03

在全球气候变化和人口增长的背景下, 水资源管理面临着前所未有的挑战。智慧水利作为应对这一挑战的关键策略, 通过利用物联网、大数据、人工智能等先进技术, 实现了对水利设施的智能监测、分析和控制。其中, 泵闸站作为水利系统中的重要组成部分, 其标准化建设对于提升水资源调度能力、防洪抗旱效果以及生态平衡具有重要意义。然而, 泵闸站的建设与改造不仅技术要求高, 而且监理工作复杂, 涉及多个专业领域, 如土木工程、电气自动化、环境科学等。因此, 探讨智慧水利泵闸站的标准化建设规程, 以及如何有效实施监理工作, 成为当前水利行业亟待解决的问题。

1 智慧水利泵闸站概述

智慧水利泵闸站作为现代水利工程的典范, 深度融合了云计算、大数据、物联网及高精度传感器等尖端技术, 其核心理念在于推动泵闸站管理向智能化、自动化与远程化迈进。这一创新模式不仅深刻重塑了泵闸站的传统运营模式, 显著提升了运行效率与管理精度, 更在优化资源配置、降低运维成本方面展现出巨大潜力。通过实时监测、数据分析与智能决策, 智慧水利泵闸站能够精准应对防洪排涝挑战, 灵活调配水资源, 确保水利系统的高效稳定运行, 为水资源的可持续利用与区域防洪安全筑起坚实的科技防线。

2 智慧水利泵闸站建设的重要性

2.1 防洪排涝的坚强防线

泵闸站作为水利工程的重要组成部分, 首要职责是防洪排涝。在雨季或洪水期, 通过精确控制水闸的

开合和水泵的启停, 可以有效地调节河流、湖泊及低洼地区的水位, 防止洪水泛滥, 保护人民的生命财产安全和重要基础设施。特别是在城市区域, 泵闸站的建设更是直接关系到城市的防洪能力和居民的日常生活秩序。

2.2 水资源调配的枢纽

随着水资源的日益紧张, 合理调配水资源成为亟待解决的问题。泵闸站通过其强大的抽水、排水和调水功能, 能够在不同区域、不同时间段内实现水资源的优化配置。在干旱季节, 可以通过水泵将水源地的水提升至需要灌溉的农田或供水区域; 在雨季, 则可以将多余的水量抽排至其他需要补水的地区, 从而实现水资源的有效利用和节约。

2.3 农业灌溉的保障

农业是国民经济的基础, 而灌溉则是农业生产的命脉。泵闸站的建设为农业灌溉提供了可靠的保障。通过精确控制水泵的流量和扬程, 可以确保农田得到充足且均匀的灌溉, 提高农作物的产量和质量。泵闸站还能根据天气变化和作物生长需求, 灵活调整灌溉时间和水量, 实现精准灌溉和节水灌溉。

2.4 生态环境的守护者

泵闸站的建设不仅关乎人类的生产生活, 还直接影响到生态环境的平衡与稳定。通过合理调节水位和流量, 泵闸站可以改善水质、恢复湿地、保护生物多样性等。例如, 在河流生态修复项目中, 泵闸站可以通过模拟自然水流过程, 促进水体交换和自净能力, 提升河流生态系统的健康水平。

3 智慧水利泵闸站标准化建设规程

3.1 自控系统整合及完善规程

自控系统作为智慧水利泵闸站的核心组成部分，其整合及完善至关重要。

数据采集是自控系统的基础，需明确采集内容、频率和格式要求。采集内容应包括水位、流量、水质、设备运行状态等关键参数。采集频率应根据实际需求确定，确保能够及时反映泵闸站的运行情况。数据格式应统一规范，便于后续处理和分析。例如，水位数据可采用米为单位，保留两位小数；流量数据可采用立方米/秒为单位，同样保留适当小数位数。通过严格的数据采集与格式规范，保证数据的准确性和一致性。

根据泵闸站的实际情况和需求，设计合理的自控系统架构。传感器布局应科学合理，能够准确监测各个关键部位的参数。控制逻辑应清晰明确，能够根据不同情况自动调整泵闸站的运行状态。通信协议应选择稳定可靠的标准协议，确保各个子系统之间的通信畅通。例如，可采用 Modbus 通信协议，实现传感器与控制器之间的数据传输。

将各个子系统集成到统一的自控平台中，进行全面的调试和测试。在集成过程中，要确保各个子系统之间的兼容性和协同工作能力。调试阶段要对系统的各项功能进行逐一测试，包括数据采集、控制逻辑、通信功能等。发现问题及时解决，确保系统稳定运行。例如，通过模拟不同的运行场景，测试系统的响应速度和准确性。

制定系统升级和维护计划，定期对系统进行维护和升级。随着技术的不断发展，自控系统也需要不断更新和完善。定期检查系统的硬件设备和软件功能，及时更换老化或损坏的部件。同时，关注行业新技术

的发展，适时引入新的功能和技术，提高系统的先进性和可靠性。例如，定期对传感器进行校准，确保数据的准确性。（见表1）

3.2 数据传输与存储规范

智慧水利泵闸站处理大量实时数据，数据传输与存储规范必不可少。

1. 明确数据传输的方式、路径和加密措施。传输方式可根据实际情况选择有线或无线方式。路径应确保稳定可靠，避免数据丢失或中断。加密措施要严格，保护数据在传输过程中的安全性和可靠性。例如，采用 VPN 技术对数据进行加密传输，防止数据被窃取。

2. 制定统一的数据存储格式和标准。数据存储应采用可靠的存储设备，确保数据能够长期保存^[1]。存储格式应便于查询和分析，例如采用数据库存储方式，对数据进行分类存储。同时，要建立数据备份机制，防止数据丢失。

3. 建立数据备份和恢复机制，确保在数据丢失或损坏时能够及时恢复。制定数据访问权限管理制度，严格控制数据的访问权限，防止数据泄露和非法访问。例如，对不同级别的用户设置不同的访问权限，只有授权用户才能访问相应的数据。（见表2）

3.3 网络接入与通信规范

智慧水利泵闸站需接入多种通信网络实现远程监控和数据传输。智慧水利泵闸站的网络架构应考虑实际地理位置与通信需求，为各个关键部位提供稳定的通信覆盖^[2]。偏远地区的泵闸站应利用卫星通信技术弥补地面网络覆盖的不足，为远距离通信提供可能性。地面基站配合无线中继技术，可进一步拓展网络覆盖范围，确保关键部位如闸门、泵站及输水系统的实时通信。在通信协议方面，必须综合考量泵闸站的特点

表1 自控系统整合及完善关键环节一览

自控系统整合及完善关键环节	具体内容
数据采集与格式规范	明确采集内容、频率、格式要求，保证数据准确一致
自控系统设计	根据实际需求设计架构，合理布局传感器、明确控制逻辑、选择通信协议
系统集成与调试	集成子系统，全面调试测试，确保兼容性和稳定运行
系统升级与维护	制定计划，定期维护升级，保持先进性和可靠性

表2 数据传输与存储规范要点汇总

数据传输与存储规范要点	具体内容
数据传输规范	明确方式、路径、加密措施，确保安全可靠传输
数据存储规范	制定统一格式标准，采用可靠设备存储，便于查询分析
数据安全规范	建立备份恢复机制，制定权限管理制度，防止泄露非法访问

以选取最适宜的技术方案。TCP/IP 协议作为互联网的核心协议，提供了广泛的兼容性和较高的稳定性，在关键数据传输时能够保证信息的准确无误。而针对物联网环境下的数据采集与设备控制，可以采用 MQTT 协议，该协议特别适合低带宽、高延迟的网络环境，支持更高效的数据传输与管理。通信网络安全是智慧水利泵闸站运行中的重中之重。安装高性能防火墙，及时更新其安全规则库，为网络提供第一道防线^[3]。部署入侵检测和预防系统（IDPS），以监测异常流量并阻止潜在的恶意活动，保护系统免受未经授权的访问和攻击。定期进行网络安全评估与渗透测试，以发现和修复网络中存在的漏洞。比如使用漏洞扫描工具定期检查系统中的潜在弱点，并基于发现的结果进行及时修补。（见表 3）

表 3 网络接入与通信规范关键要素展示

网络接入与通信规范关键要素	具体内容
网络架构设计	根据地理位置和需求设计，确保覆盖范围和通信质量
通信协议选择	选择适合特点的协议，如 TCP/IP、MQTT 等，确保实时可靠传输
网络安全防护	加强防护措施，如防火墙、入侵检测，防止攻击入侵

3.4 智能化技术应用规程

智慧水利泵闸站需运用多种智能化技术提升管理水平和运行效率。应用高清摄像头与 AI 分析，构建全方位的实时监控体系，覆盖了泵闸站的关键操作区域。通过深度学习算法，监控系统可实时解析图像数据，对于异常行为如设备异常振动或泄漏等给予即时反馈。以 IEEE 标准为例，智能监控系统可通过 1080P 高清视频流，结合 AI 技术，实现低于 1 秒的故障响应时间。结合自动化导航和传感器技术的智能巡检机器人，可在泵闸站中自主执行检查任务。德国工业标准 DIN EN 15255 对这类机器人的精度、耐用性和环境适应性提出了明确要求，保证在极端气候与复杂环境中稳定运行。机器人具备温度、湿度、振动等参数的检测能力，能够在无需人工干预的情况下，对设备状态进行准确评估，并基于此对故障进行早期识别。

无人机（UAV）被广泛应用于大范围巡检任务，能够在短时间内覆盖水系的重要节点。美国国家标准与技术研究院（NIST）在质量控制和数据采集方面为无人机监测提供了标准化准则，确保了监测数据的精度和可靠性^[4]。混合现实技术（MR）通过头戴设备向巡

检人员提供了一个交互式的综合环境，其中虚拟信息与真实世界完美结合。根据 MR 的微软 HoloLens 设备性能标准，三维模型与监测数据的合成，提高了现场操作的可视化水平与信息获取的效率。

3.5 运维管理规范

保障智慧水利泵闸站长期稳定运行，需制定完善的运维管理规范。根据泵闸站的规模和复杂程度，合理设置运维岗位。明确各岗位的职责和权限，确保运维工作的高效开展。例如，设置设备维护岗位、数据管理岗位、安全管理岗位等。制定详细的运维流程，包括日常巡检、故障处理、设备维护等各个环节的操作步骤和要求。日常巡检要定期进行，对设备的运行状态进行检查。故障处理要及时有效，确保设备能够尽快恢复正常运行。设备维护要按照计划进行，延长设备的使用寿命^[5]。定期对运维人员进行培训和教育，提高他们的专业技能和综合素质。培训内容可以包括设备操作、故障排除、安全管理等方面。通过培训和教育，不断提升运维人员的业务水平。制定完善的应急预案，包括突发事件处理、设备故障应对等方面的措施和流程。应急预案要明确各部门的职责和分工，确保在突发事件发生时能够迅速响应，有效处理。例如，制定洪水灾害应急预案、设备故障应急预案等。

4 结束语

智慧水利泵闸站作为这一变革的重要组成部分，其标准化建设不仅是提高泵闸站运行效率、保障水利工程安全的必要手段，也是推动水利行业现代化进程、实现水资源可持续利用的关键举措。我们必须保持开放的心态，积极吸纳新的技术成果，不断完善和提升标准化建设的水平，推动智慧水利泵闸站标准化建设迈向新的台阶。

参考文献：

- [1] 陶晓慧,张昞,池贇,等.一种水利泵闸站工程预埋件的安装定位装置:CN202122515708.9[P].2024-07-24.
- [2] 宋毅.一种水利泵闸站接报急系统的警报提示装置:202322450771[P].2024-07-24.
- [3] 方正杰.上海水利泵闸智慧运维管理模式的探索与思考[J].珠江水运,2023(05):23-25.
- [4] 向鹏,李浪.浅谈智慧调度在泵闸工程中的应用[J].吉林水利,2023(12):70-74.
- [5] 赵洪丽,马吉刚,郭江.智慧水利泵闸站标准化建设规程研究[J].水利水电技术,2020(S01):221-226.

BIM技术在绿色建筑工程管理中的应用

罗菁蕾

(中山市房屋管理事务中心, 广东 中山 528400)

摘要 可持续发展理念的提出, 使绿色建筑成为建筑行业的重要方向。绿色建筑旨在通过节能减排、资源循环利用等措施, 减少对环境的负面影响, 同时提高建筑的舒适性。因此, 研究BIM技术在绿色建筑工程管理中的应用具有重要意义。本文主要分析了绿色建筑与BIM技术的内涵, 提出了BIM技术在绿色建筑工程管理中的应用策略, 以期为提高绿色建筑发展水平提供参考, 从而推动建筑行业可持续、高质量发展。

关键词 BIM技术; 绿色建筑; 工程管理

中图分类号: TU71; TP391.9

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0022-03

随着全球环境问题的日益加剧, 节能减排、可持续发展已经成为各行业的迫切需求, 建筑行业作为资源消耗和环境影响较大的领域, 尤其需要转型。传统建筑模式往往存在高能耗、高污染等问题, 与当前倡导的绿色发展理念相悖。在此背景下, 绿色建筑理念逐渐受到人们的关注, 旨在通过优化资源利用、减少废物排放并提升建筑性能, 实现人与自然和谐共存。绿色建筑不仅强调建筑本身的功能性, 还重视其对环境的影响与资源的合理使用。然而, 绿色建筑的实施过程复杂, 涉及设计、施工、运维等多个环节, 传统的建筑管理方式已难以满足其精细化、高效化需求。由此, 建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)技术作为一种集成化的数字工具应运而生, 为绿色建筑的全生命周期管理提供了有力支持。

1 绿色建筑与BIM技术分析

1.1 绿色建筑

绿色建筑核心理念是在建筑全生命周期内将可持续发展和环保理念融入其中^[1], 不仅仅是传统建筑的延续, 更是一种全新的建筑方式, 旨在通过合理利用资源、降低能耗和减少环境污染, 构建人与自然和谐共生的生态环境。绿色建筑在设计、施工、运行和维护等各个阶段, 都追求尽可能减少对生态系统的破坏, 同时提升建筑物能效和居住舒适性。在项目全生命周期管理中, 绿色建筑通过采用高效节能的技术、可再生资源及环保材料, 实现资源最优化配置。例如, 在施工过程中, 绿色建筑通常使用可循环利用建材、低污染工艺, 减少建筑垃圾和有害物质排放, 同时降低传统施工形式下的高能耗问题。此外, 绿色建筑还特别关注水资源利用管理, 通过雨水收集、废水再利用等手段, 减少水资源浪费。绿色建筑的最终目标是

实现人与自然和谐共存。在建设过程中, 不仅考虑到建筑功能实现, 更注重生态环境保护与改善, 进而为人们创造出健康、舒适、低碳的生活空间, 推动社会可持续发展。

1.2 BIM技术

BIM技术是建筑行业现代化发展的重要工具, 其核心在于通过数字化手段将建筑项目的各类信息进行整合管理。通过创建建筑项目的三维模型, 不仅能展现建筑的外观与结构, 还可嵌入详细的材料、结构、设备性能和施工工艺等建筑数据, 从而实现信息全面集成, 确保各方能在同一平台上进行协作, 极大地提高项目管理效率^[2]。BIM技术具有极强的协同工作功能, 支持项目的多方实时协作。通过应用该技术, 建筑设计师、工程师、施工方及设备供应商等各方能在同一平台上进行信息共享与沟通, 极大地提高工程建设效率。

基于BIM技术的绿色建筑工程评价体系, 主要围绕六大一级指标进行综合评估, 包括节能、节地、节水、节材、室内环境和运营管理。在此框架下, 每个一级指标下细化为若干二级指标, 分别通过定性和定量方式进行评价。定性指标侧重于评估建筑在设计、施工和使用中的环保措施, 如能源利用效率、可持续材料使用等。定量指标则以具体数据衡量建筑性能, 包括能耗、用地面积、用水量、材料消耗和运营成本等。BIM技术应用使得上述数据可以在项目不同阶段进行集成分析, 实现对绿色建筑各方面的精准评估, 为绿色建筑全面实施提供可靠的数据支持。具体基于BIM技术的绿色建筑工程评价模型如图1所示。

2 BIM技术在绿色建筑工程管理中的应用策略

随着全球环境问题日益严峻, 绿色建筑逐渐成为建筑行业的核心发展方向。绿色建筑不仅强调节能减

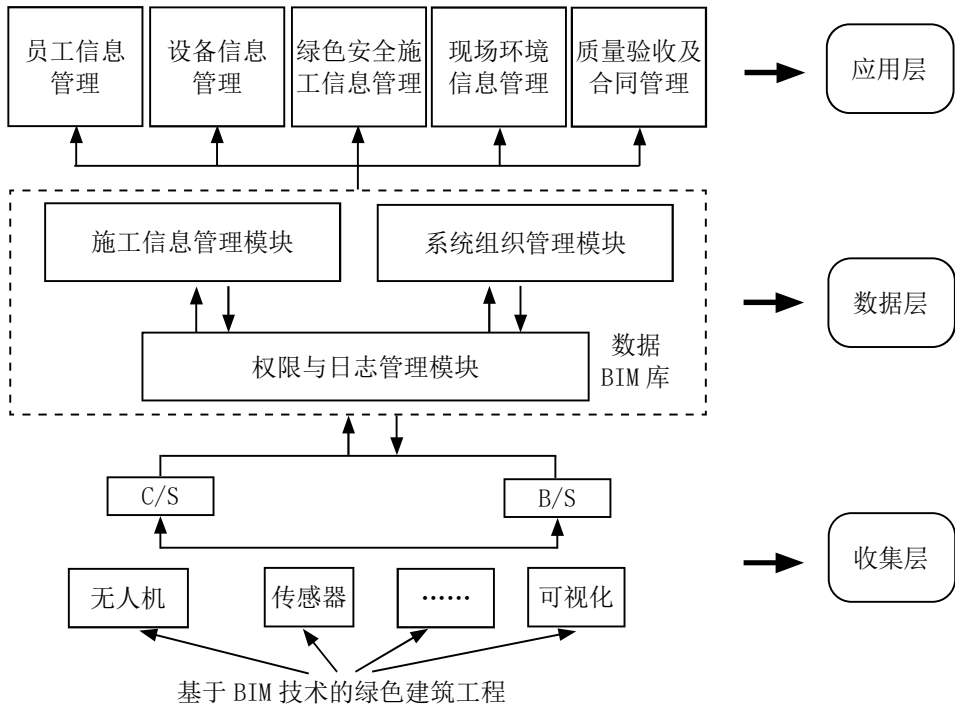


图 1 基于 BIM 技术的绿色建筑工程评价模型

排和环境保护，还追求建筑全生命周期的可持续发展。在此背景下，BIM 技术作为一种集设计、施工、管理于一体的数字化工具，凭借其在信息整合、协同管理和智能化运营等方面的优势，在绿色建筑工程管理中发挥着重要作用。对此，必须深入探究 BIM 技术在绿色建筑工程管理中的应用策略，为绿色建筑工程管理工作开展提供基础支持。

2.1 绿色建筑设计的

BIM 技术通过创建三维模型打破了传统二维图纸的局限性，使建筑设计从平面走向立体^[3]。通过 BIM 模型，设计团队能够更直观地进行建筑分析，尤其是在绿色建筑中需要考虑的声、光、热等环境因素，实现多维度的协调优化，确保设计与实际施工之间高度一致性。同时，BIM 技术能将建筑结构、设备系统、材料属性等不同专业的设计数据有效整合到同一个平台上，使设计团队共享信息并协作工作，以集成化的管理方式提高各方的协同效率时确保设计方案持续优化。例如设计团队可以在初期阶段通过 BIM 模型模拟建筑的能耗、光照和通风情况，从而调整设计以达到节能目标，以实现对环境影响的准确预判，不仅减少了后期设计变更风险，也进一步提高了绿色建筑设计的科学性。此外，在设计过程中，BIM 模型还可以快速获取建筑几何信息，并通过自动化分析工具进行性能评估，优化设计方案。基于该技术手段，设计团队能在较短时间内完成对建

筑各项性能的评估与改进，从而加快项目进度，提升设计质量。而且，BIM 技术可以提供可视化的决策支持，帮助设计人员更清晰地理解建筑与周围环境的互动，从而提高建筑与环境的融合度，确保绿色建筑建设的整体协调性。

2.2 绿色建筑评估

在绿色建筑评估过程中，BIM 作为一个强大的信息处理平台，能将设计、施工、运营等各阶段的数据集中到统一的模型中，实现对建筑全生命周期的评估管理。而通过集成各类物理信息和性能数据，可以为建筑设计师和工程师提供丰富的数据支持，使得绿色理念融入工程建设的每个环节。BIM 技术在评估绿色建筑时，可利用其强大的数据分析功能，将不同设计阶段的数据信息整合在一个模型内，并实时更新反馈^[4]。在建筑设计过程中，BIM 技术不仅提供了三维可视化的模型展示，还能通过能耗模拟、日照分析、热工性能等工具帮助设计人员进行详细的能效评估。例如在建筑设计阶段，BIM 技术可以模拟建筑的能耗情况，预测不同设计方案在运营期间的能源消耗和环境影响，从而帮助设计师优化设计，选择更符合节能环保目标的方案。传统建筑评估往往依赖于二维图纸和人工计算，容易出现信息缺失或误差。而 BIM 技术能通过三维模型精准地呈现建筑的几何信息和材料属性，并且集成各类建筑性能数据，从而实现对建筑能耗、材料使用、

节水措施等多方面的综合评估。例如评估人员可以通过BIM平台了解建筑中各项节能措施的具体实施效果,评估建筑能效等级,分析节水设施的工作效率,确保工程建设的每个环节都符合绿色建筑的标准要求。此外,通过引入BIM技术,建筑单位还可以对绿色建筑设计方案进行多次实验和模拟,进一步验证设计方案的节能效果。BIM模型中的能耗分析工具可计算建筑的能量使用情况,帮助设计团队优化能源利用策略,从而提高建筑能源效率。同时还能通过问卷调查、访谈等方式,结合用户实际使用体验和反馈,进一步优化建筑设计方案和能耗评估模型,确保绿色建筑达到预期的环保节能目标。BIM技术在绿色建筑评估中的应用不仅仅停留在设计阶段,还贯穿整个施工和运营过程^[5]。通过BIM模型,建筑的能耗、材料使用、环境影响等信息都能在建筑全生命周期内持续跟踪分析。BIM平台可以为建筑运营管理提供完整的信息链,确保建筑在运营阶段保持设计阶段的节能效果,并通过定期评估及时调整优化,以提高绿色建筑评估的精确性,还为建筑长期可持续发展提供可靠的数据支持。

2.3 绿色建筑施工

BIM技术在绿色建筑施工中的应用,主要体现在通过精准的施工管理和数据支持,优化资源利用、降低能耗并减少环境影响。首先,BIM技术通过三维模型为施工阶段提供强大的可视化支持,能有效避免传统施工中出现的设计冲突和施工问题。基于BIM技术的碰撞检测功能,施工团队可以提前识别设计中的潜在冲突,减少因设计变更或施工误差带来的资源浪费,从而确保施工过程顺利进行并最大限度地节约资源。在绿色建筑施工中,BIM技术还能通过模拟施工过程,帮助施工方提前规划每个施工环节的资源需求和材料使用。基于BIM平台的施工模拟功能,施工方可以精确预估各项工程的时间节点、设备配置和人力需求,从而实现施工流程优化管理。通过预先规划,施工材料的使用量能够得到精确控制,减少材料浪费。同时,BIM技术也有助于合理安排施工现场布局,确保施工过程中资源的高效利用,降低不必要的能耗,并减少对环境的负面影响。此外,BIM平台还能对使用的绿色建筑材料进行全生命周期追踪管理,从材料的采购、运输到施工现场使用,确保每个环节都符合绿色建筑标准,并将绿色建筑材料数据纳入BIM模型,以便施工团队实时掌握材料的库存情况和使用效率,确保绿色材料在施工中的科学应用,减少材料浪费和环境污染。

2.4 绿色建筑运维

BIM技术在绿色建筑运维中的应用,主要是通过信

息集成和实时监控实现建筑高效运营管理。首先,BIM技术将建筑信息全面整合到三维模型中,使运维人员可以通过直观的方式了解建筑的各项功能和设备布局,并实时掌握建筑的运行状态和设备信息,从而提高管理效率,降低运营成本。在运维过程中,BIM技术不仅能提供建筑物内部设施的详细信息,还能通过对各阶段数据信息的集成,保持施工、设计、运维环节之间的高度一致性。当建筑在运行过程中出现问题时,BIM模型可以帮助运维人员快速定位故障源,缩短问题解决的时间^[6]。例如当建筑管道发生破裂,BIM技术可以快速查找到管线的具体位置以及相关阀门的位置,帮助工作人员迅速采取措施,将损失和风险降至最低。同时,BIM技术还可以帮助运维人员对建筑物的设备进行更精确的管理。比如当某个灯具出现故障时,运维团队可以通过BIM模型快速查阅灯具的安装高度、功率、接线方式等详细信息,从而更有效地进行维修更换工作,减少传统运维中因信息不对称带来的工作延误和资源浪费,进一步提高运营效率。

3 结束语

BIM技术在绿色建筑管理中的应用,不仅能有效提升建筑项目的管理水平,还可以大幅优化资源利用效率,推动节能环保目标的实现。通过BIM技术,建筑项目在设计、施工和运维的各个阶段都得到了精确的数据支持和管理优化,确保绿色建筑高效运行并促进全生命周期的可持续性。在未来发展中,随着BIM技术的进一步推广,绿色建筑管理模式将更加智能化、信息化。BIM技术不仅为当前的建筑管理提供了有力工具,也为未来的建筑行业发展指明了方向,实现了建筑行业在环保和经济效益方面的双赢局面。

参考文献:

- [1] 王强. 建筑工程管理与绿色建筑工程管理的探讨[J]. 中国住宅设施, 2024(08):104-106.
- [2] 左亦辉. 绿色建筑中的BIM工程管理应用[J]. 建设信息化, 2024(14):64-67.
- [3] 王娟. 绿色建筑在工程管理中的实践与应用[J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2024(21):47-49.
- [4] 何朝旭, 成丽霞. 基于绿色建筑评价体系的建筑工程管理措施探析[J]. 绿色建筑, 2024, 16(03):163-167.
- [5] 张锐, 黄锐, 王锦星, 等. BIM技术在绿色建筑工程管理中的实践应用[J]. 建筑技术, 2022, 53(12):1734-1737.
- [6] 许瑾璐. 基于BIM技术的绿色建筑全生命周期的工程管理研究[J]. 黑龙江工业学院学报: 综合版, 2020, 20(11): 75-79.

煤炭采掘安全管理与信息化研究实践探究

马立强

(山西华晋明珠煤业有限责任公司, 山西 临汾 041000)

摘要 我国煤矿分布状况呈现出露天少、地下多的态势, 由于工作环境较为恶劣, 煤炭采掘是一项具有高风险性的活动, 安全事故发生频次多、危害大。煤炭企业在进行煤炭采掘时, 要注意做好安全管理工作, 保障稳定可靠、安全规范的生产环境, 尽可能将安全事故的发生概率降到最低。基于此, 本文详细探讨了煤炭采掘的安全管理措施和信息化管理机制, 希望能够为相关企业和管理人员提供启发和参考, 提升煤矿开采过程中的安全生产效能。

关键词 煤炭采掘; 安全管理; 信息化; 智慧矿山

中图分类号: TD79

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0025-03

煤炭是我国社会发展的重要能源之一, 人们的生活离不开煤炭, 因此我国对煤矿开采工作的重视程度很高, 尤其关注煤炭采掘的安全性。开展安全生产管理有助于构建安全稳定的煤炭采掘环境, 规范一线工作人员的工作方法和操作流程, 做好煤炭安全生产相关因素的有效管理, 切实保障生产环境的安全性, 避免造成人身和财产的损失。本文详细介绍了煤矿开采的安全管理策略, 并分析了信息时代加强安全管理信息化建设的具体路径, 以供相关人员参考。

1 煤炭采掘安全管理策略

1.1 完善安全管理制度, 明确安全生产责任

制度保障是煤炭采掘安全管理的核心保障措施, 只有建立科学完善的安全管理制度, 才能确保各部门、各队组都在制度的框架下开展工作, 有效避免生产过程中的潜在风险隐患。当前煤炭采掘安全管理制度的核心在于构建安全生产标准化管理体系和安全生产责任制度。

在安全生产标准化管理体系方面, 国家矿山安全监察局下发的《煤矿安全生产标准化管理体系基本要求及评分方法(试行)》是煤炭企业构建高水平安全的基础, 企业要在文件要求的基础上, 结合自身的生产经营特点以及相关的国家、行业技术标准, 制定每个环节的安全质量管理体系和方法, 确保生产作业的规范化和统一化^[1]。在采煤、掘进等各项作业中, 企业要明确岗位工作标准和安全规程, 并开展月度考核, 实现标准化在每个环节的深度渗透。

在安全生产责任制度方面, 企业要根据《安全生产法》《煤矿安全条例》等法律法规的规定, 明确各级管理人员和各岗位员工的职责范围和具体责任。

煤矿的安全生产责任主要采用的是分级制, 总负责人为第一责任人, 各部门负责人为直接责任人, 需完成安全生产制度的落实工作, 包括执行安全生产任务, 开展必要的检查、监督和考核, 构建层次化、条理化的管理架构。

1.2 加大生产设备投入, 提升采掘自动化水平

加大生产设备投入的目的在于给予煤炭采掘良好的物质保障, 实现对一线员工的有效保护。近年来, 国家一直强调要提升煤矿生产设备的自动化、信息化水平, 从而借助技术手段的力量实现安全、可靠的生产作业。煤炭企业要抓住工业产业升级的时代机遇, 加大生产设备投入, 尽快完成煤炭采掘设备更新工作, 才能更好地保障煤炭采掘作业的安全性。

设备更新是一项系统性工程, 煤炭企业要明确设备更新目标, 制定设备更新方案, 将总目标分解为若干项工作任务, 并依照任务的优先级统筹执行。生产设备更新的主要目标在于提升自动化和智能化水平。第一, 要加快实现生产设备的自动化。煤矿生产设备自动化涵盖多个方面, 包括自动化采掘设备、自动化监测设备等。企业要逐步引入安全可靠的先进设备, 提升采掘作业的机械化、自动化水平, 实现关键工序的数控化^[2]。第二, 要加快提升设备的数智水平。将设备更新与数字化转型相结合, 是打造新质生产力, 提升煤矿生产水平的有力举措。煤炭企业要借助数智化转型推动矿山生产和安全管理的理念变革和流程升级, 依托智能制造和高端设备实现煤炭的绿色化、安全化采掘。企业可以构建数字化设备管理平台, 借助先进的信息技术、智能技术手段, 打造全链条的设备管理平台, 实现全生命周期的精细化、动态化管理, 达成“减员、增安、提效”目标。

1.3 开展安全教育培训，强化员工安全意识

我国煤矿多为地下煤矿，这使得煤炭采掘工作的危险系数极高，做好安全管理工作，有助于保障煤炭工人的生命健康安全。煤炭企业要加强安全教育培训，提升员工的安全生产意识和安全防范能力，尽量降低风险事件的发生概率，提升员工自保自救能力和风险应对能力。

首先，要加强一线员工的安全教育培训。安全教育培训主要包括煤矿安全法律法规条例讲解、三大规程讲解、安全事故警示教育等多项内容，一线员工接受安全教育培训有助于形成系统性的安全知识，增强安全生产意识，从而有效规范自身的操作行为，在一言一行中落实安全生产要求。企业应当在员工入职前进行安全教育培训，并做好培训考核工作，考核合格后方可上岗。

其次，要加强工作人员的专业技术培训。操作人员的生产操作如果出现不规范、不严谨的情况，可能会在无形中加大煤矿采掘的风险性。企业要加强专业技术培训，确保操作人员具备专业的采掘知识和技术，能够安全合规地操作机械设备，降低煤炭采掘过程中的人为风险。在工程技术人员培训方面，建立矿井总工程师—副总工程师—部门技术主管—队组技术人员四级技术管理培训体系，实行“三个一工程”，要求每名技术人员发表一篇论文、参加一项科研项目，申请一项专利，充分发挥技术体系培训对安全生产的支撑和保障作用。

最后，要定期开展安全演习和应急演练。“以演筑防，以练为战”有助于将一线员工的理论知识应用在实践中，进一步提升风险应对能力。煤炭企业要定期组织矿井反风演习、煤矿山应急救援演练、应急消防演练等不同类型的演戏演练活动，并做好事后的总结评估工作，不断优化应急响应方案，保障矿山的生产安全。

2 煤炭采掘安全管理信息化建设路径

提升煤炭采掘工作的安全性，既要依靠制度的引领和约束作用，也要依托技术手段的支持。在信息时代，加强煤矿安全管理的信息化建设工作，有助于凭借信息技术手段构建起完善的安全管理框架，实现煤炭采掘全过程的安全生产管理、风险识别管理和隐患排查管理，确保生产行为的安全性、规范性和标准性。

2.1 技术架构

煤矿安全管理信息化平台融合了信息技术、大数据、工业互联网、人工智能等现代化技术手段，构建

了全面感知、数据采集、智能决策、协同控制的信息化、智能化平台，实现了煤炭采掘、运输、洗选等生产经营和安全管理环节的闭环管理。平台采用了工业互联网平台的设计思路，形成了由无线感知网络、数据传输通道、数据标准体系、数据应用中心、业务功能模块等组成的完整技术架构。

具体而言，煤矿安全管理信息化平台大致可以分为四层：第一，设备层。设备层涵盖了煤炭采掘工艺中涉及的各类机械设备、仪器仪表以及安全管理系统布设的各类传感设备、检测设备和摄像头。第二，控制层。控制层是由生产控制系统、调度通信系统等构成的生产调度指挥平台，实现对一线生产环节的人、机、物的控制和调度。第三，执行层。执行层包括数据采集系统、网络传输系统、生产监测系统、设备监测系统等于子系统，实现了生产数据的全面采集和传输，为决策层的决策分析提供数据支撑。第四，决策层。决策层为决策支持系统（DSS），主要功能是辅助管理人员进行智能化的决策分析，生成决策方案^[3]。

煤矿安全管理信息化平台可以以多种形式登录，包括PC端、移动端等，以便各级管理人员、一线工作人员登录对应的工作页面完成安全管理相关工作，实现管理流程的全程线上化。

2.2 煤炭采掘安全管理信息化的主要功能模块

2.2.1 安全生产管理模块

煤矿安全管理信息化平台的安全生产管理模块涵盖了安全生产管理的各项工作，包括人员管理、设备管理、安全培训管理、安全检查管理等。借助线上闭环式管理模式，煤炭企业能够实现安全生产要素（人、设备、环境）的全面控制和管理。

在人员管理方面，安全生产管理模块中包含了每个员工的电子档案，全面记录了包括工作考核、培训状况和过往安全记录等在内的各项数据；模块具备人员定位功能，能够根据员工佩戴的定位设备掌握员工的位置信息，保障人身安全。

在设备管理方面，安全生产管理模块构建了全生命周期的管理流程，以台账形式记录了设备的采购、入库、使用、维修等数据信息，形成精细化管理模式。同时借助监测设备、传感设备实现对机械设备的实时监测，24小时不间断采集设备运行参数，并对参数进行异常数据的筛选和分析，构建健康档案实施预防性维护，避免设备出现重大故障造成生产停车或安全事故。

在环境管理方面，安全生产管理模块布设监测系统实施对环境因素（空气、噪声、粉尘、瓦斯、水质等）实时监测和评估，开展通风管理、水质管理、粉尘管

理等各项管理活动，并设置安全阈值，一旦监测系统检测数据超过阈值，自动触发预警机制，通过广播、短信通知等多种形式通知管理人员和区域内工作人员。

2.2.2 风险识别管理模块

煤炭采掘过程中存在大量的风险源，既包括外部的环境风险，如地质风险、水文风险、自然灾害风险等，也包括内部的操作风险、管理风险、人为风险等。安全管理工作的一项重点内容就是实现对风险源的识别、评估、预警和应对，从而及早发现潜在的风险隐患，并做好处置工作，避免风险隐患造成人身财产的损失。

在煤矿安全管理信息化平台中，风险识别管理模块主要负责风险管理工作，其技术核心在于通过监测系统实现对风险源的实时监测，并借助人工智能技术实现风险源的识别和预警。

首先，煤炭企业需要通过故障树分析、专家论证、安全检查表等方式识别潜在的风险源，并构建无线传感网络进行风险源相关数据的采集和监测。无线传感网络的构建重点在于需要充分把握布点的关键位置，确保实现监测对象的全面覆盖。

其次，煤炭企业要借助人工智能等技术手段实现对异常数据的精准识别和分析。针对传感器采集的指标数据，可通过机器学习、神经网络等技术进行数据特征提取，将其与风险数据库进行比对，评估分析是否属于风险隐患。针对 AI 视频数据，可通过视觉识别系统、边缘算法等技术识别画面中的关键信息，包括隐患信号（火花、烟雾等）、人员行为（睡岗、脱岗、违规行为等）、设备状态（异常抖动、漏电等）等，并判断是否属于需要预警或响应的异常情况^[4]。

最后，当异常情况触发预警机制后，相关人员要及时进行风险应对。煤炭企业应当根据各类风险源制定对应的风险应对预案，并形成风险预案数据库，当系统识别到风险后，预案将自动调出，以便实现快速响应。

2.2.3 隐患排查管理模块

隐患排查是煤炭采掘安全管理的一项基本流程。传统工作模式下，隐患排查主要采用的是定期检查+专项检查的方法，通过对各个环节、各个区域的细致排查以及生产作业中薄弱点、盲区的检查，实现对风险识别评估和对隐患的监督治理，从源头上消除隐患因素，实现预测预控，确保安全生产的顺利推进。人力排查的缺点主要在于排查效率相对较低，可能存在疏漏导致隐患未被发现。

在信息化建设背景下，当前煤矿隐患排查工作不仅可以依靠人力排查，也可以通过技术手段进行排查，

双管齐下，最大程度地消除潜在的安全隐患。煤矿安全管理信息化平台的隐患排查管理模块采用的是网格化管理模式，将生产区域划分为若干个网格，并建立电子化的隐患排查和治理档案，由安全管理部门专门负责^[5]。相关人员会根据网格编号进行逐一排查，并完成电子档案的填写和录入工作，并交由对应的部门进行整改。整改完成后，各部门负责人需要将整改成果进行汇总，上传至档案之中，完成整个隐患排查—治理的闭环。

在隐患排查工作中，管理人员不仅要依靠自身的专业知识，也要借助信息化手段进行深度排查。一方面，管理人员可以借助传感系统进行关键区域、薄弱位置的隐患排查，在人工巡检的基础上，实现对生产环境的数字化、自动化排查。另一方面，管理人员可以依托遥感技术、手持终端设备、云计算技术等先进手段辅助完成隐患排查工作。以云计算技术为例，云计算依托云端服务器，可实现海量数据的存储和处理，还能构建远程协同办公平台，实现多主体管理力量的协同配合。服务于媒体采掘安全管理的数据量十分庞大，云计算技术能够依托其分布式管理模式，确保信息系统的稳定运行和数据信息的有效存储。

3 结束语

在信息化时代背景下，煤炭采掘工作在进行安全管理时，不仅要注意构建并完善安全生产管理制度，加强对人员、设备的管理，也要注意加强对信息技术手段的应用。在安全管理工作方面，信息技术、智能技术的应用能够与人力管理形成互补，最大程度地实现对安全因素的精细化管理，提升隐患排查工作效果，将安全事故的发生概率降至最低。煤炭企业要加大技术投入，构建技术完善、管理全面的煤矿安全管理信息化平台，响应国家“智慧矿山”建设的号召。

参考文献:

- [1] 叶军鹏. 煤炭采矿工程中的安全管理与风险预防策略[J]. 内蒙古煤炭经济, 2024(08):118-120.
- [2] 李星. 煤矿安全管理存在的问题及应对措施研究[J]. 内蒙古煤炭经济, 2024(04):91-93.
- [3] 申伟鹏. 基于信息化的煤矿安全生产管理系统的设计及应用分析[J]. 西部探矿工程, 2023,35(12):188-191.
- [4] 陈博. 浅谈 AI 技术与煤矿安全管理融合的实践应用[J]. 中国设备工程, 2024(05):43-45.
- [5] 任志成, 时宝, 胡继峰, 等. 煤矿安全管理智能化建设及发展研究[J]. 中国煤炭, 2023,49(07):61-66.

智能化技术在水利工程运行与管理中的应用研究

高 健

(兰州市水电勘测设计院有限责任公司, 甘肃 兰州 730000)

摘 要 水利工程是国民经济和社会发展的关键基础设施。智能化技术在水利工程运行与管理中的应用日益广泛, 为提升水利工程现代化水平、保障工程安全高效运行提供了新途径。本文基于水利工程运行管理的实际需求, 分析了物联网、大数据、人工智能等关键技术, 在工程调度优化、安全监测预警、设备诊断维护、灌区精准管理等方面的应用现状; 通过对三峡水库、都江堰灌区等典型案例进行分析, 探讨了智能化水利工程运行管理面临的数据采集融合、智能分析控制等挑战, 并提出了相应的优化对策。研究成果旨在对推动水利工程向智能化方向发展具有积极的意义。

关键词 智能化技术; 水利工程; 运行管理; 物联网; 大数据

中图分类号: TP18; TV61

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0028-03

近些年, 在“互联网+”和数字化转型的大背景下, 智能化技术在各行业得到广泛应用。水利作为国民经济的基础性行业, 亟需利用新一代信息技术提升发展质量和效益。将人工智能、物联网等引入水利工程运行管理, 有助于解决当前工程调度、设备维护、灌区管理等方面存在的诸多问题, 实现水利工程的智能感知、分析决策和精细化管控。本研究旨在系统梳理智能化技术在水利工程领域的应用现状与发展趋势, 分析存在的瓶颈与挑战, 为智能水利建设提供理论参考和实践指导, 推动形成安全可靠、节水高效、精准调控的现代化水利工程运行管理模式。

1 智能化技术在水利工程运行中的应用

1.1 工程调度与优化运行

智能化技术在水利工程调度与优化运行中的应用, 主要体现在水量调度和水电优化调度两个方面。通过部署先进的水文监测设备, 构建高精度的水文数据采集网络, 利用机器学习算法对水文过程进行建模分析, 可实现水库入库流量、出库流量的精准预测, 为水量优化调度提供可靠依据^[1]。同时, 通过建立多目标优化调度模型, 综合考虑发电效益、防洪安全、生态流量等约束条件, 运用智能优化算法求解最优调度方案, 实现水电站的高效运行。此外, 通过智能化技术还可实现多水库联合优化调度, 在更大范围内优化配置水资源, 提升整体工程效益。

1.2 工程安全监测预警

在水利工程安全监测预警中, 智能化技术发挥着

关键作用。通过在大坝、水闸等关键部位布设各类传感器, 如应变计、渗压计、位移计等, 可实时采集工程的应力、变形、渗流等状态参数。利用物联网技术, 将监测数据实时传输至云平台, 通过大数据分析方法对监测数据进行处理, 构建工程健康诊断模型, 实现工程安全状态的动态评估。当监测数据出现异常或超出阈值时, 智能预警系统可及时发出警报, 并根据预设的应急预案自动给出相应的处置建议, 为工程管理人员的及时决策提供支持。通过智能化监测预警, 可大幅提升工程安全管理效率, 最大限度地降低工程事故风险。

1.3 工程设备状态诊断与维护

水利工程中的机电设备, 如水泵、启闭机、发电机组等, 其运行状态直接影响着工程效益和安全。引入智能化技术, 可实现设备的状态监测、故障诊断和预测性维护。通过在设备的关键部件安装振动、温度、油液等传感器, 采集设备运行过程中的各项参数, 运用机器学习算法构建设备健康评估模型, 可实时判断设备的健康状态, 预测设备的剩余使用寿命^[2]。当监测数据出现异常时, 故障诊断系统可智能分析故障原因, 并给出维修建议。同时, 基于设备的历史运行数据和健康评估结果, 可优化制定设备检修计划, 实现预测性维护, 避免设备非计划停机, 延长设备使用寿命, 保障工程的安全稳定运行。

1.4 供水管网压力与水质监测

在城市供水管网运行管理中, 管网压力调控和水质监测是两项关键任务。采用智能化技术, 通过在管

网的关键节点布设压力传感器和水质传感器,可实时监测管网的压力分布和水质指标。压力监测数据经分析处理后,可优化调整阀门开度,平衡管网压力,降低管网漏损,提高供水效率。同时,水质在线监测系统可持续监测水质指标,如浊度、pH 值、余氯量等,一旦发现水质异常,系统可自动预警,并溯源分析污染原因,为应急处置提供决策依据。

此外,基于物联网和 GIS 技术,可构建智慧供水管理平台,实现管网运行的可视化监控,管网设施的智能化巡检,突发事件的快速响应,全面提升供水管网的运行效率和服务质量。

2 智能化技术在水利工程管理中的应用

2.1 灌区精准化管理

智能化技术在灌区精准化管理中的应用,主要体现在农田需水量监测、需水预测和精准灌溉三个方面。通过在农田部署土壤水分传感器、气象传感器等,可实时监测作物生长环境参数,结合作物生长模型,利用机器学习算法对作物需水量进行动态预测。同时,基于预测的需水量,结合灌区水资源状况,运用智能优化算法制定精准灌溉计划,通过智能化控制系统精确调控灌溉设施,实现对农田的精准灌溉。此外,通过对农田耗水过程的智能化监测分析,可评估灌溉效率,优化调整灌溉制度,在保障作物高产的同时,实现灌区水资源的高效利用和可持续管理。

2.2 水资源调度与管理决策

在流域尺度的水资源调度与管理决策中,智能化技术可发挥重要作用。通过综合考虑流域内水文、水资源、用水需求等多源数据,构建多目标优化模型,运用智能优化算法求解水资源优化配置方案。目标函数可包括用水效益最大化、生态流量保障、防洪风险最小化等,约束条件涵盖水量平衡、调度规则、工程运行限制等因素。求解结果可为流域水资源统筹配置、跨区域水量调度、水权交易等管理决策提供科学依据^[3]。同时,建立面向管理决策的智能分析平台,集成数据分析、模拟优化、可视化展示等功能,为管理者提供交互式的决策支持,提升流域水资源管理的科学化、精细化水平。

2.3 水利信息化管理平台

智能化技术为构建高效协同、数据共享、分析挖掘的水利信息化管理平台提供了新思路。通过打通水文、工程、管理等业务系统,融合感知设备、移动终端等多源数据,构建水利一体化数据中心,实现水利业务数据的集中管理和共享交换。在此基础上,运用大数据分析、数据挖掘等技术,对水利数据进行深度

分析和知识发现,挖掘数据背后的关联规律和演化趋势,形成多维度的水利业务分析报告和辅助决策信息,支撑智能化的业务协同和科学决策。同时,通过构建水利业务协同平台,打通部门间的数据壁垒,优化业务流程,实现跨部门、跨层级的高效协同,全面提升水利工程管理的效率和效能。

2.4 水利工程资产智能化管理

智能化技术可助力水利工程资产管理向精细化、智能化方向发展。通过数字化手段采集设备铭牌、运行记录、维修记录等信息,建立水利设备资产电子台账,实现资产全生命周期的信息化管理。基于电子台账,深入分析设备的健康状态和维修需求,制定差异化的预防性维护策略,延长设备使用寿命。同时,通过对设备运维过程的智能化管理,如运维任务分配、工单流转、运维知识库等,提高运维效率和规范性^[4]。此外,利用大数据分析技术,对设备故障、维修等历史数据进行挖掘分析,掌握设备故障规律,形成风险预警模型,实现设备故障的早期预警和主动防控,保障工程安全运行,提升资产管理水平。

3 水利智能化关键技术

3.1 物联网技术

物联网技术是实现水利工程智能化监测的关键。通过在大坝部署高精度振弦式应变计(测量范围 $\pm 1500 \mu\epsilon$,精度优于 $\pm 0.5\%F.S.$),可实时监测大坝应力变形。利用 NB-IoT 窄带通信技术(覆盖半径可达 15 km,待机功耗低至 $5 \mu A$),构建低功耗广域传输网络,解决传感器供电和数据回传难题。基于 LoRa 的多跳自组网方案,节点通信距离可达 20 km,电池寿命超过 10 年。将边缘计算与监测前端相结合,可将数据压缩率提高 60%,异常检测准确率达 90%。采用 K8s 云原生架构构建物联网平台,吞吐量可达 10 万次/秒,支持水利海量监测数据高效接入和管理。

3.2 大数据技术

水利监测数据呈现出量大、多源、非结构化的特点。采用 HDFS 分布式文件系统和 HBase 列式数据库,可存储 PB 级别的时序、文本、图像等异构数据,提供毫秒级的随机读写能力。基于 Spark 内存计算框架构建水利大数据分析平台,数据处理速度可达内存数据库的 100 倍^[5]。引入机器学习 Pipeline 和 Docker 容器化部署,工程监测数据处理效率提升 50%。通过大数据关联分析,可挖掘设备故障预兆、溢洪风险预警等关键信息,预测准确率达 85%。其在某大型水库中的应用表明,基于大数据分析的设备故障预测,可将非计划停机时间减少 20%,检修成本降低 15%。

3.3 人工智能技术

人工智能技术赋能水利工程智能决策和优化控制。采用图神经网络构建设备全生命周期知识图谱, 实体识别准确率达95%。基于门控循环单元(GRU)的深度学习模型, 可提前7天预测水库入库流量, 平均绝对百分比误差(MAPE)低于10%。将卷积神经网络应用于大坝安全监测, 裂缝识别精度达到93.6%, 渗流检测的漏报率低于5%。运用深度强化学习实现水库多目标动态优化调度, 较传统方法节水率提高12%, 发电量增加8%。通过迁移学习和Few-shot Learning, 利用跨流域、跨工程的数据, 智能模型泛化能力提升30%。

3.4 智能控制技术

智能控制技术是实现水利工程自动化、精细化调控的核心。基于模糊PID控制的智能闸门, 调节精度可达 ± 2 mm, 响应时间小于1s。采用人工鱼群算法优化的SVR水泵故障诊断模型, 可实现95%以上的故障检出率, 虚警率低于3%。在水库群优化调度中, 多智能体强化学习可实现分钟级的实时控制, 较传统方法提升净效益5%以上。融合物理模型与数据驱动的水利数字孪生系统, 工程全周期仿真效率提高50倍, 优化控制策略可带来10%的综合效益提升。其在某大型灌区中的应用表明, 智能闸门和渠道控制系统可实现精准调水, 水资源利用率提高20%, 灌溉公平性系数达到0.85以上。

4 智能化水利工程运行与管理案例分析

4.1 三峡水库智能调度与管理系统

三峡水库智能调度与管理系统是智能水利的典型应用。该系统采用微服务架构, 融合了水雨情监测、水文预报、调度决策优化等功能。基于300个监测站点, 构建了覆盖坝区、库区、支流的立体监测网, 实现水雨情秒级感知。引入深度学习算法, 72小时降雨预报的准确率达85%。建立多时间尺度、多目标的智能调度模型, 日发电量增加2%, 防洪库容利用率提高5%。系统自投入使用以来, 实现了“防洪、发电、航运、供水、生态”五大效益的最优平衡, 年均增发电量10亿kWh, 减少下游洪水灾害损失30亿元, 为流域高质量发展提供坚实的保障。

4.2 都江堰灌区信息化管理平台

都江堰灌区信息化管理平台展示了智能化技术在农业水利中的应用价值。平台基于物联网构建了“天空地”一体化的灌区监测体系, 布设了1 000多个监测点, 实现了墒情、水情、工情的实时感知, 数据采集频次达15分钟/次。搭建了集水费计收、水权交易、巡检养护为一体的综合业务系统, 实现了灌区管理的移动化、精细化、智能化。平台还创新应用了智能化

精准灌溉技术, 根据作物需水模型和土壤墒情实时调控阀门, 灌溉定额相比传统方法节水30%, 农作物增产10%以上。目前, 平台已在100万亩农田推广应用, 成为智慧农业的标杆示范工程。

5 智能化水利工程运行管理面临的挑战与对策

智能化水利工程运行管理虽已取得显著进展, 但仍面临诸多挑战: (1) 数据采集融合方面, 异构传感网络的协同和数据标准化亟需突破; (2) 智能分析控制技术尚难以应对复杂水利工况, 模型泛化能力和决策可解释性有待提升; (3) 基础设施智能化改造成本高昂, 投资回报周期长; (4) 跨学科人才短缺制约了智能水利的深入发展。

针对这些瓶颈: (1) 应构建多源异构数据融合平台, 研发低功耗、高可靠的新型传感器; (2) 探索深度学习与水利物理模型的耦合方法, 提升智能算法在极端工况下的适应性; (3) 创新投融资机制, 建立智能化改造效益评估体系; (4) 加强产学研协同, 培养复合型水利智能化人才。同时, 需建立健全智慧水利标准规范体系, 完善数据安全和隐私保护机制。通过系统推进这些对策, 可有效破解智能化水利工程建设难题, 加速传统水利向数字化、网络化、智能化转型, 最终实现水利工程全周期智能化管理, 为保障国家水安全提供有力支撑。

6 结束语

智能化技术与水利工程的深度融合, 正在推动传统水利迈向智慧水利新阶段。未来, 随着5G、区块链等新技术不断涌现, 数字孪生、智慧大脑等新理念加速落地, 智能化水利必将迎来广阔的发展空间。但同时也应看到, 当前智能化水利工程建设仍面临诸多挑战, 亟须在优化顶层设计、突破关键技术、创新应用模式、健全标准规范、加强人才培养等方面持续发力。只有协同各方力量, 攻坚克难, 才能加快构建集感知、分析、预测、调控、管理于一体的智慧水利体系, 为水安全、粮食安全和生态安全提供坚实的保障。

参考文献:

- [1] 黄银香. 水利工程中的智能化技术应用与管理[J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2024(25):57-59.
- [2] 杨杰. 智能化节水灌溉技术在农田水利工程中的应用[J]. 河北农机, 2024(16):133-135.
- [3] 孟虹隐. 智能化技术在水利工程运行与管理中的应用研究[J]. 水上安全, 2024(14):61-63.
- [4] 樊尊荣, 霍利兵, 李坤. 水利施工中的智能化技术应用研究[J]. 水上安全, 2024(06):73-75.
- [5] 刘瑾. 水利泵站运行智能化技术研究[J]. 水上安全, 2024(04):70-72.

