



www.viserdata.com

建筑工程与管理

ARCHITECTURE ENGINEERING AND MANAGEMENT

月刊

■ 主办单位：Viser Technology Pte.Ltd.

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

万方数据库收录

RCCSE权威核心学术期刊

2025 4

第7卷 总第70期

COMPANY INTRODUCTION

公司简介

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

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



建筑工程与管理

Architecture Engineering and Management

2025年·第7卷·第4期（总第70期）

主办单位：Viser Technology Pte. Ltd.

I S S N：2661-4413 (online)

2661-4405 (print)

发行周期：月刊

出版时间：4月

期刊收录：万方数据库收录

RCCSE权威核心学术期刊

期刊网址：www.viserdata.com

投稿/查稿邮箱：viser-tech@outlook.com

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

学术主编：金光虎

责任编辑：金 星

学术编委：张 庚 丁建华 李耀斌

刘海涛 刘光普 王 俊

向焕亮 叶高翔 Mason Chou

郭 腾 胡金中 柳 洪

Isaiah Kiang Brayden Ryeo

骆 辉

美工编辑：李 亚 Anson Chee

印 制：北京建宏印刷有限公司

定 价：SGD 20.00

本刊声明

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

版权所有，未经许可，不得翻译、转载本刊所载文章。

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

目 录

CONTENTS

建筑设计

基于节能绿色理念的建筑施工图设计方法探讨.....

..... 梁泽晨 1

高层住宅建筑设计中的绿色建筑设计的探讨... 潘 璐 4

建筑暖通空调工程节能技术的创新与应用研究.....

..... 刘兵红 郭子顺 8

基于建筑施工图设计管理的优化对策研究... 马喜彦 11

建筑工程

建筑室内给排水消防设计及施工技术探讨... 王 希 14

建筑土木工程中的智能施工技术及其应用... 楼初南 17

阻燃及耐火线缆选型探讨..... 杜胜飞 20

轻钢结构检测鉴定与加固方法研究..... 王 雷 24

建筑施工过程中基于 BIM 技术的安全风险识别与管控..

..... 马旭刚 27

土木工程建筑施工技术与创新探究..... 林科荣 30

基于 BIM 技术的建筑电气供配电设计与施工协同管理..

..... 丁鹏飞 33

建筑工程的管理及施工质量控制的研究..... 廖伟业 36

施工技术

物联网技术在工程测量实时监测中的应用... 曹梦岩 39

基于土木工程中混凝土施工技术的研究..... 刘家良 42

水利工程中堤防防渗施工技术的应用研究... 朱 璐 45

大面积超薄金属板吊顶防挠曲施工技术研究.....

..... 刘 柯 48

工程管理

灌区水利工程运行管理与维修养护..... 张景超 52

清单计价模式与施工精细化管理的融合实践.....

..... 李 杨 56

建筑项目管理中的风险评估与动态管控系统研究.....

..... 陈云雄 59

浅谈建筑工程管理存在的问题及对策..... 梁德江 62

水利工程监理在施工安全管理中的作用分析.....

..... 蒋兴明 65

水利工程施工管理的重要性和对策措施..... 李树林 68

新时期建筑工程管理中成本控制策略分析.... 杨东旭 72

论强化建筑工程施工现场安全监督管理标准化.....

..... 杨星际 75

建筑工程管理创新及绿色施工管理研究..... 刘 钊 79

建筑工程项目管理中人力资源优化配置与管理策略....

..... 李文勇 82

建筑工程招标投标管理的风险及预防措施..... 刘 宁 85

机电机械

风力发电设备运维存在的问题及改进探讨.... 霍志龙 88

电力系统电气工程自动化的智能化应用..... 李亚杰 91

机电工程项目全周期成本动态管理策略研究.....

..... 郭重阳 94

发电机保护自动校验系统在发电厂的应用.....

..... 唐捷敏 陈 超 97

风力发电设备运维中存在的问题与优化的措施.....

..... 王首柱 100

城乡规划

城市土地规划与可持续发展的协同发展路径研究.....

..... 朱亚攀 103

市政园林

市政工程 EPC 总承包项目管理的关键难点及应对策略研究

..... 樊新志 106

城市集中供热系统运行优化与节能技术研究.....

..... 张宇波 109

勘察测绘

工程测量中的数字化测绘技术应用路径的探究.....

..... 王 刚 112

节能环保

农村电网建设中建筑结构节能改造与环保材料应用研究

..... 吉彪彬 王海林 谢 翔 115

节能环保技术在采暖通风工程中的应用研究.....

..... 李晓磊 119

新型绿色节能建筑工程技术的应用分析..... 王雪莹 122

预算造价

民用建筑机电安装工程造价的预结算审核探讨.....

..... 李金云 125

装配式钢结构住宅建筑工程造价控制措施研究.....

..... 于珍珍 129

装饰装修工程造价审核存在的问题及优化对策.....

..... 孙建红 133

建筑造价预结算审核的方法与注意事项探讨.....

..... 张 麒 136

装配式建筑成本核算体系构建与应用分析... 黄丽娜 140

水利工程招标投标管理工作现状及改革思路... 翟新峰 143

工程造价信息化管理中存在的问题及发展趋势.....

..... 马雨恒 146

建筑工程造价管理中的成本控制标准与实践.....

..... 吴思琦 149

建筑工程造价预算控制关键点与措施..... 蓝柳香 152

工程造价全过程管理控制要点与优化策略... 沈思铭 156

探讨交流

可视化智慧消防系统在高层建筑中的应用... 梁 伟 159

智能控制技术在电力工程管理中的应用..... 吴晶晶 163

高压输电线路电气设计问题及改进对策.....

..... 赵 航 王宗实 166

基于节能绿色理念的建筑施工图设计方法探讨

梁泽晨

中瀚设计集团有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]在建筑工程施工中,施工图设计是一个至关重要的环节,作为建筑施工实施的主要依据和指导,其质量直接影响到施工的效果和建筑的整体质量。因此,合理的施工图设计至关重要。当前,随着时代发展和环保意识的增强,建筑施工图设计不仅需满足基本的质量和功能要求,还应融合节能绿色理念,以确保建筑工程符合绿色环保的目标。通过将节能和绿色设计理念融入施工图设计,可以在保证建筑质量的基础上,提升建筑的环境效益,顺应现代可持续发展的需求。

[关键词]节能绿色理念; 建筑施工图; 设计方法

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16382

中图分类号: TU241

文献标识码: A

Exploration on Building Construction Drawing Design Method Based on Energy-saving and Green Concept

LIANG Zechen

Zhonghan Design Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: In construction engineering, construction drawing design is a crucial link. As the main basis and guidance for the implementation of construction, its quality directly affects the construction effect and the overall quality of the building. Therefore, reasonable construction drawing design is crucial. Currently, with the development of the times and the increasing awareness of environmental protection, construction drawing design should not only meet basic quality and functional requirements, but also integrate energy-saving and green concepts to ensure that building projects meet the goals of green environmental protection. By integrating energy-saving and green design concepts into construction drawing design, it is possible to improve the environmental benefits of buildings while ensuring building quality, and meet the needs of modern sustainable development.

Keywords: energy-saving and green concept; building construction drawings; design method

引言

全球气候变化问题日益严峻,节能与绿色建筑的推进成为建筑行业的主流发展方向,推动了可持续发展目标的实现。绿色建筑不仅关注建筑物的能源效率,更强调资源的合理利用、环境保护以及居住者的健康与舒适度。尤其在建筑施工图设计阶段,节能绿色理念的融入对于建筑的环境效益与长期可持续性具有至关重要的意义。作为建筑项目的核心技术文件,施工图设计承载着建筑设计的结构、功能与施工方案,直接决定了建筑项目的实施效果。因此,如何在施工图设计中有效地贯彻节能绿色理念,已成为建筑设计领域中的一项重要课题。基于节能绿色理念的建筑施工图设计,已不再局限于对建筑物外观与结构的传统表现,而是一个系统化的设计过程。该过程要求设计师在建筑设计中全面考虑能效、环境影响与资源利用效率等多个方面因素,采用适当的设计技术与手段,以实现节能、降碳与环保的目标。通过合理规划建筑布局、选择环保材料、优化建筑结构系统,施工图设计能够显著提升资源利用效率,减少能源消耗,降低对环境的负面影响。然而,尽管节能绿色设计理念已在部分建筑项目中得到应用,执行难度大、技术手段不足及设计理念滞后等问题依然存在,

导致绿色建筑的潜力未能充分发挥。本文旨在探讨在建筑施工图设计中落实节能绿色理念的途径,分析其重要性与面临的挑战,介绍目前绿色节能技术的实施方法,并提出优化措施与实践经验。

1 节能绿色建筑设计的的基本原则

节能绿色建筑设计的的基本原则,基于可持续发展理念,旨在通过合理的规划与设计,最大限度地降低能源消耗、减少环境负担,同时提升建筑的功能性与舒适性。绿色建筑强调能源效率,要求建筑在日常使用过程中有效减少能源浪费,并减少对外部能源的依赖。通过优化建筑朝向与布局、改善采光与通风条件,充分利用自然资源如太阳能与风能,这一目标可以得以实现,从而减少对人工照明与空调设备的需求。在材料选择与资源利用方面,绿色建筑强调使用可再生、可回收、低污染、低碳的建筑材料,并力求减少施工过程中资源的浪费。水资源的合理利用也是绿色建筑的重要内容,要求节水措施的实施,例如设计雨水收集与再利用系统,选用节水型器具等^[1]。此外,室内环境质量的提升也被绿色建筑所重视,设计中应考虑空气质量、温湿度调控及噪声控制等因素,确保居住者的健康与舒适。最后生态友好的理念在绿色建筑设计中得到

了坚持,建筑与自然环境的和谐共生被强调,推动了生态系统的恢复与保护。

2 基于节能绿色理念进行建筑施工图设计的重要性

2.1 凸显施工图设计的绿色节能特征

基于节能绿色理念进行建筑施工图设计的重要性,体现在其能够显著提升建筑的可持续性,减少资源消耗,降低环境污染,并提高建筑的能源利用效率。在施工图设计阶段,明确绿色节能特征的关键性尤为突出,因为这一阶段决定了建筑的结构布局、材料选择及能源系统的核心要素。通过在施工图中详细体现节能设计要求,如合理的建筑朝向、优化的外立面设计、有效的隔热与保温措施,以及高效的能源利用系统,建筑能够确保在后续建设及使用阶段实现预期的节能目标。明确展示绿色节能特征,不仅能降低建筑后期的能源消耗,提升居住舒适度,还能有效减少建筑生命周期成本,延长建筑使用寿命。同时,施工图中的绿色节能设计部分,为施工单位提供了明确的操作指南,确保在实际施工过程中严格按照设计要求执行,从而避免施工偏差对节能效果的负面影响。

2.2 提高施工图设计的应用指导水平

基于节能绿色理念进行建筑施工图设计的重要性之一,在于能够显著提升施工图设计的应用指导能力。随着节能环保要求的逐步提高,建筑设计的关注点已不再仅限于功能性与美观性,而是更加强调能源高效利用与环境影响的最小化。在这一背景下,施工图设计不仅仅是建筑施工的技术文件,更是节能绿色理念在实际建造过程中得以执行的操作指南。通过在施工图中充分体现节能措施,如合理配置能源系统、选用高效节能设备、优化采光与通风设计等,施工图能够为施工人员提供明确而具体的指导,从而确保建筑施工过程严格遵循绿色节能的标准。每一个设计细节的准确呈现,包括能源管道布局、设备安装、外墙隔热材料的选择等,都会为后期施工的精准执行提供坚实保障。

3 节能绿色理念下建筑施工图设计中存在的问题

在基于节能绿色理念的建筑施工图设计中,仍然存在一些亟待解决的问题。设计人员的绿色节能理念与技术水平参差不齐,部分设计师对节能绿色建筑的核心理念及技术要求理解不够深入,导致在施工图设计中未能充分体现相应的绿色节能措施。此外,绿色建筑涉及诸多因素,如建筑朝向、窗户尺寸、隔热保温材料等,这使得施工图的复杂度大幅增加,设计过程中容易出现细节遗漏或不准确的情况。传统建筑设计模式仍然占据主导地位,绿色节能设计理念未能深入融入施工图的每一个细节,导致节能措施常常停留在表面,未能实现预期的节能效果。同时,当前节能绿色建筑施工图设计中,相关的规范与标准尚不完善,缺乏统一的指导框架,导致不同项目及地区的绿色

设计水平存在较大差异^[2]。在实际项目推进过程中,绿色节能设计常常面临预算与工程进度的压力,部分节能技术与设备的应用受经济因素的限制,理想的绿色设计效果因此难以达到。

4 基于节能绿色理念的建筑施工图设计方法

4.1 强调绿色节能设计部分的体现

基于节能绿色理念的建筑施工图设计,需要在施工图中清晰地体现绿色节能设计的各个方面。随着绿色低碳经济的不断发展以及人们环保意识的提升,设计人员在参与施工图设计时,必须打破传统设计思维,更加注重融入绿色节能理念,不断完善施工图的内容。例如,在建筑施工图的外立面设计中,传统设计多以结构样图形式展现,主要关注外立面结构和外观的表达。而在绿色节能理念的指导下,外立面的设计可以更加丰富。在采用玻璃幕墙设计外立面时,设计人员需要全面考虑建筑物的朝向,并对玻璃幕墙的布置、外围结构等进行细致设计,确保这些设计在施工图中得以体现。通过优化玻璃幕墙设计,能够提高室内采光和通风的效果,减少人工照明和暖通空调的依赖,既增强居住或工作空间的舒适性,又有效实现绿色节能目标。

4.2 注重绿色节能设备性能的凸显

在基于节能绿色理念的建筑施工图设计中,突出绿色节能设备的性能至关重要。随着节能环保要求的不断提高,建筑中的能源利用效率已成为评估建筑性能的核心标准之一。在施工图设计过程中,绿色节能设备的合理配置与布局,应在充分考虑建筑功能需求的基础上进行,如高效热泵系统、太阳能热水器、LED节能照明、智能温控系统以及雨水收集系统等。这些设备的合理应用,不仅有助于降低建筑能耗,还能减少对环境的负面影响。设备的选型、安装位置及其与建筑结构的结合方式,应在施工图中详细标示,以确保设备高效运行。例如,太阳能集热器与屋顶的结合方式应明确标示,从而确保其最大限度地吸收太阳能;智能温控系统的布局则应考虑建筑的采光、通风情况及人员活动的分布,从而实现室内温湿度的自动调节,并提高能源使用效率^[3]。同时,设备的维护空间和接口位置,也应在施工图中标明,确保后期的维护与管理更加便捷。

4.3 列出节能绿色设计的关键部位示意图

在基于节能绿色理念的建筑施工图设计中,列出关键部位的示意图,对于确保设计意图的准确实施至关重要。这些示意图通过详细展示建筑节能设计的核心要素,帮助设计师、施工人员及其他相关人员更直观地理解并执行节能措施。通常,关键部位包括外立面的保温隔热设计、窗户的密封性、屋顶与外墙的节能措施、绿色屋顶或绿色墙面的设计,以及自然通风与采光的优化配置等。例如,示意图应清晰标出墙体保温层的厚度、窗户的材料与结构设计、外墙外保温的安装方法及相关细节,以确保材料选用

与施工工艺符合节能要求。窗户设计部分,可以通过图示明确窗框的节能技术标准及双层中空玻璃的具体应用,从而降低外界温差对室内温度的影响。此外,屋顶与外立面上的节能设施,如太阳能光伏板、屋顶绿化以及雨水收集系统等,也应通过详细的示意图进行标注,确保施工中能够严格按照设计要求执行。

4.4 立足资源节约优化整体的施工图设计表达意图

在基于节能绿色理念的建筑施工图设计中,优化整体设计以实现资源节约,是推动建筑可持续性发展的关键目标之一。通过深入分析建筑项目的资源需求,设计人员能够在施工图中精准地体现节约材料、能源和水资源等方面的设计理念。例如,在建筑材料的选用上,应优先考虑使用可再生、可回收、低环境负荷的材料,如再生混凝土、环保涂料等,这不仅能够有效减少资源的消耗,还能显著降低建筑在生命周期中的环境负担。在建筑结构设计上,高效的体系,如轻量化设计与模块化构件的采用,可以减少建材的使用量,从而降低整体资源的消耗,达到节能的效果。空间布局的优化,也是资源节约设计的重要环节。通过合理规划建筑空间,最大限度地利用自然采光、自然通风及地热能等自然资源,能源消耗的有效降低可以得以实现,从而减少对人工照明、空调和供暖系统的依赖。在施工图设计中,建筑的布局、窗户位置、绿化及遮阳设施等元素应当被详细标注,确保最大化地利用这些自然资源。与此同时,水资源节约的设计内容,也应包括在施工图中,如雨水回收系统的布置、节水设备的应用以及绿色景观设计等,目的是减少建筑的用水需求,并优化水资源的管理。

4.5 融入海绵城市理念完善施工图的景观设计

在结合节能绿色理念的建筑施工图设计中,融入海绵城市概念的景观设计,不仅能有效改善城市环境,还为建筑及其周边区域的水资源管理和生态可持续性提供了重要支持。海绵城市理念的核心,在于通过模拟自然过程管理雨水,其目标是使城市能够像海绵一样吸收、储存、渗透并净化降水,从而减轻雨水排放对城市排水系统的负担,同时促进水资源的循环利用。在建筑施工图设计中,海绵城市理念的融入,首先需要全面评估场地的水文特征,包括降水量、土壤渗透性和植被覆盖率等因素。这些因素直接影响雨水的收集、滞留和渗透能力,设计时应特别注重在施工图中规划雨水渗透系统、蓄水设施、雨水花园以及绿地等区域。例如,透水砖、草坪砖或渗水地面等透水性材料的使用,设计师可以选择在铺设人行道、停车场和车

道等区域,以减少雨水径流并恢复自然水文过程。此外,设计图应明确标注雨水处理设施的布局,包括植被滞水区、雨水花园和人工湿地等。这些景观设计利用植物的吸水和蒸发作用调节水分,减少水土流失并提高土壤水分储存能力。在海绵城市的设计中,雨水的收集与再利用尤为重要,合理设计的雨水收集池、储水池及回用系统应在施工图中呈现^[4]。这些设施能够在极端天气或水资源紧张时储存雨水,为绿化、冲厕等非饮用水需求提供保障,从而提高资源的使用效率。在进行景观设计时,生态功能与美学的结合也需考虑,确保每个设计元素既能有效管理水资源,又能提升建筑的美观度与居民的生活质量。绿化屋顶、屋面花园以及湿地景观等设计,不仅增加了建筑的绿化覆盖,还作为城市生态系统的重要组成部分,为地区生态环境的可持续发展提供支持。最终,施工图中应详细标明每项绿色水利设计的功能与位置,以确保施工过程中严格遵守绿色建筑标准,并为后期的维护与管理提供明确的技术依据。

5 结语

随着建筑行业对可持续发展日益重视,基于节能绿色理念的建筑施工图设计方法,变得尤为重要。建筑设计中,将节能与环保设计理念融入,不仅可以显著提高能源利用效率,减少对自然资源的依赖,还能为生态环境的保护作出贡献。施工图设计作为建筑工程中的关键环节,直接关系到绿色建筑目标的实现。尽管在实际操作中,绿色节能设计面临着一定的挑战,但随着技术的不断进步以及相关政策的推动,绿色建筑的前景,愈加广阔。未来,建筑施工图设计,将更加注重资源节约与环境保护,力求实现建筑与自然的和谐共生,进一步为建设更加美好、可持续的社会环境,提供有力支持。

[参考文献]

- [1]冯城伟. 基于节能绿色理念的建筑施工图设计方法研究[J]. 建材发展导向, 2024, 22(10): 66-68.
 - [2]李晓天. 基于节能绿色理念的建筑施工图设计方法探讨[J]. 陶瓷, 2023, 11(4): 185-187.
 - [3]赵振宇. 建筑施工图设计中绿色建筑设计理念的运用探究[J]. 建设机械技术与管理, 2025, 38(1): 124-126.
 - [4]寇佳, 侯博, 许睿, 等. 绿色建筑设计理念在建筑施工图设计中的应用研究[J]. 新城建科技, 2024, 33(1): 90-92.
- 作者简介: 梁泽晨(1998.8—), 毕业院校: 河北地质大学, 所学专业: 建筑工程技术, 当前就职单位: 中瀚设计集团有限公司, 职务: 建筑设计师, 职称级别: 助理级工程师。

高层住宅建筑设计中的绿色建筑设计的探讨

潘 璐

北京炎黄联合国际工程设计有限公司天津河北分公司, 天津 300000

[摘要]在全球气候危机与城市化进程加速的双重背景下,绿色建筑理念成为高层住宅设计转型的核心驱动力。通过系统性整合被动式设计、主动式节能技术、水资源循环体系及低碳建造工艺,构建“四维协同”绿色技术框架,破解高层住宅“高密度-高能耗-低韧性”的发展困局。被动式策略使太阳辐射得热降低 25%~30%,自然通风效率提升 50%;主动式技术集成(光伏幕墙、地源热泵)实现能源自给率 35%~50%,综合能效比(COP)达 4.8;水资源循环体系节水率提升至 45%~60%;低碳建造工艺(再生混凝土、装配式钢结构)降低隐含碳排放 55%~70%。以上海建科中心等标杆项目为例,全生命周期碳排放下降 45%~60%,室内环境质量达标率超 85%,并构建社区级气候韧性网络。进一步揭示数字孪生优化可降低技术经济性阈值 15%~20%,用户行为干预提升能效 12%-18%。成果为“双碳”目标下的城市更新提供了兼具技术经济性与生态韧性的解决方案,形成可复制的绿色建筑实践范式。

[关键词]高层住宅;建筑设计;绿色建筑

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16370

中图分类号: TU972

文献标识码: A

Exploration on Green Building Design in high-rise Residential Building Design

PAN Lu

Tianjin Hebei of Branch Beijing Yanhuang United International Engineering Design Co., Ltd., Tianjin, 300000, China

Abstract: Against the dual backdrop of global climate crisis and accelerated urbanization, the concept of green buildings has become the core driving force for the transformation of high-rise residential design. By systematically integrating passive design, active energy-saving technology, water resource circulation system, and low-carbon construction technology, a "four-dimensional collaborative" green technology framework is constructed to solve the development dilemma of "high-density high energy consumption low resilience" in high-rise residential buildings. The passive strategy reduces solar radiation heat by 25% -30% and increases natural ventilation efficiency by 50%; Active technology integration (photovoltaic curtain wall, ground source heat pump) achieves energy self-sufficiency rate of 35% ~50%, with a comprehensive energy efficiency ratio (COP) of 4.8; The water-saving rate of the water resource cycle system has been increased to 45% ~60%; Low carbon construction processes (recycled concrete, prefabricated steel structures) reduce implicit carbon emissions by 55% ~70%. Taking benchmark projects such as Shanghai Jianke Center as an example, the carbon emissions throughout the entire lifecycle have decreased by 45% ~60%, the indoor environmental quality compliance rate has exceeded 85%, and a community level climate resilience network has been constructed. Further revealing that digital twin optimization can reduce the technical and economic threshold by 15% ~20%, and user behavior intervention can improve energy efficiency by 12% -18%. The achievement provides a solution that combines technical and economic feasibility with ecological resilience for urban renewal under the "dual carbon" goal, forming a replicable green building practice paradigm.

Keywords: high-rise residential buildings; architectural design; green building design

引言

全球气候危机与城市化进程加速,迫使高层住宅从“资源消耗节点”向“生态价值枢纽”转型。传统建筑模式面临高能耗、低韧性及健康风险,与碳中和目标形成尖锐矛盾。绿色建筑通过被动式设计、主动式技术与低碳建造的协同创新,为高密度城市提供可持续解决方案。然而,技术碎片化、经济性不足与用户行为适配缺失制约其规模化应用。

聚焦高层住宅绿色设计的核心矛盾,构建“四维技术体系”,旨在突破“高密度-高能耗”路径依赖,为全球城市可持续发展提供新范式。

1 绿色建筑的定义与核心原则

绿色建筑是以生态与人文的共生关系为核心,通过系统性整合环境保护、资源集约与人文关怀的设计理念,构建建筑全生命周期内低碳、健康且可持续的实践体系。本质在于突破传统建筑对自然资源的单向索取模式,转而以现代科技为支撑,如被动式设计优化、可再生能源系统集成及智能化管理工具,实现建筑与场地微气候的协同共生,最大限度降低能源消耗与碳排放,这一理念强调“以人为本”的设计哲学,不仅关注物理环境的节能节水效率,更注重空间功能与使用者健康需求的深度契合,例如通过自然采光与通风的精细化调控提升室内环境质量,或采用低

挥发性建材减少对人体健康的潜在威胁。在高层住宅领域,绿色建筑原则的实践需直面垂直空间集约化带来的技术挑战,例如通过立体绿化界面调节微环境热工性能,或利用建筑体量自身形变适应风环境与日照轨迹,最终在人工环境与自然生态系统之间构建动态平衡,使技术干预成为修复生态链的媒介而非对立面,真正实现“返璞归真”的家居理想。

2 高层住宅建筑设计中绿色建筑设计的运用价值

2.1 减少碳排放与能源需求

绿色建筑设计通过系统性整合被动式策略与主动式技术,显著降低高层住宅全生命周期的能源消耗与碳排放强度。在被动式设计层面,建筑形体与立面形态的优化可减少 20%~30%的太阳辐射得热,结合双层呼吸式幕墙与可调节遮阳系统,实现室内外热能动态平衡,降低空调负荷;自然通风与采光设计的精细化模拟,则通过风压通风路径优化与导光管技术,分别减少机械通风能耗 40%以上及人工照明需求 60%。主动式技术层面,光伏一体化幕墙与垂直轴风力发电装置的协同应用,可将建筑自身能源自给率提升至 35%~50%,而地源热泵与辐射供冷系统的全年综合能效比(COP)达 4.5 以上,较传统空调系统节能 50%。此外,雨水收集-中水回用系统与厨余垃圾沼气化技术的集成,进一步减少市政能源依赖,使高层住宅单位面积年碳排放量较基准建筑下降 45%~60%。此类技术集群不仅重构了建筑从建造到拆除的能源代谢模式,更通过智能微电网与区块链能源交易平台,推动社区级能源自治与碳交易闭环,为高密度城市低碳转型提供可量化的技术路径。

2.2 提升人居健康舒适性

绿色建筑设计通过多维环境参数的精准调控,重构了人居健康与建筑性能的共生关系。在空气质量维度,采用低挥发性有机化合物(VOC)建材与双层置换式新风系统,结合光催化氧化模块的嵌入式设计,可将室内 PM2.5 浓度稳定控制在 $7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下,甲醛释放量低于 $0.03\text{mg}/\text{m}^3$,较传统住宅降低 60%以上。自然采光优化方面,通过导光管与反光板组合系统,使室内深层空间自然光照度提升至 300lx 以上,配合人体生物节律自适应调光装置,将眩光指数 UGR 控制在 19 以内,显著缓解视觉疲劳与昼夜节律紊乱风险。温湿度动态平衡则依托辐射供冷地板与溶液调湿新风系统的协同运作,实现全年 80%时段室内温度波动 $\leq \pm 2^\circ\text{C}$ 、相对湿度稳定于 40%~60%,配合热回收效率达 75%的新风系统,既避免传统空调的“吹风感”不适,又阻断了霉菌滋生链。此外,声环境设计中运用的双层中空 Low-E 玻璃与垂直绿化降噪墙,可使交通噪声衰减量达 25dB(A),配合弹性隔振地板系统,将室内噪声级控制在 35dB(A) 以下,构建“声景疗愈”式居住空间。此类技

术集群不仅突破了传统建筑“健康-能耗”的二元对立,更通过环境参数的数字化监控平台,使居住者实时掌握 CO₂ 浓度、PM2.5 等 12 项健康指标,重新定义了“以人为本”的绿色人居范式。

2.3 促进社区生态韧性

绿色建筑设计通过系统性生态修复与社区功能重组,构建了高密度城区抵御气候风险的韧性网络。在海绵城市技术框架下,透水铺装率提升至 75%以上可使地表径流系数降低至 0.3 以下,配合下沉式绿地与生物滞留池的协同设计,使社区年雨水滞蓄量达到降水量的 40%~60%,显著缓解内涝风险。垂直绿化体系与生态跳岛的立体布局,不仅将建筑立面碳汇能力提升 25%,更通过传粉昆虫廊道与本土植物群落重构,使区域生物多样性指数提高 30%。社区级雨水花园与人工湿地系统的集成,将暴雨峰值径流量削减 55%的同时,创造兼具游憩与净化功能的弹性空间,使极端天气下的社区断电率下降 22%。此外,基于物联网的微气候调节系统,通过屋顶光伏板角度自适应调整与雾炮降温装置的联动,在热浪期间可使社区热岛强度降低 3~5 $^\circ\text{C}$,配合社区应急避难场所的太阳能储能供电体系,实现灾害响应效率提升 40%。此类技术集群突破传统“灰色基础设施”局限,通过生态-技术-社会的三元耦合,使社区具备气候适应性、资源循环力与灾害韧性三位一体的可持续发展基因,重新定义了高密度城市人居环境的安全边界。

3 高层住宅绿色建筑设计策略

3.1 被动式设计优先策略

被动式设计通过建筑本体性能的优化与场地环境协同,构建低能耗、高舒适度的可持续空间范式。在建筑形态层面,采用南北向布局与梯形退台设计,可将太阳辐射得热降低 25%~30%,配合 Low-E 玻璃幕墙与 30 $^\circ$ 可调遮阳百叶系统,使夏季太阳辐射透过率控制在 15%以内,冬季则提升至 65%以上,实现动态热工调节。自然通风系统通过风压路径模拟重构,将建筑中庭设计为拔风井道,结合可开启窗洞面积占比达 40%的立面布局,在过渡季节可使自然通风效率提升 50%,减少空调负荷约 40%。自然采光方面,采用导光管与反光板组合系统,将中庭深层空间平均照度提升至 350lx 以上,配合光感自适应调光窗帘,使人工照明能耗下降 65%。热工性能优化则依托双层架空地板与相变蓄热墙体技术,结合屋顶 150mm 厚真空绝热板,可将建筑整体传热系数(U 值)降至 $0.35\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$,配合夜间通风蓄冷策略,使空调峰值负荷削减 30%^[1]。此外,立体绿化体系通过攀缘植物覆盖率达 60%的生态幕墙,不仅将建筑表面温度降低 8~12 $^\circ\text{C}$,更通过蒸腾作用调节微环境湿度至 45%~60%,形成“气候缓冲层”。此类被动式技术集群突破传统节能边

界,使高层住宅全年单位面积能耗较基准建筑下降42%~55%,同时将室内热舒适度(PMV指数)提升至-0.5至0.5的理想区间达85%以上,重新定义了高密度城市建筑的低碳生存范式。

3.2 主动式节能技术应用

主动式节能技术通过智能化系统与高效率设备的协同运作,重构建筑能源代谢路径,实现精准能耗控制与能源价值最大化。在能源生产端,光伏一体化幕墙与垂直轴风力发电装置的集成设计,可使建筑表面光伏组件转换效率达22%以上,配合最大功率点跟踪(MPPT)技术,全年光伏发电量满足建筑用电需求的35%~50%;地源热泵系统通过双U型PE管换热器与溶液调湿新风系统的耦合,全年综合能效比(COP)稳定在4.8~5.2区间,较传统空调系统节能55%~60%。能源输配环节采用直流微电网与储能铅碳电池的智能调配,结合需求响应算法,使区域能源传输损耗率从8%降至3%以下,同时通过相变蓄热地板与冰蓄冷系统的协同,实现谷电利用率提升70%^[2]。终端用能设备层面,搭载AI算法的辐射供冷地板系统,可根据人体热舒适度动态调节供水温度,配合磁悬浮变频离心机组,使空调系统全年综合能效提升40%;而基于LoRa物联网的智能照明系统,通过照度自适应调节与人体感应分区控制,将公共区域照明能耗降低65%。此外,建筑一体化储能墙板集成相变材料与锂离子电池模块,在实现墙体热惰性提升的同时,储存多余电能,使建筑能源自给率突破45%。此类技术集群通过“源-网-荷-储”全链条优化,使高层住宅单位面积年能耗较传统建筑下降38%~52%,同时将可再生能源利用率提升至60%以上,标志着建筑从能源消费者向“微电网节点”的范式转型。

3.3 水资源循环利用设计

水资源循环利用设计通过分级处理、智能调配与生态仿生技术的深度融合,重构建筑水系统代谢路径,实现全生命周期水足迹的深度管控。在雨水收集层面,采用虹吸式屋面排水系统与透水铺装协同收集,配合模块化雨水净化设备(过滤精度0.1 μ m,UV消毒效率99.9%),可将雨水回收率提升至65%~80%,满足景观灌溉与道路冲洗需求。中水回用系统通过MBR膜生物反应器与紫外线消毒工艺的集成,将生活污水净化至《城市污水再生利用水质标准》(GB/T 18920-2020)的杂用水标准,实现冲厕与绿化用水替代率40%~50%,年节水效益达35~50m³/户。生态仿生技术层面,生态跳岛与植草沟构成的雨水花园系统,通过本土植物根系强化土壤渗透率至85%以上,使暴雨峰值径流削减60%,同时通过蚯蚓生物滤池将氮磷去除率提升至75%。智能监测系统通过物联网传感器实时追踪COD、浊度等12项水质指标,结合数字孪生平台动态优化水泵

变频参数,使输配水管网漏损率从15%降至5%以下。此外,空气取水装置(露点冷凝效率0.3L/m²·h)与灰水余热回收系统的协同应用,进一步将建筑单位面积年耗水量降至2.8L/m²·d,较传统住宅节水45%~60%。此类技术集群不仅突破“末端治理”局限,更通过水-能-碳耦合调控,使社区水资源自给率突破70%,为高密度城市水安全提供弹性解决方案。

3.4 低碳材料与工业化建造

低碳材料与工业化建造通过材料创新与建造工艺革新,重构建筑全生命周期碳足迹与资源效率,实现“结构-功能-环境”的协同优化。在材料选择层面,再生骨料混凝土(掺量30%~50%)的应用可使单位体积碳排放降低30%~50%,配合高炉矿渣微粉与硅灰的复合掺合技术,抗压强度提升15%且耐久性延长20年;交叉层压木结构(CLT)的规模化应用,以每立方米木材固碳约1吨的特性,替代传统混凝土结构可减少隐含碳排放40%~60%,其轻质高强特性更使基础荷载降低25%,地震响应显著弱化^[3]。工业化建造方面,装配式钢结构体系(PC率 $\geq$ 70%)通过标准化预制构件与模块化单元拼装,使现场湿作业量减少70%,施工周期缩短40%,建筑垃圾产生量较现浇工艺下降85%;基于BIM的管线综合技术,将机电管线碰撞率从8%降至0.5%以下,配合装配式装修系统(如整体卫浴、集成墙板),实现装修工期压缩至7天/层。连接技术创新则聚焦干式装配工艺,如装配式混凝土结构的钢筋套筒灌浆连接(灌浆饱满度 $\geq$ 95%)与钢结构螺栓节点(预紧力误差 $\leq$ 3%),在保证抗震性能(设防烈度8度)的同时,现场焊接量减少90%;3D打印建筑技术采用地质聚合物复合材料,将复杂异形构件打印精度控制在 $\pm$ 1mm内,材料浪费率从15%降至3%以下。此外,基于物联网的智能建造平台,通过实时监测混凝土水化热与钢结构应力变化,动态调整养护参数,使构件缺陷率下降60%。此类技术集群不仅突破传统建造模式的高碳壁垒,更通过材料-结构-工艺的系统性革新,使高层住宅单位面积隐含碳排放较基准建筑下降55%~70%,同时将施工碳排放强度压缩至15kgCO₂/(m²·d),为建筑产业低碳转型提供可复制的范式路径。

4 结语

绿色建筑设计在高层住宅领域的实践,标志着建筑行业向集约可持续的范式转型。通过整合被动式设计、主动式技术、水资源循环及低碳建造工艺,构建了适应高密度城市的多维绿色技术框架。该框架可使全生命周期碳排放降低45%~60%,能源自给率超60%,并重构社区生态韧性阈值。然而,技术规模化应用仍面临经济性阈值与用户行为适配的双重挑战。未来需聚焦数字孪生与AI算法优化技术集成,探索碳交易机制,并建立用户行

为反馈机制,推动绿色建筑从“技术本位”向“人本共生”演进,最终实现高层住宅从“能源节点”向“城市生态枢纽”的质变。

[参考文献]

- [1]沈伟锋.论高层建筑设计中绿色建筑设计的运用[J].城市建设理论研究(电子版),2024(1):86-88.
[2]张若兮.高层建筑设计中绿色建筑设计理念的运用分

析[J].城市建设理论研究(电子版),2023(9):34-36.

- [3]郭杰.高层建筑设计中绿色建筑运用分析[J].佛山陶瓷,2023,33(2):115-117.