西门子燃机机组汽机主蒸汽旁路自巡航自适应控制策略设计

邝伟贤

(广州粤能电力科技开发有限公司, 广东 广州 510080)

摘要 2024 年广东某新建燃气—蒸汽联合循环机组 (9F 级) 项目, 余热锅炉、燃机、汽机分别由东方菱日、西门子、上海汽轮机厂提供, 项目 DCS 系统配套设计机组自启 / 停系统 (APS)。为配合 APS 系统实现机组自动升温升压、燃机升负荷、汽机冲转并网升负荷, 本项目为汽机主蒸汽旁路系统设计了一种自巡航自适应全程自动控制的控制策略, 实现从燃机点火到汽机并网带初负荷期间的旁路全程自动控制, 本文就此控制策略进行了详细的介绍, 以期相关人员提供借鉴。

关键词 自巡航; 自适应; 最小阀位; 最小压力; 停机定压

中图分类号: TM31

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0031-03

发电厂汽轮机主蒸汽旁路系统的主要作用是协调蒸汽参数、保护再热器、回收工质, 加快机组启动、实现机组快速降负荷、实现机组 FCB 功能等^[1]。为了保障机组的安全稳定运行, 并提升机组自启 / 停控制系统 (APS) 的智慧化, 减少运行操作人员的操作量并降低出错率, 旁路控制系统担负着关键的角色。本文介绍了一种具有高度智慧化的旁路控制策略, 可实现旁路控制“无人值守”, 配合 APS 系统快速启停机组^[2]。

1 项目概述

2024 年 5 月, 广东某燃机电厂一期工程建设 2 台 460 MW 级 (F 级改进型) 燃气—蒸汽联合循环热电联产机组顺利完成机组双投。本项目主机设备为双轴联合循环机组, 燃机采用西门子 SGT5-4000F 型, 汽机采用上海电气的三压再热、轴向排汽、凝汽式、双缸汽轮机, 余热锅炉采用东方菱日三压 / 再热 / 自然循环炉。联合循环机组总出力最大出力冬季 487 MW、夏季 433.2 MW, 正常稳定最小技术出力 270 MW。汽轮机主蒸汽旁路系统采用单元制, 设置了高、中、低压 100% 容量的旁路系统, 满足机组 100% 甩负荷和机组 FCB 功能的需求。汽机 DEH 采用上汽—西门子技术, 其集合了转速、应力、主汽压力以及负荷控制功能^[3]。基于旁路的复杂性和重要性, 配置功能完善的旁路控制策略, 对机组的安全运行起着重要的保障^[4]。

2 旁路自巡航自适应全程自动控制策略设计

本汽机旁路全程自动控制策略主要设计了四个回路, 分别是“自巡航全程自动投入”“模式自巡航切

换”“最小阀位自适应”和“目标压力自适应”。其中“目标压力自适应”回路, 由“目标压力自巡航生成回路”“速率限制回路”“手动偏置设定回路”“设定值限制回路”组成。汽机旁路全程自动控制策略详述如图 1 所示。

2.1 自巡航全程自动投入

系统始终处于巡航状态, 根据检测到的燃机点火状态、蒸汽压力起压状态、炉侧主蒸汽阀开启状态、高压旁路阀开启状态, 分别自动投入高、中、低压旁路系统全程自动。

2.2 模式自巡航切换

旁路阀在全程自动模式下, 自巡航判断状态, 根据不同工况, 自动进行“最小阀位模式”“最小压力模式”“升压模式”“定压模式”^[5]“跟踪模式”“停机定压模式”模式的切换。

2.3 最小阀位自适应

旁路阀在全程自动模式下, 根据旁路阀的工作模式和汽机发电机并网带负荷的情况, 自适应调整最小阀位的限制值。

2.4 目标压力自适应

1. 目标压力自巡航生成回路: 在全程自动状态下, 系统始终处于巡航状态, 根据检测到的不同模式、不同工况, 自动生成目标压力, 目标压力再经过“速率限制回路”“手动偏置设定回路”“设定值限制回路”生成最终的压力设定值。

2. 速率限制回路: 根据不同模式、不同工况, 控制目标压力设定值的变化速率, 控制系统升压的速度,

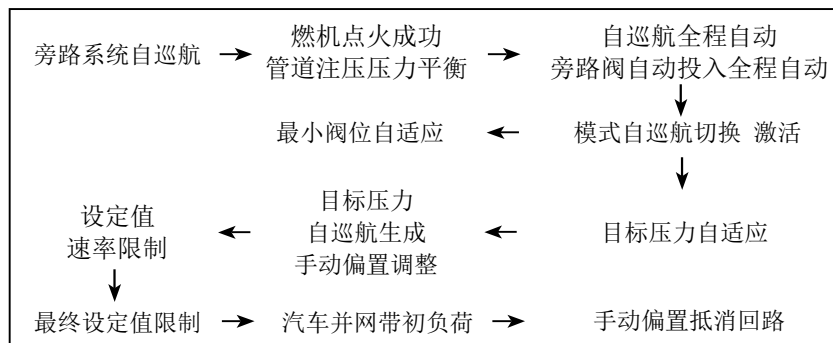


图1 自巡航自适应全程自动控制策略示意图

主要是汽机三态启动速率、速率置“0”、速率置最大“99999/s”。

(1) 最小压力模式自动将速率置“0”，维持最小压力，等待蒸汽压力稳定爬升。

(2) 为了避免目标压力设定值爬升过快，与实际压力爬升严重不匹配，导致阀门长时间停留在低开度的状态，当实际阀位指令下降至 $<(\text{最小阀位指令} + 3\%)$ 时系统自动将速率置“0”，保持当前目标压力设定不变，等待实际压力爬升。压力上升过程中PID模块根据偏差量控制阀门的开启，当实际阀位指令 $>(\text{最小阀位指令} + 10\%)$ 实际压力重新稳步上升后，释放目标压力设定速率至汽机三态启动速率，目标压力设定值继续滑向汽机三态冲转目标压力，随着实际压力的上升，实际压力值大于最终压力设定值，即PID计算模块中被调量大于设定值($PV > SP$)，在PID计算模块的控制下调阀继续开启，控制压力平滑上升。

3. 手动偏置设定回路：汽机并网前在某些情况下，如试验需求，可能需要临时调整蒸汽压力参数，为了满足这种需求，系统设计了手动偏置回路，操作人员可以通过此回路调整目标压力参数。

4. 设定值限制回路：为了防止安全阀动作，避免手动偏置设定误操作，手动偏置、压力最终设定值均设置了限值回路，限制最终压力设定值在安全阀动作范围内。另外，“目标压力自适应”回路在汽机并网带初负荷旁路定压模式切换到跟踪模式的过程中，还设计了手动偏置抵消回路，在切换过程中避免了手动偏置偏小（负数）使阀门全开或使阀门关闭过慢、避免了手动偏置为正数使阀门关闭过快，有效避免手动误操作的影响。

3 高压旁路阀控制策略举例

3.1 “自巡航全程自动投入”回路

当系统检测到燃机有火、炉侧起压（过热主蒸汽压力 $> 0.4 \text{ MPa}$ ）后，自动缓慢打开炉侧过热主蒸汽阀，

机侧高压主蒸汽管道开始注压，当主汽阀开度 $> 35\%$ 或机炉两侧管道压力基本平衡后（两侧压力偏差 $< 0.4 \text{ MPa}$ ），经防抖动延时（3 s）判断后自动投入高压旁路阀全程自动，同时高压旁路减温水自动投入自动（温度设定值滑至预设的目标值）。

3.2 汽机启动阀门指令和压力控制过程

全程自动投入后，“模式自巡航切换”“最小阀位自适应”和“目标压力自适应”三个控制回路相互配合，实现机组点火到汽机并网带负荷的旁路自巡航自适应全程自动控制，策略设计详述如下：

1. 全程自动模式且阀前压力起压（点火后阀前压力上升 0.1 MPa ）后最小阀位模式首先被激活，高压旁路阀缓慢打开至最小开度（10%）。当高压旁路阀指令 \geq 最小开度指令（10%）后，系统会在汽机并网前保持至少有10%的阀门指令，用以保证主蒸汽管道暖管和蒸汽流通。在最小阀位模式下目标压力设定值和最终压力设定值自巡航自适应实时跟踪当前压力。

2. 在最小阀位模式下，阀门实际指令 \geq 最小开度指令，且维持的时间已达到预设的系统状态运行时间（2 min），以上条件满足后自动转入最小压力模式。

3. 在最小压力模式下，压力设定值自巡航自适应，其变化速率自动置“0”。此时目标压力设定值保持不变，随着阀前压力的升高，系统为了维持最小压力值，在PID控制下会自动开启，阀门开启过程中当检测到阀门开度指令达到最小开度指令 $+10\%$ 后，自动转入升压模式。

4. 在升压模式下，目标压力设定值自巡航自适应，压力设定值根据汽机三态启动速率滑至汽机三态冲转目标值。升压过程中系统PID模块根据压力偏差对阀门指令进行调节，控制阀前压力平滑爬升，阀前压力到达三态冲转目标压力后自动进入定压模式，系统自动维持冲转目标压力，等待汽机冲转。

5. 在汽轮机开始接受蒸汽冲转后，旁路阀仍然自动维持冲转目标压力^[6]。

6. 当系统巡航检测到汽机并网带初负荷后,“目标压力自巡航生成回路”通过补偿回路自动抵消手动偏置,防止手动偏置干扰模式切换。同时,旁路阀“目标压力自巡航生成回路”按汽机三态启动速率给定并定压目标压力设定值(阀前压力+0.15 MPa),旁路阀开始缓慢关闭,DEH 在限压模式负荷控制器激活的状态下继续升负荷开启高、中压主汽调阀。当旁路阀关至 5% 时自动转入跟踪模式,在跟踪模式下按最大速率给定目标压力设定值(阀前压力+0.5 MPa),旁路阀全关。高压旁路阀全关后,DEH 侧控制由限压模式转入初压模式,负荷控制器退出,自动激活高压压力控制器,操作人员设置压力给定值继续对汽机进行升负荷。

3.3 停机定压模式

系统始终处于自巡航状态,当检测到汽机跳闸或汽机解列或手动投机组旁路停机定压模式后,高压旁路阀自动转入停机定压模式,“目标压力自巡航生成回路”自动维持模式切换前的阀前压力,等待高旁参数重置。停机定压模式已维持 1 800 s 或手动激活,系统会自动重置机组高中低旁路系统参数,“目标压力自巡航生成回路”重新按汽机三态启动速率将目标压力设定值滑至三态冲转压力目标值。

3.4 燃机遮断自动关阀保压

系统始终处于自巡航状态,当检测燃机遮断无火后,“目标压力自巡航生成回路”自动调整目标压力(阀前压力+0.3 MPa),高压旁路阀缓慢关闭。

4 中、低压和高压旁路控制策略的差异部分

中、低压旁路控制阀的控制策略和高压旁路阀基本保持一致,但是由于系统管道、系统压力存在差异,控制策略中略有差异,主要差异有以下四点。

4.1 中、低压旁路阀自巡航控制相关定值、最小开度指令

由于系统压力存在差异,应根据系统压力特点,设置冲转目标压力(汽机温态时高/中/低:8/0.9/0.4 MPa)、模式自巡航切换控制的相关定值、最小开度指令定值(高/中/低:10/7/5%)。

4.2 中压旁路阀“自巡航全程自动投入”回路

由于中压旁路阀接收的再热蒸汽汽源来源有两处,分别为高压旁路阀汽源、中压主蒸汽汽源,故中压旁路阀“自巡航全程自动投入”这部分的控制策略和高压旁路阀略有不同,需要考虑两侧汽源的注压。

当系统自巡航检测到燃机有火、炉侧起压(中压主蒸汽阀前压力 > 0.1 MPa)且中压主蒸汽阀阀前后差压 < 1 MPa 时,系统自动缓慢打开炉侧中压主蒸汽阀。高压旁路阀开启或中压主蒸汽阀开启后,机侧再热主

蒸汽管道开始注压,当高压旁路阀开度 $> 10\%$ 或中压主蒸汽阀开度 $> 35\%$ 或机炉两侧管道压力基本平衡(偏差 < 0.3 MPa),经防抖动延时(3 s)判断后自动投入中压旁路阀全程自动。

4.3 中压旁路阀“停机定压模式”

由于 ETS 系统设计了高压缸压比保护、高排温度高保护,为了保证汽机降负荷停机过程中蒸汽参数不超限、避免启动排汽阀和安全阀动作,中压旁路阀进入“停机定压模式”模式后,压力目标自动滑至 1.6 MPa,如果模式转换前的压力小于 1.6 MPa 则自动维持模式切换前的阀前压力,等待中旁参数自动重置延时时间(1 800 s)满足或手动激活机组旁路系统参数重置,系统会重置旁路参数,“目标压力自巡航生成回路”重新按汽机三态启动速率将目标压力设定值滑至三态冲转压力目标值。

4.4 低压旁路阀不设计“最小压力模式”

由于机组启动汽机并网带初负荷期间低压主蒸汽压力正常都 < 0.5 MPa,压力没有高压过热主蒸汽、再热主蒸汽那么高,且其系统升压较慢,故低压旁路阀不设计“最小压力模式”,低压旁路阀全程自动控制只设计最小阀位、升压、定压、跟踪、停机定压五个模式。

5 结束语

汽轮机主蒸汽旁路系统在机组启动/停机期间协调控制余热锅炉出口和汽机主汽阀前的蒸汽参数,保证机组平稳的启动和停机。本文介绍的是一种燃机—蒸汽联合循环机组自巡航自适应旁路全程自动控制策略的设计思路。汽机并网后,旁路控制系统转跟踪模式的过程,还需协同 DEH 一起配合汽机升负荷,不同的现场系统情况会存在一定的差异,我们需根据现场实际情况,对控制策略进行适配优化,参数也需要现场调试适配调整以达到良好的控制状态。

参考文献:

- [1] 韩庆华,李凤奎.大型火电机组 100% 汽机旁路控制优化研究[J].工程技术研究,2019(18):19-20.
- [2] 贺悦科,王浩,孙创创,等.火力发电厂机组自启停控制(APS)技术研究[J].电力系统装备,2022(08):76-79.
- [3] 房小满.上汽-西门子机组 DEH 系统优化研究[J].仪器仪表用户,2019,26(06):62-65.
- [4] 张天海,爻建军,王骏,等.超超临界二次再热机组旁路控制策略设计及应用[J].发电设备,2020,34(01):51-55.
- [5] 潘宇,胡朝日.AV6 旁路控制 DCS 系统改造及优化控制[J].华东科技:综合,2021(04):16-17.
- [6] 同[5].

建筑工程检测新技术及应用研究

赵通

(廊坊市阳光建设工程质量检测有限公司, 河北 廊坊 065000)

摘要 社会经济的发展和人民生活水平的不断提高,使得人们对于建筑工程建造质量的要求越来越严格,与此同时,检测技术也在不断地更新换代,为了能够更加直观地反映工程项目建设质量,必须引进全新的检测技术。基于此,本文首先分析了新技术对工程检测的影响,然后介绍了目前建筑工程中常用的检测新技术,最后总结了检测新技术在工程项目中的实践应用,希望能够为提升建筑工程检测质量提供有益参考。

关键词 建筑工程检测; 超声波检测技术; 涡流探伤技术; 渗透检测技术; 检测质量

中图分类号: TU317

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0034-03

随着建筑工程施工规模的不断扩大,建筑工艺越来越复杂,施工难度不断增加,地基结构需要承受的荷载也在逐步加大,在这样的情况下,要想在保证施工质量及效率的前提下提升工程项目建设质量,满足行业标准,有效减少意外事故的发生,建造出更高质量的工程项目,就必须加大对质量检测的关注度。检测新技术的应用,能够在保证检测结果精准度的同时,更加直观地反映建筑工程施工质量,确保能够满足行业标准的要求,以此来促进建筑行业飞速发展。

1 新技术对建筑工程检测的影响

1.1 提高检测效率

第一,新型检测技术的引进,促使建筑工程检测逐步向着自动化的方向不断发展,例如遥感科技、机器人等技术的使用极大地提升了检测效率,针对建筑结构进行检测时,使用无人机或者机器人能够进一步提升数据信息获取效率,有效减少人为操作产生的误差^[1]。第二,新型检测技术的使用,促使传统的接触式检测逐步向着非接触式检测发展。例如,目前常用的热成像和激光扫描技术,针对建筑结构缺陷进行检测时,不再需要对物体进行接触,能够有效缩短检测时间。第三,新型检测技术的使用,还能够进一步提升数据处理和分析水平,利用先进的数字化手段,能够将检测获取的数据转化为可视化结果,更加直观地了解建筑结构潜在的缺陷,利用数字化技术能够有效节约传统人工分析需要消耗的时间,提升检测结果的可靠性。

1.2 提升建筑质量

第一,新型检测技术的使用可以全面提升建筑工

程检测的精准度,例如针对建筑物表面进行探测时,可以使用无人机以最快的速度收集建筑物表面的裂缝、缺陷等信息,实现对建筑物的全面监测。第二,新技术的使用能够对整个建筑物的使用状态进行实时监控,一旦发现异常状况立即作出预警,例如针对建筑结构温度变形等参数进行监测,可以使用传感网络对有可能存在的质量问题进行分析,有效延长建筑物使用寿命^[2]。第三,新型技术手段的使用能够促使检测结果的精细化和数字化程度实现有效的提升,利用人工智能和大数据技术能够对收集到的检测数据进行深度分析,及时发现建筑结构潜在的问题,为其维修和养护提供有效的数据支持。

2 建筑工程检测新技术

2.1 超声波检测技术

利用超声波检测技术,能够对建筑材料内部潜在的问题进行精准的分析,这种技术最为显著的特点就是检测效率和精准度非常高,但同时超声波检测技术的使用也存在一定的局限性,需要根据实际检测需求进行相应的调整。此外,超声波在传播过程中,如果距离相对较近,物体的尺寸较大,就很难进行精准的检测,而且检测效率也会显著下降,无法第一时间发现材料的质量问题。面对这种情况需要采取针对性的处理对策,加强对技术的研究力度,逐步加大超声波能量,提升传播效率,促使建筑工程检测环节的有序推进。

2.2 涡流探伤技术

建筑工程检测环节,利用涡流检测技术主要就是通过对探头的电流线圈进行通电,促使线圈产生涡流,然后再根据其周围的检测试样,了解建筑材料的实际

状况,使用这样的方式能够在不损伤建筑材料使用性能的前提下进行检测,其工作原理是线圈通电以后会形成磁场,进而对线圈周围的磁场产生一定的干扰。工作人员通过精准的测量抗组变化,就能够及时了解建筑材料内部的实际状况,出具准确的检测结果。目前针对建筑工程进行检测时,使用涡流技术能够精准地测量材料中的纤维含量,判断其是否出现了形变问题,对于建筑工程材料的设计和生具有非常重要的价值,但是这种技术同样存在一定的缺陷^[3]。物流检测技术通常只能应用于导电的建筑材料检测,不能够对其他类型的材料进行检测,举例来说,针对芳纶纤维增强光缆以及玻璃钢材料进行检测时,就不能够使用这种技术手段。

2.3 渗透检测技术

针对建筑结构表面质量进行检测时,可以使用渗透检测技术,将其广泛应用于非孔隙性材料的表面裂缝检测环节。在实际检测过程中,需要在被测物体的表面均匀地涂抹表面张力较低的液体,将液体渗透到材料的裂缝中,静置一段时间,再清除表面的液体,施加显像剂,这时显像剂就会与渗透材料产生反应,建筑结构表面存在裂缝的位置就会明显着色增强,帮助工作人员直观地了解建筑结构表面存在的裂缝状况以及具体的位置。因此,对于暴露在表面的缺陷来说,使用渗透检测技术能够获得良好的效果,尤其是肉眼无法分辨的裂缝,而且这种技术操作非常简单,也不会受到材质的限制,无论是金属材料还是非金属材料都能够获得准确的检测结果。

2.4 红外热成像检测技术

红外热成像技术也是一种针对建筑结构进行检测的新型技术手段,具备应用范围广、操作便捷、准确的特点,主要是对建筑物是否存在裂缝、损伤以及积水等问题进行检测。在实际应用过程中,需要在遥感技术的支持下完成,而且特定的检测作业也不需要对接建筑表面进行接触,就能够完成问题的探测,具有极高的应用价值^[4]。举例来说,针对建筑进行检测时,利用红外线原理,可以对建筑结构内部的性能进行探测,查看其内部性能是否存在变化,从而有效提升建筑物整体的施工效果。使用射线技术对建筑结构进行检测时,也可以利用红外线对建筑物质量进行评价,通过对接收到的信号进行分析,查看建筑物是否出现了质量问题。利用射线进行建筑结构探测,最为显著的特点就是穿透性较强。使用红外光能够对建筑结构内部的温度进行探测,再结合实际情况,对探测方案

进行优化和改进,这样就能够尽量减少实际检测过程中出现的误差,同时避免对建筑结构造成损害,切实提升建筑物的使用寿命,其获得的结果还能够为后续各项施工活动的有序推进打下良好的基础。

2.5 激光扫描技术

激光扫描技术也是一种创新型的建筑工程检测技术,这一技术的使用能够为相关工作人员提供更加精准的建筑物三维信息,因此,其在建筑工程检测中获得了非常广泛的应用。第一,可以将其应用到建筑工程测量及重建环节。利用激光扫描技术可以收集建筑表面的云点信息,而制作出更高精度的三维模型,而且激光扫描技术还是一种非侵入性的测量技术,能够精准地了解建筑物的具体形状以及微观信息,为后续建筑物的维护和翻新保护提供有效的数据支持。第二,可以将其应用到建筑结构变形监测环节。使用激光扫描技术,能够对建筑物使用过程中潜在的变形状况进行实时观测,通过多次扫描对比能够精准地识别建筑物潜在的裂缝、下沉以及变形问题,帮助工作人员及时发现潜在的安全风险,并做出正确的维护方案,有效延长建筑物的使用寿命。第三,可以将其应用到建筑施工质量监控环节。在建筑工程施工过程中,激光扫描技术还可以应用于质量验收环节,通过与前期设计的模型进行比对,能够及时发现施工中潜在的误差,并根据获取的结果出具合理的修正方案,有效提升建筑施工质量。第四,还可以应用于建筑物内部构造分析。使用激光扫描技术也能够对建筑物内部结构进行精准的分析,例如可以查看建筑物内部的电缆管道,获取准确的位置信息,为后续管道和电缆的维护提供有力支持^[5]。第五,可以应用于历史文化建筑遗产保护工作。随着科学技术水平的不断发展,文物保护工作中激光扫描技术的应用也越来越普遍,通过对雕塑、古建筑等文物进行扫描,能够生成精准的数字模型,为后续文物的修复提供有力支持。

2.6 射线检测

射线检测技术作为一种无损检测技术,在建筑工程中获得了非常广泛的应用。主要就是利用射线穿透物体并且详细记录射线的散射和透射状况,了解被测物体内部的信息特点,这一技术的主要应用原理是不同的材料,对于射线的透射和散射状况会存在明显的差异,进而精准地反映材料内部的厚度、密度、缺陷以及结构特点。X射线检测技术一般就是指利用X射线管发射的射线;而射线检测技术则是使用放射性同位素产生射线,当这些射线击穿被测物体后,就能够利

用接收器捕获散射或者透射的射线，再利用计算机设备，将其转化为图像，就能够直观地呈现建筑结构内部的结构信息，因此，在建筑工程施工环节，射线检测技术获得了非常广泛的应用。通常X射线检测技术大多应用于钢结构完整性以及焊缝质量检测环节，能够及时发现焊缝中潜在的质量缺陷，例如气孔、夹渣，有效提升钢结构施工效果；还可以将X射线检测技术使用到混凝土结构的钢筋位置分布、裂缝、孔洞等质量的识别中，帮助工作人员直观地了解建筑结构的健康状况^[6]。另外，针对地下管道的腐蚀异物状况进行检测时，也能够使用射线检测技术，保证给排水系统运行的稳定性，不仅如此，射线检测技术还能够应用于地下矿脉、隧道结构特点的探测环节，为地下工程建设提供有效的数据支持。

3 检测技术的实践应用

3.1 结构健康监测

针对建筑结构进行健康监测时，检测新技术的使用发挥了至关重要的作用。举例来说，针对钢结构质量进行评价时，可以使用超声波或者磁粉检测技术，直观地了解钢结构完整性以及焊缝质量，以此来提升钢结构建筑的稳定性。使用超声波检测技术，能够对建筑结构潜在的腐蚀和裂纹状况进行精准的探测，结合超声波传播的时间，能够精准地判断建筑结构内部缺陷的具体位置。磁粉检测技术可以应用于焊缝质量缺陷的评价工作，这些新型检测技术的使用能够帮助工作人员及时了解建筑结构的状况，有效提升建筑结构的安全性。此外，还可以将其应用于隧道结构健康状况的评价中^[7]。举例来说，可以使用红外热成像技术对隧道内部的温度、漏水等异常状况进行监测，通过实时监测隧道内部温度变化，能够帮助工作人员了解隧道结构内部是否出现了缺陷以及渗漏水的问题；使用超声波技术也能够对隧道混凝土结构的运行状况进行有效的评估，及时了解混凝土结构内部是否出现了孔洞裂缝等质量缺陷，确保隧道结构的完整性。这些新型检测技术的使用，对预防和控制建筑结构缺陷具有重要的作用，能够有效延长建筑物的使用寿命，提升使用性能。

3.2 混凝土构件结构性检测

精准地判断混凝土构件性能是了解混凝土浇筑质量的依据。一般来说，针对混凝土构件结构性进行分析时，大多会采用超声波、雷达波以及钻芯法等方式完成，与钻芯法相比，雷达波和超声波法操作更加

简单，也不会对建筑结构造成损伤，是一种无损检测技术，能够更精准、更高效地判断浇筑状况以及内部结构，检测人员可以结合获取的信息数据了解建筑构件使用性能。混凝土是建筑工程施工环节一种常用的材料，同时也是建筑物的重要组成部分。一般来说，混凝土内部结构可能会存在两种，一种是构件缺陷，另外一种自身缺陷，例如预应力灌浆不饱满致使结构缺陷的产生^[8]。针对这两种不同的缺陷类型进行识别时，可以利用雷达法对缺陷的位置进行明确，了解缺陷的深度、大小以及分布范围，我国建筑行业明确标注了混凝土缺陷的标准，在该标准范围内的缺陷并不会对建筑物的使用状况以及质量产生影响，而且这种程度的缺陷也是施工环节无法避免的，利用雷达波法能够对建筑物的缺陷进行精准的检测，以电磁波为媒介，将收集到的缺陷位置、深度以及蜂窝等状况发送给工作人员，帮助工作人员了解建筑结构内部的缺陷状况。

4 结束语

随着科学技术的不断进步，越来越多的先进技术被应用到建筑工程检测环节，促使工程检测水平实现了快速提升。通过采取更加先进的检测技术，能够高效直观地对建筑结构质量进行评价。因此，在建筑工程施工环节，需要积极引进先进的检测技术，明确不同检测技术的应用范围以及操作要点，促使质量检测工作向着自动化、智能化以及高精深度的方向不断发展，以更加先进的检测技术促使建筑行业实现长远发展。

参考文献：

- [1] 张飞龙. 建筑工程检测新技术的应用与发展[J]. 科技风, 2020(09):127.
- [2] 廖小芳. 建筑工程检测新技术及管理[J]. 建材与装饰, 2019(08):42-43.
- [3] 冯祥梅. 建筑工程检测新技术的应用与发展分析[J]. 建材与装饰, 2017(12):73-74.
- [4] 王之超. 浅谈建筑工程检测新技术[J]. 科技与企业, 2014(05):222.
- [5] 赵书全. 建筑工程检测新技术的应用与发展[J]. 河南科技, 2013(18):149.
- [6] 向明雯. 无损检测技术在建筑工程检测中的应用[J]. 建筑技术开发, 2020,47(22):145-146.
- [7] 陈志龙. 建筑工程质量检测中的混凝土检测技术解析[J]. 四川水泥, 2020(11):15-16.
- [8] 刘洋, 陈晖, 张蕾. 5G技术在建筑工程检测领域中的应用[J]. 住宅与房地产, 2020(30):151,159.

电力检修与电力施工技术探讨

谷晓伟

(深圳市睦皓电业发展有限公司, 广东 深圳 518000)

摘要 电力检修与施工技术的发展对保证电网稳定运行和安全至关重要, 文章详细介绍了当前电力行业中的技术方法和工具, 分析了它们在实际应用中提升作业效率和确保作业安全的作用, 通过对现代技术工具如故障诊断仪的使用情况进行讨论, 揭示了技术应用在提升操作精度和减少故障率方面的重要性, 同时探讨了安全管理与风险控制策略, 强调了制定有效的安全措施和实施风险管理计划的必要性, 分析了技能培训的现状与需求, 指出持续的技能提升是提高工程项目成功率的关键, 通过这些分析, 文章提出了一系列针对性的对策, 旨在对优化电力施工与检修工作有所裨益, 从而确保电力系统的高效与安全。

关键词 电力检修; 安全管理; 技能培训

中图分类号: TM72

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0037-03

在电力行业, 电力检修与施工技术的持续改进对于确保电网的稳定和安全至关重要, 在实际操作中, 这些技术必须能够有效应对极端天气、设备老化和复杂的电网环境等多种挑战, 本文将探讨传统与现代电力检修与施工技术的融合应用, 着重分析如何通过技术优化、工作流程标准化来提升作业效率和降低风险, 评估培训和技能提升对提高工作人员执行能力的重要性, 以及如何通过细致周到的项目管理来预防潜在的操作失误, 从而为电力系统的持续稳定运作提供坚实的技术支持。

1 现代电力检修与施工技术的应用现状

1.1 技术方法与工具概述

在现代电力系统的检修与施工领域, 技术方法与工具的选择对于确保作业的高效性和安全性至关重要, 传统的工具如绝缘杆、接地线、电压检测器等仍然是日常操作中不可或缺的基础设备, 这些基础工具保证了工作人员在高压环境下的基本安全, 随着技术的发展, 更多的电子设备和检测仪器被引入日常工作中, 红外热像仪用于检测设备过热问题, 便携式测距仪帮助精确测量线路间隔, 这些高科技设备提升了检测的准确性和作业的效率。除了这些具体工具之外, 检修与施工技术也在向更系统化和自动化的方向发展, 例如 GIS (地理信息系统) 技术被广泛应用于电力线路的规划和维护中, 它能够提供更精确的地理位置数据, 帮助工程师有效规划施工路径和维护策略, 电力系统的实时监控技术也在不断进步, 通过安装在关键设备上的传感器, 可以实时监控电网的运行状态, 及时发现

并处理潜在的问题^[1]。这些技术方法和工具的应用大大提升了电力检修与施工的安全性和效率, 使得工作人员能够更快速、更安全地完成工作, 然而对这些技术的依赖也要求技术人员必须具备相应的操作技能和持续的技术更新学习, 以适应快速变化的技术环境。

1.2 效率和安全性评估

在电力检修与施工领域, 效率和安全性评估是确保电网可靠运行和工作人员安全的关键组成部分, 从效率的角度来看, 采用先进的技术和工具可以显著缩短停电时间和减少工作量, 通过使用现代化的故障诊断设备, 工程师可以迅速定位故障点, 减少了传统方法中耗时的试错过程, 同时精确的设备可以一次性完成多项检测, 避免重复作业从而提升整体作业效率。安全性方面, 随着技术的进步, 更多的安全措施和预防机制被整合到日常操作中, 实时监控系统能够即时反馈设备运行状态和潜在安全风险, 使得预防措施可以即时实施, 极大地降低了事故发生的概率, 安全培训和应急响应计划的制定和实施, 也成为提升安全性的重要手段, 通过模拟紧急情况的演练, 工作人员能够熟练掌握各种安全操作程序和应急措施, 增强了应对突发事件的能力, 然而评估这些效率和安全性措施的实际效果, 需要定期的检查和维护, 以及对工作流程和技术应用的持续优化^[2]。通过系统性的分析和反馈机制, 可以确保这些措施在实际操作中发挥最大的效能, 同时也为未来可能的技术升级和方法改进提供依据, 通过综合考虑效率和安全性, 电力检修与施工可以达到更高的标准, 为电力系统的稳定运行提供坚实的保障。

1.3 面临的主要挑战与对策

电力检修与施工领域面临着诸多挑战，这些挑战不仅影响作业的效率 and 安全性，还可能对电网的稳定运行带来风险，技术设备的快速迭代与更新速度带来了技术跟进的挑战。工作人员需要不断更新知识和技能，以适应新技术的应用，这要求企业在培训和人才发展上进行持续的投资，环境因素也是一个重大挑战，极端天气条件，如暴雨、高温、寒潮等，都极大地增加了施工的难度和风险，复杂的地理环境和城市化进程中的空间限制，也为施工带来了额外的挑战。

针对这些挑战，企业可以采取多种对策来优化检修与施工过程，一是加强技术培训和人才发展计划，确保所有员工都能掌握必要的技术和安全知识，通过模拟培训和在线学习平台，可以有效地提升员工的技能和反应能力；二是通过采用更为高效的工程管理和项目规划方法，如精益管理和敏捷施工技术，来减少因环境和技术限制带来的影响；三是强化现场安全措施和风险管理，通过实施严格的安全标准和应急预案，以及使用先进的监测和通信设备，确保在极端条件下也能保持作业的安全性和效率^[3]。通过这些对策，可以有效地应对电力检修与施工过程中的各种挑战，保障电力系统的安全、稳定与高效运行。

2 提升作业效率与降低风险的策略

2.1 工作流程的标准化与优化

在电力检修与施工领域，工作流程的标准化与优化是提升作业效率和降低操作风险的关键因素，标准化流程可以确保每个作业步骤都能按照既定的安全和质量标准执行，从而减少错误和事故的发生，优化工作流程则涉及重新设计这些流程，使之更加高效、灵活和适应当前的技术环境。制定统一的操作程序和安全标准是标准化的核心，包括详细的作业指南、安全操作规程和应急响应策略。通过这些明确的指导方针，新员工和经验丰富的工程师都能够能够在任何情况下明确自己的职责和应采取的措施。对现有工作流程进行精益分析，识别并消除任何不必要的步骤或资源浪费，通过引入现场数据收集和实时反馈机制，可以即时调整作业策略，避免重复工作和延误，采用自动化工具和软件，如项目管理软件和任务调度系统可以进一步提高工作效率和精确性^[4]。持续的流程评审和反馈收集是优化的关键，通过定期的审核和评估，不断调整和完善操作流程，确保它们适应不断变化的工作环境和技术要求，通过这样的标准化和优化措施，不仅能提升工作效率，还能显著降低因操作失误或不符合安

全规范的行为导致的风险。

2.2 关键技术的选择与应用

在电力检修与施工过程中，选择和应用适当的关键技术，是提高作业效率和确保作业安全的重要因素，关键技术的选择不仅要考虑技术的成熟度和可靠性，还需要考虑其与现有系统的兼容性以及对操作人员技能要求的适应性。电力行业中的关键技术如高分辨率的故障诊断工具、精确的测量设备和高效的数据处理系统，能够帮助技术人员快速准确地识别问题并作出决策，使用先进的电缆故障定位系统，可以大幅缩短故障检测和修复的时间，从而提高整个系统的响应速度和服务可靠性。信息化技术的应用，如企业资源规划(ERP)系统和资产管理系统，可以有效整合资源信息，优化物料和设备的管理，减少资源浪费，这些系统通过提供实时数据和历史记录分析，帮助管理层优化调度决策和预算分配。

实施这些关键技术时，还需对员工进行相应的技术培训和能力提升，这不仅包括操作技能的培训，还应涵盖对新技术理论知识的教育，确保技术人员能够充分理解并有效利用这些先进工具，定期的技术评估和升级也是必不可少的，以确保技术设备与行业标准的同步发展和适应未来的技术趋势。关键技术的合理选择和应用，对于提升电力检修与施工的效率 and 安全性具有决定性的作用，同时也要求企业在技术培训和管

2.3 安全管理与风险控制机制

在电力检修与施工领域，安全管理与风险控制机制的建立和实施是确保操作人员安全和电网可靠运行的关键。这些机制不仅需要符合国家和行业的安全标准，还应当针对具体作业环境和可能的风险进行定制化设计，安全管理体系需要包括全面的安全培训、定期的风险评估以及严格的安全监控和合规检查，通过培训，员工能够了解最新的安全操作规程和应急处理方法，风险评估则帮助识别潜在的危險点和改进措施，确保所有风险都能被有效管理。

引入先进的安全技术和设备，如自动化的安全监测系统和智能报警系统，可以实时监控作业环境和设备状态，及时发现异常并触发预警，从而防止事故的发生，建立健全的事故应急响应机制也至关重要，包括事故应急预案的制定、应急资源的配置，以及应急演练的定期执行，以提高团队对突发事件的响应速度和处理能力^[5]。强化文化建设也是安全管理不可忽视的一环，创建一个安全意识强的工作环境，鼓励员工

积极参与安全管理活动,如安全观察和危险报告,可以大大提升整个组织的安全水平,通过持续的沟通、反馈和奖励机制,可以促进员工对安全规定的遵守和对安全改进措施的主动贡献。安全管理与风险控制机制的有效实施,不仅依赖于先进的技术和严格的管理流程,还需要企业文化和员工行为的全面支持,共同构建安全可靠的电力检修与施工环境。

3 培训与技能提升在电力施工中的作用

3.1 技能培训的现状与需求

在电力施工行业,技能培训的重要性日益凸显,特别是在快速发展的技术环境下,员工的专业技能需要与时俱进,当前技能培训主要面向新兴技术的应用、安全操作规范以及效率提升方法等多个方面,然而尽管已有的培训程序在一定程度上满足了基本的操作和安全需求,但在高级技能和专业知识的传授上仍显示出一定的不足。现有培训往往集中在操作技能的基础培训,而对于新技术如智能化设备的操作和维护、高级故障诊断技术等领域的深入培训则相对缺乏,导致技术人员在面对复杂故障或新设备时可能缺乏足够的解决方案和应对策略。

随着电力系统的复杂性增加,对技术人员的综合能力要求也在不断提高,包括项目管理能力、危机处理能力以及跨领域的协作能力,这些能力的提升不仅依赖于传统的面授培训,还需要通过模拟实战演练、在线学习平台和持续的职业发展支持来实现。为了满足这些需求,企业和培训机构需要不断更新和优化培训内容和方法,包括引入更多基于实际操作的培训模块,增加在线互动和远程教学资源,以及开展针对性的高级技能培训,通过这些措施,不仅可以提高员工的技术水平和工作效率,还能有效提升整个行业的技术创新能力和竞争力。

3.2 提升技术能力的方法

在电力施工领域,提升技术能力是保持行业竞争力和确保作业安全的关键,为了有效提升员工的技术能力,企业需要采取多元化的培训策略和持续的技能更新机制。实践培训是提升技术能力的核心方法之一,通过在实际的工作环境中进行培训,员工可以直接应用新学的技能,解决实际问题,通过在控制的环境中模拟故障情况,员工可以学习如何诊断问题并实施有效的解决方案,这种方法不仅提高了学习的相关性和效果,还增强了员工在紧急情况下的应对能力。技术研讨会和专业研习班也是提升技术能力的有效途径,通过参与这些活动,员工可以与行业专家交流,获取

最新的行业动态和技术进展,这种交流促进了知识的深化和新观念的引入,帮助员工从宏观层面理解他们的工作和技术的发展方向。

采用在线学习平台和虚拟现实技术也越来越受到重视,在线平台提供了灵活的学习时间和丰富的资源,使员工能够根据个人需求选择学习内容和进度,虚拟现实技术则通过模拟真实操作环境,提供了一个无风险的实训空间,使员工能够在没有实际后果的情况下进行尝试和错误。综合这些方法,企业不仅能够提升员工的技术水平,还能激发他们的学习兴趣和創新思维,从而持续推动技术能力的发展和行业的进步。

3.3 对项目成功的影响评估

培训与技能提升对电力施工项目的成功具有决定性影响,通过系统的培训,员工不仅能掌握必要的技术技能,还能提升问题解决能力和项目管理效率,这直接影响到项目的按时完成、质量标准的达成以及成本控制,良好的培训体系能够确保团队在面对技术挑战和突发情况时,能迅速作出反应,有效地管理风险,从而降低延误和超支的可能性。持续的技能提升也有助于提高员工的工作满意度和团队凝聚力,这些因素同样对项目的顺利进行和成功完成起到了积极作用,投资于员工培训与发展是推动项目成功的关键策略,它不仅提升了工作效率还增强了企业的竞争力。

4 结束语

本文深入探讨了现代电力检修与施工技术的应用现状、面临的挑战及其解决策略,首先介绍了当前电力行业中常用的技术方法与工具,并对其效率和安全性进行了评估,分析了提升作业效率与降低风险的关键技术选择,强调了安全管理和风险控制的重要性,探讨了技能培训对电力施工项目成功的重要影响,旨在为电力行业提供优化施工与检修作业的参考。

参考文献:

- [1] 詹翹.关于电力检修与电力施工技术的探讨[J].企业导报,2016(14):188-189.
- [2] 房海荣.浅议电力检修与电力施工技术探讨[J].中国科技期刊数据库工业A,2021(06):245,247.
- [3] 徐刚.电力系统的施工与检修技术分析[J].集成电路应用,2022,39(10):78-79.
- [4] 姜毅.关于电力检修与电力施工技术的探讨[J].建材与装饰,2020(21):256-257.
- [5] 苏洋.关于电力检修与电力施工技术的探讨[J].中国标准化,2016(15):193.

建筑工程施工中防水防渗施工技术探析

王 文

(广州机施建设集团有限公司, 广东 广州 510000)

摘 要 防水防渗施工是现代建筑项目的基础性内容,要求施工单位组织专业人员队伍落实好工程勘察检测任务,重点分析建筑工程中可能会出现渗漏的位置,然后确定具体渗漏信息,为后续防水防渗施工提供指导方案。只有保障高质量的防水防渗预处理,才能够在后续防水防渗施工中取得理想的质量效果,并为人员防水防渗施工任务落实提供良好的环境支持,从而保障项目建设效益,使我国建筑行业可以得到持续发展。

关键词 建筑工程施工; 防水防渗施工技术; 屋面; 厨卫

中图分类号: TU74

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0040-03

在建筑工程领域,防水防渗施工直接关系到建筑物的使用寿命与安全性,建筑物在使用过程中,若存在漏水、渗水等问题,不仅会导致建筑结构受损,影响其使用寿命,还会威胁到居住者的生命安全。随着建筑技术的飞速发展和建筑材料的日益丰富,防水防渗施工技术持续创新与完善,新型的防水材料不断涌现,这也为建筑行业提供了更多的选择。同时,建筑工程师和科研人员也在不断探索和研究新的防水防渗技术,以应对日益复杂的技术挑战。因此,当前重点是能够在项目施工中认识到防水防渗施工的重要价值,并结合项目实情,同步做好防水防渗施工方案编制,为后续具体防水防渗施工操作提供指导。

1 建筑工程施工中防水防渗施工技术的内涵

在保障防水防渗施工整体质量的过程中,需要施工单位和技术人员先行确定好工程项目的具体施工作业要求,然后针对工程项目中的渗漏问题状况进行分析,在此基础上可采取针对性的防水防渗施工技术,通过防水防渗施工技术的合理应用,保障建筑的防渗效果,也能够为使用者提供更加稳定的居住环境。具体来看,通过在建筑工程项目中落实高质量防水防渗施工,一方面可有效延长建筑的使用寿命;另一方面也能够为人们使用建筑期间提供更加舒适的居住体验。不过从实际情况来看,建筑工程项目的防水防渗施工多伴随着较大的复杂性,如技术工艺的复杂性,人员要求的复杂性,操作流程的复杂性等。同时,从相关部门角度来看,面对严峻的市场竞争环境,更多地将建筑工程的建设重点放在了如何提升项目获利能力方面,这导致在施工材料选用和技术方案编制等方面未能从防水防渗角度考量,造成了建筑工程的渗漏隐患^[1]。

2 建筑工程施工中的渗漏原因分析

2.1 施工原因

渗漏问题是建筑工程中十分常见的一类质量通病问题,从导致渗漏问题的原因来看,体现在多个方面,具有明显的复杂性。其中,除了内部因素和外部因素带来的影响外,也涉及了人员施工操作层面的影响。施工技术人员在进行防水防渗施工操作时,如果不能保证主体行为具有规范性和可行性,必然会连带出建筑的质量隐患问题,加剧建筑的渗漏风险。

首先,于建筑项目中开展施工作业,多会涉及混凝土浇筑操作环节,并在完成混凝土浇筑操作后,需进行后续振捣处理。施工技术人员在执行混凝土振捣任务时,由于出现了不合理的行为,便会导致混凝土结构的密实度偏离标准范围。如此一来,在不能够保证混凝土密实度结构一致的基础上,便会因为混凝土结构脱水而引发裂缝,然后在裂缝下出现渗漏^[2]。其次,建筑工程混凝土作业需针对混凝土原料做拌和。其中,施工技术人员在进行混凝土原料拌和处理时,多会存在不同的拌和设备、拌和时间,以及拌和后的运输。如此一来,很容易出现混凝土原材料拌和不够均匀的问题。之后,在将不均匀拌和混凝土原料投入建筑工程施工建设中后,便会产生不一致的混凝土变形,进而引发混凝土的渗漏问题。最后,建筑工程混凝土作业多伴随着较长的周期和大跨度的浇筑时间,此期间便会涉及混凝土层次接触的问题。如果不能针对混凝土层次接触部位进行有效的衔接处理,便很容易在混凝土不当衔接处理中引发混凝土结构裂缝,然后发生渗漏。另外,混凝土作业更容易受到天气因素影响,尤其是不同天气下的湿度和温度,并表现为混凝土收缩现象。因此,还需在对混凝土结构进行处理时注意该项问题。

2.2 材料原因

首先, 建筑工程防水防渗施工中所选用的防水材料是否能够保证良好的防水效果, 往往直接影响了防水防渗施工的效果。但目前来看, 很多施工单位在对防水材料进行选择时, 仍然存在很多问题, 未能够针对防水材料的防水性能进行检验, 这导致一些不符合标准的防水材料被应用到了工程防水防渗施工中, 从而造成了工程的渗漏隐患^[3]。其次, 建筑工程防水防渗施工中一般会涉及不同类型的防水材料。其中, 不同类型的防水材料也会伴随着不同的技术工艺。因此, 在完成防水材料选择后, 如果不能使用正确的技术工艺进行处理, 同样会影响防水防渗施工的效果。另外, 在不合理防水材料使用的过程中, 同样会连带出建筑工程的质量问题, 导致建筑工程防水防渗施工偏离了防水设计的要求, 并需要在后续施工中进行大量返修, 反而造成了企业的额外成本支出。因此, 这就需要企业能够做好防水防渗施工中的防水材料把控。

3 防水防渗施工技术应用

3.1 外墙与门窗

于建筑工程防水防渗施工中开展外墙防水防渗施工是保证建筑防水防渗效果的关键。实践中, 先行采取延伸至门窗框的外墙防水施工设计模式, 然后施工技术人员在进行具体操作时, 应当做好凹槽预留, 选择预留位置为防水层和门窗框之间位置, 并在之后进行密封材料涂刷。其次, 对向外排水坡进行设置。向外排水坡设置一般设计数值为 3%, 然后将对应位置安排在凸窗、突出墙面腰线等位置。最后, 在穿过外墙的各个设备洞口位置进行套管设置, 并同时对接套管的坡度进行控制, 一般要保证坡度不小于 5%。

3.2 屋面

建筑工程屋面防水防渗施工中, 施工技术人员应当综合分析施工现场环境条件, 尤其是温度条件和湿度条件。此期间, 应重点关注施工中是否处于雨雪天气, 应当避免在雨雪天气进行作业。同时, 对屋面防水防渗施工标准进行确定, 然后结合标准指导, 对工程防水防渗施工所使用的水泥材料、泥浆材料进行选购。另外, 也需要在屋面防水防渗施工中重点考量排水问题, 最大程度上减少建筑屋面上的积水存在。之后, 对屋面防水防渗施工技术应用效果与成品屋面结构进行检查验收, 并开展科学养护^[4]。

3.3 厨卫

厨卫是建筑工程的基础性空间, 并承担着建筑投入使用中的关键功能。如在建筑厨卫空间内出现了渗漏问题, 必然会给人们的正常生活带来严重的负面影

响。对此, 需能够重点做好建筑工程厨卫空间的防水防渗施工处理。实践中, 施工技术人员先行针对预埋管进行科学控制, 然后在确定了基本的设计位置后, 对具体施工内容和程序进行安排, 保证后续实际操作的有序性。另外, 施工技术人员也需同步做好下水坡的区域设置, 传统楼板之间的距离设置需保证适宜。通过合适的距离控制, 可有效防止厨卫空间内管道出现表面破损问题与堵塞问题。最后, 在对厨卫空间中的供热管线进行设计时, 施工技术人员可选择使用套管形式, 并在具体套管处理中把握好其中的密封程度, 使管道作业能够达到更加安全和更加可靠的效果。

4 建筑项目防水防渗施工技术操作关键点

4.1 设计方案合理性评估

防水防渗工程的设计应从源头着手, 充分考虑施工环境的地理、气候特点以及建筑物的功能需求和使用寿命。设计师需依据国家相关规范和标准, 合理设定防水等级, 确定相应的防水材料和施工工艺, 确保设计方案在技术上可行、经济上合理且环保可持续。同时, 应提前预见可能出现的施工难点和问题, 制定详细的施工预案, 为后续施工打下坚实的基础。

4.2 材料选择与质量控制

选择优质的防水材料是防水防渗工程成功的关键。应依据工程需求和设计要求, 选用经过认证、质量可靠、耐久性好的防水材料。在采购过程中, 严格把控材料质量, 确保材料性能指标符合设计标准。同时, 加强对进场材料的质量检验, 包括检查材料的出厂合格证、检验报告等资料, 确保材料性能满足设计要求。此外, 还要避免使用劣质材料, 以防止因材料质量问题导致的防水效果不佳。

4.3 防水层施工细节处理

在防水层施工过程中, 细节处理至关重要。首先, 基层处理是关键, 要确保基层平整、干燥、无杂物和油污。其次, 涂膜或卷材的铺设要均匀, 避免出现漏涂或堆积现象。接缝处理也是需要特别注意的环节, 应采用适当的接缝处理方式, 如热熔、黏结或机械固定等, 确保接缝密封良好。此外, 搭接宽度控制也是重要的施工细节, 应按照施工工艺要求严格控制搭接宽度, 确保防水层的整体性能。

4.4 节点部位加强措施

节点部位如墙角、管道穿越处、门窗洞口等是防水防渗的薄弱环节, 容易发生渗漏问题。针对这些薄弱环节, 应采取特别的加强措施。例如, 在墙角和管道穿越处可以增设防水层, 提高这些部位的防水能力; 在门窗洞口等易受外界影响的位置可以使用密封胶进行

密封处理；在地下水位较高的地区可以设置止水带等。通过这些加强措施，可以有效提高节点部位的防水能力。

4.5 防水层检测与验收标准

防水层施工完成后，需要进行严格的检测与验收工作。首先通过闭水试验或淋水试验等方法来检查防水层的密封性和完整性。闭水试验是一种常用的检测方法，通过在施工现场进行闭水试验能够有效地发现防水层的渗漏问题，从而及时进行修复工作，避免后期出现渗漏问题影响工程质量和用户的使用体验；淋水试验则是一种模拟自然降雨环境的检测方法，通过使用淋水装置模拟自然降雨对防水层进行连续淋水从而判断防水层的性能是否达到预期目标。同时，依据国家相关标准和规范对防水层的质量进行全面评估，以确保防水效果达到预期目标^[5]。

5 建筑工程施工中防水防渗施工技术具体策略

5.1 地下室防水工程

在地下室防水工程的实施中，通常采用刚柔结合的防水策略。首先，为保证地下室结构的长期稳定和防水性能，必须确保底板和侧墙混凝土密实度、完整性以及规定的养护时间，使其达到设计强度和自防水功能。这就意味着在混凝土配合比设计阶段，要选用合适的水泥品种、骨料规格和掺合料，并严格控制施工过程中的振捣质量和养护条件。其次，在混凝土基层上设置防水层至关重要，通常包括清理和修复混凝土表面，去除杂物和浮浆，再涂刷底涂或使用专用黏结剂以增强基层与防水材料之间的黏附力。同时，铺设防水卷材或多次涂刷防水涂料以形成复合防水层。在卷材铺贴过程中，要注意搭接宽度和黏结牢固度，确保无气泡、褶皱或翘边现象；而在涂料施工时，则需保证涂层均匀无遗漏，达到设计厚度并具有足够的强度。

对于地下室施工缝、后浇带等关键部位，需要采取特殊措施来加强防水性能。例如，在施工缝处设置膨胀止水条或钢板止水带等设施，以阻断水流通道并延长防水寿命。此外，还可能涉及引导水流至集水井并配备可靠的排水系统，以及在易受冲刷破坏的区域设置保护层等措施。

5.2 屋面防水系统实践

设计屋面防水系统时，耐久性、耐候性和抗老化能力是核心考量因素，为确保建筑物的长期安全使用和良好的外观效果，通常会采用多种技术手段构建防水层，较为常见的做法包括铺设防水卷材（如改性沥青防水卷材或高分子合成材料卷材），这些卷材具有

优良的抗拉强度和延伸性能；涂刷防水涂料（如聚合物水泥基防水涂料或聚氨酯防水涂料），利用其快速固化成膜的特点；或者采用倒置式屋面防水构造法，即先将保温材料铺设在结构层上，再在其上设置防水层及保护层，以减少对防水层的损害。

施工过程中，注重基层处理至关重要。这包括清理干净、保持干燥的基层表面，同时要修复裂缝、孔洞等缺陷；在涂刷或铺设防水材料时，要注意操作规范和技术要求，确保防水层厚度适宜且无破损漏点；特别关注檐口、天沟等部位的防水处理，因为这些区域容易积水并可能导致渗漏问题。为了验证防水效果是否达标，验收阶段会进行淋水试验或其他相关测试程序。

5.3 卫生间渗漏防治方案

卫生间是建筑物中极易发生渗漏问题的区域之一，防水设计时应当采用高性能且环保的防水材料和技术，如选用聚合物水泥基防水涂料时，要确保其具有良好的黏附力、耐水性和耐候性。施工环节中，需对地面及墙面进行细致的基层处理，包括清除杂物、修补不平整部分并保持干燥；然后按照规范要求涂刷多道防水涂料，并保证每道涂层之间的搭接紧密且无遗漏；特别要注意管道根部、地漏周围等关键部位应加强密封处理；最后在完成防水层施工后，还需加强保护层的建设，以防止后续装修施工破坏了内部的防水层。

6 结束语

在现代建筑工程项目建设中，对工程项目防水防渗提出了更高标准的要求，相关人员需能够准确认识到防水防渗施工的重要性，并结合项目实情与特点，针对性编制防水防渗施工技术方案，优化防水防渗施工技术。在实践中，组织专业人员队伍，对导致建筑工程项目渗漏的问题进行详细分析，包括渗漏问题的成因、多发位置、影响等，然后予以针对性的防水防渗施工干预。

参考文献：

- [1] 陈惠龙. 防水防渗施工技术在大型建筑施工中的应用[J]. 散装水泥, 2023(02):157-159.
- [2] 文襄庆. 防水防渗施工技术在装配式建筑工程中的应用[J]. 石材, 2023(04):114-116.
- [3] 娄晓东, 尚艳伟. 矿山建筑施工中防水防渗施工技术研究[J]. 世界有色金属, 2022(01):125-127.
- [4] 肖良辉. 建筑施工中防水防渗施工技术的应用探究[J]. 建筑与预算, 2019(11):102-104.
- [5] 李志豪. 建筑施工中防水防渗施工技术的应用研究[J]. 中国建筑金属结构, 2022(10):20-22.

复杂地质条件下岩土工程勘察技术运用分析

殷宏强

(甘肃中冶岩土工程有限公司, 甘肃 酒泉 735000)

摘要 在岩土工程领域, 复杂地质条件如岩溶、软弱地基、滑坡和断层对工程的安全性和经济性具有显著影响, 传统勘察方法难以满足这些挑战。本文分析了现代先进勘察技术的应用, 包括工程地质测绘、直接勘探、高密度电法、探地雷达、浅层地震反射波、大地电场岩性勘探技术及数字化技术。这些技术通过结合遥感和无人机, 提供高精度数据、获取直观的地下岩土信息, 以及通过三维建模、GIS 和人工智能提升数据分析能力, 显著提高了勘察精度和效率。

关键词 复杂地质条件; 岩土工程; 勘察技术; 精度

中图分类号: TU195

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0043-03

在岩土工程领域, 地质条件的复杂性对工程建设的安全性和经济性产生了重要影响, 随着工程规模的不断扩大和技术要求的日益提高, 工程勘察的难度也在显著增加, 尤其是在复杂地质条件下, 传统的勘察方法已难以满足工程需求。复杂地质条件包括岩溶、软弱地基、滑坡和断层等不利因素, 这些问题在工程建设中常常带来不可预见的风险, 因此, 如何在复杂地质条件下准确、有效地进行岩土工程勘察, 成为当前工程界亟待解决的重要课题^[1]。本文将围绕复杂地质条件下岩土工程勘察技术的运用展开分析, 探讨各种先进技术手段的应用, 通过对勘察技术的研究, 期望为后续工程设计和施工提供可靠的数据支持, 从而提高工程的安全性与经济效益。

1 复杂地质条件下的岩土工程勘察及技术选择原则

复杂地质条件下的岩土工程勘察是一个多学科交叉并涉及多个环节的复杂过程, 其目标是在复杂的地质环境中获取足够的地质信息, 以确保工程设计和施工的安全性和稳定性^[2]。在此过程中, 必须综合运用多种勘察手段和技术, 考虑地质结构的多样性以及不同环境条件对岩土特性的影响。复杂地质条件主要包括地质构造复杂区、软弱地基、滑坡体、岩溶地貌、高地下水位以及断裂带等, 这些条件下的勘察工作具有挑战性, 尤其是在地质不均匀性、稳定性差、变形性强的情况下, 常规的勘察手段难以全面揭示地质情况, 必须依靠先进的技术和设备对地质特征进行精准识别^[3]。在勘察过程中, 需充分考虑地质条件的特殊性和复杂性, 灵活运用各种勘察手段, 以提高勘察的精度和效率, 最终确保工程建设的安全与稳定。

在复杂地质条件下, 岩土工程勘察技术的选择是确保工程安全、经济和有效性的关键环节, 勘察技术的选择原则主要包括以下几个方面: (1) 了解地质条件是基础。岩土工程的成功与否直接取决于对地质环境的全面认识, 在勘察前, 需对现场的地质构造、土壤类型、岩石特征及其力学性质进行初步调查, 掌握地下水位、流动方向及水文地质特征, 这一过程有助于确定适宜的勘察方法与工具, 确保后续勘察的准确性。(2) 明确勘察目的至关重要。不同类型的工程项目对勘察的要求各异, 勘察的目标需与工程类型相匹配, 制定清晰的勘察目标, 能够为技术选择提供明确的方向。(3) 适用技术的评估。应根据项目特点、地质条件及预算, 对各种勘察技术进行全面评估, 选择时应考虑技术的适应性与灵活性, 确保其能够有效应对复杂的地质条件。(4) 技术的精确性与可靠性。勘察数据的准确性直接影响后续工程设计的安全性。因此, 选择经过验证且具有较高精度的技术方法尤为重要。

2 复杂地质条件下岩土工程勘察技术的运用分析

2.1 工程地质测绘技术

工程地质测绘技术是岩土工程勘察的基础环节, 其目的是对工程建设场地的地形、地貌、地质构造、岩土体性质等要素进行系统调查。复杂地质条件下的测绘工作需综合运用传统测绘与现代科技手段, 以确保测绘数据的准确性与全面性。测绘内容通常包括地表岩层的露头分布、断层、褶皱、裂隙发育状况、滑坡体分布、地下水露头。在测绘过程中, 必须结合遥感技术、无人机航测、GPS 定位等现代技术手段, 以提高数据的空间精度和覆盖范围。在高陡坡、崩塌滑

坡体等地质灾害多发区域,无人机航测能够迅速获取难以到达区域的详细地形数据,并生成三维数字地形模型,辅助分析区域地质构造及其稳定性^[4]。遥感图像解译则可提供大尺度地貌特征信息,有助于识别区域性地质结构和潜在灾害隐患。地质测绘还应结合地质历史资料、地震活动记录等信息,以判断工程场地的长期稳定性与可能存在的构造活动。

2.2 直接勘探技术

直接勘探技术是通过现场施工直接获取地下岩土体信息的核心方法,具有直观、精确的优点,常用的直接勘探技术包括钻探、坑探和取样试验技术。

1. 钻探技术:钻探技术作为最常用的勘察手段之一,广泛用于探测地下岩土层的分布、厚度、物理力学性质等。在复杂地质条件下,钻探技术尤其重要,因为地下构造往往复杂且不均匀,钻探能够通过获取岩芯样品,揭示地层的真实状况^[5]。根据不同的地质环境,钻探可采用不同的技术方法,如回旋钻、冲击钻、潜孔锤等。在岩溶发育区,钻探能够揭示地下溶洞、裂隙的具体分布和形态,这对评估地基稳定性至关重要。在软弱地基区,钻探有助于确定软土的厚度、含水量及力学强度,并为后续基础设计提供重要依据。钻探还可用于检测地下水位的深度及其动态变化,尤其在高地下水位地区,这对工程排水设计具有重要参考价值。钻探深度和孔数的布置需根据初期地质调查结果合理安排,以确保能够覆盖到关键地质单元。

2. 坑探技术:坑探技术是直接揭露地下岩土层的另一重要手段,通过开挖探槽、探井等方式,直观展示地下的地质情况。与钻探相比,坑探能够提供更为全面的岩土层信息,尤其在小范围内,坑探可以揭示地质构造、节理裂隙、风化层厚度等细节,有助于对局部地质问题进行精确分析^[6]。在滑坡体、断裂带、软弱夹层发育区,坑探技术可以通过直接开挖揭示滑动面、剪切带的位置及其发育特征,从而为滑坡稳定性评价及加固设计提供依据。探槽通常沿着断裂带、滑坡体边界布设,深度和宽度视地质情况而定,以便能够充分揭示地下结构。探井则当用于高地下水位地区,通过开挖井状空间,可直观观察地下水的流动规律、渗透特性等,从而为工程提供水文地质参数。在地基处理工程中,坑探还可以作为验证手段,用于检测基础加固的效果。

3. 取样试验技术:取样试验技术是直接勘探的重要组成部分,通过获取现场岩土样品,进行一系列物理、力学、化学性质的室内试验,从而提供可靠的参数供设计使用^[7]。采样的关键在于样品的代表性和完整性,

必须确保采样点的布设涵盖不同的岩土层和结构部位。在复杂地质条件下,岩土体性质往往变化较大,必须根据不同的地质单元设置不同的采样方案。软土区的采样技术需要特别注意样品的扰动程度,因为软土的力学性质对扰动极为敏感,常采用原状样薄壁取土器进行取样,并在样品保存和运输过程中尽量减少外界因素对样品的影响。采样试验的内容包括密度、含水量、颗粒级配、液塑限、压缩性、抗剪强度等物理力学性质。在岩溶区,采样还需特别关注溶洞充填物的成分及其力学性质,溶洞的充填物通常为软弱的淤泥或土层,其力学性能直接影响到地基的稳定性。对于有腐蚀性地下水的区域,岩土样品的化学试验也是必要的,以评估地下水对工程材料(如混凝土或钢结构)的潜在腐蚀作用。

2.3 高密度电法勘探技术

高密度电法勘探技术是一种基于岩土体导电性差异进行地下结构探测的地球物理方法,其工作原理是利用电流通过地下介质时,电阻率的变化反映地下不同岩土层的物理性质^[8]。高密度电法通过在地表布设密集电极阵列,获取大量的测量数据,利用电阻率成像技术生成地下二维或三维的电阻率分布图,进而反映地下不同层位的岩土性质、含水量、溶洞及裂隙发育情况等。在复杂地质条件下,高密度电法具有特别的应用优势,例如在岩溶发育区,能够有效探测地下溶洞、裂隙以及溶蚀带的分布,为岩溶区地基处理及工程设计提供科学依据。岩溶体由于其内部结构的复杂性,通常表现为电阻率较低的异常区,通过高密度电法可以快速准确地定位这些异常区。在软弱地基区和滑坡体勘察中,高密度电法也能提供有力的支持,软弱土体由于含水量高、电阻率较低,通过高密度电法可以明确软土层的厚度、范围及其物理力学特性,从而为基础设计提供可靠数据。在滑坡勘察中,高密度电法可以探测滑动面的深度和位置,通过对电阻率的变化分析,明确滑坡体的土体结构、地下水渗流路径及其影响范围,为滑坡治理方案的制定提供依据。高密度电法的优势在于其探测范围广、探测精度高,特别是在浅层勘探中表现出较强的能力,能够高效、经济地获取大范围地质信息。但在复杂地质条件下,特别是岩土体电性差异较小的区域,其探测精度和分辨能力可能受到一定限制,因此需要结合其他地球物理勘探手段,以确保勘察结果的可靠性。

2.4 探地雷达勘探技术

探地雷达勘探技术是一种通过高频电磁波探测地下结构的非破坏性勘察方法,其工作原理是利用电磁

波在不同介质中的传播速度和反射特性差异,来反映地下物体的分布和形态^[9]。探地雷达系统由发射天线和接收天线组成,发射天线向地下发射高频电磁波,当电磁波遇到介质界面(如不同岩层、裂隙、溶洞等)时,会发生反射,接收天线则记录反射波的时间差和振幅变化,通过分析这些信号,可以生成地下的雷达剖面图。在复杂地质条件下,探地雷达由于其高分辨率和对细小地质结构的敏感性,成为浅层精细勘探的重要工具,其应用主要集中在裂隙探测、溶洞勘察、地下水探测以及隧道工程中。在岩溶区,探地雷达能够快速、精确地探测地下溶洞及裂隙的发育情况,由于溶洞和裂隙内部常充填空气或水,具有与周围岩土体不同的电磁特性,雷达波在界面上的反射非常明显,从而能够准确定位溶洞的大小、形态及其分布。探地雷达在隧道工程的前期勘察和施工中的应用也十分广泛,尤其是在复杂地质条件下隧道穿越断裂带、岩溶区等危险区域时,探地雷达能够实时监测前方地质条件,预防工程灾害。在滑坡勘察中,探地雷达能够探测土体内部裂隙、剪切带等结构特征,帮助确定滑动面的形态和深度,提供滑坡稳定性分析所需的关键数据。与高密度电法相比,探地雷达的优势在于其分辨率更高,能够探测到更为细小的地下结构,尤其适合浅层和细节勘察。但其探测深度相对有限,通常在数十米范围内,对地下介质的电磁特性较为敏感,在高含水量、黏土层或电导率较高的地质环境中,雷达波的衰减较大,探测效果可能受到影响。

2.5 浅层地震反射波勘探技术

浅层地震反射波勘探技术通过测量地震波的传播和反射特性,探测地下岩土体结构,适用于揭示几十米到几百米深度的地质结构。该技术特别有效于地层连续性差、断裂发育、岩溶空洞和软弱夹层区域,能够提供地下岩层的分布、厚度及构造特征信息。其通过地震反射剖面图显示地层连续性、断裂情况和地下水运移路径,支持滑坡体、岩溶区和隧道工程的勘察。

2.6 大地电场岩性勘探技术

大地电场岩性勘探技术利用天然大地电场探测地下岩土体的电性差异,以推测地下岩层分布、岩性变化和地下水情况。该技术适用于软弱地基、岩溶发育区和构造发育等复杂地质条件,由于岩石和土层的导电性差异显著,可以有效区分不同的岩土层,特别是在岩溶区和断裂带的勘察中表现出优势。但其探测范围广、成本较低,但分辨率相对较低,需与其他高精度勘探手段结合使用以提高结果精度。

2.7 数字化技术运用

数字化技术在现代岩土工程勘察中的运用显著提升了数据获取、处理和分析能力,尤其在复杂地质条件下,主要应用包括三维地质建模、遥感技术、无人机测绘、地理信息系统(GIS)及数据管理系统^[10]。三维地质建模通过可视化展示地下岩土层、断裂构造和溶洞,辅助滑坡治理和风险评估。遥感技术和无人机测绘能快速获取高精度地形数据,支持灾害监测和预警。GIS系统整合多源数据,提升空间分析和决策支持能力。大数据和人工智能的应用通过分析海量勘察数据,提高了勘察的自动化和灾害隐患识别能力。

3 结束语

随着工程规模的扩大和技术要求的提高,复杂地质条件下的岩土工程勘察面临着日益严峻的挑战。本文从多种勘察技术展现了其在复杂地质条件下的应用潜力和优势。通过综合运用这些先进技术,可以更准确、有效地获取地质信息,提升工程设计和施工的安全性及经济效益。未来,随着技术的不断发展和创新,岩土工程勘察将在应对复杂地质条件方面取得更加显著的进展,为工程建设提供更加可靠的数据支持。

参考文献:

- [1] 钟彪. 建筑工程施工前岩土工程勘察的应用实践[J]. 价值工程, 2024, 43(24): 143-145.
- [2] 许巍. 复杂地形地质条件下岩土工程勘察技术的应用研究[J]. 工程技术研究, 2024, 09(14): 48-50.
- [3] 马益友. 复杂地形地质条件下岩土工程勘察实践研究[J]. 冶金与材料, 2024, 44(04): 52-54.
- [4] 王喆. 复杂地形地质条件岩土工程勘察实践研究[J]. 冶金与材料, 2024, 44(03): 165-167.
- [5] 李雅萍, 李亚昊. 岩土工程勘察在多层地下室建筑工程中的应用[J]. 绿色科技, 2024, 26(04): 237-243.
- [6] 祝敏刚, 闵勇章, 童伟, 等. 南沙地区复杂地形地质条件下岩土工程的勘察及技术应用[J]. 水电站设计, 2023, 39(04): 13-17.
- [7] 葛凌. 岩性复杂地段岩土工程勘察方法分析[J]. 城建科技, 2023, 32(23): 109-111.
- [8] 韩超, 孙晓卫. 复杂地形地质条件下岩土工程勘察实践探讨[J]. 工程技术研究, 2023, 08(19): 220-222.
- [9] 黄辉雄. 复杂地质条件下岩土工程勘察设计和施工的质量控制因素分析[J]. 西部探矿工程, 2023, 35(10): 1-3.
- [10] 李左林. 基于复杂地形地质条件下岩土工程勘察技术的研究[J]. 新疆有色金属, 2023, 46(03): 20-21.

10 kV 电力工程电缆线路施工阶段的质量管理

段 炼¹, 伍 杰², 刘克建²

(1. 国网四川省电力公司彭州市供电分公司, 四川 成都 610000;
2. 成都市三新供电服务有限公司彭州分公司, 四川 成都 610000)

摘 要 为了解决 10 kV 电力工程电缆线路施工阶段的质量管理问题, 本文首先阐述了质量管理的重要性, 包括提高施工效率与质量、保障电力系统稳定运行及降低后期维护成本; 其次介绍了施工技术要点, 如勘察、基础施工及架线技术; 最后提出了质量管理策略, 如建立完善的质量管理体系、加强材料和设备管理、注重线路的日常检修及加强现场管理, 旨在为电力工程电缆线路施工的质量管理提供参考, 从而提升工程质量与效益。

关键词 10 kV 电力工程; 电缆线路; 施工阶段; 质量管理

中图分类号: TM72

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0046-03

在电力系统中, 10 kV 电力工程电缆线路作为关键的输电环节, 其施工质量的优劣直接关系到电网的稳定运行与安全供电。施工阶段不仅涉及电缆的选型、敷设、接头制作与测试等多个环节, 还关联着施工现场的安全管理、人员协调与进度控制等多方面因素。为确保电缆线路的高质量完成, 必须实施严格的质量管理体系, 从材料采购、施工工艺到验收标准, 每一个环节都需精益求精, 严格把关。通过科学规划、精细施工与严格监督, 有效预防质量隐患, 提升电缆线路的耐久性与可靠性, 为电力系统的安全高效运行奠定坚实的基础^[1]。

1 10 kV 电力工程电缆线路施工阶段质量管理的重要性

1.1 提高施工效率与质量

严格的质量管理能够有效预防施工过程中的安全隐患, 通过规范化操作与高标准检验, 及时发现并纠正潜在的缺陷, 从而避免后期因质量问题导致的返工或事故, 显著提升施工效率。它要求施工团队遵循既定的技术规范和操作流程, 确保每一步施工都精准无误, 为电缆线路的长期稳定运行奠定坚实的基础。其次, 通过材料质量的严格把关、施工工艺的持续优化以及成品保护的细致实施, 可以确保电缆线路具备良好的绝缘性能、耐磨损性和抗老化能力, 延长使用寿命, 减少维护成本。高质量的工程不仅提升了电力系统的可靠性和安全性, 也为用户提供了更加稳定、高效的电力服务。

1.2 保障电力系统稳定运行

严格的质量管理能够确保电缆线路的施工符合设计要求和技术标准, 从而有效避免因施工不当导致的

线路故障和安全隐患。通过精细化的施工管理和严格的检验流程, 可以及时发现并纠正施工中的偏差和错误, 确保电缆线路的电气性能、机械强度和绝缘性能等关键指标达到规定要求。在施工阶段, 通过选用优质材料、优化施工工艺和加强成品保护等措施, 可以显著提升电缆线路的耐久性和抗老化能力, 延长其使用寿命, 减少因线路老化、损坏等原因导致的停电事故和维修成本。

1.3 降低后期维护成本

电力电缆作为电力传输与分配的关键基础设施, 其稳定性和可靠性直接关系到整个电网的安全运行。因此, 在施工阶段严格把控质量, 是确保电缆线路长期高效运行、减少故障率和维修频率的前提。通过精细化的质量管理, 可以确保电缆敷设、接头制作、绝缘测试等关键环节均达到国家或行业标准, 有效避免因施工质量问题导致的电缆损坏、短路及漏电等安全隐患。此外, 高质量的施工还能延长电缆线路的使用寿命, 减少因老化、磨损等原因导致的提前更换需求, 从而降低更换材料和人工维修的直接成本。从长远来看, 良好的施工质量管理还能优化资源配置, 减少因频繁维护而投入的人力物力, 为电力企业带来更为可观的经济效益。

2 10 kV 电力工程电缆线路施工技术要点

2.1 勘察技术要点

在进行现场勘测时, 需遵循一定的路径选择原则。应尽可能选择较近的路径, 同时考虑交通便利性, 线路路径选择应遵循“沿路、沿线、沿河”的三沿原则, 并与规划有机结合。此外, 应避开高赔偿的林区、耕

种区、开发区、风景区等，以及地质灾害及洪涝频繁发生地段、高污染、高危险区域。对于跨越通讯线、铁路、公路、河流等，也需尽量避免，若无法避免，则需确保跨、穿越的安全距离。在现场勘测过程中，需要采集详细的数据，包括记录 10 kV 线路支线名称及分支杆号，原有电杆规格、导线规格，以及线路沿线地形、地貌、地质、土质等信息。对于电缆线路，还需记录出线变电站名称、电缆上、下电杆名称以及运行编号。同时，需采用测量滚轮小车或激光测距仪等工具，确保测量数据的准确性。此外，勘察时还需特别注意地下管道的位置，避免与所设计工程产生冲突。在复杂的线路交叉情况下，应尽早确定杆位，以减少后续施工的难度和风险。勘察人员需掌握安全距离的规定，确保导线对建筑物、高压线等的安全距离满足要求。同时，还需从设计角度去测量，确保数据的准确性和实用性^[2]。

2.2 基础施工技术要点

在实际的项目施工环节中，针对各个地域的独特条件可以灵活挑选适应性的输电线路基础类型。输电线路基础施工的常见方式涵盖了嵌岩型、梯形、挖掘型、斜向填塞型以及复合沉箱型等多种形式。特别地，在地下水下游水位相对较高的区域，复合沉箱基础被视为一种可行的选择方案。该基础的核心构造由自下而上排列的方形环状台阶、底部的方形环状井室以及钢筋混凝土材质的沉箱主体等构件构成。将复合沉箱结构置于基础之下时，其埋设的深度通常维持在大约 3.8 米的水平，而直径则大致为 2.8 米，基础的长深比通常稳定保持在大约 1.45 米的范围内，这标志着它属于浅层基础施工范畴。为了保持基础主柱与塔腿之间倾斜角度的一致性，可以采用角钢材料制作的塔腿嵌入基础混凝土结构中。在维持楼盖结构承载效能的同时，斜板式施工方法能有效缩减整体钢材的性能参数。大板基础的施工流程涵盖了场地规划、就地浇筑、挖掘作业及拉盘固定等多个关键环节，其特点在于埋设深度较浅且易于挖掘，因此在处理水流速度快、土质松软或黏性强的地基时，展现出了出色的施工成效。相较于其他方法，梯级基础施工侧重于大面积土方开挖、模板安装与混凝土浇筑，并结合回填作业，它更适用于地基稳固、抗倾覆性能良好的区域。至于埋置技术，则是在完成基坑的全部挖掘作业之后，采取针对性的岩石埋设手段，其比例依据实际情况而定，这一技术在表层覆盖土壤较薄的地区能够发挥显著作用。

2.3 架线技术要点

施工前要对施工现场进行详细的勘察，包括测量

电缆线路的高差、转角、距离等关键数据，并确保数据的准确性。同时，还需对周边的障碍物进行清理或协调处理，以确保架线施工的顺利进行。在导线选择方面，需根据线路的电压等级、输送容量、线路长度以及环境条件等因素，选择合适的导线类型和规格。导线应无损伤、无断头、无严重扭绞，且质量合格。在架设前，还需对导线进行质量检查，确保其满足施工要求。在架线过程中，需采用合适的展放方式。根据地形、地势等因素，可以选择拖放、人工展放或机械展放等方式。在展放过程中，应确保导线的安全、顺利展放，并采取相应的安全措施，如设置警示标志、安排专人指挥等。导线架设完成后，还需进行紧线处理。紧线过程中，应采用专业的紧线设备和工具，按照施工规范要求进行操作，确保导线张力适度、稳定。紧线后，应检查导线的弧垂是否符合设计要求，确保各相导线弧垂一致。

3 10 kV 电力工程电缆线路施工阶段的质量管理策略

3.1 建立完善的质量管理体系

首先要明确质量管理体系的目标和原则，确立质量第一、预防为主的管理理念。通过制定详细的质量计划，明确工程的质量目标、关键控制点和责任人，为整个施工过程提供明确的方向和依据。其次建立全面的质量控制流程。从材料采购、入库检验，到施工过程的质量控制，再到最终的产品验收，每个环节都要有明确的控制标准和检验方法。同时，要确保质量控制流程的连贯性和有效性，避免出现质量管理的盲区。此外，还要加强质量管理体系的监督和审核。通过内部审核和外部审核相结合的方式，对质量管理体系的运行情况进行定期检查和评估。最后，要注重质量管理体系的持续改进。通过收集和分析质量数据，不断总结经验教训，优化质量管理体系的各个环节。同时，要加强与行业内其他企业的交流和合作，借鉴先进的质量管理经验和手段，不断提升自身的质量管理水平^[3]。

3.2 加强材料和设备管理

严格材料验收流程，电缆到货后，供电企业工程部门、监理和施工单位需共同进行验收，核对电缆的合格证、厂家检测报告和生产厂家资质文件，并对外观进行细致检查，包括电缆绝缘皮标志、绝缘皮厚度、线芯股数、线芯直径和长度等参数，同时进行绝缘电阻测试，确保所有材料无质量问题。优化设备管理流程，线路设备进行分类、编号和登记，建立详细的设备档

案,包括设备的技术参数、供货合同、验收记录等信息,为设备管理提供依据。利用信息化技术,建立设备管理系统,实现对设备的全生命周期管理,包括设备的购买、入库、维护、报废等过程。在施工现场,材料和设备需进行严格的标识、分类和储存,并建立相应的管理记录。入库时应进行质量抽样和测试,确保质量问题得到及时发现和解决。在施工过程中,定期对设备和材料进行盘点和检查,确保施工现场的材料和设备充足且处于良好状态。

3.3 注重线路的日常检修

制定严格的检修计划和流程,依据电缆线路的铺设环境、运行状况及历史故障数据,制定科学合理的检修计划,明确检修的时间节点、检查项目和责任人,确保检修工作有序进行。同时,建立检修记录和报告制度,详细记录每次检修的过程、发现的问题及采取的解决措施,为后续检修提供参考。强化日常巡检和预防性试验。采用无人机巡检、红外热成像等现代技术手段,定期对电缆线路进行巡检,及时发现和处理潜在的安全隐患。同时,定期对电缆进行预防性试验,如绝缘电阻测试、耐压试验等,确保电缆的各项性能指标符合规定要求。此外,还要建立快速响应机制。一旦发现电缆线路出现故障或异常情况,应立即启动应急预案,组织专业人员进行现场抢修,确保故障得到迅速解决,减少停电时间和损失^[4]。

3.4 加强现场管理

建立严格的现场管理制度,明确施工人员的职责分工,制定详细的施工流程和操作规范,确保每一项工作都有章可循。同时,设立现场监督岗位,对施工过程进行全程监控,及时发现并纠正违规行为。加强现场安全管理,对施工区域进行明确划分,设置安全警示标志和防护设施,确保施工人员和周边居民的安全。定期对施工人员进行安全教育和培训,提高他们的安全意识和应急处理能力。同时,建立安全巡查制度,定期对施工现场进行安全检查,及时发现并消除安全隐患。优化现场资源配置,根据施工进度和实际需求,合理调配施工人员、材料和设备,确保施工工作的高效进行。同时,建立材料和设备管理制度,对现场的材料和设备进行登记、分类和储存,确保它们的完好和可用。加强现场沟通协调,建立定期的施工协调会议制度,及时解决施工过程中出现的问题和矛盾。同时,加强与相关部门的沟通协调,确保施工工作的顺利进行。

在施工过程中,还应重视环境保护措施的实施。施工区域应设置围挡,防止施工产生的噪声、粉尘和

废弃物对周围环境造成影响。对于施工产生的固体废弃物,应分类收集并按照环保要求进行处理,避免对环境造成污染。对于施工过程中可能产生的废水,应设置沉淀池等设施,确保废水经过处理后达标排放。此外,施工期间应采取措施减少对周边植被的破坏,如合理规划施工路线,避免不必要的树木砍伐,对于不可避免的植被破坏,应进行相应的恢复工作。

在施工安全管理方面,应建立完善的应急预案,包括火灾、触电、高空坠落等多种可能发生的紧急情况,并定期组织演练,提高施工人员的应急反应能力。施工现场应配备必要的消防器材和急救设备,并确保这些设备处于良好状态。施工人员应穿戴符合安全标准的个人防护装备,如安全帽、安全带、绝缘手套等,以降低工作风险^[5]。

在施工进度管理方面,应制定详细的施工进度计划,并根据实际情况进行动态调整,确保工程按期完成。对于影响施工进度的关键因素,如材料供应、天气变化等,应提前做好应对措施,减少对施工进度的影响。同时,应加强与业主、监理和其他相关方的沟通协调,确保信息畅通,及时解决施工过程中出现的问题。

4 结束语

10 kV 电力工程电缆线路施工阶段的质量管理对于保障电力系统的运行和稳定性、提高施工效率和质量、减少后期维护和修复成本等方面具有重要意义。然而,在实际施工过程中,存在施工质量问题、安全风险问题、施工进度延误、缺乏专业监督等问题。为了解决这些问题,需要建立完善的质量管理体系、加强材料和设备管理、提升施工人员技能和安全意识、制定详细的施工规范和操作程序、设立专门的巡检组或质量监督人员、根据实际情况采取管理措施以及加强安全管理。

参考文献

- [1] 廖鼎. 10kV 电力工程电缆线路施工阶段的质量管理与安全管理 [J]. 电气技术与经济, 2023(04):199-200,204.
- [2] 张延东. 电力工程输电线路施工技术要点探析 [J]. 电子元器件与信息技术, 2021,05(09):223-224.
- [3] 吴政. 高压电缆敷设技术在城市电力工程中的应用研究 [J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2024(27):4-6.
- [4] 郑提大. 电力工程建设中高压电缆敷设安装的施工与管理措施 [J]. 流体测量与控制, 2024,05(04):95-98.
- [5] 侯章文. 电力工程 10kV 配电线路施工技术探究 [J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2024(23):4-6.

土木工程施工现场安全管理与质量控制实践探讨

陈福旺

(中鸿亿博集团有限公司广东分公司, 广东 中山 528400)

摘要 土木工程施工是一个复杂且具有高风险的过程, 施工现场的安全管理和质量控制至关重要。良好的安全管理可以保障施工人员的生命安全, 减少事故发生; 而有效的质量控制则能确保工程的可靠性和耐久性, 满足设计要求和使用寿命。本文深入探讨了土木工程施工现场的安全管理方法与质量控制实践; 通过对施工现场的危险因素分析, 提出了一系列针对性的安全管理措施和质量控制策略; 结合实际案例和专业参考文件, 阐述了如何有效地保障土木工程施工的安全与质量, 以期对相关工程实践提供有益的参考。

关键词 土木工程; 施工现场; 安全管理; 质量控制

中图分类号: TU714

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0049-03

土木工程施工是一个复杂且具有高风险的过程, 施工现场的安全管理和质量控制至关重要。良好的安全管理可以保障施工人员的生命安全, 减少事故发生; 而有效的质量控制则能确保工程的可靠性和耐久性, 满足设计要求和使用寿命。因此, 探讨土木工程施工现场安全管理方法与质量控制实践具有重要的现实意义。

1 土木工程施工现场安全管理与质量控制的关系

在土木工程施工的复杂多变场景中, 安全管理与质量控制犹如项目稳健推进的双翼, 共同承载着工程成功的希望。安全管理作为整个施工过程的基石, 为质量控制铺就了一条稳固而坚实的道路。它通过对施工环境的全面监控和对工人安全的细致关怀, 确保了施工活动的顺利进行, 同时也维护了工人的身心健康与工作积极性, 为高质量施工奠定了坚实的人文基础。

而质量控制则是工程品质的守护者。它要求施工过程中的每一个环节都达到既定的标准, 确保工程结构的稳固与功能的完善。这种严格执行不仅关乎工程本身的耐用性与可靠性, 更在无形中强化了施工现场的安全防线。因为优质的工程往往具有更强的抵御风险能力, 能够减少因质量问题而引发的安全隐患, 为施工人员的安全提供更多的保障。

因此, 在土木工程的日常管理中, 将安全管理与质量控制视为一个不可分割的整体。这种融合不仅体现在策略层面的协同规划与资源整合, 更需深入执行层面的细节把控与持续改进。只有这样, 才能确保两者相辅相成、相互促进, 共同推动土木工程项目安全、

有序、高质量地完成, 为社会的繁荣与发展贡献力量。

2 土木工程施工现场管理的问题

2.1 安全管理执行不力, 责任体系模糊

土木工程施工现场的安全管理面临执行层面的深刻挑战。尽管构建了看似完备的安全管理框架, 包括详尽的安全生产责任制度和定期的安全教育培训, 但实践中的执行力度却显得力不从心。这种落差源自于责任体系的模糊性, 项目经理与各级管理人员的安全职责划分不明晰, 导致在安全事故发生时, 责任追溯变得复杂而低效。更为严峻的是, 施工人员对安全规范的遵循态度淡漠, 违规操作行为屡见不鲜, 无形中增加了施工现场的潜在风险, 使得安全制度成为悬于墙上的空文。

2.2 资源调度与协调困难, 影响施工进度

在土木工程这一庞大而复杂的系统工程中, 资源调度与协调成为横亘在项目推进路上的一道难关。施工现场作为多种专业、工种交织的阵地, 其资源的动态平衡状态极难维持。材料供应的波动、设备维护的不可预见性, 以及人员配置的灵活性需求, 共同编织了一张错综复杂的资源网络。这一网络的任何一环出现问题, 都可能引发连锁反应, 导致施工进度的延误。不同施工团队间的沟通障碍, 如同信息孤岛, 进一步加剧了资源调配的难度, 使得施工效率难以达到理想状态。

2.3 环境保护意识薄弱, 施工污染严重

随着社会对环境保护意识的觉醒, 土木工程施工

对环境的负面影响日益凸显。然而，遗憾的是，部分施工单位在追求工程进度和经济效益的同时，往往忽视了环境保护的重要性^[1]。施工现场的噪声轰鸣、尘土飞扬、废水横流，不仅侵扰了周边居民的安宁生活，也对自然环境造成了不可逆转的损害。更令人忧虑的是，施工废弃物的处理往往被忽视，建筑垃圾随意堆砌，有害物质未经处理便直接排放，这些行为无疑加剧了环境污染的严峻形势，挑战着生态平衡的底线。

2.4 质量控制体系不健全，质量问题频发

土木工程施工质量作为衡量工程成功与否的关键指标，其重要性不言而喻。然而，当前部分施工项目的质量控制体系却显得脆弱不堪，难以有效抵御质量问题的侵袭。质量控制点的设置缺乏科学性和合理性，关键工序和隐蔽工程的检查验收流程被简化或忽视，导致质量问题在施工过程中难以被及时发现并纠正。施工人员队伍中技术水平的不均衡和质量意识的淡薄也是一大隐忧。部分施工人员缺乏必要的专业技能和责任心，难以保证施工质量的高标准。施工材料的质量控制不严也为质量问题埋下了伏笔。材料的质量直接关系到工程的整体质量，而部分施工单位在材料采购和验收环节上的疏忽大意，无疑为工程质量埋下了隐患。

3 针对土木工程施工现场安全管理问题的解决策略

3.1 强化安全意识与制度执行

针对安全管理不到位的问题，要加大宣传力度，广泛普及《中华人民共和国安全生产法》及相关法律法规，从根本上提升全体职工的安全意识。通过举办安全知识竞赛、张贴安全生产宣传海报、发放安全生产手册等多样化活动，结合生动的案例分析，使每一位员工都能深刻理解安全生产对于个人生命安全和项目顺利进行的重要性。

在此基础上，建立严格的责任追究机制，确保各项安全制度得到有效执行。具体举措包括签订安全生产责任书，明确从项目经理到一线工人的各级管理人员安全职责，细化到具体岗位的安全操作规程，如高空作业需佩戴符合GB 6095-2009《安全带》标准的安全带，头部防护需使用GB 2811-2019《安全帽》规定的安全帽，确保防护装备的专业性和合规性。一旦发生安全事故，依据《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令 第493号），迅速启动调查程序，严格追究相关责任人的法律责任，形成强大的震慑效应。

定期组织安全演练，如模拟火灾逃生、高处坠落救援等场景，提升全体员工的应急处置能力和自救互

救技能。演练过程中，要确保每位员工都能熟练掌握应急逃生路线、正确使用个人防护装备，并定期进行考核验证。持续开展安全教育培训，邀请行业专家讲解最新的安全法规、技术标准及案例分析，确保员工知识体系与时俱进，掌握最新的安全知识和技术，如最新的防护装备使用方法、风险评估方法等，全面提升安全管理工作的专业性和实效性。

3.2 优化资源配置与管理

为了解决资源配置不合理的问题，施工单位需建立完善的物资采购与库存管理系统，确保材料按时按质按量供应。利用现代信息技术，如ERP（Enterprise Resource Planning）系统，实现供应链的透明化管理，保证材料采购、仓储、配送等环节的无缝衔接。加强机械设备的维护保养，根据《建筑施工机械使用安全技术规程》JGJ 33-2012的要求，定期对设备进行检修和保养，确保其始终处于最佳工作状态。对于关键设备，还需建立预防性维护计划，通过监测设备运行参数（如温度、振动频率等），提前预测可能发生的故障，减少非计划停机时间。合理安排人力资源，避免过度劳累，确保施工队伍始终保持高效运转^[2]。通过实施弹性工作制、轮班制度等方式，减轻员工的工作压力，并定期组织健康检查，保障员工的身体健康。

3.3 提升技术水平与创新能力

针对安全管理不到位的问题，首要任务是加大宣传力度，广泛普及《中华人民共和国安全生产法》及相关法律法规，从根本上提升全体职工的安全意识。通过举办安全知识竞赛、张贴安全生产宣传海报、发放安全生产手册等多样化活动，结合生动的案例分析，使每一位员工都能深刻理解安全生产对于个人生命安全和项目顺利进行的重要性。

在此基础上，进一步强化了责任追究机制，确保各项安全制度得以严格执行。通过签订安全生产责任书，明确从项目经理到一线工人的各级管理人员安全职责，并细化了具体岗位的安全操作规程，确保防护装备的专业性和合规性。依据《生产安全事故报告和调查处理条例》迅速处理安全事故，严格追究相关责任人的法律责任，以此形成强大的震慑效应。

要定期组织安全演练，模拟火灾逃生、高处坠落救援等场景，提升全体员工的应急处置能力和自救互救技能。演练过程中，注重考核验证，确保每位员工都能熟练掌握应急逃生路线和正确使用个人防护装备。持续开展安全教育培训，邀请行业专家讲解最新的安全法规、技术标准及案例分析，确保员工知识体系与时俱进，掌握最新的防护装备使用方法、风险评估方

法等,从而全面提升安全管理工作的专业性和实效性。

3.4 构建信息化沟通平台

为改善信息沟通不畅的问题,建议采用现代化信息技术手段,构建统一的信息共享平台。通过BIM(Building Information Modeling)等工具实现数据集成与共享,促进各方协同工作。依据《建筑信息模型施工应用标准》GB/T 51235-2017,提高信息传递效率,减少因信息不对称导致的决策错误。在实际应用中,可以利用物联网(IoT)技术收集现场数据,通过大数据分析技术对数据进行处理,为决策提供支持^[3]。还可以通过云计算技术实现远程协作,使不同地点的团队人员能够实时共享信息,提高工作效率。为了确保信息安全,还需制定严格的数据保护政策,采用加密技术保护敏感信息,防止数据泄露。

4 土木工程施工现场质量控制实践

4.1 原材料质量把关

原材料的质量直接影响工程的整体品质。在采购阶段,应严格筛选供应商,并根据《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300-2013对进场材料进行检验。如,在选用钢筋时,需确保其符合GB/T 1499.2-2018《钢筋混凝土用钢 第2部分:热轧带肋钢筋》标准,并附有出厂检验报告。水泥则应满足GB 175-2007《通用硅酸盐水泥》的要求。砂石料需经过筛分,去除杂质,确保粒径分布均匀。材料入库后,需按类别分区存放,避免混杂污染。定期抽检,确保材料在运输和储存过程中不受损,保持原有性能。通过严格的材料检验程序,从源头上控制质量,为后续施工奠定坚实的基础。

4.2 施工过程质量控制

施工过程中的质量控制至关重要。施工单位需制定详细的施工计划,并依据ISO 9001:2015标准建立质量管理体系。在实际操作中,严格按照设计图纸和技术规范执行,确保每一项工序都达到预期标准^[4]。如,在混凝土浇筑过程中,必须控制好配合比、振捣密度等参数,确保混凝土强度符合设计要求。对于隐蔽工程等重要环节,应加强监督与检测,防止留下质量隐患。施工完成后,通过回弹仪等设备检测混凝土强度,确保其不低于设计值。对于模板安装、钢筋绑扎等工序,需严格遵守《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2015中的相关规定,确保施工质量。

4.3 第三方检测机构介入

引入第三方专业检测机构参与工程质量控制,有助于客观评价工程现状。这些机构通常具备先进的检测技术和丰富的经验,能准确判断工程是否存在潜在

问题。例如,采用超声波检测技术检查混凝土内部是否有裂缝或空洞;利用地质雷达探测地下管线分布情况,确保开挖作业不会破坏既有设施。依据《建设工程质量管理条例》,第三方检测结果将成为工程验收的重要依据之一。通过对比检测数据与设计值,及时调整施工方案,消除质量缺陷。第三方检测机构的参与,提升了工程质量的透明度和可信度,为工程验收提供了科学依据。

4.4 竣工验收与后期维护

竣工验收是对工程质量的最终确认。应按照相关验收标准进行全面细致的检查,确保各项指标符合设计要求^[5]。如,对钢结构进行磁粉探伤,检查焊缝是否存在缺陷;使用全站仪测量建筑物垂直度偏差,确保其在允许范围内。验收合格后,还需制定详细的后期维护计划,明确各方责任,定期进行检修保养,延长建筑物的使用寿命。《房屋建筑和市政基础设施工程竣工验收备案管理办法》明确了竣工验收的具体流程与要求。在维护阶段,应建立长期监测机制,定期检查建筑物结构稳定性,及时修补可能出现的裂缝或其他损伤,确保建筑安全可靠。通过系统的后期维护,不仅能够延长建筑寿命,还能保障使用者的安全。

5 结束语

土木工程施工现场的安全管理和质量控制是工程建设的重要环节。通过建立健全安全管理制度、加强安全教育培训、做好安全防护措施、加强施工现场安全检查等安全管理方法,以及建立质量管理体系、加强原材料质量控制、严格控制施工过程质量、加强质量检验与验收等质量控制实践,可以有效地保障土木工程施工的安全与质量。同时,应正确认识安全管理与质量控制的关系,将二者有机结合起来,实现安全与质量的双赢。

参考文献:

- [1] 李辉成.公路养护工程施工现场安全管理存在的问题及解决方法[J].现代职业安全,2023(06):86-89.
- [2] 陈钊,孙景楠,周子龙,等.基于DEA方法的公路工程施工现场安全管理绩效评价研究[J].长沙理工大学学报:自然科学版,2022,19(01):105-114.
- [3] 李伟.土木工程施工现场安全管理与质量控制[J].四川水泥,2022(03):179-180,183.
- [4] 王文明.土木工程施工现场安全管理[J].散装水泥,2021(02):54-55.
- [5] 詹阅研.浅谈加强土木工程施工现场安全管理[J].散装水泥,2020(01):55-56.

沥青混凝土公路施工技术在公路工程施工中的实践

赵瑞丰

(宁夏交通建设股份有限公司, 宁夏 银川 750001)

摘要 在现代公路工程建设过程中, 沥青混凝土是路面施工中的重要施工原材料, 其施工技术水平对公路工程的整体施工质量和效率均会产生较大的影响。因此, 施工单位应加强对沥青混凝土施工技术的研究, 充分了解其技术要点, 并要在公路工程施工实践中结合实际情况以及施工要求合理应用沥青混凝土技术, 以充分发挥沥青混凝土在提高公路工程耐久性以及路用性能等方面的技术优势, 从而为公路工程施工建设的顺利实施提供重要的技术支持。

关键词 公路工程; 沥青混凝土; 路面结构

中图分类号: TU528.42

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0052-03

随着我国公路工程建设力度的不断加大, 对相关施工技术也提出了更高的要求。所谓沥青混凝土也就是将沥青作为胶料, 并与砾石以及碎石等骨料混合而成的公路工程施工原材料。由于沥青混凝土不仅能够有效提高公路路面结构的可塑性以及弹性, 而且可以降低行车噪声, 改善行车体验, 因此在公路路面施工中得到了广泛的应用。施工单位应充分了解沥青混凝土材料的性质特征, 准确掌握其拌和、运输、摊铺以及碾压等相关施工技术要点, 提高沥青混凝土施工操作的规范性, 以促进公路路面施工质量的全面提升, 从而推动我国公路建设事业的现代化发展。

1 公路工程施工中沥青混凝土技术应用重要性分析

1.1 能够有效提升公路路面施工质量

与水泥混凝土等施工材料相比, 应用沥青混凝土技术进行公路工程施工时, 由于施工材料中的胶料主要为沥青, 其在力学性能以及工程性能等方面具有明显的优势, 可以使公路路面结构的可塑性以及弹性等得到明显的改善, 这使得路面结构具有更好的稳定性, 且在承压或受到冲击时能够具备较强的载荷性能和抗压能力^[1], 因此沥青混凝土技术在公路工程施工中具有较高的应用价值。

1.2 能够有效提升公路工程路用性能

在公路工程施工中应用沥青混凝土技术可以提高路面结构的平整度以及柔性, 减小行车过程中的噪声污染, 使车辆在公路上行驶时能够获得更为舒适的行车体验。同时, 通过沥青混凝土施工技术的应用还可

以加大路面与轮胎之间的附着力, 确保车辆在遇到紧急情况时能够及时降低车速, 更好地保证公路交通安全。

2 公路工程施工实践中沥青混凝土技术分析

2.1 沥青混凝土施工准备阶段技术要点分析

1. 详细审核施工图。在沥青混凝土施工前, 施工单位应组织专业技术人员会同工程设计方以及监理方等相关方对施工图进行详细的审核。审核时应充分理解设计意图, 并以招标文件内的项目要求等为依据, 认真核对施工图中所标注的各项参数, 以确保施工图能够与公路工程施工现场的实际情况相一致。如果在审核过程中发现有存在问题时, 应及时与设计方等进行沟通反馈, 并提出改进意见和建议, 从而为沥青混凝土施工的顺利进行提供可靠的指导依据。

2. 制定科学的施工技术方案。在施工准备阶段, 施工单位还应制定科学的施工技术方案。为提高施工技术方案的合理性以及可行性, 施工单位可以通过现场试验以及试验段的试铺来验证各项技术参数, 以确保沥青混凝土的松铺系数、碾压遍数及温度等关键性技术参数的设置能够满足沥青混凝土施工技术规范要求^[2]。同时, 在制定施工技术方案时, 施工单位应准确把握施工中的重难点技术环节, 并要提前制定相应的对策, 以保证施工能够顺利实施。在完成施工方案的制定后还应做好技术交底工作, 使所有参建人员均能够熟悉沥青混凝土施工的各项技术要点以及操作流程, 从而为提高施工质量和效率奠定良好的基础。

3. 严格控制施工原材料的质量性能。沥青混凝土

材料的质量性能直接关系到公路工程的施工质量。因此,在施工准备阶段,施工单位应严格按照设计标准加强对沥青混凝土原材料质量的控制。施工单位应以工程设计要求为标准采购相应的沥青以及骨料等各种原材料,确保沥青性能能够与公路建设等级要求以及施工段的环境特点、设计载荷等相适应。骨料的选择应按照因地制宜原则,在保证其质量的基础上就近选择供货厂商,以降低运输成本。

4. 合理配置施工机械。目前在公路工程的沥青混凝土施工中主要采用的是机械作业方式,因此施工单位应根据施工方案要求以及施工现场的实际情况合理配置相应类型型号以及吨位的施工机械设备,且施工设备的台数应满足施工段连续施工要求。当施工机械设备进场后应统一停放在指定位置。施工单位还应指派专业技术人员做好施工机械设备的维护检修工作,及时发现并排除设备故障隐患,确保机械设备状态良好,以保证施工质量和效率,并防止因设备故障引发重大安全事故。

2.2 沥青混凝土施工阶段技术要点分析

1. 准确测放施工控制线。施工技术人员应使用具有较高精度的策略仪器设备严格按照施工图要求,准确测放公路工程路面施工界线、标高、中心线以及横纵坡等施工控制线,且应在测定后做好标记。标识应清晰,以便为后续的施工提供可靠的参照基准。

2. 复核检验沥青混合料各项指标参数。在公路工程沥青混凝土施工过程中,当施工原材料运抵施工现场后,施工单位应指派专业技术人员以及质检人员等对各批次原材料进行详细的复核检验,以确保其质量性能能够符合施工要求。目前在公路工程施工实践中多采用石油沥青,部分设计荷载较高或者存在连续长陡纵坡的路段则会使用改性沥青材料。施工单位应采取抽检等方式对其各项指标参数进行检测。沥青混凝土混合料中的粗细骨料一般为碎石或者砾石等。施工人员应认真检测粗细骨料的粒径、含泥量以及含水率,在此基础上还应重点检测粗骨料的表观相对密度、吸水率以及石料压碎值,以及细骨料的表观相对密度、棱角性以及亚甲蓝值等各项指标参数,确保其质量性能以及级配均能够达到沥青混凝土施工技术规范要求^[3]。此外,技术人员还应注意检验沥青混凝土材料高温性能。在检测试验中应结合施工现场的温度等实际情况合理设置试验温度、拌和温度、压实温度等各项试验参数,且应规范制作试件,以确保试验检测结果能够客观真实反映沥青混凝土混合料的实际高温性能。进

场后的施工原材料应存放在指定地点,存放场地应为硬质地面,各种原材料应按照种类以及规格的不同分别存放。施工人员应在集料上覆盖土工布,且应做好施工材料的防潮、防水等各项保护隔离措施,以避免其在存放过程中受损而出现质量下降等情况。

3. 验证优化沥青混合料配合比。施工单位应组织技术人员通过现场试验对沥青混凝土混合料的设计配合比进行验证。技术人员可以通过试拌、试铺等方法来对不同配合比条件下的沥青混凝土材料的实际施工情况进行对比分析,以便对其进行进一步的优化改进,确保混合料的配合比能够与施工现场的实际情况相适应。

4. 准确掌握沥青混凝土材料拌和施工技术要点。拌和是公路工程沥青混凝土施工中的关键性技术环节之一。施工单位应充分了解施工段以及周边地区的实际情况,合理选择拌合站位置,避免拌合站与施工场地之间距离过远,且拌合站与施工现场之间应有较为便利、畅通的交通运输条件。在拌和施工时,施工单位应结合沥青材料的具体种类和性质特征选择相应的拌和工艺。如施工中采用的是液态改性沥青时,一般可采用冷拌方式,与骨料直接进行拌和。而如果施工中采用的是常温固态沥青材料时,则应采用热拌方法对沥青进行加热,之后方可与骨料混合搅拌^[4]。热拌工艺能够提高沥青混凝土材料的质量性能,不过其在运输以及存放等方面存在一定的技术难度。在拌和作业时,施工人员应按照以确定的配合比精确计量各成分的具体用量,依次投入各种原材料。搅拌应均匀充分,且应严格控制搅拌时间和温度,确保沥青混凝土各部分性质一致。施工单位应结合现场施工进度合理控制沥青混凝土的拌和量,确保制备完成的沥青混凝土能够及时使用完毕,且能够满足连续摊铺施工要求。在每批次沥青混凝土拌和完毕后均应对其工程性能进行检测,检验合格后方可装车运输。

5. 准确掌握沥青混凝土材料运输施工技术要点。在运输沥青混凝土时,施工单位应采用专业自卸车辆,且应科学规划运输路线。为避免沥青混凝土在运输过程中出现质量下降情况,应尽量缩短运输距离,并选择较为平坦便捷的运输线路。而在确定运输车辆的吨位时则应充分考虑现场摊铺施工需要以及运输距离等要素,统筹应采用 15 t 到 20 t 左右的自卸车辆。装车前,施工人员应对运输车辆的车厢内部进行彻底的清理,不得有积水以及其他杂物残留。施工人员应在车厢底板以及侧壁内部均匀涂抹油性涂料,以防止沥青混凝土材料黏附。同时,施工单位应提前对运输道路进行

勘察和维护,为保证沥青混凝土的高效顺畅运输创造良好的前提条件。装车时应前后移动车辆,使沥青混凝土能够在车辆分布均匀^[5]。在完成装车后,还应根据环境温度等采取覆盖篷布或者设置遮阳避风设施等方式避免沥青混凝土受外界温度以及大风等因素的影响。在运输车辆到达施工现场时,应对车辆进行必要的清理,防止其污染路面。自卸车辆应按照现场统一指挥要求停放,合理保持其与摊铺机之间的间距,以确保沥青混凝土摊铺作业能够顺利进行。

6. 准确掌握沥青混凝土摊铺施工技术要点。摊铺是公路工程沥青混凝土施工过程中的关键性技术,施工人员应准确掌握沥青混凝土摊铺施工技术要点,以保证施工质量。摊铺施工前,施工人员应做好施工段基面的清理工作,避免有积水或者其他杂物残留在基面上。当基层清洗干净后应采用乳化沥青作为透层油撒布在基面上。透层油的撒布应均匀全面,且应合理控制其厚度。沥青混凝土的摊铺应连续进行。施工人员应先对摊铺机的熨平板进行约15 min的预热处理,待其温度达到施工要求后方可开始摊铺作业。在摊铺过程中应合理控制摊铺机的行进速度,且应匀速慢行,不得随意变速或停顿。通常在摊铺底层以及中层沥青混凝土时,摊铺机的行驶速度应为3 m/min到4 m/min之间;而摊铺顶层沥青混凝土时的摊铺机速度则一般应保持在2 m/min到2.53 m/min左右。摊铺机操作人员应严格按照试铺时所确定的技术参数准确控制其行进速度。同时,为保证供料的稳定性,施工人员应注意控制螺旋送料器内沥青混凝土量,确保其高于螺旋叶片位置。为防止沥青混凝土摊铺施工中有纵向裂缝出现,在采用半幅摊铺以及两幅摊铺等施工方式时应合理控制摊铺重叠度。同时,施工单位应指派专人随时检测沥青混凝土的摊铺温度,以保证施工质量。如果在沥青混凝土的摊铺施工中遇到降雨或者环境温度降低10℃以下时,应暂停摊铺,以避免低温及雨水影响沥青混凝土的性能。应在摊铺机完成作业后继续保持作业状态,并开出约10 m左右的距离,以确保碾压施工能够顺利衔接。

7. 准确掌握沥青混凝土碾压施工技术要点。沥青混凝土的碾压施工通常需要经过初、复压以及终压这三个阶段。施工单位应根据试验段的试压数据合理确定碾压方式、碾压遍数以及压路机的类型和行驶速度等各项技术参数,且应在碾压过程中注意控制沥青混凝土的碾压温度,以提高施工质量。碾压施工时一般应按照由外向内、从低到高的顺序逐步推进。如采用

多台压路机同时作业,则应注意控制重叠度,通常量相邻压路机的碾压轨迹应保持1/2到1/3左右轮宽的重叠度,使路面碾压全面均匀,且压实度能够达到施工技术标准。在碾压过程中压路机应保持匀速,不得随意停顿、变速或调头。在启动或者停止压路机时,减速应缓慢,以减少对沥青混凝土路面结构的冲击。从碾轧酸折回时,应按齿形排列压路机,且应注意控制碾压方向,及时调整碾压路线,避免沥青混凝土被推移。为避免以碾压完成路面被损坏,严禁在未彻底冷却路段上停放压路机,或者在此进行掉头转向等操作,且在已成型路面上行驶时应将压路机的振动功能关闭,避免对路面平整度产生不利的影晌。

8. 准确掌握沥青混凝土路面接缝处理施工技术要点。接缝处理是沥青混凝土施工技术中的重难点环节。在沥青混凝土摊铺施工时,应将相邻两层的接缝采取错开设置方式,通常纵缝错开间距应控制在0.15 m以内,而横缝错开间距则应控制在1 m以内。同时,对接缝可以采取先进行横向跨缝碾压处理方式,之后再再进行纵向碾压,以保证沥青混凝土路面的整体平整度。

3 结束语

在现代公路工程的施工建设中广泛使用了沥青混凝土,因此其施工技术直接关系到公路工程质量。施工单位应充分了解沥青混凝土技术,不断总结施工实践经验,以准确掌握沥青混凝土施工中各工序环节的技术要点。同时,在施工实践中应用沥青混凝土技术时应结合公路工程施工现场的实际情况制定科学的施工技术方案,合理确定各项技术参数,且应确保各项施工技术的应用规范、高效,从而为全面提升公路工程的结构强度和承载能力、延长其使用寿命、改善其路用性能提供技术支撑。

参考文献:

- [1] 孙科学. 沥青混凝土公路施工技术在公路工程施工中的实践探讨[J]. 户外装备, 2020(12):362.
- [2] 刁广智. 沥青混凝土公路施工技术在公路工程施工中的应用[J]. 四川建材, 2023,49(02):156-158.
- [3] 李奇伟. 沥青混凝土施工技术在公路工程施工中的实践研究[J]. 电脑爱好者:普及版, 2021(10):93-94.
- [4] 孙敏娟. 基于新型泡沫轻质混凝土的高速公路路基拓宽施工技术[J]. 中国公路, 2023(12):113-115.
- [5] 张伟. 沥青混凝土公路施工技术要点[J]. 四川建材, 2023,49(08):92-94.

建筑安装工程成本控制策略分析

苏连法

(深圳市中正招标有限公司, 广东 深圳 518000)

摘要 本研究对建筑安装工程中成本控制的实施方法及重要性进行了深入探究。首先, 对建筑安装工程的定义及范围进行了概述, 着重强调了成本控制对工程管理的核心地位。然后, 对影响建筑安装工程成本的关键因素进行了详细的分析, 主要包括人力资源、材料、设备和管理费用等。根据这些影响因素提出了初步预算编制、定期进行成本分析和核算以及成本管理软件的应用等一系列具体的成本控制策略。通过这些策略的制定, 旨在为促进企业优化成本、提高经济效益提供借鉴。

关键词 建筑安装工程; 成本控制; 预算编制; 成本分析

中图分类号: TU723

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0055-03

在建筑行业不断发展的今天, 建筑安装工程成本控制已经成为保证工程经济效益以及企业不断发展的关键环节。文章旨在通过对建筑安装工程中成本控制要点的综合分析, 为企业提供系统化和专业化的管理方案。

1 建筑安装工程成本控制概述

1.1 建筑安装工程的定义和范围

建筑安装工程是指在建筑物或者构筑物内部, 及其附属设施中, 对各种设备、管道和线路进行安装的过程。其涉及范围广泛, 既涉及电气照明、给排水、暖通空调、消防报警等系统的安装, 又涉及智能化、通信等高科技设备的配置。这些安装工程作为建筑实现其功能的关键一环, 对保证建筑安全性、舒适性及智能化具有十分重要的意义。

1.2 成本控制在建筑安装工程中的重要性

就建筑安装工程而言, 成本控制作为项目管理中最重要的一环, 其重要性不容忽视。有效地进行成本控制, 不仅关系着企业的经济效益, 而且对工程进度和质量也有着直接的影响^[1]。通过准确的成本预算可以使企业对资源与资金分配进行预见性的规划, 其中包括人力、物力、财力等, 以保证在项目实施期间, 资源能按时、按量、按质就位, 为项目顺利实施提供坚实的保障。这一过程的科学性、前瞻性直接关系到项目能否按预定时间节点、质量标准完成。同时, 成本控制也起到了监测项目进度, 及时发现存在问题的作用。严格的成本监控机制可以随时关注项目执行期间的每笔支出, 并保证这些支出处于预算的范围内, 并且及时发现并解决成本超支或者资源浪费等现象。这种精细的成本管理不仅有助于企业避免不必要的经

济损失, 也可以保证每项投入能够产生最大的收益, 实现最大的经济效益。同时, 根据工程实际情况进行成本调整, 可以使资源配置达到最优化, 实现成本的最小化和利益的最大化。更重要的是, 成本控制在增强企业市场竞争力方面起着至关重要的作用。在市场竞争激烈竞争的环境下, 一个企业想要脱颖而出, 就要在成本控制方面下功夫。合理的成本控制策略有助于企业降低运营成本、增加盈利能力, 进而在价格竞争中处于有利地位。另外, 做好成本控制工作也是企业管理水平与专业素养的集中体现, 有利于提高企业品牌形象与市场信誉, 进一步稳固与拓展市场份额。

2 建筑安装工程成本影响因素分析

2.1 人力资源成本

建筑安装工程人力资源成本是决定工程总成本最主要的因素之一。第一, 员工基本工资。确定工资需考虑行业薪酬水平、员工工作经验、技能水平和职位重要程度等因素。合理的薪酬体系可以激励员工更好地投入到工作中去, 提升工作效率, 进而给企业带来更多价值。但是过高的薪酬水平将加大企业运营成本, 所以, 企业必须在确保员工满意度与控制成本之间寻求平衡点。第二, 绩效奖金。绩效奖金是为了鼓励员工更出色地完成任务和提高效率而设置。企业可结合项目完成情况、员工工作表现情况制定绩效奖金分配标准及金额。合理的绩效奖金制度可以调动员工工作积极性和提升项目实施效果。第三, 社会保险费用及福利。根据国家的法律和法规, 企业有责任为其员工支付各种社会保险费用, 包括养老保险、医疗保险以及失业保险等。同时, 为提高员工对工作的满意度与

忠诚度，公司还要给予一些福利待遇，比如带薪休假、节日福利以及定期体检等。这些成本在加大企业运营成本的同时，对稳定员工队伍和提升企业形象却有着十分重要的作用。第四，员工的培训及发展费用。在科技不断进步、行业标准不断更新换代的今天，企业定期开展员工培训来促进员工技能与知识水平的提高。同时，要想维持企业竞争力也必须给员工一个职业发展的机会与平台。这些培训与发展费用尽管在短期内会使企业成本增加，但是从长远看却可以为企业造就更多的高素质人才，增强其整体竞争力。建筑安装工程成本影响因素如图1所示。

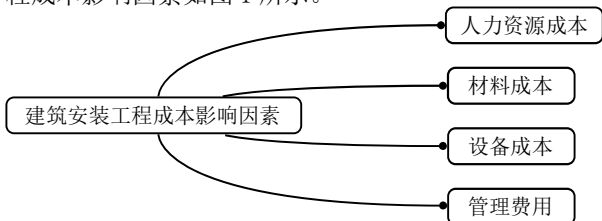


图1 建筑安装工程成本影响因素

2.2 材料成本

材料成本作为建筑安装工程最关键的成本因素之一，对工程的总成本以及经济效益都有着直接的影响^[2]。第一，原材料采购成本在材料成本中所占比重最大。采购成本取决于市场供需关系、原材料质量与品牌、采购数量与时机等因素。企业需密切注意市场动态和原材料价格变动趋势，才能适时采购。同时，企业也要与供应商保持良好的关系，以保证原材料稳定供应及优惠价格。第二，运输费用在材料成本中所占比重亦不容忽视。原材料的运输距离、运输方式和运输过程中的损耗对运输费用都有影响。企业必须对运输路线以及运输方式进行合理的规划，从而减少运输成本。同时，为降低运输过程的损耗，企业也需对原材料进行妥善的包装与保护。第三，仓储费用在材料成本中所占比例较大。储存原材料需占用部分仓库空间且需经常盘点与维护。企业必须对仓库使用空间进行合理的规划以提高其利用率。同时，为降低原材料损耗与浪费，企业也必须制定完善的库存管理制度以及出库与入库流程。第四，材料损耗也是材料成本中不可忽视的因素。建筑安装工程当中，会因为施工操作不规范、材料质量出现问题等种种原因造成材料流失。企业需强化施工现场管理与监管，提升施工人员技能，从而降低材料损失。同时，对损耗大的材料，企业可采取适当措施进行回收利用，降低材料成本。

2.3 设备成本

建筑安装工程的关键要素之一就是设备成本，其

涉及设备购置、租赁、运输、安装调试、使用维护及更新替换等诸多方面。设备购置成本在设备成本中占很大比重，由设备类型、规格、品牌和市场供需状况等诸多因素决定。在设备购置上，企业需充分考虑到项目的实际需求，购买性能稳定、工艺先进、价格适中的设备。同时，企业也可通过建立与供应商的长期合作关系和采取集中采购的办法降低购置成本。除购置成本以外，租赁设备费用在设备成本中所占比重也不容忽视。对某些大型、昂贵的设备，公司为了减少初期投资，可能选择租赁。企业租赁设备时需考虑租赁期限、租金支付方式和设备维护保养等因素，保证租赁成本合理。设备的运输及安装调试费用也是设备成本的一个重要组成部分。企业需选择适合自己的运输方式，并配备专业安装调试团队才能保证设备安全运输、精准安装。同时，为减少该部分成本，公司可与运输公司、安装调试团队等建立长期合作关系，以获得更加优惠的价格及服务。设备使用过程中，维护保养费用也是必不可少的。定期维护保养能够延长设备使用寿命、降低故障出现概率，进而减少设备更新、替换费用。企业必须制定一套完整的设备维护保养制度，以保证设备正常工作及性能稳定。最后，由于科技在进步，工程需求也在改变，可能会对设备进行更新或者更换。企业在编制设备更新计划时需充分考虑技术发展趋势及市场需求变化，购买性能优越且高效的新型设备，从而提升工程质量与效益。

2.4 管理费用

管理费用涉及项目管理、行政运营和财务管理等诸多方面。第一，项目管理费用是管理费用的核心内容。其中包括项目计划及进度制定及控制、项目风险评估与管理及其他费用。为保证工程顺利实施和按期交付使用，企业在项目管理中需投入充足资源，不可避免地要产生一些费用问题。但企业通过对项目进行合理规划、对团队进行高效管理等措施，能够减少项目管理费用、提升项目整体效益。如引进先进项目管理工具与方法对项目进度进行实时跟踪与控制，可有效规避进度延误、成本超支等风险；同时，项目风险评估机制的建立以及潜在风险的及时识别与管控也可以进一步减少项目管理的成本。第二，行政运营费用在管理费用中所占比重也较大。其中包括企业在日常经营过程中需要购买的办公用品、办公场地租金、水电费用等。为降低这一部分成本，企业可从优化办公流程、实行电子化办公和节约能源等方面入手，以减少无谓的开支。比如，通过对办公流程进行优化，减少不必要的环节与人员，能够提高工作效率，并降低相关成本；

推行电子化办公可减少纸质文件用量,降低打印及存储成本。第三,财务管理费用是一个不可忽视的组成部分,包括财务软件购置和维护费用、财务审计和税务咨询费用等。为保证企业财务状况清晰透明、合规正当,就必须投入部分资源开展财务管理工作。但是通过财务规划的合理性以及资金管理的高效性,能够使企业财务管理费用减少,经济效益得到提升。比如,通过编制合理的财务预算、资金计划等,使企业能够保证资金得到合理利用、有效配置;同时,企业通过强化内部控制与风险管理,能够降低财务风险,减少不必要的损失。

3 建筑安装工程成本控制策略

3.1 初步预算编制

建筑安装工程的初步预算编制对成本控制来说非常关键^[3]。该环节为整个工程的成本管理、资源配置等提供了一个基本框架。初步预算编制既需要精细的数据分析,又要有前瞻性市场洞察与风险评估。在编制时,要综合分析工程项目中的每一个环节,如土方开挖、设备安装、原材料采购、人员配备等,每一个环节都要准确计算、合理规划。同时,市场价格波动、劳动力成本变动和潜在风险因素也必须被考虑在内。另外,还需要制定灵活的预算方案,以应对在项目执行期间可能发生的变化。通过对历史数据、市场行情及项目特性等因素进行全面考虑,可以编制出兼具科学性和实用性的初步预算,为之后的成本控制工作打下扎实的基础。初步预算编制后还要进行多方的审核与探讨,以保证预算的合理性与可行性。

3.2 成本分析与核算

在建筑安装工程中,成本分析和核算是涉及对项目实际成本的深入分析与精确计算,目的在于保证项目成本得到有效管理与优化^[4]。成本分析不仅关注直接成本如材料费和人工费,还涉及间接成本如管理费和税费。只有对项目成本进行细致的成本分析才能对项目成本构成及分配情况有一个全面的了解,才能确定成本超支或者节约的主要原因,并根据这些因素对成本控制策略进行相应的调整。在执行成本分析的过程中,必须综合应用多种不同的分析手段,包括比较分析和趋势分析,以便更好地揭示成本波动的内在规律和发展趋势。同时,成本核算的准确性也至关重要。通过采用准确的核算方法才能确保成本数据真实、可靠,从而对管理决策起到强有力的辅助作用。另外,成本分析及核算需紧密结合项目进度及质量控制。项目实施过程中要定期或者不定期进行成本分析和核算,

及时发现成本异常,并采取适当调整措施。同时应与项目团队及相关方进行沟通和协调,共同为成本优化寻求解决方案。

3.3 成本管理软件应用

在信息技术快速发展的今天,成本管理软件以其强大的数据处理与分析功能给项目管理者提供了方便有效的成本控制工具^[5]。在选择软件时,要注重其实用性、灵活性与安全性,以保证能满足项目成本控制工作的现实需要。通过成本管理软件能够对成本数据进行实时录入、查询、分析以及报表生成。该软件可以按照预设算法及模型协助我们编制合理的初步预算及对项目实施过程进行成本动态监控。该软件在实际成本与预算出现偏差时会及时报警,并提醒管理者做出相应调整。另外,该软件还可以提供多维度成本分析报表、图表展示等功能,有助于管理者更加直观地了解项目成本状况及风险点。成本管理软件应用过程中,需要保证数据准确、完整,并且要定期更新、维护软件,才能保证软件的平稳运行。同时对项目团队成员进行软件使用能力的培训与指导也非常关键。在先进成本管理软件的帮助下,可以显著提高建筑安装工程成本控制的效率与精度,为工程的顺利进行以及企业可持续发展提供强有力的保障。

4 结束语

在建筑行业不断进步和发展的背景下,建筑安装工程中的成本控制显得愈发重要。本研究在对建筑安装工程成本控制核心要素进行深入剖析的基础上,提出了一系列可行性成本控制策略。这些策略不但有利于企业优化成本结构、促进经济效益的提高,而且也作为建筑安装工程顺利实施提供强有力的保证。希望本研究可以为相关企业进行成本控制提供一些有用的借鉴和指导,从而共同促进建筑行业的持续健康发展。

参考文献:

- [1] 陈国玲. 建筑安装工程造价预算与成本控制措施研究[J]. 中国住宅设施, 2024(01):133-135.
- [2] 苏奕场. 建筑机电安装工程的造价管理及成本控制方法[J]. 低碳世界, 2023,13(12):175-177.
- [3] 王媛媛. 基于建筑安装工程造价预算与成本控制策略分析[J]. 居业, 2023(09):193-195.
- [4] 张新鹏. 深入分析建筑机电安装工程的造价管理及成本控制方法[J]. 陶瓷, 2023(09):137-139.
- [5] 张敬淞. 建筑安装工程预算和成本控制对策[J]. 散装水泥, 2023(02):55-57.