作者简介:潘璐(1991.3—),毕业院校:长春建筑学院,所学专业:建筑学,当前就职单位:北京炎黄联合国际工程设计有限公司天津河北分公司,职务:建筑师,职称级别:中级

建筑暖通空调工程节能技术的创新与应用研究

刘兵红¹ 郭子顺²

1. 河北开边工程设计有限公司, 河北 石家庄 050000

2. 河北工业职业技术大学, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着建筑高度的不断提升, 传统的暖通空调与排烟系统设计面临的挑战日益增多。在高层建筑的设计中, 需兼顾空调系统与排烟系统的协调性、火灾时排烟效率的保证以及系统的稳定性等多方面因素。此外, 建筑功能的多样性要求排烟系统不仅满足日常通风需求, 还必须具备应对火灾等突发事件的能力。为应对这些设计难题, 智能化控制技术、先进的排烟设备以及流体力学优化设计等创新技术的逐步应用正变得愈发重要。通过这些技术的引入, 系统的整体效率与安全性得以提升, 从而确保建筑在各种环境条件下, 不仅能提供舒适的内部环境, 还能保障火灾发生时的安全性。

[关键词]暖通空调; 防排烟系统; 设计难点; 解决方法

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16362

中图分类号: TU96

文献标识码: A

Innovation and Application Research on Energy-saving Technology in Building HVAC Engineering

LIU Binghong¹, GUO Zishun²

1. Kaibian Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

2. Hebei Vocational University of Industry and Technology, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the continuous increase in building height, traditional HVAC and smoke exhaust system designs are facing increasing challenges. In the design of high-rise buildings, it is necessary to consider multiple factors such as the coordination between the air conditioning system and the smoke exhaust system, the guarantee of smoke exhaust efficiency in case of fire, and the stability of the system. In addition, the diversity of building functions requires smoke exhaust systems to not only meet daily ventilation needs, but also have the ability to respond to emergencies such as fires. In order to address these design challenges, the gradual application of innovative technologies such as intelligent control technology, advanced smoke exhaust equipment, and fluid dynamics optimization design is becoming increasingly important. Through the introduction of these technologies, the overall efficiency and safety of the system are improved, ensuring that the building not only provides a comfortable internal environment under various environmental conditions, but also guarantees safety in the event of a fire.

Keywords: HVAC; smoke control system; design difficulties; solution

引言

随着城市化进程的不断推进, 现代建筑对舒适性、安全性与能效的要求日益提高。为此, 暖通空调与防排烟系统作为建筑设计中至关重要的组成部分, 不仅直接影响建筑内部环境的调节效果, 还在火灾发生时, 保障安全疏散与应急响应方面起着至关重要的作用。尤其是在高层建筑中, 如何在确保舒适环境的同时, 保障火灾发生时排烟系统的高效运行与安全性, 已成为设计中的关键难题, 深入探讨暖通空调与防排烟系统设计的重要性, 分析面临的主要挑战并提出相应的解决方案, 为相关领域的设计实践提供有效的参考与指导。

1 暖通空调及防排烟系统设计的重要性

1.1 提升建筑舒适性与节能性

暖通空调系统的设计对建筑的舒适性与能源效率起着至关重要的作用。在现代建筑中, 空调系统不仅负责温度调节, 还需根据建筑的使用性质及外部气候条件灵活调控空气流通与温湿度。通过合理的设计, 室内空气质量能够始终保持在最佳水平, 从而确保无论何种季节或气候条件

下, 建筑内的人员都能享受舒适的居住或工作环境。节能性已成为当代建筑设计中不可或缺的考量因素, 随着能源价格不断攀升以及环保要求的日益严格, 减少能耗与保证舒适性成为了设计的核心任务, 通过对空调系统运行模式的优化, 如采用高效热回收技术、智能温控系统及节能型设备等能耗得以大幅降低, 不仅有助于减少建筑的碳排放, 符合绿色可持续发展的目标, 而且显著降低了运营成本。在此种设计下, 暖通空调系统不仅能够提高建筑的舒适度, 还能够实现节能减排目标, 进而帮助建筑运营方节省费用, 履行社会责任。

1.2 确保火灾安全与人员疏散

在建筑设计中, 暖通空调与防排烟系统的作用远不止于日常的温湿度调节与空气质量的维护, 在火灾发生时这些系统还需保障人员的生命安全。烟雾蔓延往往是火灾致命伤害的主要原因之一, 因此, 有效控制烟气流动、确保疏散通道畅通无阻, 成为系统设计中的首要任务。防排烟系统的设计核心在于迅速清除火灾现场的有毒烟雾, 防止蔓延至建筑的其他区域, 尤其是人员疏散通道和紧急出口。

通过合理布局烟道、配置高效风机及排烟设备,烟雾蔓延的速度得以有效减缓,为人员提供一个安全的撤离空间,从而最大限度减少火灾中的人员伤亡。高效的烟气控制不仅有助于保持疏散通道的清晰通畅,同时也确保通道内的空气质量,确保人员能在清新的空气中安全迅速地撤离。与此并行,空调系统设计还必须具备火灾时的自动响应功能,以避免空调系统在火灾期间将烟雾传播到建筑的其他区域。现代智能空调系统能够实时监测烟雾浓度并自动切断通风系统,防止烟雾通过空气流动扩散。在设计过程中,还需结合建筑的人员疏散方案,合理安排排烟口与送风口的布局与流量,确保火灾发生时疏散通道不被烟雾干扰,始终畅通无阻,降低人员滞留风险,缓解因烟雾引发的恐慌情绪。

2 暖通空调及防排烟系统设计的难点

2.1 系统选择与布局的复杂性

在暖通空调与防排烟系统的设计中,系统的选择与布局是一个复杂且至关重要的挑战,尤其在大型建筑或结构复杂的场所中问题更为突出。建筑的使用功能、规模以及结构特点直接决定了所需系统的类型与配置。例如,商业办公楼、医院、住宅和工业建筑在空调与排烟需求上存在显著差异。各类建筑在空气质量、温湿度控制及排烟效果的要求各不相同,因此,设计人员必须综合考虑建筑内部结构、使用需求、人员流动、外部气候及节能目标,进而选定最合适的空调与排烟系统。在系统布局上,建筑空间规划常常对系统的布置提出巨大挑战。空调管道、排烟道及通风系统需要在有限的空间内进行合理安排,以避免相互干扰。在高层建筑中,风道与管道的走向规划尤为关键,不仅要保证每一层的空气流通与质量,同时确保排烟系统的高效性,这一设计难题需要充分考虑,过于紧凑的空间布局可能导致管道布置不畅,进而增加能耗并影响系统效率;而布局过于分散则可能使管道长度过长增加系统阻力,进一步提升能耗。另外,系统选择与布局的复杂性还表现在空调与排烟系统的协同工作上,在许多情况下这两者必须高度配合。例如,当排烟系统启动时,空调系统必须自动停止运行,避免烟雾通过空气流动扩散到其他区域。与此同时,空调系统的负荷变化也可能影响排烟系统的运行效果。因此,在设计时,需考虑空调与排烟系统之间的交互关系,确保两者的协同工作能够既满足建筑的舒适性需求,也能保障火灾等紧急情况时的安全性。

2.2 高层建筑中的排烟系统设计挑战

高层建筑的排烟系统设计面临着独特的挑战,尤其在烟雾迅速上升和楼层间烟雾隔离方面的难度较大。在高层建筑中,随着楼层的不断增多,火灾时烟气的蔓延速度显著加快,如果排烟系统设计不当,烟雾可能会迅速蔓延至多个楼层,极大增加人员逃生的难度,严重威胁生命安全。因此,如何有效控制烟气的流动,确保其快速排出且局限于火灾区域,成为高层建筑排烟设计的核心要点。高层建

筑的高度要求排烟系统具备更强的排烟能力,以便能够迅速将烟气排至建筑外部。单一排烟风机通常无法满足高层建筑的需求,必须配置多个排烟风机,每个风机需能覆盖特定楼层的排烟需求,考虑到烟气上升的特性,风道和烟道的设计需要承受更大的压力与温度,因此,耐高温、耐腐蚀的材料必须被选用,以确保系统在极端条件下能够长期稳定运行。楼层间烟雾隔离的问题同样是高层建筑排烟设计中的一大难题,特别是在多层或多功能建筑中,火灾往往发生在某一特定楼层,而烟雾可能通过楼层间的通道、风道或电梯井蔓延至其他楼层。为了防止烟雾扩散至其他楼层,设计时需要重点考虑防火门、烟道隔断及自动控制系统的配置,确保火灾区域的烟气不会进入疏散通道或其他楼层的工作与居住区域。因此,设计人员必须深入分析建筑的结构、使用功能及人员流动,以制定精准的烟气流动控制策略。高层建筑排烟系统的设计还需与其他紧急设施进行有效的协同运行,例如,排烟系统与消防系统、自动喷水灭火系统、楼梯间加压送风系统等必须紧密配合,共同保障火灾发生时的人员疏散与火灾控制。如何在设计初期充分考虑各系统之间的协调性,避免相互干扰,进而影响整体安全性,成为高层建筑排烟设计中一个重要且复杂的难点。

2.3 火灾时排烟效率与系统稳定性保障

在火灾发生时,排烟系统的效率与稳定性对保障建筑安全至关重要。该系统不仅需迅速清除浓烟和有毒气体,为人员疏散提供安全保障,还应确保在极端条件下持续稳定地运行,这要求设计师在系统选择、设备配置及操作策略方面进行全面的考量。排烟效率是系统的核心目标,在火灾中烟雾迅速蔓延,排烟系统必须具备强大的排烟能力,以尽快清除烟雾并有效降低火灾现场的温度及有毒气体浓度。为了实现这一目标,设计师需精确计算各区域的排烟需求,合理选择风机功率并通过优化风道布局,确保烟雾高效引导至排烟口。风机及风道的选型必须具备耐高温、高负荷等性能,以防止高温环境对设备造成影响,从而降低系统的排烟能力。除了排烟效率,系统的稳定性同样至关重要。火灾条件下排烟系统不仅面临高温与烟雾的挑战,还需应对高湿度、腐蚀性气体等因素的干扰,这些都可能影响设备的正常运作。为确保系统在火灾期间持续可靠地工作,应选用耐高温、耐腐蚀的材料,并在设计中实现系统冗余,保证在部分设备发生故障时,其他设备能够及时接管,确保排烟过程不受中断。例如,备用风机与自动切换控制系统的配备,能够在设备出现故障时保持系统的连续性,定期对设备进行功能检测,也是确保系统在紧急情况下最佳运行状态的重要措施。

3 暖通空调及防排烟系统设计的解决方法

3.1 综合分析与方案优化

在暖通空调及防排烟系统的设计过程中,综合分析与方案优化是确保系统高效、安全运行的核心环节,这个阶

段不仅涉及技术方案的选择,更需要根据建筑的具体情况进行深入评估,确保所选方案能够兼顾舒适性、节能性与安全性,同时尽可能降低成本与能耗。综合分析的首要任务是全面考察建筑的功能需求、结构特征、人员流动、外部气候等因素^[1]。例如,不同类型建筑(如商业大厦、住宅楼、医院等)对空调与排烟系统的需求存在显著差异,单一设计方案往往无法满足所有要求,通过细致分析这些需求,设计师可以明确系统的类型选择,决定是否采用中央空调或局部空调、选择自然通风或机械排烟,从而确保设计方案与建筑实际需求高度契合。设计师需对排烟、空调及通风系统的各个环节进行优化,以提升整体运行效率,通过优化风道布局、选择高效风机或改进空调管道配置,不仅能够显著提升系统性能,还能减少能源消耗。优化过程中还应考虑后期系统维护与调试的便利性,确保设计能够支持长期稳定运营。设备选型时也需重点关注节能效果,优先选择高效、节能设备,以降低运营成本。方案优化还需预见系统的可扩展性与灵活性,随着建筑功能的变化(如楼层用途调整或建筑整体改造),系统需要具备相应的适应能力。因此,在设计阶段应预留足够的空间与接口,为未来的扩展与改造提供便利,避免初期设计不周导致后期改造困难。

3.2 空调与排烟系统的协同设计

空调与排烟系统的协同设计在保障建筑舒适性与安全性方面,起着至关重要的作用。虽然这两个系统各自独立发挥功能,但在实际运行中它们必须紧密配合,确保整体系统的高效性与稳定性。设计中的一大挑战是如何平衡空调系统的温控需求与排烟系统在火灾时的紧急排放任务。空调系统通过强制通风调节室内温度与空气质量,而排烟系统则在火灾发生时迅速清除烟雾,防止其扩散至建筑其他区域,两者的运行方式需要兼顾以避免相互干扰^[2]。在设计过程中,空调风机与排烟风机的运作频率必须防止冲突,避免由于空调系统风量过大,或排烟系统启动时的空气流动反向,导致排烟效果受到影响或空调系统性能下降。为确保系统的协同工作,空调与排烟系统的风道布局必须特别精心设计,重点在于确保两者的管道或风道不发生交叉,以免空气流动产生不必要的干扰。在火灾发生时,排烟系统必须优先启动,而此时空调系统应自动切换至安全模式,以减少对排烟系统的干扰。空调系统的设计应与排烟系统联动,确保当火灾发生时空调风机可自动关闭,或调整风量与风向使烟雾能够迅速被排出。在排烟系统的设计中,还需要考虑空调设备在火灾情况下的负荷变化,以防高温影响空调系统的正常运行。特别是在火灾或高温环境下,空调系统的耐热性与安全性至关重要,为了提升系统的安全性,火灾自动报警与控制功能应被引入空调系统,确保在火灾发生时空调系统能够快速响应,通过切断

电源或调整风量能够保障系统的安全运行。

3.3 排烟方式的选择与设备配置

在排烟系统设计中,合理选择排烟方式与配置设备是确保火灾时迅速排烟、保障人员安全的关键。建筑类型与功能需求决定了排烟方式,而设备配置则直接影响排烟效果与系统效率,设计时需在满足排烟需求的同时,确保系统的稳定性与经济性。排烟方式分为自然排烟与机械排烟两种。自然排烟利用建筑天然通风与温差,通过排烟口和通风井将烟雾与热空气自然排出,适用于低层建筑或火灾风险较低的区域,但其效果受建筑高度、气候和布局的影响较大。机械排烟则通过风机强制排烟,适用于高层或火灾风险较大的区域,提供强大的排烟能力,能够覆盖多层次与多区域需求^[3]。设备选择中风机需具备高温抗性,确保在火灾环境中稳定运行,常用的轴流风机适用于低压、大风量场景,而离心风机适合高压、小风量场景,选型时需综合考虑排烟量、系统压力损失、噪音控制及维护便捷性。排烟口的布局应确保烟雾顺畅排出,避免受到建筑结构或环境干扰。高层建筑中,排烟口通常设置在楼顶或排烟井以保证烟雾有效排放。最后,排烟系统应进行冗余设计,配备备用风机与自动切换控制系统,确保主风机故障时备用设备能及时启用,保持系统稳定运行。

4 结语

在现代建筑设计中,暖通空调与防排烟系统的合理规划至关重要,这些系统不仅影响建筑舒适性与节能效益,还与火灾安全及人员疏散密切相关。本文探讨了暖通空调及防排烟系统设计的关键意义、主要挑战及解决方案,提出了切实可行的设计策略,特别是在系统选择、布局优化和火灾时系统稳定运行方面。随着建筑技术的进步,智能化与数字化技术将推动系统协同优化,进一步提升建筑的安全性、舒适性与能源效率。通过持续优化设计与技术创新,建筑的复杂需求将得到更好满足,为建筑的长期运营提供保障。

基金项目:河北工业职业技术大学大学生课题“双碳”背景下的建筑空调节能研究,课题编号:dsx2025001。

【参考文献】

- [1] 韦丽秋. 暖通空调及防排烟系统的设计难点及解决措施研究[J]. 建材与装饰, 2019, 11(3): 73-74.
- [2] 韩明. 暖通空调防排烟系统设计中易忽视重点问题[J]. 居业, 2020, 12(6): 23-24.
- [3] 陈众举. 暖通空调系统防排烟设计分析[J]. 中国设备工程, 2021, 13(23): 129-130.

作者简介: 刘兵红(1989.11—), 毕业院校: 沈阳建筑大学, 所学专业: 供热、供燃气、通风及空调工程, 当前就职单位: 河北开边工程设计有限公司, 职务: 设计师, 职称级别: 工程师。

基于建筑施工图设计管理的优化对策研究

马喜彦

中瀚设计集团有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]在传统建筑设计过程中, 施工图设计的管理通常由单一设计单位负责, 设计文件的流转及管理方式较为分散且沟通不足, 导致设计问题的积累, 最终可能对施工质量与工程进度产生不利影响。随着建筑行业对工程质量和项目管理水平要求的不断提升, 传统设计管理模式已无法满足现代建筑项目的复杂需求。施工图设计的准确性、文件的完整性以及设计变更的及时处理, 已成为影响施工管理效率的重要问题。随着建筑项目日益多样化发展与项目规模的扩大, 设计专业之间的协调与信息共享难题日益显现。设计过程中存在的质量控制不到位、审查流程不严谨、变更管理松散等问题, 严重影响了设计管理的效率及项目的整体推进。为应对这些挑战, 设计管理机制的建设已逐渐加强, 借助信息化手段与先进的管理理念, 建筑施工图设计管理正朝着系统化、标准化和精细化方向发展。深入分析当前建筑施工图设计管理中存在的主要问题, 并探讨通过优化管理对策提升设计管理水平, 从而为建筑项目的顺利实施提供更加坚实的保障。

[关键词] 建筑工程; 施工图设计; 设计管理; 优化对策

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16379

中图分类号: TU2

文献标识码: A

Research on Optimization Strategies Based on Construction Drawing Design Management

MA Xiyan

Zhonghan Design Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: In the traditional architectural design process, the management of construction drawing design is usually the responsibility of a single design unit. The circulation and management of design documents are relatively scattered and lack communication, leading to the accumulation of design problems, which may ultimately have adverse effects on construction quality and project progress. With the continuous improvement of the construction industry's requirements for engineering quality and project management level, the traditional design management mode can no longer meet the complex needs of modern construction projects. The accuracy of construction drawing design, completeness of documents, and timely handling of design changes have become important issues affecting the efficiency of construction management. With the increasingly diversified development of construction projects and the expansion of project scale, the coordination and information sharing challenges between design specialties are becoming increasingly apparent. The problems of inadequate quality control, lax review process, and loose change management in the design process seriously affect the efficiency of design management and the overall progress of the project. To address these challenges, the construction of design management mechanisms has gradually been strengthened. With the help of information technology and advanced management concepts, the management of construction drawing design is developing towards systematization, standardization, and refinement. In depth analysis of the main problems in current construction drawing design management, and exploration of improving design management level through optimization management strategies, in order to provide more solid guarantees for the smooth implementation of construction projects.

Keywords: construction engineering; construction drawing design; design management; optimization countermeasures

引言

建筑施工图设计管理在建筑工程项目中扮演着至关重要的角色, 直接影响着施工质量、项目进度以及最终的工程成本。随着建筑行业的迅猛发展, 项目规模不断扩大, 施工条件日益复杂, 建筑施工图设计管理所面临的挑战也愈加突出。尤其是在多专业协同工作、频繁设计变更以及日益严格的质量要求下, 如何实现高效、精准且规范化的设计管理, 已成为提升整体项目管理水平的关键。随着信息技术的飞速进步, 数字化管理及建筑信息模型(BIM)等新技术的引入, 为施工图设计管理带来了广阔的前景。

通过优化设计管理流程, 提升设计文件管理、进度控制、设计审查及协作沟通等方面的能力, 不仅能够有效提高设计质量, 还能避免设计缺陷与错误, 减少施工阶段的返工与成本浪费。因此, 建筑施工图设计管理的优化策略, 深入研究其实施, 不仅具有重要的理论价值也具有极为重要的实践意义。

1 建筑施工图设计管理的意义

建筑施工图设计是建筑设计单位开展各项工作的核心环节, 其质量直接影响施工的顺利进行, 并且在激烈的市场竞争环境中, 决定着设计单位的行业口碑与市场竞争

力。为了确保施工图在实际工程中能够有效发挥技术指导作用,提升建筑方案与施工图纸的整体设计质量至关重要,这不仅能为后续施工组织、工程变更以及竣工验收提供可靠支持,还能够保障建筑项目顺利推进。施工图设计管理不仅承担着设计流程中的技术保障职能,也是项目管理体系中至关重要的一部分,对确保建筑功能的实现、控制工程造价、提升建筑使用性能以及后期运营效率等方面起着关键作用。面对不断变化的工程需求及建筑技术的持续更新,设计单位及相关专业人员必须不断提升自身的专业水平,紧跟行业发展的步伐,积极掌握先进的建筑理论与技术手段,确保施工图设计能够适应并规范化。在实际操作过程中,设计人员不仅需严格按照相关设计规范与标准进行工作,还要注重团队的协作与智慧的融合,通过精细化管理与系统化控制,提升施工图设计管理的整体效果,最终保证工程项目能够按时完成预定建设目标。

2 建筑施工图设计管理中的关键问题分析

2.1 设计文件管理中的问题

在建筑施工图设计管理过程中,设计文件管理面临诸多现实问题,这些问题直接影响后续施工的准确性与协调性。普遍存在的难题之一是设计文件格式的不统一与命名混乱,缺乏统一的技术标准使得不同专业之间的信息识别变得困难,从而可能导致图纸理解上的偏差。文件版本管理同样是一个严重问题,尤其在图纸多次修改的情况下,许多项目未能严格进行版本控制,结果往往是施工现场误用旧图或漏用新图,进而增加了返工频率并带来了潜在的风险隐患。此外,部分设计单位在文件归档与资料移交方面缺乏系统性安排,资料整理滞后、归档范围不清晰、借阅流程不规范,这使得后期查阅与追踪工作效率低下,严重影响了项目管理的整体效率。随着数字化设计的广泛应用,设计成果大多以电子文件形式存在,但在加密、防篡改与权限管理方面缺乏有效的保障措施,致使信息容易泄露或被非法篡改。这些问题不仅削弱了设计文件作为施工依据的权威性,也暴露了施工图设计管理在基础管理层面的不足。

2.2 设计进度与质量控制中的问题

在实际的工程项目中,设计进度与质量控制之间常常存在明显的脱节,这一问题成为施工图设计管理中亟待解决的难题。部分设计单位在项目初期未能制定科学合理的进度计划,缺乏对各工作阶段的具体安排,导致整体设计进度缓慢,进而影响了施工前的准备工作。在多专业协同设计的情境下,进度不统一、交付延误等问题尤为突出,这些问题容易引发施工单位的“空转期”,从而进一步延长建设周期。另一方面,为了赶进度,部分项目往往以牺牲图纸质量为代价。在设计时间紧张的情况下,设计深度不足、细节处理不清晰、尺寸标注不明确等问题频繁出现,这直接增加了施工阶段的技术难度,并提高了返工的概率。同时,设计过程中通常缺乏有效的质量审查机制,许多设

计成果未经过充分的校核便被提交使用,导致设计缺陷在施工过程中产生更为严重的负面影响。进度压力与质量保障之间的失衡,暴露了当前设计管理体系在统筹规划、过程控制与质量监督方面仍存在显著的不足。

2.3 设计审查与修改中的问题

在施工图设计过程中,审查与修改环节往往成为影响设计质量与工程效率的瓶颈。图纸审查阶段,一些设计单位存在缺乏系统性与严谨性的问题,审查流程的不规范以及审查标准的缺乏统一性,使得潜在的错误未能在设计交付前得到及时暴露和纠正。在某些单位中,设计审查流于形式,仅仅局限于图面完整性的表面检查,而忽视了结构逻辑、节点合理性及各专业间协同性的深入核查。设计修改响应的不及时与沟通不畅,也普遍存在于实际操作中。由于各专业间协调机制的薄弱,发现问题后,修改往往陷入了推诿扯皮的状态,反馈周期过长,修改工作未能做到彻底,导致了多轮返修与反复调整,进而影响了项目的推进进度。对于业主需求或现场实际变化的调整,设计人员通常缺乏敏捷响应的能力和机制,未能在短时间内完成针对性修改,这进一步加剧了施工与设计之间的脱节现象。由此可见,这些问题暴露了设计审查与修改环节在流程、机制及执行力方面的深层次不足。

2.4 设计协作与沟通中的问题

在建筑施工图设计过程中,协作与沟通不畅常常是图纸质量问题及施工障碍的主要成因之一。建筑项目涉及多个专业,如建筑、结构、水电、暖通等,这些专业的设计内容需要高度协调与融合。在实际工作中,各专业往往各自为政,缺乏有效的协同机制,导致设计成果频繁出现冲突与脱节。例如,管线交叉、构造干涉、标注不一致等问题屡见不鲜。与此同时,设计人员之间的信息传递通常不及时,沟通渠道不畅,容易导致误解与重复劳动。特别是在项目变更或方案调整时,信息往往不能迅速同步至所有相关人员,造成设计版本的混乱。此外,设计单位与建设单位、施工单位之间的沟通也常常存在断层。需求理解偏差、反馈滞后、沟通流程不清晰等问题普遍存在,严重影响了设计工作的连续性与针对性。

3 建筑施工图设计管理优化对策

3.1 设计文件管理优化策略

在优化建筑施工图设计文件管理时,首先应当建立统一的电子文件标准体系,以确保设计文件在格式、命名、图纸编号及图例使用等方面高度一致,从而便于各环节的查阅与调用。随后,应加强文件归档与权限管理机制,明确设计文件在创建、修改、审核、归档等各个环节的操作规范,细化设计资料的归档范围、保管期限及责任人,确保信息的完整性与可追溯性。对于电子文件的管理,建议配备专业的文档管理系统,确保版本控制、权限设置及信息加密的有效实施,从而避免资料被误删或未经授权的篡

改。同时,借阅制度应当建立明确,对图纸的提取、流转及复制过程进行全程记录与审查,确保文件流通的规范性与安全性。通过系统化与规范化的管理手段,设计文件的利用效率与安全性将得以有效提高,为施工阶段的顺利推进打下坚实基础。

3.2 设计进度与质量管理优化策略

为了有效提升设计进度与质量管理,关键在于科学制定施工图设计进度计划,明确各阶段任务与完成时间,以确保设计工作能够在整体工程进程中有条不紊地推进。同时,必须建立动态的进度监控机制,对设计进展进行实时追踪与评估,及时发现潜在的延误风险,并采取相应的调整措施。在质量管理方面,应从设计初期便引入全过程质量管理理念,构建涵盖从方案设计到图纸出图各个环节的质量评估体系,确保每一阶段的成果符合规范要求^[1]。此外,强化多轮次、多层级的设计审校制度也应当成为重点,专业审核小组的设立对于重点内容进行专项把关,从而最大限度地减少设计中的缺陷与疏漏。通过并行推进进度控制与质量监管机制,不仅可以确保设计任务按期完成,而且能够提升图纸的专业性、合理性与可实施性,从而有效支持工程项目整体目标的实现。

3.3 设计审查与修改管理优化策略

为了提高施工图设计审查与修改的管理效率,必须构建一套系统化、标准化的审查流程。初步审查阶段,应明确各专业之间的接口关系与协调内容,制定统一的图纸审查标准,确保所有设计成果在逻辑结构、技术指标及规范适用方面的高度一致性。在此基础上,实施分级审查制度应成为必需,根据项目的复杂性设定不同的审查权限与关键节点,通过专业人员、项目负责人及技术总监的层级把关,确保审查的全面性与深度。在修改管理方面,必须加强设计变更的闭环控制,确保每次修改都有明确的溯源分析、原因记录以及责任归属^[2]。同时,修改版本控制及变更跟踪也必须严格执行,以防止因信息不一致而导致的返工或遗漏。为促进审查与修改过程的顺畅,建设跨部门协作平台是关键,实时共享审查意见与修改信息,将有助于提高沟通效率,确保设计调整能够迅速且高效地落实到图纸层面,最终提升审查与修改管理的精度与响应速度。

3.4 设计协作与沟通机制优化策略

在优化建筑施工图设计中的协作与沟通机制时,关键在于摒弃传统的“单线传递”信息模式,构建一个高效且扁平化的多方协作体系。通过搭建统一的数字协作平台,各专业设计单位,如结构、电气、暖通等,能够实现信息的同步更新与实时共享,从而有效避免沟通延误或信息割裂导致的图纸冲突及返工问题。此外,明确各参与方的职责范围及沟通接口,并在项目初期建立清晰的沟通流程与反馈机制,问题能够得到及时响应并解决。在具体工作实

践中,BIM等协同设计技术的应用,通过三维可视化交底与问题预判,能够有效提高设计协调性与整体协作效率^[3]。同时,定期召开跨专业联动评审会议,及时发现设计中的逻辑缺陷或接口冲突,确保在项目推进过程中实现动态沟通与优化,从而提升设计工作的系统性与执行力。

3.5 设计风险管理优化策略

在建筑施工图设计中,风险管理扮演着至关重要的角色。为了能够有效识别并规避设计过程中的潜在风险,必须构建一个全面的风险评估体系。在项目初期,通过多方会商、专家评审等方式,对可能影响设计质量、进度与成本的关键风险因素进行精准识别。对于已识别的风险,实施分级管理应当被执行,并为高风险环节制定详细的应对措施。例如,通过提高设计审核频次或加强关键部件的技术论证,风险暴露的可能性可被有效降低。同时,设计过程中的信息流动机制应当得到优化,确保设计变更及相关风险能够迅速、准确地传递给所有相关方。通过跨专业团队的协同合作,设计中的不确定性可被最大限度地减少。定期进行设计风险评估与跟踪,及时发现新风险并做出快速响应,成为确保项目顺利推进的关键环节。在此过程中,项目管理者应保持敏锐的风险识别能力,并提升团队的风险应对能力,从而全面增强设计管理的抗风险能力,保障项目的长期成功实施。

4 结语

建筑施工图设计管理在工程项目的实施过程中占据着核心地位,直接影响着工程的质量、进度以及成本控制。通过分析当前设计管理中的关键问题,提出相应的优化策略,为提升设计管理水平提供理论支持与实践指导。优化设计文件管理、进度与质量控制、审查与修改、协作与沟通等环节,不仅有助于提高设计工作的效率与质量,还能有效规避潜在风险,确保项目按计划推进。随着技术的不断发展与管理理念的逐步更新,建筑施工图设计管理的改进应与时俱进,持续完善。在未来的实践中,信息化工具的应用与跨部门协作的强化,应当得到设计单位与管理团队的更加重视,进而进一步提升设计管理的精细化水平与执行力,从而确保建筑工程项目的成功实施与可持续发展。

【参考文献】

- [1] 庄嘉宏. 基于建筑施工图设计管理的优化对策研究[J]. 中国住宅设施, 2024, 11(9): 13-15.
 - [2] 张鹏, 齐雪莲. 基于建筑施工图设计管理的优化策略[J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(4): 138-140.
 - [3] 杨亚男. 基于施工衔接的建筑施工图设计问题调整方法探讨[J]. 工程建设与设计, 2021, 13(20): 203-205.
- 作者简介: 马喜彦(1998.9—), 毕业院校: 河北工程技术学院, 所学专业: 建筑学, 当前就单位: 中瀚设计集团有限公司, 职务: 建筑设计师, 职称级别: 助理级。

建筑室内给排水消防设计及施工技术探讨

王 希

北京威斯顿建筑设计有限公司河北分公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 给排水和消防系统设计在建筑工程施工中起着至关重要的作用, 它为后续工程的顺利实施奠定了基础。随着建筑工程技术的不断进步和工程复杂性的增加, 室内给排水与消防设计的要求也愈发严格, 这对设计人员提出了更高的挑战。要应对这一挑战, 不仅需要不断提升专业知识水平, 还需对建筑工地进行详细的实地考察, 以确保设计方案的合理性和可行性, 从而实现更高质量的工程设计。

[关键词] 建筑室内给排水; 消防设计; 施工技术

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16396

中图分类号: TU8

文献标识码: A

Discussion on the Design and Construction Technology of Indoor Water Supply, Drainage and Fire Protection in Buildings

WANG Xi

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

Abstract: The design of water supply, drainage, and fire protection systems plays a crucial role in building construction, laying the foundation for the smooth implementation of subsequent projects. With the continuous advancement of construction technology and the increasing complexity of engineering, the requirements for indoor water supply and drainage and fire protection design have become increasingly strict, posing higher challenges for designers. To address this challenge, it is not only necessary to continuously improve professional knowledge, but also to conduct detailed on-site inspections of construction sites to ensure the rationality and feasibility of design schemes, thereby achieving higher quality engineering design.

Keywords: indoor water supply and drainage in buildings; fire protection design; construction technology

引言

在现代建筑设计与施工过程中, 给排水与消防系统的合理规划与实施对保障建筑功能、居住舒适度以及人员和财产安全具有重要意义。建筑室内的给排水系统不仅直接影响日常生活与生产的正常运作, 还涉及到污水排放的环保标准。而消防系统作为建筑防灾减灾体系中的核心组成部分, 其直接关系到火灾发生时的应急响应能力与灭火效果。随着城市化进程的推进以及建筑规模的不断扩大, 室内给排水与消防系统设计面临着诸多挑战, 诸如空间布局的合理性、管道安装的科学性、节水与环保需求, 以及消防设备的高效性与可靠性等问题。在实际应用中, 传统的给排水与消防系统存在许多问题。例如, 不合理的管道布置不仅浪费空间, 还可能带来渗漏的风险; 消防供水系统水压不足, 进而影响灭火效率; 自动喷水灭火系统的覆盖范围有限等问题。这些不足凸显出, 在建筑设计与施工过程中, 给排水与消防系统的优化亟待解决, 以提高系统的效率、节能性、环保性和安全性。如何提升施工技术水平, 确保系统稳定运行, 并推动其高效、可持续发展, 已成为当前建筑工程领域需要解决的一个重要课题。本文将重点探讨建筑室内给排水与消防系统的设计原则、施工技术要点及现存问题, 并结合现代科技发展趋势, 分析如何通过新材料、新技术及智能化手段来提升系统的可靠性与安全性

性, 从而推动建筑给排水与消防工程的可持续发展。

1 建筑室内给排水消防设计及施工技术的重要性

在现代建筑工程中, 建筑室内给排水与消防系统的设计与施工技术具有极其重要的作用。这些系统不仅直接影响建筑的功能性与居住舒适度, 还关乎建筑的安全性、节能效果及其可持续发展。作为建筑内的“生命线”工程, 给排水系统承担着保障居民及使用者日常用水需求的责任, 同时确保生活污水与雨水的高效排放。合理的给排水设计能够有效避免因排水不畅引起的室内积水与渗漏问题, 从而避免对建筑的使用寿命与居住环境造成不利影响。此外, 经过合理规划的系统还能提高水资源的利用率, 降低能源消耗, 并增强建筑的环保性能。消防系统作为建筑安全体系的关键组成部分, 其设计与施工质量直接决定了建筑在火灾突发情况下的应急响应能力。科学合理的消防系统能够在火灾初期迅速扑灭火源, 保护人员生命安全, 减少财产损失。室内消防给水系统包括消火栓系统、自动喷水灭火系统与消防水源等多个重要部分, 每一环节的设计与施工必须符合国家相关规范, 以确保系统在关键时刻迅速响应, 发挥应有的作用。随着现代建筑的不断发展, 智能化技术逐渐渗透到给排水与消防系统的设计与应用中^[1]。例如, 智能控制系统可以自动监测水质与水压, 从而提升给排水系统的运行效率; 智能化的消防报警与联动

系统则能大幅提高建筑管理的便捷性与安全性。这些技术的发展,进一步推动了建筑管理向更加高效、安全的方向发展。

2 当前的室内建筑给水排水消防设计现状

2.1 给排水设计问题

目前我国室内给排水系统的设计主要采用下排水方式,排水管道通常埋设在地下,卫生间和厨房的排水器具则设置在地面上。污水通过各个横向管道汇集,再由排水立管统一排出。这种传统的设计方式虽然为居民生活提供了便利,但在运行过程中仍存在一些问題。首先,排水过程中会产生噪音,影响住户的正常休息。其次,管道布局不合理,造成空间浪费,并且给防水施工带来困扰。管道铺设完成后,若出现温度剧烈变化,管道容易膨胀,与楼板发生摩擦,进而导致渗漏等问题。

2.2 消防水箱设计不合理

在实际应用中,当前室内建筑给水排水与消防系统设计存在诸多问题,其中消防水箱的设计缺陷尤为突出。许多建筑在设置消防水箱时,未能充分考虑建筑的实际需求与使用特点,导致水箱容量配置不当。这种不合理的配置可能引发两个极端问题:一方面,储水不足可能无法满足火灾发生时的灭火需求;另一方面,过大储水量则增加了建筑的承重负担,进而影响结构安全。此外,部分建筑在消防水箱选址时,未能综合考虑管网压力与水流输送效率,这样的设计会导致水箱的供水能力不足,进而影响消防系统的整体可靠性。水箱的进水管设计不当,也可能导致水体循环不畅,进而使水质容易受到污染。长时间积存的水体,可能成为细菌滋生的温床,并沉积杂质,从而影响消防系统的正常运作。更为严重的是,缺乏对消防水箱的定期检查与维护的情况在许多建筑中普遍存在,这导致了水箱在长期使用过程中出现锈蚀、渗漏或管道堵塞等问题。消防系统的应急保障能力因此极大降低,建筑的安全性与可靠性受到严重影响。

2.3 消防栓操作问题

在当前的室内建筑给水排水与消防设计中,消火栓的操作问题是影响消防安全的重要因素之一。在许多建筑中,消火栓的设置未能充分考虑实际使用需求,导致其位置设置不合理。例如,部分消火栓被装修、家具或其他设施遮挡,使得在紧急情况下,消火栓无法迅速使用,从而影响取用效率。另有一些建筑的消火栓阀门设计存在问题,如开启困难、手轮损坏或缺失等,这些问题在紧急情况下,使得使用者无法及时启用消防供水系统,进而延误灭火时机。在消火栓系统的维护管理上,部分建筑也存在疏漏,导致水带老化、接头锈蚀、阀门松动或漏水等问题,这些都大大降低了系统的可靠性与应急能力^[2]。许多建筑未对相关人员进行有效的消防培训,致使火灾发生时,许多使用者不了解消火栓的正确操作方法,甚至出现误操作,进