综合整修施工项目成本精细化管理研究

李康昌

(深圳华昱东部高速公路有限公司, 广东 深圳 518000)

摘要 综合整修施工项目作为一项基础性工程项目, 具有系统性和复杂性的特点。在综合整修施工项目管理中往往存在着多个方面, 有着多种要求, 并受到诸多因素的影响。如此一来, 便很容易造成综合整修施工项目的质量、安全问题, 也很容易产生不必要的成本支出。因此, 这就需要做综合整修施工项目的成本精细化管理。通过采取精细化管理方式, 把握成本管理的各个方面、各个要点, 提升成本管理的有效性, 实现综合整修施工项目的良性发展。

关键词 综合整修施工项目; 成本; 精细化管理

中图分类号: TU723

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0058-03

施工成本管理是综合整修施工项目管理中的基础性内容。通过开展成本管理工作, 更有利于把握综合整修施工项目管理中的各个方面, 聚焦各个环节和各个工序, 分析其中的成本支出问题, 控制不必要的成本支出, 实现经济效益目标。但同时, 综合整修施工项目成本管理也是一项十分复杂的工作, 涉及多个方面, 也会受到多种因素影响。因此, 这就需要在综合整修施工项目成本管理中树立起精细化管理理念, 建立精细化成本管理方案模式, 全面提升综合整修施工项目成本管理的效果, 实现综合整修施工项目的良性发展目标。

1 综合整修施工项目成本管理的概念

成本管理是综合整修施工项目管理的重要内容。其中, 综合整修施工项目的成本主要指的是在项目建设中承包方以施工项目作为主要的成本核算对象, 从而在项目建设期间所产生的各项价值, 然后以货币形式对价值进行体现。故综合整修施工项目的成本更多受到施工技术、施工管理、施工组织措施等方面因素的影响。

开展综合整修施工项目成本管理, 需要建立在确保施工安全、工程质量符合标准与工程工期符合要求的前提下, 可通过技术、经济、组织等一系列措施来完成成本管理。在此基础上, 保证工程成本管理能够达到预定的成本目标, 能够在最大程度上降低施工项目投入的成本费用, 保证工程的利润空间, 提高企业的经济效益。

综合整修施工项目成本管理是一个不断变化的动态过程, 需要为施工项目的全过程进行服务^[1]。具体

来看, 包括但不限于综合整修施工项目的招投标阶段、施工阶段、竣工阶段等, 在工程项目完整管理体系中有着十分重要的价值和作用。因此, 需要企业和管理人员能够提高成本管理的重视度, 结合工程实际情况, 更精准、细致地做好综合整修施工项目成本管理的优化与完善。

2 精细化管理的概念

精细化管理是一种更为先进的管理理念。在精细化管理的过程中, 通过标准化、数据化、信息化和程序化的方式来面向工程项目组织管理的各个单元。同时, 精细化管理也能够面向管理目标进行更充分的细化与分解, 保证管理目标的落实能够发挥出更好的作用。

对综合整修施工项目成本精细化管理的特征进行分析, 需要同时把握管理的过程、内容、质量和效果, 具体到每一个环节和细节中, 并关注量化、绩效、执行、结果等各个方面。开展综合整修施工项目成本精细化管理, 一方面能够帮助企业和工程项目有效减少成本的支出, 另一方面也能够企业的控制中心中纳入生产流程, 在过程控制的基础上实现经济效益目标^[2]。因此, 当前综合整修施工项目成本管理中, 还需要切实做好精细化管理模式的建设。

3 精细化管理的内容

综合整修施工项目成本管理中, 精细化管理是一种更加先进有效的管理模式, 涉及十分丰富的内容, 并贯穿于工程经济活动的全部过程, 包括但不限于规范要求、审核过程、分析规划过程、流程控制过程等。精细化管理作为一种更全面、更充分的管理, 可对综合整修施工项目的成本管理进行有效的细化处理。

第一，操作精细化。综合整修施工项目管理中所包括的每一项活动和每一个行为，均需要明确其中的具体要求和具体规范，需要把握好其中的每一个人员参与，然后在人员工作执行的过程中同样遵守相关规则，方能够在各项活动中达到更加标准的效果。

第二，控制精细化。综合整修施工项目成本精细化管理中，需要在前期明确具体的流程，提供详细的计划支持，然后在流程的指导下，避免工程项目管理出现失误。

第三，核算精细化。开展综合整修施工项目成本精细化管理，需要关注多个方面，尤其是把握财务活动，针对其中的账目往来做好详细的记录分析，以此来最大程度上降低企业的非必要损失。

第四，规划精细化。企业在综合整修施工项目成本精细化管理中，需要保证各项目标的执行与规划均有章可循。

4 综合整修施工项目成本精细化管理存在的问题

4.1 合同管理问题

综合整修施工项目招投标过程中，部分施工单位为了能够成功中标，往往会采取压低报价的方式。如此一来，便影响了企业的利润空间。同时，从综合整修施工项目签订角度来看，同样未能够对项目双方的权利和义务进行明确，包括合同的内容、合同的条款表述等，不能够保证明确性和清晰性。之后，在具体实施的过程中，不能够按照合同条款的规定进行操作，或者是依托于口头指令进行工程施工，然后在事后进行补充。

4.2 工程款支付管理问题

工程款支付是综合整修施工项目成本管理的重要内容。但从目前实际情况来看，综合整修施工项目的工程款支付管理仍然存在很多问题，如未能够明确工程款支付的具体比例和具体时间，未能够明确工程款的扣回比例和扣回时间等。同时，在实际进行工程款支付的过程中，工程项目的发包人同样未能够履行合同的约定，以及合同外的工程量不能够得到及时的支付^[3]。另外，在工程项目的结算款管理方面，也会涉及工程现场签证、工程变更、施工索赔等方面，且不能够保证双方意见的统一。

4.3 工程变更管理问题

工程变更管理是综合整修施工项目成本管理中的基础性内容。但从目前情况来看，企业并未安排专业人员和专业部门针对工程变更进行管理，不能够明确其中的具体责任，不能够达到标准和流程的统一性^[4]。

同时，从综合整修施工项目的签证与索赔处理角度来看，同样不能够得到工程发包人的认可，不能够保证价款的明确性。另外，当出现了工程变更问题后，也会连带出工程量的差异，然后在工程中人、材、机等方面发生了变化。

4.4 工程索赔管理问题

在综合整修施工项目成本管理的过程中不能够正确认识索赔。工程项目工程量的计价签证人员不能够保证自身的专业知识储备，不能够对签证进行及时办理，更多的是将关注点放在了工程结算费用的签证方面，未能够关注工程中的间接费用签证。同时，在索赔与签证的过程中也不能够保证证据材料的齐全。

5 综合整修施工项目成本精细化管理策略

5.1 合同管理控制

开展综合整修施工项目成本精细化管理，需要做好工程合同控制。实践中，建立工程量的跟踪控制系统，把握好工程中的每一个付款周期，进行工程计量。同时，建立健全完善的工程计量台账，对工程中已经完成的工程量进行动态跟踪控制^[5]。在合同管理中，同样需要把握好工程变更情况，建立工程变更控制系统，在每一次工程变更结束后，建立工程的变更台账，对工程中的变更成本与工期影响进行把握，然后在月末进行汇总，从而形成月报，在工程成本精细化控制中提供依据支持。

5.2 价格调整控制

综合整修施工项目成本精细化管理需要针对工程的价格变动进行监控，需要把握好工程的材料采购价格，对材料市场进行调研统计，能够精准把握材料的价格走势，尽可能以低价来完成材料采购。同时，对价格调整情况进行上报，一般选择在价格上涨的 14 天内面向项目发包人进行提交。最后，建立综合整修施工项目价款的调整台账，对价格调整造成的工程影响进行监控，并制定针对性处理方案，保证本月的价格调整款项能够同工程款进行一同支付。

5.3 工程变更控制

对综合整修施工项目变更问题进行控制，需要以工程项目的合同为主要依据，需要保证其可以符合双方的意图。同时，把握好工程变更所带来的工程成本控制影响，对其中各个潜在诱因进行分析考量。另外，也需要明确工程变更中的成本控制流程，能够提供先进的技术指导和施工方案指导，并对当前工程施工方案中存在的缺陷进行分析考量，能够对工程变更进行主动提出，然后在规定的时间内完成对工程变更的处

理。其中,如果综合整修施工项目涉及了较大的变更量,则需要采取分批次的报审方式^[6]。最后,对工程变更所带来的价款进行确定,在合同范围内与合同范围外进行区分。

5.4 现场签证控制

综合整修施工项目成本精细化管理中需要做好工程现场签证方面的控制。现场签证是工程成本控制中的重点所在,也是影响工程成本的主要因素。实践中,工程项目的签证人需要明确把握好相关的专业规范及法律法规,需要具备完善的资格证书,需要熟悉工程的合同内容,在面对工程现场签证时可对其进行及时处理,防止在综合整修施工项目结算中出现纠纷。同时,在面对工程项目签证时,针对其中所涉及的产出和投入,均需要对其进行总体监督和控制,需要对项目的签证工程量进行审核与记载,然后对工程中的特殊项目和材料单价签证进行有效区分,以及对工程材料的成本进行计算与审核。最后,需要把握好工程现场签证中的期限,保证其中内容的明确性,保证其中各个条目的清晰度。

5.5 施工索赔控制

开展综合整修施工项目施工索赔控制工作的过程中,工作人员需要正确把握工程施工索赔的全部流程,需要对索赔的时机进行把握,保证索赔理由的正确,在合同规定的时间内提出有效的索赔证据。同时,对设计错误、工程变更、工期延后等方面因素进行整理和利用,在提出索赔的基础上,保证企业利润。

6 成本管理保障措施

6.1 组织保障措施

开展组织保障工作,企业需要在法律法规的指导下,对具有更健全资质和更丰富经验的劳务公司建立合作关系,开展综合整修施工项目施工。同时,在综合整修施工项目施工中,保证分工的明确性,保证职责的清晰度,对各个个人力资源、物力资源、财力资源进行科学合理的配置。

6.2 人员保障措施

在人员会保障措施中,需要企业做好人力资源的贮备,需要安排具有更丰富经验的领导和技术骨干,以及保证技术人员的技术熟练度,能够满足综合整修施工项目中各个阶段的施工要求,能够对进场计划进行详细制定,能够及时做好安排与调整。同时,建立健全完善的责任机制、奖罚机制,对人员进行激励以及不合理行为约束。

6.3 技术保障措施

在技术保障措施中,需要引入计算机技术与信息技术,并制定短期计划与长期计划,能够把握其中联系,能够在多级网络计划模式下形成动态化的管理机制。同时,针对综合整修施工项目中的技术方案进行详细制定,针对工程中的施工交底工作进行合理安排,以及对工程图纸设计进行分析判断,做好与工程设计单位之间的联系。另外,把握好工程中的材料质量,对工程材料进行检查,重点防止不符合标准的材料进入工程施工现场。最后,也需要组织工作人员定期开展综合整修施工项目的质量成本分析工作,能够针对成本质量核算资料进行归纳,确定影响综合整修施工项目成本的主要因素。

6.4 材料保障措施

针对综合整修施工项目中材料的用量计划做好反复核算,在完成材料进场后,需要针对材料进行分类码放,然后安排标识人员对其进行看护与管理。之后,在材料使用的过程中采取限额领料的方式,结合工程施工计划和工程施工进度进行材料的分批分期进场,减少材料浪费,提高资源利用率。

7 结束语

成本管理是综合整修施工项目管理的基础性内容。为全面提高综合整修施工项目成本管理质量,要求树立精细化理念,建立精细化的成本管理模式。在综合整修施工项目精细化成本管理的过程中,把握工程的各个方面、各个环节与各道工序,切实减少其中的不必要成本费用支出,实现经济效益发展目标。

参考文献:

- [1] 董亚娟. 精细化管理在工业企业成本费用控制中的实际运用[J]. 今日财富:中国知识产权,2023(11):50-52.
- [2] 刘巧君. 浅谈国有企业成本精细化管理的不足与完善策略[J]. 现代商业,2023(21):173-176.
- [3] 鞠红霞,姜乐,张丽娟. 基于患者诊疗流程视角的医院科室成本精细化管理研究:以产科为例[J]. 中国总会计师,2023(10):145-147.
- [4] 李文晖. 精细化成本视角下房建工程预算编制绩效管理研究[J]. 价值工程,2023,42(31):17-19.
- [5] 郝子鹏. 基于财务风险的企业成本精细化管理分析[J]. 今日财富:中国知识产权,2023(12):155-157.
- [6] 王芬. 新医改背景下公立医院成本精细化管理策略探究[J]. 大众投资指南,2023(22):173-175.

BIM 技术在建筑工程造价管理中的应用

谢阳金

(广东仁丰建设有限公司, 广东 东莞 523000)

摘要 近些年, 建筑工程造价管理面临诸多挑战, 传统管理模式已难以满足日益复杂的工程需求。BIM 技术凭借可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性等特点, 为解决建筑工程造价管理难题提供了新思路。本文通过某工程案例, 深入探讨了 BIM 技术在项目施工管理、工程造价与建筑检测环节的应用, 分析技术实施过程中的难点, 并提出切实可行的对策建议, 以为建筑工程造价管理的创新发展提供参考。

关键词 BIM 技术; 建筑工程造价; 施工管理; 工程检测

中图分类号: TU723

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0061-03

建筑工程造价管理是工程管理的核心内容, 直接关系到建设项目的经济效益和社会效益。然而, 随着建筑工程规模与复杂程度不断提升, 传统管理模式暴露出信息孤岛、协同困难、效率低下等诸多问题, 亟需引入先进科技予以革新。BIM 技术 (Building Information Modeling) 作为一种基于 3D 数字模型的信息集成与管理工具, 能够在工程全生命周期提供多专业协同平台, 已成为业界寄予厚望的“利器”。本文拟在梳理 BIM 技术内涵的基础上, 结合某建筑工程案例, 全面剖析 BIM 技术在施工管理、工程造价与建筑检测中的应用实践, 并辅以详实的数据对比, 揭示其应用成效。在探讨实施难点的基础上提出优化对策, 以为 BIM 技术在建筑工程造价管理中的深度应用提供思路借鉴。

1 工程案例介绍

1.1 工程项目概况

本文选取某大型商业综合体项目作为研究对象。该项目位于武汉市核心区, 总建筑面积约 25 万平方米, 包含高层写字楼、商场、公寓等多功能业态, 总投资额近 20 亿元。其中, 写字楼塔楼高度 180 米, 地上 40 层, 地下 3 层; 商业裙房建筑面积 8 万平方米, 地上 5 层; 公寓塔楼高度 100 米, 地上 25 层。工程建设周期紧, 计划工期 36 个月; 建设内容复杂, 涉及土建、机电、装饰等多个专业, 管理界面多, 对各参建方的协调能力提出较高要求。项目业主方要求引入 BIM 技术对施工过程进行精细化管理, 提高管理水平。

1.2 项目施工管理中的挑战

通过前期调研分析, 本项目在施工组织管理方面主要面临三大挑战: 一是各专业交叉施工频繁, 施工工序复杂, 工程设计变更更多, 专业间缺乏有效的协调机制, 极易引发返工、窝工等问题; 二是受场地狭小、

城市中心区地理位置的限制, 材料堆放场地与机械设备调配空间不足, 现场平面布置不合理将直接导致施工效率低下; 三是项目管理方、施工总承包方、各专业分包方、监理方、设计方等参建主体众多, 沟通协调不畅, 且各分包队伍管理能力差异大, 内部管理水平参差不齐, 给工程总进度控制和成本控制带来极大挑战。以上问题如不能妥善解决, 必将严重影响工程建设的顺利推进^[1]。

2 BIM 技术在工程案例中的应用

2.1 项目施工管理中 BIM 技术的应用

面对本项目施工组织管理的诸多挑战, 项目团队创新性地引入 BIM 技术, 充分发挥其可视化、模拟性、协调性等优势, 构建多专业协同的工作平台, 实现精细化管理^[2]。具体应用如下:

1. 运用 BIM 软件进行管线综合, 由各专业 BIM 工程师在前期对各专业管线及设备进行三维建模, 在 BIM 平台中进行管线碰撞检查, 及早发现管线布置不合理、管线交叉等“硬碰撞”问题, 提供可视化的碰撞报告, 设计人员据此对图纸深化优化, 提高设计质量, 最大限度地减少施工变更。

2. 搭建三维施工场布模型, 利用 BIM 软件, 综合考虑地形、管线、工期、资源供给等多种因素, 对场地布置方案进行建模分析, 合理布置材料堆场、加工车间、施工道路, 优化大型机械设备的配置与调度, 及时调整与优化施工现场平面布置, 提高场地利用率, 避免不合理布置导致的窝工问题。

3. 开展四维施工进度模拟, 在 BIM 平台中建立施工进度三维模型, 将时间维度与 BIM 模型相链接, 直观模拟工程关键节点的施工状态, 优化调整施工计划与进度安排, 及时发现进度延误风险, 提前采取应对

措施，有效保障总进度目标^[3]。

4. 实施精细化施工过程管控，充分利用 BIM 模型的可视化优势，对施工总承包方及各分包单位进行针对性管理，将各项目部、作业队的实际进展与 BIM 模型进行对比，及时跟踪其进度执行情况、质量状况、安全隐患，加强过程管控，实现责任落实到人，确保施工有序推进。

经过一年多的实践，BIM 技术的应用成效逐步显现，有力提升了本项目的施工组织管理水平，具体从设计优化、材料计划、现场布置优化、窝工问题减少、工期延误控制等方面均取得了较为明显的改善，表 1 为应用 BIM 技术前后本项目施工现场管理主要指标对比。

表 1 应用 BIM 技术前后施工现场管理主要指标对比

对比项	应用 BIM 技术前	应用 BIM 技术后	优化幅度
设计变更(项)	120	30	↓ 75%
材料计划准确率(%)	75	95	↑ 26.7%
现场布置优化(次)	20	3	↓ 85%
窝工率(%)	5.0	1.0	↓ 80%
工期延误率(%)	15.0	3.0	↓ 80%

由表 1 可见，BIM 技术的应用使设计变更减少了 75%，材料计划准确率提高了 26.7%，现场平面布置由原来的 20 次优化调整减少到 3 次，窝工率由 5% 降至 1%，工期延误率则由 15% 大幅降低至 3%。可见，BIM 技术通过优化设计方案、完善施工计划、优化资源配置，切实提高了本项目现场施工的规范性、有序性和效率，工程各项管理指标均得到大幅改善。

2.2 建筑工程造价中 BIM 技术的应用

针对本项目工程造价管理的痛点难题，项目团队积极利用 BIM 技术进行精细化造价管控，将 BIM 模型深度融入工程量计算、成本测算、预算编制、合同管理、变更洽商、结算审核等环节，在质量提升、动态管控、结算优化等方面实现了突破性进展^[4]。

设计阶段，造价人员通过参与 BIM 设计模型的多专业协同，基于各专业的 BIM 模型进行工程量统计与成本测算，及时评估设计方案的经济合理性，为设计优化提供造价依据。基于准确的 BIM 工程量，快速编制工程预算，提高了工程量清单的准确性，为后续招标投标奠定良好的基础。

施工准备阶段，造价人员直接利用招标图纸的 BIM 模型，提取准确完整的材料清单，优化材料采购计划，减少误购、漏购情况，降低材料采购成本。同时，提前预测人员机械需求，优化资源配置，避免资源浪费。

施工实施阶段，技术人员将设计变更导入 BIM 模

型，自动生成新增的工程量清单；造价人员据此快速计算工程量及造价变化，为设计变更的洽商提供依据，减少变更签证遗漏。对已完成工程量定期计量，准确把握成本动态，及时预警成本超支风险。

竣工结算阶段，以 BIM 模型为依据核对工程量，提高结算效率和准确性。发挥 BIM 模型可视化优势，直观展示洽商变更等易引起争议的部位，减少结算纠纷^[5]。

本项目应用 BIM 技术后，工程造价管理效率和质量大幅提升。从表 2 工程造价管理关键指标数据对比可见，工程量准确率由传统模式下 90% 提升至 98%，材料用量偏差降低了 70%，预算批复与结算审定金额偏差大幅缩小，设计变更引起的返工浪费近乎为零，工程结算审核时间缩短 2/3。可见，BIM 技术以精准的工程信息和高效的协同平台，有力提升了工程造价管理水平。

表 2 BIM 技术应用前后工程造价管理主要指标对比

对比项	传统模式	应用 BIM 技术	改善幅度
工程量准确率(%)	90	98	↑ 8.8%
材料用量偏差(%)	10	3	↓ 70%
概预算批复造价与结算审定价偏差率(%)	112	4.5	↓ 62.5%
设计变更引起返工浪费金额(万元)	328	0	↓ 100%
结算审核耗时(天)	90	30	↓ 66.7%

2.3 建筑工程检测中 BIM 技术的应用

工程检测贯穿建设项目全过程，是确保建筑工程质量的重要保障。本项目将 BIM 技术与检测业务充分融合，形成了一套科学高效的检测管理模式。

制定检测方案时，充分利用 BIM 模型中的建筑构件参数，如标高、尺寸、材料等，提高检测布点的科学性。通过 BIM 平台模拟检测方案，优化检测点位布置，提升检测方案的指导性和可操作性。

实施检测过程中，将检测仪器、监测点与 BIM 模型相关联，可视化展示实时检测数据。通过与施工模型比对，及时发现施工偏差，预判质量缺陷，实现质量问题从“事后被动处理”到“事前主动预控”的转变。同时，将不同时期、不同部位的检测数据整合至 BIM 平台统一管理，动态掌控工程质量状况。

3 BIM 技术应用中的对策

3.1 健全 BIM 技术应用标准规范

一方面，要加快 BIM 技术国家标准制定，由住房和城乡建设部牵头，会同相关部委研究制定 BIM 技术应用的指导性文件，就 BIM 技术发展的总体目标、实施路径、支持政策等给出明确指引。在国家标准引领下，

各省市、行业协会要因地制宜地制定本地区、本行业的 BIM 技术应用细则和配套标准,进一步细化实施流程、数据接口、平台功能等关键环节的技术要求。另一方面,要规范 BIM 模型创建、信息交换、成果应用等环节的基本标准。明确各阶段 BIM 模型的建模深度,统一构件命名、属性设置、模型精细度等标准;制定 BIM 模型空间坐标、数据格式、交付标准等统一规范,促进不同专业、不同阶段的模型互联互通;研究制定 BIM 技术应用的管理流程、协同方式,细化各参与主体的任务分工、权责边界、违约责任等,为开展 BIM 技术应用提供制度规范。

3.2 加强 BIM 技术人才队伍建设

高等院校要主动适应建筑业发展新需求,加快完善 BIM 技术相关专业课程设置和人才培养方案,加大校企协同育人力度,为 BIM 技术人才成长搭建产教融合平台。要充分发挥 BIM 技术的仿真模拟优势,创新实践教学模式,引导学生在项目实训中强化 BIM 技术技能;同时鼓励教师深入工程一线,积极参与 BIM 技术应用实践,不断更新知识体系,提升实践指导能力。

企业要树立人才资本理念,将 BIM 技术人才培养作为推进企业数字化转型的重要抓手,建立健全 BIM 技术人才成长激励机制。要从战略高度谋划 BIM 技术人才队伍建设,成立专门的 BIM 技术中心,配备专职的 BIM 技术工程师、BIM 技术培训师等岗位。建立 BIM 技术项目实训基地,创造人才成长的舞台。要定期组织 BIM 技术技能培训和竞赛,促进 BIM 技术知识在全员中的快速传播和转化。鼓励员工积极考取 BIM 技术相关职业资格证书,将 BIM 技术能力作为职业发展的重要评判标准。同时,要广泛开展产学研用合作,以重大工程为载体,与高校、科研机构协同开展 BIM 关键技术研发和应用示范,以项目和课题为纽带,共同培养建筑信息化高层次人才。

3.3 完善 BIM 技术应用协同机制

政府和行业组织应发挥统筹作用,从制度层面为 BIM 技术协同应用创造有利环境。制定出台 BIM 技术应用指南或办法,在立项、招投标、施工许可、竣工验收等环节提出 BIM 技术应用的强制性要求。明确参建各方在不同阶段的 BIM 技术任务分工、责任边界、最低交付标准等,将 BIM 技术纳入合同管理范畴。同时,还要建立科学的利益协调和风险分担机制,平衡各方诉求,调动各方参与 BIM 技术应用的主动性和创造性。

企业要充分发挥 BIM 技术集成管理平台优势,利用云计算、大数据等新技术,打通设计、施工、运维等各业务环节的数据通道,实现项目信息集中管理和共享。要建立常态化的 BIM 技术协同工作机制,定期

组织 BIM 技术交流研讨,促进设计、施工、监理、咨询等各方的沟通协调,及时化解矛盾分歧,形成一体化的项目团队。要创新协同管理模式,积极开展多专业协同、虚拟建造、精益化管理等新型实践,用机制创新和流程再造倒逼 BIM 技术协同落地。同时,要广泛宣传推广 BIM 技术应用的典型经验和实践成果,发挥示范引领作用,以点带面推动 BIM 技术在更大范围、更深程度的协同应用。

3.4 加大 BIM 技术研发投入

当前,我国 BIM 技术研发仍存在投入不足、基础薄弱等问题,制约了 BIM 技术应用的深度拓展。为此,政府要加大科技投入,设立 BIM 技术研发专项资金,重点支持 BIM 技术平台开发、软件工具研制等关键核心技术攻关。鼓励高校、科研院所加强 BIM 技术基础理论和应用技术研究,突破行业发展的共性技术难题。

企业要增加技术研发投入,成立专门的 BIM 技术研发中心,建立产学研用协同创新机制,积极参与或牵头组建 BIM 技术联合攻关项目,加快实现 BIM 关键技术的自主可控。要聚焦信息安全、知识产权等领域,开展 BIM 标准必要、安全防护等研究,筑牢 BIM 技术应用安全屏障。

要支持企业、科研机构联合开展 BIM 软硬件研发,突破“软件正版化、硬件国产化”瓶颈,加快实现 BIM 软件的民族化、工具设备的自主化。支持行业龙头企业发挥引领作用,加大 BIM 技术创新成果的推广应用,提高创新供给能力,带动中小企业提升 BIM 技术应用水平。

4 结束语

BIM 技术作为建筑业信息化的重要抓手,为破解工程项目管理顽疾、推动建筑业高质量发展提供了新思路、新方法。以某大型商业综合体项目为例,BIM 技术在施工组织、进度控制、成本管理、质量把控等方面发挥了传统管理模式难以企及的优势,有效提升了工程建设的质量、效率和效益,创造了显著的经济和社会价值。

参考文献:

- [1] 杨少朋.BIM 技术在住宅建筑工程造价管理中的应用研究[J].居舍,2024(19):153-156.
- [2] 张淑芬,宋骏美.BIM 技术在建筑工程造价管理中的应用分析[J].四川建筑,2024,44(02):279-281.
- [3] 丁雨泽.BIM 技术在民用建筑工程造价管理中的应用[J].散装水泥,2024(01):148-150.
- [4] 王振杰.BIM 技术在建筑工程造价管理中的运用效果分析[J].住宅与房地产,2023(26):91-93.
- [5] 李雨宸.浅谈 BIM 技术在建筑工程造价管理中的应用[J].散装水泥,2023(01):65-67.

BIM 技术在市政施工企业成本管理中的应用

姚楚洪

(旭升建设有限公司佛山分公司, 广东 佛山 528000)

摘要 市政工程施工规模大、工序多、专业繁琐、施工相对复杂, 尤其是在路桥项目中, 这些特征会更突出, 导致市政施工企业成本管理工作开展过程中越来越关注成本管理。传统成本管理大多以相关人员的经验为依靠, 导致成本管理效果达不到预期, 也无法实现市政工程综合效益的最大化。而近些年, BIM 技术开始逐渐应用到建筑业, 给建筑设计、施工带来了极大的便利, 也使成本管理迎来全新机遇。本文基于市政施工企业的成本管理, 探讨 BIM 技术的实践应用, 旨在对实现施工企业成本管理目标有所裨益。

关键词 BIM 技术; 市政施工企业; 成本管理

中图分类号: TU723

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0064-03

在工程项目建设中, 低效化、成本控制难、管理手段滞后、信息孤岛等问题的存在, 给我国建筑业的健康发展造成了极大的制约, 也使得越来越多的建筑工程逐步重视工程管理。成本管理作为工程管理的重要构成, 受到诸多因素的影响, 管理效果并不理想, 尤其是在大规模、较复杂的市政工程中影响更突出。而 BIM 技术的应用, 在解决成本管理效果不理想的问题上发挥了极大的作用。BIM 技术能够整合利用施工中的各种资源, 可保障资源利用最大化目标的实现。在市政施工企业成本管理中引进 BIM 技术, 有助于施工企业对工程实况的详细了解与掌握, 其中基于对施工细节的把握, 对施工成本进行科学管控, 有助于传统粗放式管理模式、思维的摒弃, 能进一步凸显施工全过程成本管理的精细化, 从而促进施工企业成本管理水平、经济效益的同步提升。对此, 有必要分析基于 BIM 技术的成本管理, 保证市政施工企业综合效益最大化。

1 BIM 技术概述

BIM 是基于三维模型的数字化信息管理系统之一, 可将建筑工程的各阶段, 即设计、施工、运营、维护整合在一个模型内, 并通过信息共享和协作, 提高工程效率和质量。最初的 BIM 技术是以 2D CAD 技术为基础, 主要应用于建筑设计和施工图绘制。而截至 2010 年, 以 3D 建模技术为基础的 BIM 技术开始得到发展, 逐步引入了参数化设计、碰撞检测等功能, 并开始应用于施工模拟和管理。而到目前, 以云计算、物联网、大数据等技术为基础, BIM 技术实现了向智能化、协同化方向的发展(表 1 是目前常用 BIM 建模软件), 达成了全生命周期管理目标, 也开始逐渐与其他技术相融合, 如智慧城市、绿色建筑等^[1]。当前时期, BIM 技

术已在全球范围内得到广泛应用, 并成为建筑业数字化转型的一个重要手段。它不仅能提高工程效率、质量, 同时也能降低成本, 减少浪费, 提高安全性, 推动建筑走向可持续发展之路。

表 1 常用 BIM 建模软件

软件名称	主要内容	有效功能
Revit 2019	搭建三维模型	直观视觉
Navisworks	模型防碰撞检测	动态展示
AutoCAD2022	深化施工图	二维图修改
Project 2019	施工模拟	进度计划

BIM 技术特征主要体现在可视化、协调性、模拟性等几个方面。从可视化的角度来分析, 其主要指的是基于 BIM 技术, 能够实现三维建模的目的, 此时可利用沙盘方式来呈现项目设计, 增强视觉体验的同时, 也能保障项目各阶段的可视化管理、决策。对于协调性, 指的是基于 BIM 技术的应用, 能够预判并提前调优, 即利用 BIM 模型可借助 3D 渲染、模拟的方式呈现工程项目, 在此基础上布置各方面的工作, 能使各单位、各工种之间的交叉、碰撞问题得到减少。模拟性指的是在 BIM 系统导入建筑的各参数指标, 可达到优化设计和指导施工的目的。不仅如此, 由于 BIM 技术具体模拟性特征, 所以项目竣工后的 BIM 模型还能对各施工周期、各施工内容总预算、分项预算进行自动化测算, 使预算失控问题得到规避。

2 基于 BIM 技术的市政施工企业成本管理必要性

在市政工程中, 施工企业基于 BIM 技术进行成本管理, 能够有效提升成本控制水平。首先, BIM 模型包

含了项目的全部信息，如材料、人工、机械等，可根据模型进行精确的成本预测，并实时监控实际成本与预算的偏差，及时调整施工方案，有效避免成本超支。其次，BIM 模型可模拟施工过程，分析材料消耗、劳动力需求、机械使用等，辅助施工企业管理人员优化资源配置，避免资源浪费，降低成本。再次，BIM 模型可进行碰撞检测，提前发现设计缺陷和施工误差，减少返工和浪费，降低成本。另外，BIM 技术可实现项目信息共享和协同，提高项目管理效率，降低管理成本^[2]。最后，BIM 技术能为精益化管理提供数据支撑，如通过对项目进度、成本、质量等数据的分析，可找出问题并优化流程，以达到成本的目的。可见，BIM 技术下的成本管理，对于施工企业成本控制能力、项目效益的提升有极大的现实意义，可促进施工企业可持续发展。因此，市政施工企业应积极引进、利用 BIM 技术，深入探索其在成本管理中的应用和现实价值，并不断提升 BIM 技术应用水平，推动自身转型升级。

3 BIM 技术在市政施工企业成本管理中的实践应用

3.1 基于 BIM 技术的成本预测模型

依据 BIM 技术进行成本预测模型的构建中，涉及的要素内容为提取施工数据、预估施工单价、控制施工成本。提取数据指的是通过 BIM 技术的应用，立足数据库，就施工中各费用的历史单价信息数据、工程量数据进行提取。而单价的预估强调的是通过 BP 神经网络算法系统的应用，开展对应的编程工作，在此基础上，精准测算施工中的历史单价数据，保障预估单价与施工计划的进度需要相匹配。成本的测算是基于对应计算规则的应用，立足预估单价、项目的工程量，做好施工数据的计算工作，并发挥 BIM 平台的辅助作用，实时、动态预测工程施工成本，达到有效控制目的。（见图 1）

3.2 基于 BIM 技术的施工成本控制系统

要想精准预测市政工程施工中的成本费用，同时

分析施工成本偏差，可通过 5D-BIM 模型的应用，与已完成工作量的合同预算成本及预算成本、实际费用、计划工作量预算费用等相结合，自动化测算工程施工中实际与计划利润值、进度偏差与进度执行指标等。这能够以可靠数据来辅助造价人员预测施工成本，达到有效控制施工成本的目的^[3]。利用构建的该系统监控到具体施工成本、预测成本仅存在较小偏差的情况下，意味着成本控制的效果相对突出；而在偏差较大的情况下，系统会有对应的预警、响应发出，以达到对有关管理人员及时进行纠偏的提醒目的，并通过施工方案的优化、调整，使成本失控情况得到改善。

3.3 依据 BIM 模型的成本要素控制

3.3.1 材料费

材料费是市政工程成本管理中的要素内容之一，且该方面费用在市政工程成本中占较大比例，基于 BIM 技术进行这部分费用的控制，现实意义极大。具体来说，施工企业可利用 BIM 模型，精准获取项目所需的材料种类、规格、数量，并结合材料市场行情，进行科学的材料采购计划。与此同时，BIM 模型还能够模拟材料的运输、储存、消耗过程，这样一来，自然能辅助施工企业优化材料供应链，减少材料方面的不必要浪费。如通过 BIM 模型进行材料清单的精确测算，可以避免因材料数量估算不足而造成的反复采购问题，这可以极大地降低材料采购成本。此外，BIM 模型还能实时监测材料的使用情况，及时发现材料浪费现象，从而第一时间采取对应措施进行控制。

3.3.2 人工费

人力是工程建设的主体，对于市政工程来说，尤其是路桥项目，规模大且周期长，所以对人力需求较大，这也意味着在人力方面投入的资金比例也会很大。而基于 BIM 技术进行成本控制时，也要做好人工费的控制工作。实践环节，利用 BIM 模型，施工企业可模拟施工过程，以便提前规划人力资源需求，制定

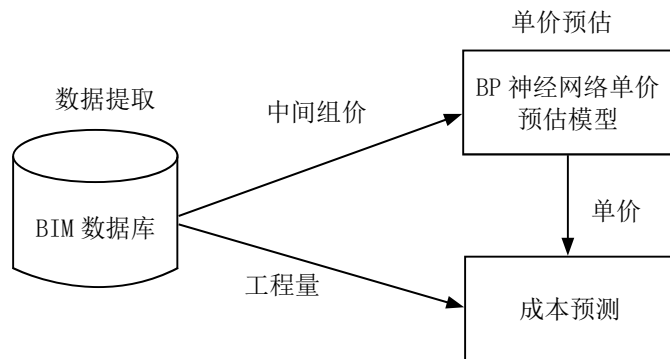


图 1 基于 BIM 技术的成本预测模型

科学的劳动力配置方案，避免因劳动力不足或冗余而出现人工费浪费等情况。如BIM模型能根据施工进度、具体任务，预测各阶段所需的人工数量，并根据实况进行优化、调整，如此自然能实现人力资源的精细化管理目标。同时，BIM模型还能辅助进行施工组织设计，优化施工流程，减少施工环节，这也可以极大地降低人工成本。

3.3.3 机械费

机械费控制类似于人工费的管理，需合理配置资源，加上保障施工计划的有效性，使施工中的“零等待”目标得以良好实现。

BIM技术在机械费控制方面发挥着不容小觑的作用。基于BIM模型，施工企业可根据项目实况，选择最合适的机械设备，并制定合理的机械租赁计划，如此一来，因设备选择不当、租赁时间长而引发的机械费浪费问题自然能得到有效规避^[4]。具体实践环节，施工企业可利用BIM模型模拟不同机械设备的作业效率，同时以施工进度、任务要求为参照，选择具备较高经济效益的机械设备组合方式，以降低机械租赁成本。BIM模型在机械设备的管理中也有极大的现实意义，能实时掌握设备使用情况，并进行维护保养，延长设备使用寿命，减少设备维修成本。

4 BIM技术下市政施工企业成本管理的实例分析

某市政公路工程涉及与地铁站的结合部位，这一路段全长约453.1 m，宽为14.9 m左右，其中约有101 m处于待建的状态，该段宽约为25.58 m。公路建设到车站主体结构施工阶段时，采取的施工方式为明挖法，围护结构的构成为地下连续墙、内支撑，该结构厚度为1 m。基坑挖深处于33.4~34.5 m的范围，其中涉及的中风化带、微风化带深度处在18~20 m的范围。在结构底板部位，需进行抗拔桩的设置，其中桩径约为1.6 m；而内支撑下，需进行临时钢立柱的设置作业，桩径约为1 m。对于该路段的车站附属结构来说，施工方式以明挖法为主，围护结构形式同上，但厚度约为0.8 m。站后衔接隧道方面，施工以暗挖法为主。

该工程成本管控工作开展中，BIM模型建立方面主要是立足BIM模型导入工程进度计划文件，之后以不同阶段工艺、施工要求为依据，从BIM模型出发，对工程工况进行模拟，进而以模拟数据为依据，动态管控施工成本^[5]。对于工程的成本报警指数来说，本文选择的工程施工时间段为6.25—7.6日这一范围，表2为对应成本偏差报警指数。

表2 成本偏差报警指数表

工程进度(日)	报警指数	工程进度(日)	报警指数
6.25	1	7.1	0.95
6.26	1	7.2	1
6.27	0.96	7.3	-0.13
6.28	1	7.4	1
6.29	1.01	7.5	0.22
6.30	1.04	7.6	1.02

一般而言，报警指数取值>1的情况下，意味着任务的完成效果处于良好的状态；而1~0.97、0.97~0.94、0.94~0.91、0.91~0.88这四个范围的指数取值，分为五、四、三、二这四个报警等级。取值<0.88的情况下，报警等级则设为一级。通过表1能够发现，不可接受范围的成本偏差主要是在7.3、7.5日这两天；同时成本偏差的问题同时存在6.27、7.1日这两天，但这一阶段的偏差可以接受。针对这四天的偏差，管理人员可分别进行针对性的纠偏。实施基于BIM技术的成本管控体系后，对各类施工成本信息进行整合、统计，进而对比其和未实施成本管控体系前的预期成本，能发现BIM技术在成本管理中的应用显著降低了成本，与目标成本相比，整体施工成本节约了约601万元，这意味着基于BIM技术的成本管理效果十分显著。

5 结束语

借助BIM辅助成本管理工作的开展，有助于市政工程造价管理的准确化、高效化预测、控制，能减少成本和风险，提高项目管理可行性。随着政府对民生重视度的日益提升，未来必然会有越来越多的市政项目进行建设。这也需要市政施工企业进一步实践基于BIM技术的成本管理，辅助管理人员进行资源的合理配置并应对施工中的资源调整，保证市政工作综合效益最大化目标的实现。

参考文献:

- [1] 陈超.浅谈BIM技术在市政施工企业成本管理中的应用[J].经营者,2019,33(23):241-243.
- [2] 刘飞.BIM技术在市政工程造价管理中的应用[J].建筑与预算,2023(08):10-12.
- [3] 高莹.BIM技术在市政工程造价全过程管理中的应用[J].价值工程,2020,39(13):268-269.
- [4] 杨莎莎.新时代背景下基于BIM技术在市政工程造价管理中的应用分析[J].装饰装修天地,2019(06):212.
- [5] 刘林,高超.BIM技术在市政工程造价管理中的应用分析[J].建材发展导向:上,2019,17(06):201.

房屋建筑工程监理质量控制中的管理模式探究

张鑫龙

(广东南方建设监理有限公司, 广东 深圳 518000)

摘要 在城市化进程推进趋势下, 房建工程建设面临更高要求, 为进一步加强房建施工质量控制, 需提高对工程监理工作落实的重视度, 并通过管理模式创新来促进房建工程规范化、标准化施工, 确保其质量控制符合预期要求。本文从房建工程监理质量控制的重要性分析入手, 并阐明监理质量控制的管理模式, 旨在为实现监理质量控制的高水平实施提供有益参考。

关键词 房屋建筑工程; 监理; 事前控制; 事中控制; 事后控制

中图分类号: TU712.2

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0067-03

纵观现代房屋建筑工程建设, 在多方面因素影响下极易出现各种质量问题, 亟须通过施工监管来提升建筑施工的规范性、有序性, 避免因问题频繁发生影响到房建项目效益创造。得益于工程监理质量控制工作的有效开展, 可通过对监管工作的全面落实, 及时发掘施工问题并加以解决, 以保证房屋建筑工程施工符合预期要求。

1 房屋建筑工程监理质量控制的重要性

监理质量控制在房建工程施工管理中发挥着重要作用, 具体表现为: (1) 保障工程质量。在房建项目施工过程中, 监理质量控制可有效监督项目各项工作的开展情况, 及时发现并解决施工存在的质量问题, 确保工程质量符合设计要求和标准, 有助于提升建筑物的安全性、耐久性。(2) 降低施工风险。通过对监理质量控制工作的有效开展, 可帮助管理人员及时发现和纠正施工中质量缺陷和安全隐患, 以降低房建项目施工出现严重质量事故的概率, 通过对质量风险的预防来保障建筑工程的可靠运行^[1]。(3) 提升工程形象。得益于监理质量控制的实施, 可在建设期间有效监督施工单位的作业行为, 通过对施工流程的规范来提升工程形象, 有助于增强工程的市场竞争力。

2 房屋建筑工程监理质量控制的管理模式

案例分析: 新产业生物研发大厦项目位于坪山区坑梓街道, 项目总承包单位为中建三局集团有限公司, 项目占地面积约为 22 006.45 m², 建筑面积约为 1 465 237.94 m², 主体建筑共 2 栋。其中 1# 楼建筑面积约为 74 825 m², 建筑层数 10 层, 2# 楼建筑面积约为 14 326.11 m², 建筑层数 13 层, 地下室三层建筑面积约为 57 747 m²。

本文以该项目为例, 阐明建立质量控制管理模式的具体实施。

2.1 事前控制

为进一步加强房建项目质量控制, 需在准备阶段做好事前控制工作, 具体措施包括:

1. 监理准备。施工前要求监理人员做到对设计图纸的全面熟悉, 并深入现场条件、周边环境的分析中, 依据项目特点、条件提前准备所需测量、检测仪器。对该项目建设所需的新技术、新材料、新工艺等, 需提前通过技术培训来帮助监理人员熟练掌握。提前进行质量通病问题预测, 结合对控制措施方案的制定, 以降低房建工程出现质量问题的概率^[2]。

2. 严格把控材料关。材料进场时监理单位需组织验收, 确保性能指标符合要求后方可进场。若部分材料涉及复检, 则需通过取样送检来判断是否符合施工要求。借助实体样板来确定房建项目所需装修材料, 并要求人员确定样板后第一时间做好封存处理。进场时要求监理人员严格审核其出厂资料, 并通过外观检查、指标分析来判断是否具备进场资格。材料进场后需以平面布置图为基准, 提前确定材料堆放场地, 并通过材料分类挂牌堆放来预防混用情况。

3. 强化设计图纸会审工作。施工前积极开展会审与交底工作, 要求监理人员针对图纸中缺陷问题提出专业意见, 及时解决缺陷问题来加强项目施工质量控制。开工前对设计变更流程合理设定, 要求监理人员审批后方可提交至业主单位, 批准后由监理单位负责下发通知并监督整改。监理人员需做到对变更内容的登记保存, 并在图纸中对变更内容明确标识, 避免因变更被忽略影响到项目质量控制效果。

2.2 事中控制

2.2.1 组织措施落实

为进一步强化建筑项目施工阶段的质量控制，并促进房建工程顺利交付使用，监理单位需提高对组织措施的制定并应用，具体包括：

一是结合该项目特点、难点的分析，以两级管理的形式落实监理质量管控工作，实现从两个层面对该项目施工质量狠抓^[3]。二是强调对项目监理机构的合理设定，并保证监理人员的配备符合高素质、多经验要求。并依据施工要求构建对监理工作流程合理设定（如图1）。为实现对监理人员职责的明确划分，需设立总监理工程师并对房建项目整体建设情况加以把控，并分别对项目安全、造价、进度、质量等分项工程进行监理人员的独立设置，施工阶段要求监理人员对项目实施情况逐层汇报，并严格按照监督管理制度强化现场监管工作，以促进房建项目施工的顺利开展。三是依据项目安全风险、潜在问题的分析，合力构建应急机制，制定契合项目实际建设需求的应急预案，在突遇事故或问题时第一时间启动预案，以期将损失和

影响降到最低。

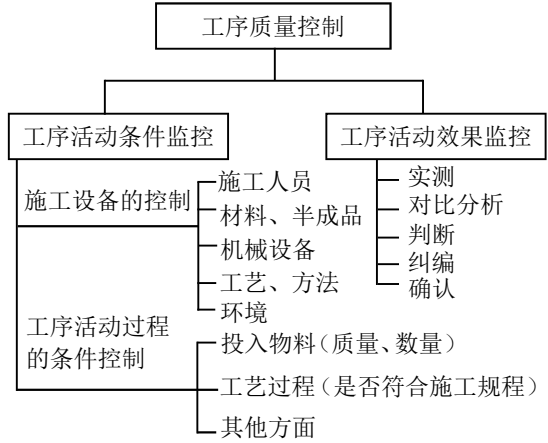


图1 监理工作流程

2.2.2 工程旁站

房建项目质量控制离不开对工程旁站工作的有效开展，鉴于此，要求监理人员对该项目中土方回填、桩基施工、钢筋工程、混凝土浇筑、防水细部施工、梁柱节点隐蔽施工等方面制定监理旁站方案（如图2）。

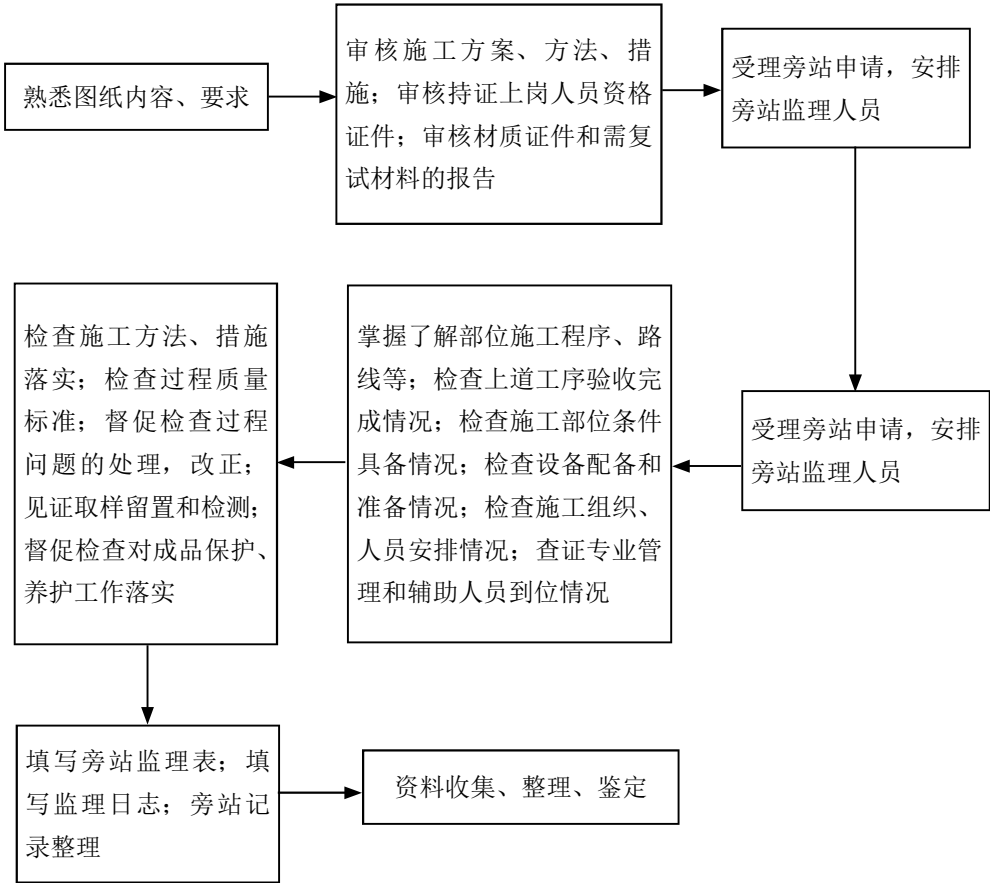


图2 旁站监理流程分析

施工阶段要求监理人员对关键节点、环节施工质量隐患进行全面挖掘,并制定科学措施进行针对性处理。同时,要求人员秉持着全面性原则,在旁站期间落实动态化检查工作,针对施工问题第一时间通知负责人,避免质量问题频繁出现影响到房建工程的可靠、长久运行^[4]。

2.2.3 重点与临界项目质量监理

在监理工作实施期间要求人员结合对项目规模、现场条件、技术要点等方面的分析,对重点监理项目加以明确。如在该项目施工期间,监理人员需提高对轴线、标高复核的重视度,并以设计标准为参照对构件尺寸进行严格把控,通过对复核工作的有效开展来提升质量控制效果。同时,要求人员做到对监理工作的规范化开展,并对房建项目中各工序、环节的标准要求加以明确,通过规范化监理来提升项目施工质量,避免因监管不到位导致项目质量问题发生概率增大。

2.2.4 施工现场巡视

房建项目高质量建设离不开对现场巡视工作的有效开展,在实际项目施工中,监理人员首先需关注施工现场安全状况,按要求检查施工现场安全设施是否齐全,作业人员是否穿戴符合要求的安全防护用具,并深入施工现场安全隐患的发掘中,对于安全隐患及时提出整改要求,并跟踪整改情况,以期营造安全可控的施工环境。

其次,在施工现场巡视中应对施工关键节点和关键工序进行重点检查,确保施工符合设计要求和施工规范。并强调对施工材料质量的严格查验,观察施工工艺的操作是否规范,以及施工质量是否达到标准要求。

最后,需对施工进度和现场秩序加以关注。要求人员检查施工进度是否符合计划要求,是否存在工期延误的风险,以及施工现场是否保持整洁有序。在项目施工期间,监理人员可通过施工现场巡视了解工程进展情况,协调解决施工过程中可能出现的问题,确保工程按时、按质完成^[5]。

2.3 事后控制

2.3.1 竣工验收

竣工阶段验收工作的实施至关重要,对此需以房建项目建设要求、标准为参照,在竣工时落实以下工作:

一是对建筑工程的结构、设备、装修等方面进行逐项检查,要求监理人员核对建筑材料的质量、施工工艺是否符合标准,设备设施是否完好,装修装饰是否符合美观性等要求。通过对比设计文件和实际施工情况,监理人员可评估工程的完成度和质量水平,针

对存在问题和不足之处加以改正。二是加强对工程安全和环保等方面的检查,监理人员需按要求检查工程安全设施是否齐全有效,施工过程中是否存在安全隐患,以及工程是否符合环保要求等。并在竣工阶段对工程安全生产管理情况进行评估,确保工程在运行过程中能够保障人员安全和环境保护。

2.3.2 竣工资料审核

房建项目建设期间会形成大量数据资料,可通过资料审核来判断房建项目施工是否符合预期要求。鉴于此,监理人员需在竣工阶段做到:

1. 在开展竣工资料审核时,监理人员需对施工过程中的各项资料进行清点和核对,具体资料应涉及建筑工程施工图纸、设计变更通知、质量检测报告、施工日志、验收记录、材料购买清单等方面。要求监理人员逐项审核上述资料,确认其是否符合完整性、准确性和合规性等要求,以便为后续验收和结算提供依据。

2. 工程质量检测报告审核。在竣工阶段要求监理人员对工程施工中各项检测和试验结果进行审核,确保检测过程符合规范要求,检测数据真实可靠。并视情况对质量问题和整改情况进行核查,确保建筑工程质量问题得到有效解决。

3 结束语

监理质量控制的高水平实施不仅可助力房建项目的高质量建设,亦可增加建筑项目的社会、经济效益,并为其可靠、长久运行提供保障。鉴于此,为促进质量控制的有效开展,监理单位需在明确质量控制工作重要性的基础上,结合对房建项目建设要求、特点条件的分析,从事前、事中、事后等方面入手,借助科学对策来促进质量控制管理模式的优化,充分发挥出监理工作在房建项目高品质建设中的作用,以促进房屋建筑工程经济效益最大化。

参考文献:

- [1] 张以镇.解析房屋建筑工程监理质量控制的重要性及监理要点[J].中国厨卫,2023,22(03):129-131.
- [2] 王文响.房屋建筑工程监理质量控制中的管理模式探究[J].建筑发展,2023,07(06):50-52.
- [3] 申石剑.房屋建筑工程监理质量控制重要性及监理要点[J].建筑技术研究,2023,06(05):60-62.
- [4] 游吓细.简谈房屋建筑工程监理现场质量管理中的问题与对策[J].大众标准化,2022(18):40-42.
- [5] 杨小鹏.房屋建筑工程监理现场质量管理的策略研究[J].建筑与装饰,2022(24):102-104.

房屋建筑项目施工期设计变更与 造价联动管理机制研究

赵 僮

(佛山市禅城区通捷市政工程投资有限公司, 广东 佛山 528000)

摘要 房屋建筑项目施工期常因设计变更引发造价变化, 如何有效管理这种联动关系成为工程管理中的一大挑战。本文研究了施工期设计变更的原因及其对造价的影响, 探讨了合理的联动管理机制, 通过分析实际案例提出了一套行之有效的管理策略, 并结合信息化手段, 增强施工期设计变更与造价管理的联动性, 以期为保障工程质量与经济效益的协调发展提供有益参考。

关键词 施工期设计变更; 造价管理; 联动机制; 房屋建筑; 项目管理

中图分类号: TU723

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0070-03

在房屋建筑项目施工过程中, 设计变更不可避免会影响工程造价, 如何在设计变更发生时及时、有效地管理造价, 成为施工单位和项目管理者关注的焦点, 本文研究施工期设计变更与造价管理的联动机制, 通过分析施工期设计变更的特点、原因及其对造价的影响提出科学合理的管理策略, 以期为工程管理实践提供指导, 提高项目管理效率, 降低项目造价超支风险。

1 施工期设计变更的特点与原因分析

1.1 施工期设计变更的特点

房屋建筑项目在施工期的设计变更具有显著的复杂性、频繁性和不可预见性, 这些特点对施工管理提出了更高的要求和挑战。复杂性主要体现在设计变更涉及多方协调, 需要与业主、设计单位、施工单位以及监理单位等多方沟通, 确保每一方对变更内容及其影响有充分了解并在此基础上做出相应的调整。设计变更往往涉及复杂的工艺调整, 需要重新计算材料、人工、设备等各项资源的投入并制定新的施工计划, 处理难度大的问题还在于变更方案的技术复杂性以及变更实施过程中可能遇到的种种困难和阻碍。

设计变更的频繁性是施工期管理中的一大难题, 尤其是在大型项目中, 由于工程量大、工序复杂、现场实际情况变化较快导致设计变更频繁发生。设计变更可能涉及结构调整、功能优化、材料更换等多方面的内容, 每一次变更都需要经过详细的论证和审批, 这对施工进度和质量控制提出了更高的要求, 频繁的设计变更不仅增加了施工管理的工作量, 也可能对项目的整体工期和预算产生重大影响。

不可预见性是施工期设计变更的另一重要特点, 设计变更往往由于现场实际情况的变化或未预见的技术问题引发, 例如地下土质条件与勘探报告不符导致基础设计需要调整; 施工过程中发现结构设计存在缺陷, 需要进行结构补强; 现场发现不可预见的障碍物需要调整施工方案, 这些不可预见的情况不仅增加了变更的频率和复杂性, 也增加了管理的难度和风险。

1.2 施工期设计变更的原因分析

施工期设计变更的原因可以归结为技术因素、业主需求和规范变化三大类, 技术因素是施工期设计变更的重要原因之一, 施工现场的实际情况往往与设计图纸存在差异。例如地质条件与勘探报告不符、现场环境限制了设计方案的实施、实际施工过程中发现设计缺陷等, 这些技术问题需要通过设计变更来解决, 以保证工程的顺利进行和施工质量的提升。技术进步和新材料的应用也可能引发设计变更, 例如某些新型建筑材料或施工工艺的出现可以显著提高工程质量或降低成本, 因而需要对原有设计进行调整。

业主需求的变化也是引发设计变更的常见原因。在施工过程中, 业主可能根据市场变化、使用需求调整、功能优化等因素提出新的要求, 要求对原设计进行修改, 例如业主可能希望增加某些功能空间、提升建筑标准、优化内部布局等。这些变化需要设计单位根据业主的新需求, 对原设计方案进行调整并通过设计变更的形式落实到施工中, 业主需求的变化虽然可能带来一定的管理难度和成本增加, 但有助于提高项目的使用价值和市场竞争力。

规范变化也是施工期设计变更的一个重要原因,随着建筑行业的发展和国家标准不断更新,某些地方规范、国家规范或国际标准可能发生变化导致原设计不再符合新的规范要求。为了确保工程符合最新的标准和法规,设计单位需要对原设计进行调整,例如国家环保标准的提高可能要求调整建筑的节能设计,抗震标准的提升可能需要加强结构设计等,规范变化引发的设计变更虽然是为了保证工程的合规性和安全性,但也增加了项目管理的复杂性和施工成本^[1]。

2 设计变更对造价的影响

2.1 直接影响

2.1.1 材料费变化

设计变更对材料费用的影响是最直接和显著的,这种影响主要体现在材料种类和规格的调整方面,在工程建设过程中,设计变更通常涉及材料选择的改变,某些变更可能需要使用更高规格的材料或完全替换原计划中的材料,这将直接导致材料单价的变化。特别是在大型房屋建筑项目中,材料费用通常占据工程造价的较大比例,往往达到 40%~60%。

材料变更带来的成本影响不仅限于材料本身的价格变化,还包括一系列相关费用的变动,首先是材料的运输成本,不同材料因其物理特性、包装要求和运输条件的差异,其运输费用会有明显变化。其次是储存成本,新材料可能需要更严格的储存条件或更大的储存空间,这就需要增加相应的仓储设施投入,如果新材料的供应周期较长或市场供应不稳定,可能需要增加库存储备。

2.1.2 人工费变化

设计变更不仅对材料费用产生直接影响,还会导致人工费用的变化,由于施工工艺或工程量的改变,人工费用可能会显著增加,例如某设计变更需要增加或改变施工步骤,这将增加施工工人的工作量和工作时间从而提高人工费用。如果设计变更需要使用新的施工技术或设备,可能还需要对工人进行培训,这些培训费用也应计入人工费中。设计变更可能导致原有施工计划的调整,增加了施工管理的复杂性,从而增加了项目管理人员的工作量和管理成本,进一步提高了人工费用^[2]。

2.2 间接影响

2.2.1 工期延误

设计变更对造价的间接影响之一是工期延误,设计变更通常需要重新设计、审批和施工,这些过程会占用额外的时间导致工期延误,例如一项设计变更可

能需要几周的时间进行重新设计和审批,这将直接影响施工进度。工期延误不仅会增加项目的直接费用如现场管理费、设备租赁费和临时设施费,还会增加其他间接费用如施工单位的间接管理费用和业主的财务成本,特别是在大型项目中,工期延误的影响可能会更加显著,导致造价的大幅上升。

2.2.2 风险成本增加

设计变更的频繁发生还会增加项目的风险成本,这些风险成本包括由于变更引起的技术风险、管理风险和法律风险等。例如频繁的设计变更可能导致施工质量下降,增加返工和维修的风险,进而增加项目成本,设计变更还可能引发合同纠纷,增加法律风险和相關费用。频繁变更还会增加施工管理的复杂性,使项目管理人员面临更大的压力和挑战,增加管理风险和管理成本,为了应对这些风险,项目可能需要增加保险费用或其他风险管理措施,这些都将进一步增加项目的造价。

设计变更对造价的影响是多方面的,既有直接的材料费和人工费变化,也有间接的工期延误和风险成本增加,通过科学合理的管理可以有效控制设计变更对造价的影响,减少不必要的费用增加,提高项目管理的效率和效益。这要求施工单位和项目管理者在设计变更发生时,能够迅速、准确地评估其对造价的影响并采取相应的控制措施,以确保项目在预算范围内顺利完成^[3]。

3 设计变更与造价管理联动机制

3.1 联动管理机制的构建原则

设计变更与造价管理的联动机制应基于信息透明、科学评估和动态监控三大原则。信息透明是确保设计变更管理高效运行的基础,所有相关方,包括业主、设计单位、施工单位和监理单位,应及时、准确地获得设计变更信息,避免信息滞后造成的误解和决策失误。信息透明不仅要求信息的全面性和准确性,还要求信息的及时传递和反馈机制,确保各方在第一时间了解到变更情况及其可能的影响。

科学评估是联动管理机制中不可或缺的一环,设计变更的造价影响需要通过科学的方法进行全面评估以确保决策的合理性,这需要建立一套完善的评估体系,包括变更原因、变更内容、变更范围和变更影响等多个方面的评估。科学评估不仅有助于确定变更的必要性和可行性,还能够量化变更对造价的影响,为管理决策提供可靠依据。评估过程中应充分考虑施工现场的实际情况和可能存在的风险,确保评估结果的准确性和可靠性。

动态监控通过信息化手段实现设计变更与造价管理的实时监控，确保项目各阶段的变更都能得到及时处理和反馈。动态监控不仅包括对设计变更的监控，还应包括对施工进度、成本控制和质量管理的全面监控。信息化手段如项目管理软件、成本管理系统等可以提供实时数据和分析功能，帮助管理者迅速掌握变更情况和造价变化，做出及时、有效的调整。

3.2 联动管理机制的实施路径

在实施设计变更与造价管理联动机制时，应重点关注建立预警系统和优化审批流程两大路径，建立预警系统是提高设计变更管理效率的重要手段。预警系统应具备自动化监控和智能化分析功能，能够根据项目进展和现场情况，自动识别可能的变更需求并及时发出预警。预警系统还应支持多方协同工作，使各相关方能够迅速响应变更预警，进行必要的沟通和协商，确保变更能够在最短时间内得到处理，减少对项目进度和造价的影响。

优化审批流程是确保设计变更处理高效、快速的关键。现有的设计变更审批流程往往较为复杂，涉及多个部门和层级、审批周期较长，例如可以建立一站式审批平台实现设计变更的在线申请、审核和批准，减少人为干预和审批滞后。优化审批流程还应注重提高审批效率，通过培训和规范管理提升各级审批人员的专业能力和责任意识，确保变更审批的及时性和准确性。

在实施路径中还应注重信息化手段的应用，如利用BIM技术、项目管理软件和成本控制系统等，提高设计变更管理的科学性和高效性。信息化手段还可以提供全面的数据分析和决策支持，帮助管理者更好地控制变更风险和造价变化，确保项目的顺利实施和目标达成^[4]。

4 联动管理机制的实际应用案例分析

4.1 案例一：大型商业综合体项目

在某大型商业综合体项目中，设计变更与造价管理的联动机制得到有效应用。该项目总建筑面积超过20万平方米，涵盖购物中心、办公楼和酒店等多种功能区域。在施工过程中，由于业主需求的变化和现场实际情况的调整，设计变更频繁发生，为了有效管理这些变更，该项目引入了信息化管理平台和科学评估体系。项目团队通过BIM技术实现了设计变更的可视化和信息共享，使各方能够直观地了解变更内容及其影响，建立了设计变更预警系统，当识别到潜在变更时，系统会自动发送预警通知，提醒相关人员进行评估和

处理。项目优化了变更审批流程，通过在线平台实现了变更申请、审核和批准的无缝衔接，大大缩短了审批周期，通过这些措施，项目不仅有效控制了设计变更对造价的影响，还确保了施工进度的顺利进行。最终，该商业综合体项目在预算内按时完工并获得了业主和各方的高度评价。

4.2 案例二：高层住宅项目

某高层住宅项目的实际应用案例展示了联动管理机制在不同类型项目中的适用性和有效性。该项目包括五栋30层以上的住宅楼，总建筑面积约15万平方米，在施工过程中，由于地质条件复杂和业主对住宅品质提出了更高要求，设计变更频繁发生，项目团队为此引入了一套完善的联动管理机制，建立了设计变更预警系统。项目团队还加强了对设计变更的动态监控，通过定期的成本分析和进度检查确保变更对造价的影响在可控范围内。最终，该高层住宅项目按时完成并成功控制在预算内，项目的高品质和良好的管理水平得到了业主和住户的高度认可。

这些实际案例显示了联动管理机制在房屋建筑项目中应用的有效性，控制造价确保项目顺利完成，这些经验为其他类似项目提供了宝贵的借鉴和指导，展示了联动管理机制在工程管理中的广泛应用潜力和实际效果^[5]。

5 结束语

设计变更是房屋建筑项目施工期不可避免的一部分，其对造价的影响需要通过科学合理的管理机制加以控制。文中探讨了施工期设计变更的特点、原因及其对造价的影响，并提出了联动管理机制及其实施路径，通过实际案例的分析验证了联动管理机制的有效性，为工程管理提供了有力的支持。在今后的工程实践中应进一步完善信息化手段，提升设计变更与造价管理的联动性，确保项目经济效益与质量的协调发展。

参考文献：

- [1] 李汝清. 工程变更对建筑工程造价的影响及其控制策略[J]. 中国招标, 2024(07):107-109.
- [2] 陈平. 浅析建筑设计阶段工程造价成本控制策略[J]. 江西建材, 2022(09):424-425,432.
- [3] 杨滢. 建筑工程结算超预算的原因剖析及策略探讨[J]. 四川水泥, 2022(05):31-33.
- [4] 方瑞炫. 浅析建筑设计项目管理理论方法及应用[J]. 散装水泥, 2020(05):89-90.
- [5] 丘康尧. 建筑工程变更对造价的影响及其控制探析[J]. 居舍, 2020(07):137.

建筑工程安全管理与进度控制策略

吴培源

(建艺国际工程管理集团有限公司, 广东 深圳 518000)

摘要 在建筑工程管理中, 安全管理与进度控制的重要性不容忽视, 安全管理直接关系到工程施工过程中的人员安全与项目稳定性, 进度控制则影响着项目的经济效益。本文探讨了这两个关键因素在建筑工程中的核心地位, 提出了一系列具有实际操作性的管理策略, 以期对有效提升工程项目整体质量、确保施工安全有所裨益, 从而提高工程效率, 实现项目综合优化。

关键词 建筑工程; 安全管理; 进度控制

中图分类号: TU714; TU722

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0073-03

在建筑工程领域, 安全管理和进度控制是项目成功的关键, 安全管理关乎每位工程参与者的生命安全, 更是项目平稳进行的重要保障, 进度控制对于确保工程按期交付、实现投资回报最大化具有决定性作用。随着建筑业的不断进步, 对这两个管理环节的要求也日趋严格, 本文通过深入研究, 提出更为精确和系统的管理方法, 旨在为提升建筑工程的整体品质提供参考, 保障施工安全, 以及优化项目的经济效益。

1 建筑工程的安全管理与进度控制的意义

1.1 保障人身安全和财产安全

就人身和财产安全而言, 建筑工程现场环境多变且复杂, 潜在风险无处不在。操作重型机械、进行高空作业等环节都存在着不容忽视的安全隐患。因此, 实施严格的安全管理措施显得至关重要。通过科学的风险评估和预防措施, 可以有效地降低这些风险, 从而确保每一位工程参与者的安全。这不仅是工程项目顺利推进的基础, 也是企业社会责任的体现。

1.2 确保工程进度和质量

进度控制旨在保持施工流程的高效与协调, 确保工程能够按计划进行。通过精细化的进度管理, 可以确保每个环节都得到充分落实和监控, 进而提升整体工程质量。同时, 安全管理对工程质量也产生着间接影响。在安全的环境中, 工人能够更加专注于工作, 减少因安全问题而引发的施工中断或质量瑕疵, 从而保障工程质量的稳步提升。

1.3 提升企业形象和市场竞争能力

一个能够持续保障施工安全、高效掌控工程进度度的建筑企业, 无疑会在激烈的市场竞争中占据有利地位。这种对安全和效率的坚守与追求, 不仅彰显了企

业的专业能力和管理水平, 也体现了其深厚的社会责任感。在信息化日益普及的今天, 企业的安全记录和工程进度已然成为其品牌形象的重要构成部分, 直接影响着客户的信任度与市场的认可度。

2 建筑工程的安全管理与进度控制现状

2.1 安全管理的现状问题

目前, 建筑工程的安全管理形势不容乐观, 首要问题是施工现场普遍存在的安全意识薄弱现象, 主要体现在对工人的安全教育培训不足, 以及对安全操作规程的忽视。安全意识缺失的状况, 直接导致工地事故频发, 对工人的生命健康构成严重威胁。此外, 也不能忽视安全设施和防护措施的不完备问题, 部分施工单位在安全设备与个体防护装备配置上显得漫不经心, 诸如防护网、安全带等基础安全设施的缺失, 使工人在高危环境中作业, 隐患重重。监管与监管机构在履行安全管理职责时力度不够, 难以及时识别并处置潜在的安全威胁, 安全责任界限的模糊不清, 更是在许多工程项目中造成管理上的混乱。施工单位、监理单位与业主之间在安全责任上的不明确, 削弱了安全管理效果, 为事后责任追究带来不必要的纷争。

2.2 进度控制的现状问题

工程进度控制同样面临多方面难题。首要的是施工进度计划制定的不科学, 制定计划时, 很多项目团队未能全面考量施工复杂度、人力资源状况、材料供应链等核心要素, 导致计划过于乐观, 实际操作中难以达成既定目标, 项目延期成为常态。施工过程中的变更管理不规范也是突出问题, 建筑工程中的变更本不可避免, 但部分项目在应对变更时显得手足无措, 无法及时调整进度规划和资源配置, 导致施工进度大

受影响。施工单位、监理单位与业主之间的沟通不畅也是制约进度控制的关键因素。信息传递的滞后与不透明,使各方难以实时掌握工程进度以及潜在问题,阻碍进度计划有效执行,对整个项目的推进造成不小的困扰^[1]。

3 建筑工程安全管理实施路径

3.1 建筑工程安全管理组织机构

在建筑工程领域,安全管理组织机构的科学构建是确保工程安全顺利进行的重要基石,结构明晰、职责分明的安全管理组织机构,能为项目安全实施提供有力保障,促进各项安全管理措施的高效执行。安全管理组织机构的建立,首要任务是明确各管理层级的职责与权力范围,通过设定合理的层级结构,可确保政策指令的顺畅下达以及基层信息的及时反馈。各级管理者在其职责范围内对安全问题负责,在紧急情况下能够迅速响应,有效控制风险。组织机构中应配置专业的安全管理人员,如安全主管和安全员,他们具备丰富的安全管理知识和实践经验,能在关键时刻提供专业指导,增强安全管理工作的专业性以及应对复杂情况的能力。该组织机构还需明确各部门、各岗位之间的协作机制,建筑工程涉及多个部门和岗位的紧密配合,明确的责任划分以及高效的协作模式对于及时应对安全问题至关重要^[2]。

3.2 建筑工程安全管理责任分工

在建筑工程安全管理中,明确责任分工是确保工作高效进行的关键环节。各相关部门和岗位需对自身在安全管理中的职责有清晰的认识与定位,建筑施工单位作为项目的实施主体,承担着最直接的安全管理责任,需要全面负责工地的日常安全管理工作,包括制定并执行安全规章制度,以及进行定期安全巡查等。监理单位在安全管理中扮演着重要的监督角色,需对施工单位的安全管理工作进行全面监督,确保其符合行业法规和标准,发现潜在安全隐患时,监理单位应及时提出并督促相关单位采取有效措施予以消除。设计单位在安全管理中同样不可忽视,设计初期,需充分考虑安全因素,确保设计方案的安全性,设计单位还需为施工单位提供必要的技术支持,确保施工过程中的安全。施工员工也是安全管理的重要参与者,需要严格遵守安全操作规程,确保每个施工环节都符合安全标准。

3.3 应急预案及应急演练

在建筑工程中,制定以及执行应急预案及进行应急演练对于应对突发事件、确保工程安全具有重要意义。应急预案的制定需针对各种可能的安全事故,包括但不限于火灾、坍塌等重大事故,预案中应明确应

急响应流程、负责人员、所需设备和资源等关键信息,确保紧急情况下能迅速、有效地采取措施。应急演练则是对预案的实际检验和提升,通过模拟真实的事故场景,可评估预案的可行性和有效性,提高相关人员的应急反应能力与协作水平,有助于参与者更好地熟悉应急预案,及时发现并改进预案中存在的问题^[3]。

4 建筑工程进度控制与安全管理结合路径

4.1 建筑施工进度计划编制

建筑施工进度计划的编制是确保建筑工程项目能够按时、高效完成的关键环节,然而,仅仅关注进度远远不够,还必须将安全管理融入其中,确保整个施工过程的顺利进行。制定建筑施工进度计划时,必须对施工过程中可能遇到的各种安全风险进行全面、深入分析与评估,包括对施工工艺、作业程序以及施工方法的安全性进行审查,以识别潜在的安全隐患。通过将这些安全风险纳入考虑,可以在计划阶段就制定相应的预防措施,降低事故发生概率。建筑施工进度计划的编制还需要充分考虑到人员、设备、材料等多方面的因素。人员方面,需要确保施工团队具备足够的专业技能和安全意识,以避免因操作不当而引发的安全事故。设备与材料方面,要根据施工进度要求,合理安排采购、运输与使用计划,确保施工活动的顺利进行。通过将安全管理融入建筑施工进度计划的编制中,可以实现进度控制与安全管理的紧密结合,有助于提高施工效率,有效保障施工人员的生命安全,为建筑工程项目的顺利进行提供有力保障。(见表1)

4.2 安全管理与施工进度的关联性

在建筑工程中,安全管理与施工进度之间存在着紧密复杂的内在联系,这种联系体现在多个层面,共同构成工程项目管理核心框架。有效的安全管理能够显著提升施工效率和工作质量,安全、有序的工作环境能让施工人员更专注于工作任务,减少分心与担忧,激发员工的工作积极性与创造力。积极的工作状态有助于加快施工进度,提高工程效率。通过培养施工人员的安全意识,可以确保他们在面对潜在安全风险时能够迅速、准确地做出反应,避免因安全事故导致的进度延误。

合理的施工进度计划为安全管理提供了有力的支撑,明确、可行的施工进度计划能帮管理人员更好地预测以及应对施工过程中的各种挑战和风险,包括安全风险。通过合理安排施工顺序和作业时间,可以降低施工现场的复杂性和不确定性,减少安全事故的发生概率,施工进度计划中的应急预案部分也能为应对突发安全事故提供明确指导与保障^[4]。

表 1 进度计划编制流程

要素类别	详细说明
核心环节	建筑施工进度计划的编制
重要性	确保建筑工程项目按时、高效完成
安全管理融入	必须将安全管理考虑在内, 以确保施工过程的顺利进行
安全风险分析	对施工工艺、作业程序、施工方法的安全性进行全面、深入的分析与评估
识别安全隐患	识别并记录潜在的安全隐患
预防措施	在计划阶段制定相应的预防措施, 以降低事故发生概率
人员考虑	确保施工团队具备足够的专业技能和安全意识, 预防操作不当引发的事故
设备与材料	根据施工进度要求, 合理安排设备与材料的采购、运输与使用计划
进度与安全结合	实现进度控制与安全管理的紧密结合, 提高施工效率, 保障人员生命安全

4.3 合理调整进度与安全管理的平衡

在建筑工程实施过程中, 实现施工进度与安全管理的动态平衡是一项至关重要的任务, 要求相关工作人员在整个施工过程中不断调整和优化管理策略, 以适应各种变化与挑战。建立一套灵活且高效的管理机制是实现动态平衡的基础, 需要定期进行进度审查与安全检查, 及时发现问题并采取相应解决措施, 建立有效的沟通协调渠道, 确保各部门之间的信息共享和协同工作。通过这些措施, 可以实时掌握施工进度和安全管理的最新情况, 为决策提供有力支持。密切关注施工进度与安全管理的实际情况, 根据需要进行及时的调整, 施工进度滞后时, 可以通过优化施工流程、增加资源投入或调整工作计划等方式来加快进度, 这些调整必须在确保安全的前提下进行, 避免因追求进度而忽视安全问题; 同样, 当发现安全隐患时, 必须立即采取措施进行整改, 确保施工现场的安全。不断总结经验教训并持续改进管理方法和手段是实现动态平衡的关键, 需要定期对施工进度和安全管理的协同效果进行评估和反馈, 不断优化管理策略以提高工程项目的整体效益, 积极引进新技术和新方法, 加快施工进度与提升安全管理科技含量以及智能化水平^[5]。

4.4 利用信息技术提升进度控制与安全管理水平

随着信息技术的飞速发展, 其在建筑工程进度控制与安全管理中的应用也日益广泛, 利用先进的信息技术, 如建筑信息模型 (BIM)、物联网 (IoT) 以及大数据分析等, 可显著提升建筑工程管理的效率和准确性。BIM 技术能够在施工前对工程项目进行全面的模拟和预测, 帮助管理人员识别潜在的施工进度和安全风险, 通过 BIM 模型, 可以直观地查看施工过程中的各个阶段, 制定更为精确的进度计划与安全措施。物联网技术则能够实时监控施工现场的各种参数, 如温

度、湿度、风速以及施工设备的运行状态等, 可以帮助管理人员及时了解施工现场的实际情况, 还能为预防安全事故提供有力支持。大数据分析则能够对施工过程中产生的海量数据进行深入挖掘和分析, 发现施工进度与安全管理的内在联系和规律, 通过对这些数据的分析, 可以预测未来可能出现的问题, 并提前制定相应的应对措施。

5 结束语

建筑工程安全管理与进度控制是项目的两大核心, 直接关系到工程的质量、效率与安全。然而, 在实际操作中依然面临安全制度执行不足、施工进度与实际计划不符等问题, 为攻克这些难题, 必须推行有效的改进措施, 如加强安全培训以提升员工安全意识, 精细制定并严格执行施工进度计划。但建筑工程的安全与进度管理是长期且持续的过程, 需要施工单位、政府机构乃至社会各界的通力合作。未来应进一步深入探索, 不断创新管理策略, 提升建筑行业的整体安全水准和施工效率, 确保每个建筑项目都能在安全、高效的前提下顺利完成, 为建筑行业的持续繁荣与发展打下坚实的基础。

参考文献:

- [1] 蔡悠笛. 工程项目安全管理存在的问题及策略研究 [J]. 高校后勤研究, 2023(02):32-33.
- [2] 张玉梅. 关于建筑施工进度管理与安全质量管理的思考 [J]. 居业, 2023(01):158-160.
- [3] 陈兆升, 樊怀亮, 吴婧. BIM 技术在建筑工程现场管理中的应用 [J]. 工程技术研究, 2022,07(23):134-136.
- [4] 赵静媛. 安全管理在建筑工程施工中的作用分析 [J]. 散装水泥, 2022(05):49-51.
- [5] 陆聪麟, 陈鹏泽, 朱佳豪. 建筑工程行业进度安全管理 [J]. 品牌与标准化, 2021(05):101-103.

建筑企业安全管理的风险防范与控制策略

张亚养

(广东仁丰建设有限公司, 广东 东莞 523000)

摘要 施工企业在追求最大化的利润并实现快速发展的过程中, 必须确保项目施工质量达到高标准, 以确保工程的顺利进行。然而, 在实际的项目施工过程中, 施工企业往往会面临各种各样的风险, 这些风险可能会导致建筑施工过程中出现各种问题, 从而对企业的稳定发展产生不利影响。对此, 文章从建筑施工高空作业、地质条件、施工人员、环境不明确等方面对建筑企业在开展安全管理工作中存在的风险进行了探究, 并提出了控制以及防范建筑施工安全风险的策略, 以供相关人员参考。

关键词 建筑企业; 安全管理; 风险防范; 高空作业; 地质条件

中图分类号: TU714

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0076-03

建筑生产过程中存在的风险主要来源于多变的环境、不确定的地质条件、成品建材、机械设备以及高空作业等。但是, 在实际施工中还会存在一个问题, 即相同环境、相同工作和相同施工设施, 不同施工单位的安全状况千差万别。在此过程中, 人是主要的风险因素。人在建筑施工中十分活跃, 其对于生产系统而言, 属于最大的风险因素。由于工作人员的专业技能、身体状况、认知能力等存在不同, 生产系统就会出现混乱的情况, 从而安全事故极容易发生。所以, 建筑企业在对风险防范系统进行构建的时候, 必须对这个危险因素进行重点考虑。因此, 建筑生产风险可划分为六大方面, 如何规避这些风险是建筑业必须重点考虑的问题。对此, 笔者在下文做了详细讨论。

1 建筑企业开展安全风险管理的意义

当前, 国家对城市化进程的推进给予高度重视, 建筑业因此面临新的发展机遇和挑战。为顺应这一趋势, 建筑业应致力于实施标准化和规范化管理, 以促进城市化进程的加速, 提高建筑质量和效率。然而, 审视当前建筑工程的施工现状, 不难发现多种因素时常对工程质量产生负面影响, 导致施工安全面临诸多风险, 同时还有许多不可预见的风险存在。这些风险可能来自施工材料的质量问题、施工人员的操作不当、施工设备的故障, 甚至是外部环境的不利影响。鉴于建筑行业与民众生活紧密相连, 一旦建筑施工中存在隐患, 不仅建筑工程的安全性无法得到保障, 社会的稳定亦可能受到波及, 甚至可能对人民的生命财产安全造成严重威胁。因此, 建筑施工单位在施工过程中必须严格遵守相关标准, 以确保施工安全、工程质量及施工效益得到充分保障。这不仅需要施工单位加强

内部管理, 提高施工人员的专业技能和安全意识, 还需要加强与政府相关部门的沟通协作, 确保施工过程符合法律法规的要求。同时, 施工单位还应积极采用先进的施工技术和设备, 提高施工效率和质量, 减少施工过程中的浪费和污染, 实现可持续发展。总之, 建筑企业必须紧跟时代发展的步伐, 不断提升自身的管理水平和技术能力, 以适应现代化的发展趋势, 为城市化进程的推进做出积极贡献。

2 建筑企业在开展安全管理工作中存在的风险

2.1 高空作业过程中存在的风险

在城市化快速发展的进程中, 高层建筑逐渐增多, 建筑施工难度也随之增加。此形势下, 施工者需要在高处露天工作, 物体打击事故以及坠落事故等经常发生。对此, 施工者不但要具备较好的身体素质, 而且还需要具备较高的技术能力以及安全意识。可是, 目前很多高空工作者却缺乏这几项, 尤其缺少安全意识, 综合素质较低, 根本不符合新时代建筑施工需求。通过对历来建筑伤亡数据进行统计, 会发现高处坠落事故发生较为严重, 必须加强重视。

2.2 地质条件引发的风险

对于建筑工程而言, 地基建设属于必要的组成部分。现在国家建筑业发展趋势越来越倾向高层建筑, 因此, 基础深度逐渐增加。在地质条件的影响下, 建筑业经常选用人工成孔方式或是深基础方式开展基础施工。可在基础施工的时候, 常常因为地面一些设施原因, 如下水道漏水、自然环境因素等, 导致基础周围土层具有的稳定性发生改变, 因此, 坍塌事故也极容易发生^[1]。除此之外, 在不了解地质条件的情况下

进行施工，还会发生承压水问题以及流沙问题等。

2.3 施工人员引发的风险

建筑施工涉及众多工程和专业。由于施工过程中环境因素不确定以及自身存在的风险，如果施工人员不具备较强的身体素质、专业素养以及安全意识，那么建筑生产将潜藏一些安全问题。

2.4 环境不明确引发的风险

建筑施工需要在露天的环境下完成，而且流动性非常大，因此，施工条件以及自然环境等都会对其造成影响。气候变化以及阴雨天气等都会阻碍施工人员的施工，严重时，施工人员会因为受寒、中暑、滑倒等问题引发触点事故或坠落事故等。在工业化迅猛发展的过程中，表层土污染逐渐加重，众多工业废弃物严重破坏了土层结构，不但土体失去了原有强度，而且土体中有毒气体也逐渐增多，这样施工人员在地下施工的过程中极易容易发生窒息或者中毒等事故^[2]。

2.5 成品材料引发的风险

建筑施工过程中经常会应用到众多成品材料、半成品材料以及预制构件等，如钢筋建材、预制柱建材等，这些建材不但形状不同，而且体型还比较笨重，进而导致建材的存放、吊装以及运输等工作变得非常困难，由于此原因，建材撞击、坠落以及翻滚等众多风险时有发生。

2.6 机械设备引发的风险

建筑施工不但规模较大，而且类型也非常多，因此，经常会应用到多种不同类型的机械设备，如加工机械、起重机以及挖掘机等，当施工人员应用这些机械设备进行施工的时候，如果施工技术较弱，或者施工条件不符合，那么只要操作出现一点疏忽，就会导致人员伤亡事故。

3 控制以及防范建筑施工安全风险的策略

3.1 制定安全生产责任制

建筑施工是否安全，对社会稳定、国家经济发展以及人们的生命财产安全起着决定性作用，对此，各企业的法人代表必须承担起自己的责任，并定期组织企业人员对安全生产知识和法律法规进行学习，然后，在掌握自己单位实际情况的基础上，将安全生产落到实处。安全生产贯穿于整个施工过程，因此，所有人员都应该承担起安全生产的重责。针对此种情况，所有企业都应该加强安全生产责任制的构建，对管理人员、领导人员以及职能部门的安全生产责任进行明确划分。先从领导入手，然后再逐级落实，从而保证安全生产效率达到最佳。与此同时，建筑企业在落实责

任的基础上，还应该加强管理，从经营的视角强化安全生产工作，此过程可以选用分层管理和分层次管控的方式完成，并责任落实到具体部门和具体人员身上，并签订安全生产责任书，绝对不允许留有任何死角^[3]。除此之外，将目标责任制以及监督制落到实处，如果发现安全生产问题，必将追查到底。

3.2 做好安全生产宣传和培训工作

建筑企业应该积极宣传安全生产的知识内容，并对工作人员进行安全生产教育，让所有工作人员加强对安全生产的重视。由于各个企业在安全管理方面防范意识、方法以及管理水平等均不相同，而且建筑施工还存在流动性大、施工点非常多、工期紧等特点，如果不认真对待每步施工，安全事故很容易发生。所以，想要使建筑施工顺利完成，那么安全教育十分重要。

建筑企业必须在内部积极宣传安全生产的重要性，并将安全教育落到实处，让每位员工都可以在心底树立起“我要安全生产”的建筑理念，并科学地运用各种方式使施工现场呈现出文明生产的氛围，不但要保障人民利益，还要增加自身的企业形象。在此过程中，建筑企业应该将工作人员、分包队伍以及专业队伍当作安全教育的重点对象，进而在他们综合素质不断提高的基础上，使安全事故减少发生。对于不同阶层人员，应该给予不同的教育，具体如表 1。

表 1 不同阶层的教育内容

教育对象	教育内容
管理人员	法制教育、条例教育、方针教育以及政策教育等
特殊工作人员	安全知识教育、遵守法规教育以及安全技术教育等
普通作业人员	劳动纪律教育、施工操作流程教育以及遵纪守法教育等

建筑企业运用宣传教育的方式，促使企业经营者、管理者以及所有工作人员都具备较强的安全素养，做好事先预防工作，可以在第一时间发现施工过程中存在的安全隐患，并做好科学的防治，从而使建筑施工在安全状态下高效地完成。

3.3 做好监督检查工作

建筑企业应该将监督检查工作高效落实，并做到严格执法，如果发现与安全生产相违背的地方，必须对其进行整改。安全检查过程中，需要重点查看机械设备、房屋拆除、高空坠落、临时用电、高层施工、现场设施、土石方工程、触点等安全隐患，如果发现问题，必须及时解决，并做到举一反三，尽可能防止与其类似事故再次发生。同时，还应该将检查出来

的所有事故都记录下来,包括整改的时间、整改策略以及整改人等,并做好跟踪检查工作,进而保证问题被彻底处理。

此外,建筑企业还应该建立自我约束机制,从而保证施工在安全状态下完成。建筑企业的职能部门应该辅助企业对安全生产制度进行构建,将安全生产落实到个人,并运用现代化技术,促使安全管理水平不断提升^[4]。不仅如此,建筑企业还应该加强基础设施的建设,制定防范安全事故的策略,及时将安全隐患解决掉,从而保证施工顺利进行。

3.4 为施工人员办理意外伤害保险

国家建筑法明确规定,建筑施工如果涉及高空作业或者危险作业,企业必须为参与施工的人员办理意外伤害险,进而保证施工人员的权益。从企业角度看,为工作人员缴付意外保险费用,可以表现出企业对工作人员的尊重以及保护。与此同时,在建筑施工过程中,风险随时都可能发生,如果事故真的发生,职工可以获得经济补偿。一些企业会对风险进行转移处理,进而达到持续发展的目的。企业为员工办理意外伤害险,属于防范风险的一种方法,这样不但能够提升自身抗风险能力,还能够对一些安全事故进行预防,从而使工作人员的生命安全得到保障。

3.5 应用现代化技术

目前,国家建筑施工在应用生产技术方面还缺乏先进性,因此,一些伤亡事故也时常发生。建筑企业必须紧跟时代发展脚步,合理应用现代化技术,此过程应该从下述几个方面入手:第一,科学优化安全生产技术。对防护体系进行科学构建,从而保障安全防护设施在最短时间内呈现出标准化以及定型化。第二,优化施工工艺,不断探究新技术的应用,将不安全因素剔除,防止因恶劣环境影响施工,此时需注意,新技术开发以及应用的过程中,一定要考虑安全问题。第三,根据现场施工情况,合理应用国内外的一些先进技术,预防可能发生的伤亡事故,然后,做好预防工作。此外,施工企业还应该在人力、财力以及物力等方面加大投入,并针对施工安全开展科学研究和科研交流活动,借鉴那些在安全管理方面比较先进的方法,从而在强化自身安全管理的基础上,使建筑施工在安全的氛围下顺利完成^[5]。

3.6 对五种关系进行科学处理

1. 安全和危险同时存在。针对某一个事物的运转而言,安全和危险以相互依存的方式存在其中。由于危险的存在,安全管理工作才应该被重视,进而对危险进行高效预防。安全和危险并不是以等量并存的方式

存在的,而是在事物运动发生改变的时候,其也会随之发生相应改变。

2. 安全和工程施工相互统一。在建筑施工的时候,假如人和物在危险环境当中,那么施工必将停止。因此,施工只有在安全保障下才能够按期完成。

3. 安全和质量间存在包含的关系。从广义角度讲,质量和安全能够相互作用。对于安全第一和质量第一的说法是成立的,质量第一关注的是生产结果,而安全第一主要是从保护生产角度讲。安全起到了服务质量的作用,质量起到了保证安全的作用。

4. 安全和速度具有互相保护的作用。安全保障了施工速度,换句话说讲,安全就是速度。因此,在建筑施工的时候,应该在安全的基础上提升速度,尽可能防止安全减速的事件发生。如果安全和速度出现冲突,应该先考虑安全,将速度放缓。

5. 安全和效益存在兼顾并存的关系。建筑企业应用安全技术进行施工,不但作业条件能够得到改善,经济效益也会大幅度提升。由此可知,安全能够起到提升经济效益的作用。虽然如此,建筑企业在开展安全管理工作的時候,一定要做到经济合理地投入,只有这样建筑企业才能够持续发展。

4 结束语

对于建筑企业而言,安全风险对施工水平以及自身发展起着决定性作用,所以,只有做好安全管理工作,高层建筑质量才能够得到保障,企业才能够迅猛发展。由于建筑施工过程中潜藏众多风险,施工安全因此受到影响,所以,建筑企业管理人员必须制定科学的风险管理方案,如制定安全生产责任制、做好安全生产宣传和培训工作、做好监督检查工作、为施工人员办理意外伤害保险、应用现代化技术、对五种关系进行科学处理等,进而使施工在安全稳定的状态下顺利完成。

参考文献:

- [1] 丛志明,马敬妍.建筑业人员安全管理困境分析及改进研究[J].管理科学与工程,2024,13(03):9-15.
- [2] 王静.信息化建设在建筑企业安全管理中的应用实践探索[J].中国科技期刊数据库工业A,2022(03):3012-3022.
- [3] 宋磊.建筑施工企业安全生产及建筑安全管理策略[J].陶瓷,2023(06):140-142.
- [4] 吕怡林.建筑施工企业安全生产及建筑安全管理策略探讨[J].中国科技期刊数据库工业A,2023(04):41-49.
- [5] 姜战勇.基于智慧工地平台提升建筑施工企业安全管理研究[J].工程与建设,2023,37(06):1876-1878.

建筑工程施工技术及施工管理的优化措施

张港健

(中天建设集团有限公司广东分公司, 广东 广州 510000)

摘要 建筑工程施工质量与施工管理水平密切相关, 直接影响着建筑物的安全性、耐久性和使用功能。为提升建筑工程质量, 需要在施工技术和管理两个方面协同发力。本文从基础工程、主体工程和防水防渗等方面系统阐述了建筑工程常用施工技术, 并从施工组织、质量控制、安全管理和成本控制等角度提出了优化建筑工程管理的具体措施。通过对某建筑工程项目的案例进行分析, 揭示了科学的施工技术和精细化管理是保障工程质量的关键。建筑施工企业应结合自身特点, 持续优化施工工艺, 完善管理体系, 促进建筑行业的高质量发展。

关键词 建筑工程施工技术; 施工管理; 精细化管理

中图分类号: TU723

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0079-03

近年来, 建筑行业的快速发展为人们提供了越来越多样化的生活和工作空间, 但与此同时, 建筑工程质量和安全事故频发的问题也日益凸显。究其原因, 施工技术落后和管理缺失是导致建筑工程质量隐患的主要诱因。为提升建筑工程施工质量, 确保工程安全, 降低建设成本, 需要在施工技术创新和管理优化两个层面同步发力。一方面, 要针对性地采用先进适用的施工技术和工艺, 提高工程建设效率和质量; 另一方面, 要从施工组织、质量控制、安全管理和成本控制等方面入手, 优化完善工程管理体系和制度, 为高质量施工提供坚实的保障。本文将重点探讨建筑工程常用施工技术和施工管理优化措施, 以期为建筑施工企业的技术进步和管理提升提供参考。

1 建筑工程常用施工技术

1.1 基础工程施工技术

建筑基础作为建筑物的“根基”, 对于保障建筑稳定性和安全性至关重要。常见的基础施工技术主要有桩基施工、深基坑支护施工等。桩基施工是指利用机械在地下制造桩体, 以增大基础的埋置深度, 提高建筑物的整体稳定性。根据土质条件和荷载要求不同, 可采用预制桩、钻孔灌注桩、高压旋喷桩等多种桩型。以钻孔灌注桩为例, 其施工流程主要包括护筒埋设、钻孔、清孔、钢筋笼制作、吊装和混凝土灌注等环节^[1]。施工中应严格控制钻孔垂直度, 确保成孔质量; 混凝土标号需满足设计要求, 连续灌注, 振捣密实; 桩体完成后及时进行无损检测, 复核桩身完整性和承载力。表 1 列举了某项目钻孔灌注桩参数。可见, 桩基施工涉及诸多工序, 技术要求高, 需严把材料、

设备和操作质量关。

表 1 某项目钻孔灌注桩参数

桩径(mm)	桩长(m)	混凝土标号	垂直度 偏差	桩位偏差 (mm)
800	25	C35	1/200	50
1 000	30	C35	1/200	50

深基坑支护施工是在基坑开挖过程中, 采用支护结构确保基坑侧壁稳定的一项临时工程。常见的支护形式有放坡开挖、排桩支护、土钉墙支护和地下连续墙支护等。土钉墙支护施工时, 应对土钉材料进行抽样检测, 确保强度和防腐性能; 土钉安装要位置准确, 角度符合设计; 喷射混凝土应分层进行, 控制厚度和强度; 支护过程中应加强变形监测, 发现异常及时采取措施。总之, 深基坑支护施工对技术经验要求较高, 为保证施工安全和周边环境保护, 必须编制专项施工方案, 严格规范操作。

1.2 主体工程施工技术

主体工程施工对建筑物的安全性、耐久性和使用功能有决定性影响。当前建筑工程主体多采用钢筋混凝土结构, 其施工技术主要包括模板工程、钢筋工程和混凝土工程。模板工程关系到混凝土结构的外观质量和尺寸精度。施工中应优选定型化、工具化程度高的模板体系, 提高构件的生产效率和周转次数; 针对异形构件, 采用组合钢模板, 控制平面度和垂直度; 脱模剂应均匀涂刷, 确保拆模后混凝土表面光洁。钢筋工程的质量直接关系到混凝土结构的安全性能。钢筋进场前, 应对其力学性能、表面状态等进行严格检验; 下料时尺寸要准确, 弯曲形状符合设计; 绑扎过程中

保证钢筋位置正确,间距均匀,箍筋弯钩角度符合要求;安装就位后及时进行隐蔽工程验收^[2]。

混凝土工程是主体施工的核心,对原材料、配合比、浇筑、养护各环节都有严格的技术规程。原材料质量是混凝土强度、耐久性的基础,水泥、掺合料、外加剂等都应有出厂合格证和检测报告,确保性能的稳定性。混凝土配合比需通过试验确定,并随原材料变化进行必要调整。浇筑施工应连续进行,层间间隔时间不宜过长,振捣时插入点均匀,不漏振、不过振。终凝后应及时养护,保持适宜的湿度和温度条件,尽量减少塑性收缩开裂。表2所示为某工程混凝土主要性能指标。综上,混凝土施工贯穿建筑工程始终,技术要点多而细,需制定科学的施工方案,加强过程控制和检验,才能确保施工质量。

表2 某工程混凝土主要性能指标

混凝土标号	抗压强度 (MPa)	抗渗等级	坍落度 (mm)	含气量 (%)
C30	30	P6	160	4.5
C35	35	P8	180	4.0

1.3 防水防渗施工技术

建筑工程的防水防渗设计和施工是保证建筑物使用功能和耐久性的重要环节,涉及屋面、外墙、卫生间、地下室等多个部位。常用的防水材料有沥青类、高分子卷材类和刚性防水类等。施工中首先应对基层进行处理,填平找平、去除浮渣和尖锐凸起,并满足防水层施工的含水率要求。对于易开裂部位,应设置专门的附加层或加强层^[3]。接缝是渗漏的薄弱环节,施工时应采用搭接或焊接的方式进行密封处理,搭接宽度和焊接强度应满足设计要求。涂膜防水施工应均匀涂刷,厚度控制一致,避免流淌和积聚。蓄水或长期浸水构筑物,应在防水层上设置保护层,防止后期破损。

某高层住宅项目的防水防渗等级见表3。可见,对于不同防水防渗等级,设计和施工时在基层处理、防水材料选择、铺贴方式和细部构造处理等方面会有不同的技术要求。为确保防水防渗施工质量,需加强施工人员培训,提高操作技能;健全材料、成品保护等管理制度,落实质量责任;做好隐蔽工程验收和蓄水试验等,为建筑物的安全和耐久性提供坚实的保障。

2 建筑工程管理优化措施

2.1 施工组织管理优化

科学合理的施工组织设计是确保建筑工程项目顺利实施的基础和前提。施工单位应当根据工程的规模、

技术特点、施工环境等因素,因地制宜地编制切实可行的施工组织总设计和各项专项施工方案。在施工准备阶段,施工单位要组织相关人员充分做好图纸会审和技术交底工作,深入理解设计意图,熟悉相关施工规范和质量验收标准。合理配置人力、材料、机械设备等施工资源,优化劳动组织和机械设备选型,提高资源利用效率^[4]。

表3 某高层住宅项目的防水防渗等级

部位	防水防渗等级	防水材料	做法说明
屋面	P1	SBS 改性 沥青卷材	两道满粘法,搭接 宽度不小于 100 mm
外墙	P2	聚合物水泥 防水涂料	不小于 1.5 mm,分 两遍涂刷
卫生间	P3	柔性防水涂料	不小于 1.0 mm,分 两遍涂刷,与地漏 粘接
地下室 顶板	P3	高分子自粘胶 膜防水卷材	满粘法,搭接宽度 不小于 80 mm,设置 保护层

在施工实施阶段,施工单位应当加强计划管理和进度控制,编制详细的施工进度计划,协调各专业施工之间的衔接,确保施工有序推进。要严格执行技术复核和技术确认程序,对关键工序、关键部位进行重点把控,消除质量安全隐患。及时收集整理施工技术资料,完善竣工验收文件,为工程验收创造条件。与此同时,施工单位要强化各参建方之间的沟通协调,建立定期碰头会制度,及时研究解决施工过程中遇到的困难和问题。应用信息化技术手段,提高信息传递效率和施工管理水平。

在竣工验收阶段,施工单位应当做好成品保护工作,组织开展自检自查,对照合同约定和有关标准,排查验收风险点。积极配合监理单位 and 建设单位开展竣工验收工作,针对验收发现的问题限期进行整改,确保工程按期高质量交付使用。同时,及时与建设单位办理工程结算手续,总结施工过程中的经验教训,为企业积累宝贵的管理经验和技術诀窍,为后续类似工程的实施奠定基础。

2.2 施工质量管理优化

工程质量是建筑施工管理的永恒主题。施工单位要树立“质量第一”的理念,建立健全质量管理体系。首先,要依据设计文件,编制可操作的质量控制措施,细化到每个分部分项工程;组织设计交底会和图纸会

审, 消除质量控制盲区。其次, 要加强材料、构配件和设备质量控制, 进场把好质量关, 做好平行检验和见证取样。再次, 要严格执行“三检制”, 切实落实自检、互检、专检程序; 坚持“首件制”和“样板引路”, 提高质量控制水平。在隐蔽工程和关键部位, 做好旁站监理和第三方检测, 强化过程质量控制。此外, 要开展质量问题分析会和质量评比活动, 加大质量考核力度, 将质量责任落实到人。同时, 注重总结质量问题的共性特点, 举一反三, 标本兼治。积极推行 QC 小组等群众性质量管理活动, 建设“人人都是质量员”的质量文化。

2.3 施工安全管理优化

建筑施工事故频发, 做好安全管理至关重要。施工单位要依据工程项目的特点, 组织编制切实可行的安全生产管理制度和专项施工方案。在施工现场, 要设置醒目的安全标识和警示牌, 划分安全作业区和禁区。要定期开展安全教育, 组织安全技术交底, 提高作业人员安全意识和技能。要严格执行安全防护标准, 正确佩戴和使用安全帽、安全带等个人防护用品。对特种作业人员, 要进行专门的安全技术培训和考核, 持证上岗。在日常巡查中, 要检查安全防护措施到位情况, 对不符合要求的要及时整改。要定期排查重大危险源, 制定应急预案并组织演练, 提高突发事件应对能力。同时, 要做好安全生产投入, 配备必要的安全设施设备。定期开展安全大检查, 积极参加安全生产标准化考评^[5]。

2.4 施工成本管理优化

施工成本管理是企业生存发展的基础。施工单位要建立健全成本管理制度, 控制成本支出, 提高经济效益。在材料成本控制上, 要做好材料计划与采购计划, 减少库存占用; 加强材料验收、储存和领用管理, 降低材料损耗; 优选材料供应商, 争取价格优惠和账期宽限。在人工成本控制上, 要合理安排劳动力, 提高人员利用率; 改进施工工艺, 减少工序间的等待浪费; 加强考勤管理, 控制人工成本支出。在机械设备成本控制上, 要优化配置施工机械, 减少窝工和闲置; 加强设备维护和保养, 延长使用寿命; 建立台班核算制度, 控制油耗和配件更换成本。在现场管理成本控制上, 要节约水电等能源的使用; 加强现场防火防盗等安全管理, 降低事故损失风险; 严格控制协调、检验等管理人员配置, 减少非生产性支出。同时, 要完善成本核算体系, 准确归集和分配各项成本费用; 加强成本差异分析, 查找成本控制的薄弱环节, 及时采取纠偏

措施; 积极开展成本控制培训, 提高全员成本意识。

3 案例分析

以某大型商业综合体项目为例, 该工程建筑面积 12 万平方米, 地上 30 层, 地下 3 层。经过精心策划和科学管理, 工程提前 3 个月优质完成。在基础施工阶段, 针对场地狭小、地质条件复杂等特点, 采用 SMW 工法和旋挖钻机成孔, 确保基坑支护和桩基施工的安全高效。主体结构采用泵送混凝土和带模板支撑体系, 生产效率和成品质量显著提高。在幕墙施工中, 采用 BIM 技术进行深化设计和加工下料, 降低了材料损耗和安装难度。在精装修阶段, 推行样板先行, 加强技术交底和过程巡查, 提高了成品保护意识。得益于标准化管理, 工程实测实量一次合格率达 98% 以上。同时, 项目部狠抓安全文明施工, 开展“安康杯”竞赛, 连续 500 万工时无事故。通过推行限额领料、定额考核等成本管控措施, 项目成本节约率达 5%。项目先后获得“市级文明工地”“建筑施工安全生产标准化示范工地”等荣誉称号, 充分彰显了科学施工和精细化管理的重要价值。

4 结束语

建筑工程施工管理是一项复杂的系统工程, 涉及技术、质量、安全、成本等诸多方面。施工企业只有与时俱进, 持续改进施工工艺, 创新管理模式, 才能适应新时期建筑业发展的新常态、新挑战。一方面, 要积极引进信息化、智能化技术, 发挥 BIM 技术、物联网、大数据等在施工各环节的应用价值, 全面提升传统施工技术水平。另一方面, 要树立精益化管理理念, 在施工组织、质量控制、安全管理、成本控制等方面建章立制, 形成具有企业特色的标准化管理体系。

参考文献:

- [1] 马新. 建筑工程施工现场项目管理的优化措施 [J]. 科技创新与生产力, 2024, 45(03): 64-66, 71.
- [2] 方城斌. 建筑工程施工技术及其现场施工管理措施分析 [J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2024(01): 132-135.
- [3] 郭明礼. 优化建筑施工技术与加强建筑工程管理措施 [J]. 石油化工建设, 2024, 46(06): 29-31.
- [4] 李建华. 建筑工程项目施工成本管理优化措施分析 [J]. 中国科技期刊数据库工业 A, 2024(07): 44-47.
- [5] 史杰. 建筑工程项目管理中的施工现场管理与优化措施探讨 [J]. 门窗, 2024(10): 172-174.

建筑工程管理及施工质量控制的有效策略

陈伟成

(广东南方建设集团有限公司, 广东 茂名 525000)

摘要 在建筑工程项目规模的不断扩增下, 管理建筑工程的复杂性也随之增大, 同时, 公众对建筑质量的期望也在不断提升, 传统建筑管理及质量控制手段已不足以应对现代建筑业的需求, 应科学且有效地进行建筑工程管理, 确保施工质量。基于此, 本文对建筑工程管理及施工质量控制的有效策略进行探讨。研究表明, 通过提高工程质量控制意识、加强技术管理、注重质量监督管理、优化组织协调等方式, 将有助于在保证工程施工质量与安全的基础上提升效率与效益, 同时满足环保等方面的要求。

关键词 建筑工程管理; 施工质量控制; 管理意识; 技术应用管理; 施工质量监督

中图分类号: TU74; TU712

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0082-03

在建筑工程项目各个阶段, 质量控制尤为关键, 是确保项目质量并树立良好市场声誉的基础。建筑工程管理及质量控制涉及众多合作方及工作人员, 因此确保施工质量是管理过程中的核心环节。随着人们对质量的要求日益提高, 传统管理方法和质量控制手段已难以满足现代建筑业的发展需求, 因此实施有效的建筑工程管理与施工质量控制已成为当下研究的焦点。

1 建筑工程管理的作用

有效的建筑工程管理能够优化资源配置, 确保人力、物资、设备及财务资源得到合理利用, 从而提高施工效率并降低成本。在建筑工程管理中, 项目生命周期的全面控制使得每个阶段活动都能按预定目标进行, 结合施工前的详细规划确保所有建设活动都有明确的时间表、预算和资源分配, 从设计阶段到竣工验收每一环节都受到严格监控。建筑工程管理采用质量控制体系来确保建筑符合规定的标准, 制定质量控制计划, 执行现场质量检验, 并使用先进的检测设备来确保材料的合规性, 以预防缺陷, 确保建筑工程的安全性。建筑工程管理涵盖风险管理, 能够识别潜在风险并制定应对策略, 减少工程项目中的不确定性, 通过早期识别有效降低事故发生的可能性。建筑工程管理实施信息技术, 利用 BIM 技术增强项目信息的可视化, 使项目各方能够实时访问项目数据, 监控项目进度, 并作出及时的调整, 从而优化施工管理流程。同时, 科学实施施工进度管理, 确保工程项目按计划完成, 使用关键路径方法优化施工活动的顺序, 减少施工延误并有效避免时间上的冲突。具体来讲, 现代建筑工程管理是一项复杂而涉及面极广的工作, 需要在多个方面进行协调与控制。

1.1 项目规划

项目规划是建筑工程管理的起点和基础, 其主要涉及项目目标设定、范围界定、任务分解和实施步骤的制定。科学合理的项目规划下, 可以明确项目的总体蓝图和各阶段的具体任务, 推动各项工作有序推进。项目规划还涉及风险管理计划, 以预见和应对可能出现的问题, 降低项目风险。

1.2 资源配置

资源配置涉及人员、材料、设备等各种资源的合理调配, 其中人员配置需要根据项目需求, 合理安排技术人员、管理人员和工人, 发挥各类专业人员的专业价值。材料管理主要涉及各种工程材料的采购、合理储存和高效使用, 避免材料浪费和短缺。设备管理需要确保设备的正常运行和维护, 避免因设备故障导致的工期延误。

1.3 进度控制

进度控制是确保项目按时完成的重要手段, 其主要是通过制定详细的时间表和关键路径分析, 监控工程进展, 及时发现和解决进度偏差。进度控制还包括定期召开进度会议, 评估当前进展情况, 并根据实际情况调整计划, 以应对各种突发状况。

1.4 成本管理

成本管理主要包括预算编制、成本核算和费用控制等内容, 是决定项目效益的重要内容。在项目开始前, 需要制定详细的预算计划, 明确各项费用的分配。在施工过程中, 通过严格的成本核算, 实时监控实际支出与预算之间的差异, 并采取相应措施进行调整, 避免超支现象。

1.5 质量安全管埋

质量与安全管埋的关键在于保证工程施工全过程在充分保证安全的同时,达到设计标准和规范要求。通过制定详细的质量管埋计划,全面控制工程质量。在施工过程中,需要进行定期检查和测试,发现问题及时整改。与此同时,通过安全培训、安全检查和安全措施,预防事故发生。并且,还需要建立应急预案,应对各种突发的质量安全问题。

1.6 环境保护

环境保护是现代建筑工程管埋中不可忽视的一部分,在施工过程中,需要采取有效措施减少对环境的不良影响,其主要涉及控制噪声、粉尘排放,处理废水废料等。同时,还要注重绿色施工,通过采用环保材料和节能技术,实现可持续发展。

2 建筑工程施工质量控制的意义

在建筑工程施工中,有效的质量控制能够确保结构的安全性能,提升建筑的使用功能。施工质量控制能够确保施工过程中各项工艺规范得到严格执行,实施有效的质量监控系统,及时发现施工中的潜在问题,采取纠正措施,避免质量问题扩散,从而降低返工率。在施工质量控制中,选用符合标准的建筑材料能够提升结构整体性能,增强建筑的耐久性,如使用高性能混凝土提高建筑的抗震性能,并优化施工技术,使用精密定位技术确保施工精度,进而提高施工速度。建筑工程施工质量控制是遵守相关法律法规的必要条件,工程需满足安全环保标准,质量控制能够确保这些规范得到实际应用,以合规的施工质量管理顺利通过政府部门验收,减少法律风险,增强建筑业者的市场竞争力。建筑工程质量直接影响公众安全,良好的建筑质量能够提供安全可靠的居住环境,减少安全事故发生,保障人民生命财产的安全,同时高标准的建筑项目也能够提升社区整体形象,促进区域的经济发展^[1]。

3 建筑工程管埋及施工质量控制存在的问题

3.1 管埋意识不强

在建筑工程施工中,部分管埋层侧重于短期经济效益而忽视长远的质量保障,导致在项目规划和执行过程中质量控制措施未能充分实施,对施工标准的遵守程度不一,从而影响工程的整体质量。建筑项目管埋中,对技术人员进行定期培训是保证项目质量的关键,但由于实际操作中成本和时间存在限制,常被忽略,导致施工团队不熟悉最新的建筑法规和新材料的使用方法,从而影响施工质量。建筑工程具有较高的安全风险,安全管理应贯穿项目的每一个环节,部分管埋

层未能树立安全第一的观念,使得施工现场安全规程的执行不到位,安全设备使用不规范,导致事故的发生^[2]。

3.2 技术应用管埋不到位

尽管现代建筑工程领域已出现多种先进技术,如 BIM 技术、自动化施工设备以及各种新型材料,但这些技术的整合与应用在许多项目中并不充分,导致这种情况的原因多种多样,项目管埋人员对新技术认识不足,缺乏将新技术应用到实际工程项目中的能力。同时,项目团队对持续的技术培训的重视不够,造成技术应用滞后。在多技术交叉应用的建筑项目中,需要确保各种技术之间的兼容性以保障施工质量,由于缺乏详细的技术评估,新引入的技术有时并不能和现有的工程管埋系统有效结合,从而影响施工进度,引起质量问题。技术监控也常被忽视,高科技设备需要定期的维护和校准才能保持最佳性能,但在实际工程管埋中缺乏有效的技术维护计划,导致设备故障率增高,影响施工质量。

3.3 施工质量监督不到位

施工过程中,由于项目监督缺乏足够的人手,监督人员未能充分理解工程技术要求,从而难以有效执行施工质量控制,不能及时发现施工过程中的质量缺陷。部分工程监督方法过时,不足以支持高质量的建筑施工监控,进而无法准确捕捉到施工过程中的复杂问题,难以满足高效率高精度监督的要求。同时,施工质量监督的文档记录也常不完整,限制项目管埋人员对施工质量问题的全面了解,影响后续质量改进。

3.4 工程管埋协调性不足

在现代建筑工程管埋中,各个部门之间需要高度协同合作,缺乏有效协调的项目部门间信息沟通不畅,导致项目各阶段的工作难以形成合力。部分工程设计团队未能及时将设计变更传递给施工团队,施工团队的实地问题反馈未能及时传达给设计师,这种沟通障碍将导致施工中出现错误。同时,设计的可施工性未能得到充分考虑,设计方案虽然在理论上可行,但在实际操作中可能面临诸多挑战。采购与施工阶段的协调也常存在问题,材料采购计划与施工进度安排未能紧密对接,导致材料供应不及时,施工现场因等待材料到货而出现停工情况,影响整个工程的时间控制。由于采购部门缺乏与施工现场的即时沟通,选用的材料与实际施工需求不符,造成再次采购的额外成本^[3]。

4 建筑工程管埋及施工质量控制的有效策略

4.1 提高工程质量控制意识

为提高工程质量控制意识,需从项目最初阶段就将质量作为核心要素融入所有决策,在工程项目的所

有参与者中建立一种共同认识,即高质量的成果是每一个环节都不可或缺的目标。应持续开展教育培训,加强对工程质量标准、相关法规的理解,有效提高其质量控制意识。同时,实施全面的质量管理体系,系统化管理质量控制流程,确保每一步操作都符合既定的质量标准,并通过持续的质量审核检验现有质量管理措施的有效性,识别改进机会,进而不断提高工程质量。加强质量控制意识还需利用现代技术手段如BIM技术,进行精确的施工模拟,从而在施工前发现设计缺陷,预测存在的结构问题,提前进行调整,避免在实际施工中的质量问题。同时,实施实时质量监控系统,使用传感器技术监测结构的质量状态,实时调整施工方案,确保工程质量符合预期标准。还应创建开放的沟通环境,鼓励项目团队成员之间就质量问题进行交流,促进问题的早期发现,减少返工情况,并定期举行质量会议,对项目的质量控制情况进行回顾,提高质量控制意识。

4.2 加强技术应用管理强度

技术应用管理强调整合最新的工程技术优化建筑项目的实施过程,需确保技术应用与项目需求紧密对接,工程团队应了解当前技术能力,将这些技术应用于特定工程场景,应用BIM技术在设计阶段进行冲突检测,预测并解决存在的结构问题,减少施工阶段的变更。还应定期开展培训课程,不断提升对新技术的掌握程度,确保技术在项目中的有效应用,并建立技术监督体系,对施工过程中技术应用进行持续监控,确保技术实施符合设计要求。还需进行有效的资源支持,为技术采购与更新提供充足的资金资源,运用先进的施工机械提高施工精度,减少人为错误。施工队伍可以利用激光扫描技术进行现场测量,提供高精度的数据支持,优化施工过程。还需建立持续改进机制,系统收集技术应用的反馈信息,评估技术应用效果,不断优化技术方案,确保技术应用始终符合项目发展的实际需要^[4]。

4.3 注重质量监督管理工作

在现代建筑工程管理中,实施有效的质量监督需要对工程各个阶段进行全面系统的检查与监控,建立全面的质量监督体系,涵盖从原材料采购、运输到现场施工的每个步骤,对材料的质量标准进行严格监控,及时发现质量问题并采取措施进行整改。同时,实施高质量的人员配置,监督团队应由经验丰富且具有专业资格的工程师组成,熟练应用各种监测工具,以确保施工质量。监督人员应定期接受培训,使其掌握最

新的监督技术。实施有效的质量监督管理工作还需利用先进的信息技术,结合BIM技术集成的监督管理系统对项目的各个方面进行实时监控,从而实现问题的早期解决。在此基础上,利用数据分析工具帮助监督团队分析大量的质量数据,识别潜在的风险,提前制定预防措施。还应定期进行质量评审,确保建筑物在长期使用过程中保持良好的性能,提高用户满意度。

4.4 提高工程管理协调性

有效的协调性能够确保项目各个部门在整个工程过程中保持良好沟通,从而优化资源分配,加快决策过程,并提高施工效率。应建立集中的项目管理办公室以提高管理协调性,该办公室应负责统筹项目的各个方面,如规划、调度、资源等,通过中央化管理确保信息在各相关部门间快速流通,及时解决跨部门问题。同时,采用先进的项目管理软件增强项目团队之间的协调能力,实时更新数据,帮助项目经理、承包商实时访问项目的最新信息,确保所有方面的决策都基于最新数据进行。加强日常沟通也是提高协调性的有效方法,应定期举行跨部门会议讨论项目进展,及时识别并解决潜在问题,保持团队的集中焦点。项目完成后,应进行详细回顾,收集各方面反馈,识别协调中存在的问题,从而在未来项目中改进管理协调方案,提高整体的工程管理效率^[5]。

5 结束语

建筑工程管理及施工质量控制对于保证整个项目质量具有决定性作用,建筑企业在执行实际施工时需高度重视工程管理和质量控制,在整个施工过程中密切关注质量控制,确保施工质量达标。建筑企业需提升对工程质量控制的认知,强化技术应用与管理,重视质量监督,并提高项目管理的协调性,以全面提高建筑工程的施工质量。

参考文献:

- [1] 何朝旭,成丽霞.基于绿色建筑评价体系的建筑工程管理措施探析[J].绿色建筑,2024,16(03):163-167.
- [2] 吕英霞.项目管理理念在建筑工程管理中的运用[J].城市建设理论研究:电子版,2024(14):34-36.
- [3] 孙炳炫.提升建筑工程管理及施工质量的对策分析[J].广东建材,2024,40(05):161-164.
- [4] 李恒三,焦莹.建筑工程管理中BIM技术的应用研究[J].砖瓦,2024(05):116-118.
- [5] 罗潇妹.装配式建筑工程造价管理影响因素及常见问题对策分析[J].四川水泥,2024(05):80-82.