而引发供水不足或系统失效的情况。

3 建筑室内给排水消防设计及施工技术

3.1 自动喷水灭火系统技术要点

自动喷水灭火系统是现代建筑消防安全体系的核心组成部分,其设计与技术要点直接决定了系统的灭火效率与可靠性。在系统设计时,建筑的使用性质、火灾危险等级以及环境条件需合理考虑,以选择合适的系统类型,如湿式、干式、预作用或循环冷却系统,并确定适宜的喷头类型与布置方式。喷头的间距、流量系数以及安装高度应严格按照《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的相关要求进行,以确保在火灾初期,火源区域能够迅速覆盖,从而实现有效灭火。供水系统是自动喷水灭火系统的关键部分,必须保证水源的稳定可靠。市政供水、消防水池或高位水箱是常见的水源配置,并通过消防泵提供足够的水压,以确保喷头启动时,能够迅速喷洒并达到设计流量。管网系统的布置必须合理,主、支管的管径计算需符合供水压力损失的要求,避免因管道布局不当而导致水力不均或供水延误。控制系统在自动喷水灭火系统中同样占据重要地位,灵敏且可靠的报警阀组应被选用,并与火灾自动报警系统实现联动控制,从而提高系统的响应速度与效率。在施工阶段,质量控制也至关重要。喷头、管道、阀门及水泵等组件的安装必须确保符合标准,避免因施工缺陷造成漏水、堵塞或喷头误动作等问题。同时,按照消防规范进行水压测试与系统调试,以验证整个系统的稳定性与可靠性。

3.2 给水排水施工技术要点

建筑室内给水排水施工技术是保证建筑供水系统稳定运行与排水系统高效排放的关键环节,涵盖了管道选材、安装布局、水压控制、防渗漏处理以及施工质量验收等多个方面。在施工过程中,管材的选择需根据建筑用途、用水需求及水质条件合理进行。常见的管材包括镀锌钢管、铜管、不锈钢管、PPR管及PE管。不同材质的管材应采用相应的连接工艺,以确保管道系统的耐久性与防腐蚀能力。管道布置应遵循“短、直、少弯”的原则,以减少水头损失,提升输送效率。同时,合理的管道坡度规划也至关重要,避免气阻或积水问题影响水流的顺畅。在给水系统中,管道接口的密封性必须严格控制,使用符合规范的管件及连接方式,如螺纹连接、法兰连接或热熔焊接,确保接口稳固,杜绝泄漏隐患。此外,管道支架及固定装置的设置应符合相关规范,防止因水流压力或温度变化而导致管道震动或变形。对于排水系统,排水立管、横管及排水检查井的布置应合理,以避免存水弯设计不当引发排水不畅或水封破坏,防止臭气回流。在卫生间、厨房等重点区域,可靠的防渗漏措施必须采取。例如,管道穿越楼板的部位应使用柔性套管,并加强密封处理,以防止水渗漏至楼层结构,影响建筑安全。水压测试是施工质量控制的重要

环节^[3]。给水管道需进行水压试验,检查管道的承压能力与密封性;排水管道则应进行灌水试验,以验证排水系统的通畅性与抗渗能力。在施工验收阶段,全面检查必须严格按照《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》(GB 50242)进行,确保管道系统无渗漏、无堵塞,支架稳固、排水畅通,从而确保建筑给排水系统的长期稳定运行与使用安全。

3.3 消火栓的设计和施工要点

消火栓系统是建筑消防安全中不可或缺的重要设施,其设计与施工质量直接影响火灾发生时的应急灭火效率。在设计时,建筑的火灾危险等级、建筑的高度、面积及使用功能应被充分考虑,以合理确定消火栓的布置密度与供水能力,并严格遵循《建筑设计防火规范》(GB 50016)及《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB 50974)等相关国家标准。一般来说,室内消火栓的布置应确保能够覆盖任意火源,喷射范围内的每个着火点应能被一支水枪有效扑灭。消火栓的间距通常应控制在30~50m之间,并避免因建筑结构复杂或障碍物阻挡而影响使用效率。应将消火栓设置在容易接近且显眼的位置,如楼梯间、走廊、消防电梯前室等公共区域,并配有明显的标识,确保火灾发生时能够迅速找到。在供水系统方面,消火栓的水源可来自市政供水、消防水池或高位水箱,必须通过稳高压消防泵提供足够的压力与流量,以确保消火栓出水压力保持在0.5~0.8MPa之间,从而保证水枪能喷射到有效的灭火距离。在管道设计中,主管、支管及立管的直径应根据消防供水需求进行选择,同时应尽量减少弯头、三通等阻力元件的使用,减少水头损失,从而提升供水效率。消火栓箱内应配备标准规格的水枪、水带及接口,且水带的存放方式应合理安排,以确保消防人员在紧急情况下能够迅速取用。施工过程中,消火栓及管道的安装必须严格按照施工标准进行,连接方式应采用法兰连接、螺纹连接或焊接,以保证接口的密封性良好。此外,管道还需进行防腐处理,以延长使用寿命。安装完成后,水压测试、流量测试及系统联动调试应进行,确保消火栓系统能够正常运行,并与火灾自动报警系统及消防水泵进行联动,以便在火灾发生时及时启动,提供可靠的灭火保障。

3.4 对消防设备进行定期的保养

定期保养消防设备是确保建筑消防系统长期稳定运行、提升火灾应急响应能力的重要措施。此过程涵盖了消火栓系统、自动喷水灭火系统、消防水泵、消防水箱、报警阀组、烟感温感探测器等多个核心设施。在进行保养时,详细的检查与维护计划应制定,明确每项设备的检查周期及具体的保养要求。同时,专业培训应提供给相关人员,以确保他们掌握设备操作与维护的正确方法。对于消火栓

系统,定期检查应进行,确保其外观完好,阀门操作灵活,水枪、水带及接口完好且连接牢固。此外,水压测试应进行,确保水压符合规定标准,防止设备因长期闲置而发生老化或失效。自动喷水灭火系统的维护重点应放在检查喷头是否有堵塞、腐蚀或损坏,管道系统是否存在渗漏或气阻现象。报警阀、流量开关及压力开关的功能测试也应定期进行,确保系统能够在火灾发生时迅速启动。消防水泵作为供水系统的关键设备,空载与带载测试应定期进行,确保泵启停迅速、出水稳定。同时,电源线路、控制系统及备用电源的检查应进行,以避免因电力问题影响消防供水的正常运作。消防水箱的维护应关注水质的清洁,防止水体长期滞留而滋生细菌或积聚杂质,影响系统功能^[4]。同时,水箱的液位控制装置及进出水管的畅通性也应检查,以确保供水系统不受影响。火灾自动报警系统的保养工作应包括定期清洁探测器、进行灵敏度测试,检查控制主机功能是否正常,巡检报警线路也应定期进行,以确保在火灾发生时能够精准探测并及时报警。所有设备的保养过程必须进行详细记录,包括检查的时间、内容、发现的问题及解决的措施,形成完整的维护档案。这些工作确保消防系统始终处于最佳状态,从而提高建筑的消防安全性能,有效降低火灾带来的安全风险。

4 结语

随着建筑技术的不断进步与建筑功能的日益复杂,建筑室内给排水与消防系统的设计与施工面临着前所未有的挑战。从合理设计到科学施工,再到定期的维护保养,每一个环节都是确保建筑安全与舒适的关键。面对日益复杂的建筑需求,未来在加强给排水与消防系统设计与施工管理的基础上,新技术、新材料以及智能化手段的引入应积极推进,以提升系统的可靠性、节能性以及建筑的整体安全性能。只有通过不断地创新与实践,才能在复杂的建筑环境中有效应对多样化的需求,推动建筑行业向更加高效、安全及可持续发展的方向发展。

【参考文献】

- [1]张星光.建筑室内给排水消防设计及施工技术探讨[J].消防界(电子版),2024,10(22):66-68.
 - [2]周兵,陈家炜.建筑室内给排水消防设计及施工质量控制措施[J].住宅与房地产,2021(2):117-118.
 - [3]宿志超.建筑室内给排水消防设计及施工技术的关键研究[J].消防界(电子版),2019,5(16):42.
 - [4]文晓.建筑室内给排水消防设计及施工探究[J].北方建筑,2021,6(2):33-36.
- 作者简介:王希(1990.12—),女,职称:工程师,籍贯:河北省石家庄市正定县南楼乡孔村。

建筑土木工程中的智能施工技术及其应用

楼初南

海天建设集团有限公司, 浙江 东阳 322100

[摘要] 在城市化进程加速的背景下, 建筑行业正面临着施工周期长、资源消耗高及安全风险突出的种种挑战。智能施工技术的引入, 使得自动化与信息化手段得以深度应用, 从而有效提升施工效率、降低成本, 同时强化安全管控并推动绿色建造的实现。尽管展现出了广阔的发展潜力, 然而该技术的应用仍处于起步阶段, 技术成熟度、资金投入及专业人才储备等方面的问题仍需解决, 以加速智能施工技术的全面推广。

[关键词] 土木工程; 智能化; 施工技术

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16390

中图分类号: TU198

文献标识码: A

Intelligent Construction Technology and Its Application in Civil Engineering

LOU Chunan

Haitian Construction Group Co., Ltd., Dongyang, Zhejiang, 322100, China

Abstract: Against the backdrop of accelerated urbanization, the construction industry is facing various challenges such as long construction cycles, high resource consumption, and prominent safety risks. The introduction of intelligent construction technology enables the deep application of automation and information technology, effectively improving construction efficiency, reducing costs, strengthening safety control, and promoting the realization of green construction. Although it has shown great potential for development, the application of this technology is still in its infancy, and issues such as technological maturity, capital investment, and professional talent reserves still need to be addressed to accelerate the comprehensive promotion of intelligent construction technology.

Keywords: civil engineering; intelligentization; construction technology

引言

智能施工技术依托 BIM、物联网及机器人自动化等前沿技术, 持续推动建筑行业变革, 在提升施工效率的同时, 安全保障得到了强化, 并为节能环保目标的实现提供了有力支持。尽管显著进展已取得, 这项技术的推广仍受制于高昂的成本、技术发展不均衡以及专业人才的匮乏等问题。如何有效应对这些挑战, 促进智能施工技术的广泛应用, 已成为建筑行业亟需解决的核心课题。

1 智能施工技术的优势与不足

智能施工技术在建筑土木工程中的应用正逐步打破传统施工方式, 显著提升了施工效率、工程安全性及节能环保水平。传统建筑施工依赖大量人工操作与资源消耗, 造成施工周期长且难以提高单位经济效益。通过引入自动化设备与远程控制系统, 智能施工技术有效减轻了人工负担, 提升了施工精度。例如, 智能焊接与切割机器人通过高精度操作, 不仅大幅降低了人力成本, 还缩短了工程周期。在安全性方面, 智能施工技术大大减少了传统施工中的高风险操作, 如塔吊作业与重物吊装等。机器人和其他机械设备代替人工完成危险性较高的任务, 显著降低了事故发生的概率。同时, 智能监控系统能够全天候实时监控施工过程, 及时发现并消除潜在安全隐患, 从而有效避免资源浪费与安全事故。环保方面, 智能施工技术对节能与

环境保护做出了积极贡献, 传统施工常伴随材料浪费与环境污染等问题, 而智能技术通过精确控制能耗与施工材料的使用, 有效减少了浪费, 促进了绿色施工。例如, 智能机器人能够精确控制材料的用量, 避免了不必要的浪费, 并降低了对环境的负面影响。尽管智能施工技术具有显著的优势, 其推广仍面临一定挑战。首先, 智能设备与系统的投入费用较高, 尤其是自动化设备的采购成本, 可能对中小型施工单位形成较大的财务压力。其次, 行业内智能施工技术的应用尚在探索阶段, 技术的成熟度与普及度需要进一步提高。最后, 智能施工技术的广泛应用还受到人才短缺的制约, 建筑行业亟需加速相关人才的培养与引进, 推动技术的更好发展与应用。

2 智能施工技术的核心技术体系

2.1 建筑信息模型 (BIM) 技术

作为智能施工技术体系的核心, 建筑信息模型 (BIM) 技术正深刻改变建筑行业的施工管理方式。通过构建三维数字模型, BIM 技术将设计、施工及运营管理的各类信息进行整合, 为项目的全生命周期提供全面的数据支撑。借助这一集成化工具, 不仅能够在设计阶段实现精准的虚拟建模, 施工过程中的可视化管理也得以实现, 从而大幅提升工程的精确度与施工效率。在智能施工背景下, BIM 技术的优势尤为显著, 施工过程的提前模拟可借助 BIM 模型

进行,设计中的冲突与潜在施工难题能够被迅速识别,以便优化施工方案,减少现场作业中的错误。同时,各专业之间的协作效率因BIM技术的应用得以提升。实时更新的模型数据可被共享,传统的信息孤岛现象因此被打破,使设计、施工与运营各环节之间的信息传递更加顺畅,进而有效降低沟通成本与项目延期风险。在工程进度管理与成本控制方面,BIM同样发挥着关键作用。项目进展可通过BIM技术实时监测,各施工节点及材料消耗的精准预测亦可实现,从而提升项目管理的可视化水平。此外,依托BIM提供的实时数据支持,施工策略可被迅速调整,以确保项目按计划顺利推进。

2.2 物联网(IoT)与大数据分析

在智能施工技术体系中,物联网(IoT)与大数据分析发挥着关键作用。借助数据的采集、传输与分析,建筑项目的管理效率与精确控制能力得到了极大提升,通过在施工现场安装各类传感器与智能设备,各种实时数据(如温度、湿度、设备状态、人员位置等)能够被自动采集,并与互联网实现无缝连接,从而对施工过程进行全面监控。施工现场的动态可被实时掌握,决策者也因此能够获得关键的信息支持,从而推动精细化管理的落地实施。在这一过程中,大数据分析的作用尤为显著。大量施工数据经过深入挖掘与分析后,潜在风险点得以识别,施工进度可被精准预测,资源配置的优化也随之得以实现。例如,设备运行状态的数据可被系统分析,设备故障的早期迹象能够被提前发现,从而避免突发停工,减少因设备问题带来的时间与成本损失。针对工程进度,施工阶段的时间安排可通过大数据分析进行合理规划,工期延误的风险也因此降低。在安全管理方面,物联网与大数据的结合同样发挥了重要作用,施工现场的各类数据可被系统实时监测,一旦安全隐患出现,警报将被立即触发。此外,基于大数据分析所得的结果,针对性的预防措施得以制定,从而有效提升施工现场的安全性。

2.3 机器人与自动化施工技术

机器人与自动化施工技术作为智能施工体系的核心,正逐步颠覆传统的建筑施工模式。随着科技的持续进步,这些技术在建筑领域的应用范围不断扩展。从焊接、切割到装配、搬运,各类任务均可由机器人高精度、高效率地完成,施工质量与进度因此得到了显著提升。相比于人工操作,机器人不仅具备长时间高强度作业的能力,还能降低人为失误的发生率,同时在复杂或危险的环境中顺利执行任务,施工事故的风险因此被有效减少。自动化施工技术的应用,使施工过程的机械化操作与远程控制成为可能。现代化设备与智能系统的集成,使得自动化混凝土浇筑设备能够精准控制材料的用量与分布,从而减少浪费并提升施工均匀性。此外,无人驾驶运输车的应用,使得材料搬运工作能够自动完成,施工现场的作业效率因此得到进一

步提升。随着机器人与自动化技术的深入应用,建筑施工正向智能化方向加速发展,这些技术不仅优化了施工流程,还推动了工程管理向高效与安全的目标迈进。同时,由于机器人与自动化施工的广泛应用,大量劳动力成本得以节省,行业面临的人力资源短缺问题也得到一定程度的缓解。尽管在部分领域,技术瓶颈与成本因素仍然制约着其推广,但随着科技的不断突破与普及,机器人与自动化施工在建筑土木工程中的应用前景依然广阔。

2.4 无人机与3D激光扫描技术

无人机与3D激光扫描技术在智能施工中的应用日益广泛,已成为提升施工质量与效率的关键手段,尤其在精确度监控、进度跟踪及质量保障方面发挥着重要作用。搭载高精度摄像设备与传感器的无人机,可实时采集施工现场的高清图像与视频,高效完成空中勘察和巡视。项目管理者借助这些数据,不仅能够获得施工现场的全景视图,还能精准监测工程进展,潜在问题由此得以及时发现,确保项目按计划推进。与此同时,3D激光扫描技术通过激光束扫描施工区域,实现空间数据的快速获取,并生成高精度的三维模型。施工前,设计与现场条件的一致性得以验证;施工过程中,各类误差可被精确检测,以确保每道工序符合设计标准。相较于传统手工测量方法,该技术显著提升了测量精度与效率,同时减少了人为误差,节省了大量时间与人力。无人机与3D激光扫描技术的结合,使施工团队能够实时监测建筑进度,精准识别施工中的偏差,这种数据驱动的管理方式大幅增强了施工现场的可视化程度,使潜在风险得以提前预警,从而有效避免错误积累与重复作业。

2.5 增材制造(3D打印)与智能装备

增材制造(3D打印)与智能装备在智能施工领域中展现出变革性潜力,正引领建筑行业朝着更灵活、高效与创新的方向发展。通过逐层叠加材料,增材制造能够精准地根据数字模型构建建筑构件,显著缩短施工周期并提升设计自由度。与传统施工方式相比,增材制造减少了对人工及机械设备的依赖,降低了材料浪费,并在应对复杂和个性化设计需求时展现出独特优势。结合智能装备与增材制造技术,建筑施工的智能化水平得到了进一步提升。集成的传感器与控制系统在施工过程中自动调节温度、压力及材料流动,确保每个操作的精准执行,从而减少施工误差并提高安全性。在实时监控与调整的支持下,智能装备避免了资源的浪费,优化了施工质量。这一技术的应用不仅显著提高了施工的精确度与效率,还极大拓展了建筑设计的边界,为施工提供了更为灵活且可持续的方案。随着相关技术的不断发展,增材制造与智能装备的结合将在未来得到更广泛的应用,推动智能施工技术的进一步普及。

2.6 人工智能(AI)与智能决策系统

人工智能(AI)与智能决策系统在智能施工技术中的

作用愈加突出,推动着建筑行业从传统依赖经验的模式转向数据驱动的精细化管理。借助机器学习与深度学习等先进算法, AI 不仅能够高效处理大量施工数据,还具备趋势预测、风险评估与决策优化等能力。例如,在施工现场, AI 可以分析历史数据,识别潜在的安全隐患,并发出预警,使施工方能够及时采取预防措施,显著降低发生的风险。此外,基于不同施工场景的模拟, AI 能够预测工程进度与资源需求,帮助项目管理者优化决策,避免因资源分配不当或时间安排失衡带来的成本增加与进度延误^[1]。智能决策系统依托 AI 技术,将实时数据、历史信息及外部变量整合成高度智能化的决策支持平台。在施工过程中,系统能够综合各类因素,自动调整施工策略,如优化工期安排、调整施工顺序,甚至在突发情况发生时迅速提供解决方案。这种动态调控能力不仅增强了施工管理的灵活性,还确保了项目高效推进。

3 智能施工技术的工程应用

3.1 智能施工管理与进度控制

智能施工管理与进度控制作为智能施工技术的核心应用,已在实际工程中通过数字化与自动化手段,得以实现施工流程的精准管理与高效推进。传统的施工进度控制主要依赖人工经验与手工记录,这不仅容易受到人为因素的影响而产生误差,还难以适应复杂的施工环境及不断变化的工期要求。与之相比,智能施工管理通过借助建筑信息模型(BIM)、物联网(IoT)及大数据分析等先进技术,能够实时监控项目各环节,确保施工按计划进行。通过集成管理系统,施工现场各类数据被实时上传至云端,项目管理人员得以随时随地访问并分析相关信息。这种即时共享与高度透明化的数据处理方式,有助于迅速识别潜在的延误、资源调配问题或质量控制隐患,从而采取针对性措施加以解决,有效降低了损失。例如,智能调度系统能够依据实时数据,动态调整施工人员与设备配置,合理优化资源使用,确保各施工阶段有序推进^[2]。此外,智能施工管理系统还通过运用人工智能算法预测并优化施工进度,为项目管理提供科学决策支持。结合天气、人员配置、设备运行等多种因素,系统能自动调整施工计划,提前识别可能影响工期的风险,并给出应对策略。通过这种方式,不仅施工效率得到了提升,项目顺利推进的保障也更加有力。

3.2 智能测量与实时监测系统

智能测量与实时监测系统在现代建筑施工中的应用至关重要,核心在于精准采集并分析施工现场的各类数据,

从而保障工程质量与进度的可控性。传统的测量方式依赖人工操作,精度受限且存在时间滞后,难以满足复杂施工环境的需求。相比之下,智能测量技术结合物联网(IoT)、传感器系统及大数据分析,能够实时监测施工现场关键参数,如结构变形、温湿度、应力应变等,并通过云端平台集中处理与分析。在实际应用中,智能测量系统借助高精度传感器自动检测混凝土硬化进程或钢筋的应力状态,持续追踪各构件的物理变化。一旦系统识别出异常情况,警报将立即发出,提示工程人员及时干预,避免安全隐患的积累。此外,实时监测技术结合无人机巡检与3D激光扫描,能够快速采集空间数据,生成高精度三维模型,确保施工过程严格符合设计规范^[3]。借助智能测量与实时监测系统,施工团队得以全面掌握现场动态,确保各项技术指标始终维持在合理范围内。该技术的应用不仅有效提升了施工精度与效率,也显著降低了因人为因素或技术缺陷引发的潜在风险,保障了建筑工程的稳步推进与高质量交付。随着相关技术的不断演进,智能测量与实时监测系统将在未来建筑施工中发挥更加不可替代的作用。

4 结语

智能施工技术正深刻变革建筑土木工程领域,在提升施工效率的同时,安全管理得以有效增强,并促进节能环保目标的实现。BIM、物联网及机器人自动化等先进技术的广泛应用,使得施工过程向高效、精准和可持续方向不断优化。然而,高昂的技术成本、推广难度以及专业人才的短缺,仍然是当前智能施工普及过程中亟待解决的关键问题。未来,技术研发力度的加大和实践应用的广泛落地将成为行业发展的关键,同时,人才培养的加强也是加速智能施工体系全面构建的重要保障。作为建筑行业转型升级的重要引擎,智能施工技术无疑正在引领行业迈向更高效、智能、绿色的发展模式。

[参考文献]

- [1]徐天达. 建筑土木工程中的智能施工技术及其应用[J]. 智能建筑与智慧城市, 2025(3): 122-124.
 - [2]张妍睿. 智能建造技术在土木工程施工中的应用与前景展望[J]. 中国住宅设施, 2025(1): 241-243.
 - [3]白文生. 基于智能化土木工程施工技术的创新运用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(2): 110-112.
- 作者简介: 楼初南(1986.8—), 男, 毕业院校: 天津大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 海天建设集团有限公司, 职务: 项目经理。

阻燃及耐火线缆选型探讨

杜胜飞

中核第四研究设计工程有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 阻燃及耐火线缆作为现代建筑工程防火体系的重要组成部分, 合理选择线缆阻燃类别可显著提升电气系统运行的安全性和可靠性。此文基于 GB 51348—2019、GB/T 19666—2019、GB 50217—2018 等国家标准及国际规范 (如 IEC 60332), 系统分析阻燃与耐火线缆的技术特性、分类标准及工程应用场景, 为工程设计提供理论支撑与实践参考。

[关键词] 阻燃线缆; 耐火线缆; 矿物绝缘电缆; 燃烧性能; 工程防火

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16383

中图分类号: TM24

文献标识码: A

Discussion on the Selection of Flame-retardant and Fire-resistant Cables

DU Shengfei

The Fourth Research and Design Engineering Corporation of CNNC, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Flame retardant and fire-resistant cables are important components of modern building fire protection systems. Reasonable selection of cable flame retardant categories can significantly improve the safety and reliability of electrical system operation. This article is based on national standards such as GB 51348-2019, GB/T 19666-2019, GB 50217-2018, and international specifications (such as IEC 60332) to systematically analyze the technical characteristics, classification standards, and engineering application scenarios of flame-retardant and fire-resistant cables, providing theoretical support and practical reference for engineering design.

Keywords: flame retardant cables; fire resistant cables; mineral insulated cables; combustion performance; engineering fire prevention

引言

伴随城市化进程的不断加快, 高层建筑、地下交通及工业设施的电气火灾风险显著增加。据统计, 2024 年电气火灾直接经济损失达 26.3 亿元, 占全国火灾总损失的 42.6%, 是各类火灾中损失占比最高的类型, 其中电缆故障占比高达 60%~80%。盲目选择高阻燃类别电缆无形中增加建设成本, 而错选低阻燃类别则可能引发火灾等造成重大损失。合理选择电缆阻燃类别需综合建筑性质、敷设环境及国家标准, 通过分级防控实现火灾风险最小化。

1 阻燃

阻燃电缆的定义为: 在符合相关标准的燃烧试验条件下, 当外部火源撤离后, 该电缆试样的火焰传播范围可控制在限定区域, 并具备自熄灭特性, 从而有效实现火焰抑制与火势蔓延控制的功能。阻燃性能取决于护套材料, 其核心特征表现为通过材料改性技术赋予电缆在受热条件下形成炭化阻隔层, 进而达到延缓燃烧进程和阻断热传递的防火效能。

1.1 阻燃类别

根据 GB/T 19666—2019《阻燃和耐火电线电缆或光缆通则》及 IEC 60332-3-25:2009, 采用 GB/T 18380.11~36—2008《电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验》, 阻燃电缆分为 A、B、C、D 四类, 其中 A 类阻燃性能最高, 依次递减, 详见表 1。

表 1 阻燃电缆分类 (成束阻燃性能要求)

类别	供火温度 (℃)	成束敷设电缆的非金属材料体积 (L/m)	供火时间 (min)	焦化高度 (m)	自熄时间 (h)
A	≥815	≥7	40	≤2.5	≤1
B		≥3.5			
C		≥1.5	20		
D		≥0.5			

注: D 级标准仅适用于外径不大于 12mm 的绝缘电缆。

1.2 阻燃类别的选择

通过对同一路径 (环境) 中敷设的每米成束电缆所含非金属材料总体积进行统计计算, 从而确定相应的阻燃类别。

不同阻燃类别相对应的电缆根数, 依据下式进行计算:

$$N=VS/V$$

式中: N—不同阻燃类别相应的线缆根数;

VS—不同阻燃类别规定每米线缆所含非金属材料容量 (L/m);

V—每米线缆所含非金属材料容量之和 (L/m)。

工程实践中, 配电室配出线缆往往较多, 且截面不尽相同。需要对电缆的非金属材料总体积统计, 需对输配电设备中电缆本体所含非金属组件 (包括绝缘层、护套及填充物等) 的总体积进行计算, 确定电缆需要选用何种阻燃类别, 同时根据电缆在线槽内的占空比确定桥架需选用的规格及数量。对于 TN-C-S 系统采用的 4 芯等截面电缆, 以 0.6/1kV 交联聚乙烯绝缘电缆为例: YJV-0.6/1kV

$-4 \times 16\text{mm}^2$ 直径为 20.6mm, 非金属含量: 0.269L/m;
YJV-0.6/1kV- $4 \times 150+1 \times 95\text{mm}^2$ 直径为 48mm, 非金属含量:
1.289L/m; (以上基础数据摘录《工业与民用供配电设计
手册(第四版)附录 C 表 C-3》);

表 2 不同截面电缆阻燃类别选择

电缆规格 (mm^2)	电缆根数	非金属含量 V (L/m)	阻燃类别
YJV-0.6/1kV- 4×16	26~52	7.2~13.9	A
YJV-0.6/1kV- 4×16	14~26	3.8~6.9	B
YJV-0.6/1kV- 4×16	6~13	1.6~3.5	C
YJV-0.6/1kV- $3 \times 150+1 \times 95$	6~10	7.7~14.1	A
YJV-0.6/1kV- $3 \times 150+1 \times 95$	3~5	3.9~6.4	B
YJV-0.6/1kV- $3 \times 150+1 \times 95$	2	2.6	C

根据上表, $3 \times 150+1 \times 95$ 电力电缆仅 6 根就达到了 A 级的非金属含量, 随电缆导体截面积的增加, 相同阻燃类别且采用同一路径敷设的条件下, 其允许配置的最大线缆数量将相应减少。尤其当电缆截面较大时, 同路径仅敷设数根电缆就超过了这个规定, 对应的办法仅仅是将其分成数个电缆束或在电缆托盘中设纵向隔板等消极措施。实际工程在阻燃等级选型过程中, 部分电气工程师对该环节存在明显疏漏, 未能给予充分重视。

1.3 电缆燃烧性能分级

通过电缆在受火条件下的火焰蔓延、热释放和产烟特性进行主分级, 依据 GB 31247—2014《电缆及光缆燃烧性能分级》, 阻燃级别由原来的 A、B、C、D 级改划分为 A、B1、B2、B3 级。

附加信息包括燃烧滴落物/微粒等级 (d0、d1、d2 三

个级别)、烟气毒性 (t0、t1、t2 三个级别)、和腐蚀性等级 (a1、a2、a3 三个级别) 指标。

1.4 阻燃电缆选择容易忽略问题

(1) 在桥架内进行电缆敷设时, 需要充分考虑后续增加线缆的情形, 确保即便在增加线缆后, 仍能够满足相应的阻燃等级要求。基于上述考量, 建议依据近期工程实施过程中非金属材料实际占用体积情况, 预留百分之二十的余量。

(2) 阻燃线缆必须明确标注阻燃等级, 若未进行标注, 则默认为 C 级。

(3) 在同一线缆通道内敷设的电缆, 其阻燃等级应保持一致。

(4) 在选用低烟无卤或无卤型阻燃电缆时, 需特别注意的是此类产品的阻燃等级通常仅达到 C 级标准。当工程应用对阻燃性能提出更高要求时, 建议优先选用配备阻燃隔氧层的电缆产品, 或采用辐照交联聚烯烃绝缘及护套结构的特种阻燃电缆解决方案。

(5) 非必要场景避免过度选择 A 级电缆, 可通过改变路径、设置隔板等方式降低阻燃类别从而降低成本。如某项目采用电缆桥架内敷设数量超出标准试样非金属体积限制 (7L/m), 实际阻燃等级为 C 类, 通过增加防火隔板降低电缆成本。

2 耐火

耐火线缆是指在规定实验条件下, 该电缆具备在经火焰灼烧测试的特定时长内维持其正常运行的功能特性。

2.1 特性分类

依据 GB/T 19666—2019《阻燃和耐火电线电缆或光缆通则》耐火电缆按耐火特性分为 N、NJ、NS 三种。

表 3 电缆燃烧性能等级判据

燃烧性能等级	说明	试验方法	分级判据
A	不燃电缆	GB/T 14402	总热值 $\leq 2.0\text{MJ/kg}^a$
B1	阻燃 1 级电缆	GB/T 31248—2014 (20.5kW 火源) 且	火焰蔓延 $\leq 1.5\text{m}$; 热释放速率峰值 $\leq 30\text{kW}$; 受火 1200s 内的热释放总量 $\leq 15\text{MJ}$; 燃烧增长速率指数 $\leq 150\text{W/s}$; 产烟速率峰值 $\leq 0.25\text{m}^3/\text{s}$ 受火 1200s 内的产烟总量 $\leq 50\text{m}^3$
		GB/T 17651.2 且	烟密度 (最小透光率) $\geq 60\%$
		GB/T 18380.12	垂直火焰蔓延 $\leq 425\text{mm}$
B2	阻燃 2 级电缆	GB/T 31248—2014 (20.5kW 火源) 且	火焰蔓延 $\leq 2.5\text{m}$; 热释放速率峰值 $\leq 60\text{kW}$; 受火 1200s 内的热释放总量 $\leq 30\text{MJ}$; 燃烧增长速率指数 $\leq 300\text{W/s}$; 产烟速率峰值 $\leq 1.5\text{m}^3/\text{s}$ 受火 1200s 内的产烟总量 $\leq 400\text{m}^3$
		GB/T 17651.2 且	烟密度 (最小透光率) $\geq 20\%$
		GB/T 18380.12	垂直火焰蔓延 $\leq 425\text{mm}$
B3	普通电缆		未达到 B2 级

表 4 耐火电缆分类

代号	名称	供火时间+冷却时间 (min)	冲击	喷水	合格指标
N	耐火	90+15	—	—	2A 熔丝不
NJ	耐火+冲击		√	—	熔断
NS	耐火+喷水		—	√	指示灯不熄

2.2 应用范围

NJ 类：需在燃烧时承受机械冲击，适用于需抵抗外部机械应力的场景（如隧道、桥梁等）

NS 类：在燃烧后需通过水喷射试验，保障消防喷淋时的线路完整性，适用于高层建筑消防系统。

耐火时间默认 90 分钟，特殊工况（如核电站、化工厂）可与制造商协商延长。

3 选择要点

电缆阻燃类别的选择需基于建筑类型、敷设环境及安全需求，科学匹配阻燃等级和附加性能（如烟气毒性、燃烧滴落物等），以最大限度降低火灾风险。耐火电缆必须同时满足阻燃性能（如 A、B、C 类），避免电缆本身成为火势蔓延载体。标准明确耐火电缆的护套及填充材料需通过成束燃烧试验（如 A 类非金属含量 $\leq 7\text{L/m}$ ，碳化范围 $\leq 2.5\text{m}$ ），且燃烧滴落物需符合 d0-d2 分级。

3.1 相关规范要求

GB 51348—2019《民用建筑电气设计标准》13.9.1 条规定：

为防止火灾蔓延，根据建筑物的使用性质、火灾扑救难度等因素选择相应燃烧性能等级的电力电缆、通信电缆和光缆，具体要求如下：

（1）超 100m 的建筑高度的公共建筑应选择燃烧性能 B1 级及以上、产烟毒性 t0 级、燃烧滴落物/微粒等级为 d0 级的电线和电缆；

（2）避难层（间）内明敷设的电线及电缆选型应符合下列要求：其燃烧性能等级不应低于 B1 级、产烟毒性等级须达到 t0 级、燃烧滴落物/微粒等级应满足 d0 级标准的电线和 A 级电缆；

（3）一类高层民用建筑中涉及金融业务场所、省级电力调度中心、省（市）级广播电视发射台站、通信枢纽机房及人员密集型公共活动场所等重要功能区域，其电气线路敷设所采用的电线电缆产品燃烧性能等级应达到的 B1 级难燃标准，同时需满足产烟毒性分级 t1 级、燃烧滴落物/微粒分级 d1 级的技术要求；

（4）其他一类公共建筑中所使用的电线及电缆，其燃烧性能等级不应低于 B2 级，产烟毒性等级应为 t2 级，且燃烧滴落物/微粒等级不应低于 d2 级；

（5）长期有人滞留的地下建筑应选择烟气毒性为 t0 级、燃烧滴落物/微粒等级为 d0 级的电线和电缆；

GB 55036—2022《消防设施通用规范》12.0.16 条规定：

火灾自动报警系统的供电线路、消防联动控制线路应

采用燃烧性能不低于 B2 级的耐火铜芯电线电缆，报警总线、消防应急广播和消防专用电话等传输线路应采用燃烧性能不低于 B2 级的铜芯电线电缆。

GB 55037—2022《建筑防火通用规范》10.2.2 条规定：

地铁工程中的地下电力电缆和数据通信线缆、城市综合管廊工程中的电力电缆，应采用燃烧性能不低于 B1 级的电缆或阻燃型电线。

3.2 应用举例

高危场所（核电站、油库）：选用 A 类阻燃+无卤低烟（WDZA）电缆，耐火等级 NJ 或 NS，附加指标满足 d0（无滴落）、t0（无毒性） 避免高温熔融物引燃设备；

民用建筑：消防电梯与应急照明线路推荐 B1 级阻燃+NS 类耐火，耐火时间与建筑逃生预案匹配；

医疗场所：某医院改造中，手术室供电线路采用 B1 级无卤低烟电缆（WDZA-YJY），透光率 $>60\%$ ，减少火灾时有毒气体释放。

轨道交通：地铁隧道选用 B1 级耐火电缆，附加 d0 和 t0 指标，防止隧道内火势蔓延。

数据中心：核心机房水平布线采用 B1 级，垂直布线提升至 A 级，确保火灾时数据传输不中断。

4 阻燃和耐火线缆的使用误区

4.1 混淆阻燃等级与燃烧性能分级标准

GB/T 19666—2019 的阻燃 A、B、C 类与 GB 31247—2014 的 A、B1、B2、B3 燃烧性能横向对应，误认为 B1 级等同于 B 类阻燃。但实际上这两个标准的分级方法和试验条件是完全不同的。GB 31247 侧重单根电缆燃烧特性（如热释放量、烟气毒性），而 GB/T 19666 要求成束敷设阻燃能力，二者需独立验证并叠加满足。

如某商业综合体设计中，设计师要求所有电缆达到 GB 31247 的 B1 级（低烟），但未同步验证其成束阻燃性能是否符合 GB/T 19666 的 A 类（非金属含量 $\leq 7\text{L/m}$ ），导致火灾后碳化范围超限，无法抑制火势蔓延。

4.2 忽视“低卤”与“无卤”电缆的场景适配性

在密闭空间（如地铁隧道）选用低卤低烟阻燃电缆，导致火灾时释放大量卤酸气体造成人员窒息。

如某地铁项目初期设计采用低卤 ZC 类电缆，后经模拟试验发现烟气透光率仅 30%（标准要求 $\geq 60\%$ ），最终改为无卤 WDZA-YJY 型电缆，烟气毒性指数达到 t0 级，满足逃生通道可视性需求。

4.3 耐火电缆选型忽略附加机械或喷水条件

民用建筑消防系统统一选用普通耐火电缆（N 类），未区分 NJ（机械冲击耐火）与 NS（喷水耐火）类别。隧道、桥梁等振动场景需选择 NJ 类耐火电缆，而消防喷淋区域应选用 NS 类（通过水喷射试验）。

如某高层建筑消防水泵线路选用 NS 类电缆（仅满足喷水耐火），但未考虑电缆井内机械振动环境，火灾时电

缆因外力断裂失效,违反 GB/T 19666 中 NJ 类要求(需通过 GB/T 19216.21 机械冲击试验)。

4.4 误将耐火电缆等同于阻燃电缆

误认为耐火电缆(如 NH-YJV)自带阻燃功能,未额外要求阻燃性能,导致火灾时电缆成为火势蔓延载体。

如某数据中心核心机房采用 B1 级耐火电缆,但未通过 GB/T 19666 的成束阻燃试验(A 类),火灾时电缆护套燃烧加剧火情。

4.5 忽略电缆标识与检验的强制关联性

仅依据型号前缀(如“ZC-”或“N-”)判断性能,未核查第三方检测报告中的实际参数(如滴落物 d0-d2、毒性 t0-t3)。

如某医院项目采购标注“WDZAN-YJY”电缆,但检测发现烟气毒性为 t2 级(CO 浓度超限),违反 GB 31247 的 t0 级要求,需重新采购。

5 结束语

电缆阻燃与耐火类别的科学选型,是构筑电力系统安全防线的核心。在火焰与时间赛跑的生死瞬间,电缆的燃烧特性直接决定了火势蔓延的速度与灾害后果的边界。阻

燃电缆如同“防火墙”,通过非金属材料限容与碳化范围控制,有效阻滞火焰传播路径,为人员疏散赢得黄金时间;而无卤低烟阻燃电缆(WDZA 型)更将烟气透光率提升至 60%以上,在密闭空间中为生命通道保留可视性,避免次生窒息风险。

耐火电缆则是“生命线的守护者”,其核心价值在于火灾中维持关键系统的持续运行;NJ 类电缆在火焰下承受机械冲击,NS 类则通过水喷射试验,保障消防喷淋时线路完整。在火场中维持供电,确保生命保障设备不中断。

唯有将标准规范与工程实践深度融合,方能在安全与经济的天平上找到最优解,让电缆在烈焰中既成为阻燃的盾,亦化作通电的剑。

[参考文献]

- [1]李伟.建筑电气设计中阻燃耐火电线电缆的应用分析[J].建筑·建材·装饰,2019(9):162.
- [2]刘东海,祁亚东.阻燃和耐火线缆在工程设计中的应用[J].智能建筑与城市信息,2012(6):3.