现代房屋建筑工程管理中的创新管理模式

罗浅华

(广东省工程监理有限公司, 广东 广州 510000)

摘要 我国建筑行业快速发展, 市场竞争日益激烈, 导致传统的房屋建筑工程管理模式已难以适应新形势下的要求。为提高建筑工程管理水平, 实现高质量发展, 亟须探索创新的管理模式。本文分析了传统管理模式的局限性, 阐述了现代房屋建筑工程管理的创新理念, 重点探讨了集成项目管理 (IPD)、精益建造管理、基于 BIM 技术的建筑信息管理、合作伙伴管理等创新管理模式, 并结合工程案例进行了实证分析, 以期为建筑企业的转型升级提供借鉴。

关键词 房屋建筑; 工程管理; 创新模式; 精益建造

中图分类号: TU712

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0085-03

房屋建筑工程管理是一项涵盖设计、采购、施工、运维等多阶段, 涉及建设、勘察、设计、施工、监理、供应商等多主体的复杂系统工程。传统的建筑工程管理模式存在组织机构臃肿、管理手段落后、各方协同性差等问题, 难以适应日益复杂的建筑工程和不断变化的市场环境。为突破发展瓶颈, 提升核心竞争力, 房屋建筑工程管理亟须从理念、模式、方法等方面进行创新变革。

1 传统房屋建筑工程管理模式的局限性

1.1 组织管理模式单一

传统的房屋建筑工程管理多采用层级式、职能式的组织模式, 各部门、各专业间职责界面模糊, 沟通协调困难, 容易出现推诿扯皮现象。同时, 这种条块分割的组织模式缺乏灵活性, 难以适应复杂多变的工程管理需求。例如, 在设计变更时, 往往需要多个部门逐级审批, 效率低下^[1]。

1.2 管理手段相对落后

传统的工程管理主要依靠经验和人工操作, 缺乏信息化、数字化手段的支撑。在施工现场管理中, 材料管理、质量检查、安全监督等大多采用纸质台账登记, 数据收集困难, 统计分析滞后, 很难实现实时监控和精细化管理。管理资料也多以纸质档案为主, 检索困难, 信息共享程度低。

1.3 管理理念相对保守

在传统的房屋建筑工程管理中, 普遍存在重施工、轻管理, 重进度、轻质量的现象。管理人员满足于完成基本的任务目标, 创新意识不强。对新技术、新方法的应用比较谨慎, 习惯于简单套用或机械照搬现有经验做法, 缺乏与时俱进的理念。管理方式也相对粗放,

难以适应日益激烈的市场竞争环境。

1.4 人力资源管理粗放

建筑工程管理需要大量的一线技术和管理人员, 但传统的人力资源管理相对粗放。一方面, 建筑企业普遍存在用工荒问题, 现场作业人员招聘难度大。另一方面, 从业人员整体素质不高, 缺乏复合型管理人才^[2]。大部分项目管理人员学历在大专及以下, 高学历、高技能人才比例偏低。同时, 建筑企业在人才培养方面投入不足, 培训体系不健全, 员工发展空间有限。

2 现代房屋建筑工程管理的创新理念

2.1 全过程一体化管理理念

房屋建筑工程涉及规划、设计、采购、施工、运营等诸多环节, 传统的碎片化管理模式容易导致各阶段衔接不畅, 影响工程效益。因此, 要树立全过程一体化管理理念, 打破设计、施工、运维之间的壁垒, 实现工程建设的无缝对接。通过前端介入、标准化管控、信息集成等手段, 优化工程全生命周期管理, 提高投资效益。

2.2 精益化管理理念

精益化管理起源于制造业, 强调消除浪费、持续改进, 追求卓越品质。将精益理念引入建筑工程管理, 就是要从建筑全生命周期入手, 围绕建筑产品的价值流, 持续优化管理流程, 减少不增值的浪费, 提高管理效率。通过价值管理、流程再造等手段, 精简管理环节, 优化资源配置, 实现管理效益最大化^[3]。

2.3 数字化管理理念

随着信息技术的飞速发展, 大数据、云计算、物联网、人工智能等新技术为建筑工程管理变革提供了新动能。推进管理数字化, 就是要充分运用信息技术

手段,打造数字化管理平台,实现工程信息的采集、传输、存储、分析和应用的自动化、智能化,提高管理的及时性、准确性和科学性。通过数字孪生、智慧工地等新模式,推动工程管理从经验式向数据驱动转变。

2.4 人本化管理理念

建筑工程管理的核心是人,只有充分调动人的积极性、创造性,才能激发组织活力,实现高质量发展。践行人本化管理理念,就是要坚持以人为本,关注员工的成长和发展,营造尊重人、理解人、成就人的人文环境^[4]。通过健全的激励约束机制,畅通的职业发展通道,完善的教育培训体系,增强员工归属感,提升团队凝聚力,为企业发展提供智力支撑和人才保障。(见表1)

表1 管理人员学历结构

学历	比例 (%)	备注
博士	0.3	-
硕士	3.5	高学历人才占比偏低
本科	32.7	-
大专	41.6	大专及以下占比超60%
中专及以下	21.9	-

3 现代房屋建筑工程管理的创新模式与方法

3.1 集成项目管理模式 (IPD)

IPD是一种高度协作的项目交付方式,强调设计、施工、运营等各方在项目早期介入,共同制定目标,优化设计方案,协调项目实施,实现利益共享、风险共担。与传统的设计—招标—施工(DBB)模式相比,IPD打破了设计、施工、运维的线性串联,实现了各阶段的协同优化和一体化管理,可有效提高项目效率,控制成本,缩短工期。但IPD在实施中也面临激励约束机制设计、法律风险防控等挑战,需要在实践中不断深化完善^[5]。

3.2 精益建造管理模式

精益建造(Lean Construction, LC)是将精益生产理念应用于建筑工程管理的一种新模式。LC聚焦建筑产品价值流,通过价值管理、流程优化、持续改进等方法,减少浪费,创造价值,追求卓越品质。例如,美国Boltd公司在医院项目中应用精益建造,采用Last Planner System进行计划管理,实施5S现场管理,推行持续改进,项目成本节约18%,工期提前6周完工。

在实施精益建造过程中,可采用以下具体方法:价值流分析优化、看板管理、定置管理、拉动式物流、及时反馈等。同时,还需营造精益文化,强调员工参与,激发持续改进的内生动力。万科集团、绿地集团等房

地产企业已开始尝试引入精益建造理念,优化设计施工管理模式,取得了良好的效果。

3.3 基于BIM技术的建筑信息管理模式

BIM(Building Information Modeling)是以建筑工程数据为基础,集成各种信息的工程数字化平台。基于BIM平台,可实现设计、施工、运维全生命期的信息集成与管理,为工程各参与方提供一个高效协同的数字化环境。将BIM技术与大数据、物联网、人工智能等深度融合,形成智慧建造管理新模式,推动建筑工程管理的数字化、智能化转型。在推广BIM管理模式的过程中,可从以下方面入手:建立BIM平台,实现数据集成共享;优化管理流程,推行精细化管理;加强BIM技术人才培养,提升全员应用能力;完善BIM技术标准规范,强化BIM模型质量管控。

3.4 合作伙伴管理模式

合作伙伴管理强调项目各参与方的战略合作和利益捆绑,突破传统的发包—承包关系,形成利益共同体,实现优势互补、互利共赢。通过构建owner-designer-builder的伙伴联盟,优化项目组织机构,建立风险共担、利益共享的激励约束机制,调动各方积极性,实现工程建设的协同优化。某建筑工业革新中心提出了合作伙伴管理成熟度模型(Maturity Model),从合作理念、组织架构、商务模式、管理流程等方面刻画了合作伙伴关系的演进路径,为企业实施合作伙伴管理提供了参考。(见表2)

表2 合作伙伴管理成熟度模型

成熟度等级	特征描述
1级	项目层级的松散合作
2级	企业层级的战略协作
3级	伙伴联盟的一体化运作
4级	供应链生态的协同发展

3.5 智慧工地管理模式

智慧工地管理模式以物联网、大数据、人工智能、5G等新一代信息技术为支撑,通过智能感知、实时监控、自动预警、数据分析等手段,实现工程现场管理的数字化、智能化、可视化。智慧工地整合BIM、无人机、RFID、AR/VR等多种技术,构建人员、机械、材料、环境等全要素动态管理平台,为项目团队提供智慧化管理工具,提升项目精细化管理水平。智慧工地能够有效解决传统工地管理效率低、安全隐患多、质量控制难等问题,实现工程建设的降本增效和提质增效。

建设智慧工地需要搭建智慧工地平台,通过物联网实现人员、物料、设备的数据采集,结合BIM技术

进行可视化管理和智能化分析。利用智能安全帽、智能手环等穿戴设备,对作业人员进行实时定位和行为监测,构建起智慧安全管理体系。采用无人机、激光扫描等技术进行高精度测绘,实现工程现场的远程巡检和实景建模,大幅提高测绘效率和准确性。RFID、二维码等技术的应用,可实现构件、材料的数字化追溯管理,做到质量可追溯、进度可控、成本可控。大数据和人工智能技术则为智慧工地赋予决策大脑,通过对设备运行状态、施工进度、质量参数等海量数据的分析挖掘,进行设备故障预警、进度偏差预测、质量风险评估等智能决策分析,为项目管理提供科学依据。

智慧工地的应用为房屋建筑工程现场管理变革提供新思路、新方法,但推广普及尚需一个过程。建筑企业需因地制宜,结合项目特点合理选用技术,避免盲目跟风、一刀切。要注重顶层设计,从全局角度系统规划智慧工地建设路径,明确建设目标、实施路径、保障措施等。协同管理也十分关键,要充分发挥各参建方的联动配合,建立共享共赢的长效机制。

4 工程案例

4.1 A 公司基本情况

A 公司是国内领先的大型房地产开发企业,业务覆盖住宅、商业、写字楼等多个领域。近年来,A 公司积极推进管理变革,大胆探索集成化、精益化、数字化、平台化的项目管理创新模式,取得了显著成效。2021 年,A 公司在建项目达 138 个,建筑面积超 5 200 万 m²。

4.2 集成项目管理模式应用

A 公司在重点项目中推行集成项目管理(IPD)模式,成立由业主、设计、施工、监理、供应商代表组成的联合项目团队,实现多方协同,优化项目全生命周期管理。在某大型住宅项目中,公司采用 IPD 模式,通过前期介入、设计优化、供应链集成等措施,项目成本较同类项目降低 8.2%,工期缩短 20%。

4.3 BIM 技术应用

A 公司充分运用 BIM 等数字化技术,打造智慧建造管理平台,实现设计、施工、运维的数据集成和精细化管理。例如,在某超高层项目中,公司应用 BIM 技术进行方案优化、虚拟施工、进度模拟等,实现了施工总工期压缩 10%,成本节约 6 000 万元。目前,公司已在 80% 以上的项目中应用 BIM 技术,建立了覆盖设计、采购、施工、交付、运营的全过程数字化管理体系。

4.4 精益建造管理实践

A 公司秉承“持续改进、精益求精”的理念,大力推行精益建造管理。在项目实施中,采用价值流分析、看板管理、定置管理等方法,优化现场管理,提高效率。

例如,在某商业综合体项目现场推行“6S”管理,通过持续改善,劳动生产率提高 21%。公司还建立了精益建造知识库,促进优秀经验复制推广。

4.5 项目管理创新成效

通过管理模式创新,A 公司项目管理效率和效益显著提升。2017—2021 年,公司项目平均工期缩短 12%,施工质量合格率保持 100%,综合成本下降 5.6%。客户满意度从 2017 年的 88% 提升至 2021 年的 96%。管理创新也带动了企业的高质量发展。2017—2021 年,公司营业收入从 850 亿元增长到 1580 亿元,年均复合增长率达 16.8%,高于行业平均水平。

A 公司项目管理创新经验主要包括以下几点:一是树立创新发展理念,将管理创新作为引领企业发展的核心战略。二是坚持问题导向,聚焦工程管理的痛点难点,探索务实管用的创新举措。三是注重体系化、平台化建设,形成可复制、可推广的创新成果。四是加强基层创新,鼓励一线员工参与持续改进,营造创新文化氛围。五是加强内外部合作,整合产业链资源,提升管理创新效能。

5 结束语

面向未来,房屋建筑工程管理创新任重道远。随着建筑业的转型升级和新技术的深度应用,工程组织方式、管理模式、业务流程都将发生深刻变革。建筑企业必须准确把握产业发展趋势,加快构建与高质量发展相适应的现代化管理体系,在创新驱动下实现转型升级。要立足全局,统筹创新资源,在理念、模式、技术等层面系统谋划,超前部署。要聚焦痛点,破除制约瓶颈,在组织变革、流程优化、数字赋能等方面先行先试,积极探索。要强化实施,完善配套措施,加强创新人才培养,健全创新激励机制,为管理创新提供制度保障和智力支持。唯有如此,才能在新时代房屋建筑工程管理创新的道路上砥砺前行,推动建筑业高质量发展。

参考文献:

- [1] 李育连. 浅谈现代房屋建筑工程管理中的创新管理模式[J]. 散装水泥,2021(04):36-38.
- [2] 刘勇华. 浅谈现代房屋建筑工程管理中的创新管理模式[J]. 现代物业:中旬刊,2021,20(07):70-71.
- [3] 肖文举,孙蕾. 浅谈现代房屋建筑工程管理中的创新管理模式[J]. 智能城市应用,2021,04(06):108-111.
- [4] 何锋. 浅谈现代房屋建筑工程管理中的创新管理模式[J]. 数字化用户,2020(21):127-129.
- [5] 高军昌. 探究现代房屋建筑工程管理中的创新管理模式[J]. 门窗,2023(06):121-123.

全过程造价管理在建筑工程管理中的应用

陈伟明

(广州市民政局精神病院, 广东 广州 510000)

摘要 我国城市化进程不断加快, 建设工程项目日趋复杂, 规模不断增加, 如何对项目成本进行有效控制, 保证工程质量与安全, 已成为建筑行业的热议课题。全过程成本管理是一种系统的管理方法, 从项目立项、设计、招标、施工到竣工验收, 目的是对项目成本进行动态控制与优化配置, 既能提高工程效益, 又能保证工程质量与安全, 避免因工程造价失控而引起的种种问题。因此, 对建设项目全过程成本管理进行研究具有重要意义。

关键词 全过程造价管理; 建筑工程管理; 质量管理; 安全管理

中图分类号: TU723.3

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0088-03

随着建设项目规模的扩大, 技术水平的不断提高, 传统的管理模式已经不能满足现代建设项目的需要。以全过程造价管理为主线, 配备一定数量的造价工程师, 确定专职的全过程造价管理人员作为监督检查的主体, 审计部门、纪检部门对工程造价进行全过程管理监督, 能有效预防和控制工程建设中的腐败、违法现象, 保证工程项目合法合规、资金合理使用, 维护国家和人民的利益, 故而探究在建筑工程管理中的全过程造价管理为当前行业人员的关注焦点。

1 全过程造价管理概述

全过程成本管理运用科学的管理方法与技术手段, 可对工程造价进行全面、系统的控制与管理^[1]。它的核心是要做到事前策划、事中控制、事后分析, 以保证工程按预算完成, 并取得预期的经济与社会效果。全过程成本管理是工程管理、造价控制、价值工程等多学科交叉融合的产物, 强调系统、动态、全过程的参与。全过程成本管理的主要内容有: 项目策划阶段的投资概算, 设计阶段的预算与结算, 运营阶段的费用分析与优化。表1为各个阶段全过程成本管理的主要任务及关键节点。

表1 全过程成本管理的主要任务及关键节点

阶段	主要任务	关键节点
项目策划	投资估算、可行性研究	项目立项、投资决策
设计阶段	概算控制、设计优化	设计方案确定、概算评审
施工阶段	预算控制、成本动态监控	合同签订、施工进度
运营阶段	成本分析、运营成本优化	竣工验收、运营评估

在项目规划阶段, 应对项目进行详细投资估算、可行性分析, 为项目的立项、投资决策提供科学的依据。在设计阶段, 既要设计成果进行概算控制, 又要对设计成果进行优化, 才能使设计成果达到预算要求。在施工阶段, 对工程造价进行预算控制, 对造价进行动态监控, 保证施工进度不超预算。在运营阶段, 对项目进行成本分析与运营成本优化, 以保证项目在运营过程中持续创造经济效益, 并结合竣工验收及运行评价, 对全过程成本管理进行总结与优化。

全过程成本管理注重各环节的有机整合与动态调整, 运用系统的管理方法与技术手段, 对工程造价进行全方位的控制, 提高工程的综合效益与竞争能力。它贯穿于项目的整个生命周期, 涉及项目管理的方方面面。在项目的不同阶段, 全过程成本管理的侧重点有所不同, 但其核心始终是通过科学的管理方法和技术手段, 实现对项目成本的有效控制, 最大限度地提高投资效益。

全过程成本管理需要项目各参与方的通力合作。业主方要重视前期的投资决策, 合理确定投资规模; 设计单位要优化设计方案, 严格控制设计变更; 施工单位要加强现场管理, 控制施工成本; 监理单位要加强过程监管, 及时发现并解决问题。只有各方形成合力, 才能真正实现全过程成本管理的目标。

2 全过程造价管理在建筑工程管理中的应用

2.1 全过程造价管理在工程管理中的应用

在项目立项阶段, 要做好项目的可行性研究工作, 应进行市场分析、需求预测和技术可行性分析, 以此为基础, 对工程总投资进行初步估算。以某大型商业综合体为例, 对该项目进行详细的市场调查与数据分

析,可最终确定该项目总投资在 5 亿左右^[2]。然后进行预算编制和审批,对土地购置、设计、施工、设备购置等项目进行详细的投资预算。在此基础上,严格审核预算,确保各项支出合理可控。设计阶段成本控制主要体现在设计方案优化与设计变更管理两个方面,通过经济比较,选出最佳方案。以某高层办公建筑为例,对几种不同的幕墙设计方案进行造价与性能分析,最后选定一种既能满足建筑美观又能节省造价的方案,节约费用约 500 万元。设计变更是工程造价控制中的一项重要内容,建立一套严格的设计变更审批程序,可保证每个变更都有充分的依据,降低变更带来的费用增加。施工阶段成本管理主要包括施工计划和费用控制、材料采购和供应以及项目进度和付款管理。在施工计划及造价控制方面,可编制详细的施工进度计划及费用预算,保证施工各阶段的造价控制目标。以某住宅小区为例,通过对工程造价进行精细化控制,使工程造价较预算节省 8% 左右。材料采购及供应链管理是施工过程中最重要的一环。以某大型基建工程为例,采用集中采购与供应链优化相结合的方法,使材料成本降低 15% 左右。在工程进度及付款管理上,可建立严格的进度监控及付款审核机制,保证工程进度及付款合理、及时。在工程竣工验收阶段,工程造价管理主要包括竣工结算和审计、工程后评价和成本分析。在竣工结算审计过程中,应加强对竣工结算资料的审核,以保证工程结算准确、合理。如对某市政工程进行了严格的竣工结算审核,发现并纠正工程结算中存在的问题约 200 万元。项目后评估和造价分析是整个工程造价管理的最后一环,通过对工程实际造价和预算造价的比较,总结经验教训,为以后类似工程建设提供借鉴。以某大型公建项目为例,总结在设计阶段进行方案优选的重要性,为以后类似工程提供了可借鉴的经验。

2.2 全过程造价管理在造价管理中的应用

全过程成本管理是建设项目管理的核心内容,它涉及工程项目从方案设计到竣工验收的全过程成本管理。该方法的核心是对项目进行预算控制和调整,对费用进行跟踪控制,对费用进行预测分析,对资金的使用进行透明管理,以保证项目成本得到控制,从而达到最大的经济与社会效益^[3]。从预算的控制和调整上看,全过程成本管理是指在项目前期就进行科学、合理的预算编制,并根据项目实施情况动态调整。以一个大型商业综合体为例,进行了初步估算,在设计阶段,通过优化方案、替代材料和改善施工工艺,使预算控制在 4.8 亿元以内。但施工过程中发现,该工

程的地质情况十分复杂,致使工程造价增加了 2 000 万元。同时,项目项目组还建立了全过程成本管理动态调整机制,及时调整预算,合理调配资金,保证项目的顺利实施。对工程造价进行跟踪和控制是工程造价管理的一个重要环节。在施工过程中,设置成本控制点,并定期进行会计核算,及时发现偏差并加以纠正。如某项目的总投资金额为 3 亿元,项目管理团队运用信息技术,利用工程管理软件,实时跟踪、记录各项费用(某月成本追踪如表 2 所示)。

表 2 成本追踪举例

费用类别	预算金额 (万元)	实际支出 (万元)	偏差 (万元)	偏差比例 (%)
材料费	1 000	980	-20	-2%
人工费	800	820	20	2.5%
机械设备费	500	450	-50	-10%
管理费	200	190	-10	-5%
总计	2 500	2 440	-60	-2.4%

通过对成本的跟踪和控制,项目管理人员能及时发现费用的超支和不足,采取相应的对策,保证了工程的成本不超过预算。此外,可根据项目历史数据与当前项目数据进行对比分析,对未来成本变化趋势进行预测,并制定相应的对策。通过对某市政工程项目实际成本资料的统计和分析,得出钢材价格在未来 3 个月内有上涨的趋势,预计 3 个月内价格将上涨 10%。项目管理小组根据实际情况,对采购计划进行调整,提前锁定价格,可实现对成本的有效控制。同时,可建立公开透明的资金使用管理机制,保证各项资金有理有据,防止浪费、挪用。在某大学扩建工程中,项目管理小组利用 ER 系统监控资金的使用情况,对每一笔资金的申请、审批、支付都要经过系统的记录和审核,保证资金的流动透明。

2.3 全过程造价管理在质量管理中的应用

全过程成本管理是建设项目质量管理的重要组成部分,在项目实施过程中,要兼顾质量与成本之间的关系。以某大型商业综合体为例,总建筑面积为 5 万平方米,总投资 10 亿元。项目团队在编制质量控制计划时,需要对施工各阶段的质量标准与费用投入进行精确的评估。借助 BIM 技术,项目组可模拟不同材料、工艺及施工方式下施工质量和成本的差异,形成既能保证施工质量又不超出预算的优化方案^[4]。此外,将全过程成本管理应用于质量验收阶段,可以有效地提高质量验收的准确性和时效性。结合某商业综合体钢结构施工实例,项目组将无人机与激光扫描技术相结

合,实现实时监测。将实测数据与设计数据进行比较,可快速找出施工过程中出现的偏差,及时调整施工工艺。这一举措既可保证钢结构工程的质量,又能避免因工程质量问题而引起的返工,节省工程造价约5%。另外,在全过程成本管理过程中,质量问题的预防和纠正是关键。以某工程幕墙项目为例,通过对幕墙施工过程中材料供应、施工工艺、施工环境等方面的风险评估,可确定影响幕墙质量的关键因素。针对这些风险,项目组提出对原材料进场质量的严格控制,加强施工现场监理等防范措施。同时,项目组引入预警机制,对施工过程进行实时监控,及时发现隐患,及时采取纠偏措施。如在幕墙安装过程中,发现一批玻璃出现质量问题,立即更换合格材料,避免因质量问题造成的返工及费用增加。同时,可建立质量管理和成本管理的联动机制,可以实现项目团队和项目团队之间的动态平衡。以某工程机电安装项目为例,项目组建立了质量—成本联动数据库,实时记录了各个施工环节的质量、造价数据。通过对数据的分析,找出质量和成本之间的最佳配合点,实现资源的最优分配。在对不同品牌线缆进行质量与成本对比后,最终选用性价比最好的品牌,不仅保证机电安装质量,还节省采购成本8%左右。

2.4 全过程造价管理在安全管理中的应用

建设项目全过程成本管理,尤其是安全管理,具有举足轻重的地位,全过程造价管理可以通过系统的预算和使用、安全措施和设备的采购和管理、安全检查和发现问题的整改、安全事故的预防和应急管理等方面,可有效保证施工现场的安全,提高工程的总体质量。以某大型房地产开发项目为例,在项目前期对项目进行详细的风险评估与安全需求分析,确定项目安全管理费用500万元。该预算包括个人防护设备、安全训练、紧急情况计划演习等。经过严格的预算编制与分配,可确保每笔资金都被用来保证工地的安全。项目实施过程中,造价管理小组对实际支出情况进行定期审核,以确保资金使用效率不超预算。此外,应加强安全措施和设备的采购和管理,以保证工程的安全。以某工地脚手架项目为例,在项目前期,通过招标,从一家有经验、信誉好的供应商处采购高品质的脚手架设备,价格为300万元。不仅要在采购阶段严格审核供货商的资格、产品质量,还要在使用期间定期检查、维护设备^[5]。项目管理小组通过配备专业的设备管理员,保证脚手架的安装、使用符合国家及安全标准,有效地减少了高空作业的危险性。在全过程成本

管理中,安全检查和问题整改是必不可少的环节,如在某高速公路施工项目中,由项目管理小组每月对项目进行全面安全检查。引入第三方安全评价机构,对施工现场存在的安全隐患进行全面排查;在一次检查中,发现多条临时电缆没有按照规范进行安装,存在严重的安全隐患。迅速采取整改措施,重装故障电缆,重新培训有关人员,改造成本约50多万元,但由于对工程造价进行全过程管理,使资金得到合理利用,避免重大安全事故的发生。还应做好安全事故预防和应急管理工作,确保工程顺利实施,以某地铁建设项目为例,在项目前期,项目组制定一套详尽的应急预案,其中包括事故报告、应急疏散预案、应急预案等内容。为保证计划的有效实施,项目组每个季度都要举行一次大规模的紧急情况演习。通过全程成本管理,详细记录演习过程中的各种费用,并评价、改进演习的效果。在一次演练中,项目组通过对隧道坍塌事故的模拟,发现当前方案存在的一些缺陷,并对其进行了调整与优化,使其更加实用、可行。

3 结束语

将全过程成本管理应用在建设项目管理中具有重要意义,采用这种管理模式,可以有效地控制工程成本,提高工程的经济效益,保证工程的质量与工期。全过程成本管理不仅有利于降低工程造价风险,而且对建设项目可持续发展具有重要意义。在今后的发展中,随着科学技术的不断进步和管理思路的不断创新,全过程成本管理必将得到进一步的改进与优化,使建设项目管理向科学化、精细化、高效化方向发展。要做到这一点,既要依靠技术手段的不断提高,也要依靠各方的共同努力,才能使建设产业走上良性健康的轨道。

参考文献:

- [1] 向永中.全过程管理在建筑项目工程管理中的应用研究[J].中国住宅设施,2022(11):67-69.
- [2] 武杰.全过程工程造价在建筑经济管理中的应用[J].城市建设理论研究:电子版,2022(25):34-36.
- [3] 刘敏.全过程造价控制在建筑工程管理工作中的应用分析[J].工程与建设,2022,36(04):1184-1185,1210.
- [4] 张佳伟.浅谈建筑工程管理中全过程造价控制的应用价值[J].技术与市场,2022,29(05):139-141.
- [5] 张芳彬.建筑工程管理工作中全过程造价控制应用研究[J].中国建筑装饰装修,2022(07):95-97.

污水处理工程建设管理存在的问题及对策探究

刘井剑

(揭阳粤海水务有限公司, 广东 揭阳 522000)

摘要 污水处理工程的建设对环境保护和水质改善具有十分重要的意义。但是, 目前我国污水处理工程的建设与运行还存在许多问题与挑战。由于规划不合理、施工质量不足、设备维护不及时、管理机制不完善等问题, 不仅阻碍了污水处理工程的建设进度, 还影响到污水处理工程的治理效果及运行效率。有效地解决这一问题既是对生态环境的维护, 又是应对公共卫生、可持续发展的需要。基于此, 本文对污水处理工程建设管理存在的问题和对策展开了探究, 提出了优化规划设计、加强施工质量监督、健全设备维护制度、完善建设管理体制和技术培训和选择 EPC+O 模式, 将运管思维贯穿项目全生命周期的建议, 以期为同行业人员提供参考。

关键词 污水处理工程; 建设管理; 全生命周期

中图分类号: X7; TU712

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0091-03

我国经济迅速发展, 城市化不断加快, 水资源的保护和治理已经引起了社会各界的高度重视。污水处理工程是一项重要的环保工作, 其建设与管理水平的高低, 将直接关系到水资源的可持续利用与生态环境的健康发展。但是, 目前我国不少区域的污水处理工程, 无论是在施工还是管理上都出现了很多问题, 如规划不合理、施工质量不足、设备维护不及时、管理机制不完善等。上述问题的存在, 不但影响了污水的处理效率, 而且还会引起二次污染, 对生态环境和公共卫生构成严重威胁。因此, 研究和解决污水处理工程建设管理中存在的问题, 是提高城市污水处理能力, 达到环保目的的关键。

1 污水处理工程建设管理存在的问题

1.1 规划滞后与设计不合理

当前, 相当数量的污水处理工程在规划环节就出现了一定的滞后性, 这给后续的建设与运行带来了很大困难。我国作为发展中国家, 快速的城市化和持续增长的人口数量, 对于污水处理工程提出了更高的要求, 但是由于规划设计的滞后性, 没有跟上城市的发展步伐, 影响污水处理的效率。比如, 某城市的人口在 10 年间增长了一倍, 但是污水处理能力却只提升了 30%, 这是远远不够的 (如表 1)。这样的滞后性, 不但造成了污水处理设备短缺, 而且带来了一系列的环境问题。同时, 设计不当也是一大难题。一些污水处理工程的建设, 由于没有充分地考虑其所处的地理位置、气候条件以及污水的组成等因素, 造成了设备的低效率运行^[1]。比如, 我国某滨海城市的污水处理厂,

由于其设计中没有充分考虑海水回灌的危险性, 致使其在台风期间的处理效率大大降低, 甚至有可能发生污水溢出。另外, 处理工艺和设备选型等工艺参数的选取也会对污水的处理效果产生一定的影响。部分项目在设计上过分依靠国外的设备与技术, 没有从本地化的角度出发, 造成了设备的运营与维修费用居高不下, 更加剧了建设管理难度。

表 1 某城市 10 年间污水处理能力与人口增量统计

年份	人口 (百万)	污水处理能力 (百万平方米/年)
2010 年	2.5	75.3
2020 年	5.0	98.9

1.2 施工质量不达标

在污水处理工程建设质量是一个共性问题。这不但关系到整个项目的生命周期, 而且还关系到污水的处理效果。比如, 某地区新建成的污水处理厂, 由于在建设过程中存在偷工减料的问题, 致使过滤层的质量达不到标准, 运行不足一年就必须进行大规模的维护, 从而影响了处理的连续性和处理效果。在工程建设中, 工程质量问题常常是由多种因素引起的。首先, 由于建筑企业的资质、经验等原因, 部分中小建筑企业为争夺市场, 采取压价、转包、转包等方式, 致使工程质量很难得到保障^[2]。其次, 监管不力、质量检验不力等也是重要的原因。一些项目的监理单位只是走过场, 只做一些表面上的工作, 没有发挥出应有的监管功能, 使得一些违规建设行为难以得到及时改正。最后, 建筑材料的选用、施工技术的不规范, 也是导致建筑

质量问题的主要因素。比如,某污水处理工程由于采用质量较差的防渗材料,建成后很快就发生了渗漏,严重影响了处理效率。

1.3 设备维护不及时

在实际工作中,往往忽略了对污水处理厂设施的维修与管理。如果不能对设备进行有效的维修,将会造成设备的失效,从而影响污水的处理效率,甚至会引起安全事故。以某污水处理工程为例,由于在运行过程中缺乏必要的维修与维护,致使曝气装置失效,使污水的处理效率大大降低,水质受到了严重的污染。造成设备不能按时进行维修的原因很多,首先,管理者缺乏专业知识,不能及时地发现并解决这些问题。其次,基金投资的缺乏也是一个很大的因素,部分污水处理厂为节约资金,在设备维修、保养等方面投入较少,造成设备老化、故障频繁发生。最后,污水处理工程缺少一套科学的设备管理制度和维修方案。在投产后,由于缺少系统的技术支撑,很多时候都是依靠人为的经验、直觉来进行维护的,这就造成了设备故障无法得到及时的处理。部分污水处理厂未建立健全的设备台账及维修记录,不能对设备的运行状况及维修情况进行有效跟踪,使管理更加困难。

1.4 管理体制不健全,技术水平参差不齐

由于管理体制的不完善,以及技术人员的素质参差不齐,也限制了污水处理厂的建设管理。管理制度不完善,责任不清,层级结构复杂,监管机制不完善,就会导致一系列问题。比如,一些污水处理厂存在多层次、多环节的决策链,这就造成了很多问题得不到及时的解决,从而降低了管理的效率。某污水处理工程因管理层次的复杂性和决策滞后等原因,无法对污水进行有效的应急处理,从而影响了污水处理的效率。同时,技术水平的差异,既表现为操作者的业务能力与经验,也表现为技术支撑与培训的缺乏。一些污水处理工程的操作人员缺少专业知识,工作中依靠操作手册,导致面对复杂的技术问题时难以应对。另外,还存在技术更新和信息交流不充分的问题。一些地方的污水处理工艺比较落后,达不到标准,造成了处理效果不佳。比如,某地污水处理厂由于多年没有更新改造,处理流程陈旧,致使其处理效果达不到设计要求,并造成二次污染。

2 污水处理工程建设管理的优化对策

2.1 优化规划设计,确保科学合理

由于规划滞后于设计,使得污水处理工程的建设管理遇到了很大的难题。要解决这些问题,就必须建

立一个科学的、系统的规划机制。通过引进GIS、VR等先进的规划软件与技术,进一步提升规划的精确度与全面性。同时,要加强规划部门和设计部门之间的合作,建立起多个部门之间的联系机制,以保证规划的连续性和设计的合理性^[3]。比如,在规划过程中,可以召开多个部门间的座谈会,邀请规划、设计、建设、运营等各方面的专家参与,以保证规划的科学可行。在此基础上,还要经过多次的公众参与、专家评议,听取各方意见,不断地修正、优化。制定完善的审批、备案制度,保证每个规划都要进行全面的论证与评审,防止由于规划滞后而造成的不合理设计。在此基础上,根据当地人口的变动情况,制定相应的污水处理工程容量升级计划,是保证污水处理工程项目顺利进行的关键。首先,深入研究区域内的人口数量与变动规律,运用大数据与人口预测模型,对今后若干年甚至数十年内的人口发展状况进行精确地预测。其次,基于地理信息系统(GIS),准确地定位污水的空间分布,识别污水处理的“峰值”与“潜在热点”。其次,结合已有的污水处理工程,分阶段扩建,保证污水处理工程的容量与人口增加相匹配。举例来说,可以采用模组化的污水处理装置,当污水处理需求增长时,可以迅速扩大它的容量;需求减少时,可以只开启某些模组,达到节能的目的。通过考虑人口变动、生活用水习惯及产业发展趋势,全面评价污水组成及水量变化规律,并对其进行优化设计,以保证在今后高负荷条件下,污水处理系统仍能保持高效率 and 稳定运行,为当地居民提供更好的居住条件。

2.2 加强施工质量监管,建立健全的质量控制体系

在污水处理项目施工过程中,存在施工质量不合格的问题,因此,应对其进行全面的质量管理。首先,要建立一套严谨的建设标准,以保证每个建设步骤都是有据可依的^[4]。该标准应包括选材、施工工艺、质量检验等多个方面。其次,应引进第三方监理单位,对工程的全过程进行追踪与监测,以保证工程的质量满足设计的需要。引进第三方监理公司,不但能为业主提供专业的监理服务,而且还能对施工单位进行定期或不定期的抽查,协助质检部门进行抽样检验,对施工过程中出现的问题进行及时的纠正。最后,要建立工程质量问责制度,对工程质量不合格的行为进行严厉处罚,并对有关人员进行问责,实施“谁建设,谁负责”的策略。除此之外,还要加强对建筑工人的培训,提升他们的综合素质,保证每个阶段的高质量施工。

2.3 健全设备维护制度,提高设备运行效率

解决设备维护的问题,首先要制定一套完善的维

护制度,确定维护周期、维护标准和维护流程。具体而言,就是编制一份完整的设备维护计划书,包括对设备的日常检查、定期维修、故障排除等。其次,要引进先进的设备管理体系,例如维修管理系统(CMMS),使设备维修工作信息化、智能化。利用 CMMS,能够对设备的运行状况进行实时监测,并对其进行预警,保证其处于良好的工作状态。在此基础上,利用大数据、物联网等现代科技手段,进一步提升设备维修的效率与精度。大数据能够帮助维护人员采集、存储和分析海量设备的运行数据,并对其进行深度分析,从而实现了对设备故障的预警和维修决策的科学化。物联网技术能够将各种设备连接在一起,对其工作状态进行实时监测。比如,在污水处理厂中设置多个传感器,能够对设备的温度、压力、流量等参数进行实时监控,并将其传输至云端。利用云计算平台对设备进行统一的管理,能够对设备进行远程监测与管理,并能对设备出现的异常状况进行及时的检测和处理。同时,可以利用机器学习、人工智能等方法,对设备工作状态进行智能化分析与预测,提升设备维修智能化程度。最后,要制定维护人员的绩效评估机制,对维修工人的工作做出定量的评价,以激发维修人员的积极性,改善维修质量。

2.4 完善建设管理体制和技术培训,提升整体技术水平

首先,要对建设管理体制进行优化与健全,确定各个部门、各个岗位的责任与职权,建立一个有效的管理链。通过引进项目管理、TQM 等现代企业管理方式,使建设管理更加科学化、系统化。其次,要强化技能培训,提升所有建设管理人员的技能^[6]。可采取定期举办技术培训班,邀请外部专家授课,参加专业技能竞赛等形式,使建设管理人员的业务素质得到全面提升。再次,要制定科技创新的奖励制度,以促进科技工作者的技术革新与改善,提升科技的整体技术水准。最后,要加强与高等院校、科研院所的合作,开展科技研究与技术攻关,以解决污水处理项目中的技术问题。通过上述措施,可进一步完善污水处理工程的建设管理工作,为项目的顺利开展提供保障。

2.5 选择 EPC+O 模式,将运营思维贯穿项目全生命周期,有利于项目设计、施工和运营环节的有效衔接

目前国家大力扶持 EPC+O 模式,中央以及各级政府都陆续出台鼓励政策。国务院陆续下发了《关于加快发展节能环保产业的意见》(国发【2013】30 号)、《关

于加快发展生产性服务业促进产业结构调整升级的指导意见》(国发【2014】26 号),要求在环保领域鼓励发展包括系统设计、设备成套、工程施工调试运行、维护管理在内的环保服务总承包;《广东省城镇生活污水处理“四十五”规划》明确要求“坚持建管并重,大力推广‘厂网一体、建管一体’运维管理模式”。EPC+O 模式将设计、施工和运营责任捆绑,有效避免施工单位对施工效益追求置于项目运营需求之上,运营单位从运营效率最大化的角度出发,对建设工作起到精准指导作用,以后期运营管理的整体效率为优先,对工程质量、成本、工期进行全面把控,既可实现“项目建得好、建得快”,也能实现“项目用得好、用得便宜”的目标。

案例:粤海水务近两年已在广东、海南等多地中标实施超过 20 个 EPC+O 模式的项目,曾承接茂名市第一污水处理厂提标扩容改造及河东片区污水总管项目、信宜市第三水质净化厂建设工程(一期)项目、茂名市小东江流域城镇生活污水管网完善工程项目等诸多以 EPC+O 模式实施的污水项目,获得各地省、市政府的表彰及高度肯定。

3 结束语

污水处理工程对于保护生态环境具有重要的作用,但是在建设管理过程中却存在一些问题,影响了污水处理工程的整体效能。通过科学规划设计,加强施工质量管理,健全设备维护制度和建设管理体制,提高管理水平,可以有效地提升污水处理工程的建设管理工作的实效性。今后,相关人员应继续关注 and 解决现有问题,对新技术新方法进行研究与应用,促进我国污水治理向高效、绿色和可持续发展方向发展。

参考文献:

- [1] 吴骏. 市政污水处理工程建设管理中存在的问题及解决路径分析[J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 05(11): 173-175.
- [2] 刘德成, 张俊海. 浅析 BIM 技术在污水处理工程中的应用[J]. 住宅产业, 2024(02): 82-84.
- [3] 陈国冬. 试论项目管理模式在城市污水处理厂建设工程中的应用[J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 04(17): 146-148.
- [4] 黄旭东. 项目管理模式在城市污水处理厂建设工程中的应用[J]. 住宅与房地产, 2023(05): 193-195.
- [5] 赵世民. 污水处理工程建设管理中的问题与应对建议研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 02(20): 70-71, 75.

道路工程试验检测存在的问题与对策分析

梁 婷

(深圳市道桥维修中心桥梁检测站, 广东 深圳 518000)

摘 要 道路工程试验检测是道路工程施工中的重要环节, 是道路工程质量管理核心, 直接关系到道路工程的耐用性、安全性以及使用寿命。因此, 必须制定完善有效的应对策略, 才能提高道路工程施工质量。本文针对相关内容进行了综合性的讨论与分析, 首先阐述了道路工程试验检测的意义; 其次列举了道路工程试验检测的内容, 探讨了道路工程试验检测存在的问题; 最后提供了道路工程试验检测的应对策略, 希望能够为促进道路工程试验检测质量得到有效优化提供借鉴。

关键词 道路工程; 试验检测; 施工材料检测; 标准试验; 施工质量检测追踪

中图分类号: U41; TU712

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0094-03

在国家道路技术水平不断提高的背景下, 检测工作能够提高公路施工质量, 降低造价, 促进工程开展。有关部门需要加强道路建设质量控制, 合理优化材料利用效果, 保证材料更新速度, 优化施工技术, 因此其必须针对公路建设进行检验, 科学合理地评价工程质量, 才能避免工程建设质量下降, 实现降低维修成本的效果, 使其能够为公路建设做出更大的贡献。

1 道路工程试验检测的意义

在道路工程中的各个施工环节都要开展试验检测工作, 针对各个部分进行检测工作, 借此保证施工质量符合要求, 其也是提高工程质量的重要方式^[1]。通过准确判断资料情况, 能够为工程施工指导提供动力。在公路建设中, 材料种类非常复杂, 可通过科学手段检查公路建设中使用的各种原材料质量, 满足施工要求。此外, 科学有效的试验检测结论对于施工质量和工程养护与决策管理都具有极为重要的价值。借助试验检测能够及时发现施工中存在的问题, 并做出科学处理, 避免带来更加严重的后果。

2 道路工程试验检测的内容

2.1 施工材料检测

道路工程中, 需要利用更多的施工建筑材料, 所以材料质量和安全情况会对工程产生直接影响^[2]。在公路建设中, 要积极进行材料筛查, 保证材料符合工程施工要求, 提高工程建设的安全性, 使施工能够稳定开展, 并为施工企业节省更多的材料。施工材料在检测合格后才能投入使用, 有关部门需要积极进行材料检查, 基于不同环节和不同步骤提高施工材料的整体质量。

2.2 标准试验

在道路工程建设施工中, 需要利用完善的标准进行质量检测工作^[3]。在前期, 施工人员要开展施工方式与材料的模拟试验, 保证其都能符合施工要求。面对不同的地基情况时, 施工人员还要开展结构分析与质量检测, 使土壤情况满足施工要求, 提高材料配比的有效性。而且企业还需要使混凝土与水泥的材料的质量符合要求, 并科学控制比例, 提高施工的安全性与可靠性。

2.3 施工质量检测追踪

在道路工程建设施工中, 需要制定出完善的安全标准, 面对不同环节使用不同的操作方式, 积极进行技术更新, 确认检测路段的重点位置。在检测中, 企业需要使用合适的方式确认道路负荷情况, 按照实际要求确认追踪检测技术, 针对道路工程不同环节加强试验检测频率, 使道路质量能够符合实际要求。

3 道路工程试验检测存在的问题

3.1 检测人员素质低

在道路工程试验检测中, 检测人员素质不高已经成为影响检测质量的重要因素, 其主要体现在以下几个方面。首先是部分检测人员的专业知识和技能不足, 使检测结果不准确。如在获取现场数据时, 缺少专业素养和知识, 导致数据采集不规范, 对于检测结果产生了不良影响。其次是部分人员态度存在问题, 对于数据处理工作不认真, 使数据的准确性下降, 在合作中缺少团队协作能力与精神, 影响了检测工作的整体进度。总结来讲, 检测人员素质不高已经成为当前道路工程试验检测的主要影响问题, 面对道路工程检测

工作,必须合理提高检测人员素质,才能优化检测质量。

3.2 检测设备不完备

道路工程检测工作中普遍存在的问题是检测设备不完善,如设备老化问题会使其准确性下降、性能稳定性不足以及功能无法满足要求,都会导致其检测出的数据不准确。首先是在现阶段道路工程试验检测工作中,经常出现设备使用时间较长,老化过于严重,导致设备的稳定性明显下降。其次是很多设备的性能不佳,很难满足工程试验要求。特别是在长期建设工程中,对于试验结果的准确性会产生更严重的影响。还有一些设备存在功能,但已无法检测多种设备的情况,使效率下降,对于试验检测结果产生了不良影响。此外,如果设备保养效果不佳、使用不规范等情况也会使设备出现不完备的问题。总的来讲,试验检测工作中设备不完善问题已经严重影响了其检测效果。而面对相关问题,则需要从检测设备的角度进行合理优化,才能降低其带来的负面影响。

3.3 检测方法不科学

在道路工程试验检测工作中,检测方法不科学同样是其中比较重要的问题^[4]。这一问题主要体现在方法不合理与不和谐等。首先是存在方法过于落后的问题,很难满足公路试验检测的实际需求,导致检测结果不准确。其次是在一些试验检测工作中,使用的方式并没有结合实际情况,缺少针对性,导致结果的价值明显下降。此外,在检测中方法不科学与不够先进也会使检测质量下降,对于数据采集和分析的有效性会产生负面作用,而且还可能会影响系统检测流程,使方法不能满足检测工作的实际要求,最终获得的检测结果可行性也明显下降。很多检测工作因为没有质量控制体系,也会使检测准确性无法得到保障。

3.4 数据处理不规范

在道路工程试验检测工作中,数据处理不规范问题非常常见^[5]。这一问题主要集中在采集后的数据处理工作中,存在数据处理不严谨与不到位的情况。首先是数据记录不完整或者记录不准确会对数据处理产生影响,例如检测数据不完善或者是检测错误等。出现相关问题可能是人为因素造成的,也可能是设备不准确带来的。其次是在数据处理中经常会出现没有按照处理步骤完成或者是处理流程不规范的问题,使数据的准确性明显下降。在数据储存与管理工作中也会存在不规范的情况,例如数据备份和归档方式不正确,使数据出现丢失或者是记录混乱的问题。此外,缺少严格的审核机制与控制方案也是造成数据处理结果不准确的重要因素。

4 道路工程试验检测的应对策略

4.1 提高检测人员素质

在道路工程试验检测领域,检测人员的专业素质是确保工程质量的关键。为了提升检测人员的素质,需要从多个层面进行综合性的努力。首先,专业培训和教育是提高检测人员素质的基础。通过定期组织培训,检测人员可以及时更新自己的知识体系,掌握最新的检测技术和方法。培训内容应覆盖道路工程材料学以及数据处理和分析等多个方面。此外,鼓励检测人员参加高等教育课程,如工程检测技术、质量控制等,以提升其理论水平和实践能力。通过这些课程,检测人员不仅能够学习到最新的学术理论,还能通过案例分析等方式,提高解决实际问题的能力。其次,资格认证和考核机制的建立对于保证检测人员素质至关重要。通过实施检测人员资格认证制度,可以确保所有从事道路工程试验检测的人员都具备相应的资格证书。另外,定期的考核和评估能够激励检测人员不断学习和提高自身技能,同时淘汰那些不符合要求的人员,保证检测队伍的专业性。考核不仅应包括理论知识,还应涵盖实际操作技能,确保检测人员在理论和实践两方面都达到标准。实践操作和经验积累是提升检测人员素质的重要途径。通过参与实际的道路工程检测项目,检测人员能够将理论知识应用到实践中,通过实际操作来积累经验。在项目实施过程中,应注重经验的总结和分享,让检测人员能够从实际工作中学习到更多实用的技能和知识。这种经验的积累对于提高检测人员的判断力和问题解决能力至关重要。最后,激励机制和职业发展路径的建立对于激发检测人员的积极性和创新精神至关重要。通过物质和精神上的奖励,可以激发检测人员的工作积极性,同时,为检测人员提供职业发展的路径和机会,如晋升、转岗等,使其看到个人发展的前景,从而更加专注于提升自身素质。提升检测人员的综合素养是一个综合性的项目,这要求从资格验证、实践操作等众多角度来进行,以形成一个全面的提升结构。采纳这些建议的策略能够显著地提升检验工作人员的技术水平,进而全面提高道路工程检测试验的品质,确保整体的道路工程安全。

4.2 优化完善检测设备

提升道路工程试验检测的效率性与准确度,关键在于优化和增强相关检测设备。随科技的发展与道路工程的需求增强,检测设备的效能会直接决定检测成果的可信度。在道路工程试验检测中,传统设备和技术存在较大局限性,无法满足对道路质量和安全性的全面评估需求,因此引入先进技术设备成为改进试验

检测方法的重要途径。一方面,可引入高精度的无损检测设备,如地面雷达、红外成像仪等,以实现的道路结构和材料的非破坏性检测,进一步提高检测结果的准确性、可靠性。另一方面,可利用先进数字化技术,如三维扫描仪和激光测距仪,以实现道路平整度、坡度和曲率等关键参数的高精度测量,有助于发现道路存在的微小缺陷和问题。此外,结合人工智能和大数据分析技术,可对检测数据进行深度挖掘和分析,实现对道路病害、损伤和寿命预测的精准诊断,为道路维护和管理提供科学依据。通过引入先进技术设备改进试验检测方法,可有效提升道路工程试验检测的效率和精度,帮助管理者全面了解道路状况,及时发现并采取措施,有助于提高道路的使用安全性和持久性。

为了使检测设备更为优化且完善,我们需要全面考虑设备的选择、应用、维保以及更新等方面。首先是利用先进设备有效落实工程检测工作,借助最新技术提高检测工作的整体效率,借此为工程质量控制提供帮助。其次是打造出完善的设备养护体系,定期进行设备养护工作,保证其正常运行,避免设备故障对其产生不良影响,而且还要建立完善的规章制度,发挥设备性能,提高检测工作的可靠性。再次是进行设备更新升级,在科技不断进步背景下,先进设备不断出现,因此检测设备也要及时进行更新与升级,保证其满足检测工作的要求。最后是打造专业的检测团队,借助专业团队监督设备运行质量,找到其中存在的问题,并使设备处在正常运行状态,而且还可以借助专业培训提高工作人员的专业素质能力,有效优化管理工作质量。

4.3 推广科学检测方法

推广科学检测方法同样是提高检测质量的重要方式。首先是面对道路工程试验检测工作,要利用先进的技术方式进行系统化的检测,深入分析实际情况,选择合适的方案建立完善检测体系。其次是打造完善的工程标准。其对于科学检测同样具有极为重要的价值,不仅包含完善的检测标准,而且还要明确相关要求,借此为检测工作提供指导,使检测方法的准确性更强。在这一建设中,企业要积极进行检测培训,帮助检测人员掌握现代方法,通过组织培训与技术研讨提高工作人员对于相关检测技术的了解,使其更好地融入这一工作中。再次是普及科学的检测技术还需制定出相关的标准与规范。通过为检测方式定下并执行标准规定,可以确保这些方法既科学又具有一致性。这些规范应当全面包含在检测方式的挑选、实施步骤、数据

的处理与结果的评价等环节,以便为从事检测工作的人员提供清晰和有力的指导。我们还应该定时对标准进行调整和创新,确保其与技术进步和工程需求保持同步。除此之外,为了推动科学检测手段,还需要加强检测设备的替换和更新。伴随检测技术的不断进步,有些传统检测工具可能已不能完全满足现今道路工程的实际要求。为此,我们应该鼓励检测单位投入资金来升级检测器械,引进尖端的检测工具和设备。这些建立的设备不仅有助于增强检测的效果,同时也能够确保检测成果的精确度。最终,为了更好地推动科学的检测手段,有必要构建一个能够有效推动其发展的激励策略。通过政策的激励与财务刺激,我们鼓励检测机构与员工应用更为科学的检测技巧。譬如,在创新和应用检测技巧方面有杰出成就的机构或个人可以获得嘉奖与激励。与此同时,针对那些仍然坚持运用过时和传统的检测手段的组织,应采取相应的监管策略以便推动其向更优秀的方向发展。

5 结束语

道路施工质量对于道路行车安全会产生极大的影响,必须保证道路施工质量符合要求才能投入使用,因此道路试验检测就受到了人们的高度关注。借助试验检测能够提高道路建设质量,其对于我国道路建设与发展具有非常重要的意义。现阶段,我国道路试验检测工作还有很多问题没有解决,必须针对相关问题制定出合理有效的优化策略,提高其整体质量,打造完善的解决方案,借此提高试验检测工作的整体水平。面对相关问题,需要从根本出发,合理优化人员素质,改善检测设备质量,积极推广先进方法,并优化数据处理效果,促进道路工程试验检测质量获得更大程度的提高。

参考文献:

- [1] 周锋.关于道路桥梁路基工程的试验检测方法及其特征的研究与分析[J].运输经理世界,2020(17):56-57.
- [2] 胡海东.道路工程建设中的多孔玄武岩水泥稳定碎石基层施工技术[J].交通世界,2022(32):53-55.
- [3] 马昆林,朱志辉,蒋建国,等.基于实践能力培养的“道路工程试验与检测”课程教学方式研究与实践[J].科技与创新,2020(24):130-132.
- [4] 毕辉,杨森.农村道路工程试验检测存在的问题及管理优化措施研究[J].公路交通科技:应用技术版,2020,16(04):87-88,169.
- [5] 黄娟,冯传蕾.线上线下混合式“金课”建设探索:以“道路工程试验与检测”课程为例[J].职业技术,2020,19(08):77-81.

建筑室内装饰装修施工管理中的问题及对策

谢 翱

(深圳市艺合装饰有限公司, 广东 深圳 518000)

摘 要 人们的生活品质不断提升,对室内装饰装修也有了更高的要求,不仅要美观、实用,还要安全、环保。在建筑工程建设过程中,室内装饰装修施工是十分重要的环节,必须加强室内装饰装修工程施工管理。基于此,本文介绍了室内装饰装修工程施工管理的内容,分析了建筑室内装饰装修施工中存在的问题,针对各项问题提出了施工管理的对策,以期为相关从业人员提供有益参考。

关键词 建筑室内装饰装修; 质量管理; 进度管理; 安全管理

中图分类号: TU767

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0097-03

近些年,我国室内装饰装修市场迅速发展,人们的装修需求不断提升。尤其在公共建筑装饰装修方面,不仅要保障装饰装修的美观性,还要向智能化、个性化、环保化的方向发展。公共建筑装饰装修不仅影响建筑美观度,也会影响人们使用体验和舒适度,需要考虑耐久、卫生、安全等多项要素。尤其在年轻一代成为室内装饰装修消费主力后,对装饰装修品质有了更高要求,公共建筑在室内装饰装修方面的投入也随之提升。所以,为了满足消费者需求,在室内装饰装修施工的过程中,必须采取有效的管理措施,采用数字化、规模化、标准化的施工管理手段,提升施工效率与质量,使消费者对品质、服务的追求能够得到充分满足。

1 室内装饰装修工程施工管理的内容

1.1 质量管理

现如今,人们的物质生活水平不断提升,对生活品质有了更高的要求,所以对室内装饰装修的要求也在不断提升。在现代室内装饰装修工程施工的过程中,重点进行质量管理^[1]。具体针对建筑主体、承重结构、使用功能等进行管理,在没有经过审批的情况下,禁止随意改拆主体结构,也不可以随意改装水暖、燃气等配套设施。要求抹灰工程必须分层处理,外部门窗必须牢固安全,禁止射钉固定。严格遵守各项质量管理要求,切实保障工程各个结构、部件、配套设施符合国家质量检验标准。

1.2 进度管理

进度管理也是十分重要的管理内容,尤其在市场竞争日益激烈的情况下,需要合理把控施工进度,不能一味追求快速完工而忽略质量,也不能一味追求质量,造成成本过高、效率过低。在实际管理中,应该

综合分析成本与质量之间的关系,合理把控施工进度,确保工程能够在期限内交付,并且符合验收要求。在施工中,如果进度把控不合理,会浪费大量资源和材料,导致施工超预算,影响项目整体效益,所以进度管理是十分重要的一项内容。

1.3 安全管理

在室内装饰装修工程施工的过程中,必须保障施工安全。安全管理内容涉及多个方面,包括签订管理服务协议、日常巡查、告知注意事项、用电设备安全管理等等。管理单位必须履行巡查与检查的责任,及时发现安全隐患,然后采取有效的处理和防范措施。

2 室内装饰装修工程施工管理存在的问题

2.1 材料质量问题

在室内装饰装修施工过程中,很多工程对材料质量的管理不足,造成材料规格不符合施工要求、材料数量不足、材料质量不达标等问题,进而影响工程整体质量,甚至会带来安全隐患。例如,由于材料质量管理不够严格,造成室内装饰装修工程中使用的材料甲醛含量超标,严重影响业主的身体健康。

2.2 人员素质问题

在实际管理的过程中,管理人员的素质与能力会直接影响管理水平。很多工程的管理人员专业能力不足,对施工规范缺乏了解,虽然会按照要求落实管理工作,但采用的方法比较单一和落后,影响管理效果。或者一些管理人员职业素养不足,日常管理不够严格,造成很多质量问题、安全隐患没有及时发现。

2.3 组织设计问题

在任何工程施工时,都需要进行完善的组织设计。但在室内装饰装修工程施工管理的过程中,一些工程

的组织设计并不合理。很多施工管理人员没有认识到组织设计的重要性,造成组织设计比较浅显,缺少合理的现场布置,也没有完善的临水临电方案,存在较大的安全隐患。很多设计方案只是照搬其他项目,缺少因地制宜的设计方案,会影响后期施工^[2]。很多工程项目要求尽快完工,所以图纸设计比较草率,在二次深化设计阶段,没有进行详细的现场勘查,造成很多施工环节不合理。装饰工程中存在很多较差作业,包括消防、幕墙等,在组织设计不合理的情况下,容易出现工程碰撞的情况,增加施工难度,也会引发质量和安全问题。

2.4 其他管理问题

在制定室内装饰装修施工计划的过程中,由于管理欠缺,造成计划不完善,会直接影响施工效率与质量。

一方面,欠缺精细化管理手段,缺少完善的管控机制,导致施工管理不够全面,对环境质量、工程效益的评估和管理较少。

另一方面,对施工细节的把控不足,很多细节问题没有及时处理,造成施工出现风险,影响室内环境质量,甚至带来各类安全风险。

3 室内装饰装修工程施工管理对策

3.1 严格筛选和管理材料

在室内装饰装修工程施工的过程中,材料是影响工程质量的主要因素,所以必须做好施工材料管理。在实际管理的过程中,从前期准备入手,根据项目招标及合同文件要求选择材料,选择库内品牌按照建设单位提供的实物样板小样进行送样签字确认,然后才能使用^[3]。在合同范围内,按照工艺要求选取材料,能够保障材料质量,经过筛选确定供应商,然后签订合同,并在合同中详细说明所需材料的数量、规格、价格、交付时间等信息,避免出现纠纷。例如,在酒店装修的过程中,需要罗列详细的装修材料清单,可以根据装修区域进行划分,便于材料的核对、筛选和使用。

在使用的过程中,根据实际施工需求合理规划材料使用时间与顺序,严格按照规范进行操作,确保材料使用效果。施工人员及时汇报材料使用情况,管理人员根据汇报进行材料补充与调用。要注意酒店、商场等公共建筑装修需要选择高品质、耐用性的材料,保障环保与健康,并且匹配场所功能与审美要求,充分考虑材料的功能性与空间规划的颗粒型。

3.2 培养高素质管理团队

为提升施工管理质量,构建高素质的管理团队和

施工团队也十分重要。

首先,需要开展专业培训活动,提升管理人员的职业素养,使管理人员掌握专业的管理知识和技能,并且强化管理人员的质量意识、安全意识、环保意识,使管理人员能够在工作中不断改进和创新,采取有效的管理措施,既能够保障施工效率和质量,也能够保护好室内环境,避免因为装饰装修施工造成室内环境污染、破坏等问题^[4]。

其次,建立有效的激励机制、责任机制,明确各个部门与岗位的工作职责,做好技术交底工作。可以设置优秀团队奖、个人贡献奖、安全生产奖等多个奖项,用于激发施工和管理人员的工作动力;也要健全惩罚制度,针对质量、安全、延误等问题进行处罚,避免同类问题再次出现。

3.3 优化施工的组织设计

在施工管理过程中,做好组织设计尤为重要,明确各个部门管理职责,使各项工作有序落实,建立专业的组织机构,由工程总指挥部承担主体责任,项目经理做好监督管理,与公安、消防、设计等部门和单位达成良好的合作关系,同时设立商务经理和技术负责人,确保各项工作能够顺利落实(如图1)。

首先,明确施工现场情况,确定主要施工内容,包括楼地面工程、墙柱工程、门窗工程、刷涂料与裱糊工程、油漆工程等。在组织设计的过程中,要将施工图纸作为主要依据,严格遵守国家相关法律法规和各类技术规程,如《工程测量通用规范 GB 55018-2021》。

其次,做好施工准备,合理划分施工流水段,要将工程量、工程特点作为划分依据。然后确定施工顺序,结合图纸进行合理安排,坚持“先湿后干、先顶部后地面、先室内后走廊”的顺序原则,确保各个施工环节有序开展,避免出现碰撞、干扰的情况^[5]。需要先完成墙面和天棚两项隐蔽工程,然后进行面层工程施工,先处理基层,然后处理饰面,严格监督水电、通风、空调等施工情况。在装修之前,需要先设计方案,坚持“样板引路”原则,确保装修施工有明确的依据,使工程施工管理更加全面。

设置明确的施工目标,包括环境保护和文明施工两个方面。在实际管理的过程中,一定要遵守城市有关建筑工程施工的各项规定,做好施工组织工作,通过有效的管理措施保障现场文明施工,主要对粉尘、噪声等污染进行管控,不仅要选购环保材料,还要做好垃圾、废料的处理工作,通过洒水等措施减少粉尘。现场标识也要保持统一,做到场内外标志统一,员工着装统一,安全帽佩戴统一,设施规范统一。通过统一规范的

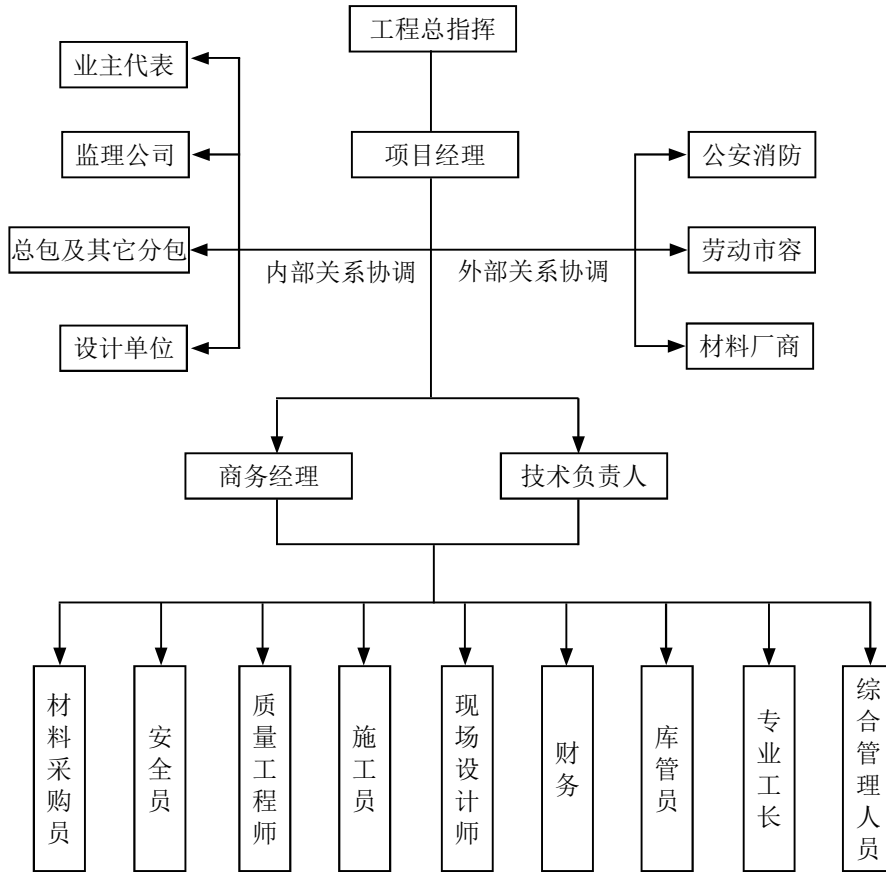


图 1 房屋装饰装修工程施工组织设计

管理,有效维护现场施工秩序,保障施工的效率与安全。

3.4 全面推进精细化管理

为进一步提升施工管理水平,应该推进精细化管理模式,构建更加完善的管控体系,为实际管理提供明确的依据,确保各个环节得到有效的把控。引入信息技术,构建全周期可视化管理平台,提供 360° 项目看板、可视化进度追踪、精细化成本管控、智能 BI 统计报表等功能。从客户管理、项目立项、合同签订、进度管理、成本管理等多个方面着手,实现全过程、全生命周期管理,使管理更加全面精细,对各类风险进行预警分析,确保细节把控到位,消除各类质量与安全问题。在实际管理的过程中,以质量、进度和安全管理为主,从设计、施工、验收等多个方面着手,推进机械化、模块化、无线化的施工模式,利用各种机械设备提升施工效率,通过模块加工、组装的方式,降低质量管理难度,使施工进度加快。与此同时,解决现场线路复杂的问题,采用无线化施工手段,确保工程施工的安全性及便捷性。通过现代技术与方法的引入,使施工管理更加全面和高效,切实保障工程整体质量与效益。

4 结束语

在建筑室内装饰装修工程施工的过程中,需要采取有效的管理措施,确保工程施工的进度、质量、成本等符合要求。在实际管理的过程中,从准备阶段入手,严格筛选工程材料,并且做好组织设计与规划,为后续施工做准备。通过培养专业的管理团队,有效提升管理水平,同时推进精细化管理模式,采用现代化的管理技术,使管理更加全面和便捷。

参考文献:

[1] 成情情,胡纪东.建筑室内装饰装修工程施工管理研究[J].中国建筑装饰装修,2024(13):155-157.
 [2] 周桂林.建筑室内装饰装修设计与施工管理控制策略分析[J].陶瓷,2024(06):155-157.
 [3] 张晓贺.探讨建筑室内装饰装修工程施工管理[J].居舍,2024(12):88-91.
 [4] 李丽琳,庄文书.探析建筑室内装饰装修工程的施工管理[J].中国建筑装饰装修,2023(11):157-159.
 [5] 黄小珍.高层建筑室内装饰装修施工技术研究[J].居舍,2023(02):72-75.