作者简介:杜胜飞(1991.7—),男,工程师,中核第四研究设计工程有限公司。

轻钢结构检测鉴定与加固方法研究

王 雷

河北天博建设科技有限公司, 河北 保定 071000

[摘要]轻钢结构因其轻质、节能以及高效性能,广泛应用于高层建筑、工业厂房等多个领域。随着时间的流逝和环境条件的变化,轻钢结构常常会出现腐蚀、变形等问题,从而对其安全性构成潜在威胁。目前,现有的检测与加固方法已在一定程度上得到了应用,但在实际操作中,如何选择最适合的技术与方案,仍需进一步探讨。通过深入分析常见的故障类型及加固技术,为轻钢结构的长期维护提供理论支持。

[关键词]轻钢; 结构检测鉴定; 加固方法

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16380

中图分类号: TU391

文献标识码: A

Research on Testing, Identification, and Reinforcement Methods for Light Steel Structures

WANG Lei

Hebei Tianbo Construction Technology Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071000, China

Abstract: Light steel structures are widely used in various fields such as high-rise buildings and industrial plants due to their lightweight, energy-saving, and high-efficiency performance. With the passage of time and changes in environmental conditions, light steel structures often experience problems such as corrosion and deformation, posing potential threats to their safety. At present, existing detection and reinforcement methods have been applied to a certain extent, but in practical operation, how to choose the most suitable technology and solution still needs further exploration. By conducting in-depth analysis of common types of faults and reinforcement techniques, theoretical support is provided for the long-term maintenance of light steel structures.

Keywords: light steel; structural inspection and identification; reinforcement method

引言

轻钢结构凭借其轻质、高强度以及施工便捷等优势,已在现代建筑中得到广泛应用。随着使用年限的增长,轻钢结构常面临腐蚀、疲劳、裂缝等问题,这些问题不仅影响结构的安全性,还可能缩短其使用寿命。如何有效进行检测、鉴定与加固,已成为确保建筑安全的关键议题。探讨轻钢结构的检测技术、常见故障的分析及加固方法,以为提升结构的安全性和延长使用寿命提供有力的技术支持。

1 轻钢结构的检测与鉴定技术

1.1 轻钢结构的基本特点与应用

轻钢结构是一种采用冷弯工艺成型、以薄壁型钢为主要承重构件的建筑结构体系,其显著优势包括自重轻、强度高、施工便捷以及绿色环保。构件通常在工厂预制,精度较高,可实现快速拼装,显著缩短施工周期,提高施工质量。在结构体系上,轻钢结构通过墙体和楼盖的共同作用,形成了“板-壳”式稳定结构模式。节点之间通过螺栓连接、焊接或自攻螺钉连接,赋予整体结构良好的刚性与整体性,能够满足多种荷载条件下的建筑需求。在实际应用中,轻钢结构被广泛应用于低层及多层住宅、办公楼、教育设施、工业厂房、物流仓库等领域,尤其适合对施工周期较短及环保要求较高的项目。随着绿色建筑理念和装配式建筑的推广,轻钢结构的应用范围不断扩展,在抗震

性能、模块化建造、资源节约以及结构适应性方面的优势,特别是在复杂地质条件下以及特殊使用需求的建筑场景中,展现出了更大的应用潜力。

1.2 轻钢结构的检测与鉴定技术概述

轻钢结构的检测与鉴定技术通过多种手段评估其整体性、受力性能和耐久性,确保长期安全使用。常见的检测方法包括视觉检测、无损检测和结构健康监测,每种方法针对不同类型的损伤提供独特诊断,而鉴定方法结合现场检测与理论分析,全面评估结构的安全性与耐久性。视觉检测是最基础且广泛应用的方法,主要用于识别表面问题,如腐蚀、裂缝和变形,通过仔细检查结构外表,检测人员能够标记出可见的缺陷,为精细检测提供基础。然而,视觉检测只能发现表面问题,难以探测内部损伤。无损检测技术通过声波、电磁波等物理量变化,无需破坏结构即可评估内部状况。例如,超声波检测可评估焊接接头,雷达检测能够识别裂缝与空洞,为结构健康提供详细的数据支持,帮助精确判断损伤类型与严重程度。随着智能技术发展,结构健康监测逐渐成为核心工具,通过布设传感器并结合实时监测系统,可以持续跟踪变形、应力、温度等关键指标进行实时诊断和预警,支持及时维修,延长结构寿命。轻钢结构鉴定通常在使用多年后、发生损伤或改扩建前进行。鉴定结合现场检测与理论分析,采用多维度评

估,常见手段包括承载力复核、性能评估与构件状态判定。通过比对现场数据与设计参数,全面判断结构的安全性。鉴定依据《工业建筑可靠性鉴定标准》(GB50144)、《建筑结构可靠性设计统一标准》(GB50068)及《既有建筑结构检测与评定标准》(GB/T50344)等规范,确保科学性与准确性。近年来,有限元分析与性能化评估技术的引入,提高了鉴定精度,尤其在评估轻钢结构复杂节点与连接件的局部受力情况时,增强了判断的可靠性。

2 轻钢结构常见问题与故障分析

2.1 腐蚀、疲劳与裂缝分析

在轻钢结构的长期使用过程中,腐蚀、疲劳与裂缝等问题常常对结构的安全性及使用寿命造成影响。腐蚀是最常见的损伤类型之一,尤其在潮湿或盐雾环境中,钢材表面的防护层容易被破坏,裸露的钢材与空气中的水分及氧气反应,生成氧化物并引发锈蚀。随着腐蚀的进一步发展,钢材的强度会逐渐降低,连接部位可能出现松动或局部失稳,从而影响整体结构的稳定性。疲劳损伤则源于结构长期承受周期性荷载,尤其是风荷载与地震荷载等波动较大的外力。材料中积累的长期循环应力,会在结构中逐步形成疲劳裂纹。尽管这些裂纹在初期可能较小,但随着应力的不断循环,裂纹会逐渐扩展,最终可能导致结构的局部或整体失效。连接部位、焊接接头及应力集中区域常常是疲劳损伤的高发区域,因此设计时需要特别关注这些薄弱环节。裂缝问题通常与结构变形、超载或施工质量相关,随着轻钢结构的使用,外部荷载的变化、温度波动或施工瑕疵可能导致某些部位产生微小裂缝。虽然初期这些裂缝可能难以察觉,但若未及时修复,它们将逐渐扩展,进而带来潜在的安全隐患。特别是在受力集中的区域,裂缝扩展速度较快,直接影响承载能力与稳定性。腐蚀、疲劳与裂缝是轻钢结构常见的主要故障类型,问题的发生不仅受环境因素的影响,还与设计、施工及后期维护的质量密切相关。为了有效应对这些问题,必须采用科学的检测与监测手段,及时发现潜在故障并进行修复,从而确保结构的长期稳定性与安全性。

2.2 轻钢结构变形与节点失效分析

在实际应用中,轻钢结构常常面临结构变形与节点失效等问题,这些问题不仅影响结构的力学性能,还可能直接威胁建筑的安全性及功能。结构变形通常表现为构件的挠曲、整体倾斜或连接部位的位移超出规范限制。这些问题多由超载、构造不合理、基础沉降或施工误差引起。在轻钢结构中,由于钢材的重量轻、截面较薄,受力路径不明确或刚度分布不均时,局部屈曲或整体变形较为容易发生。尤其在楼板及墙体支撑体系中,变形的积累可能导致门窗错位、内装开裂等次生问题。节点失效是轻钢结构中的一个严重缺陷,轻钢结构的构件通常通过螺栓、自攻钉、焊接或其他连接件进行组装,节点不仅承担着构件之间的

连接作用,还负责力的传递。若节点设计不当、连接刚度不足,或施工过程中出现质量问题(如螺钉松动、焊缝不连续或连接件断裂),则可能导致局部滑移或失稳,从而影响整体结构的稳定性。节点失效会破坏构件间的受力协调,且在风荷载、地震等动态荷载作用下,容易加剧结构的损伤。轻钢结构的稳定性在很大程度上依赖于节点的受力性能及其变形协调能力。节点连接方式的设计精度对于确保结构的安全性至关重要。在设计过程中,必须对节点的连接方式进行详细计算与仿真分析,以确保每个节点能够承受相应的荷载。在施工阶段,连接质量应严格控制,优质的连接材料应被选用,同时应定期检测关键节点的连接状态。此外,通过结构健康监测系统对关键节点进行实时监控,将有助于及时发现潜在的变形或失效趋势,从而有效预防可能发生的结构问题。

3 轻钢结构加固技术与方法

3.1 轻钢结构加固的设计原则

轻钢结构的加固设计旨在提高其承载能力、稳定性及抗震性能,从而确保其在使用过程中能够继续满足安全和功能需求。在进行加固设计时,需遵循若干原则,以确保措施的有效性 with 长久性。加固设计的前提是基于充分的评估与分析。在加固之前,原结构必须经过全面检测,识别出存在的缺陷与问题,如腐蚀、裂缝及变形等,并对结构的荷载与应力进行详细分析。通过对结构现有性能的深入了解,确保加固方案能够针对具体问题提供解决方案,而非单纯依赖传统的加固方法。加固方案应根据具体情况具有明确的针对性与经济性,针对不同的结构问题,选择合适的加固方法至关重要。工程成本的增加可能由于过度加固,且建筑物的正常使用功能也可能受到影响^[1]。因此,在设计时,需要根据结构的实际状况、使用需求及施工条件,选用最适合的加固方式,如外包钢结构或使用碳纤维增强复合材料(CFRP)等,以确保方案既有效又经济。加固设计还需考虑结构的整体性与长期稳定性,加固不仅是修复局部问题,更是保障结构整体稳定性的关键。加固后的结构必须与原结构有良好的协同作用,避免加固部分与原有结构间产生不良影响。同时,考虑到轻钢结构在长期使用过程中可能遭遇的环境变化,设计时应确保所选材料具备足够的耐久性,以抵御腐蚀、温差等外部因素的影响。在设计加固方案时,施工的可行性及后期维护管理也需要充分考虑。施工的难度、周期及对原结构可能造成的影响必须被充分评估,以确保加固过程的安全与高效。此外,设计方案应确保后期的维护检查便捷,并便于长期监控和维护加固后的结构。

3.2 传统加固方法: 钢筋混凝土、外包钢加固

传统的轻钢结构加固方法,包括钢筋混凝土加固与外包钢加固,已在多个工程项目中得到了广泛应用,并且在许多情况下展现了良好的加固效果。钢筋混凝土加固是一种经典且常见的加固技术,基本原理是在原有结构的表面

附加钢筋混凝土层,以增强构件的刚度与承载力。该方法尤其适用于轻钢结构局部破损或承载不足的情形^[2]。通过增加钢筋混凝土外壳,结构的抗弯、抗剪和抗压能力能够得到有效提高,尤其在提升抗震性能方面,钢筋混凝土加固具有显著优势。不过,钢筋混凝土加固存在施工复杂、结构自重增加的缺点,且可能对基础及原结构的稳定性造成一定压力。外包钢加固则是另一种常用的加固方法,通过在轻钢结构表面加装钢板或角钢,外包钢加固能够增加构件的截面,从而提高结构的承载能力与刚度,特别是在抗弯与抗剪性能方面表现突出。该方法的主要优点是施工简便、工期较短,并且不需要大规模拆除或改动原结构,能够在不影响正常使用的前提下完成加固。然而,外包钢加固同样存在一定问题,尤其是增加了结构的自重,并对长期耐久性提出了更高要求,尤其在防止钢板与原结构间的腐蚀问题上,需要特别关注。这两种传统加固方法,在轻钢结构加固中具有广泛的应用,并通过多年的工程实践验证了其有效性。尽管如此,各自也存在一定的局限性。钢筋混凝土加固因自重增加与施工难度较大而受到限制,而外包钢加固则对长期耐久性提出了更高的要求。因此,在选择加固方案时,设计师应根据结构的具体状态、受力要求及环境条件,综合考虑各方面因素,选择最适合的加固方法,必要时可结合两种方法进行复合加固,以实现最佳的加固效果。

3.3 新型加固技术:CFRP加固与智能加固材料

随着建筑技术的进步,轻钢结构加固中逐渐引入的新型加固技术,尤其是碳纤维增强复合材料(CFRP)加固与智能加固材料的应用,已成为一种重要的选择。这些新兴技术在加固效果、施工便捷性及长期耐久性方面,相较传统方法展现出了显著优势。CFRP加固技术通过将碳纤维材料粘贴在结构表面,充分利用其高强度、轻质及耐腐蚀等特性,增强了结构的抗拉、抗弯与抗剪性能。得益于碳纤维材料的高弹性模量、轻巧重量以及卓越的耐候性,CFRP加固尤其适用于需要承受较大荷载或面临环境腐蚀的轻钢结构。在要求严格控制结构自重或施工空间狭窄的场合,CFRP加固则提供了理想的解决方案。此外,CFRP加固的施工工艺相对简便,无需对原结构进行大规模改动,

能够显著缩短施工周期,且减少对建筑物正常使用的干扰^[3]。然而,高成本与对施工质量的要求,依然是限制其广泛应用的因素之一。智能加固材料则代表了加固技术的前沿发展,这些材料不仅具备传统加固材料的结构增强功能,而且能够根据外部环境的变化进行自我调整,具备自适应与自修复能力。例如,基于智能纤维的加固材料能够在结构受到损伤或过载时自动调节其性能,甚至通过内置传感器实时监控结构的健康状态。这类智能材料不仅能够反馈结构的应力、变形等关键信息,还使工程师能够进行远程监控与维护,从而大大提升了结构的安全性与使用寿命。尤其在需要长期监控或环境较为恶劣、经常承受动态荷载的轻钢结构中,智能加固材料展现了巨大的应用潜力。

4 结语

轻钢结构在现代建筑中的广泛应用,使其面临诸如腐蚀、疲劳及裂缝等常见问题。为了确保结构的安全性,及时进行检测与鉴定显得尤为重要。本文探讨了轻钢结构的各类检测技术、常见的故障类型及相应的加固方法。重点分析了传统的钢筋混凝土加固与外包钢加固技术,同时也讨论了新型CFRP加固技术及智能加固材料的应用。不同的加固技术在提升结构性能及延长使用寿命方面,展现出了各自的优点。在设计加固方案时,最合适的技术路径应根据具体情况加以选择。随着技术的不断进步,轻钢结构的加固技术将变得更加高效与智能,推动建筑的安全性与可持续性发展。同时,随着智能化和新材料的不断涌现,轻钢结构的检测与加固技术将进一步提升结构的可靠性,保障建筑物的长期安全和稳定运行。

【参考文献】

- [1]赵钢.某门式轻钢结构检测鉴定与加固方法研究[J].安徽建筑,2022,29(8):142-144.
- [2]郭传镇.钢结构建筑的检测鉴定与加固技术探究[J].工程机械与维修,2024(11):152-154.
- [3]庄德辉.钢结构节点检测鉴定分析研究[J].江西建材,2024(12):126-127.

作者简介:王雷(1988.6—),毕业院校:河北建筑工程学院,专业:土木工程专业,当前就业单位:河北天博建设科技有限公司,职称级别:工程师。

建筑施工过程中基于 BIM 技术的安全风险识别与管控

马旭刚

阿拉尔市西北兴业工程项目管理有限公司, 新疆 阿拉尔 843300

[摘要] 建筑施工过程中的安全风险识别与管控是提升工程安全性的重要手段。本研究采用最新的建模技术, 即建筑信息模型 (BIM) 技术来执行安全风险的识别与管控。结合 BIM 技术, 首先通过建立三维模型, 对建筑工地施工过程中的重要环节进行了深度解析, 进而识别出具有风险潜能的环节。接着, 根据新型 BIM 和可视化技术, 对这些风险环节进行可视化呈现, 以便更直观地了解其风险程度和可能造成的危害。进一步通过 BIM 软件, 采用四维模拟分析, 实施针对性的安全风险预警, 并制定出具有实用性的风险管控策略。研究表明, 将 BIM 技术应用于建筑施工项目的安全风险识别与管控, 能有效提升施工环节的管理精度和管控效率, 大大降低了工地事故的可能性, 对促进我国建筑工业的智能化和安全化具有重要意义。这项研究的成果, 也为建筑行业提供了一种新的安全风险管理体系和实践方法, 具有广泛的应用价值和推广前景。

[关键词] 建筑施工; BIM 技术; 安全风险识别; 安全风险管控; 四维模拟分析

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16377

中图分类号: TU1

文献标识码: A

Identification and Control of Safety Risks Based on BIM Technology in the Construction Process

MA Xugang

Alaer Northwest Xingye Engineering Project Management Co., Ltd., Alaer, Xinjiang, 843300, China

Abstract: Safety risk identification and control during construction are important means to enhance engineering safety. This study adopts the latest modeling technology, namely Building Information Modeling (BIM) technology, to identify and control security risks. Combining BIM technology, a three-dimensional model was first established to deeply analyze the important links in the construction process of the construction site, and then identify the links with potential risks. Next, based on new BIM and visualization technologies, these risk areas will be visualized to gain a more intuitive understanding of their level of risk and potential hazards. Further use BIM software and four-dimensional simulation analysis to implement targeted safety risk warning and develop practical risk management strategies. Research has shown that applying BIM technology to safety risk identification and control in construction projects can effectively improve the management accuracy and control efficiency of the construction process, greatly reducing the possibility of construction site accidents. It is of great significance for promoting the intelligence and safety of Chinese construction industry. The results of this study also provide a new path and practical method for safety risk management in the construction industry, with broad application value and promotion prospects.

Keywords: construction; BIM technology; safety risk identification; safety risk management and control; four dimensional simulation analysis

引言

工程建设的安全问题一直是业界和学界关注的焦点。随着建筑业的快速发展, 工程规模日益庞大, 施工过程更加复杂, 管理难度加大, 给工程安全带来了严峻的挑战。国内外的统计数据显示, 工程事故率呈上升趋势, 安全问题成为制约建筑业发展的主要瓶颈。因此, 建筑施工中的安全风险识别与管控显得尤为重要, 并且已经成为工程管理领域研究的热点。但是, 传统的安全风险识别与管控方法往往难以实现精确和高效的管理, 主要是由于这些方法的数据采集、处理和呈现方式及时性和准确性较差, 使得风险管控工作存在很大的困难。因此, 我们急需一种新的、适应现代化工程建设需求的安全风险识别与管控方法。建筑信息模型 (BIM) 技术作为当前建筑业的决定性技术, 已逐渐被广泛应用于工程施工过程中。BIM 技术能够提供完整、一致、精确和最新的施工信息模型, 为安全风险管控提供了可能。然而, 鲜有研究深入探讨利用 BIM

技术进行安全风险识别与管控的具体实施方法。针对这一研究空缺, 本文将通过深入探讨建筑施工过程中基于 BIM 技术的安全风险识别与管控, 来填补这一空白。

1 BIM 技术概述

1.1 BIM 技术的定义与发展

BIM 技术, 即建筑信息模型技术, 是一种基于三维数字技术的建筑设计及施工管理方法^[1]。其核心是通过创建建筑的三维数字模型, 对建筑全生命周期的各个阶段进行信息管理和分析。BIM 技术的发展可以追溯到 20 世纪 70 年代, 最初应用于建筑设计领域。随着计算机技术的进步, BIM 的功能逐渐扩展到工程施工、运维管理等多个方面。近年来, BIM 技术在建筑行业的应用逐渐成熟, 不仅提升了建筑设计的精确度, 还改善了施工过程的管理效率与质量控制。BIM 技术的广泛应用使其成为建筑数字化转型的重要支撑, 助力于提高项目的综合运作效率和信息共享水平, 是实现建筑工业化、智能化的重要工具。

1.2 BIM 技术在建筑施工中的应用

建筑信息模型（BIM）技术在建筑施工中的应用已成为推动行业发展的重要因素。BIM 技术通过创建项目的数字化三维模型，为施工过程提供了全面的数据支持^[2]。其应用涵盖了施工规划、设计、协调、管理等多个环节。通过对建筑结构的精准建模，BIM 技术能够识别施工过程中的潜在冲突，从而优化施工方案，减少返工与材料浪费。在施工现场管理中，BIM 技术的应用提升了进度控制与质量管理的精度。通过与其他信息技术的集成，BIM 技术实现了对施工过程的动态监测和实时调整，确保施工安全和效率。这些应用不仅提高了施工的质量和效率，也为施工企业带来了显著的经济效益。

1.3 BIM 技术的优势分析

BIM 技术在建筑施工中的应用具有多方面的优势。它能够显著提高施工精度，通过高效的数据整合和共享，降低信息误传带来的风险。BIM 技术的可视化功能使施工各方实时掌握工程进展与潜在风险点，从而提高决策准确性。通过四维模型模拟施工全过程，可以有效优化施工流程，减少工期延误。BIM 技术也能节约资源，降低成本，增强项目各环节的协同作业能力，提高整个建筑工程施工的安全性和效率。

2 建筑施工的安全风险识别

2.1 建筑施工中的常见风险因素

在建筑施工过程中，安全风险因素是导致事故和安全隐患的重要根源。常见的风险因素主要包括施工环境、设备操作、人员行为和管理制度等。在施工环境中，复杂的地质状况、不利的天气条件、场地的有限空间和密集的作业面可能增加施工风险。设备操作不当，如起重机超载、机具操作不规范，容易引发人身和设备伤害事故。人员行为方面，施工人员可能因为安全意识淡薄、技术不熟练或疲劳作业等因素而导致施工作业中的安全事故。管理制度的不完善，如安全规章制度的缺乏或执行力度不够，也助长了安全风险的存在和发展。这些因素往往交错影响，对施工项目的安全性构成严峻挑战。识别并分析这些风险因素，是制定有效的安全管理措施和降低事故发生概率的重要基础。

2.2 基于 BIM 的三维风险评估模型

基于 BIM 的三维风险评估模型在建筑施工安全管理中发挥着关键作用，通过该模型，可以对施工过程中不同环节的潜在风险进行全面评估^[3]。模型的构建依托 BIM 技术的精细化三维建模能力，能够准确反映施工现场的各个细节。通过将建筑结构、施工流程和设备布局等信息集成到三维模型中，能识别出可能引发安全事故的风险因素。针对这些风险因素，模型提供了数据化的支持，使得风险评估更加客观、准确，为后续的风险预警与管控提供了可靠依据。这种方法不仅提高了风险识别的效率，还为优化施工安全管理决策奠定了坚实基础。

2.3 风险预警与风险点识别

风险预警与风险点识别是建筑施工中安全管理的重要

环节。在此过程中，通过应用 BIM 技术的三维模型，可以对施工现场的关键点进行动态监测，并及时识别潜在的风险因素^[4]。利用 BIM 软件的可视化分析功能，将复杂的施工过程中的风险进行直观呈现，便于识别高风险区域。结合数据分析与模拟，精准预警施工过程中的安全隐患，从而有效地规避事故发生的可能性。这种方法提升了项目管理的精确性与可操作性，保障了施工安全。

3 安全风险 BIM 可视化管控

3.1 风险识别的可视化技术

在建筑施工过程中，应用 BIM 技术进行风险识别的可视化技术具有显著的优势。利用 BIM 可视化手段，可以将复杂的施工环境、结构信息和潜在风险以三维形式进行直观展示。这种技术使得施工管理人员能够更清晰地识别潜在的安全风险点，从而在施工前对高风险区域进行充分的评估与警示。通过整合施工现场的实时数据，BIM 可视化技术实现了对施工全过程的动态监控，有效地支持了风险识别和管控决策。更重要的是，这种技术能够模拟不同施工阶段的风险变化，提供直观的视觉反馈，使得风险管控策略的制定能够更加科学和合理，进一步确保施工安全的管理效果。这种技术的应用，不仅提升了施工安全风险识别的精准度，也显著优化了安全管理的效率。

3.2 基于实时数据的风险监控

在建筑施工过程中，基于实时数据的风险监控是实现精准安全管理的关键环节。利用 BIM 技术，施工现场可部署多种传感器设备，实时收集包括环境温度、湿度、噪声、振动等在内的多维数据。这些数据通过物联网技术传输至 BIM 平台，实现施工现场的动态监控与分析。风险监控系统在数据异常时自动触发警报功能，并将风险数据可视化呈现，为管理者提供实时决策支持。通过历史数据的积累与分析，系统还能预测潜在风险趋势，辅助制定预防性维护计划，提高施工现场的安全性与管理效率^[5]。

3.3 管控策略的实施与效果评估

在实施管控策略过程中，结合 BIM 技术，通过建立综合风险数据库，实现实时数据监测与反馈。风险控制策略包括现场安全巡视、紧急响应程序以及定期培训措施，通过 BIM 模型模拟不同策略的效果，并进行调整优化。应用可视化风险监控系統，将风险信息以图形化方式呈现，增强沟通效率，促进施工团队对潜在问题的快速识别与处理。通过评估管控策略的实施效果，验证其在降低施工事故发生率和提高安全管理效率方面的优势，提供可靠的案例支持与数据参考。

4 四维模拟分析应用

4.1 四维 BIM 模型介绍

四维 BIM 模型是在传统三维建模的基础上增加时间维度，以实现施工计划与实际进度的同步，提供全面的动态分析工具。这种模型通过将建筑构件与时间进度相结合，有效地模拟施工过程，识别潜在的时间与空间冲突。四维

BIM 模型让施工各阶段的可视化变得更加直观,使得参与各方能够实时了解项目进展,调整施工计划,从而提高施工效率和安全管理水平。在施工前期,通过四维模拟,可以预测资源的配置与利用,优化施工工序。在施工过程中,它可作为协同工具,为项目管理提供即时反馈,提高对突发事件的响应能力。四维 BIM 模型在建筑施工安全风险管理中,提供了更加准确、深入的模拟和分析手段。

4.2 四维模拟分析的步骤与技术

四维模拟分析在建筑施工中是一段复杂的过程,强调时间维度的引入以实现动态风险管理。应用四维 BIM 模型进行模拟分析,需要整合三维建筑信息模型与时间进度数据,以形成动态可视化工程进度计划。通过对施工的时序安排和各节点活动的贯通分析,能够有效识别施工过程中的潜在风险点。技术团队利用仿真软件进行模拟验证,以确认进度安排的合理性和发现不可预见的风险因素。通过对模型的动态调整,确保施工进度与安全目标的同步,实现对施工过程中安全风险的实时监控和调整,为制定精准的风险管控方案提供技术支持。

4.3 针对性风险管理策略的模拟

在四维模拟分析中,针对性风险管理策略的模拟通过对施工进度的动态仿真,结合时间维度的变化,提供深入的风险洞察。利用 BIM 软件创建四维模型,将时间因素融入三维设计,使得施工过程中各阶段的潜在风险能够可视化呈现。针对不同施工活动,实施步骤调整和资源配置优化,从而制定有效的风险管控方案。通过分析施工计划与实际进度的差异,调整安全策略,以应对随时可能变化的风险情境,提高施工项目的安全管理水平和实施效果。

5 结论与未来展望

5.1 主要研究成果总结

对建筑施工过程中基于 BIM 技术的安全风险识别与管控进行了深入探讨,并取得了显著成果。通过引入 BIM 技术,研究成功建立了三维风险评估模型,能够有效识别出施工中的潜在风险环节。结合 BIM 技术的可视化功能,实现了风险信息的直观展示,提升管理人员对风险程度和潜在危害的认知能力。研究运用四维模拟分析,帮助决策者进行高效的风险预警和制定实用的风险管控策略,显著提高了施工环节的管理精度和管控效率。这项研究不仅减少了工地事故的可能性,还为建筑行业安全管理提供了新路径,显示出 BIM 技术在提升建筑项目安全性方面的巨大潜力及应用前景。

5.2 BIM 技术在建筑安全领域的应用潜力

BIM 技术在建筑安全领域的应用潜力巨大,表现在其能够显著提升施工安全管理水平。通过整合多维度数据,BIM 技术实现了建筑施工过程的全周期管理,全面覆盖风险识别、评估及应对措施制定,其可视化功能使安全风险呈现更加直观,有助于提高管理人员的风险感知能力。四维模拟分析使得对施工过程中的时间和进度有了更精准的控制,进一步增强了安全风险的预测与预警能力。应用

BIM 技术的智能化手段,有望加速建筑行业的数字化转型,为安全风险管控提供更高效、精准的解决方案,在推动行业发展中具有不可替代的作用。

5.3 对未来研究方向的建议

未来研究方向可集中在以下几个方面:进一步扩展 BIM 技术与其他智能技术的集成,如物联网和人工智能,以实现更高效的安全风险识别与管理;探索在不同类型建筑施工项目中的 BIM 应用效果,以验证其通用性和灵活性;开发更加先进的 BIM 可视化工具,提升风险信息传达的精准度;研究 BIM 在应对不可预见风险中的应用潜力,特别是在动态施工环境下的适应性;评估 BIM 在多项目风险协同管理中的作用,为复杂工程项目管理提供参考。

6 结束语

本研究以建筑施工过程中的安全风险识别与管控为研究对象,摒弃传统的安全风险管理方法,采用了新型的建筑信息模型(BIM)技术,通过建立三维模型和实施四维模拟分析,对施工环节的安全风险进行了全面深入的识别与管控。本研究采取 BIM 技术并结合可视化技术,展示并分析安全风险,提供了更为直观的风险认识。其结果显示,这种结合了 BIM 技术的安全风险管理方法能显著提高施工环节的管理精度和管控效率,有效地减少了工地事故的发生率,对推动我国建筑业向智能化和安全化发展具有重大意义。但是,本研究还存在一些局限性,例如 BIM 技术在建筑施工中的应用还不够广泛,对于一些特定的施工环节和施工条件,BIM 技术可能还需要进一步地改进和优化。因此,未来的研究需要对 BIM 技术在施工安全管理中的应用进行进一步探讨,以更好地满足施工实际需求。同时,也需要对如何进一步提高 BIM 技术在施工安全管理中的应用效率,如何提高 BIM 技术与其他现场管理工具的集成程度等问题进行深入研究。总之,本研究的研究成果为我国建筑行业在安全风险管理方面提供了全新的思路和方法,具有广泛的应用价值和推广前景,有助于推动我国建筑行业的健康发展。

【参考文献】

- [1]张云琳.浅析高层建筑施工过程中安全风险管控[J].建材与装饰,2023,19(17):67-69.
 - [2]强晓玉,付玉娇,胡军,等.基于 BIM 的高层建筑施工安全风险管控关键技术研究[J].门窗,2023(16):205-207.
 - [3]张俊,郭鹏.装配式建筑施工安全风险管控[J].乡镇企业导报,2021(2):162-163.
 - [4]曹家勇.建筑施工企业安全风险分级管控研究[J].四川建筑,2020,40(6):266-267.
 - [5]孙尚.建筑施工领域安全生产和 risk 管控[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2021(10):429-430.
- 作者简介:马旭刚(1989.3—)男,汉族,新疆大学,专业为土木工程,新疆西北兴业城投集团有限公司,公司项目负责人,工程师。

土木工程建筑施工技术与创新探究

林科荣

广西建工集团控股有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要]近年来, 随着我国经济水平的持续提升, 各行业的科技水平也不断取得显著进展。在这一大背景下, 土木工程建筑行业也迎来了快速发展的机遇。由于建筑工程直接关系到人们的生活质量, 因此提高土木工程建筑施工技术水平的创新显得尤为重要。技术创新不仅能够为人们提供更优质的生活条件, 也是响应我国新时代经济发展需求的必要举措。文中聚焦于土木工程建筑施工技术的创新, 深入探讨其现状与挑战, 并提出相应的创新方向, 以推动行业的持续进步与发展。

[关键词]土木工程; 建筑施工; 施工技术; 创新

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16374

中图分类号: TU74

文献标识码: A

Exploration on Construction Technology and Innovation in Civil Engineering and Architecture

LIN Kerong

Guangxi Construction Engineering Group Holdings Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: In recent years, with the continuous improvement of Chinese economic level, the technological level of various industries has also made significant progress. In this context, the civil engineering and construction industry has also ushered in opportunities for rapid development. Due to the direct impact of construction projects on people's quality of life, innovation in improving the level of civil engineering construction technology is particularly important. Technological innovation not only provides people with better living conditions, but also is a necessary measure to respond to the needs of Chinese economic development in the new era. The article focuses on the innovation of civil engineering and construction technology, deeply explores its current situation and challenges, and proposes corresponding innovative directions to promote the continuous progress and development of the industry.

Keywords: civil engineering; buildings construction; construction technology; innovation

引言

随着我国基础设施建设的不断推进, 土木工程作为国民经济发展的的重要支柱产业, 在城市化和工业化进程中发挥着至关重要的作用。工程项目的规模日益庞大, 施工环境也变得愈加复杂, 传统的施工技术与管理模式已无法满足现代工程对效率、质量、安全及环保等方面日益提高的要求。因此, 推动土木工程建筑施工技术的持续创新, 已成为提升行业核心竞争力、实现高质量发展的必然途径。目前, 信息化、智能化、绿色化等新兴理念不断渗透到土木工程领域, BIM技术、装配式建筑、智能施工装备、绿色建造技术等创新性技术正在逐步应用于实际工程中, 施工方式与管理模式也因此发生了深刻变革。然而, 在技术推广与创新实践过程中, 传统观念的束缚、创新意识的缺乏以及技术基础的薄弱等问题依然存在, 这些因素严重制约了施工技术水平的整体提升。因此, 系统性地分析土木工程建筑施工技术创新的现状、面临的挑战及相应的发展策略, 具有重要的理论价值与实践意义, 它不仅能为提升施工效率与工程质量提供有力支持, 还能为推动可持续发展及引领行业技术进步提供有益的指导。本文将围绕施工技术创新的重要性、面临的主要问题以及应采取的创新策略展开详细探讨, 期望为行业发展提供有价值的参考与思路。

1 土木工程施工技术创新重要性

在当前建筑行业转型升级与高质量发展的背景下, 土木工程施工技术的创新显得尤为重要。随着社会经济的持续发展与城市化进程的加速, 土木工程项目的规模日益庞大、结构形式逐渐复杂、施工环境不断变化, 这些都对施工技术提出了更高的要求。传统的施工方法已经无法满足现代工程在安全、效率、环保及质量等方面的多重需求, 迫切需要通过技术创新来提升施工水平。持续的施工技术创新, 不仅能显著提高工程建设的效率与质量, 降低项目成本与安全风险, 还在推动绿色施工、节能减排以及环境保护等目标的实现方面发挥着关键作用。此外, 创新的施工技术还能够增强企业的核心竞争力, 推动施工管理向科学化、智能化发展, 进而促进整个行业朝着信息化、智能化、绿色化的方向迈进。随着国家大力推动科技自立自强及“新型基础设施”建设的战略背景, 施工技术的不断创新已成为实现建筑业高质量发展的核心途径。

2 土木工程施工技术创新中存在的问题

2.1 传统观念禁锢, 缺乏创新动力

在当前土木工程施工中, 传统观念的束缚成为制约技术创新发展的关键因素之一。许多施工单位长期依赖经验驱动的管理模式与传统施工方法, 对新技术、新工艺的重

视程度不足,缺乏足够的接受度。普遍存在着“求稳怕变”的保守心态,导致了内部创新动力的不足,缺乏主动探索与实践的精神。同时,由于部分技术人员知识结构相对陈旧、专业技能更新缓慢,新技术的发展潮流往往难以跟上,他们在实际施工中依赖以往的惯用方法,缺乏对新理念与新手段的深入理解与应用能力^[1]。此外,部分企业在追求短期经济效益的驱动下,往往倾向于选择成本较低、风险较小的传统技术,忽视了对前沿施工技术的研究与投入。正因如此,这种现象进一步限制了技术创新氛围的培养。

2.2 缺乏安全质量、环境保护、绿色施工意识

在土木工程施工过程中,安全质量意识薄弱、环境保护意识不足以及绿色施工理念缺失等问题,普遍存在于部分施工单位及从业人员中,这些问题严重影响了施工技术的创新与可持续发展。许多企业未能充分重视施工安全管理,施工过程中往往忽视了作业人员的安全培训与风险防范,频繁的施工事故由此发生。这不仅威胁了工作人员的生命财产安全,也对工程的顺利推进造成了不良影响。同时,环境保护措施未能得到有效落实,部分施工活动中,废水废渣的随意排放、噪音与粉尘污染等现象依然存在,周边生态环境因此受到了明显的破坏。绿色施工理念在实际操作中的贯彻不力,节能降耗、资源循环利用等绿色技术手段未得到广泛应用,施工资源的浪费与高碳排放问题由此得以延续。

2.3 技术创新发展基础薄弱

在传统的土木工程施工过程中,许多建筑项目具有较高的技术复杂性,且部分工程还受到周边环境和特殊施工条件的影响。这些因素要求施工团队配备具有较高专业技能的工作人员。然而,由于技术人员自身能力的限制,许多人难以突破传统的施工观念,缺乏持续创新和发展的动力。这种技术人才的匮乏使得先进技术在施工中的推广应用受到了制约,创新的实施更是困难重重。同时,由于施工企业普遍缺乏足够的技术研发投入和技术推广意愿,许多已经成熟的施工技术无法得到广泛应用。只有少数大型央企、国企和领先的房地产企业能够集结优势技术资源,并投入足够的资金进行先进施工技术的研发、推广与创新。这样的技术发展不平衡,严重制约了建筑行业的整体进步和创新。

2.4 行业环境的制约

当前,土木工程施工技术的创新在推进过程中面临多方面的行业环境制约,成为制约技术进步与应用推广的主要障碍。建筑行业的技术发展水平参差不齐,尤其是中小型施工企业在技术积累与研发能力方面的不足,缺乏完善的技术创新机制,使得其难以承担高风险、高投入的技术研发工作。与此同时,行业内部竞争异常激烈,短期利益过于关注的许多企业,忽视了对长期技术投入的重视及创新成果的转化,导致了新技术在市场中的广泛应用受阻。现行的行业管理体制与评价机制未能有效激励技术创新,

缺乏对创新成果的认定、推广以及奖惩制度,因此企业在推动技术进步时的积极性不高^[2]。此外,建设项目的发包模式、设计施工分离以及合同机制的不完善等问题,也使得施工单位在项目实施过程中难以主导和推动技术创新,造成了行业普遍存在的“重建设、轻技术”的倾向。

3 土木工程建筑施工技术创新策略

3.1 形成技术创新观念

在土木工程建筑施工技术向信息化、智能化、绿色化不断演进的时代背景下,树立深刻且系统的技术创新观念,成为推动行业转型升级的基础性工作及相关突破口。技术创新应被视为企业发展的内生动力与战略方向,而非仅仅应对竞争压力的短期应急措施。这一观念的转变,必须渗透到企业治理结构、人才培养体系及项目实施全过程中。尽管如此,许多施工企业仍深受传统“重经验、轻创新”的思维惯性束缚,习惯于沿用既有的施工方法和管理流程,对前沿技术的关注与敏感度不足,且由于过度担忧试错成本,技术探索与实践的积极性被严重限制。要根本改变这一现状,企业必须从文化层面着力强化“创新优先”的理念,将创新意识内化为员工职业精神的核心部分。通过建立专门的技术研发机构、设立技术管理岗位、引入技术顾问团队等措施,持续推动创新的组织机制与人才保障体系得以形成。同时,企业应通过激励机制、容错机制与成果转化机制等多维度手段,激发员工的创新积极性,以便一线技术人员能够在施工过程中大胆提出改进方案与技术突破点,从而在确保工程质量与安全的基础上,推动新工艺、新设备与新材料的应用。此外,企业应积极增强开放合作意识,融入“产学研用”一体化的技术生态圈,与高校、科研机构及技术服务企业建立稳定的合作关系,先进的理念与科研成果由此得以引进,技术与实践的深度融合得到推动。技术创新观念的形成并非一朝一夕的事情,而是企业长期战略眼光、资源投入、制度设计与文化引导相互作用的结果。

3.2 强化安全环保意识,创造安全作业环境,倡导绿色施工理念

在土木工程建筑施工技术持续发展的过程中,强化安全与环保意识、创造安全的作业环境,以及倡导绿色施工理念,已成为推动施工技术创新与实现工程可持续发展的核心要素。安全生产始终是建筑施工的根本保障,环保理念已经成为新时代工程建设的基本要求。这两者不仅直接影响工程质量与企业形象,更关乎施工人员的生命安全与生态环境的保护。在推进技术创新的过程中,必须摒弃过去那种“重进度、轻安全”或“重成本、轻环保”的粗放式发展方式,安全与环保理念应融入技术研发与应用的全过程。从施工组织设计到现场管理,每个环节都应被系统地考虑安全与环保要求。企业需要积极建立健全的安全管理体系与环境保护机制,推动安全管理向标准化、制度化、

信息化方向发展。智能安全预警系统、环境监测技术及绿色建造技术的引入,可以有效识别与控制施工风险,减少能源消耗与污染物排放。施工现场应注重本质安全作业环境的构建,施工流程应得到优化,低噪音、低粉尘的绿色设备与环保材料的使用,将力求减少对周围生态与居民生活的干扰。在此基础上,绿色施工不仅仅是理念的转变,更是施工方式与管理模式的创新^[3]。通过推广装配式建筑、BIM技术、节能环保材料、雨水回收系统等现代技术手段,绿色施工理念在实际工程中应变得可感知、可衡量、可复制。此外,企业还应加大对员工的环保与安全培训力度,推动绿色与安全理念从“制度灌输”向“内在自觉”转化,建立全员参与、全过程覆盖的施工安全环保管理体系。

3.3 加强资源投入, 夯实创新基础, 激发创新动力

在推动土木工程建筑施工技术创新的过程中,增强资源投入、夯实创新基础、激发创新动力,已成为构建企业核心竞争力与实现高质量发展的关键保障。虽然部分施工企业已经认识到技术创新的重要性,但由于在资金、人才、设备及平台建设等方面的投入不足,依然存在“重施工、轻研发”的问题,导致了技术积累的薄弱与成果转化效率的低下,创新能力因此受到限制。要实现实质性的技术突破,财力支持的加大必须进行,专门的创新基金应当设立,用于新材料、新工艺及新设备的开发与试点应用,从而为技术创新提供充足的经济支持。此外,创新人才的培养应被重视,企业应通过引进高层次技术专家、加强现有技术人员的培训,并与高校及科研机构的合作,培养具有前沿思维与实践能力的技术团队,为创新提供强有力的智力保障。为了有效孵化与验证技术成果,专门的技术研发平台或实验基地的建设也显得尤为重要,应配备先进的研发设备与实验条件。与此同时,完善的技术创新激励与容错机制的建立至关重要。技术人员应被鼓励大胆实践,在施工现场积极探索新的管理方法与技术手段,在实际工程中不断优化流程、提高效率、解决实际问题。

3.4 完善技术创新运营监管机制

在推动土木工程建筑施工技术持续创新的过程中,建立健全的技术创新运营监管机制,是确保创新活动顺利推进、成果高效转化以及资源合理配置的关键。当前,许多企业在技术创新过程中存在“重立项、轻管理”以及“重成果、轻过程”的问题,导致技术研发缺乏系统规划,创新资源使用效率低下,成果推广实施缓慢,甚至出现技术发展停滞不前的情况。要解决这些问题,一个科学、有效且系统的技术创新运营监管机制必须构建,确保对技术创新全过程的动态跟踪与精准管理。在企业层面,技术创新的组织结构应明确,创新决策、执行、评估及反馈等环节

的职责分工应细化,从而推动管理流程的制度化、标准化。同时,在研发立项、资金分配、实施过程、成果评估及应用推广等环节,覆盖全过程的监管体系应当建立^[4]。借助信息化手段,如ERP系统、BIM平台及项目管理系统等,数据共享、进度监控与资源统筹将得以实现,提升监管的透明度与执行力。此外,第三方评估机制或专家技术委员会的引入也至关重要,这些机构能够对技术方案的可行性、经济性与绿色性进行科学论证,从而避免盲目投资与资源浪费。在激励机制方面,应建立与绩效直接挂钩的创新成果评价体系,不仅关注创新成果的数量,还应注重其质量与实际应用效果,推动创新从单纯的形式创新向实际价值创造转变。此外,知识产权应通过法律与制度手段进行保护,技术创新人员的创新权益应当得到维护,从而营造一个公平、公正、透明的创新环境。

4 结语

通过对土木工程建筑施工技术及创新的深入分析,可以明确看出,技术创新是建筑行业持续发展的核心驱动力。随着社会需求的不断演变与技术的迅猛进步,土木工程施工技术的创新不仅是提高施工效率与工程质量的手段,更是实现绿色建筑、智能施工与可持续发展的必由之路。然而,在这一过程中,行业依然面临着诸如传统观念束缚、技术研发投入不足以及安全与环保意识薄弱等一系列挑战。要推动土木工程施工技术的创新,必须依靠全行业的共同努力。这不仅需要政府出台相关政策引导,更需要企业在技术投入方面加大力度,同时全社会的支持与参与也是不可或缺的。只有通过多方协作与资源整合,当前技术发展的瓶颈才能得以突破,推动技术革新与实践应用的深入实现。为土木工程行业的未来发展奠定坚实基础,推动行业向更加高效、绿色、智能的方向迈进,是每个行业参与者的责任与使命。

【参考文献】

- [1] 闫小林. 土木工程建筑施工技术与创新探究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025(5): 118-120.
- [2] 何强. 土木工程建筑施工技术及创新探究[J]. 中国住宅设施, 2022(7): 151-153.
- [3] 郑金时. 土木工程建筑施工技术创新探究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(10): 149-151.
- [4] 刘瑞军. 土木工程建筑施工技术及创新的研究[J]. 陶瓷, 2024(12): 191-193.

作者简介: 林科荣(1996.11—), 毕业院校: 广西建设职业技术学院, 所学专业: 建筑工程技术, 当前就职单位: 广西建工集团控股有限公司, 职务: 施工员, 职称级别: 初级。

基于 BIM 技术的建筑电气供配电设计与施工协同管理

丁鹏飞

华商国际工程有限公司, 北京 100069

[摘要]随着建筑工程智能化水平的不断提升,建筑电气供配电系统的设计与施工面临着更高的协同管理要求。BIM(建筑信息模型)技术作为一种集成化的信息平台,为建筑电气系统的可视化设计、碰撞检测、施工协调和运维管理提供了技术支持。此文从 BIM 技术的基本特性出发,分析其在建筑电气供配电设计与施工中的协同应用价值,探讨模型建立、系统集成、信息共享等关键环节,梳理施工过程中的实际应用策略,并提出优化协同管理流程的技术路径。研究表明,基于 BIM 的电气设计与施工协同不仅提升了工程精度和效率,也为后期运维管理提供了有力支撑,对实现建筑电气工程智能化与精细化管理具有重要意义。

[关键词]BIM 技术; 建筑电气; 供配电系统; 协同管理; 施工优化

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16367

中图分类号: TU1

文献标识码: A

Collaborative Management of Building Electrical Supply and Distribution Design and Construction Based on BIM Technology

DING Pengfei

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

Abstract: With the continuous improvement of the intelligence level of construction engineering, the design and construction of building electrical power supply and distribution systems are facing higher requirements for collaborative management. BIM (Building Information Modeling) technology, as an integrated information platform, provides technical support for the visual design, collision detection, construction coordination, and operation and maintenance management of building electrical systems. This article starts from the basic characteristics of BIM technology, analyzes its collaborative application value in the design and construction of building electrical power supply and distribution, explores key links such as model establishment, system integration, and information sharing, sorts out practical application strategies in the construction process, and proposes a technical path to optimize the collaborative management process. Research has shown that BIM based electrical design and construction collaboration not only improves engineering accuracy and efficiency, but also provides strong support for later operation and maintenance management, which is of great significance for achieving intelligent and refined management of building electrical engineering.

Keywords: BIM technology; building electrical; power supply and distribution system; collaborative management; construction optimization

引言

建筑电气工程作为建筑功能实现的重要组成部分,其供配电系统的合理性、可靠性与施工质量直接影响整体建筑性能。传统的电气设计和施工流程常因信息孤岛、图纸冲突及沟通障碍等问题,导致效率低下与资源浪费。随着 BIM 技术的发展与应用,其三维可视化、参数化设计、数据共享等特性为建筑电气设计与施工管理带来了新的解决思路。本文旨在探讨基于 BIM 平台的建筑电气供配电设计与施工协同管理方法,梳理其技术流程与管理机制,解决设计与施工脱节、专业间协作不足等问题,提升供配电工程的整体效能。

1 BIM 技术在建筑电气工程中的应用价值

1.1 三维可视化提升设计质量

BIM 技术在建筑电气工程中的最直观优势在于三维可视化建模。传统二维图纸设计往往存在理解难、误读多等问题,而 BIM 模型以立体方式呈现建筑空间,使电气工

程师能够更加直观地布设供电线路,合理安排设备位置,提升设计精度。通过三维视图,设计人员可以全面掌握各电气系统在建筑结构中的空间关系,有效避免管线交叉、布设混乱等情况,实现科学合理的布线路径规划。BIM 建模过程中的碰撞检测功能,可以在设计阶段就识别出电气线路与结构、给排水、暖通等其他专业之间的潜在冲突,及时进行优化调整,降低现场施工变更风险。动态展示能力也是 BIM 的一大优势,设计人员可以通过可视化模拟,预览供配电系统的运行状态、设备配置及使用流程,从而更好地把控整体设计逻辑和系统布局的完整性。

1.2 信息集成助力数据共享

建筑电气设计往往涉及大量技术参数与设备数据,BIM 技术通过信息集成能力,使各类信息在模型中集中管理、结构化呈现。各电气设备的型号、规格、运行参数等均可嵌入模型对象中,实现设计、施工、运维阶段的信息连续性和一致性。BIM 平台支持多专业模型的整合设计,

建筑、结构、水暖、电气等模型可以在同一平台上统一操作,使各专业之间能够实现高效联动与协同设计,打破信息孤岛。电气工程中的负荷计算结果、回路配置、配电柜编号等信息均可与模型绑定,实现快速检索和复用,显著提升设计效率和准确率。BIM 技术有助于推动电气元件的参数化管理。在供配电系统设计中,设备如变压器、开关柜、电缆桥架等均可通过族构件进行标准化建模,与实际采购、施工数据对接,形成可追溯、可更新的数据体系,为项目全生命周期管理奠定基础。

1.3 全过程协同增强管理效率

传统建筑电气项目管理中常常存在设计与施工割裂、多专业协作不畅的问题。BIM 技术的引入,使设计与施工之间建立了更为紧密的实时沟通桥梁。在 BIM 平台上,设计人员可以将模型直接共享给施工单位,实现“所见即所得”的指导效果。施工团队可依据模型进行施工图纸提取、施工方案制定及现场操作,提升工程执行的精准度与效率。BIM 技术还促进了多专业协同机制的建立。不同专业团队可以在同一模型环境中开展联合审图、模型会审与问题记录,有效提升协作效率,避免重复设计和施工返工。在项目管理层面,BIM 模型还可集成进度和成本信息,实现基于模型的进度控制和预算分析。通过 4D 施工模拟,管理人员可直观掌握各施工阶段的电气作业内容与节点,合理调配资源、控制施工节奏,同时结合 5D 成本模型,进行预算预测与成本控制,确保工程整体受控、高效推进。

2 建筑电气供配电设计中的 BIM 实践路径

2.1 负荷计算与设备选型建模

建筑电气供配电系统设计的首要任务是负荷计算与设备选型。在传统设计模式中,负荷计算往往依赖手工计算或二维软件工具,数据独立、缺乏集成。BIM 技术的引入实现了负荷计算与建筑模型的深度关联,设计人员可以根据模型中各功能区域的使用属性,自动提取面积、用途、用电密度等信息,快速完成分区负荷分析。基于负荷数据,BIM 平台能够辅助选型适配的电气设备,如变压器、低压配电柜、配电箱等,确保设备配置满足容量、安全与经济性要求。同时,设备选型模型化不仅可以实现设备标准化管理,还便于后续施工与运维阶段的查阅与替换。通过建立参数化设备组,设计人员可在不同项目中高效调用,提高设计效率与准确性。

2.2 供配电系统布线与路径规划

供配电线路的合理布设直接影响电气系统运行的安全性与施工可行性。BIM 平台的三维环境为布线规划提供了清晰、可视的工作基础。设计人员可在建筑模型中直观布设主供电干线、照明回路、插座回路等路径,并通过剖切视图、透明视图等工具掌握管线与结构、设备之间的空间关系,避免交叉与遮挡。BIM 模型可模拟电缆桥架的布局方式,判断管线占用空间是否合理,并通过碰撞检测功

能及时发现与建筑结构、水暖空调等专业系统的空间冲突,实现提前规避与优化。对照明、消防、安防等弱电系统的布线,亦可在同一模型中进行集成布设,统一协调,减少管线重叠与返工风险。

2.3 多专业模型融合与协同校审

建筑电气设计无法独立完成,需与建筑、结构、暖通等多个专业协同配合。BIM 平台支持各专业模型的融合统一,为协同设计与校审提供了统一环境。电气设计人员可实时查看其他专业的空间布局、管线路径与构造信息,从而在布线初期就避免不合理穿插,减少后期设计修改。协同校审过程中,平台支持模型共享、版本对比与问题标注,校审人员可在模型中直接记录发现的问题点,如电缆桥架与梁冲突、配电箱遮挡设备等,并分配整改责任人进行闭环处理。这样一来,不仅提升了校审效率,也实现了问题处理流程的透明化与可追踪化。BIM 平台还具备权限管理功能,不同专业可根据职责分工进行模型编辑、注释和导出,保障模型数据的安全性与完整性。

3 BIM 辅助电气施工协同管理策略

3.1 施工图深化与模型指导施工

在电气施工阶段,传统二维图纸存在信息不足、表达不清、现场理解偏差等问题,常引发施工错误与返工。BIM 技术通过模型驱动的方式,实现了从设计模型到施工图纸的自动提取与生成,极大提升了图纸准确性与出图效率。施工人员可依据三维模型自动生成各类详图,包括电缆桥架布置图、照明平面图、配电箱安装详图等,减少人工绘制误差,并保障图纸与设计数据一致。BIM 模型具备直观的展示能力,可直接在现场通过三维模型进行电气布线指导。施工人员通过移动终端查看模型细节,明确设备位置、安装方式、管线走向等信息,有助于提升施工精度与效率。BIM 平台还具备完善的模型变更管理机制。当设计发生变更时,模型可同步更新,并通过变更对比功能自动标注修改位置,提醒相关人员复核与调整。模型变更记录具有时间戳和责任归属,保障变更信息的准确传递和施工方案的快速响应。

3.2 施工进度与资源智能排程

施工计划的合理制定与资源配置直接关系到电气工程的进度与质量。基于 BIM 技术,可开展 4D 施工模拟,将施工时间轴与模型动态关联,生成施工全过程动画,直观展现各阶段电气安装任务。项目管理人员可通过模拟对施工逻辑进行校验,提前发现不合理节点和资源冲突,实现科学安排施工工序。材料管理方面,BIM 平台支持根据模型信息自动提取材料清单(BOM),包括各类电缆长度、桥架数量、灯具型号、配电箱规格等内容,为采购计划和现场配送提供精准数据支撑。在人工与设备资源调度方面,BIM 可结合项目进度计划与空间占用情况,进行多班组、多区域、多工序之间的协调。施工管理系统可依据模型信息进行任务分派,确保不同施工队伍不发生冲突,并充分

利用施工资源。

3.3 现场协同与信息化管理平台建设

为实现高效的现场施工协同管理,BIM平台可与移动终端、云服务系统集成,构建“BIM+现场”的信息化施工管理模式。施工人员、监理、项目管理人员可通过平板电脑或手机在现场随时调用最新电气模型,查看施工节点、设备布设与回路连接,打破纸质图纸信息滞后的问题,提升现场应对能力。在实际施工过程中,常会出现设计不符、施工障碍或技术问题等突发情况,BIM系统可支持问题记录与信息追踪机制,相关人员可在模型中标注问题位置、上传照片、添加说明,并由相关责任人接收通知、反馈处理进度,实现问题处理流程闭环、可追踪。BIM平台支持多角色权限管理,项目不同参与方可依据职责权限进行模型查看、编辑、批注和数据导出,确保数据信息的安全与高效流通。设计方、施工方、监理单位可通过统一的平台进行信息交互和协同管理,减少沟通成本,提高协作效率。

4 基于BIM的电气系统运维延伸管理

4.1 运维模型构建与信息更新机制

建筑电气系统的使用寿命远超建设周期,因此在工程完工后仍需长期地运行与维护管理。为实现高效的运维管理,需将施工阶段使用的BIM模型进行转化,构建适用于运维管理的“FM模型”(Facility Management Model)。这一过程不仅保留了原有设备与线路的三维空间信息,还需整合各类维护、运行、检测数据,实现信息的完整传承。系统设备档案信息是运维模型的核心内容,包括变压器、配电柜、照明系统、应急电源等关键设备的型号、安装位置、出厂参数、保修周期与操作说明等。BIM平台支持与实时监测系统对接,构建设施状态数据动态管理体系。电气系统运行过程中的温度、电流、电压、负荷状态等参数可通过传感器采集并回传至模型中,形成实时更新的数据面板,为日常巡检、异常分析和能耗管理提供基础数据支撑,提升运维的科学性和响应速度。

4.2 运维平台与BIM模型联动机制

随着建筑运维智能化水平的提升,BIM模型正逐步与SCADA系统(数据采集与监控系统)实现接口集成。SCADA采集到的实时运行数据,如电气系统电压、电流、开关状态等,可同步更新至BIM模型,通过图形化界面直观展示系统运行状态,为值班人员提供清晰可视的电气系统监控平台。通过BIM模型的数据可视化能力,运维管理人员不仅可以在计算机终端或移动设备上查看设备运行状态,还能直观了解各回路联动关系、负载分布情况及故障点位置。模型联动实现的实时监控界面将抽象的数据转化为图形语言,显著降低运维人员的理解门槛,提高判断效率。为

了提升电气系统的操作效率,BIM平台还可构建基于三维模型的操作导航系统。运维人员可依据模型提示,快速定位设备实际位置,查看操作指导与维护注意事项。

4.3 系统检修与故障响应智能化支持

电气系统运维过程中,故障的及时识别与高效处理是保障建筑正常运行的关键。基于BIM模型的可视化分析功能,运维人员可在故障发生后快速定位问题设备及其关联回路,判断故障影响范围,并规划检修路径,提升响应速度与准确性。在模型中设定的检修路径与作业计划,可结合空间布局、施工障碍及设备分布进行优化。系统可自动生成维修作业清单,包括所需工具、备件与注意事项,帮助维修人员精准执行作业任务。对于频发故障部位,还可根据历史维护数据形成趋势图,用于支持预防性维护与计划性检修。进一步而言,BIM平台可与智能预警系统联动,实现对关键参数异常的实时监控与预警。比如当电流异常波动、电压超过设定阈值或系统温度过高时,系统可自动报警,并在模型中标注异常设备位置,提示处理建议。应急响应辅助功能可提供一键切换操作指引、应急供电路径与停电范围模拟,为快速处理突发故障提供技术支撑。

5 结语

在建筑工程数字化转型加速的背景下,BIM技术在电气供电系统设计与施工中的协同管理优势愈加显著。通过BIM平台实现的信息集成、三维建模、施工指导及运维支撑,不仅有效提升了电气设计的合理性和施工效率,更打破了专业壁垒,实现了真正意义上的全过程协同。未来,随着BIM与物联网、AI等技术的融合发展,建筑电气系统的智能化管理将进一步深化。相关从业人员需不断更新技术理念,推动BIM协同机制的标准化与制度化,以构建更加高效、安全、智能的建筑电气工程管理体系。

[参考文献]

- [1]张丽丽.基于BIM的绿色低碳建筑正向电气设计探索[J].绿色建筑,2024,16(3):117-123.
- [2]王君,黄兆睿.基于BIM技术的建筑电气节能设计与优化[J].城市建设理论研究(电子版),2025(4):47-49.
- [3]高小争,戴佐政.BIM技术在建筑电气设计中的应用[J].全面腐蚀控制,2024,38(8):108-111.
- [4]欧阳昊.基于BIM技术的建筑工程电气施工管理创新研究[J].工程与建设,2024,38(3):724-726.
- [5]林诒喜.基于BIM技术的建筑电气工程低压电气安装技术分析[J].四川水泥,2023(12):151-153.

作者简介:丁鹏飞(1967.5—),男,籍贯:山东,专业:工业电气自动化,现有职称:高级工程师,研究方向/从事工作:建筑电气供配电设计,工程总承包、工程管理。

建筑工程的管理及施工质量控制的研究

廖伟业

广西建工集团控股有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要] 建筑工程管理及施工质量控制是破解建筑业规模-质量失衡的关键。研究表明, 2023 年某超高层项目通过 BIM 与物联网集成技术, 实现施工偏差率降低 40%、材料损耗减少 18%, 印证数字化工具的核心价值。针对管理流程冗余、技术应用断层、监管效能不足等问题, 提出技术迭代-制度创新-人才适配协同路径, 某地铁 TOD 项目依托数字孪生技术使工程变更率压降至行业均值 1/3; 某省 IDI 保险试点推动质量纠纷下降 52%。研究为行业从粗放扩张转向精益管控提供理论与实践支点。

[关键词] 工程管理; 施工质量; 控制

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16358

中图分类号: TU712

文献标识码: A

Research on Management and Construction Quality Control of Construction Projects

LIAO Weiye

Guangxi Construction Engineering Group Holdings Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: Construction project management and construction quality control are the key to solving the scale quality imbalance in the construction industry. Research shows that in 2023, a super high-rise project achieved a 40% reduction in construction deviation rate and an 18% reduction in material loss through the integration of BIM and Internet of Things technology, confirming the core value of digital tools. In response to issues such as redundant management processes, technological application gaps, and insufficient regulatory efficiency, a collaborative path of technological iteration, institutional innovation, and talent adaptation has been proposed. A certain subway TOD project relies on digital twin technology to reduce the engineering change rate to one-third of the industry average; The pilot of IDI insurance in a certain province has led to a 52% reduction in quality disputes. Research provides theoretical and practical support for the industry to shift from extensive expansion to lean management and control.

Keywords: engineering management; construction quality; control

引言

城镇化与“双碳”目标驱动下, 建筑业亟需重构质量管控范式。2022—2024 年数据显示, 行业产值超 31 万亿元, 但质量事故损失占比仍超 15%, 如某 2023 年住宅项目因工序疏漏引发千万元返工, 暴露传统管理模式瓶颈。当前转型呈现双轨并行, 技术层面, 某 2024 年超高层项目通过 783 个数字质控点将缺陷率压至 0.05%; 制度层面, IDI 保险试点使质量投诉量下降 52%。然而, 技术工具与人才能力错位、标准体系滞后等问题制约质效提升。基于近三年实践案例, 解析管理、技术、监管三维矛盾, 提出全周期数据闭环、智能建造标准化、产教融合等系统性解决方案, 为行业高质量发展提供决策路径。

1 建筑工程管理及施工质量控制必要性

建筑工程管理及施工质量控制必要性在于其是平衡规模扩张与品质提升的核心抓手。2022—2023 年数据显示, 我国建筑业产值持续超 31 万亿元, 但质量事故导致的年均损失仍高达数百亿元, 如 2023 年某中部住宅项目因材料验收与工序监管疏漏, 引发局部结构缺陷并造成千万元级返工损失, 暴露出粗放式管理的代价。此类案例倒逼行业转向全链条精细化管控, 通过设计、施工、运维的全周期协同, 系统性规避技术漏洞与人为失误。数字化

技术的渗透进一步重构管理方式, 某 2022 年超高层项目应用 BIM 与物联网技术, 实现施工进度偏差率下降 40%、材料损耗减少 18%, 验证了数据驱动决策对质效双升的赋能价值。当前, 建筑业正从规模优先转向品质为王, 管理创新需以标准化流程与专业化团队为基石, 在“双碳”目标下推动绿色建造与长效价值融合, 回应高质量发展时代命题。

2 建筑工程管理存在的问题

2.1 管理流程不规范

建筑工程管理流程不规范的问题已成为制约行业高质量发展的突出短板。近年来, 尽管部分企业尝试引入标准化管理体系, 但实际执行中仍存在显著脱节。以 2023 年某东部城市商业综合体项目为例, 因施工许可审批与材料进场流程衔接错位, 导致关键节点延误达 45 天, 直接造成项目成本超支 12%。此类问题暴露出流程设计的系统性缺陷, 部分企业仍沿用经验主导的粗放管理模式, 缺乏对 BIM 协同平台等数字化工具的深度整合, 致使设计变更信息传递滞后, 现场施工与图纸更新不同步的现象频发。此外, 2022 年某大型公共建筑项目中, 因分包单位资质审核流程疏漏, 引入不符合技术标准的施工团队, 最终引发主体结构混凝土强度不达标的质量事故, 直接经济损失超 800 万元。数据表明, 约 30% 的工程纠纷源于合同管理

流程漏洞,如进度款支付节点模糊、变更签证手续不全等,进一步加剧了参建各方的权责矛盾。

2.2 技术应用不足

建筑工程领域的技术应用不足问题,已成为制约施工效率与质量提升的关键瓶颈。尽管智能建造技术在全球范围内加速渗透,但国内部分企业仍停留在传统施工模式,数字化工具的应用深度与广度亟待突破。以2023年某省会城市地铁枢纽项目为例,因未采用实时沉降监测系统与三维地质建模技术,施工中未能及时识别地下管线错位风险,导致盾构机掘进偏差超限,引发局部塌方事故并延误工期近3个月。类似案例暴露出技术短板:据行业抽样调查,2022—2023年间,仅约35%的中型建筑企业常态化使用BIM技术进行施工模拟,而AI驱动的质量缺陷自动识别系统覆盖率不足10%。更严峻的是,部分项目虽引入技术设备,却因操作人员技能缺失导致系统闲置,如某超高层项目配置的物联网物料管理系统因数据录入滞后,实际库存误差率仍高达12%,远高于技术预设的3%阈值。此外,技术应用碎片化现象突出,2024年某大型工业厂房项目中,无人机巡检、智能安全帽等单点技术未能与项目管理平台整合,形成数据孤岛,致使安全隐患预警响应时间延长40%。这种技术投入与产出的失衡,折射出行业在技术适配性、协同性与人才储备上的系统性短板。

2.3 监管体系不完善

建筑工程监管体系的不完善,暴露出行业在质量安全防线上的结构性漏洞。近年来,尽管政策层面持续强化监管要求,但执行环节的脱节与盲区仍普遍存在。2023年某沿海城市跨海大桥项目中,因第三方检测机构对预应力钢绞线抽检比例不足标准要求的50%,未能及时发现材料强度偏差,导致桥面铺装后出现局部开裂,返工成本逾2000万元。此类事件折射出监管链条的断裂,政府专项检查频次与项目规模增速不匹配,2022年某省级住建部门数据显示,年均抽查项目覆盖率仅38%,且多集中于国有大型工程,中小型民营项目监管长期处于“真空地带”。更严峻的是,企业自查机制流于形式,某特级施工企业2024年内部审计发现,超过60%的分包单位未按规定填写施工日志,关键工序验收记录缺失现象屡禁不止,却未触发实质性整改。此外,数字化监管工具的滞后应用加剧了效能低下,如某智慧工地试点城市2023年统计显示,仅15%的监管人员能熟练使用AI图像识别系统进行安全隐患排查,多数仍依赖人工巡检,致使违规行为识别率不足40%。这种制度刚性与执行柔性的矛盾,使得监管体系难以形成对工程质量风险的全周期闭环管控。

3 施工质量控制的关键技术与管理策略

3.1 施工前质量控制

施工前质量控制是确保工程整体品质的源头性保障,其核心在于通过系统性预判与精细化准备,将潜在风险消

弭于萌芽阶段。近年实践表明,设计优化与可行性验证的深度直接决定了后期施工纠偏成本。例如,2023年某省会城市商业综合体项目通过BIM技术进行全专业协同设计,提前检测出机电管线与结构冲突点127处,优化设计后减少施工返工率达35%,直接节约成本超800万元。这一案例印证了数字化预施工模拟的技术价值,基于BIM的4D进度模拟与VR虚拟建造技术,可对复杂节点施工方案进行沉浸式推演,提前暴露工艺可行性缺陷。同时,材料供应链的源头管控愈发关键,2022年某跨江大桥项目通过建立供应商动态评估体系与区块链溯源平台,将钢材、混凝土等主材质量不合格率从传统模式的2.3%降至0.5%,显著降低了因材料缺陷引发的连锁风险。此外,地质勘察数据的精准度提升亦为重要突破点,2024年某国家级新区工业园项目采用三维地质雷达扫描与AI地质建模技术,使地基处理方案优化效率提升40%,规避了传统钻探取样导致的局部地质误判风险。这些实践共同指向施工前阶段的质量控制逻辑:通过技术赋能实现设计-勘察-材料三位一体的风险穿透式管理,为工程全生命周期品质奠定数据驱动的决策基础。

3.2 施工过程中的质量控制

施工过程中的质量控制是工程品质保障的核心战场,其关键在于通过动态监测与精准干预实现质量风险的实时消解。近年来,智能感知技术与工艺标准化结合的实践成效显著,例如2023年某超高层建筑项目在混凝土浇筑环节部署物联网温湿度传感器网络,结合AI预测模型,将养护阶段裂缝发生率从行业平均的1.8%降至0.3%,同时缩短关键工序验收时间40%。这种数据驱动的过程管控模式正在重塑传统施工逻辑,某2024年新建地铁隧道项目通过搭载5G通信的无人巡检系统,实时采集管片拼装错台数据,配合激光扫描逆向建模技术,使拼装精度偏差控制在±3mm内,较传统人工检测精度提升60%。值得关注的是,隐蔽工程的质量追溯难题正被区块链技术破解,某沿海城市地下综合管廊项目通过将焊接工艺参数、检测报告等关键信息上链存证,实现质量责任可追溯周期从平均28天压缩至即时可查,有效遏制了施工偷工减料行为。但技术赋能的同时,人员操作的规范性仍是关键变量,2022年某装配式住宅项目因未严格执行灌浆套筒饱满度可视化检查标准,导致后期结构检测时发现13%的节点存在空洞缺陷,印证了技术+制度双轮驱动的重要性。当前施工过程质量控制已从末端检验转向全要素渗透,通过构建数据采集-智能分析-闭环处置的实时质控生态,推动工程质量从符合性达标向精益化建造跨越。

3.3 施工后质量控制

施工后质量控制是工程全生命周期品质闭环的关键落点,其核心在于通过数据追溯与长效跟踪机制,将质量保障从竣工节点延伸至运维周期。当前,数字化验收与智

慧运维技术的融合正重塑传统质控模式,例如2023年某大湾区会展中心项目采用三维激光扫描与BIM模型逆向对比技术,7天内完成38万平方米的结构验收,精准定位63处施工偏差并生成修复方案,效率较传统人工验收提升5倍。这一实践凸显了数据资产在质量闭环中的价值,某2024年投用的跨江悬索桥项目通过建立全参数数字孪生模型,将运营期索力、线形等数据实时回传至验收基准数据库,使质量追溯响应速度缩短至48小时。更为前瞻的探索在于区块链技术的深度应用,某国家级新区2022年试点建造-运维一体化区块链平台,将隐蔽工程验收记录、材料检测报告等关键信息上链存证,使五年质保期内的质量纠纷率下降42%。但挑战仍存,部分项目因运维期检测频率不足导致缺陷滞后暴露,如某2023年竣工的装配式住宅小区,因未按智慧运维协议执行季度外墙密封性检测,次年雨季即出现17处渗漏点,返修成本超初期预算的30%。这些实践表明,施工后质量控制已超越单一工程验收范畴,正向数据驱动决策+全周期责任追溯的生态化质控演进,为建筑产品长效价值兑现提供技术制度双支撑。

4 提升建筑工程管理及施工质量的对策建议

4.1 加强全过程管理体系建设

加强全过程管理体系建设需以数字化与标准化深度融合重构工程管理范式。2023年某地铁TOD项目通过BIM+GIS平台整合287项跨阶段数据,使工程变更率降至行业平均的1/3,决策效率提升60%。区块链建材溯源体系的应用使某企业2022年材料不合格率从5.7%压减至0.9%,验收效率提高4倍。2024年某超高层项目依托数字孪生技术建立783个质控点预警模型,幕墙气密性缺陷率控制在0.05%以下,印证了精细化管控的突破性价值。更深层次的变革在于制度创新,某省2023年推行的工程质量潜在缺陷保险(IDI)制度,通过风控体系前置使试点项目质量投诉量下降52%,揭示出技术+制度双轮驱动的建设路径^[1]。这些实践表明,全过程管理的本质在于打通数据流与责任链,形成可量化、可追溯的管理闭环。

4.2 技术创新与人才培养

技术创新与人才培养的协同是突破工程质效瓶颈的核心动能。2023年某装配式产业园通过AI审图与机器人生产线,将构件误差率从3%压至0.5%,配套智能实训基地使600余名工人3个月内掌握数字化技能,人机协作效率提升70%。产教融合模式创新成效显著,某央企2024年与高校共建智能建造微专业,培养的复合型人才在超高层项目中优化管线碰撞238处,节省成本超1200万元。技术场景与人才能力的精准匹配加速落地,某2023年跨

海通道工程应用AR远程指导平台,使青年技术员解决问题周期从15天缩至3天,辅以区块链技能认证体系实现人岗动态适配^[2]。这些实践表明,技术革新必须同步重构人才能力模型,方能释放“智能工具+数字工匠”的叠加价值。

4.3 强化监管与标准化建设

强化监管与标准化建设的本质是以技术赋能突破制度执行壁垒。2023年某智慧工地试点应用AI图像识别与北斗定位技术,使违规操作识别率从38%跃至92%,质量事故下降45%。技术倒逼标准升级,某省2024年装配式建筑验收新规推动灌浆套筒检测误差率从15%压至3%,倒逼企业引入三维激光扫描技术^[3]。区块链技术重塑质量追溯体系,某跨省高铁项目将487项关键数据链上存证,质保纠纷追溯效率提升70%。标准化建设正向产业链纵深拓展,某国家级新区2022年推行建造服务标准化认证,覆盖153家单位的862项流程,使交付后投诉量下降61%。这些实践揭示了监管效能提升的双螺旋路径:技术穿透管理黑箱,标准固化权责边界,共同构建质量防控的刚性约束网络。

5 结语

建筑工程管理及施工质量控制转型升级,本质上是技术制度双驱动下的行业范式重构。2022-2024年实践表明,数字化转型正从工具替代转向系统变革,某超高层项目通过数字孪生技术将质控点增至783个,幕墙气密性缺陷率压至0.05%;某地铁TOD项目借BIM+GIS平台使工程变更率降至行业均值1/3,印证数据赋能的降本增效逻辑。制度创新同步释放技术红利,某省IDI保险试点推动质量投诉量下降52%,揭示风控前移对管理效能的倍增作用。面对绿色与品质的双重挑战,某2023年跨海工程应用AR技术使问题解决周期缩80%,碳排放降12%,凸显质效与可持续的协同可能。未来需聚焦技术成本边际控制、中小项目标准落地、技能重构机制优化三大命题,在规模扩张与精益管控间建立动态平衡,助推中国建造向中国智造的质变跃迁。

【参考文献】

- [1] 吴霖. 建筑工程管理及施工质量控制[J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(1): 157-159.
 - [2] 罗光彩. 建筑工程管理及施工质量控制研究[J]. 低碳世界, 2024, 14(5): 91-93.
 - [3] 周维, 鄢守娥. 提高建筑工程管理及施工质量控制的有效策略探讨[J]. 建材发展导向, 2024, 22(7): 30-33.
- 作者简介: 廖伟业, 毕业院校: 重庆大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 广西建工集团控股有限公司, 职务: 项目经理, 职称级别: 中级。

物联网技术在工程测量实时监测中的应用

曹梦岩

河北宝宇测绘服务有限公司, 河北 保定 071000

[摘要]随着工程项目对精确测量和实时监控需求的不断提升,传统测量方法已无法满足现代工程在高效性和高精度方面的要求。通过借助传感器网络和实时数据传输,物联网技术成功解决了传统测量方法中的误差与延迟问题。随着大数据、人工智能及 5G 技术的逐步成熟,物联网在工程测量中的应用展现了广阔的前景,为项目的安全、进度与质量控制提供了强有力的技术保障。

[关键词]物联网技术; 工程测量; 实时监测

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16398

中图分类号: TU712

文献标识码: A

Application of Internet of Things Technology in Real-time Monitoring of Engineering Surveying

CAO Mengyan

Hebei Baoyu Surveying and Mapping Service Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071000, China

Abstract: With the increasing demand for precise measurement and real-time monitoring in engineering projects, traditional measurement methods can no longer meet the requirements of modern engineering in terms of efficiency and high precision. By leveraging sensor networks and real-time data transmission, Internet of Things technology has successfully solved the problems of errors and delays in traditional measurement methods. With the gradual maturity of big data, artificial intelligence, and 5G technology, the application of the Internet of Things in engineering surveying has shown broad prospects, providing strong technical support for project safety, progress, and quality control.