电气设备高温试验条件下性能变化的实验研究

李莹

(国网冀北电力有限公司廊坊供电公司, 河北 廊坊 063000)

摘要 本研究探讨高温环境对电气设备性能的影响。通过设计对比试验, 分析不同温度条件下电气设备的绝缘性能、导电性能和机械强度等关键指标的变化规律。实验结果表明, 随着环境温度的升高, 电气设备的绝缘电阻呈指数下降趋势, 导电性能略有提高, 但机械强度明显降低。基于实验数据, 建立温度与性能参数之间的数学模型, 为电气设备的高温应用和防护设计提供理论依据和技术支持。

关键词 电气设备; 高温试验; 性能变化; 绝缘性能; 导电性能

中图分类号: TM401

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0100-03

随着工业技术的快速发展, 电气设备在高温环境下的应用日益广泛, 如冶金、石化等行业。然而, 高温环境对电气设备的性能造成显著影响, 可能导致设备故障、安全事故等问题。因此, 深入研究高温条件下电气设备的性能变化规律, 对于保障设备安全运行、延长使用寿命具有重要意义。本研究通过系统的实验设计和数据分析, 旨在揭示温度与电气设备关键性能指标之间的定量关系, 为相关领域的技术创新和实际应用提供参考。

1 实验设计与方法

1.1 实验对象选择

实验选取三种典型的电气设备作为研究对象: 高压断路器、变压器和电力电缆。这些设备在电力系统中扮演着关键角色, 其性能直接影响整个系统的安全性和可靠性^[1]。高压断路器选用额定电压为220 kV的SF6气体绝缘断路器, 具有优异的绝缘性能和灭弧能力。变压器采用110 kV/35 kV的油浸式电力变压器, 额定容量为50 MVA, 代表中等容量等级的变压器类型。电力电缆选择35 kV级交联聚乙烯(XLPE)绝缘电缆, 截面积为400 mm², 这种电缆广泛应用于城市配电网。

为确保实验结果的可靠性和代表性, 每种设备均选取3个样品进行测试。样品均来自知名制造商, 生产日期在近一年内, 且经过出厂质量检验。在实验前, 对所有样品进行预检, 确保其初始性能参数符合相关国家标准要求。例如, 高压断路器的绝缘电阻不低于10 000 M Ω , 变压器的空载损耗不超过额定容量的0.1%, 电力电缆的局部放电量小于5 pC。选取的样品规格和初始性能参数如表1所示。

1.2 实验环境设置

实验在专业的高温试验箱内进行, 以模拟电气设备在不同温度环境下的工作状态^[2]。试验箱的温度控制范围为-40 $^{\circ}\text{C}$ 至200 $^{\circ}\text{C}$, 控温精度达到 ± 0.5 $^{\circ}\text{C}$, 湿度控制范围为20% RH至98% RH, 控湿精度为 $\pm 3\%$ RH。为全面评估温度对设备性能的影响, 实验设置5个温度梯度: 常温(25 $^{\circ}\text{C}$)、40 $^{\circ}\text{C}$ 、60 $^{\circ}\text{C}$ 、80 $^{\circ}\text{C}$ 和100 $^{\circ}\text{C}$ 。每个温度点均保持相对湿度为50% RH, 以消除湿度变化对实验结果的干扰。实验过程中, 采用阶梯升温方式, 每个温度点恒温时间为4小时, 以确保设备内部温度分布均匀。升温速率控制在2 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$, 避免温度骤变对设备造成额外应力。在每个温度点进行测试前, 额

表1 实验对象规格和初始性能参数

设备类型	规格	绝缘电阻 (M Ω)	导电电阻 ($\mu\Omega$)	机械强度 (MPa)
高压断路器	220 kV SF6	15 000	40	450
变压器	110 kV/35 kV 50 MVA	12 000	0.5	380
电力电缆	35 kV XLPE 400 mm ²	10 000	0.0475	25

外等待 1 小时, 使设备充分适应环境温度。整个实验周期持续 5 天, 每天进行一个温度点的测试, 以消除连续升温可能带来的累积效应。监测实验环境的稳定性, 在试验箱内安装 4 个温度传感器和 2 个湿度传感器, 分别位于箱体的四角和中心位置。传感器数据每 10 秒采集一次, 通过数据采集系统实时记录。

1.3 测试参数与仪器

实验重点关注电气设备的三个关键性能指标: 绝缘性能、导电性能和机械强度。对于每个指标, 选用专业的测试仪器和标准化的测试方法^[3]。绝缘性能通过测量绝缘电阻来评估。使用型号为 Megger MIT1025 的绝缘电阻测试仪, 测试电压设置为 5 000 V, 测量范围为 10 k Ω 至 15 T Ω , 精度为 $\pm 5\%$ 。每个温度点进行 3 次测量, 取平均值作为最终结果。导电性能则通过测量导体电阻来表征。采用 JHRC-2A 型回路电阻测试仪, 测量范围为 1 $\mu\Omega$ 至 200 m Ω , 精度为 $\pm 0.5\%$ 。对于电缆, 还使用四线法测量以消除接触电阻的影响。机械强度测试采用 WDW-100 电子万能试验机, 最大试验力为 100 kN, 精度等级为 0.5 级。对于断路器和变压器, 主要测试其金属结构件的抗拉强度; 对于电缆, 则测试其绝缘层的抗张强度。为确保测量的准确性和一致性, 所有测试仪器在实验前均经过校准, 并在每个温度点测试前进行自检, 测试过程严格遵循相关国家标准。表 2 列出主要测试参数和使用的仪器设备。

2 实验结果与分析

2.1 绝缘性能变化

实验结果显示, 随着环境温度的升高, 电气设备的绝缘性能呈现明显的下降趋势。绝缘电阻作为评估绝缘性能的关键指标, 其变化最为显著。在 25 $^{\circ}\text{C}$ 至 100 $^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内, 高压断路器、变压器和电力电缆的绝缘电阻均呈现出指数级下降^[4]。对于高压断路器, 其 SF6 气体绝缘特性受温度影响较大。在 25 $^{\circ}\text{C}$ 时, 绝缘电阻为 15 000 M Ω , 但当温度升至 100 $^{\circ}\text{C}$ 时, 绝缘电阻降至 3 200 M Ω , 降幅达 78.7%。变压器的绝缘油在高温下黏度降低, 流动性增强, 导致绝缘电阻从 12 000

M Ω 降至 2 800 M Ω , 降幅为 76.7%。电力电缆的 XLPE 绝缘层在高温下分子链运动加剧, 自由体积增大, 绝缘电阻从 10 000 M Ω 降至 1 800 M Ω , 降幅达 82%。

通过对实验数据进行回归分析, 发现绝缘电阻与温度之间存在明显的指数关系。拟合得到的数学模型为: $R=R_0e^{-\alpha T}$, 其中 R 为绝缘电阻; R_0 为 25 $^{\circ}\text{C}$ 时的初始绝缘电阻; T 为温度; α 为温度系数。高压断路器、变压器和电力电缆的 α 值分别为 0.016、0.015 和 0.018, 反映不同设备绝缘性能对温度的敏感程度。此外, 局部放电测试结果表明, 随着温度升高, 设备的局部放电起始电压降低, 放电量增加。在 100 $^{\circ}\text{C}$ 时, 高压断路器的局部放电量比 25 $^{\circ}\text{C}$ 时增加 2.5 倍, 变压器增加 2.2 倍, 电力电缆增加 2.8 倍。

2.2 导电性能变化

实验结果表明, 温度升高对电气设备的导电性能产生显著影响, 但影响程度和趋势因设备类型而异。导体电阻随温度升高呈现出增加趋势, 这与金属导体的特性相符^[5]。然而, 不同设备由于结构和材料的差异, 其导电性能的变化存在一定差异。高压断路器的导电回路主要由铜导体和触头组成。在 25 $^{\circ}\text{C}$ 至 100 $^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内, 其导体电阻从 40 $\mu\Omega$ 增加到 52 $\mu\Omega$, 增幅为 30%。这种变化主要归因于铜的正温度系数效应。然而, 值得注意的是, 在 80 $^{\circ}\text{C}$ 以上, 电阻增加率略有下降, 这可能与触头接触电阻的非线性变化有关。变压器的导电性能变化较为复杂。其初级和次级绕组的电阻均随温度升高而增加。初级绕组电阻从 0.5 Ω 上升至 0.63 Ω , 增幅为 26%; 次级绕组电阻从 0.02 Ω 上升至 0.025 Ω , 增幅为 25%。然而, 变压器的短路阻抗随温度升高而略有下降, 从 12% 降至 11.5%。

电力电缆的导体电阻变化最为显著。其单位长度电阻从 0.0475 Ω/km 上升至 0.0641 Ω/km , 增幅达 35%。这种显著的增幅不仅源于铜导体的正温度系数效应, 还与电缆结构中绝缘层和屏蔽层的热膨胀有关, 导致导体截面积的微小变化。通过对实验数据进行分析, 建立导体电阻与温度之间的线性关系模型: $R=R_0(1+\alpha T)$,

表 2 主要测试参数和仪器设备

测试项目	测试参数	测试仪器	测量范围	精度
绝缘性能	绝缘电阻	Megger MIT1025	10 k Ω ~ 15 T Ω	$\pm 5\%$
导电性能	导体电阻	JHRC-2A	1 $\mu\Omega$ ~ 200 m Ω	$\pm 0.5\%$
机械强度	抗拉 / 抗张强度	WDW-100	0 ~ 100 kN	0.5 级

其中R为导体电阻； R_0 为25℃时的初始电阻；T为温度变化量； α 为温度系数。高压断路器、变压器绕组和电力电缆的 α 值分别为0.00381、0.00386和0.00392，接近纯铜的理论值0.00393。此外，实验还发现温度对设备的动态导电特性有一定的影响。例如，高压断路器在高温下的分闸时间延长约5%，合闸时间缩短约3%。这可能与温度对机械机构和灭弧介质性能的综合影响有关。

2.3 机械强度变化

实验结果显示，随着温度的升高，电气设备的机械强度普遍呈现下降趋势。这种变化对设备的长期可靠性和安全运行具有重要影响。不同类型的电气设备，由于其结构和材料的差异，其机械强度的变化特征也存在显著差异。

高压断路器的机械强度主要体现在其操作机构和绝缘支撑结构上。在25℃至100℃的温度范围内，其金属结构件的抗拉强度从450 MPa降至385 MPa，降幅达14.4%。操作机构的弹簧刚度也出现约5%的下降，这可能导致断路器的操作特性发生变化。在80℃以上，强度下降速率有所加快，这可能与金属材料在高温下的微观结构变化有关。

变压器的机械强度主要涉及其绕组和铁心结构。实验发现，绕组的抗拉强度从380 MPa降至315 MPa，降幅为17.1%。同时，绕组的轴向和径向变形量分别增加7%和9%。这种变形可能导致绕组间隙减小，增加短路时的电磁力风险。铁心叠片间的摩擦系数随温度升高而减小，从0.3降至0.22，这可能影响铁心的稳定性和噪声特性。

电力电缆的机械强度变化主要反映在其绝缘层和外护套上。XLPE绝缘层的抗张强度从25 MPa降至18 MPa，降幅达28%。外护套的断裂伸长率从450%增加到520%，增幅为15.6%。这种变化可能导致电缆在高温环境下更容易发生永久变形，影响其长期使用性能。

通过对实验数据进行回归分析，建立机械强度与温度之间的线性关系模型： $\sigma = \sigma_0(1 - \beta T)$ ，其中 σ 为机械强度； σ_0 为25℃时的初始强度；T为温度变化量； β 为温度敏感系数。高压断路器、变压器和电力电缆的 β 值分别为0.00192、0.00228和0.00373，反映不同设备机械强度对温度的敏感程度。此外，实验还发现温度对设备的动态机械特性有显著影响。例如，高压断路器在100℃时的操作速度比25℃时降低约8%。

3 应用建议

基于实验结果和建立的数学模型，可为电气设备的设计、运行和维护提出以下应用建议：在设计阶段，应充分考虑高温环境对设备性能的影响，选用耐高温材料，如采用改性XLPE绝缘材料提高电缆的耐热性能。对于高压断路器，可优化SF6气体密度，提高其高温下的绝缘性能。变压器设计时，应增加绕组的冷却通道，改善高温下的散热效果。在运行管理方面，建议根据温度-性能模型动态调整设备的负载水平。例如，当环境温度超过60℃时，变压器的负载应降低至额定值的80%以下，以防止绝缘性能急剧下降。对于户外电力电缆，可考虑增设温度监测系统，实时调整允许载流量。在维护策略上，高温环境下应缩短设备的检修周期，特别关注机械强度的变化。建议在年度检修中增加绝缘电阻测试项目，并根据测试结果和温度-性能模型评估设备的剩余寿命。此外，对于频繁经历高温环境的设备，可考虑使用智能化监测系统，实时跟踪设备性能变化，实现预测性维护，从而提高电力系统的整体可靠性和经济效益。

4 结束语

通过对电气设备在高温条件下性能变化的系统研究，揭示温度对绝缘性能、导电性能和机械强度的影响规律。实验结果表明，高温环境会显著降低电气设备的绝缘性能和机械强度，但对导电性能影响较小。基于实验数据建立的数学模型，为电气设备在高温环境下的应用提供重要的理论指导。未来研究可进一步探索温度与其他性能参数的关系，以及开发新型耐高温材料，从而提高电气设备在极端环境下的可靠性和安全性。

参考文献：

- [1] 张超. 环境因素对造纸企业电气自动化维护的影响及控制策略研究[J]. 造纸装备及材料, 2023, 52(10): 22-24.
- [2] 曾乐业, 李翔. 电子设备热管冷板优化设计及试验研究[J]. 装备环境工程, 2020, 17(01): 109-113.
- [3] 苏淑华, 朱珈, 张宗取. 电工电子产品高、低温试验能力验证测试关键点分析[J]. 环境技术, 2022, 40(04): 85-88.
- [4] 同[2].
- [5] 杨世武, 扈瑞峰, 刘磊, 等. 高原铁路信号电气电子设备气候环境适应性试验分析[J]. 铁道技术监督, 2022, 50(07): 1-6.

永磁同步曳引机在电梯检验中的检测难点与对策分析

程 涛

(江西省检验检测认证总院特种设备检验检测研究院, 江西 南昌 330200)

摘 要 永磁同步曳引机在电梯检验中的检测难点主要包括曳引力问题、电机温度检测以及电气和机械性能的检测, 这些问题在电梯的安全运行和性能评估中至关重要。目前, 我国对于永磁同步曳引机在电梯检验中遇到问题的相关研究还存在不足。基于此, 本文从电梯结构中的重点永磁同步曳引机的相关内容出发, 对制动器响应时间、失磁问题、曳引问题、引力问题以及钢丝绳寿命问题进行了分析与讨论, 并且提出一系列针对性的解决对策, 以供相关人员分析讨论。

关键词 电梯检验; 永磁同步曳引机; 制动器; 电梯超时保护

中图分类号: TU858

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0103-03

电梯是人们日常生活和工作中不可或缺的一部分, 无论是上下班、购物还是居住, 电梯都为人们提供了方便快捷的通行方式。而在电梯的运用过程中, 永磁同步曳引机是关键的重要组成部分。为保障电梯安全运行, 可通过定时检测电梯专用设备判断电梯永磁同步曳引机是否出现问题, 同时针对其存在的安全隐患给予妥善解决, 保证电梯在运行过程中不会出现任何安全风险, 进而有效地保证人们的使用安全^[1]。

1 永磁同步曳引机的结构与特点

永磁同步曳引机是电梯正常运行的关键设备。从组成结构上看, 永磁同步曳引机主要包括机座、制动器以及转子体等内容, 不同的构造所具备的特点与功能也不一样, 而最终目的都是为了实现电梯的承载与正常运行。

在结构上, 无齿轮的永磁同步曳引机主要包括轴向磁场结构形式和径向磁场结构形式两种。前者较为适用速度较快, 并且需要承载较大的电梯使用; 后者结构比较适用于小机房电梯或者是无机房电梯。选择哪一种类型的结构形式主要是基于实际情况以及性能的需求, 合理地对其选择可以使曳引机工作的效果更加理想。

在特点上, 永磁同步曳引机与其他类型的曳引机相比, 永磁同步曳引机具有节能、环保、低速、大转矩等特性, 同时保证乘客在乘坐电梯时拥有更加舒适的乘坐体验, 并且永磁同步曳引机具有体积小、重量轻、安装方便、节约成本等多种特点, 这也为其在电梯层面的广泛应用提供了坚实的基础与条件^[2]。

2 永磁同步曳引机在电梯检验中的检验难点

永磁同步曳引机在电梯检验中的主要难点包括机械特性和电器特性等方面的问题, 具体内容如下。

2.1 失磁问题

失磁问题是永磁同步曳引机在电梯检验中常遇到的问题之一。一般情况下, 永磁同步曳引机需要使用性能较高的钕铁硼作为永磁材料, 而要保证曳引机能够持续地发挥作用, 就需要保证这种材料不会出现可逆退磁的情况。一旦出现失磁问题就会使永磁同步曳引机的运用失去应有的效力, 进而对电梯检验工作造成严重的影响。而要保证永磁材料不出现失磁问题就需要从将退磁曲线转化为弯曲曲线以及去除外加磁势两个方面入手。

2.2 曳引问题

我国使用的永磁同步曳引机的模式往往都是在基本模式上以 2:1 的比例进行选择 and 运用的, 需要在中间轿厢的位置分别设计一组轮滑机构, 通过钢丝绳长度的有效控制来完成曳引工作^[3]。但是一旦曳引问题处理不当, 就会导致电梯井道的成效下降, 这就给设备的安装工作造成了很大的压力, 也导致永磁同步曳引机的电梯检验受到一定的阻碍。此外, 通过对传统齿轮曳引以及涡轮蜗杆曳引机的情况进行分析, 叶轮钢丝绳的位移量如果较小的话也会影响曳引机的运动, 进而导致安全问题发生。

2.3 维护问题

异步电机中主要包括涡轮蜗杆传动机构在运行的

过程中需要使用润滑油对其进行有效清洗。因为涡轮在运行过程中会受到摩擦力的影响，所以要定期对涡轮进行更换。而直流电机也要配备与之对应的背碳刷，运用相关方法对其进行清洁。做好维护工作可以有效节约成本，提高永磁同步曳引机的使用寿命。

2.4 制动器响应时间问题

永磁同步曳引机的内部结构并没有设置齿轮减速结构，因此在完全失去电动机电力之后，制动器并不会产生任何动力性。长此以往，永磁同步曳引机的轿厢就会出现力矩不平衡的问题，并且无法像传统的曳引机一样，将涡轮蜗杆自锁行为作为基础，实现能量消耗^[4]，因此解决制动器这一问题是十分有必要的。而针对这一问题，一些厂家会选择盘式制动器来解决问题，但应用盘式制动器的过程中会出现诸多摩擦响应的的时间，也会进一步增加对维修工作人员的安全造成的威胁。

2.5 超时保护有效性问题

永磁同步曳引机在设置双制动器的过程中并没有将专业的上行超速保护装置引入其中，也就是未真正实现安全钳或者夹绳等双向限速器的合理运用。这样一来永磁同步曳引机设备在运行的过程中就会过度依赖机电制动的方式。这就对旋转编码器提出了更多的要求。也正因如此，接触器容量、绝缘性特点等就会产生更多的影响。

3 永磁同步曳引机在电梯检验过程中需要注意的事项

永磁同步曳引机在电梯检验过程中会面临很多的问题，有效地解决这些问题是十分有必要的。在解决这些问题的过程中，主要需要注意以下几个方面的事项。

3.1 建设方案与保障体系的对应性

永磁同步曳引机在电梯检验中想要避免很多问题的发生就要建立针对性的方案，并且结合科学的保障体系才能获得理想的落实效果。具体来说，建设方案主要应该围绕永磁同步曳引机在电梯检验中遇到的不同问题类型给予针对性的解决措施，并且对涉及的保障性因素给予高度重视。例如设备、技术、人员等都是需要给予重视的因素^[5]。

3.2 人员的重要作用

永磁同步曳引机在电梯检验中遇到的问题能否得到及时有效的避免，很大程度上取决于电梯检验人员的专业能力与经验丰富度。因此，高度重视电梯检验人员的专业水平是十分重要的。只有电梯检验人员具

备较强的专业能力与丰富的处理经验，才能在问题出现时给予针对性且正确的解决。

3.3 信息技术的辅助应用

永磁同步曳引机在电梯检验中遇到的问题，一方面，可以借助先进的信息技术的辅助作用给予有效的分析。针对不同类型的问题给予科学的建议，在信息技术的帮助下也能够更加针对性地得出问题产生的原因，对于提升永磁同步曳引机的使用寿命，推动电梯检验工作的长远发展都有很大的帮助。另一方面，建立针对性的评价体系可以使永磁同步曳引机的使用情况、问题产生与解决的过程得到有效的记录，还能结合评价数据给予针对性的修正建议。

4 电梯检验中永磁同步曳引机应用的有效对策

在电梯检验过程中，永磁同步曳引机出现问题会严重阻碍电梯检验工作的落实。因此，对永磁同步曳引机出现的问题给予有效的预防与针对性的解决是十分有必要的。从本文的分析结果看，针对性的预防与解决策略主要包括以下几个方面的内容。

4.1 建立永磁同步曳引机档案

电机检验人员进行电气检验工作的过程中要建立永磁同步曳引机档案，围绕生产、安装以及检验等多个环节收集大量的数据，并以档案数据为标准，不断发现其中存在的问题，凸显信息价值的同时大大提高检验工作的水平与效率。不仅如此，电梯检验人员通过永磁同步曳引机档案的数据也可以不断利用大数据思维来分析曳引机的运行状态以及更加深入地思考通过何种方式来提升其工作效率与使用寿命^[6]。这无论是对于曳引机自身的使用还是电梯检验工作的长远发展都有很大的积极意义。

4.2 围绕永磁同步曳引机开展全方位的优化手段

有效预防永磁同步曳引机在电梯检验过程中出现的问题，需要围绕这部分内容展开全方位的优化措施。具体来说，主要应该从以下三个方面入手：首先，从永磁同步曳引机在电梯检验中的技术层面出发，通过技术优化的方式，采取多级逆变器和超松弛控制技术来不断提高永磁同步曳引机的功率和扭矩，使永磁同步电机与其他设备之间的电磁兼容性、控制精度进一步提升。这样一来，不仅可以降低机器设备的磨损程度，还能进一步提高永磁同步曳引机的工作效率。其次，从传感器层面进行优化。针对电梯检验过程中传感器故障这一问题，可以采用旋转编码器和霍尔传感器来进行优化，通过这两项仪器可以使永磁同步曳引机的

磁场干扰进一步降低,从而保持较高的精度与准确性。最后,控制体系优化^[7]。永磁同步曳引机在电梯检验过程中会遇到定位控制的一系列问题,可以采用创新的控制方案,即闭环控制或传感器反馈来进行永磁同步曳引机的转速与位置的有效控制。这样一来,不仅提高了精确度与控制力度,同时也避免了很多不必要的风险问题发生。

4.3 进一步提高电梯检验工作人员的培训力度

随着电梯在高层建筑中使用的日益广泛,检验需求也进一步提高。因此,进一步提高电梯检验队伍的总体水平,定期举办专业的培训活动是十分有必要的。在这个过程中,不仅要实现理论与实践的有机结合,使检验工作人员对专业知识的理解与记忆更加深刻,同时也要鼓励检验人员不断吸取经验与进行反思,进而在提升自身综合素养与工作能力的同时使永磁同步曳引机电梯检验工作更加顺利地进行下去。

4.4 不断创新和优化永磁同步曳引机使用方法

随着科学技术的不断进步与发展,永磁同步曳引机在电梯检验过程中也会呈现出多个层面的应用。而在这样的背景下,不仅要高度重视相关人员对曳引机使用能力的提高,还要不断创新使永磁同步曳引机的使用方法更加多元化。这样才能在有效避免其产生不良影响的同时在电梯检验领域获得更长久的发展。

5 电梯检验技术的未来发展趋势

随着社会不断地进步与发展,电梯作为高层住宅不可或缺的重要组成部分,为人们的生活带来了极大的便利的同时,对其进行有效的检验与安全保障也引起了越来越多的人的关注与重视。因此,电梯检验技术就成为日益重要的一项工作内容。而随着电梯检验水平与需求的不断提升,电梯检验技术也在不断朝着绿色化、智能化、远程化的方向发展。

首先,绿色性。节能环保与低碳发展是社会发展过程中的重要理念,而在电梯检验过程中要实现电力资源的有效节约,就需要推崇绿色的电梯检验技术。这样才能使电梯检验技术与应用技术相辅相成的同时获得更理想的检验效果。具体来说,电梯检验技术的绿色性主要体现在电梯检验方法的环保与重复方面。即电梯检验人员可以优先使用可重复、无污染的材料作为检验工具。同时也可以通过定期对运行电梯进行检验与保养的方式来延长电梯的使用时间,降低资源损耗,这同样也是电梯检验工作朝着绿色化方向发展的重要体现^[8]。其次,智能性。电梯检验技术的智能

性主要体现在电梯检验设备的智能方面,智能的电梯检验设备可以替代人工来实现电梯检验工作,呈现出的检验结果也更加真实与准确,不仅电梯检验人员的工作得到了进一步简化,同时也能进一步推动电梯检验工作的顺利进行。此外,电梯检验设备的智能化也可以避免电梯检验人员所可能遭受到的安全风险,进一步保障了电梯检验工作的安全性。最后,电梯检验技术的发展趋向还包括远程化的特点。远程化电梯检验技术的出现可以使电梯内部突发情况得到有效的监督与控制。在电梯突发故障时,可以有效帮助维修人员对所发生的问题进行有效的排查与针对性的解决,应用远程化技术也可以解决电梯故障排除效率工作不高的问题。

6 结束语

永磁同步曳引机在电梯检验中存在的问题,会严重阻碍电梯检验工作的顺利进行。因此,对这些问题给予高度重视,并且针对性地解决是十分迫切。从文章的分析结果来看,永磁同步曳引机在电梯检验中的问题主要包括失磁问题、曳引问题、维护问题、制动器响应问题、超时保护有效性问题几个方面。而针对这些问题需要给予全方位的优化与完善,即不仅要重视电梯检验人员自身能力水平的提升,还要建立永磁同步曳引机档案。针对曳引机出现的问题,对其进行全方位的优化与完善,这样才能获得理想的电梯检验效果。

参考文献:

- [1] 王纪龙,陆艳猛.永磁同步曳引机在电梯检验中的一些问题分析[J].通讯世界,2019(06):240-241.
- [2] 蒋习建,高昆.探究永磁同步曳引机在电梯检验中的一些问题[J].中国新通信,2020(08):234.
- [3] 郑呈寿.分析永磁同步曳引机在电梯检验中的一些问题[J].中国设备工程,2020(22):168-169.
- [4] 赵曹慧,张新宇,井恽斌.封星技术在永磁同步曳引机上的应用分析[J].中国设备工程,2018(12):177-178.
- [5] 邹皓,王河,张甜甜,等.永磁同步曳引机在电梯检验中所遇到的诸多问题分析[J].技术与市场,2017(09):364.
- [6] 赖晓明.探究永磁同步曳引机在电梯检验中所遇到的诸多问题[J].冶金管理,2021(21):48-49.
- [7] 郭艳华.永磁同步电梯的检验方法及电机性能研究[J].中国新技术新产品,2021(20):81-83.
- [8] 王霞.永磁同步电梯驱动主机的检验探讨[J].中国设备工程,2021(03):180-181.

电力工程中变电站施工影响因素分析及施工组织优化

周伟涛

(惠州市鸿业电力有限公司, 广东 惠州 516000)

摘要 在我国现代化电力事业发展的过程中, 电力工程的建设范围和面积在逐渐地增加, 其中以变电站施工为核心的组成有助于促进电力工程品质的提高, 然而, 在变电站施工的过程中, 难免会由于内外因素的影响而产生一定的问题, 对变电站施工水平提高产生了一定的影响, 因此, 在实际工作中需要加强对变电站施工影响因素的深入性分析, 在此背景下提出科学性较强的施工组织优化方案, 满足电力工程的现代化发展需求。

关键词 电力工程; 变电站施工; 施工组织优化

中图分类号: TM7; TU711

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0106-03

在电力工程变电站施工的过程中, 由于所包含的施工环节较为多样, 如果在某个节点出现偏差, 会影响电力工程变电施工的效果, 在这一背景下, 施工组织优化已经成为各个施工单位广泛关注的问题, 有效地指引了电力工程变电站施工活动的顺利进行, 进行施工组织优化时需要认真地剖析影响变电站施工的因素, 再提出针对性较强的施工组织优化方案, 贯穿于变电站施工的各个环节, 及时地解决在变电站施工过程中所产生的问题, 促进各项施工活动的顺利进行。

1 电力工程中变电站施工的影响因素

1.1 材料影响因素

电力工程中变电站建设离不开各种物资的支持, 而这些物资的品质、规格和供应直接影响着变电站建设的质量、进度甚至是整体性能。建筑材料例如钢筋、水泥和砂石, 是变电站基础结构和建筑主体中最核心的构件, 它的好坏直接影响变电站的稳固性、耐久性、抗震能力等。如果使用劣质材料不但会使基础结构承载力下降, 加大施工中存在的隐患, 而且在今后的运行中还会因材料老化和腐蚀而造成结构破坏, 危及电力系统的平稳运行^[1]。另外, 对电气材料进行选择也是非常关键的, 变电站是电力传输和分配的中心, 它涉及大量高压设备、电缆、母线、绝缘子以及其他电气元件, 这类材料既要具有高绝缘强度和低电阻率的优良电气性能, 又要符合环境适应性、耐候性和防火防爆的特殊要求。如高压电缆绝缘层在极端气候条件下一定要能经受高电压不击穿, 绝缘子选型还需要综合考虑机械强度, 电气性能和污秽耐受能力等因素, 以保证绝缘子在恶劣环境中仍然能够可靠地运行。

1.2 影响施工技术的因素

施工技术作为变电站建设中至关重要的一环, 它的水平直接关系着变电站建设质量、效率和成本控制, 变电站的建设涉及很多专业领域, 其中包含了土建施工、电气安装以及调试试验等诸多内容, 各个环节均需要有专业的技术与经验作为支撑^[2]。土建施工技术在变电站施工中占有一定的地位, 在地基处理、模板支设、钢筋绑扎以及混凝土浇筑过程中, 都需要严格遵守施工规范, 以保证基础结构的稳固性与准确性, 同时还要综合考虑施工现场地质条件和气候条件, 并采取相应技术措施进行处理。比如在地质条件比较复杂的区域, 需要采取桩基和换填等专门的处理方法来提高地基的承载力, 雨季施工中需要加强排水措施, 以避免基坑积水对施工质量与安全造成影响。在变电站的建设过程中, 电气安装技术占据了核心地位, 高压设备、电缆、母线及其他电气元件在安装时需要按照严格的安装规范及操作流程进行, 以保证电气连接的可靠性、绝缘的良好性及接地的正确性。与此同时, 需要开展一些必要的调试与测试工作, 例如耐压试验、局放试验等, 以此来验证电气设备在性能与作用上是否满足设计要求。

1.3 自然环境的影响因素

在变电站建设过程中, 自然环境是其中一个不容忽视的主要因素, 变电站施工常受地形地貌、气候条件、水文地质等诸多自然因素影响。这些因素在加大建设难度与风险的同时, 也会给变电站运行的安全与稳定带来长远的影响。

地形地貌对变电站的选址与布置有着重要的影响,

在山区、丘陵以及其他地形复杂区域修建变电站需要充分考虑地形起伏以及坡度变化、对基础施工以及电气安装造成的影响。同时需要对进出线路路径及高度差进行合理规划,以保证电力传输畅通与安全,平原地区变电站的修建又要注意防洪排涝及地基处理,以防自然灾害造成变电站的损坏或中断。

在变电站建设期间,气候条件同样是要着重考虑的一个要素,极端的气候条件,如高温严寒等,均可影响施工进度与施工质量。比如在高温天气施工中,需要加强施工现场通风降温措施以避免施工人员中暑,在寒冷的天气进行施工时,需要对电气设备以及施工材料进行保温措施,使其免受冻害。另外,还要根据气候条件,合理地安排施工计划与工期,以免因恶劣天气施工造成安全事故。

水文地质条件在变电站的建设中也有着同样重要的作用,在地下水位高或者地质条件比较复杂的区域修建变电站,需要加强地基处理以及防水措施来避免地下水渗漏或者地基沉降对变电站产生破坏。与此同时,地下水污染、土壤侵蚀等环境问题也需要引起重视,并采取适当的防护措施。

2 电力工程中变电站施工组织优化方法

2.1 合理安排施工流程,促进效率和质量的提高

在电力工程当中,对变电站建设组织进行优化最重要的任务就是要对建设过程进行合理安排,高效有序的施工流程可以在确保施工质量的前提下明显提高施工效率。

首先,通过项目管理软件(如 Primavera P6、Microsoft Project 等)进行项目分解结构(WBS)的建立,把变电站施工分为基础施工、设备安装、调试测试几个阶段,明确了各阶段起止时间及重点工作。比如基础施工阶段可以细分成地基处理、模板安装、钢筋绑扎、混凝土浇筑几个子项,对每一个子项都设置了工期及负责人^[3]。

其次,使用网络图或者甘特图这些工具来规划施工进度,并确定关键路径,这些关键路径是指对整个工程竣工时间有最大影响的任务链。通过对关键路径中的任务安排进行优化,例如采取并行作业、调整任务次序或者加大资源投入来缩短工程总工期。同时对非关键路径中的任务可对其时间窗口进行适当的调整来均衡资源分配和降低窝工现象,通过对施工流程的合理规划,变电站的施工项目平均时间可以减少大约 10%~15%,并且施工的品质也有了明显的提高。例如,在一个大型变电站的建设项目中,通过对施工流程的优化,原本需要 30 个月的施工时间被缩短到了 26 个月,

同时设备的一次安装成功率增加了 12%,调试和测试的周期也缩短了 20%。

2.2 完善管理责任机制,保证建设的顺利实施

变电站施工项目要想顺利进行,必须依靠完善的管理责任机制,一套清晰合理的管理责任体系可以保证在建设期间各项工作任务的有效落实和问题的及时解决。其中组建项目管理团队,明确团队成员权责,项目经理是整个队伍的核心人物,承担着整个施工计划编制、资源调配以及进度控制等工作,各个专业的工程师负责在他们各自的专业领域内提供技术指导和进行质量监控,安全员、质量员及其他专职人员又承担着施工期安全监管与质量检查任务^[4]。之后,建立细致的管理制度及工作流程,以保证建设过程各个环节有章可循,如制定物料进场检验制度、严格检验进场全部物料质量等,施工日志制度的落实,需要施工人员对施工情况以及所遇到的问题进行日常记录。

2.3 重视材料管理,减少成本和风险

变电站施工项目材料成本一般在总成本中占有很大的比重,所以,重视材料管理对降低成本,增加项目效益有着十分重要的作用。其中要制定严格材料采购制度,采购前要做充分市场调研及比价分析,挑选信誉好、价格适中的供应商配合。同时对所购物料经过严格质量检验与验收,保证物料达到设计要求与质量标准^[5]。之后,实行科学材料库存管理与使用控制,通过引入先进的库存管理系统(如 ERP 系统、WMS 系统等),对材料的入库、出库、库存状态进行实时监控和记录;同时,要制定合理的物资使用方案,以免造成物资浪费与积压。加强施工期材料使用情况的监督与检验,保证材料的合理利用与节省。另外,需要有一套完整的材料回收再利用机制,对建设过程中形成的废旧材料及边角料分类整理回收,对可以再利用的物质,经过修补处理再利用。这样既可以降低材料成本,又可以减少资源浪费与环境污染。

2.4 加强施工监督,确保安全和品质

就电力工程而言,变电站施工项目能否顺利地开展离不开有力的施工监督。施工监督既是保证施工安全和质量的一个重要途径,又是及时发现并整改施工中出现的問題,防止事故发生所必须采取的一项措施。其中要构建全方位、多层次的施工监督体系,包括成立独立监督部门或者委托第三方专业机构对施工实施监督,并在此基础上明确不同层级监督人员权责。监督人员要熟悉施工图纸、施工规范与安全规程等,有丰富的经验与专业知识,能对施工过程进行正确的合规性与安全性评判。监督人员要深入施工现场对施工

质量、安全生产和文明施工情况进行全面详细的监督检查,应当特别重视关键的施工步骤、隐蔽的工程项目以及容易发生安全事故的部分,并通过如现场巡视、随机抽查、旁边站点等多种手段,确保所有施工活动都符合规定的标准,并能够及时识别并纠正任何违规或安全隐患。另外,施工监督也要重视信息沟通和反馈机制,并且构建信息化系统。

监督人员要经常与施工单位、监理单位、项目管理部门等单位交流,掌握建设的进度、存在的问题和纠正措施,并及时转达监督的意见建议。同时,对查出的重大问题或者安全隐患要立即发出整改通知书,对整改实施情况进行追踪和督促,保证问题完全解决。加强施工监督既可以显著提高施工安全和质量水平,又可以有效地防止施工事故。根据数据显示,在实行严格施工监管的变电站建设项目中,安全事故的发生率可以减少大约30%~50%,同时,施工质量的优良率可以提高大约10%~15%。这样既能保证施工人员的生命健康安全,又能保证变电站工程长期平稳运行,发挥社会效益。所以,对电力工程变电站施工项目进行组织优化,加强施工监督工作是必不可少的环节,只有建立和完善施工监督体系,进行全面详细的监督检查,重视信息沟通和建立反馈机制,才能够有效地保证施工的安全和质量,促进变电站建设工程的顺利开展。

2.5 主动处理自然因素,降低施工干扰

变电站建设期间,恶劣天气、地质条件及其他自然因素常常给施工进度及质量带来难以预料的影响,所以积极面对自然因素并制定出科学、合理的防治与对策是保证建设顺利实施的重点。在施工之前,要对施工区域做细致的地质勘查及气象分析工作,掌握地质结构、地下水位及气候条件,以便于编制施工方案,同时考虑到可能的自然条件,例如暴雨、台风和雷电等,应该提前拟定紧急应对计划,包括临时的加固措施、排水系统的建设和设备的保护,以减少自然条件对施工过程的影响,并且尽量避免恶劣天气关键施工作业。通过上述措施能够有效地降低自然因素对于变电站建设的影响程度,确保建设的安全与进度。

2.6 强化风险防控,防患于未然

在电力工程中变电站建设环节,加强风险防控机制是保证建设安全、质量和进度等各项工作的重要先决条件,同时也是优化建设组织的关键环节。它不只是单纯地防范潜在问题,也是以综合风险评估,严密监控措施和高效应急响应机制为目标的前瞻性管理策略,把潜在的风险扼杀在摇篮中,保证变电站施工项目顺利实施。

具体来讲,加强风险防控,需要项目团队有较高的风险意识,并能敏锐识别建设中可能遭遇的各类风险源,其中有但不仅仅局限于技术上的困难、物资供应的不稳定性、自然环境的改变、人为操作的失误等。基于此,采用了如风险矩阵和故障树分析这样的科学风险评估手段,对已识别的风险进行了深入的量化研究,明确了风险发生的概率和其带来的影响,进而为风险管理设定了优先级。接下来对已经识别出的风险制定了详尽的风险防控措施以及应急预案,这些措施应该涉及风险预防、缓解、转移以及接受的诸多方面,以保证在各种风险情境中得到有效处理。如对技术难点,可采取加强技术培训,引进先进的施工技术与装备等防治措施;对材料供应问题则可采取构建稳定供应商合作关系和制订备用采购方案的措施缓解风险。同时制定详细的应急预案以保证一旦出现风险能快速反应,降低损失。落实风险防控措施时也需要强化监测与反馈机制,通过定期风险评估,安全检查及对施工进度与质量进行监测,发现并整改潜在风险隐患。同时,建立通畅的沟通渠道以保证项目团队内与业主、监理及其他有关各方之间信息沟通通畅,从而及时发现问题并能快速协调处理。

3 结束语

在电力工程变电站施工的过程中,存在一些影响因素会对工程的建设质量产生一定的干扰,因此,相关工作人员需要密切地关注施工中影响因素的发生原因,拟定合适的施工管理计划,并且健全施工组织方法,促进变电站施工效率的全面提升,促进我国电力工程事业的稳定进步。在今后工程建设中要不断地进行经验的总结以及优化,以解决在变电站施工中存在的各项问题,营造良好的施工环境,优化工程建设模式,促进我国电力行业的良好稳定发展,增强工程综合效应。

参考文献:

- [1] 曾挺,孔祥美,房若季.智能变电站施工仿真系统的可视化设计与实现[J].微型电脑应用,2024,40(06):96-100.
- [2] 陈玄俊,蒋元元,俞梦迪,等.基于三维技术的变电站施工综合管理系统设计[J].自动化技术与应用,2024,43(04):164-168.
- [3] 冉一丁,龙锦壮,高峰,等.基于状态感知的变电站施工现场安全风险管控系统研究[J].电气技术与经济,2024(01):10-13.
- [4] 万国.电力工程中变电站施工技术的应用研究[J].电工技术,2023(S1):268-270.
- [5] 屈东娇.变电站施工技术在电力工程中的运用探讨[J].现代制造技术与装备,2023(S1):150-152.

电气工程中自动化设备的抗干扰研究

王浪群, 李亦欣

(国网福建省电力有限公司泉州供电公司, 福建 泉州 362000)

摘要 在现代社会中, 电气工程及其自动化技术已经渗透到了工业生产的各个层面, 成为提高生产效率和产品质量的关键因素。但在实际应用中, 自动化设备经常面临着各种各样的干扰问题, 不仅降低了系统的性能, 还可能引发安全事故。对此, 本文从电气工程中自动化设备的机械结构出发, 分析自动化设备电磁干扰的主要来源与分类, 进而提出自动化设备中机械与电气相结合的抗干扰技术策略, 希望能够对提升自动化设备的抗干扰能力起到借鉴作用。

关键词 自动化设备; 抗干扰; 电气工程; 机械结构

中图分类号: TM744

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0109-03

从智能制造到智能电网, 从航空航天到日常家用电器, 电气工程自动化技术的应用已经无处不在, 极大地推动了社会生产力的进步。但在实际应用中, 电气工程自动化设备面临着各种复杂的环境干扰, 尤其是电磁干扰 (EMI), 对设备的正常运行和性能稳定性构成了严峻挑战。因此, 探索有效的电气工程自动化设备抗干扰措施, 对于保障设备稳定运行、提高生产效率、确保生产安全具有重要意义。

1 电气工程中自动化设备机械结构概述

1.1 机械部件的材质与电磁特性

在电气工程中, 自动化设备的机械结构设计决定了设备的可靠性, 还直接影响到设备的性能和使用寿命。机械部件的材质选择需要综合考虑其机械性能、加工性能以及成本等因素。如钢材因其良好的强度和韧性, 常用于制作承重部件; 铝合金因其轻质高强的特点, 适合用于减轻设备重量的同时保持结构强度; 而塑料和复合材料则因其良好的绝缘性和防腐性, 在电气设备中也得到广泛应用。此外, 自动化设备中的许多部件需要与电磁系统协同工作, 因此材质的电磁特性也十分重要。如某些部件可能需要选用具有良好磁导率的材料以提高电磁兼容性, 而其他部件则需要使用非磁性材料以避免干扰电磁场。

1.2 机械运动对电磁场的影响

在电气工程领域, 自动化设备的机械运动会对电磁场产生影响, 如电机转子、伺服机构和传动装置等, 其运动状态不但会影响设备本身的性能, 还会对周围的电磁环境产生显著影响。当这些机械部件在电磁场中运动时, 会产生感应电动势和涡流效应。如在电机中, 转子的旋转会在定子绕组中产生变化的磁场, 这种变

化的磁场又会在转子中产生感应电流, 即涡流。涡流会消耗能量, 也会产生热量, 影响电机的效率和寿命。此外, 机械运动还会引起电磁干扰 (EMI)。当高速运动的部件接近敏感的电子元件时, 所产生的电磁场会干扰这些元件的正常工作^[1]。再者, 机械运动部件引起的机械振动也会对电磁性能产生影响。其中机械振动会导致连接松动或接触不良, 这些都会影响电磁系统的稳定性。如在高压开关柜中, 频繁的机械操作可能会导致触点磨损, 从而影响电弧熄灭的可靠性和安全性。由此可见, 电气工程中自动化设备的机械运动往往对电磁场有较大影响。

2 自动化设备电磁干扰的主要来源与分类

2.1 空间辐射干扰

空间辐射干扰是指由电力网络、电气设备暂态过程、雷电等产生的电磁波通过空间传播而对自动化设备造成的干扰^[2]。这种干扰对分布式控制系统 (DCS) 和可编程逻辑控制器 (PLC) 等自动化设备的正常运行构成了较大威胁。如电力网络暂态过程中的开关操作会引起电流突变, 进而产生瞬态电磁场, 对附近的自动化设备产生辐射干扰。此外, 电气设备如电机启动或停止时产生的高频电磁脉冲也会对自动化设备造成干扰。雷电活动更是强烈的辐射干扰源之一, 即使距离较远, 雷电放电产生的电磁场也能通过空间传播, 影响自动化设备的正常运行。

2.2 系统外引线传导干扰

系统外引线传导干扰也是自动化设备电磁干扰的一个重要来源, 其主要通过电源线和信号线引入, 而对自动化设备的正常运行造成影响。这类干扰可以分为两大类: 一是由电网内部变化引起的干扰; 二是

由开关操作浪涌等外部事件导致的干扰。

电网内部的变化,如电压波动、频率波动和相位不平衡等,会对自动化设备产生传导干扰。这些变化主要源于电网负载的突然变化、发电机的不稳定运行或是电网维护期间的操作。如当大型电机启动时,会引起电网电压瞬间下降,且这种电压跌落会沿着电源线传导到自动化设备,进而影响其正常工作。此外,电网中出现的谐波也可能通过电源线传导到自动化设备中,导致信号失真和设备性能下降。

开关操作浪涌则是另一个重要的传导干扰来源。当电气设备的开关操作发生时,如断路器或继电器的开闭,会产生瞬态电压和电流,这些瞬态过程会产生电磁场,进而通过电源线和信号线传导到自动化设备中^[3]。浪涌不但会干扰信号的传输,还会导致自动化设备的硬件损坏。如开关设备在高负载条件下被切断电源时,产生的瞬态电压峰值可以沿着电源线传导到自动化设备中,进而影响其电源供应系统,甚至导致设备重启或故障。

2.3 接地系统混乱时的干扰

良好的接地系统能够确保电子设备的正常运行,并有效减少电磁干扰的影响,提供一个稳定的参考点。但当接地系统设计不当或配置混乱时,也会引发一系列问题,尤其是地环路电流的产生,会对自动化设备的性能和稳定性造成显著影响。

接地系统混乱通常表现为多点接地、接地电阻过高或不同设备间的接地不一致等问题,其会导致地环路电流的产生,即在多个接地路径之间形成的电流回路。而地环路电流的存在会引入额外的电压降,导致信号失真,并会在信号线上产生干扰噪声。如在自动化控制系统中,如果信号线和电源线共用地线,地环路电流可能会在信号线上产生感应电压,从而干扰信号的传输,影响控制信号的准确性和稳定性。此外,接地系统混乱还会导致设备之间的电位差,从而产生电磁干扰。如在一个工厂环境中,不同的自动化设备和控制系统未能正确接地,它们之间就可能形成电位差,这种电位差会在信号线上传播,进而影响信号的完整性。当多个设备共享同一接地系统时,如果其中一个设备受到干扰,则这种干扰会通过地环路电流传递给其他设备,从而扩大干扰的影响范围。

3 自动化设备中机械与电气相结合的抗干扰技术策略

3.1 优化机械结构与提升电磁兼容性

1. 在机械结构中应用屏蔽技术。在自动化设备机械结构中,屏蔽技术的应用对于减少电磁干扰有着突

出效果。屏蔽技术主要有电磁屏蔽和静电屏蔽两类。

就电磁屏蔽技术而言,实践中常采用低电阻金属材料如铜和铝作为屏蔽层,这是因为这些金属材料具有良好的导电性和导热性,能够有效吸收和反射电磁辐射。当电磁波遇到屏蔽层时,一部分会被反射回去,另一部分会被吸收并在屏蔽层内部产生涡流,而这些涡流又会反过来产生反向电磁场,从而削弱穿过屏蔽层的电磁波强度。具体应用时,屏蔽层一般设计为封闭的壳体结构,完全包裹住需要保护的电子设备或敏感电路。屏蔽层的厚度和材料的选择取决于所需屏蔽的频率范围和电磁场的强度。例如,在高频电磁场环境下可以选择较薄的铜箔作为屏蔽层,而在低频电磁场中,则可能需要较厚的金属板来确保足够的屏蔽效果。

静电屏蔽则主要用于防止静电场的干扰,常采用金属外壳将敏感电路包围起来^[4]。为提高屏蔽效果,外壳还需要与地面良好连接,以确保静电荷能够迅速释放到地面,避免静电积累对内部电路造成损害。而对于磁场耦合干扰的防护,则一般采用磁性材料作为屏蔽层,其能够吸收磁场能量并将其转化为热能。如可以使用铁氧体材料制作屏蔽层,其在高频下具有较高的磁导率,能够有效减少磁场的穿透。再者,还可以采用双层屏蔽结构,即在静电屏蔽的基础上增加一层磁性材料,以同时防护静电场和磁场干扰。

2. 减少电磁辐射源与敏感部件接近程度。除屏蔽技术的应用外,机械结构的优化还可以通过合理规划机械部件的位置来实现电磁辐射源与敏感部件之间接近程度的有效降低,从而减少电磁干扰的影响。如将电机、驱动器等产生较强电磁辐射的部件与控制电路、传感器等敏感部件分开布置,就可以最大限度地增加两者之间的物理距离。此外,还可以在机械结构中设置物理屏障,如使用金属隔板或屏蔽罩,以进一步隔离电磁辐射源与敏感部件。在设计布局时,还应考虑使用低噪声的电气组件,并优化布线路径,以减少不必要的电磁耦合。

3.2 电气系统抗干扰措施

1. 抑制干扰源。在电气系统中,为了有效抑制干扰源,可以考虑采用多种技术手段,如使用压敏电阻和电源滤波器等。压敏电阻是一种非线性电阻器件,当施加在其两端的电压超过某一阈值时,其电阻值会急剧下降,从而吸收过高的电压。这种特性使得压敏电阻成为一种理想的保护元件,可以有效地吸收电压尖峰和瞬态过电压,保护敏感电路不受损害。对于自动化设备而言,将压敏电阻串联或并联在电源线或信号线上,能够确保其在电压异常时能够及时响应并吸收多余的能量,从而保护后续电路的安全。电源滤波

器则是另一种重要的抗干扰手段。其可以滤除电源线上的高频噪声和杂波,确保电源质量,减少电磁干扰对设备的影响。电源滤波器主要由电容、电感和电阻等元件构成,实践中合理组合使用这些元件可以构建出低通滤波器,从而阻止高频噪声进入系统。在设计电源滤波器时,需要考虑滤波器的截止频率、插入损耗等参数,以确保其能够在不影响正常信号传输的情况下有效地滤除干扰信号。

除上述措施外,还可以采取其他方法来抑制干扰源,如使用屏蔽电缆来减少电磁场的耦合效应;采用合理的接地系统设计,确保良好的接地连接,减少地环路电流的影响;以及合理布局电路板上的元件,确保敏感线路远离干扰源等。

2. 提高设备自身抗干扰能力。电气系统是由各类设备组成,所以自动化设备自身的抗干扰能力的提升也是实践中必须重点改进的方向。在电路结构方面,可以基于采用差分信号传输方式来减少电磁耦合的影响。差分信号借助两条相互靠近的导线传输信号及其反相信号,如此可以有效地抵消外部干扰的影响。此外,合理布局电路板上的元件,确保敏感线路远离干扰源,也是减少干扰的重要措施。如将电源线和信号线分开布置,避免彼此间的交叉,可以有效减少电磁干扰的影响。而使用屏蔽电缆和屏蔽接线盒可以进一步减少电磁场的耦合效应。

在信号处理方面,则可以采用数字信号处理技术来过滤掉噪声,提高信号的信噪比。如使用数字滤波技术可以在软件层面对信号进行处理,去除不需要的频率成分。数字滤波器还可以根据需要设计成低通、高通、带通或带阻滤波器,以适应不同的应用需求。此外,还可以采用自适应滤波算法,根据噪声环境的变化自动调整滤波参数,以达到最佳的噪声抑制效果。

此外,改进电源电路的设计也可以达到提高设备抗干扰能力的效果。如实践中开关电源具有更高的效率和更好的抗干扰性能,所以可以考虑采用开关电源来替代传统的线性稳压电源。

3.3 优化环境适应设计

在电气自动化设备中,设备对环境的适应能力越强,其抗干扰能力也将进一步提升,因此,除上述技术措施外,优化环境适应设计也是一种有效的抗干扰手段。环境适应设计主要涉及高温材料的应用、防水防尘设计以及散热设计三方面。

高温材料的应用方面,要选用耐高温材料,如聚酰亚胺(PI)和聚四氟乙烯(PTFE)等,其能够在高达 260 °C 的温度下保持良好的机械性能和电气绝缘性。

例如,聚酰亚胺薄膜的最高使用温度可达 260 °C,而聚四氟乙烯的使用温度范围为 -200 °C 至 260 °C^[5]。此外,使用铜制散热片可以显著提高散热效率。铜的导热系数约为 401 W/(m·K),远高于铝的 237 W/(m·K)。通过合理设计散热片的形状和布局,可以将关键部件的温度降低 10 ~ 20 °C。

在防水防尘设计中,首先需要做好密封设计。如可以采用 IP67 或更高防护等级的密封设计来确保设备在潮湿和多尘环境中正常工作。而使用“O”形圈和密封胶条也可以有效防止水分和灰尘的侵入。在防水防尘材料的选择上,要使用具有良好防水和防尘性能的材料,如硅橡胶和 EPDM(三元乙丙橡胶)。硅橡胶的耐温范围为 -60 °C 至 200 °C,具有优异的防水和防尘性能。EPDM 的耐候性和耐化学性也非常出色,适合在恶劣环境中使用。

散热设计方面,可以利用热仿真软件(如 ANSYS 或 COMSOL)进行热分析,优化散热设计,通过模拟不同工况下的温度分布来找到最佳的散热方案。此外,要合理设计设备内部的风道,确保空气流通顺畅。如采用强制对流冷却系统,通过风扇将冷空气导入设备内部,经过关键部件后再排出,可以有效降低内部温度。而风扇的风量和风压需要根据设备的具体需求进行选择,一般推荐风量在 10 ~ 50 CFM(立方英尺/分钟)之间,风压在 0.5 ~ 2.0 mmH₂O 之间。

4 结束语

电气工程中的自动化设备面临着各种来源的电磁干扰挑战,所以实践中必须合理选择机械部件材质、优化机械结构设计、采用有效的屏蔽技术、改进电气系统设计以及环境适应设计,以显著提高自动化设备的抗干扰能力。上述抗干扰技术策略在实践中也可以综合运用,根据自动化设备的实际情况和运行需求进行灵活调整,以确保自动化设备在复杂电磁环境中稳定可靠地运行,从而提高系统的整体性能和安全性。

参考文献:

- [1] 谢坤,周斌. 电气工程中自控设备电磁干扰研究[J]. 中国新通信,2022,24(21):44-46.
- [2] 汪洋. 电气工程中自动化设备的抗干扰措施研究[J]. 中国住宅设施,2022(04):82-84.
- [3] 孙静. 基于电气工程中自动化设备的抗干扰方法分析[J]. 科技创新导报,2019,16(34):80,82.
- [4] 鲁恩典. 电气工程中自动化设备常见干扰因素及防治措施[J]. 内蒙古煤炭经济,2019(21):193.
- [5] 庄山. 工业自动化控制系统的抗干扰技术研究[J]. 中国设备工程,2019(05):213-214.