Keywords: Internet of Things technology; engineering surveying; real-time monitoring

引言

随着物联网技术的迅猛发展,其在工程测量中的应用,已逐渐成为提升精度、效率及安全性的关键因素。传统测量方法常常面临精度不足和响应滞后的问题,而通过实时采集、传输及智能分析数据,物联网大幅度提升了工程监测的自动化与智能化水平。工程状态得以实时监控,不仅通过物联网的使用得以实现,且为决策提供了精确的数据支持,从而推动了项目管理向更加高效、智能的方向发展。

1 物联网技术在工程测量实时监测中的优势

1.1 提高测量精度

物联网技术在工程测量中的应用显著提高了测量精度,主要得益于高效的传感器技术与实时数据采集系统。传统测量方法通常依赖人工操作,操作人员的经验和环境因素限制了其精度,常常导致测量结果存在偏差。通过部署精密传感器,物联网系统能够实时采集数据并自动处理,避免了人为误差及外部环境波动的影响。例如,在建筑结构监测领域,通过安装高精度的位移传感器与应变计,物联网技术能够持续监控结构的微小变动。传感器采集的数据被实时传输至云平台,并在经过处理后,输出的测量结果精确度远远超出传统设备。与此同时,数据经由系统多次验证与交叉比对,进一步增强了测量结果的准确性与可靠性。随着传感器技术的不断优化,物联网还能够精确监

控如温度、湿度、压力等多种测量参数。通过实时校准功能,设备老化或环境变化所带来的误差被有效减少,确保了数据的长期稳定性。这种高精度的实时监控,不仅提升了测量准确性,也为工程决策提供了可靠依据,推动了工程质量管理向更加智能化、精细化的方向发展。

1.2 实时监控与远程控制

物联网技术为工程测量提供了强大的实时监控与远程控制能力,显著提高了工程管理的效率与灵活性。传统测量方式通常依赖人工到场操作,无法实时获取最新数据,这不仅延缓了决策的响应,还增加了操作成本及人为误差的风险。借助物联网技术,传感器采集到的实时数据被迅速上传至云平台或本地服务器,完成数据的即时传输与处理,从而实现几乎无延迟的监控与分析。更为关键的是,远程控制与干预功能得到了物联网技术的支持,通过与远程控制系统的连接,工程师和管理人员可以随时通过移动设备或电脑查看监测数据,并根据实时情况调整设备或传感器的状态。例如,在桥梁或隧道的施工过程中,若监测到某一关键点的应变值超出安全限值,相关人员便可以立即进行远程调整或启动应急措施,而无需亲自到场。这种即时响应大大提升了决策效率与处理速度。实时监控与远程控制的结合,不仅优化了资源配置,减少了现场操作的复杂性,还使现场工程师能将更多精力集中于处理更具挑

战性的任务。与此同时,物联网的持续监测与远程干预功能有效降低了设备维护成本,确保了工程项目的安全、有序推进。

1.3 提高工作效率与自动化水平

物联网技术在工程测量中的应用显著提升了工作效率与自动化水平。传统工程测量依赖人工操作,这不仅耗费大量时间与精力,而且复杂的计算与数据记录常导致遗漏或错误。而物联网通过自动化的数据采集、实时传输及智能分析,减少了人工干预,极大地提高了效率。传感器和设备能够全天候持续采集数据,并自动将信息上传至系统,工程师无需到场逐一记录数据,从而节省了大量时间。此外,物联网技术通过自动化的数据处理,简化了繁琐的手工计算与人工分析。系统能够实时进行数据比对、验证与分析自动生成报告,并即时反馈潜在的异常,这一智能化流程不仅加快了工程进度,也有效保障了数据的准确性与可靠性。在自动化管理方面,物联网使得设备监控变得更加精准与高效。通过远程系统实时监控设备的运行状态、负荷及维护周期等信息,预警信号能自动发出,提示操作人员进行必要的调整或维修。这一举措不仅优化了资源配置,还避免了设备故障带来的工程延误。

2 物联网技术在工程测量实时监测中的应用

2.1 传感器技术在实时监测中的应用

传感器技术在物联网工程测量中的应用已成为实时监测的核心,通过在关键位置布设高精度传感器,工程项目能够持续监测各个阶段的关键参数,如位移、应变、温度与压力等^[1]。与传统人工测量方法相比,传感器不仅实现了全天候的数据采集,其精度更是远超人工操作,极大提升了测量的准确性与可靠性。在建筑和基础设施项目中,传感器被广泛应用于结构健康监测。例如,在桥梁或隧道的建设与使用过程中,通过应变传感器与位移传感器的实时监测,能够精确记录结构的微小变化,从而及时发现潜在的安全隐患。监测数据会通过物联网平台实时上传,经过处理后,管理人员便能随时获取项目的实时状态,并评估是否超过了安全阈值,进而有效预防突发事故。随着传感器技术的不断发展,智能化监测变得更加高效。现代传感器具备自我诊断功能,能够自动纠正部分误差,且在数据异常时会通过预警系统发出提醒,减少了人工干预的需求。举例来说,温度传感器能够精确监测土壤或结构内温度的变化,而压力传感器则能实时反馈地下水位的变化。这些数据通过物联网网络传输至云平台后,进入决策支持系统,为工程管理人员提供及时且可靠的数据支持。依托这一高效的传感器系统,工程测量不仅在精度与实时性方面得到了保障,也使监测过程更加自动化与智能化,从而为工程项目的安全性与质量提供了强有力的保障。

2.2 数据采集与无线传输技术

数据采集与无线传输技术在物联网工程测量中的应

用,已成为实时监测的核心环节,它通过高效且精确的数据传输,确保了监测系统的实时性与可靠性。传统测量方法通常依赖人工记录和手动输入数据,这不仅效率较低,还容易受到人为因素的干扰。相比之下,借助物联网,数据采集与传输的自动化流程显著提升了监测过程的智能化与准确性。高精度传感器在现场进行实时监测时,能够精准捕捉各类参数,如温度、湿度、压力、位移等。这些数据在经过嵌入式系统或边缘计算设备的初步处理后,便通过无线网络传输至目标平台。无线传输技术,特别是采用 LoRa、NB-IoT 等低功耗广域网 (LPWAN) 技术,能够在较大范围内稳定传输数据,且在复杂环境下依然表现出色。与传统的有线传输相比,无线传输不仅省去了布线的繁琐,也更适应动态且复杂的施工现场,显著降低了设备安装与维护的成本。无线传输技术还具备极高的灵活性与扩展性,传感器可根据需求随时部署在任何需要监测的区域,无需考虑布线的局限性,从而大大增强了现场测量的适应性。随着物联网技术的不断发展,更多无线传输协议与技术的应用,使得工程测量在各种环境下的传输稳定性与传输距离进一步得到提升。采集到的数据通过无线网络迅速传输至云平台或本地服务器,供工程师与管理者实时查看与分析^[2]。在云平台上,数据的集成与分析使得多来源数据得以比对与融合,从而为决策提供更为准确的依据。高度集成的采集与传输系统,不仅提高了工程测量工作的效率与精度,还显著增强了数据处理的实时性与响应能力。

2.3 云平台与大数据技术的集成应用

云平台与大数据技术的结合,为物联网在工程测量中的实时监测提供了强大的数据处理与分析支持。通过集中存储和管理各类传感器及设备采集到的数据,云平台能够有效地保障数据的安全性及可访问性。而大数据技术则使得这些海量信息得以迅速处理、清洗与分析,从中提取出有价值的见解,进而帮助项目管理人员做出更加精准的决策。在工程测量过程中,现场数据通过传感器实时采集,并上传至云平台。云平台不仅具备高效的数据存储能力,还能够处理大规模的数据,并且支持其实时分析。借助大数据技术,数据能在短时间内被有效分析,提取出有意义的趋势与模式。通过结合历史数据,云平台能分析实时数据,预测潜在的结构变化或施工风险,并提前发出预警,从而帮助管理人员及时采取应对措施。除了数据存储与处理功能外,云平台还具备强大的可视化展示能力。复杂的工程数据通过转换为直观的图表或曲线,使现场管理人员与工程师能够迅速掌握项目的实时状况。借助大数据技术,智能算法对海量数据进行分析,能够识别潜在的规律或异常,为决策提供更加精准的依据。在大型基础设施项目中,云平台可整合各类监测数据,深入分析桥梁或隧道的应力变化,为结构安全性评估提供科学依据。集成云平台与大数据技术的应用,不仅提高了数据处理效率与分析深度,

也显著增强了工程项目的可控性。实时监测变得更加智能化与精细化,技术的进步为工程的安全管理与优化决策提供了坚实的支持。

2.4 实时监测系统的数据分析与可视化

实时监测系统通过结合数据分析与可视化技术,显著提升了工程测量在实时响应能力与决策支持方面的表现。原始数据通过传感器的采集与先进的分析方法相结合,经过深入处理与挖掘,转化为实际应用中的有价值信息,这些信息通过可视化手段呈现,提供了直观的项目动态,使工程师与管理人员能够迅速了解工程进度^[3]。数据分析技术使得来自不同来源的实时监测数据得以有效整合与筛选,关键参数与潜在风险能够从海量信息中被准确提取。例如,土壤湿度、位移、应力等数据通过综合分析后,系统能够识别出潜在的结构性问题或环境变化,及时发出安全隐患的预警,这些分析方法不仅涵盖了传统统计手段,还融合了机器学习等智能算法,持续优化分析模型,从而提高了预测结果的准确性。通过数据可视化技术,分析结果得以转化为图形、曲线、热力图等多种易于理解的形式。对于项目管理人员来说,借助这些可视化工具,可以迅速识别出异常区域或需要重点关注的部分。例如,在建筑物的动态监测中,实时曲线图展示位移数据,帮助监测人员及时评估结构是否处于安全范围内。此外,热力图与三维模型的应用,使得整个工程的监测数据更加直观,便于管理者全面掌握项目的健康状态。结合数据分析与可视化的技术,不仅提升了实时监测系统对复杂数据的处理效率,也使得数据更具可读性与实际应用价值。这些技术为工程管理者提供了更加精准、实时的决策支持,确保了潜在问题能够及时发现与调整,保障了工程的顺利进行与安全性。

3 未来发展趋势与展望

随着技术的不断演进,物联网在工程测量及实时监控中的应用前景正日益广阔。未来,随着大数据、人工智能(AI)以及5G等新兴技术的不断融合,物联网将推动工程测量系统朝着更加智能、自动化和精细化的方向发展。这些技术的深度协作不仅将加速数据的采集与处理,更将提升对各个工程环节的预测与优化能力。物联网与大数据的整合使得精准分析海量监测数据成为可能,借助深度学习与人工智能算法,实时监测系统能够实现更精细的数据

处理,自动识别潜在风险和问题,并提出优化建议。这不仅大幅提升了数据分析的智能水平,也使得项目管理者能够及时反应,有效避免项目进度延误或安全隐患的影响。随着5G技术的引入,实时数据传输的速度与稳定性将得到显著提升。5G高速、低延迟的网络环境将优化物联网设备之间的数据交换,使工程测量系统具备更高效、实时的监测能力。此项技术尤为适用于高风险、复杂的工程项目,如大型桥梁建设或地下工程,能够为这些项目提供强有力的技术保障。物联网技术的应用,随着智能建筑及智慧城市概念的发展,已超越了传统工程测量领域。其将在城市与建筑的整个生命周期内,发挥更加重要的作用。从建设阶段到运营维护阶段,物联网将持续监控建筑结构的健康状态、能源使用以及环境变化等多个方面,为城市的可持续发展提供坚实支撑。未来,物联网不仅将彻底改变工程测量的面貌,还将在智能城市建设中占据至关重要的地位。

4 结语

物联网技术在工程测量中的实时监控应用,已经大幅提升了测量精度、工作效率以及安全管理水平。通过对实时数据的采集、智能分析以及可视化展示,强有力的决策支持被提供给工程项目。随着大数据、人工智能与5G等技术的持续发展,物联网将在未来的工程测量中发挥更加关键的作用,进一步推动行业向更加智能化和高效的方向转型。尽管技术在数据安全等方面仍面临挑战,但随着相关技术的不断进步,物联网必将成为推动建筑行业智能化转型的核心力量。

【参考文献】

- [1]许恒生.物联网技术在建设工程质量检测中的应用研究[J].城市住宅,2020,27(11):190-191.
- [2]郭宇骞.基于边缘计算与物联网技术的信息系统项目实时监测及控制平台开发[J].科技创新与应用,2023,13(34):132-135.
- [3]刘虹豆,向成密.智能化技术在现代工程建设中的应用[J].张江科技评论,2024(1):120-122.

作者简介:曹梦岩(1992.11—),毕业院校:河北工程大学,所学专业:水利水电工程,当前就职单位:河北宝宇测绘服务有限公司,职务:副经理,职称级别:工程师。

基于土木工程中混凝土施工技术的研究

刘家良

中衡建设(吉林)有限公司, 河北 保定 071000

[摘要]近年来,随着我国建筑行业的迅速发展,土木工程项目在规模和数量上呈现显著增长趋势,对混凝土施工质量的要求也日益严格。在此背景下,科学合理地运用混凝土施工技术,不仅有助于提升工程结构的强度与稳定性,还能有效改善当前施工过程中存在的问题,推动项目建设向高质量方向发展。因此,深入分析混凝土施工技术在土木工程中的关键应用要点,并提出相应的技术应用措施,对于提升混凝土施工水平、保障工程质量具有重要的现实意义。

[关键词]土木工程;混凝土施工;施工技术

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16381

中图分类号: TU5

文献标识码: A

Research on Concrete Construction Technology in Civil Engineering

LIU Jialiang

Zhongheng Construction (Jilin) Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071000, China

Abstract: In recent years, with the rapid development of Chinese construction industry, civil engineering projects have shown a significant growth trend in scale and quantity, and the requirements for concrete construction quality have become increasingly strict. In this context, the scientific and rational application of concrete construction technology not only helps to enhance the strength and stability of engineering structures, but also effectively improves the problems existing in the current construction process, promoting the development of project construction towards high-quality direction. Therefore, in-depth analysis of the key application points of concrete construction technology in civil engineering and proposing corresponding technical application measures are of great practical significance for improving the level of concrete construction and ensuring project quality.

Keywords: civil engineering; concrete construction; construction technology

引言

混凝土,作为一种广泛应用的建筑材料,以其优异的抗压强度、可塑性以及耐久性,在土木工程中占据着举足轻重的地位。随着我国基础设施建设的不断发展,特别是在城市化进程加速的背景下,土木工程项目的规模不断扩大,结构日益复杂,施工周期也变得愈加紧迫。由此,混凝土施工技术的要求也随之提高。混凝土施工不仅仅是材料的简单堆砌,它是一项技术性强、系统性高的综合性工程,涉及多个关键环节,包括配合比设计、搅拌工艺、运输方式、浇筑方法以及养护措施等。每一个环节的质量控制,都将直接影响工程的稳定性和安全性。然而,在实际施工中,混凝土施工仍然面临着诸多问题,主要由于技术水平、管理能力以及现场条件的差异所导致。例如,材料配比的不准确、搅拌不均匀、振捣不充分、养护不到位等问题时有发生,严重影响了工程的质量与结构的耐久性。因此,研究和探讨混凝土施工中的关键技术要点,分析常见问题并提出控制策略,对于提高施工质量、确保工程的安全性及延长结构的使用寿命,具有极其重要的意义。本文将围绕土木工程中的混凝土施工技术展开,结合实际工程需求,从当前施工技术的现状出发,分析其应用要点、存在的问题及质量控制策略,为提高土木工程施工水平提供理论依据和实践指导。

1 土木工程中混凝土施工技术的重要性

混凝土,作为土木工程建设中最常用的基础性建筑材料,其施工技术的水平对工程整体质量、安全性以及使用寿命的影响,至关重要。混凝土施工涉及多个关键环节,如基础、梁柱、楼板、框架等部位,且广泛应用于大型桥梁、高速公路、隧道、地铁及水利等工程中。结构的承载能力与耐久性,直接由其施工质量决定。随着城市化进程的加速以及工程项目规模的不断扩大,混凝土施工对技术的要求日益严格,涵盖了施工工艺的科学性、施工流程的规范化、材料配置的合理性以及施工人员专业操作水平等多个方面。若在施工过程中未能严格控制,常见的质量问题,如裂缝、蜂窝麻面、强度不足以及结构变形等,将直接影响工程的结构安全性与使用功能。因此,混凝土施工技术的应用与管理的重视,对于确保工程质量、提升建设效率、降低施工成本以及推动可持续发展,至关重要。与此同时,它对我国土木工程行业技术进步的促进,具有深远意义。

2 土木工程混凝土施工技术常见的问题

在土木工程施工中,混凝土施工常常受到多种因素的影响,从而导致一些典型的质量问题,进而影响工程的整体性能与安全性。混凝土原材料的质量波动较大,水泥、砂石、水及外加剂等的质量不稳定,容易导致配合比的偏差,这直接影响混凝土的强度及工作性能。在搅拌过程中,

若搅拌时间不足或速度不当,混凝土可能会出现搅拌不均匀、离析或泌水现象,进而影响其一致性与可施工性。

在混凝土的运输与浇筑过程中,若由于距离过远或使用不当的运输工具,常会出现分层、骨料分布不均匀或温度变化过大的问题,甚至可能导致初凝提前。在浇筑时,若施工规范未被严格遵循,连续性差、振捣不到位或过度振捣的现象往往会发生,进而产生孔洞、蜂窝麻面等常见缺陷。模板支护若不牢固,或者拆模时机掌握不当,结构变形或表面缺陷也会发生^[1]。在养护阶段,若湿度与温度控制不到位或养护时间不足,容易引发混凝土表面干裂、强度不足等问题。因此,施工过程中,每个环节的细节控制,必须严格把关。

3 土木工程混凝土施工技术应用要点

3.1 科学配置混凝土

科学配置混凝土是土木工程施工质量的关键环节之一,其核心在于根据具体工程的结构类型、使用环境以及承载要求,合理选择水泥、骨料、水及外加剂等原材料,并按照科学的配合比进行混合,以确保混凝土具备优良的工作性、强度及耐久性。在实际施工中,材料的选择必须符合国家标准和设计规范,并根据季节变化、施工条件及结构特点进行适当调整。例如,在高温季节施工时,水灰比的控制是至关重要的,以避免混凝土水化过快,进而影响早期强度的稳定性;而在低温环境下施工时,防冻剂的加入或水泥用量的增加,则能确保混凝土正常凝结与硬化。骨料的粒径级配、含泥量及洁净度对混凝土性能的影响,不容忽视,必须经过严格筛选与试验验证。此外,外加剂的使用也需精准控制,诸如减水剂、缓凝剂、引气剂等,均应根据设计要求进行合理搭配,从而提升混凝土的流动性、施工性能及结构耐久性。

3.2 把控搅拌时间与速度

在土木工程混凝土施工中,搅拌时间与搅拌速度的合理控制,对于确保混凝土的均匀性及工作性能至关重要,这些因素直接影响混凝土的强度、耐久性以及后续施工效果。若搅拌时间过短,混凝土的各组分未能充分混合,导致分布不均、坍落度不稳定,从而引发离析或泌水等问题。若搅拌时间过长,则可能导致混凝土初凝提前,坍落度迅速损失,甚至使水泥发生过早水化,进而影响浇筑与成型质量。搅拌速度的控制同样至关重要。若速度过慢,搅拌效果可能不充分,混凝土的均匀性受到影响;若速度过快,不仅会使水泥颗粒受到过度摩擦,降低其黏结力,还可能因过强的机械作用引发气泡增多,进而影响混凝土的密实性。不同类型的混凝土及工程需求,对搅拌时间和速度有不同的技术要求与控制标准。因此,应根据具体工程情况进行调整,并在使用机械搅拌设备时,严格按照试验确定的最佳搅拌时间与速度进行操作,以确保混凝土搅拌质量的稳定性与可控性。

3.3 注意混凝土运输

混凝土在配置与搅拌完成后,需要及时运输到指定的施工场地进行使用。为了确保混凝土的质量,在运输过程中必须避免出现分层现象。施工单位应选择具备防水、防渗性能的运输工具,并合理控制运输时间。若运输距离较远,建议在施工现场就近进行混凝土搅拌,避免长途运输对混凝土性能和质量产生不良影响。在将混凝土从运输工具倾倒入施工现场时,由于骨料的重力作用,大颗粒骨料可能会集中在一侧,从而导致砂石分离^[2]。为此,施工人员应根据施工环境和项目要求,制定相应的预防措施,确保运输路径平坦,避免颠簸路况引发混凝土分层和离析现象。

3.4 浇筑混凝土

在土木工程施工中,混凝土的浇筑是连接原材料准备与后期结构成型的重要环节,直接影响工程结构的稳定性与耐久性。浇筑工作需要根据结构类型、施工环境、浇筑部位等因素,制定详细的施工方案,确保混凝土能够均匀、连续、密实地填充模板,并与钢筋等预埋件紧密结合。在实际操作中,浇筑速度与顺序的控制至关重要,必须避免因间隔时间过长而导致冷缝,进而影响结构的整体性。为了确保混凝土质量的稳定,适当的振捣方式应被选用,如插入式振动棒或平板振动器,目的是排除内部气泡,减少孔洞、蜂窝麻面等问题的发生。对于高层结构或大体积混凝土的浇筑,应采取分层分段、连续浇筑的方式,每层的厚度需控制在规范要求的范围内,从而防止离析现象的发生及结构不均匀的情况。同时,根据天气条件,及时采取遮盖、降温或保温等措施,以避免高温、低温或强风等不利气候对浇筑质量的影响。

3.5 混凝土拆模

在土木工程施工过程中,混凝土拆模是一个至关重要的步骤,其时机和方法直接影响混凝土结构的成型质量及安全性。拆模工作必须确保混凝土已达到足够的强度,能够承受自重及外界施工荷载,避免因强度不足而导致结构变形、塌落或表面缺陷等质量问题。拆模时间的确定,应根据混凝土类型、施工环境的温湿度以及结构部位等多重因素综合评估^[3]。通常,竖向模板(如柱、墙等)可在混凝土强度达到设计强度的70%左右时拆除,而承重模板(如梁、板)的拆除则需更为谨慎,通常要求达到设计强度的100%或经计算确认其能够承受荷载后,方可进行。拆模操作时,规范的操作方法必须严格遵循,以避免因用力过猛或工具不当导致混凝土结构的边角受损。在拆除大型模板时,应分段、分区进行,以防整体模板卸载时引发结构应力突变。

3.6 混凝土养护

混凝土养护在土木工程施工中起着至关重要的作用,是确保混凝土性能及结构耐久性的关键环节。其主要目标是在混凝土硬化的初期阶段,为其创造适宜的温湿度条件,促进水泥水化反应的顺利进行,从而保证混凝土能够达到

设计强度,具备优良的抗裂性与耐久性。在养护过程中,若控制不当,如养护时间过短或环境温度过高、过干,混凝土表面水分过快蒸发的情况,容易引起干缩裂缝,进而影响结构的密实度及美观性。养护方法多样,包括洒水、覆盖塑料薄膜或湿麻布保持湿度,以及喷洒养护剂等。具体方法的选择应根据施工环境与结构的特点来决定。例如,在高温或强风天气下,养护频次应适当增加,并延长养护时间,以保持混凝土持续湿润;而在寒冷季节施工时,则需采取保温措施,如使用保温棉被或设置临时加热设备,以防混凝土在低温条件下水化受阻,影响强度的增长。此外,对于大体积混凝土结构,采用分层浇筑、温度监测与调控等方法,有助于防止内部温差过大引发温度裂缝。

4 土木工程中混凝土施工技术质量控制策略

4.1 加强管理施工现场

在土木工程中的混凝土施工阶段,强化施工现场的管理是确保工程质量与安全的重要保障。其核心在于建立完善的管理制度,并通过高效的组织协调机制,全面细致地监督和控制各个施工环节。施工场地的科学规划至关重要,合理划分材料堆放区、作业区、通行区等功能区域,确保施工流程有序,现场环境整洁,进而减少材料浪费并降低安全隐患。此外,进场人员的技术交底和安全教育工作同样不可忽视,施工人员需明确施工技术要求及操作规范,以增强质量意识与责任感。在混凝土施工过程中,现场管理人员应实时监控各环节,包括原材料使用、搅拌工艺、运输衔接、浇筑、振捣及养护等工序,确保每个环节的操作符合标准,流程畅通无阻。除了操作规范的监督,施工现场还需加强检测与记录工作,及时掌握混凝土的实际强度、坍落度等关键参数,发现问题及时处理,防止质量事故的发生。同时,专人应被指派负责各工序之间的协调,确保工序衔接顺畅,避免混凝土冷缝或施工延误等问题。

4.2 严格把控混凝土材料质量

在土木工程施工中,确保混凝土材料质量是保证混凝土施工技术水平及工程整体质量的关键。混凝土由水泥、骨料、水及在特定条件下添加的外加剂组成,若任何一种原材料质量不符合标准,混凝土的性能将受到负面影响,甚至在严重情况下,结构安全也可能受到威胁。因此,施工前,所有原材料必须经过严格的进场验收和质量检测,确保它们符合国家及行业相关标准。水泥应具备良好的凝结性能及合理的强度增长速率,并且不得受潮结块;骨料必须具有合理的颗粒级配,洁净且无有害杂质,泥土含量必须严格控制,以避免影响黏结性能;拌合水应洁净、无污染,且应避免使用含有机物或酸碱度异常的水源;外加剂的选择应根据设计要求,并通过试验验证其在不同气候和结构条件下的适应性^[4]。在进行混凝土配合比设计时,需要根据结构部位、施工环境及力学性能等因素合理调整原材料比例,以确保混凝土具备理想的和易性、泵送性和

耐久性。在施工过程中,还应指定专人负责材料质量的监管,定期进行原材料抽检及复检,避免因供应商更换或材料运输、存储不当而导致性能波动。

4.3 加强技术人员管理

在土木工程的混凝土施工过程中,技术人员管理的强化是提升施工质量、提高工程效率及降低风险的关键步骤。作为设计、施工与管理之间的桥梁,技术人员的专业能力、责任心及执行力直接影响混凝土施工的各个环节。施工单位应当建立健全技术人员的选拔、培训、考核与激励机制,确保现场管理人员、操作工人及技术骨干具备相应的资质与实际操作能力。施工前,技术人员应组织进行全面的技术交底,确保他们对施工图纸、技术规范、施工工艺及质量控制要点有充分了解,从而避免因理解误差或操作失误引发的质量隐患。施工过程中,技术人员应深入现场,及时掌握搅拌、运输、浇筑、振捣、养护等关键环节的实际情况,问题应及时发现并加以纠正,确保工艺流程严格按照设计及规范要求执行。此外,技术人员的责任心应加强培养,质量目标责任制应落实到位,岗位职责应明确,技术管理体系应构建得严密有序。鼓励技术人员结合工程实际进行技术创新与优化,施工效率与质量水平应不断提升。

5 结语

通过对土木工程中混凝土施工技术的深入研究,可以明确看出,作为工程建设中的关键环节,混凝土施工作为其技术水平直接影响着工程的结构强度、耐久性以及整体质量。随着土木工程项目规模的不断扩大与施工要求的不断提高,混凝土施工技术也必然需要不断进行优化与创新。本文从混凝土施工的重要性出发,分析了常见的技术问题,详细讨论了施工技术的应用要点,并提出了可行的质量控制策略。展望未来,在土木工程的实际建设中,技术管理应进一步得到强化,施工人员的专业素质应提升,施工操作流程应更加规范,同时,新材料、新技术的广泛应用与融合也应得到推动,以全面提高混凝土施工水平。只有在此基础上,工程质量与安全的前提下,土木工程建设的效率性与可持续发展才能得到推动。

[参考文献]

- [1]张郑骞. 土木工程混凝土施工关键技术及应用分析[J]. 建材发展导向, 2025, 23(5): 97-99.
 - [2]田宏兵. 土木工程混凝土施工技术分析[J]. 建材发展导向, 2024, 22(21): 109-111.
 - [3]徐宇航. 基于土木工程中混凝土施工技术研究[J]. 中国住宅设施, 2024(9): 118-120.
 - [4]宋迪. 土木工程中的混凝土施工技术研究[J]. 四川建材, 2024, 50(9): 107-108.
- 作者简介: 刘家良(1994. 2—), 毕业院校: 国家开放大学
专业: 土木工程, 就职单位: 中衡建设(吉林)有限公司,
职务: 技术员, 职称级别: 中级工程师。

水利工程中堤防防渗施工技术的应用研究

朱 璐

河北省水务中心石津灌区事务中心, 河北 石家庄 050051

[摘要] 全球堤防工程普遍面临渗漏隐患, 我国堤防建设规模庞大, 部分区段存在渗漏风险, 尤其在复杂地质与生态敏感区域, 传统防渗手段面临技术瓶颈。国际社会对工程环保性的要求日益严格, 推动防渗技术向低碳化方向转型。当前研究多聚焦单一技术优化, 缺乏对材料性能、结构设计与环境适配的系统性协同机制探索, 导致工程实践中常出现局部有效而整体稳定性不足的问题。突破技术瓶颈需构建系统性思维, 通过材料创新、工艺整合与生态理念融合, 推动防渗技术向绿色化、智能化方向升级, 实现工程安全与生态效益的平衡。

[关键词] 水利工程; 堤防防渗; 施工技术

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16368

中图分类号: TV512

文献标识码: A

Application Research on Anti-seepage Construction Technology for Embankments in Hydraulic Engineering

ZHU Lu

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

Abstract: Global embankment projects generally face leakage hazards. China has a large scale of embankment construction, and some sections have leakage risks, especially in complex geological and ecologically sensitive areas. Traditional anti-seepage methods face technical bottlenecks. The international community's increasingly strict requirements for engineering environmental protection are driving the transformation of anti-seepage technology towards low-carbon direction. Current research mostly focuses on optimizing a single technology, lacking exploration of systematic collaborative mechanisms for material properties, structural design, and environmental adaptation, resulting in the common problem of local effectiveness and insufficient overall stability in engineering practice. Breaking through technological bottlenecks requires building systematic thinking, promoting the upgrading of anti-seepage technology towards green and intelligent direction through material innovation, process integration, and ecological concept integration, and achieving a balance between engineering safety and ecological benefits.

Keywords: water conservancy engineering; embankment anti-seepage; construction technology

引言

堤防防渗是水利工程安全的核心要素, 其性能直接影响防洪能力与生态系统的长期稳定。在全球气候变化导致极端水文事件增多的背景下, 传统防渗技术面临多重挑战: 复杂地质条件限制施工可行性、材料耐久性不足引发安全隐患、生态保护要求提高倒逼技术革新。单一技术改良难以应对渗流路径的时空变异性与系统协同需求, 亟需通过材料适配性优化、工艺组合创新及生态效应量化评估, 建立兼顾工程可靠性与环境友好性的综合防渗方案, 实现防洪减灾与生态保护的双重目标。

1 水利工程堤防防渗施工的核心价值

堤防防渗施工是水利工程防洪体系的关键环节, 其作用不仅体现于抵御洪水的直接防护功能, 更在于维持区域生态系统的动态平衡与社会经济的可持续发展。从工程力学视角分析, 堤防长期受高水位渗透作用时, 若防渗体系存在结构性缺陷, 渗流路径将沿土体孔隙或裂隙持续扩展, 导致土体有效应力分布失衡、抗剪强度梯度衰减, 最终可能引发管涌、流土等渐进式破坏, 甚至产生溃堤风险。防

渗施工通过构建连续、稳定的阻渗屏障, 可切断渗流通道, 维持堤身完整性, 避免因内部侵蚀导致的灾变链式反应。这一过程不仅关乎洪水期间堤防的被动防御效能, 更决定了工程在极端气候条件下对下游农田、城镇的主动保护能力——高质量的防渗系统可显著降低洪峰过境时的水位壅高值, 缩短淹没历时, 从而减轻农业减产、居民生命财产损失及湿地生态退化等次生灾害。从生态学维度考量, 科学防渗能减少渗漏水流对地下水系统的扰动, 维持区域水文循环平衡, 避免因长期渗漏引发的土壤盐渍化或河岸植被退化。因此, 堤防防渗施工本质上是实现“工程安全-社会效益-生态健康”三位一体目标的系统性技术支撑。

2 堤防防渗材料特性与技术适配性

2.1 膜材料体系

膜材料作为防渗体系的核心功能层, 其性能直接决定工程抗渗稳定性与服役周期。现代防渗膜主要包括聚乙烯(PE)土工膜与膨润土防水毯(GCL)两大类, 其作用机理具有显著差异性。PE 土工膜以高分子聚合物为基材, 通过分子链排列形成致密结构, 具有优异的抗拉强度与延

展性,可适应堤体变形而不易开裂,其致密微观结构能有效阻隔毛细渗流,尤其适用于高水头或复杂地形条件下的连续防渗需求。然而,纯PE膜缺乏自修复能力,对机械损伤或焊接缺陷极为敏感,需依赖高精度施工工艺保障完整性。相比之下,GCL防水毯通过膨润土遇水膨胀形成胶结层,兼具柔性密封与自修复特性,在局部破损时可通过吸附水分再生阻渗功能,且铺设便捷,特别适用于软土地基或生态敏感区。两类材料的协同应用渐成主流趋势:PE膜作为主体防渗层提供连续阻渗面,GCL作为过渡层或局部补强层,通过界面优化形成多重防护体系。值得注意的是,膜材料的耐久性受环境因素制约显著——紫外线照射可能加速材料老化,化学腐蚀会削弱分子链结构,冻融循环可能引发界面脱层。因此,在特殊环境区域需采用抗老化配方或复合防护层。此外,膜上覆土层的级配设计与施工质量直接影响其抗变形能力,过度碾压或尖锐物刺穿可能引发结构性破坏,需同步优化垫层结构并加强质量监控。

2.2 黏土材料体系

黏土材料作为传统防渗介质,凭借颗粒细小($<0.002\text{mm}$)、压实后低渗透性($k<1\times10^{-10}\text{m/s}$)的特性,适用于中低水头($<5\text{m}$)防渗。其压缩性虽高,但通过分层碾压(碾压遍数8~12遍,含水率控制 $\pm2\%$)可形成稳定抗剪强度($c\geq10\text{kPa}$)。然而,黏土性能易受土质成分(如蒙脱石含量 $>30\%$ 时易膨胀)与含水率波动影响,非均质土层中渗透系数可能突变(差异达2个数量级),且抗冲刷能力较弱(临界剪切速率 $<1\text{s}^{-1}$)。现代工程中,黏土常以土石混合形式(掺入30%~50%砂砾石)优化级配,或与土工膜复合使用(如黏土心墙+PE膜覆盖层),在生态敏感区发挥自然降解优势,减少化学污染风险。例如,在河岸护坡工程中,黏土层与植物根系协同固土,既增强抗冲刷能力,又降低断面尺寸需求。但黏土施工仍面临效率瓶颈,分层碾压需严格控制含水率(误差 $<1\%$)以避免“弹簧土”现象,且断面尺寸过大可能增加材料运输成本。为此,部分工程采用土工格栅加筋黏土技术,通过增强界面抗拉强度(提升5~8kPa),减少压实厚度(优化至40~60cm),从而平衡工程经济性与生态效益。

2.3 复合防渗材料体系

复合防渗材料通过多层级协同突破单一材料性能局限,是应对复杂工程条件的优选方案。其核心设计在于融合不同材料优势:例如将高分子聚合物膜的高抗拉强度与膨润土防水毯的柔韧性结合,既可抵抗外部机械荷载,又能适应地基变形;或采用“黏土+防渗膜”叠合结构,利用黏土的低渗透性与膜的密封性形成双重阻渗屏障。此类材料的关键在于界面优化技术,通过黏结剂或过渡层设计解决不同材料间的变形协调问题,避免因热胀冷缩或荷载差异导致剥离失效。在生态敏感区域,复合体系常融入生物降解材料(如植物纤维加筋黏土),降低化学污染风险

并提升自修复能力。然而,复合材料的施工复杂度显著增加,需严格控制各层铺设顺序与压实标准,尤其需关注搭接区域的防渗连续性。其应用场景覆盖高风险堤段、污染防控区及生态修复工程,通过材料适配性设计实现防渗效率与工程经济性的动态平衡。

3 水利工程中堤防防渗施工关键技术

3.1 垂直防渗技术体系

垂直防渗技术通过构建连续阻渗屏障切断堤基渗流通道,适用于处理堤基覆盖层渗透性较强的区域。该技术通过阻断横向渗流路径,降低堤体内浸润线高度,从而提升抗滑稳定性^[1]。深层搅拌桩防渗墙是代表性工艺,通过机械搅拌将水泥浆与原位土体混合,形成具有一定强度的水泥土桩体(28d无侧限抗压强度 $\geq1.0\text{MPa}$),桩体连续搭接宽度 $\geq20\text{mm}$ 后构成墙体,对软土(液限 $>40\%$)、砂壤土地质适应性强,施工效率达20~30m/台班,但需严格控制水泥掺量(15%~20%)与搅拌均匀性(提升速度 $\leq1\text{m/min}$)。高压喷射注浆防渗墙通过高压射流(压力20~40MPa)切割土体,注入浆液(水泥掺量30%~40%)与土颗粒混合固结成墙,可穿透深厚覆盖层(深度 $>30\text{m}$)并适应复杂地层(如礁石、孤石占比 $<10\%$),墙体渗透系数 $\leq1\times10^{-7}\text{m/s}$ 。振动沉模防渗板墙通过高频振动(频率10~15Hz)下沉预制模板并灌注混凝土(坍落度 $180\pm20\text{mm}$),形成渗透系数 $\leq1\times10^{-6}\text{m/s}$ 的板墙,成墙质量稳定(垂直度偏差 $<0.3\%$),尤其适合软土地基中的深水施工(水深 $>5\text{m}$)。垂直防渗技术的核心挑战在于地质适应性,例如在多层含水层中需分层成墙(每层厚度1.5~2.0m),或在深厚砂砾石层中需结合帷幕灌浆(孔距2.0m,扩散半径 $>1.5\text{m}$)。施工中需依托地质雷达(分辨率0.1m)或电阻率成像技术(探测深度 $>30\text{m}$)实时监测墙体完整性,避免因桩体搭接不良(搭接率 $<95\%$)或局部缺陷(孔隙率 $>5\%$)引发渗漏。此外,垂直防渗体系常与水平防渗层协同设计,形成“底部截渗-顶部密封”的立体阻渗网络,例如在防渗墙顶部设置黏土心墙(厚度1.0m,干密度 1.7g/cm^3)以增强整体抗渗能力。针对生态敏感区域,部分工程采用膨润土基浆液替代普通水泥浆,减少化学污染风险,同时提升墙体自修复能力(如膨润土掺量 $\geq20\%$)。未来技术发展需进一步优化材料配比与施工工艺,例如研发快凝低收缩浆液以适应快速成墙需求,或在深厚覆盖层中探索定向钻进防渗墙技术,以降低施工扰动与成本。

3.2 水平防渗技术体系

水平防渗技术通过铺设连续阻渗层切断地表水与堤体的侧向渗流,其核心在于根据工程地质条件选择适配防渗材料与工艺,形成低渗透系数的水平屏障。PE土工膜水平防渗层凭借高抗拉强度($\sigma\geq25\text{MPa}$)与延展性($\epsilon\geq600\%$),可适应堤体不均匀沉降(沉降量 $>30\text{cm}$),尤其适用于高水头($H>20\text{m}$)或地基条件复杂的堤段。铺设时

需采用双缝热熔焊接工艺（焊接温度 $120\sim 140^{\circ}\text{C}$ ，压力 $0.1\sim 0.2\text{MPa}$ ），确保接缝处剪切强度 $\geq 18\text{N/mm}$ ，同时设置保护层（如砂砾石厚度 30cm ，压实度 $\geq 95\%$ ），防止机械损伤（抗冲击强度 $> 50\text{J/m}^2$ ）或紫外线老化（抗紫外线指数 $\text{UPF}>50$ ）^[2]。然而，纯 PE 膜缺乏自愈能力，局部破损（孔径 $> 1\text{mm}$ ）可能导致渗漏扩散速率达 $1\times 10^{-4}\text{m}^3/\text{s}$ ，因此常与 GCL 防水毯或黏土层复合使用，形成多层级结构。膨润土防水毯作为柔性水平防渗材料，通过膨润土遇水膨胀形成致密封堵层（渗透系数 $\leq 5\times 10^{-11}\text{m/s}$ ），兼具自修复与抗冲刷特性，尤其适合软土地基（承载力 $< 30\text{kPa}$ ）或狭窄河道（宽度 $< 10\text{m}$ ）的快速防渗，实际工程案例显示其可减少渗漏量达 90% 以上。黏土水平防渗层作为传统工艺，通过分层碾压（碾压遍数 $8\sim 12$ 遍）形成低渗透系数的黏土心墙（ $k\leq 1\times 10^{-10}\text{m/s}$ ），其优势在于材料易获取且能与周边土体自然融合（差异沉降量 $< 5\text{mm}$ ），但需严格控制含水率（最优含水率 $\pm 2\%$ ）与碾压标准。现代工程中，土石混合防渗层通过优化砂砾石与黏土的级配比例（如砂砾石占 $60\%\sim 70\%$ ），抗压强度可提升至 500kPa 以上，同时降低材料成本约 30% 。水平防渗技术的选择需平衡工程需求与环境约束，例如在冲刷严重的河岸（流速 $> 4\text{m/s}$ ）需结合抗冲刷保护层（如抛石厚度 $> 80\text{cm}$ ，粒径 $> 200\text{mm}$ ），或在生态修复工程中种植芦苇（根系抗拉强度 $> 80\text{MPa}$ ）协同增强抗渗与固土能力。

3.3 组合防渗技术体系

组合防渗技术通过多材料、多工艺的协同作用，突破单一技术的性能局限，是应对复杂工程条件与高标准防渗需求的核心策略。其本质在于将垂直与水平防渗技术有机融合，或通过不同材料的界面优化形成互补性阻渗体系，从而实现“ $1+1>2$ ”的防渗效果。例如，高分子聚合物膜的高抗拉强度与膨润土防水毯的自修复特性结合，前者阻断大部分渗流，后者利用遇水膨胀特性填充接缝缺陷并抵御局部冲刷。与此同时，黏土与高分子聚合物膜的复合应用则通过分层设计实现经济性与抗破坏能力的平衡——黏土层压实后形成低渗透基底，膜作为抗穿刺保护层，既降低施工成本，又提升整体抗破坏能力。在空间布局上，组合防渗技术强调立体阻渗网络的构建：垂直防渗墙阻断堤基深层渗漏，水平防渗层覆盖堤体表层，形成“底部截渗-顶部密封”的闭合体系。此类设计尤其适用于高水头堤段，可同步降低浸润线高度与地表径流冲刷风险。值得注意的是，组合技术的核心挑战在于工艺兼容性——例如

膜焊接与防水毯铺设需分阶段实施，避免施工机械对膜层的碾压损伤^[3]。不同材料的界面渗透特性需通过过渡层设计优化，如在黏土与膜接触面铺设砂砾石，既平衡孔隙水压力，又防止黏土颗粒侵入膜体。这种系统性思维不仅体现在材料与结构的协同上，更贯穿于施工全流程——从地质复核到材料选型，从工艺整合到质量监控，均需围绕“连续、稳定、经济”的目标进行动态调整。组合防渗技术的优势在于其适应性与韧性：在生态敏感区域可融入植物根系固土技术，利用自然材料减少化学污染；在污染防控区通过复合防渗体系阻断污染物扩散路径，兼顾工程安全与生态修复。其价值不仅在于提升单一堤段的防渗效率，更在于通过多维度的体系设计，为高风险堤段、复杂地质条件及生态敏感工程提供兼具可靠性与可持续性的解决方案，最终实现工程安全、社会防护与生态效益的统一。

4 结语

堤防防渗技术的核心在于平衡工程安全、生态保护与社会效益。从材料创新到技术协同，垂直防渗阻断深层渗流，水平防渗覆盖侧向水流，组合技术则通过材料互补与结构联动实现全域渗流管控。高分子聚合物膜、膨润土基防水材料及黏土等材料的特性融合，构建了“刚性-柔性”协同的防渗体系，既抵御极端水文冲击，又降低生态扰动。当前技术仍面临材料长期性能衰减、复杂地质条件下可靠性不足等挑战，未来需聚焦智能化监测（如分布式光纤传感系统实时追踪渗流场）、生态材料研发（如生物基复合材料替代传统高耗能材料）与全周期管理，推动防渗工程向“精准、长效、可持续”升级。例如，荷兰三角洲工程通过智能监测与生态护坡协同，实现防洪标准提升至百年一遇，同时湿地生态恢复率达 75% 。堤防防渗不仅是水利安全的基石，更是人水和谐的实践路径，唯有技术创新与生态理念的深度耦合，方能实现“防洪减灾、资源集约、生态永续”的多重目标，为全球水安全治理提供科学范式。

[参考文献]

- [1] 王印. 水利工程中堤防防渗施工技术的应用研究[J]. 工程技术研究, 2023, 8(19): 96-98.
- [2] 包小红. 水利工程堤防防渗施工技术的应用探讨[J]. 大众标准化, 2024(5): 136-138.
- [3] 蔡慧, 郝世飞. 水利工程堤防防渗施工技术应用探讨[J]. 工程技术研究, 2023, 8(18): 111-113.

作者简介：朱璐（1996—），女，学士学位，当前就职单位：河北省水务中心石津灌区事务中心。

大面积超薄金属板吊顶防挠曲施工技术研究

刘 柯

中铁建工集团有限公司, 江苏 南京 210000

[摘要]随着国内建筑业的蓬勃发展,金属吊顶市场规模也呈现出逐步扩大的趋势。根据最新的市场研究数据,金属吊顶行业的市场规模从2015年的大约70亿元人民币,已经增长到了2019年的超过1000亿元人民币。这一显著的增长,特别得益于国内市场对环保、美观以及实用性问题的高度重视。越来越多的建筑企业开始倾向于选择金属吊顶产品,这不仅反映了市场的需求变化,也为金属吊顶市场的进一步增长提供了丰富的机遇。随着市场需求的持续增长,金属吊顶行业市场也在不断地进行升级和变革。目前,市场上的金属吊顶产品种类已经不再局限于传统的铝合金、钢材、不锈钢等基础材料。众多金属吊顶企业开始注重创新和研发,推出了许多新型材料,例如混凝土板、石材板、天然大理石板、无机复合板、合金板等,这些新型材料的出现,不仅丰富了市场选择,也满足了不同建筑设计的需求,从而有效地提升了整个行业的市场竞争力。

[关键词]大面积;超薄金属板;吊顶防挠曲;施工

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16361

中图分类号: TU448

文献标识码: A

Research on Anti Bending Construction Technology of Large-area Ultra-thin Metal Plate Ceiling

LIU Ke

China Railway Construction Engineering Group Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: With the booming development of the domestic construction industry, the market size of metal ceiling has also shown a gradually expanding trend. According to the latest market research data, the market size of the metal ceiling industry has grown from approximately 7 billion Yuan in 2015 to over 100 billion Yuan in 2019. This significant growth is particularly attributed to the high attention paid by the domestic market to environmental protection, aesthetics, and practicality issues. More and more construction companies are inclined to choose metal ceiling products, which not only reflects changes in market demand, but also provides rich opportunities for further growth of the metal ceiling market. With the continuous growth of market demand, the metal ceiling industry market is also constantly upgrading and transforming. At present, the types of metal ceiling products on the market are no longer limited to traditional basic materials such as aluminum alloy, steel, stainless steel, etc. Many metal ceiling companies have begun to focus on innovation and research and development, launching many new materials such as concrete slabs, stone slabs, natural marble slabs, inorganic composite slabs, alloy slabs, etc. The emergence of these new materials not only enriches market choices, but also meets the needs of different architectural designs, effectively enhancing the market competitiveness of the entire industry.

Keywords: large area; ultra-thin metal plate; ceiling anti deflection; construction

目前建筑幕墙行业的主要材质为玻璃、石材、铝板、金属板等。在室外幕墙吊顶工程中,石材吊顶被限制使用已逐渐淘汰,绝大多数工程设计采用金属幕墙来进行吊顶装饰施工,因此铝板、金属板以及其衍生品成为主要的装饰材料。但传统铝板或金属板吊顶,因为其会产生下挠形变,对材料强度要求高,传统铝板吊顶为保证其强度,往往采用增加材质厚度的措施,从而导致吊顶钢材龙骨要求提高、作业难度增加、成本投入增加的问题。如何能合理控制金属板吊顶材质厚度,在保证室外吊顶的安全的情况下,既能控制吊顶形变,又能提高成本投入的性价比是极大的挑战和希望解决的问题。

1 技术简介

针对上述困难,决定从工艺源头出发,从材料选用和工艺制作上改进室外吊顶幕墙施工方法,采用1mm超薄金属印花单板作为吊顶饰面。材料方面,金属印花单板由符

合GB/T 14978标准的镀铝锌钢板制作,该材料为合金钢板,具备优异的抗弯曲性能,能够达到2T的抗弯标准,符合B级抗弯要求。表面采用三辊涂^[1]工艺,涂层光泽度差值小,统一性高。金属板背面采用铝制瓦楞加固,控制金属板表面平整度,并增加在长期悬挂状态下防挠曲能力。

瓦楞型超薄金属板解决了目前大面积吊顶工程中,成本投入与外观平整度效果相矛盾的难题,在材料上和工艺上共同减小吊顶金属板下挠弯曲发生变形,又能在成本上节约饰面材料及龙骨材料的费用,同时减小饰面及龙骨整体重量,达到安全经济美观环保的效果。

2 技术特点

(1) 针对大面积室外吊顶,增大单块金属板尺寸,以提升视觉感官效果,特别是在超高挑空的室外吊顶中,采用大分隔设计能显著增强视觉冲击效果。

(2) 超薄金属板采用三辊涂工艺,能有效提升表面

涂层光泽度,严格控制色差,确保整体吊顶的完成质量和观感质量均达到高标准。

(3) 针对 1mm 厚超薄镀铝锌钢板^[2]吊顶,减轻饰面及龙骨整体重量,节约成本,同时采用铝制瓦楞做背衬加固,减小下挠变形,保证安装成型效果。

(4) 在系统应用上具有质量稳定、性能优异、装饰性好、寿命长、平整度高、不变形不开裂、施工方便的性能。

3 工艺原理

(1) 采用 1mm 超薄镀铝锌钢板作为大面积金属板吊顶的饰面材质,与传统铝板材质不同。由于成本限制或者其他因素,超薄铝板刚度不足,在昼夜温差较大的地区,金属面板会因升温较大而产生较大的热膨胀值,在直射情况下更为明显。而镀铝锌钢板则由 55%的铝、43.5%的锌和 1.5%的硅组成的合金涂层,在强照射、暴晒以及温度应力作用下,适应力及耐久性更好。因板材更加轻薄,故安装运输便捷,施工速度更快。

名称	板材重量 kg/m ²	弹性模量	屈服强度 M Pa	抗剪强度 f _{val}	泊松比	线膨胀系数 1/°C
合金钢板 (1.0mm)	7.85	2.1x10 ⁵	320	125	0.3	1.2x10 ⁻⁵
铝单板 (3.0mm)	8.2	0.7x10 ⁵	136.5	79.2	0.33	2.35x10 ⁻⁵

图 1 合金钢板与铝单板性能对比图

(2) 三辊涂装方式是增加了一根计量辊(或调节辊)。由于涂料的品种、初始黏度、压力、温度等都是相同的,所以带料辊所汲取的涂料有一部分被计量辊挤回漆盘;另一部分跟随带料辊,在这一部分涂料通过带料辊与涂敷辊之间的缝隙时,涂料层又被撕裂并按两辊的角速度成比例地分成两部分,一部分由带料辊供给涂敷辊,而另一部分附着在带料辊上回到计量辊与带料辊之间的间隙处。这样在涂敷辊与带料辊之间间隙或压力一定时,通过对带料辊与计量辊之间的间隙或压力来调节涂膜的厚度,从而更加有效地控制产品成膜厚度的一致性。

	辊涂	喷涂	覆膜	热转印
生产工艺	平辊预烘、浸涂印刷式涂装	垂直喷涂、静电喷涂涂装	基材上涂覆一层PVC膜	热转印膜加热后贴在基材上
颜色纹理	三辊三涂+彩色印刷工艺,可实现50%颜色	只能做单一颜色	国产20微理,进口30微理价格较高	纹理质感不清晰
清洁能力	自清洁功能	污染物易附着在表面	表面涂层易附着污染物,遇火会炭化脱落	表面涂层易附着污染物,遇火会炭化脱落
防火性能	A级防火	A级防火	表面涂层易附着污染物,遇火会炭化脱落	A级防火
耐久性	耐久性和20年	较差	不能用于室外	普通油漆不到1年就会褪色,氟碳漆可维持5-15年
环保性	不是重复,活性化学分子稳定易回收	挥发出来的溶剂污染环境,不利人体健康	粘合剂含有甲醛成分	胶含有甲醛成分

图 2 涂装方式效果对比图

(3) 为能充分抵抗吊顶金属板在自身重力作用下,本身抗弯强度不足而导致形成下挠,采用铝制瓦楞型加固板^[3]作为背衬,增强超薄金属板的抗弯能力。与传统金属板加劲肋不同,加劲肋仅能减小下挠幅度,而瓦楞型加固板则覆盖整个板块,有效分散重力引起的下挠,从而达到安装及使用效果。

4 工艺流程及操作要点

4.1 施工工艺流程

深化设计→原材料切割→辊涂印花→弯折造型→背衬铝制瓦楞加固件安装→缺口打胶→固定角码安装→保护膜粘贴→调平安装→去除保护膜

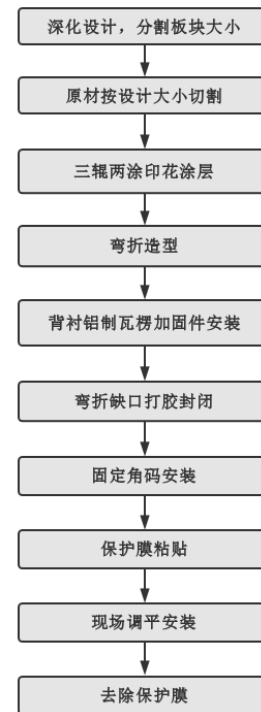


图 3 大面积超薄金属板防挠曲施工工艺流程图

4.2 操作要点

4.2.1 大面积吊顶饰面分割深化设计

针对大面积室外吊顶,对于饰面做深化设计,需综合考虑高度、造型需求等关键因素,精确确定饰面板块的分割尺寸,确保线条分明、分割效果突出。因此在进行设计时,往往追求大板块、超长板块等效果。根据生产线的技术条件,原材料为卷材,长度方向不受限制,目前可做到 1.25m 宽尺寸,基本满足大多数分割尺寸要求。

4.2.2 超薄镀铝锌板加工

(1) 原材切割

根据深化设计,使用激光切割机,输入尺寸参数,按照尺寸分割进行超薄镀铝锌金属板的切割,此时必须为吊顶金属板的展开面,便于后续进行造型的加工,一次成形,板块面层为一个整体。

(2) 印花涂层

对切割完成的金属板进行外饰面涂层施工,表面涂层采用 PVDF 氟碳辊涂,采用三辊两涂工艺。经过辊涂处理后,金属板需在约 250℃ 的高温下进行烘烤,随后采用负离子冷却技术。接着,使用特制印刷辊在金属板表面印制多样纹路和色彩,最后再进行封漆辊涂、烘烤及冷却处理。

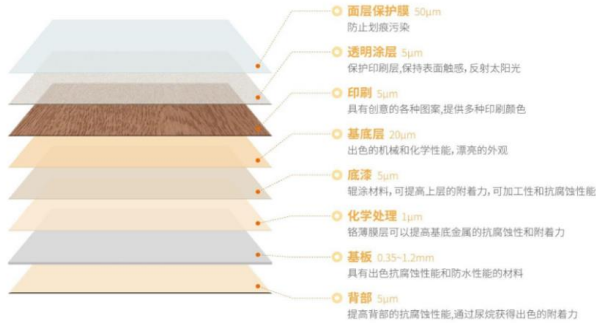


图4 超薄金属板结构分层图

(3) 造型弯折

对完成饰面涂层印刷的平板,使用折弯机进行造型制作。根据深化设计,输入弯折宽度参数,人工辅助折弯机进行板材弯折造型,最小折边可达 2cm。

(4) 瓦楞背衬加固

对为了增强超薄金属板在长期悬挂状态下的防挠曲能力,并确保安装后的表面平整度,金属板背面采用了铝制瓦楞加固。这些瓦楞由 0.3mm 厚的铝材弯折成特定的凹凸形状,其密度可根据板材尺寸进行调整。常规的瓦楞弯折点宽度为 1cm,且瓦楞的弯折方向设计为垂直于板材的宽度方向,以减少瓦楞自身的变形。

(5) 收口及成品保护

对弯折折边的缝隙处,采用硅酮结构密封胶进行封闭,降低渗漏水风险。并对金属板饰面进行保护膜粘贴,防止运输产生划痕。

4.2.3 饰面板快速安装

(1) 调平定位

检查完吊顶龙骨后,对金属板进行标高和定位确认,使得所有金属板完成面底面标高安装在同一水平面。

(2) 安装固定

对于室外超高挑空层的吊顶金属板安装,采用剪刀式升降车来运输材料。根据深化设计,对各金属饰面板进行安装固定,利用角码和不锈钢自攻螺钉,将金属板固定在吊顶钢材龙骨上。

(3) 封闭收口

对所有金属板拼缝内填泡沫条,并进行硅酮结构密封胶封闭处理。除去保护膜,完成饰面所有工序。

5 质量控制

5.1 超薄镀铝锌板加工

(1) 核实每块板材展开裁剪尺寸,控制相同批次以及各批次之间尺寸误差,保证整体工程所有板材统一;

(2) 根据行业标准,饰面涂层的辊涂厚度应使用测膜仪进行精确检查,确保总厚度达到至少 35 μm。此外,应仔细观察表面涂层,检查是否存在凹陷或其他质量缺陷。

(3) 金属板弯折造型,弯折前符合弯折宽度,控制折边宽度误差;折边完成后,检查每处折边折痕,防止出

现弯折过度导致涂层破裂;

(4) 瓦楞背衬加固过程中,严格检查胶体覆盖面积及厚度,既要确保连接牢固,又要控制加固平整度使得受力均匀。

5.2 高空金属板吊顶安装

(1) 金属板安装前,检查所有吊顶龙骨焊缝质量,不得有裂纹、焊瘤、烧穿、弧坑等缺陷;

(2) 金属板安装前,检查板材尺寸规格是否存在因运输搬运造成的挤压变形;

(3) 金属板安装过程中,使用经纬仪对板材四角的标高进行复核,控制安装平整度;

(4) 角码固定过程中,应先固定一半角码,待标高复核无误后,安装所有的角码;

(5) 尽量白天施工,以确保安装过程中减小视觉偏差;

(6) 对板材缝隙的封闭质量进行严格检查,确保密封胶无遗漏、断开或气泡等缺陷,以保障整体吊顶的柔性连接紧密无漏。

6 安全措施

(1) 机械设备在启动和运行中必须严格遵守规章制度,符合安全要求;

(2) 严格执行防护措施,如有装置就要采取安全设施措施;

(3) 机械设备使用前,应进行全面的检查,确保无损坏部件存在;

(4) 机械设备的操作、检修及维修人员,需具备相应的专业技术知识;

(5) 机械设备在运行时,应当确保安全隔离,禁止员工和操作人员靠近;

(6) 机械设备的锁定、关闭和安全防护装置,应处于操作状态;

(7) 在机械设备运行过程中,应定期检查安全保护装置的有效性;

(8) 在机械设备运行前,应对机械部件和安全防护装置进行检查和维护;

(9) 使用机械设备时应确保正确使用,不得有违章操作;

(10) 机械设备必须按照规定定期进行安全检查;

(11) 机械设备应有适当的保护装置和安全带;

(12) 机械设备运行时,操作人员应按规定佩戴手部安全防护装备;

(13) 在高空作业车上工作时,请系好安全带,并确保安全带与作业车的安全锁紧装置连接牢固;

(14) 在高空作业车移动时,请将平台降至最低位置,以降低车体的重心和提高稳定性;

(15) 在高空作业车上工作时,注意周围环境和移动物体,避免被物体击中或碰撞;

(16) 在高空作业车上工作时,不得将身体伸出护栏外,以免发生坠落意外。

7 环保措施

(1) 现场加强管理,树立现场人员保护环境的理念;

(2) 因金属板材保护膜,隔离泡沫等材料较多,易污染环境,对胶桶、包装膜、保护胶带等加强管理,保证工地现场环境整洁,不受污染;

(3) 合理安排工作进度,工作尽量减少及避免夜间施工。如确有必要的夜间施工时,现场只安排手电筒,低噪音工具,如胶枪和少量员工工作;

(4) 向工地现场运送材料、工具时,根据现场情况合理安排时间,避免干扰附近居民正常的工作、生活。

8 结语

综合以上分析,我们可以得出结论,采用超薄金属板作为吊顶材料的施工工艺,具有诸多显著优势。首先,这种材料本身具有轻薄的特点,这不仅有助于减轻建筑结构的负担,而且在运输和搬运过程中也更加方便。其次,通过实施精确的施工步骤和严格的质量控制措施,可以有效地防止吊顶在使用过程中出现挠曲变形的问题。此外,这

种施工方法还能够显著节约前期材料的加工时间和现场安装所需的时间,从而大大加快了大面积饰面板吊顶施工的进度。这种大面积超薄金属板吊顶防挠曲施工技术的应用范围非常广泛,它不仅适用于室外超高挑空的金属板吊顶造型,而且可以广泛推广使用在室内大面积金属板吊顶的安装中,以及超长墙面金属板饰面的施工。这种技术的应用,不仅提升了建筑的美观性,同时也增强了结构的稳定性和耐久性。

[参考文献]

[1] 王伟. 三辊涂敷工艺技术的突破与应用[J]. 科技视界,2014(18):251-251.

[2] 张宏德. 建筑用镀铝锌钢板[J]. 钢结构,2003,18(6):49-50.

[3] 刘玉军,蒋荃. 铝质瓦楞复合板的性能与测试[J]. 中国建筑材料联合会铝塑复合材料分会 2011 年年会论文集,2011(8):99-100.

作者简介:刘柯(1992.10—),男,石家庄铁道大学四方学院,土木工程,中铁建工集团有限公司,项目经理,工程师。

灌区水利工程运行管理与维修养护

张景超

河北省水务中心, 河北 石家庄 050000

[摘要] 农业是我国的第一产业, 是支撑国民经济建设与发展的基础产业。只有确保农业稳步发展, 才能实现国家的可持续发展目标。而农田水利设施的建设水平与管理能力直接影响农业的生产效率和可持续发展, 成为推动农业长期健康发展的核心保障。因此, 做好灌区水利工程的运行管理与安全工作至关重要。基于这一背景, 此文从灌区水利工程管理的重要性出发, 分析当前我国在灌区水利工程运行安全方面存在的不足, 并提出相应的改进措施, 旨在为提升灌区水利工程管理水平提供参考, 助力农业和水利事业的可持续发展。

[关键词] 灌区水利工程; 运行管理; 维修养护

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16392

中图分类号: TV6

文献标识码: A

Operation Management and Maintenance of Irrigation Water Conservancy Projects

ZHANG Jingchao

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

Abstract: Agriculture is the primary industry in China and the fundamental industry that supports the construction and development of the national economy. Only by ensuring steady development of agriculture can we achieve the country's sustainable development goals. The construction level and management capability of agricultural water conservancy facilities directly affect the production efficiency and sustainable development of agriculture, becoming the core guarantee for promoting long-term healthy development of agriculture. Therefore, it is crucial to do a good job in the operation management and safety of irrigation water conservancy projects. Based on this background, this article starts from the importance of irrigation water conservancy project management, analyzes the shortcomings in the operation safety of irrigation water conservancy projects in China, and proposes corresponding improvement measures, aiming to provide reference for improving the management level of irrigation water conservancy projects and promoting the sustainable development of agriculture and water conservancy.

Keywords: irrigation district water conservancy engineering; operation management; maintenance

引言

灌区水利工程作为农业灌溉系统的核心组成部分, 起着保障农田灌溉、提高农作物产量与质量的关键作用。与此同时, 区域经济发展、水资源管理及生态环境保护等方面也得到了其重要的支撑。然而, 随着使用年限的增长以及管理环境的不断变化, 许多水利设施逐渐暴露出老化、损坏及管理滞后等问题。这些问题, 已严重影响了水资源的高效利用与工程的长期稳定运行。因此, 灌区水利工程的运行管理与维修养护工作, 亟待得到加强。强化这些工作的意义, 不仅仅在于确保工程的可持续运作, 更在于推动农业的可持续发展, 提升水资源的使用效率。在管理与养护工作中, 当前灌区水利工程存在的问题, 已逐渐显现, 并且其中的原因亟待深入分析。通过提出切实可行的改进措施, 期望能够为水利工程的科学管理及可持续运营提供重要参考。这些措施, 将促进水利设施的现代化发展, 并且推动区域农业及经济的稳步增长。

1 灌区水利工程运行管理的重要意义

灌区水利工程的运行管理, 对农业生产、生态环境保护及社会经济发展, 具有深远的影响。合理且高效的管理,

能够优化水资源的分配, 提高水的利用效率, 满足农业灌溉需求, 从而提高农作物的产量与质量, 为农业增产增收提供强有力的保障。此外, 科学的水利管理, 有助于减少水资源的浪费, 优化灌溉调度, 避免因水资源配置不当而引发的干旱或涝灾, 进而提升农业生产的稳定性。与此同时, 良好的管理, 能延长水利设施的使用寿命, 降低维护成本, 减少因设备老化或失修带来的安全隐患, 从而确保工程的长期稳定运行。在生态环境保护方面, 灌区水利工程的高效管理, 同样发挥着积极作用。例如, 合理的水资源调配, 能够防止地下水的超采, 维护水生态平衡, 并减缓土地盐碱化等生态问题的出现。因此, 加强灌区水利工程的运行管理, 不仅保障农业生产的安全, 而且直接影响生态环境保护及区域社会经济的协调发展, 这对于实现可持续发展的目标, 具有重要的现实意义与战略价值。

2 灌区水利工程运行管理存在的问题

2.1 缺乏综合能力较高的管理人员

在灌区水利工程的运行管理中, 管理人员综合能力的不足, 已成为影响工程高效运作的关键因素。水利工程的管理, 涵盖了水资源调度、设备维护、生态环境保护等多

个领域,然而,许多管理人员缺乏系统的专业知识及丰富的实践经验,难以满足现代管理模式的要求。许多管理人员的经验,偏重于传统管理方式,对于水利工程中新技术、新方法的了解和应用,较为有限。当面对复杂的水资源调配、设施维护及应急突发情况时,常常会出现决策失误或执行效率低下的情况。

此外,随着信息技术的广泛应用,智能监测、远程调度等先进技术,已成为提升水利工程管理水平的工具。然而,部分管理人员在这些技术的掌握和应用上,存在较大不足,导致管理方式仍然偏向传统,难以实现精细化与智能化的高效管理。因此,管理人员的能力提升,成为了提升灌区水利工程高效管理的关键所在。

2.2 水利设施老化严重

在灌区水利工程的运行管理中,水利设施的老化问题,已成为影响工程稳定性与灌溉效率的关键因素。许多灌区的水利工程,建成较早,长期运行过程中,受到了自然环境的侵蚀、水流冲刷以及沉降变形等多重因素的影响,致使渠道、闸门、泵站等设施逐渐出现老化现象,结构强度逐渐下降,运行效率也随之降低。部分水闸和输水管道,由于年久失修,已出现渗漏、裂缝甚至局部塌陷,严重影响了水资源的有效利用,导致灌溉覆盖率的下降^[1]。此外,部分设备由于技术滞后,导致了输水效率低下、调度不灵活,难以满足现代农业对精准灌溉和高效用水的需求。在长期运行过程中,一些泵站与闸门控制系统的电气设备,因老化问题,其运行的可靠性显著降低,进而削弱了工程的调度能力,增加了水资源分配的不确定性。因此,水利设施的老化问题,不仅影响了工程的稳定运行,还严重制约了灌区水资源的高效利用。

2.3 缺乏科学的管理制度

在灌区水利工程的运行管理中,缺乏科学的管理制度,已成为影响工程效率与水资源合理调配的关键问题。许多灌区,仍沿用传统的经验管理模式,缺乏系统化与规范化的管理框架,致使运行机制不健全、责任分工不明确,管理工作因此缺乏有效协调。一些灌区的水资源调度,未能建立科学依据,未能根据气候变化、土壤墒情以及作物需水情况进行精确调控,导致水资源分配不均,部分地区出现了水量不足,而其他地区则可能浪费水资源。此外,水利工程的维修与养护,往往缺乏长期规划以及稳定的资金保障,相关管理制度的落实不到位,导致部分设施的维护不当,逐渐影响了工程的运行效率。在管理过程中,缺乏严格的考核与监督机制,责任推诿现象时有发生,管理松散,这进一步影响了水资源的可持续利用及工程的长期稳定运行。

2.4 部分群众的行为影响工程运行

在灌区水利工程的运行管理中,部分群众的行为,已对工程的正常运作产生了不小的影响。许多农户和用水户,

由于缺乏对水利工程管理规定的了解,或基于自身的用水需求,私自改变渠系结构、擅自取水、堵塞或破坏输水设施的情况,时有发生。这不仅干扰了水资源的公平分配,还影响了水资源的正常调度。此外,在一些地区,个别群众在灌溉过程中,未能合理利用配额水量,造成了水资源的浪费,导致某些区域出现了水短缺现象,进而影响了下游用户的灌溉需求。与此同时,由于缺乏有效的监督管理,一些群众,甚至在渠道内倾倒垃圾、排放污水,导致了水质污染,进而影响了农业灌溉和生态环境的保护。部分灌区,还存在群众随意放牧或耕作,占用水利设施保护范围的现象,造成了渠道护坡、堤坝等设施的损坏,增加了工程维护的难度。

2.5 管理内容繁多

水利工程项目的数量庞大,且地形和地势是其建设过程中必须优先考虑的重要因素。在选址和建设水利工程时,必须依赖专业测量人员的评估,以确保选择合适的渠道位置和堤坝高度。同时,还需要充分考虑水利工程对周围环境可能产生的影响^[2]。由于水利工程与灌区人民的生活密切相关,其运行管理必须综合考虑多种因素,这也使得水利工程的安管理工作量巨大,容易导致权责不明确,从而引发潜在的安全风险。