电气自动化控制设备可靠性测试研究

关伟坤, 何肇标, 康国淼

(广东鹏凯智能装备制造有限公司, 广东 肇庆 526000)

摘要 电气自动化程度通常标志着电力行业的发展水平, 近年来, 随着我国科技水平和自动化控制技术的不断提升, 电气自动化控制设备已经广泛地融入各个领域之中, 然而, 在电气自动化控制设备运行的过程中, 难免会由于诸多因素的影响而产生不可靠的因素, 因此, 相关人员要配合可靠性测试, 及时地解决在电气自动化控制设备使用中存在的各项问题, 全面地优化设备的应用性能, 提高整体的测试效果。

关键词 电气自动化控制设备; 可靠性测试; 现场测试法; 保证实验法; 实验室测试法

中图分类号: TP27

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0112-03

在电气自动化控制设备可靠性测试的过程中, 需要结合电气自动化控制设备的特点, 选择合适的可靠性测试方案, 并且加强对测试过程的全面监督, 保证各项数据的准确性, 方便工作人员提出有效的优化措施, 全面地提高电气自动化控制设备的运用效果, 满足电力行业的良好发展需求。

1 电气自动化控制设备可靠性测试的价值

电气自动化控制设备可靠性测试的核心价值不单表现为确保设备自身稳定运行和高效性能, 同时还对生产安全、经济效益和市场竞争能力等方面产生深远的影响。在如今高度自动化和智能化工业生产体系下, 以电气自动化控制设备为核心枢纽的设备可靠性决定着生产流程是否流畅和产品质量是否一致。所以, 电气自动化控制设备可靠性综合检测既是设备生产厂家需要严格遵守的质量标准, 又是终端用户保障生产安全和效益的关键环节^[1]。

从生产厂家角度看, 对电气自动化控制设备进行可靠性测试, 是保证产品出厂质量满足设计要求的一个重要途径。在市场竞争日益加剧的今天, 产品质量已成为企业的立足之基。经过严格的可靠性测试后, 生产厂家可以及时发现和修正设备设计、制造等环节可能存在的不足, 保证每台出厂设备稳定可靠工作。这样既有利于提高企业品牌形象及市场信誉, 又可以有效地避免设备故障造成的退货、索赔及其他经济损失。与此同时, 高可靠的电气自动化控制设备也有助于企业从竞争激烈的市场中脱颖而出并获得更多的用户信任与支持。

对终端用户来说, 电气自动化控制设备可靠性高低直接影响企业生产安全和经济效益。生产中电气自动化控制设备一旦发生故障或者性能降低, 不但会造

成生产线中断、停工等事故, 而且还会诱发安全事故, 为企业带来无法估量的危害, 所以用户在购买设备时常常把设备可靠性列为一个重要考虑因素。经过可靠性测试验证后的装置可以保证在复杂多样的生产环境下连续稳定地工作, 减少故障率及维修成本, 从而提高了企业生产效率及经济效益。另外, 高可靠性电气自动化控制设备也可以协助用户对生产过程进行智能化、自动化控制, 从而进一步提高企业生产能力与市场竞争力。

2 电气自动化控制设备可靠性测试的方法

2.1 现场测试法

现场测试法作为评价电气自动化控制设备可靠性的一种重要方法, 具有可直接考察实际运行环境下设备的性能和稳定性等核心优点, 该方法是通过在实际生产场景中的设备进行仿真或者直接操作来采集设备长期持续运行时的各种数据, 比如运行时间和故障次数、维修周期等, 以便对设备可靠性水平进行综合、准确的评价^[2]。

具体而言, 现场测试法一般由三大阶段组成, 即预测试阶段、正式测试阶段以及后处理阶段。预测试阶段技术人员将对装置进行初步检查以保证装置工作状态良好, 同时记录初始状态参数。在正式的测试阶段, 设备会经历长时间的连续操作, 这段时间里会详细地记录设备的各种性能参数, 例如响应速度、控制的准确性、能量消耗等, 同时也会记录任何故障发生的具体时间、起因和处理流程。在后处理阶段, 主要任务是对收集到的数据进行深入的分析 and 处理, 以计算设备的各种可靠性指标, 例如平均无故障工作时间 (MTBF) 和故障率等, 并依据这些指标, 对该装置可靠性进行全面评估。以特定型号的电气自动化控制设备为研究

对象, 经过长达 6 个月的实地测试, 总共记录了该设备的运行时长为 14 400 小时, 并在此期间遭遇了 5 次故障, 平均每一次的故障修复所需时间为 2 小时。依据这批数据, 能够推算出该设备的 MTBF 达到 2 880 小时, 而其故障率为每小时 0.0035 次。这些数据给设备制造商带来了有价值的反馈信息, 帮助其后续产品设计与生产过程中对设备可靠性进行进一步的优化。如表 1 所示。

表 1 测试情况

测试时长	6 个月
总运行时长	114 400 小时
故障次数	5 次
平均修复时间	2 小时
平均无故障工作时间	2 880 小时
故障率	0.00354 次 / 小时

2.2 保证实验法

保证实验法, 也被称为可靠性保证试验, 是一种在设备出厂之前对其进行严格可靠性验证的方法。该方法一般在具体试验条件下使装置承受比实际工作负荷更大的应力来加快装置潜在故障暴露速度, 进而评价装置可靠性水平, 保证实验法关键是对实验条件及应力水平进行合理的设定, 从而保证实验结果准确有效^[3]。

实行保证实验法, 一般都要根据装置的实际用途及设计要求制订出周密的实验方案, 该方案将对试验目的、方法、程序及所需测试设备、仪器等进行明确规定。在试验期间, 技术人员将严密监视装置运行状态、记录性能指标及故障情况, 依据试验数据初步评定装置可靠性。以特定的电气自动化控制系统为研究对象, 技术团队在进行保证实验的过程中, 将该系统放置于高温、高湿和振动等极端条件下运行, 以模拟实际操作中可能遭遇的恶劣环境。经历了长达一个月的试验后, 该系统总共经受了 1 000 次的循环检测, 并且在这段时间里没有出现任何故障。这一成果充分验证了本系统在恶劣环境中具有高可靠性, 从而为装置的成功出厂及后续运行提供强有力的保证。

2.3 实验室测试法

实验室测试法作为评价电气自动化控制装置可靠性的又一重要手段, 具有能在可控制的实验环境下综合测试装置性能并评价可靠性的特点, 该方法一般在专用实验室内采用先进测试设备及仪器准确地测量, 并分析设备性能指标^[4]。

实验室测试法一般由若干测试项目组成, 例如电

磁兼容性测试、环境适应性测试和寿命测试, 以电磁兼容性试验为例, 试验的目的是评价电磁环境下装置的运行能力, 其中包括装置抵抗外界电磁干扰的能力以及装置本身所产生电磁干扰对周边环境造成的影响。通过试验, 可保证该装置在复杂电磁环境下正常运行, 不受电磁干扰影响而降低其性能和失效。在实验室检测一台电气自动化控制设备时, 由技术人员综合检测性能。其中在进行环境适应性测试时, 将该装置放置于不同温度与湿度下进行工作, 评价该装置在各种环境中的稳定性与可靠性。在长达 2 周的实验中, 该设备在 -20 ℃到 50 ℃的温度区间以及 20% 到 90% 的湿度区间都展现出了出色的稳定性能。该成果验证了该装置对环境的广泛适应能力, 对后续推广和应用起到强有力的支撑作用。

3 电气自动化控制设备可靠性测试的优化方法

3.1 确定测试环境

对电气自动化控制设备进行可靠性测试时, 确定测试环境是关键, 一个合理且贴近实际应用的测试环境, 能够更准确地反映设备在实际运行中的性能和稳定性, 从而为设备的优化设计和生产提供有力的数据支持。在确定测试环境时, 需充分考虑到设备使用场景及状况, 不同设备在不同行业、不同领域都有可能使用, 工作环境、工作条件都会不一样, 所以在选择测试环境时, 要尽量模拟出设备实际运行时的真实状态, 主要是温度、湿度、振动和电磁干扰。比如对适用于室外环境下的装置来说, 试验环境要模拟室外高温高湿大风等苛刻环境, 在工业生产线上使用的设备, 其测试环境应当模仿生产线的真实工作状态, 这包括但不限于工作的负荷和节奏^[5]。在确定测试环境时还要考虑到试验的安全性与可行性, 在实际工作环境的仿真中, 需要保证试验过程中不损坏设备或者试验人员, 还要保证试验可行有效。对此, 可通过建立安全防护装置, 采用模拟负载等若干安全措施来保证试验过程安全平稳进行。

3.2 辅助智能化技术

在智能化技术日益发展的今天, 将其应用于电气自动化控制设备可靠性检测能够极大地提高检测效率与精度。智能化技术可实现测试过程自动化监控与数据采集, 降低人为干预与错误, 进而提升测试结果可靠性与可信度。

就可靠性测试而言, 智能化技术可运用到诸多方面, 比如可使用智能化传感器及仪器实时监控并采集装置的性能指标。这些传感器及仪器能精确测量出装

置的电压、电流、温度、湿度以及其他参数，并且把数据传送给计算机系统进行处理与分析。通过实时监测、数据采集等手段，能够及时发现异常及可能出现的故障，对设备优化、维护等工作提供强有力的支撑。智能化技术也可用于试验数据处理与分析，采用先进算法与模型能够深入挖掘与分析所收集的数据，并提取有用信息与特征，以更加精确地评价装备可靠性水平。比如，可通过机器学习算法训练学习设备故障数据，构建故障预测模型来预测未来设备可能发生的故障及维修需求。有利于企业预先制定维修计划及备件策略，减少设备故障造成生产中断及经济损失。智能化技术也可用于对测试过程进行优化与控制，通过智能化控制系统实现试验过程自动化控制与调整，保证试验条件稳定一致。同时也可采用智能化技术对测试方案与测试流程进行优化，以提高测试效率与精度。例如，可以采用遗传算法和其他优化技术来对测试计划进行精细的优化，从而确定最合适的测试参数和方法。

借助辅助智能化技术能够显著提升电气自动化控制设备可靠性检测效率与精度，为设备优化设计与制造提供更加强大的支撑。与此同时，还有利于提升企业市场竞争优势与地位，促进电气自动化控制技术持续发展与进步。

3.3 检查测试结果

电气自动化控制设备可靠性试验时，检查试验结果是关键，测试结果是否准确直接影响着设备的可靠性评价与评判，所以保证测试结果准确可信是非常重要的。

测试结果核对前，必须对测试数据及测试过程做严格的审核与核实。其中包括测试数据是否完整、准确、一致，测试过程是否合规规范，只有保证测试数据及测试过程正确可靠，才有可能获得精确的结果。测试结果核对时需运用多种手段与方法进行核查与比对，如可采用不同测试方法及仪器在同一套装置上进行试验，以便对比试验结果是否有差别及是否一致。同时也可通过历史数据与经验值的比对与分析来评判测试结果是否合理可信。采用多种手段与方法进行验证与比选，能够更精确地评价装备可靠性水平。在检查完测试结果之后，要对测试结果做一个详细的记录与分析，其中包括测试数据整理、存档与备份及测试结果解释与说明等。同时也需依据测试结果来对该装置的可靠性作出评价与判断，并且提出相关改进与优化建议。这些记录与分析结果可对后续设备优化与维护提供强有力的支撑。

通过对测试结果进行严格核对，能够保证电气自

动化控制设备可靠性测试结果准确可信，对设备优化设计与生产提供了强有力的保障。与此同时，还有利于提升企业市场竞争优势与地位，促进电气自动化控制技术持续发展与进步。

4 电气自动化控制设备可靠性测试的趋势

电气自动化控制设备可靠性测试发展趋势正在向智能化、高效化、标准化迈进。在科学技术不断进步的今天，测试技术也越来越成熟，智能化设备运用使可靠性测试变得更准确和有效。通过融合先进数据分析、人工智能及物联网等技术，实现了试验过程中对设备各工况运行数据的自动监控，记录与分析，对可能出现的故障进行及时的检测与预测，使检测的精度与效率得到了明显提高。与此同时，对测试方法进行了优化，更强调模拟真实运行环境进行试验，保证试验结果真实可靠。另外，在国际标准与行业规范日益完善的背景下，可靠性试验也逐步向标准化方向发展，不仅增强了试验的规范性与可比性，而且也有利于推动电气自动化控制设备行业整体品质的改善。

面向未来，电气自动化控制设备的可靠性测试更多关注技术创新与实际应用相结合，促进测试技术和设备研发深度融合。企业需要增加研发投入和提高测试技术水平，来适应市场对于高可靠性电气自动化控制设备的要求。同时，加强国际交流与合作、引入先进测试技术与理念也是促进我国电气自动化控制设备可靠性测试水平提高的重要手段。

5 结束语

为了及时地发现在电气自动化控制设备运行中的影响因素，提高设备的可靠性，选择合适的测试方法较为关键，因此，相关工作人员需要结合行业的发展方向以及设备的特点提高可靠性测试工作的准确性，并且善于对设备进行有效的评估，做出准确的判断，满足电气自动化控制设备的应用要求。

参考文献:

- [1] 肖志余. 电气自动化控制设备的可靠性与稳定性分析[J]. 时代汽车, 2024(09):41-43.
- [2] 郭建. 电厂电气自动化控制设备的可靠性应用分析[J]. 电器工业, 2023(07):62-65.
- [3] 蔺阳海. 提升轧钢厂电气自动化控制设备可靠性的策略探讨[J]. 冶金与材料, 2023,43(02):169-171.
- [4] 陈霞, 秦鑫. 电气自动化控制设备可靠性研究[J]. 电子测试, 2022,36(20):127-129.
- [5] 王灿. 电气自动化控制设备可靠性测试的策略[J]. 智能建筑与智慧城市, 2022(09):100-102.

矿井内有害气体泄漏位置的溯源方法研究

温静, 蒋涛, 王征

(山西沁源康伟森达源煤业有限公司, 山西 长治 046000)

摘要 矿井内有害气体泄漏对矿工安全构成严重威胁, 亟需开发高效准确的溯源技术。本研究集成传感器网络、数据分析和流体动力学模拟, 构建了一套多维溯源系统。该系统通过精细化传感器布局和动态调整策略, 实时监测矿井内气体浓度变化, 并结合高效数据融合与实时异常检测技术, 快速识别异常情况。同时, 利用流体动力学模型模拟气体扩散路径, 实现对泄漏源的精准定位。此系统不仅提升了矿井安全管理的技术水平, 也为未来矿井环境监控和应急响应提供了重要参考。

关键词 矿井气体检测; 泄漏溯源; 传感器技术; 数据分析; 流体动力学

中图分类号: TE28

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0115-03

矿井作业环境复杂, 有害气体泄漏事件频发, 严重威胁矿工生命安全和作业效率。传统监测技术响应时间长、定位不准确, 难以满足快速溯源的需求。随着新型传感器网络 and 数据分析技术的发展, 为有害气体泄漏溯源提供了新的思路。本研究旨在开发一种新的溯源方法, 结合传感器网络、数据分析和流体动力学模拟, 实现快速准确定位泄漏源。

1 背景研究

1.1 研究背景与意义

矿井作业面临的主要危险来自可燃和有毒气体的泄漏, 这些气体一旦超标, 将对矿工健康构成严重威胁, 甚至可能引发爆炸或致死事件^[1]。因此, 快速准确地定位气体泄漏源是减少损害的关键。然而, 传统监测技术如固定式传感器和手工巡检存在响应时间长、定位不准确等问题。随着科技发展, 新型传感器网络 and 数据分析技术为解决这一问题提供了新思路。尽管现有研究多集中在检测技术和预防措施, 但事后快速溯源的方法研究仍显不足。

本文综合分析了现有泄漏检测技术, 并探讨了溯源模拟的技术路线^[2]。当前传感器技术虽能实现实时监测, 但在数据分析和溯源定位的准确性与速度上仍有待提升, 且流体动力学模拟技术在矿井气体溯源领域的应用尚待拓展。

1.2 研究目的与内容

本研究旨在开发一种新的溯源方法, 旨在准确快速地定位矿井气体泄漏源。研究内容涵盖传感器网络布置策略的开发、数据处理与机器学习算法在模式识别中的应用, 以及流体动力学模拟气体扩散过程的使

用。为实现这一目标, 我们将采取以下研究方法: 首先, 分析矿井环境和气体泄漏特性, 设计合理的传感器网络布局^[3]; 其次, 收集并处理传感器数据, 结合机器学习技术进行模式识别, 快速识别异常情况; 最后, 运用流体动力学模型模拟气体扩散, 预测并定位可能的泄漏源区域。

2 矿井有害气体泄漏溯源理论基础

2.1 有害气体种类与特性

矿井环境复杂, 存在多种有害气体, 每种气体都具有独特的物理和化学特性。例如, 甲烷是一种无色无味的气体, 比空气轻, 具有易燃易爆的特性, 主要来源于煤层中释放的瓦斯。一氧化碳则是另一种常见的有害气体, 它同样无色无味, 但比空气略轻, 有毒性。它主要来源于煤炭的不完全燃烧以及矿井内的爆破作业。二氧化碳虽然不易燃, 但高浓度的二氧化碳会降低空气中的氧气含量, 导致窒息。硫化氢是一种具有臭鸡蛋味的有毒气体, 它比空气重, 主要来源于煤层和矿井内有机物的分解。此外, 氮氧化物也是矿井中常见的有害气体, 它们主要包括一氧化氮和二氧化氮, 具有毒性, 会对呼吸道造成刺激。了解这些有害气体的特性和来源对于制定有效的溯源方法和应急响应措施至关重要。

2.2 泄漏原因与机制

矿井有害气体的泄漏原因多种多样, 主要涉及通风管理、采空区管理、爆破作业、设备故障和人为操作失误等方面。通风管理不善, 如系统漏洞或设施陈旧, 可导致严重漏风, 无法及时驱散有害气体。采空区管理不到位也是一个重要原因, 如顶板与顶煤冒落可能

突然涌出大量有害气体，密闭隔离不严或受地质条件影响也可能形成漏风通道。爆破作业不当同样可能导致有害气体泄漏，若通风不及时，易导致气体积聚。此外，设备故障和人为操作失误也是不可忽视的原因，可能未能及时发现和处理有害气体泄漏，或导致泄漏事故的发生。深入了解这些泄漏原因和机制对于制定有效的预防措施和应急响应策略至关重要。

2.3 溯源方法概述

针对矿井中有害气体的泄漏，溯源方法主要分为三大类：传感器监测、数据分析和流体动力学模拟。

1. 传感器监测：利用各种类型的传感器（如甲烷传感器、一氧化碳传感器和硫化氢传感器）在矿井关键位置进行实时监测，收集气体浓度数据。

2. 数据分析：通过数据分析技术，如机器学习和统计分析，对收集到的数据进行处理和分析，以识别气体泄漏的模式和趋势。

3. 流体动力学模拟：利用计算流体动力学（CFD）模拟软件，建立矿井内气体流动的动态模型^[4]。模拟气体在矿井中的扩散过程，预测气体的运动轨迹，从而定位泄漏源。

3 溯源方法开发

3.1 传感器网络布置

在矿井气体泄漏溯源系统中，传感器网络的布置至关重要，因为它直接关系到监测数据的准确性和系统的反应速度^[5]。为此，我们采取了如下策略来优化传感器网络的配置和应用。

1. 精细化布局策略。根据矿井的具体结构和气体分布的历史性数据，我们实施了精细化布局策略。这包括在矿井的关键节点如通风口、转角、工作面、以及曾经发生泄漏的特定区域部署不同类型的传感器。我们利用先进的地理信息系统（GIS）技术对矿井地图进行分层，确保每个易发区域都能被有效覆盖。此外，通过考虑到气体的比重和可能的扩散路径，我们对传感器的高度和位置进行了精细调整，以便最大程度地捕捉到潜在的气体泄漏。

2. 动态调整与优化。矿井环境是不断变化的，因此我们设计了一个动态调整机制，允许传感器网络根据实时和历史数据自适应地调整其布局。利用机器学习算法分析历史泄漏数据和环境变化，预测可能的新的风险区域，并动态调整传感器布局以对应这些变化。这种动态重新配置的能力显著提高了监测系统的适应性和准确性。

3. 冗余与故障容忍。为保证系统的高可靠性和持

续运行，我们在关键区域采用了传感器冗余布置。当单个传感器发生故障或数据不准确时，冗余传感器可以立即接替，确保数据的连续性和完整性不受干扰。同时，我们建立了一个故障检测和响应机制，能够快速识别问题传感器并进行维修或替换，从而保持整个监测系统的稳定运行。

4. 集成式多功能传感器单元。我们研发了一种集成式多功能传感器单元，该单元不仅能够检测多种气体（如甲烷、一氧化碳等），还能监测环境参数如温度、湿度，甚至能探测到矿井内的粉尘和振动水平。这种多功能性极大地提高了每个传感器单元的数据收集效率和系统的综合监测能力。通过集成这些附加的传感器，我们能够获得更全面的环境画像，从而更准确地评估气体泄漏的风险及其潜在影响。

5. 无线传感网络。为了解决布线困难并提高部署的灵活性，我们采用了基于最新无线通信技术的传感器网络。这些传感器能够自行组织成网，并通过无线方式实时传输数据到中央处理系统。这样的设计减少了安装和维护的成本，同时也提高了网络的可扩展性和适应新监测点的速度。通过采用低功耗设计和太阳能供电系统，这些无线传感器能够长期稳定地在没有直接电源供应的矿井区域运作。

通过以上策略的实施，我们的传感器网络布置方案不仅能实现对矿井气体泄漏的高效监测，而且具备高度的灵活性和可靠性，为气体泄漏的快速准确溯源提供了坚实的硬件和数据基础。

3.2 数据采集与处理

在传感器网络的有效部署和稳定运行的基础上，数据采集与处理环节是矿井气体泄漏溯源系统中的核心组成部分。此环节的主要职责是对收集到的数据进行详细分析和解读，以便准确预测和追踪气体泄漏的源头。以下是该环节采用的主要策略和技术。

1. 高效数据融合技术。由于传感器网络中包含多种类型的传感器，每种传感器都收集不同的数据如气体浓度、温度、湿度等，因此采用了高效的数据融合技术。这种技术能够整合来自不同来源的数据，提供更全面的数据视角。通过融合技术，不仅能获得更准确的气体浓度数据，还能考虑到环境因素对气体行为的影响，从而优化泄漏源的追踪精度和速度。

2. 实时数据处理与异常检测。为了实现对矿井气体泄漏的快速响应，引入了实时数据处理技术。通过建立分布式数据处理系统，传感器节点收集的数据能够即时传输到中央处理系统进行实时分析^[6]我们采用

了混合模型的方法,结合了统计学、机器学习和深度学习等多种技术。通过构建多层次的异常检测体系,既能够捕捉到常见的异常模式,又能够识别出复杂或未知类型的异常。同时,我们还利用无监督学习技术,如聚类分析、自组织映射等,对数据中的潜在规律和模式进行探索,为异常检测提供更多的线索和依据。

3. 自适应算法更新机制。鉴于矿井环境和气体行为的复杂性与多变性,设计了一个自适应算法更新机制。此机制能够根据新收集的数据和泄漏事件的结果不断调整和优化分析算法。通过在线学习和增量更新的方式,不断调整和优化分析算法的参数和结构,以适应矿井环境的不断变化和泄漏事件的多样性。此外,我们还引入了多目标优化策略,综合考虑预测准确性、溯源速度和资源消耗等多个目标,对算法进行整体优化。通过平衡各个目标之间的冲突和权衡,确保系统在复杂多变的矿井环境中能够保持最佳的性能表现。

通过上述方法的实施,我们的数据采集与处理方案不仅能够高效管理和分析大量分散的数据,而且能够快速准确地预测和定位气体泄漏源,为矿井安全管理提供了强大的技术支持。

4 方法创新点

1. 多维融合溯源技术:本研究创新性地结合了传感器网络、数据分析和流体动力学模拟三大技术维度,形成了一套综合性的矿井有害气体泄漏溯源系统。这种多维融合的方法不仅提高了监测的实时性和准确性,还通过模拟气体扩散路径,实现了对泄漏源的快速精准定位,填补了传统溯源方法在速度和精度上的不足。

2. 精细化与动态调整的传感器网络布局:通过引入地理信息系统(GIS)技术和机器学习算法,本研究实现了传感器网络的精细化布局和动态调整。这种策略不仅确保了矿井内关键区域的全面覆盖,还能根据实时和历史数据预测新的风险区域,并自适应地调整传感器布局,显著提高了监测系统的灵活性和适应性。

3. 高效数据融合与实时异常检测技术:本研究采用了高效的数据融合技术,将来自不同类型传感器的数据进行整合,提供了更全面的数据视角。同时,结合实时数据处理和先进的异常检测算法,系统能够迅速识别出数据中的异常模式,及时发出预警,为应急响应争取了宝贵时间。

4. 自适应算法更新机制:为了应对矿井环境和气体行为的复杂性与多变性,本研究设计了一种自适应算法更新机制。该机制能够根据新收集的数据和泄漏事件的结果不断优化分析算法,通过反馈循环提高系

统的预测和溯源能力,实现了系统的持续学习和自我优化。

这些创新点共同构成了本研究的核心竞争力,为矿井有害气体泄漏溯源领域带来了新的技术突破和解决方案。

5 结论与展望

5.1 结论

本研究针对矿井有害气体泄漏的问题提出了一套综合性的溯源方法,该方法结合了传感器网络布置、数据采集与处理以及流体动力学模拟。通过精细化的传感器布局策略和动态调整机制,能够实时监测矿井内的环境变化,并快速响应潜在的泄漏事件。此外,集成式多功能传感器单元和无线传感网络的应用,进一步提升了监测系统的覆盖范围和灵活性。在数据处理方面,通过高效的数据融合技术和实时异常检测算法,能够迅速识别出数据中的异常模式,及时发出预警并启动应急响应程序。自适应算法更新机制使得系统能够不断学习和优化,提高预测和溯源的准确性。

5.2 展望

随着科技的不断发展,预计新型传感器技术和数据分析算法将更加精准和高效。机器学习和深度学习技术的应用将使溯源方法更加智能化和自动化。此外,计算流体动力学模拟软件的进一步完善将提高气体扩散模拟的准确性,为矿井安全管理提供更强大的支持。未来的研究将关注如何降低系统部署和维护的成本,提高其在实际应用中的可行性。通过不断的技术创新和优化,相信这一溯源方法将在保障矿工安全和提高作业效率方面发挥重要作用。

参考文献:

- [1] 周凯.基于矿井分层开采中的有害气体的治理技术研究[J].中国金属通报,2020(11):225-226.
- [2] 张苗苗.危险气体源定位监测系统设计与实现[D].成都:西南交通大学,2018.
- [3] 李端发,申远,何冀军,等.基于物联网的危险气体监测及网络预警系统设计[J].合肥学院学报:综合版,2019,36(02):45-50.
- [4] 施贻浩,唐丽玉,邓卓.基于CFD的化学危害气体扩散数值模拟[J].工业安全与环保,2023,49(01):14-19.
- [5] 李亚宁.基于物联网技术的矿井有害气体自动监测系统[J].自动化技术与应用,2019,38(03):81-83,101.
- [6] 丁德武,周加强,董瑞,等.气体泄漏监测仪器布局与泄漏模拟实验研究[J].安全、健康和环境,2022,22(10):8-13.

市政桥梁钢结构设计与施工的协同优化研究

胡家辉

(广东匠星智造钢结构有限公司, 广东 佛山 528000)

摘要 我国城市化进程不断加快, 市政桥梁建设面临越来越多的挑战, 尤其是在设计和施工阶段, 如何实现资源的高效利用和成本的有效控制成为人们关注的重点。本文探讨市政桥梁钢结构设计与施工过程中的协同优化问题, 通过分析当前市政桥梁建设中存在的主要问题, 提出一套系统的协同优化策略, 以为市政桥梁钢结构的设计与施工协同优化提供有价值的参考。

关键词 市政桥梁钢结构设计; 材料选择; 协同优化

中图分类号: U442; U445

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0118-03

我国城市建设快速发展, 市政桥梁在交通体系中的重要性日益凸显。钢结构由于其强度高、重量轻、施工便捷等优点, 在市政桥梁建设中得到了广泛应用。然而, 在实际项目中, 钢结构的设计与施工环节往往存在脱节现象, 导致工程进度受阻、成本增加、质量难以保证等问题。因此, 研究市政桥梁钢结构设计与施工的协同优化具有重要的现实意义。

1 市政桥梁钢结构设计要点

1.1 市政桥梁钢结构的材料选择

在市政桥梁钢结构的设计中, 材料的选择至关重要。优质的钢材应具备高强度、良好的韧性和可焊性^[1]。高强度低合金结构钢凭借其卓越的强度和良好的综合性能, 在市政桥梁钢结构设计中占据了重要地位。这种钢材不仅能有效减轻结构自重, 还能显著提升桥梁的承载能力, 为桥梁的安全性和稳定性提供坚实的保障。在设计过程中, 钢材的耐腐蚀性同样不容忽视。特别是在潮湿环境或存在化学侵蚀风险的情况下, 应优先选择具有良好抗腐蚀性能的钢材。若条件受限, 也可采取涂层保护、阴极保护等有效防护措施, 以最大限度地延长桥梁的使用寿命。桥梁的使用条件和设计要求也是选材时必须考虑的重要因素。在确保材料性能满足需求的同时, 还需综合考虑钢材的成本和供应情况, 力求在性能与经济之间找到最佳平衡点, 为市政桥梁钢结构的设计提供有力支撑。

1.2 结构形式与布局设计

合理的结构形式和布局无疑是市政桥梁钢结构设计的核心要素。在众多结构形式中, 梁式桥、拱桥、斜拉桥和悬索桥等各具特色, 广泛应用于不同类型的桥梁建设中。在选择结构形式时, 必须全面考量桥梁

的跨度需求、荷载特性、地形地貌以及景观融合度等多重因素。例如, 中小跨度的桥梁往往倾向于选择结构简单、施工便捷的梁式桥; 而对于跨度要求较大的桥梁, 斜拉桥或悬索桥则能凭借其独特的优势脱颖而出。在结构布局上, 则需精心规划, 确保各构件受力均衡, 避免应力集中和薄弱环节的出现。通过巧妙地调整构件的尺寸与形状, 不仅可以提升结构的整体稳定性, 还能有效优化成本, 实现经济性与实用性的双赢。如, 变截面梁的设计能更好地顺应弯矩变化, 降低材料损耗。

1.3 连接节点设计

连接节点在市政桥梁钢结构中扮演着举足轻重的角色, 其设计不仅关乎结构的安全性与可靠性, 更是整个桥梁性能的基石。节点的选择应依据构件的受力特性和实际施工条件灵活调整, 常见的节点类型如焊接节点、螺栓连接节点和铆钉连接节点, 各有其独特优势。设计时, 务必确保节点具备足够的强度、刚度和延性, 以高效传递内力, 同时, 节点的构造细节亦不容忽视, 应避免尖角、缺口等易引发应力集中的设计, 确保结构的整体稳定性。此外, 节点的施工可行性和后期维护便捷性同样重要, 这要求在设计阶段就充分考虑到现场施工条件和未来的检修需求。以焊接节点为例, 焊缝的形式与尺寸需精心选择, 以确保焊接质量, 为桥梁的长期稳定运行奠定坚实的基础。

1.4 疲劳性能设计

由于市政桥梁在使用过程中承受着频繁的车辆荷载作用, 钢结构的疲劳性能是设计中需要重点关注的问题^[2]。在设计时, 对结构的疲劳敏感部位进行深入分析和评估至关重要, 需精确确定其疲劳应力幅和疲劳寿命。通过精心优化结构细节, 如采用圆滑过渡的

几何设计、避免焊缝交叉等，来有效减少应力集中，增强构件的抗疲劳能力。同时，依据桥梁的预期寿命和交通流量，科学制定疲劳荷载谱，并严格执行疲劳验算。施工过程中，务必确保构件制造与焊接的高质量，以最小化初始缺陷对疲劳性能的潜在影响。

2 市政桥梁钢结构施工工艺优化

2.1 预制拼装技术的应用与优化

预制拼装技术在市政桥梁钢结构施工中具有优势。通过在工厂内预制钢结构构件，能够保证构件的质量和精度，减少现场施工的工作量和误差。以某跨度为 80 米的市政桥梁为例，采用预制拼装技术，工厂预制的钢梁构件长度误差可控制在 ± 2 毫米以内，相比现场制作的误差降低了约 50%。在现场拼装时，使用高精度的定位设备和工装夹具，确保构件的拼接精度达到设计要求。例如，通过全站仪进行测量定位，拼装节点的位置偏差能够控制在 ± 5 毫米以内。此外，优化拼装顺序和施工流程，能够提高施工效率。对于大型钢梁的拼装，采用分段对称拼装的方法，先拼装中间段，再向两侧对称延伸，有效减少了拼装过程中的变形。以一个包含 10 个节段的钢梁拼装为例，采用优化后的拼装顺序，施工工期缩短了约 20%。表 1 是预制拼装技术在不同桥梁项目中的应用效果对比表。

表 1 预制拼装技术在不同桥梁项目中的应用效果

桥梁名称	跨度 (米)	预制构件误差 (毫米)	施工工期缩短比例
桥梁 A	60	± 1.5	18%
桥梁 B	75	± 2.2	22%
桥梁 C	80	± 2	20%

2.2 焊接工艺的改进与创新

焊接是市政桥梁钢结构施工中的关键工艺。为提高焊接质量和效率，采用先进的焊接技术和设备至关重要^[3]。如，使用气体保护焊（如二氧化碳气体保护焊），能够提高焊接速度，同时减少焊接缺陷。在某市政桥梁的钢结构焊接中，气体保护焊的焊接速度达到了每分钟 8~10 厘米，比传统手工电弧焊提高了约 30%。对于厚板焊接，采用多层多道焊的工艺，合理控制焊接参数，如电流、电压和焊接速度等。以 30 毫米厚的钢板焊接为例，通过优化焊接参数，焊接接头的力学性能满足设计要求，同时焊缝的一次合格率达到 98% 以上。此外，引入焊接机器人进行自动化焊接，能够提高焊接的稳定性和一致性。焊接机器人的焊接精度可达 ± 0.5 毫米，焊接效率是人工焊接的 2~3 倍。

表 2 是不同焊接工艺在效率和质量方面的数据对比。

表 2 不同焊接工艺的应用效果对比

焊接工艺	焊接速度 (厘米/分钟)	焊接精度 (毫米)	焊缝一次合格率
手工电弧焊	6~7	± 1	90%
气体保护焊	8~10	± 0.8	95%
焊接机器人	15~20	± 0.5	98%

2.3 钢结构防腐处理的强化措施

钢结构的防腐处理对于延长桥梁使用寿命至关重要。首先，在表面处理方面，采用喷砂除锈的方法，将钢材表面的锈蚀和氧化皮去除干净，除锈等级达到 Sa2.5 级以上。以一座钢结构市政桥梁为例，经过喷砂除锈处理后，钢材表面粗糙度达到 40~70 微米，增强了涂层的附着力。其次，选择高性能的防腐涂料，如环氧富锌底漆、聚氨酯面漆等。这些涂料具有良好的耐腐蚀性、耐候性和耐磨性。例如，环氧富锌底漆的干膜厚度达到 80 微米以上时，能够提供有效的防锈保护。在施工过程中，严格控制涂层的厚度和均匀度。通过使用无气喷涂设备，涂层的厚度偏差能够控制在 ± 10 微米以内。此外，定期对防腐涂层进行检查和维护，及时发现并修复涂层的破损和老化部位，确保钢结构始终处于良好的防腐状态。表 3 是不同防腐处理方式的效果对比。

表 3 不同防腐处理方式的效果对比

防腐处理方式	涂层附着力 (MPa)	耐腐蚀性 (年)
普通防腐处理	2~3	5~8
强化防腐处理	5~6	10~15

2.4 施工监测与控制技术的提升

在市政桥梁钢结构施工过程中，施工监测与控制技术的应用能够有效保证施工质量和结构安全^[4]。通过安装传感器，如应变计、位移计和加速度计等，实时监测结构的受力和变形情况。如，在钢梁吊装过程中，在关键部位安装应变计，实时监测钢梁的应力变化，当应力超过设计允许值时及时调整施工方案。利用先进的测量技术，如全站仪、水准仪和 GPS 等，对结构的位置和高程进行精确测量。以某斜拉桥的施工为例，通过全站仪和 GPS 联合测量，索塔的垂直度偏差控制在 1/3 000 以内，满足设计要求。此外，建立施工监控模型，对施工过程进行模拟和分析，预测结构的变形和内力发展趋势，为施工控制提供依据。通过施工监测与控制技术的综合应用，能够及时发现问题并采取措，确保施工过程的安全和顺利进行。

3 市政桥梁钢结构设计与施工协同中存在的问题

3.1 信息沟通不畅

在市政桥梁钢结构项目中,设计方与施工方之间的信息交流存在诸多障碍。双方所使用的专业术语和表达方式存在差异,这使得信息在传递过程中容易产生误解。如,设计方在图纸中使用的某些特定符号和标注,施工方可能会出现错误解读。沟通渠道单一且不够直接,大多依赖于文件传递和会议交流,无法及时解决突发问题。在某桥梁项目中,因施工现场出现地质变化,施工方未能及时与设计方直接沟通,导致工程延误了一周。信息传递的频率和及时性不足,设计变更等重要信息不能迅速传达给施工方,影响施工进度和质量。

3.2 设计方案缺乏施工可行性考虑

设计人员在制定市政桥梁钢结构方案时,常常忽视施工实际情况。一方面,对施工场地的地形、地貌和周边环境了解不足,导致设计方案在现场难以实施。比如,某桥梁设计方案中未充分考虑施工现场周边建筑物的限制,使得施工空间狭小,增加了施工难度。另一方面,对施工技术和设备的能力估计不准确,设计出的结构在现有施工条件下无法顺利完成。如,某桥梁的钢梁设计过重,超出了现场吊车的起重能力,不得不重新调整设计。

3.3 缺乏全生命周期的协同理念

在市政桥梁钢结构项目中,缺乏从规划、设计、施工到运营维护的全生命周期协同理念。在规划阶段,未能充分考虑未来施工和运营维护的需求,导致后续工作出现困难。如,在规划时未预留足够的检修空间,给后期桥梁维护带来不便。在设计阶段,只关注结构的安全性和功能性,忽略了运营阶段的能耗和维护成本。施工阶段则着重于完成工程建设,对桥梁的长期性能和可持续性关注不够。在运营维护阶段,由于前期设计和施工阶段的信息缺失或不准确,难以制定科学合理的维护计划。

4 市政桥梁钢结构设计与施工协同优化策略

4.1 建立有效的沟通机制

为促进市政桥梁钢结构设计与施工的协同,首先要构建多渠道、多层次的沟通机制。建立定期的现场沟通制度,设计人员定期到施工现场了解情况,及时解决施工中遇到的问题^[5]。如,每周安排设计人员到现场进行一次巡检,对施工中的疑问当场给予解答。利用现代信息技术,搭建实时沟通平台,如基于移动互联网的项目管理APP,实现设计与施工方的实时信息交流。某桥梁项目通过使用此类APP,信息传递的及时

性提高了50%。组织跨专业的沟通协调会议,邀请结构、施工、造价等各方人员共同参与,对重大问题进行集体研讨和决策。

4.2 强化设计阶段的施工可行性研究

在设计阶段,应充分考虑施工的可行性和便利性。一方面,设计人员要深入施工现场进行勘察,全面了解施工条件和环境。如,在某桥梁设计前,设计人员对施工现场进行了为期一周的详细勘察,为设计提供了准确的基础数据。另一方面,引入施工专家参与设计方案的制定和评审,从施工角度提出建议和意见。例如,在某大型桥梁设计方案评审中,施工专家提出的优化建议使施工难度降低了30%。运用模拟施工技术,对设计方案进行预演,提前发现可能存在的施工问题并加以改进。

4.3 树立全生命周期的协同理念

树立全生命周期的协同理念,实现市政桥梁钢结构项目的综合效益最大化。在规划阶段,充分考虑项目的长期发展需求,合理确定桥梁的规模和功能。例如,在规划时预留未来交通增长的余量,避免短期内进行二次改造。设计阶段,采用绿色设计理念,选用环保、可回收的材料,降低桥梁的全生命周期成本。施工阶段,采用节能环保的施工技术和设备,减少对环境的影响。在运营维护阶段,建立完善的桥梁健康监测系统,实时掌握桥梁的运行状况,为维护决策提供依据。某桥梁通过建立健康监测系统,及时发现并处理了多处潜在的安全隐患,延长了桥梁的使用寿命。

5 结束语

市政桥梁钢结构的发展日新月异,新技术、新材料、新工艺不断涌现,这既为协同优化带来了新的机遇,也提出了更高的要求。随着技术的不断发展和项目管理方法的不断优化,未来的研究将继续探索更高效的技术手段,进一步提升市政桥梁项目的整体效益。

参考文献:

- [1] 任锦辉. 钢结构桥梁在市政道路桥梁工程中的设计与施工技术研究[J]. 建材发展导向, 2024, 22(13): 77-79.
- [2] 倪金昱. 钢结构桥梁完整性设计及质量控制[J]. 交通世界, 2023(33): 128-130.
- [3] 朱学恒. 现代桥梁钢结构整体设计与优化关键要素探究[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2022(12): 65-67.
- [4] 吴发展. 市政桥梁无盖梁桩柱式一体化结构施工技术[J]. 内蒙古科技与经济, 2023(08): 99-101.
- [5] 胡琼芳. 桥梁设计中钢结构的完整性设计方法[J]. 模型世界, 2022(36): 28-30.

市政工程施工管理中的质量提升策略研究

吕学森

(深圳市交通运输局南山管理局, 广东 深圳 518000)

摘要 市政工程是城市基础建设, 其施工质量对城市居民的生活具有极为重要的影响, 还关系到城市的未来发展。但是, 在市政工程施工中往往存在工程质量不达标、工期延误、施工成本超支等问题, 不仅影响到市政工程的使用效果, 还可能给城市居民的生活带来许多的不便, 甚至可能存在安全隐患。因此, 相关单位应该加强市政工程的施工管理, 提高工程施工质量。文章主要探讨了市政工程施工管理的内容及特点, 并提出了相应的解决策略, 以期为确保工程质量提供借鉴, 从而保障城市居民的生活安全和提升城市的整体发展水平。

关键词 市政工程; 施工管理; 工程质量

中图分类号: TU712

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0121-03

市政工程是城市建设的基石, 它不仅影响着城市基础设施的完善程度, 也影响着城市居民的生活质量, 同时也是促进经济社会发展、公共安全保障、城市形象提升的重要因素^[1]。但是随着我国城镇化进程的加快, 市政工程规模越来越大, 给市政工程管理带来了诸多难题, 如安全、质量、工期拖延等, 不仅增加了工程造价, 还影响到项目的实施效果及居民满意度。

1 市政工程施工管理的内容及特点

1.1 市政工程施工复杂程度高

市政工程施工是一项系统工程, 包括施工组织设计、进度计划管理、质量管理、安全管理、成本管理、信息管理等方面的内容, 这些工作需要统筹规划、协调工作, 才能保障市政工程施工的顺利进行^[2]。同时, 市政工程施工涉及多方面的利益, 如施工方、政府部门、企业、监管部门、市民等。每个利益主体的诉求与目标有一定的区别, 在施工过程中应该协调各方的利益, 妥善处理各种冲突, 在保障各方利益的情况下, 才能确保施工工作的顺利进行。市政工程通常涉及道路、桥梁、排水等多个领域的内容, 各个项目的建设之间存在相互影响的关系。如果没有做好各项目施工的组织与协调, 不仅容易造成资源的浪费, 还可能导致施工安全问题、质量问题的发生, 严重影响了市政工程施工的顺利进行, 甚至降低了市政施工的质量。

因此, 相关人员应该重视施工的组织设计(见表 1), 协调好各方面的资源, 才能保证施工的进度与质量。同时, 市政工程建设管理也要考虑城市环境和交通条件, 避免市政工程施工给城市的环境、交通等带来严重的影响。

表 1 市政工程施工各专业领域协同施工关系

专业领域	协同施工内容
道路	路面铺设、标线划设
桥梁	结构施工、桥面铺设
排水	排水管道安装、雨水收集系统建设
绿化	绿化植被种植、草坪铺设

1.2 不确定因素多

在市政施工过程中, 不确定因素比较多, 对施工工作的顺利进行带来了一定的影响。气候变化直接影响着工程的进度与质量, 恶劣的气候条件会导致工程工期延误, 安全隐患增多。因此, 在市政工程建设过程中, 对气候条件进行合理的监控与处理是一项非常重要的工作。同时, 在规划设计阶段就要充分考虑不同季节的气候变化, 最大限度地降低气候因素对施工的影响。材料价格的高低对项目成本及进度有直接影响, 合理安排材料采购计划及供应链管理是保证市政工程施工质量和施工进度管理的关键。在选择材料供应商时, 要从价格、质量和供货能力等多个方面来考虑, 保证材料在施工期间的稳定供应。在市政工程建设管理过程中, 周边社会关系也是一个不可忽视的因素。市政工程施工涉及周边居民、商户、政府部门等多个利益主体, 需要进行有效的沟通与协调。在施工前需要协调各方面的关系, 从而减少利益冲突、施工阻力, 保障项目施工的进度与质量。市政工程建设本身具有一定的复杂性和不确定性。虽然市政工程施工前都必须进行规划设计, 但是施工过程中难免会遇到各种突发状况, 如挖断地下管道、地下涌水、施工设备故障等。因此, 应该在施工前制定周密的施工计划, 只有严格

的质量控制及安全管理措施,才能保证项目的质量。如果施工过程中遇到了施工难题,应该及时调整施工计划,加强现场监理检查,从而降低不确定因素对工程施工的影响。

1.3 施工目标高、要求严、政治性强

市政工程是城市基础建设的重要内容,其的建设目标常常与城市整体的规划与发展紧密联系在一起。市政工程施工过程中不仅要保证施工的安全、施工的质量,在进度管理、造价控制等方面也应该达到相关的要求,甚至还应该符合环境保护的要求。因此,应该加强市政工程的管理,考虑到城市规划设计、市民与公众利益等方面的内容。在市政工程施工过程中要严格按照相关的标准、规范开展施工工作,以保证施工的安全与工程的质量。为了保证项目的顺利实施,管理者应对施工的整个过程进行监控与管理,及时发现并解决存在的问题,这样才能保证市政工程的施工质量。市政工程建设与管理事关城市公共利益与民生福祉,具有明显的政治性。管理者要充分重视政府部门在建设过程中的引导与监督,保证工程建设与城市发展规划、政府政策相一致,同时也要将市民的利益与需要充分地考虑进去,保证施工期间不会影响到城市居民的生活,也不会对周边环境造成严重的影响。

2 市政工程施工管理中的质量提升策略

2.1 强化施工前的规划与设计

在市政施工前,应该对施工工作进行科学的规划与设计,这样才能保障施工工作的顺利进行,同时保障施工的质量符合工程施工的要求^[3]。在进行市政工程规划设计的过程中,要综合考虑地质条件、环境保护和交通状况等多种因素,然后设计出科学合理的设计方案。同时要注意规划设计的灵活性与可操作性,以使施工工作能够及时应对各种变化。俗话说“细节决定成败”,在规划设计过程中,要做好每一项施工的细节设计,充分考虑施工建设的可行性、经济性、有效性等,对每一处细节都要考虑周全,精心设计,保障施工工作顺利进行的同时提高施工的质量,避免施工过程中出现各种各样的问题或安全隐患。市政工程规划设计工作涉及多个方面的协同工作,各有关部门要加强信息共享、沟通协调,才能保证规划设计的全面性和一致性,制定出符合实际情况的规划和设计方案,从而提高市政工程的总体质量。市政工程是一项综合性很强的系统工程,涉及多方面的专业知识,在技术方面的要求也比较高。在规划设计过程中应该对施工材料的种类、规格、施工技术、施工工艺等有

明确的要求,才能保证施工的质量。为了提供施工规划设计的科学性,在规划设计过程中,设计师应该利用现代化的技术,如CAD技术、三维建模等,将城市各方面的数据输入软件中,包括地下管道、道路交通、建筑物等,从而获得更为科学合理的设计方案,为施工工作的顺利进行与施工质量提供保证。以某城市的市政给排水工程为例,在规划设计阶段,加强了地质勘探,当地的地质结构主要为软土地基,因此在设计中主要采用顶管施工技术,减少地质结构对施工的影响。同时,在顶管井施工的过程中,采用适当的支护技术,避免坍塌事故的发生。此外,施工过程中尽量少占用城市道路,最多只占用1/2的道路,减少施工对城市交通的影响。对于道路狭窄的路段,尽量选择夜间施工,并安排适当的防护措施,减少施工的噪声污染、光污染等,减少施工对周边居民生活的影响。

2.2 制定科学合理的安全保障措施

为了加强市政工程施工管理,提高施工的质量,应该制定科学合理的安全保障措施。一方面,应该重视施工过程中的风险评估和控制。在项目施工前,应该利用现代化的技术设备对项目进行全面的风险评估,及时发现施工现场中的安全隐患,如塌方、地基变形等,并提出针对性的预防措施,将事故的发生率降到最低。另一方面,应该制定科学合理的应急预案,如果出现了安全问题或质量问题,应该马上启动应急方案,将事故带来的损失控制在最小的范围内。在现代社会中,任何工程的施工都有可能出现各种突发事件。因此,应该建立科学合理的应急预案,一旦发生了突发事件,能够迅速响应,采取有效的措施处理,协调各方面的资源,从而将事故造成的损失降到最低。应急预案应包括处理各种突发事件的流程、职责划分、通信联络等方面的内容(见表2),以保证突发事件发生后各方能够快速做出恰当的决策。

表2 应急事件处理流程与主要负责人

应急事件	处理流程	负责人
塌方	立即通知施工人员停工撤离;通知相关部门进行评估处理	工程主管
地基变形	马上通知土木工程师进行现场勘查;按照勘查报告制定修复计划	土木工程师
施工事故	立即报警并通知相关救援机构;启动事故处理流程	安全部门主管
设备故障	停止设备使用并通知维修人员;协调备用设备使用	设备管理员

2.3 加强施工现场的管理

标准化作业指的是按照一定的标准和规范来开展各项施工工作,从而保障施工工作能够满足施工图纸、行业的相关标准,避免质量问题的产生^[4]。因此,市政施工前,应该建立标准化的作业流程,对施工工艺的使用、混凝土浇筑、边坡支护、安全作业等方面都有明确的要求,确保施工人员严格按照要求操作仪器设备或开展各项施工工作,在提供施工效率的同时避免安全隐患、质量问题的产生。例如,在公路建设过程中,施工人员必须严格按照规范的要求进行路基的压实、混凝土的浇筑与养护,并在混凝土路面两侧铺设排水沟,避免混凝土裂缝、路面积水等问题的发生,从而有效提高道路建设的质量,并延长混凝土路面的使用年限。同时应该加强施工现场的质量控制,在施工现场安装监控设备等,对施工现场的情况进行全过程的监控和管理,及时发现施工过程中的问题,以便能够及时提醒或纠正问题,从而避免质量问题、安全事故的发生。为了确保质量达标,还应该积极引进监理制度,对施工现场的各种情况进行监督与管理,如果存在安全隐患,监理人员能够及时提醒,从而保障施工安全。如果施工过程中存在质量问题,监理人员应能够及时发现,提出整改的措施,并监督整改措施的落实,从而有效保障施工质量。

2.4 强化施工材料的管理

在市政工程施工中,材料的质量在一定程度上决定了工程的质量,对工程的使用寿命也有一定的影响。因此,应该加强市政工程施工的材料管理,保证施工材料的质量符合相应的规范要求。在选材上,应优先选择有质量保障的正规供应商,严格按设计要求验收。同时应建立完善的材料采购、验收、储存和使用制度,以保证建筑材料质量的可控性与可追溯性。施工过程中应加强对原材料质量的监督检查,及时发现并及时解决施工材料出现的问题。尤其是要加强重点部位、关键节点的原材料检测,避免薄弱点的存在,从而保障施工的质量。以某市道路工程建设为例,建立了完善的材料管理政策,将材料的名称、供应商、规格、数量、生产日期、验收日期、存放位置、使用情况等完整记录表格内,从而保证了材料来源与使用情况的可追溯性,保证了施工质量的可控性。整个工程建设在验收阶段,路面桥梁、桥墩等质量检测均符合相关的标准,顺利通过了验收。

2.5 提升施工人员的专业技能与安全意识

定期培训作为提升施工人员技能的重要环节,施

工单位确保了工人每月至少接受一次关于新技术、新材料和最新行业标准的培训。例如上海一座重大的地下通道建设,在引进新机型前,项目组聘请德国专业技术人才,对所有作业人员进行一星期的密集培训,通过动手实践和理论分析,使每个员工都既能熟练地掌握设备的基础使用方法,又能学习到一些有关设备的维修和养护方面的知识,这样就能极大地降低机器的故障率,提高工作效率。在安全教育上,通过对韩国仁川国际机场改扩建项目等国内和国际上已有的一些典型的安全事故进行分析,以提高员工的安全责任感。项目部每个月都会举行一场应急撤离演习,模拟火灾、地震等各种突发事件,让员工们亲身体会和学会相应的处置方法,以便在遇到突发事件时能沉着应对,减少损失^[5]。实施了严格的持证上岗制度,特别是焊接、电工、高空作业等高危工作,必须取得国家认可的职业资格证书后方能上岗工作,这样可以防止由于操作失误造成的安全问题,同时也能保证项目的质量。以深圳某跨海桥梁工程为例,采用了全套合格的焊接作业,并对其进行了严格的焊接操作,从而保证了桥梁节点的整体强度符合设计标准,并通过了第三方的检验,获得了业界的广泛赞誉。这既说明了建筑企业高度关注人才培养,也表明优质的人才培养是提升城市建筑工程质量的重要途径。

3 结束语

市政工程的施工质量关系到城市的对外形象,还关系到居民居住的舒适性,因此应该重视市政工程施工管理,进一步提高施工质量。在整个工程周期内,应该做好施工前的规划和设计,同时加强施工现场和施工材料的质量管理,制定科学合理的安全保障措施,在保障施工工作顺利进行的同时避免质量问题的产生,从而为城市的发展和居民的生活质量提供保障。

参考文献:

- [1] 谢昌荣.加强市政工程施工管理提高市政工程质量[J].冶金管理,2023(23):102-104.
- [2] 郭凤武.加强市政工程施工管理提高市政工程质量[J].中国质量监管,2023(05):98-99.
- [3] 周娜.市政工程建设中加强施工质量管理探讨[J].城市建设理论研究:电子版,2023(05):120-122.
- [4] 刘兵,闫欢,邱思豫.市政工程建设中加强施工质量管理探讨[J].质量与市场,2022(14):121-123.
- [5] 姚建超,张静.加强市政工程道路与桥梁施工质量管理的对策分析[J].运输经理世界,2022(20):35-37.

建筑工程施工中深基坑支护的 施工技术管理研究

李志勇

(深圳市中联建工程项目管理有限公司, 广东 深圳 518000)

摘要 深基坑支护是建筑工程施工中的重要内容,对建筑工程整体质量产生重大影响。基于这种情况,为更好地保障深基坑支护的质量,应当加强施工技术管理,结合具体的施工项目情况,选择最佳的深基坑支护技术,才能提升施工技术水平,以此确保建筑工程施工顺利完成。本文通过对深基坑支护施工特点进行概述,提出了建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理策略,如重视准备工作,选择支护形式;加强施工监测,保障施工安全;健全管理制度,设计组织方案等,以期为提高建筑工程施工质量提供参考。

关键词 建筑工程;深基坑支护;位移监测

中图分类号: TU74

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0124-03

深基坑施工是建筑工程施工的重要组成部分,因施工期间受到诸多因素的影响,加上地质环境具有复杂性、地下水水位变化,很容易出现基坑失去稳定性、塌陷等事故,直接威胁到施工人员的生命安全^[1]。为此,在建筑工程施工前,应当结合工程建设的具体要求,把握实际施工区域的情况,选择符合要求的深基坑支护技术,加强施工技术管理,全面落实基坑监测工作,避免施工事故发生^[2]。因此,在建筑工程施工中,建筑企业需要认识到施工技术管理对深基坑支护工作开展的重要性,制定针对性的施工管理策略,以此保障施工质量及安全目标达成。

1 深基坑支护施工特点

一是深基坑支护施工环境复杂。在建筑工程施工开始前,应当对施工区域全面勘察,结合地质环境的掌握,制定最佳的施工方案,为后续施工作业提供科学合理的指导^[3]。但是,从具体勘察而言,大部分深基坑支护施工的环境具有复杂性,并未对各个层面的信息有效获取,直接影响到施工的安全性。另外,勘察工作也会受到多种因素的干扰,导致勘察数据不精确。二是深度持续增加。虽然我国土地面积大,但是人口基数大,可以作为城市建设用地的土地资源依旧不足,促使高层建筑增加^[4]。为保障此类建筑的安全稳定性,对深基坑支护施工提出了越来越高的要求,导致深度持续增加,并且随着人口基数的增长,深度还会继续增加。三是安全事故频发。在深基坑支护施

工中,因其对地质环境带来了重大影响,导致建筑结构稳定及安全受到严重威胁,加上其他因素的干扰,很难体现支护技术的功能,最终产生质量问题,直接诱发严重的安全事故,既会浪费大量施工资源,也会带来重大的人员伤亡事故。

2 建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理策略

2.1 重视准备工作,选择支护形式

为确保支护施工顺利开展,应当重视准备阶段的工作,从三个层面入手。

第一,全面勘察施工区域的地质环境,如地质结构特点、地下水水位变化等,也要掌握施工区域气候情况,为施工方案科学合理制定提供基础数据保障^[5]。第二,加强人员管理力度,结合深基坑支护工作的要求,制定针对性的培训方案,不断提升施工人员的综合素质,确保施工行为标准化、规范化,避免安全事故产生。第三,强化市场调研,尤其是施工材料采购、机械设备选择等,应当建立符合施工要求的采购管理体系,确保施工作业中需要的资源达到施工方案的要求,以此才能提升支护效果。另外,在支护阶段中,需要综合考虑地质环境、建筑工程等,选择最佳的支护形式。现阶段,从深基坑支护施工而言,其形成了多样性的支护形式,不同形式的优缺点存在差异,适合的施工环境也不同。基于这种情况,在施工中对各个因素综合考虑,选择一种或者多种支护形式结合使用,可以产生最佳的支护效果。

2.2 加强施工监测, 保障施工安全

在深基坑开挖阶段中, 受到诸多因素的干扰, 造成具体施工与施工方案预期存在差异, 直接对支护效果产生显著影响。基于这种情况, 通过对支护施工全方位、全天候实时监测, 及时掌握各个因素对施工作业产生的影响, 一旦发现异常情况, 需及时采取针对性的应对措施, 以此保障施工质量目标实现。施工企业应当明确开挖检测要求, 既要影响因素把握, 也要提前制定相应的预防和应对措施。在施工管理中, 需要有较为健全的监督管理制度, 确保各项责任的有效落实, 一旦出现任何问题, 都有相应的责任人, 才能保障施工质量实现。为避免地下水水位变化对深基坑支护带来消极影响, 应当在外侧区域使用止水帷幕, 有利于增强支护结构的稳定性。在开挖中, 会导致周围地面开始出现缓慢沉降, 甚至造成部分构筑物开裂, 一旦突发暴雨天气, 地面径流过大也会依托缝隙进入构筑物底部, 从而加速沉降量, 最终出现支护结构错位, 以此带来重大的安全隐患。为此, 在支护施工中, 应当重点关注是否对周围构筑物带来影响, 及时将地面积水排出。一旦产生安全问题后, 及时与相关部门沟通处理, 选择最佳的支护形式, 从而实现施工安全。

2.3 健全管理制度, 设计组织方案

在建筑工程中, 要想提升支护水平, 需要应用多种技术, 才能产生最为理想的支护效果。为实现这一目标, 应当加强施工技术管理, 促使支护工作规范性、标准化落实, 一旦管理上出现了问题, 因施工作业具有复杂性, 就会诱发更为严重的质量问题, 甚至会造成重大人员伤亡。而施工管理制度是保障支护工作开展依据, 需要结合施工具体情况制定针对性的管理制度, 以此确保管理工作的有效落实。另外, 施工组织方案对支护施工产生重大影响。如果施工组织方案是科学合理的, 就会提升支护施工质量。基于这种情况, 施工管理层应当认识到深基坑支护设计的重要性, 把握其与建筑质量安全的联系。在施工作业阶段中, 管理人员依托现实情况设计最佳的施工组织方案, 既要完成准备工作, 也要明确整个施工步骤。此外, 还需要对支护施工技术持续健全, 对每个施工步骤采取针对性的技术, 分析其中最为核心的问题, 制定针对性的处理措施, 保障施工技术管理得以高效率开展。也需要密切关注施工现实情况与施工方案的差异, 及时对施工方案进行优化, 科学合理地配置现有资源, 促

使所有人员积极参与支护管理, 以此保障质量安全目标实现。

3 建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理分析

3.1 工程概况

以 A 建筑项目工程为例, 其基坑深度、宽度是 15 m、180 m、220 m, 整个土方主要以机械开挖为主, 最大土方数量是 600 000 m³, 安全等级是 1 级, 属于危险系数非常高的施工项目。基于前期对施工区域的勘查数据可知, 深基坑支护施工区域的环境具有复杂性, 因其周围存在大量的构筑物, 并且地下分布了很多管线, 增大了该项工作的开展难度。

3.2 施工方案设计

基于该施工项目的环境具有复杂性, 结合深基坑支护施工要求, 选择使用排桩与钢管斜撑结合的支护方式, 构成桩锚支护结构, 既可以符合施工空间小的需求, 也能提升支护效果。并且, 为确保基坑结构的稳定性达标, 土层中应当打入三排预应力锚索, 长度大约是 30±10 m, 从而达到施工方案的支护要求。一般情况下, 如果锚索长度太长, 也会降低稳定性, 增大基坑建筑结构的变形。在该工程项目中, 因工业区域位于深基坑施工的西南部, 为避免建筑结构变形, 需要充分利用排桩与钢管斜撑支护的作用, 降低对构筑物的影响程度, 并且这些钢管可以反复使用, 减少施工资源投入。另外, 针对其他施工方位, 结合实际情况选择相应的深基坑支护技术就可以。

3.3 深基坑支护设计

按照建筑工程施工中深基坑支护施工要求, 为保障支护效果实现, 确保结构稳定性、安全性达标, 应当明确排桩、钢管等施工参数。一方面, 全面落实深基坑支护施工要求, 选择符合工程建设方案的排桩钢筋笼, 并且这种钢筋笼也是由多个材料组成, 需要明确材料性能、型号等, 依托多种工艺技术, 形成满足支护施工的注浆孔。在具体操作中, 旋喷桩需要放置到排桩中部位置, 可以很好地发挥止水帷幕的功能, 从而提升土层结构的稳定系数。针对排桩顶部区域来说, 其混凝土强度等级是 C30。另一方面, 在钢管斜撑支护使用中, 其衔接位置需要设置支座, 这种支座主要选择预埋钢板和混凝土现浇而成。另外, 上端位置使用的支座, 主要采取钢筋锚固形成; 下端位置使用的支座, 重点增强桩顶承台, 增强斜撑的稳定性。

如图1所示,是排桩与钢管斜撑支护结构。

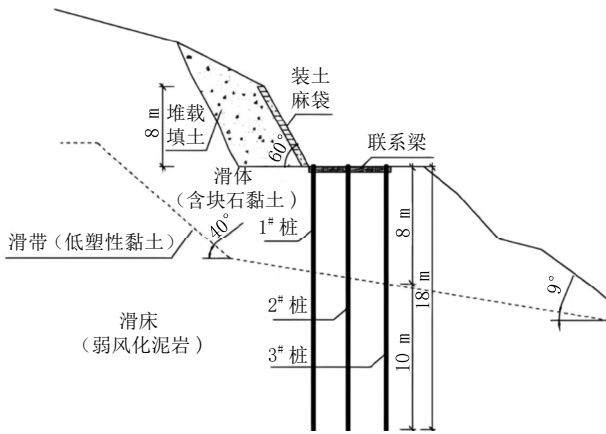


图1 排桩与钢管斜撑支护结构

3.4 施工

在该建设项目中,其土方开挖严格按照设计图纸要求开展施工作业,结合排桩与钢管斜撑相结合的支护方案,明确开挖深度,不能让深度大于排桩高度,等待开挖工作完成后,及时对支护桩加固。在实施作业中,排桩间加固应当使用高压旋喷桩,先确定每个排桩的位置,并且施工前再次检查,才能开始钻孔。只要钻孔符合要求后,立即放入PVC管,避免孔洞塌陷。等待旋喷灌注桩放入后,需要依次注入符合要求的砂浆。另外,养护工作结束后,立即检查加固情况,结合检测结果判断是否达到设计方案标准要求。在钢管斜撑施工中,需要等到土方开挖深度距离基础标高6.5 m,这时应当停止开挖,借助旋喷桩加固钢管斜撑下面的土方,但是加固宽度需要得到控制,不能大于5 m,高度不能大于基础高度6 m。等待所有土方全部加固后,再次对预留位置开挖,落实1:1放坡,在开挖完成后,确保剖面呈现梯形。开挖过程中,作业人员需要检查和观察基坑稳定情况,一旦发现稳定性降低,要及时采取针对性的措施,保障开挖作业的安全性。

3.5 位移监测

在深基坑支护施工过程中,应当重视位移监测工作,尤其是对支护桩顶部进行监测,通过对水平及竖向移动情况的实时监测,可以保障施工作业的安全性。在监测中,需要充分利用先进的科学仪器,如全站仪、RS等,这些都可以满足24小时监测的需求,能够及时发现异常情况。一般情况下,支护施工对监测工作有着明确的要求。在开挖深度没有 < 4.5 m时,每隔1天监测1次;开挖深度是 7.5 ± 3 m时,每日监测1次;

开挖深度 > 10.5 m,需要全天候监测。另外,详细记录每次的监测数据,一旦支护桩移动距离超过限定数值,监测系统会自动向相关人员发送预警,确保及时处理位移问题,以此保障支护结构的稳定性。如表1所示,是深基坑支护位移监测项目与控制标准。

表1 深基坑支护位移监测项目与控制标准

位移监测项目	控制标准	
	绝对值/mm	变化速率/ (mm·d ⁻¹)
基坑周边地表竖向位移	20	1
坡顶水平	20	1/2
桩身深层水平位移	25	2
地下水位	1 000	500
建筑物沉降	5	1
管线位移	5	2
建筑物倾斜	1/100 000	1/10 000

4 结束语

在建筑工程建设中,基坑工程特别重要,深基坑支护工作的开展,直接对建筑工程质量产生重大影响。基于这种情况,在支护施工中,应重视施工质量管理,制定符合要求的管理制度,持续落实施工技术管理工作,既要完成施工准备工作,也要选择最佳的支护形式。另外,通过对支护阶段的全方位、全天候实时监测,及时发现其中存在的异常情况,采取针对性的处理措施,避免对施工安全质量带来不利影响,以此保障建筑工程的经济效益实现。

参考文献:

- [1] 王强,宋歌,廖利,等.全地下空间枢纽深基坑支护结构变形特征控制[J].铁路技术创新,2024(03):178-185.
- [2] 戚鹏英,邓会芳,裴亚兵.复杂环境条件下深基坑支护技术应用与分析[J].新疆有色金属,2024,47(04):32-34.
- [3] 吴大炜,江钰鑫,梁广林,等.基于Pair-Copula贝叶斯模型的基坑支护可靠度分析[J/OL].人民长江,1-9[2024-07-24].<https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTOTAL-RIVE20240614001.htm>.
- [4] 刘金华,谭海林,肖豪,等.四排桩支护结构在下临地铁隧道的深基坑支护设计研究[J].化工矿产地质,2024,46(02):173-178.
- [5] 蔡云杰,孙鹏飞,穆林林,等.基于BIMMAKE对深基坑支护施工技术在建筑工程中的应用研究[J].建筑技术开发,2024,51(06):81-83.