3 强化灌区水利工程运行管理与维修养护措施

3.1 提高水利工程管理人员的综合素质,建设基层管理队伍

提高水利工程管理人员的综合素质,建设一支高效的基层管理队伍,已成为加强灌区水利工程运行管理与维修养护的关键措施。随着灌区水利工程规模的持续扩大与管理任务的日益增多,传统的管理模式,已无法满足现代水利工程的需求。由此,培养一支具备较高综合素质水利管理队伍,显得尤为重要。管理人员,不仅需要具备扎实的专业知识,还应具备出色的组织协调能力、应急处置能力以及创新思维。特别是在基层管理层面,管理人员应当深入了解水利工程的日常运行与设施维护的实际情况,能够科学合理地进行管理与调度,从而提高水资源的利用效率。此外,管理人员还应掌握先进的水利工程管理技术,如水资源调度系统、远程监控等技术手段,以提升管理的科学性与精细化水平。加强基层管理队伍的培训与考核,并定期开展技术交流与经验分享,将有效提升其专业技能与管理水平,从而帮助他们更好地应对日益复杂的管理挑战,确保灌区水利工程的顺利运行与可持续发展。

3.2 加大水利设施建设的资金投入

加大水利设施建设的资金投入,已成为保障灌区水利工程高效运行与可持续发展的关键措施之一。水利设施的建设与维护,需大量资金的支持,特别是在一些灌区,部分水利设施因老化严重或技术滞后,亟待进行大规模修复、

升级或重建。通过增加资金投入,可以确保水利设施得到及时更新,提升其运行效率与服务水平,从而进一步优化水资源的调度与利用。充足的资金支持,有助于改善灌区基础设施建设,增强灌溉系统的水力功能,确保各类设施,如水库、输水管道、泵站、闸门等,能够稳定运行,避免因设备老化引发的设施故障及水资源浪费。此外,资金投入的增加,还能够推动水利工程的科学研究与技术创新,引入先进的智能化管理系统、监控设备及节水技术,从而提高灌区水利管理的精细化与智能化水平,提升整体水资源管理能力。最为关键的是,充足的资金支持,将为水利设施的定期维修与养护提供保障,延长设施的使用寿命,避免因缺乏维护而导致的安全隐患。

3.3 完善管理制度,提高责任意识

完善管理制度,提高责任意识,已成为加强灌区水利工程运行管理与维修养护的核心措施。科学、合理的管理体系,为灌区水利工程的高效运行提供了坚实保障,有助于确保各项管理任务的顺利推进。一个完善的管理制度,应覆盖水利设施的建设、运行、维护及资金使用等多个环节,通过明确责任分工与严格执行标准,确保每项工作都得到有效落实。提升管理人员及相关工作人员的责任意识,是执行这些制度的前提条件,只有当每个环节的负责人清楚自己应承担的责任时,管理制度才能得以顺利实施。例如,设施的定期检查与维修、工程调度、应急响应等任务,应由专门人员负责,并在制度中明确相关责任与考核标准。通过完善制度,不仅能够提升工程管理的规范性,还能够通过责任的落实,减少管理中的疏漏和不规范操作,避免因管理不力而导致的安全隐患、资源浪费及设备故障等问题^[3]。此外,健全的管理制度,有助于增强各级管理人员的责任感,使他们在日常工作中更加重视设施的安全、维修及运行效率,从而确保水利工程能够长期稳定、高效地服务于农业生产及社会发展。

3.4 帮助灌区人民充分认识到水利设施的重要性

帮助灌区人民深刻认识到水利设施的重要性,已成为确保灌区水利工程顺利运行与可持续发展的关键举措。水利设施,直接关系到农业生产、水资源的高效利用及生态环境的保护。然而,由于部分群众对水利设施的功能和作用缺乏全面理解,可能会忽视设施的维护和管理,甚至出现破坏或浪费水资源的行为。因此,加强宣传教育,提升灌区人民对水利设施重要性的认识,显得尤为重要。通过组织培训班、开展宣传活动、发放宣传资料等方式,可以普及水利知识,让群众意识到,水利设施不仅保障农业灌溉,还对改善区域水生态、推动农业可持续发展及提高生活质量,具有深远影响。进一步而言,灌区人民应当认识到,水利设施的正常运作,依赖于大家的共同维护,任何破坏行为,都可能影响整个灌区的水资源配置及农业生产。只有当全体群众增强保护意识,积极参与水利设施的合理使

用与维护时,才能有效提高水资源利用效率,减少浪费,确保灌区水利工程的长期稳定运行。

3.5 科学规划水利工程管理

科学规划水利工程管理,已成为保障灌区水利工程高效运作与可持续发展的关键举措。科学规划,需要在充分考虑水利设施现状、地理环境、气候变化等因素的基础上,依据区域发展需求和水资源利用情况,制定合理的管理方案。在规划过程中,灌区内的水利设施,必须进行全面评估,了解其运行状态、设备老化程度及维护需求,从而确保管理措施具有针对性与实效性。同时,规划应注重水资源的优化配置,通过制定合理的水资源调度方案,确保各区域灌溉需求的满足,避免过度开发或水资源的浪费。结合现代信息技术,智能化监测与管理系统的运用,将有效提高水利设施管理的精细化水平。科学规划,还应具备前瞻性,能够预测并解决潜在的水资源短缺、设施故障等问题,通过合理安排维修养护计划,延长水利设施的使用寿命^[4]。此外,规划还应具备灵活性,以应对未来可能出现的气候变化、人口增长及经济发展的挑战,从而确保水利工程的稳定运行与长远发展。

3.6 优化水利工程管理方式

优化水利工程的管理方式,已成为提高灌区水利工程运行效率和维护水平的关键步骤。在传统管理模式下,许多水利工程依赖人工巡检与手工记录,管理手段较为单一且粗放,这不仅导致水资源调配不精确,设施维护不及时,还使得管理效率低下。为了更好地适应现代化管理需求,信息化和智能化技术,需引入水利工程管理方式,以提升精细化和自动化水平。通过采用智能监测系统,水利设施的运行状态可实时跟踪,及时发现设施故障、老化或损坏,提前采取维修措施,从而减少突发故障造成的影响。同时,信息技术,有助于实现水资源的精准调度,结合实时气候变化、土壤湿度与作物需水情况,科学分配水源,最大化水资源的利用效率。优化管理方式,亦需完善管理流程,推动工作环节的标准化与规范化,确保各项管理任务高效有序地进行。在此基础上,管理者应加强与基层管理人员、农户等各方的协作,通过信息共享与意见反馈,不断提升管理方法,进而提高水利工程的服务质量。

4 结语

灌区水利工程的运行管理与维修养护,对于保障农业灌溉、提升水资源利用效率以及促进区域经济可持续发展,具有深远影响。尽管在管理过程中,设施老化、管理制度不完善及部分群众行为不当等问题依然存在,通过加强管理人员培训、增加资金投入、完善管理制度以及优化管理方式等措施,灌区水利工程的运行效率与维护水平,依旧能够有效提升。未来,科技创新与信息化技术的应用,应持续关注,以提高管理的精细化与智能化水平,从而确保水利工程能够持续、稳定地支持农业生产与水资源合理利

用。只有不断改进和完善灌区水利工程的管理与养护工作,农业的可持续发展才能得到推动,为实现国家水资源管理目标及经济发展战略提供坚实支撑。

[参考文献]

[1]凌伟.灌区水利工程运行管理安全工作分析[J].南方农机,2021,52(11):91-92.

[2]杨涛.如何做好灌区水利工程运行管理安全工作[J].城市建设理论研究(电子版),2017(14):156.

[3]王四海.灌区水利工程运行管理措施分析[J].水上安全,2024(1):158-160.

[4]魏祥,苏晓辉,王飞.灌区工程运行管理探讨[J].治淮,2021(6):90-91.

作者简介:张景超(1985.2—),男,毕业院校:河北工程大学,大学本科,所学专业:水利水电工程,当前就职单位:河北省水务中心,职务:副处长,职称级别:高级工程师。

清单计价模式与施工精细化管理的融合实践

李 杨

中石化第十建设有限公司, 山东 青岛 266000

[摘要]此文主要分析清单计价模式与施工精细化管理的融合实践,结合工程案例总结管理要点,验证了融合机制在提升项目管理效率、降低变更风险、强化全周期成本管控中的核心价值。实践表明,该模式有效实现成本、进度与质量的动态平衡,推动建筑业向工业化、信息化转型,为行业高质量发展注入新动能。

[关键词]清单计价模式;精细化管理;融合

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16388

中图分类号: TU723

文献标识码: A

The Integration Practice of Bill of Quantities Pricing Model and Refined Construction Management

LI Yang

Sinopec Tenth Construction Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

Abstract: This article mainly analyzes the integration practice of the bill of quantities pricing model and fine construction management, summarizes the management points based on engineering cases, and verifies the core value of the integration mechanism in improving project management efficiency, reducing change risks, and strengthening full cycle cost control. Practice has shown that this model effectively achieves a dynamic balance between cost, schedule, and quality, promotes the transformation of the construction industry towards industrialization and informatization, and injects new momentum into the high-quality development of the industry.

Keywords: list pricing model; refined management; integration

在石油行业高质量发展的背景下,传统粗放式管理模式已难以满足成本控制与品质提升需求。工程量清单计价模式通过“量价分离”原则建立市场化定价机制,但其静态特征易与动态施工过程脱节;而精细化管理强调流程再造与资源集约利用,却缺乏系统性成本约束框架。本研究聚焦两者融合的实践路径,旨在构建“清单一计划一控制一反馈”的闭环管理体系。通过文献研究、现场调研及BIM技术模拟,揭示融合机制在提升项目管理颗粒度、降低变更风险、强化全周期成本管控中的核心价值,为行业提供可复制的实践范式。

1 清单计价模式与施工精细化管理简要分析

1.1 清单计价模式

清单计价模式,以工程量清单为基础进行工程造价管理,是一种标准化管理体系,其本质是通过“量价分离”的原则构建市场化定价机制,该模式以招标人提供的工程量清单为基准,投标人根据企业定额自主报价,最终形成由分部分项工程费、措施项目费、其他项目费、规费及税金构成的综合单价合同。在该模式中,统一计量规则的制定,需要依据《建设工程工程量清单计价规范》的规定,将项目划分标准和工程量计算规则,确保清单编制的标准化与可比性,且允许工程量变更与综合单价调整,通过变更签证程序实现造价的动态管控^[1]。

1.2 施工精细化管理

施工精细化管理是运用系统化、数据化手段对工程建

设全过程进行精准控制的管理理念,其核心在于将管理颗粒度细化至工序级单元。在精细化管理模式中,管理人员需要建立覆盖施工全周期的标准作业程序,明确各环节的输入、输出标准与质量控制节点;通过定额管理、动态调度和循环利用,能够实现人、材、机资源的优化配置与高效利用^[2]。

2 清单计价模式与施工精细化管理的融合价值分析

2.1 成本控制的系统化升级

清单计价模式通过“量价分离”原则,能够构建起成本基准框架,而施工精细化管理则需要对成本要素进行颗粒化分解,二者的融合可以形成“预算—执行—核算”的闭环系统。在该系统中,清单可以为精细化管理提供目标锚点,精细化操作通过动态监控资源消耗、优化工艺工序,能够将成本偏差控制在最小范围,从而可以消除传统管理中的成本盲区,通过标准化流程设计避免无效支出,使得成本控制从被动应对转化为主动规划。

2.2 质量管理的全周期渗透

在石化工程建设过程中,清单计价模式可以将质量验收标准转化为经济指标,精细化管理则能够通过过程控制确保质量达标。在融合机制下,使得质量管控贯穿项目全周期,比如前期清单编制时,管理人员就可以预设质量成本参数,而在施工环节中,管理人员可以通过精细化操作强化工艺稳定性,在后期验收时,管理人员可以将质量达

标情况与结算直接挂钩,可以推动质量管控从结果检验转向过程预防,形成、质量投入与效益产出的正向循环^[3]。

2.3 风险管理的结构化增强

清单计价模式通过单价锁定,能够帮助管理人员规避市场风险,采用精细化管理时,管理人员需要设计完善的预案,从而应对施工风险,通过二者的融合,可以构建风险识别、成本转嫁以及过程消减三重防线。在清单编制阶段,管理人员可以准确预判价格波动,以此为基础设置调价机制,并通过工艺优化降低技术风险;在过程监控中,管理人员能够及时发现并处置突发问题,将不确定性转化为可控要素。

2.4 流程标准化的价值重构

在石化工程建设过程中,清单计价模式能够统一计量计价规则,精细化管理则可以规范操作流程,两者的标准化建设可以形成规则统一、执行规范的管理模式。在该模式下,清单可以为行业建立通用语言体系,而精细化管理通过标准作业程序固化最佳实践。

3 清单计价模式与施工精细化管理的融合应用实践

3.1 项目概况

某石化工程的石油处理装置中,需要安装一大批专业仪表,项目以清单计价模式为基础框架,融合施工精细化管理理念,实现了成本、进度、质量的三维管控。该装置设计日处理能力 35 万吨,包含原料预处理、催化反应、产品分离等核心单元,配套建设自动化仪表控制系统与环保设施,总投资约 4.2 亿元,建设周期 18 个月。

3.2 工程量清单招标

该项目为轻质油品处理装置新建工程,招标范围涵盖工艺装置区、储运系统、仪表安装及辅助设施四大板块。根据专业特性,管理人员将其划分为 5 个标段,设备安装标段包括反应器、塔器、换热器等静设备定位安装及精度调整;工艺管道标段包含不锈钢/合金钢工艺管道预制、焊接、压力试验;电气仪表标段涵盖防爆电气设备安装、DCS 控制系统调试;土建结构标段涉及设备基础浇筑、防腐工程及建构筑物施工;特殊作业标段包含无损检测、高空作业等专项技术服务。各标段工程量清单独立编制,投标人可单标段或组合标段投标,但须确保技术关联性标段的施工界面清晰。同时,清单编制严格遵循《石油化工安装工程预算定额》(2019 版)及《建设工程工程量清单计价规范》(GB 50500)。

在工程量清单计价要求方面,人工费按技术工种分列,含特殊工种津贴;材料费中主材按市场价计入,辅材按定额消耗量×信息价;机械费中租赁设备按台班单价×使用时间,自有设备按折旧费计算;管理费依据按人工+机械费的 12%~18% 区间确定。

在评标办法设计方面,管理人员采用了采用综合评估

法,即技术标(40 分)+商务标(60 分)权重分配,其中施工方案为 15 分,重点评估仪表安装方案、焊接工艺、试压方案;技术措施 10 分,主要考察质量保障措施、应急预案、BIM 应用深度;项目团队 10 分,需要核验项目经理业绩、技术负责人职称及石化项目经验;设备配置 5 分,重点审查拟投入设备清单及技术参数;商务标评审规则中,基准价计算采用合理低价法,剔除最高/最低价后计算平均值×95%;价格分计算时,按照投标报价/基准价×60 分的方式,每偏离 1%扣 0.5 分。

该工程量清单招标通过精细化清单编制和结构化评标设计,能够在保证招标过程合规性的基础上,为承包人发挥技术优势提供合理空间,并为后续施工阶段的精细化管理奠定契约基础^[4]。

3.3 施工阶段管理

在该项目中,施工阶段管理以四线并进、动态协同为核心理念,构建了涵盖进度、质量、成本、安全四大核心维度的管理体系。在总控计划中,管理人员采用关键路径法与挣值分析法相结合的方式,将 18 个月工期分解为设备基础施工、主体结构安装、仪表安装、试车调试四大控制阶段,设置一级节点 12 个、二级节点 48 个,通过 Project 软件建立动态监控模型,每周更新进度偏差率,并生成预警报告。在质量管控过程中,管理人员采用了“三阶九步”检验法,从原材料复验(含光谱检测、无损探伤)、工序交接检验(执行 ASME 标准)到成品保护(采用定制防雨布及氮气封存),共计设置质量控制点 228 个,其中停工待检点 36 个,见证点 192 个。

在资源协调方面,劳动力管理采用核心队伍与机动班组的模式,保持高峰作业人员 650 人,通过指纹考勤系统与 BIM 模型关联,能够实现人员定位精度±0.5m;对于大型吊装机械,管理人员选择了 GPS 定位监控的方式,设置 200 米半径电子围栏防止碰撞;材料供应管理过程中,管理人员建立了“JIT+安全库存”混合模型,对进口合金钢管道设置 30 天海运缓冲期,常规材料按“周计划+3 日滚动”模式配送。

在技术方面,管理人员采用了三维可视化交底系统,利用 BIM 模型生成施工方案模拟动画,仪表安装的关键节点采用 AR 辅助验收;针对反应塔垂直度控制难题,该项目中创新地采用了液压同步提升技术,使沉降差能够控制在±1mm 以内。在变更管理方面,管理人员执行了双轨审批制度,技术方案变更需经设计、施工、监理三方会签,经济变更超过 50 万元的项目,必须启动造价咨询程序,该项目施工过程中累计处理变更 126 项,从而有效避免了费用争议。

在安全管理方面,管理人员构建了完善的应急管理体系,主要包括工艺泄漏、火灾爆炸等 6 类专项预案。管理人员规定每季度组织全要素演练,在施工现场设置了应急

物资中心库 2 处,并配备正压式空气呼吸器 80 套、便携式可燃气体检测仪 120 台。在试车阶段,主要采用“梯度升温法”进行热态考核,设置了 50 个温度监测点,通过 DCS 系统实现远程操控,最终装置在投料后 72 小时达到稳定运行状态,产品收率较设计值提升 1.2 个百分点^[5]。

3.4 成本管控

该项目成本管控体系中,以工程量清单为控制基线,通过精细化管理手段实现预算、执行以及核算“全周期管理”。项目总成本目标 4.2 亿元,按装置单元分解为设备安装(32%)、工艺管道(28%)、专业仪表(18%)、土建结构(15%)、特殊作业(7%)五大板块,管理人员建立了分项控制价、节点预算以及动态成本三级管理体系。管理人员将清单计价模式与精细化管理深度融合,在招标阶段即明确各分项工程综合单价构成,施工期间通过精细化措施降低无效成本支出,从而形成了“量价双控”机制。

管理人员在清单计价基础数据深度挖掘过程中,对招标清单 238 个子目进行成本要素拆解,人工费按技术工种划分脚手架工、焊工、仪表工等 8 类,机械费细分自有设备折旧与租赁设备台班,材料费建立主材价格波动模型;通过历史项目数据库比对,管理人员发现不锈钢管道安装综合单价偏高,经分析系焊接材料损耗率超标所致,针对性引入激光切割下料技术,使 316L 不锈钢管道损耗率从 8.2%降至 5.6%,仅此一项节约成本约 180 万元。在动态成本监控体系构建中,管理人员采用 BIM5D 模型集成工程量清单与施工进度,能够实现成本数据可视化,管理人员每周采集实际完成工程量,与清单预算量进行对比,并对超支子目启动溯源分析。在某阶段的施工中,管理人员发现反应塔安装成本超支 5%,为此通过系统预警,并追踪到因设计变更增加临时支撑措施,经与设计单位协商优化方案,采用液压同步提升技术替代传统吊装,节约措施费 32 万元。

在材料成本精细化管理方面,管理人员对清单主材实施了采购、领用、核销的管理模式,并建立电子领料系统,设置材料领用上限预警(按清单量 110%控制),超领必须经项目经理审批。针对高精度仪表等设备,管理人员建立了可追溯台账,从采购合同、性能单到安装,可以记录全程扫码记录,从而避免仪表设备出现质量问题,通过优化方案,使得仪表安装环节的总费用成本降低约 65 万元。

在劳务成本管控方面,管理人员创新地采用了“清单

工效分析法”,即将各分项工程人工消耗与清单综合单价关联,建立工效对比模型。在该模式实施过程中,管理人员发现储罐安装工效低于行业平均水平,经过分析后明确是因为脚手架搭设方案不合理,为此优化了整体方案,采用悬挑式脚手架,能够减少周转次数,使人工费降低 13%。并推行“技能矩阵”考核,将焊工持证等级与清单中高压管道焊接子目单价挂钩,激励工人提升技能水平。

此外,在成本数据后评价阶段,管理人员建立了清单执行偏差率指标库,从工程量偏差、单价偏差、措施费偏差三个维度分析成本管控效果。在管理过程中,管理人员发现工艺管道标段成本节约率最高(3.2%),主要得益于预制化率提升和焊接工艺优化;在特殊作业标段,因为无损检测标准提高,导致成本超支 1.8%,为此需要在后续项目中加强设计深度。通过成本管控措施累计节约成本 786 万元,占合同总价 1.87%,管理人员将清单综合单价执行偏差率控制在±3%以内,实现了精细化管理与清单计价的深度融合。

4 结束语

综上所述,清单计价与精细化管理的深度融合,本质是项目管理思维从“经验主导”向“数据驱动”的转型。实践表明,该模式不仅实现了成本、进度、质量的动态平衡,更推动石油行业向工业化、信息化方向演进。随着石油领域数字化转型加速,该融合模式将成为企业核心竞争力的重要载体,为行业高质量发展注入新动能。

【参考文献】

- [1]杜钰琼.电气自动化仪表工程的安装与调试技术应用[J].数字化用户,2023(44):170-171.
 - [2]马新.工程量清单计价模式下造价风险预警机制[J].建筑工程技术与设计,2023,10(31):97-99.
 - [3]张云刚.仪表安装工程管理中的关键技术研究与应用[J].工程建设与发展,2024,3(3):212-215.
 - [4]刘艳.基于工程量清单计价模式的某工程造价管理[J].中国建筑金属结构,2023,22(3):190-192.
 - [5]朱伟林,赵亮,邢鹏,等.建设工程总承包常见问题及应对措施[J].建筑与预算,2022(12):62-64.
- 作者简介:李杨(1987.2—),女,青岛科技大学,测控技术与仪器专业,当前就职中石化第十建设有限公司,仪表工程师,职称级别:中级。

建筑项目管理中的风险评估与动态管控系统研究

陈云雄

玉溪市第九建筑工程公司, 云南 玉溪 653106

[摘要]在建筑项目管理中, 风险评估与动态管控系统是确保项目顺利实施的关键。通过结合先进的风险评估模型与动态管控技术, 构建了一套基于数据分析与实时监控的风险管理系统。该系统能够根据项目进展情况, 实时识别潜在风险, 并通过智能化手段进行动态调整, 及时应对各种变化, 降低项目实施过程中的不确定性与风险。系统的应用有效提升了项目的可控性, 增强了决策的精准性与响应速度, 对优化资源配置、提高项目管理效率具有显著作用。

[关键词]风险评估; 动态管控; 建筑项目; 数据分析; 风险管理

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16385

中图分类号: TP3

文献标识码: A

Research on Risk Assessment and Dynamic Control System in Construction Project Management

CHEN Yunxiong

Yuxi Ninth Construction Engineering Company, Yuxi, Yunnan, 653106, China

Abstract: In construction project management, risk assessment and dynamic control system are key to ensuring the smooth implementation of the project. A risk management system based on data analysis and real-time monitoring has been constructed by combining advanced risk assessment models with dynamic control technologies. The system can identify potential risks in real time based on project progress, and dynamically adjust through intelligent means to respond to various changes in a timely manner, reducing uncertainty and risks during project implementation. The application of the system effectively improves the controllability of the project, enhances the accuracy and response speed of decision-making, and plays a significant role in optimizing resource allocation and improving project management efficiency.

Keywords: risk assessment; dynamic control; construction project; data analysis; risk management

引言

在建筑项目管理中, 面对复杂多变的外部环境与内部条件, 风险管理成为项目成功的关键因素之一。随着项目规模的扩大与管理要求的提高, 传统的风险管理方法已经难以满足实际需求。采用智能化、数据驱动的风险评估与动态管控系统, 可以实时监控项目进度与变化, 快速识别并应对潜在风险。通过这一系统, 项目管理者能够在风险发生之前采取有效的预防措施, 确保项目按时按质完成, 提升整体管理水平。这种新型管理模式正成为现代建筑项目管理的重要趋势, 推动着建筑行业向着更加高效、安全的方向发展。

1 建筑项目管理中的风险识别与评估方法

在建筑项目管理中, 风险识别与评估是确保项目顺利实施的第一步。随着项目规模的不断扩大与管理复杂度的提升, 传统的风险识别方式已经无法满足现代建筑项目的需求。为了更有效地应对可能的风险, 采用科学的识别与评估方法显得尤为重要。

1.1 风险识别的关键方法

风险识别是项目管理中的核心环节, 其目的是全面识别项目过程中可能出现的各类风险。常见的风险识别方法包括专家访谈法、头脑风暴法和德尔菲法等。这些方法通

过多方位、多角度地分析项目的各个环节, 能够识别出潜在的技术、财务、人员及外部环境等方面的风险。此外, 随着信息化建设的发展, 数据挖掘技术和大数据分析逐渐应用于风险识别过程中, 能够更精确地捕捉到风险信号。

1.2 风险评估的量化手段

一旦识别出项目风险, 接下来的关键步骤是进行风险评估。评估的目的是分析风险的发生概率及其可能造成的影响, 为管理决策提供科学依据。常用的风险评估方法包括定性分析和定量分析。定性分析法如 SWOT 分析、故障树分析 (FTA) 和事件树分析 (ETA) 等, 通过对风险因素的性质与特点进行评估, 帮助识别高风险领域。定量分析则通过概率模型、风险价值模型等手段对风险进行量化评估, 如通过期望值法、模拟法等计算风险发生的可能性和影响。

1.3 风险评估与项目决策的关系

风险评估不仅是识别潜在问题的手段, 它还直接影响项目的决策过程。通过对各类风险的综合分析, 管理者能够制定出更为科学的应对策略, 并优化资源配置。评估结果可以为项目团队提供明确的应急预案和风险缓解措施, 从而减少意外事件对项目的影响, 确保项目能够按时完成。此外, 评估还可以帮助项目管理团队设定合理的风险应对

预算,以应对可能的不可预见事件。

2 动态管控系统在建筑项目中的应用与实现

在建筑项目中,随着项目规模的扩大和管理复杂性的增加,传统的项目管理方法已难以满足现代化建设需求。动态管控系统的引入,结合实时数据分析与监控,能够有效提升项目的管理效率,减少风险和不确定因素,确保项目按时按质完成。

2.1 动态管控系统的核心功能

动态管控系统主要通过对建筑项目各个环节的实时监控与数据分析,及时发现问题并进行调整,确保项目按照预定目标进行。系统的核心功能包括进度监控、成本控制、质量管理与风险预警等。通过集成项目管理各项数据,动态管控系统能够实时跟踪项目进展情况,评估工作进度,确保每个阶段的任务按时完成。在成本控制方面,系统能够实时监控资金流动,及时识别可能出现的超预算风险,并为管理者提供决策依据。质量管理方面,系统通过自动化监测质量数据,帮助项目团队随时掌握施工质量状况,发现潜在的质量问题并及时处理。通过风险预警功能,系统能够预测并识别项目实施中的潜在风险,提前采取措施,避免重大问题的发生。

2.2 动态管控系统的技术实现

动态管控系统的实现依赖于先进的信息技术和数据处理手段。首先,信息采集技术通过传感器、RFID 等设备,实时收集施工现场的各种数据,包括进度、人员、材料消耗等,确保数据的准确性和实时性。其次,系统通过数据集成与大数据分析技术,对采集到的信息进行处理与分析,从而识别潜在的风险和问题。通过数据可视化技术,管理者可以直观地看到项目的实时状况,帮助做出快速决策。此外,云计算和物联网技术也在动态管控系统中得到了广泛应用,使得系统可以跨地域、跨平台地实现信息共享与协同管理,增强系统的灵活性与扩展性。

2.3 动态管控系统的实施效果

动态管控系统的应用显著提升了建筑项目的管理水平。首先,系统能够提供实时的项目进度与状态反馈,管理者可以及时了解项目实施过程中遇到的问题,快速做出调整,有效避免了传统管理方法中信息滞后带来的管理盲区。其次,系统的智能预警功能帮助管理者提前识别潜在风险,使得项目可以在早期阶段就采取应对措施,从而降低了项目中途出现重大问题的风险。通过动态监控,项目可以做到更精确的资源调配与任务分配,提高了项目的整体效率。此外,系统的引入减少了人工干预,降低了人为错误的发生率,提升了管理的准确性与透明度。

2.4 动态管控系统的未来发展

随着技术的不断进步,动态管控系统将继续朝着智能化、自动化的方向发展。未来,系统可能会集成更多的人工智能算法,进一步提升预测与决策能力。同时,虚拟现

实与增强现实技术的应用,也将为建筑项目提供更直观的管理工具,帮助管理者更清晰地理解项目的各个环节,进一步提升项目的可控性与可视化程度。随着技术的成熟与应用普及,动态管控系统将在建筑项目管理中发挥越来越重要的作用。

3 数据分析技术在风险管理中的关键作用

在建筑项目管理中,数据分析技术作为一项核心工具,已经广泛应用于风险管理中。通过对项目过程中的各类数据进行采集、处理和分析,数据分析技术能够帮助管理者识别潜在风险、预测风险的发生概率,并提出有效的应对措施,极大地提高了风险管理的效率和准确性。

3.1 数据采集与实时监控

数据分析技术的首要任务是对项目过程中的大量数据进行采集与实时监控。通过传感器、智能设备等手段,项目管理者可以收集施工现场的实时数据,如工程进度、物资使用情况、人员工作状态、天气变化等。这些数据的实时获取为风险分析提供了全面、准确的基础。通过集成这些数据,管理者可以在项目的任何阶段都获得即时的反馈,及时了解项目的状态,发现潜在问题并采取相应措施。

3.2 风险预测与评估

数据分析技术在风险管理中的核心作用之一是对项目中各类风险的预测与评估。基于历史数据和实时数据,数据分析工具能够利用统计学、机器学习等方法对风险事件的发生概率进行预测。例如,使用回归分析、时间序列分析等技术,可以对项目的进度风险、成本超支风险等进行量化评估。此外,数据分析还能够帮助评估每项风险的影响程度,为项目管理者提供科学依据,帮助制定优先级别高的风险应对策略。

3.3 风险可视化与决策支持

数据分析技术通过可视化工具,将复杂的风险信息转化为简洁明了的图表和报表,使得项目管理者能够直观、快速地了解项目风险的动态变化及其分布情况。通过使用风险地图、风险矩阵等可视化工具,管理者能够轻松识别出哪些区域或环节存在高风险,及时采取措施,确保项目顺利推进。例如,风险地图可以直观显示不同区域的风险等级,帮助管理者集中资源解决高风险区域的问题,而风险矩阵则能够清晰地展示各类风险的发生概率与影响程度,使管理者能够优先处理高影响、高概率的风险。此外,数据分析技术还可以通过模拟与优化算法,生成多个应对策略,并对不同方案的效果进行评估。通过模拟和比较,管理者可以根据评估结果选择最优的应对措施,从而最大限度地减少风险对项目的负面影响,提高决策的科学性和准确性。

3.4 持续优化与风险调整

风险管理并非一次性的工作,而是一个动态的过程,需要随着项目的进展持续进行优化与调整。数据分析技术

通过不断收集和分析新产生的数据,能够实时跟踪项目进展并调整风险管理策略。随着项目的不断推进,新的风险因素可能出现,而原有的风险评估模型也需要根据实际情况进行优化和更新,以应对新的挑战。通过深入挖掘项目历史数据,管理者能够识别潜在的风险趋势,进一步完善风险评估机制,提升预判能力。此外,基于历史项目的数据分析,可以为未来项目提供宝贵的经验与参考,帮助管理者提前识别并规避潜在风险,为今后的项目管理提供更强有力的支持。

4 风险评估与动态管控系统对项目管理效率的提升作用

在建筑项目管理中,风险评估与动态管控系统的结合,极大地提升了项目管理效率。通过实时监控和智能化评估,管理者能够在项目执行过程中及时发现问题,做出迅速反应,从而确保项目按时完成、成本控制在预算范围内、质量达到预期标准。

4.1 风险评估助力早期决策

风险评估系统通过对项目各阶段可能面临的风险进行全面分析,能够在项目开始前对潜在问题进行提前预测。基于系统提供的风险分析报告,管理者可以做出科学的决策,优化资源配置,调整进度安排,并设计合理的应急预案。例如,评估系统能够识别出预算超支或进度滞后的潜在风险,提前采取资金控制和进度调整措施,避免了后期的项目延期和成本增加。通过这种提前预警,管理者能够减少风险对项目整体进度和质量的影响,从而提高项目管理的预见性与效率。

4.2 动态管控系统实现实时调整

动态管控系统通过实时跟踪项目进度、成本、质量等关键指标,确保项目管理能够及时调整应对不同情况。在项目实施过程中,系统会根据实时数据进行动态分析,发现偏差并提供即时反馈。无论是项目进度落后、成本超支,还是质量出现问题,动态管控系统都能及时发出预警,帮助管理者迅速调整策略。例如,如果施工进度滞后,系统可以自动提醒管理者并提供可能的调整方案,从而帮助管理者迅速采取行动,确保项目按时交付。通过这种实时调整机制,项目管理效率得到了显著提升,减少了人工干预和错误的发生。

4.3 风险管控与资源优化

风险评估与动态管控系统不仅帮助管理者识别和应对风险,还通过智能化的资源优化,进一步提升了项目的管理效率。系统能够实时跟踪项目各环节的进展情况,并根据项目的实际需求,智能分配和调整资源,避免资源浪费和短缺,确保项目的顺利进行。例如,在施工过程中,

当某一工序出现进度滞后时,系统会自动识别这一问题,并建议或直接调整其他资源,如调动其他工序的设备、人员或材料,以保证整体进度不受影响。这样的资源调整不仅保证了施工的高效性,也最大程度上减少了不必要的成本支出。通过这种精确的资源管理,项目能够在保证质量和进度的前提下,最大化地降低预算超支,优化项目的整体效率。

4.4 提高决策支持与团队协作

风险评估与动态管控系统为项目管理团队提供了更为精准和实时的决策支持。系统通过数据集成和实时监控,确保项目各环节的透明度,帮助管理者准确把握项目的当前状况。系统的预警功能能够提前识别潜在风险,为管理者提供及时的反馈,使得决策更加科学和精准。与此同时,系统的协同功能让各部门和团队在同一平台上进行信息共享与沟通,有效减少了信息滞后和沟通误差,促进了团队协作的高效进行。通过这种高度集成的协作模式,项目管理的透明度和协同性得到了显著提高,极大地增强了项目团队的整体执行力,使得各项任务能够更加高效地推进,降低了由于沟通不畅所带来的风险和成本。

5 结束语

风险评估与动态管控系统在建筑项目管理中的应用,极大提高了项目管理的效率和精确度。通过科学的风险识别与评估方法,项目管理者可以提前预测潜在风险,并根据实时数据进行动态调整,确保项目能够按时、按质、按预算完成。这一系统不仅帮助管理者识别和应对各种风险,还优化了资源配置,提升了决策的科学性和团队协作的效率。随着技术的不断发展,数据分析与智能化系统将在建筑项目管理中发挥越来越重要的作用,推动建筑行业向更加高效、安全、可持续发展的方向发展。

【参考文献】

- [1]王利婷. 风险导向内部审计在建筑企业项目管理中的应用研究[J]. 财经界,2024(21):162-164.
 - [2]王添亮. 住宅建筑工程项目风险评估与应对策略研究[J]. 居舍,2024(24):161-164.
 - [3]喻雅. GZ 建筑集团 JT 项目并购风险识别与应对策略研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2024.
 - [4]许海飞. 建筑施工合同管理中的财务风险评估与应对策略研究[J]. 中国产经,2024(12):167-169.
 - [5]苏昌森. 第四代住宅建筑全生命周期风险评估体系研究[J]. 项目管理技术,2024,22(12):165-173.
- 作者简介:陈云雄(1976.10—),男,云南省玉溪人,汉族,中级建筑工程师,就职于玉溪市第九建筑工程公司,从事建筑工程管理工作。

浅谈建筑工程管理存在的问题及对策

梁德江

安徽恒信建设工程管理有限公司, 安徽 合肥 230601

[摘要]随着我国建筑业的快速发展, 建筑工程项目的复杂性日益增加。现代建筑工程不仅要求高效的工期管理、严格的质量控制与安全保障, 还对成本控制与资源利用提出精细化要求。绿色建筑与智能建筑的应用, 使管理面临更大挑战。传统管理模式已无法满足需求, 亟需更新与优化。通过分析现存问题并提出优化对策, 可为行业提供有效解决方案, 推动建筑工程管理的持续发展。

[关键词] 建筑工程; 工程管理; 问题; 对策

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16378

中图分类号: TU4

文献标识码: A

Brief Discussion on the Problems and Countermeasures of Construction Engineering Management

LIANG Dejiang

Anhui Hengxin Construction Project Management Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230601, China

Abstract: With the rapid development of Chinese construction industry, the complexity of construction projects is increasing day by day. Modern construction engineering not only requires efficient schedule management, strict quality control, and safety assurance, but also puts forward refined requirements for cost control and resource utilization. The application of green and intelligent buildings poses greater challenges to management. The traditional management model can no longer meet the demand and urgently needs to be updated and optimized. By analyzing existing problems and proposing optimization strategies, effective solutions can be provided for the industry, promoting the sustainable development of construction project management.

Keywords: construction engineering; engineering management; problems; countermeasures

引言

建筑工程管理是建筑行业的核心, 涵盖从规划、设计到交付的全程控制。随着社会经济发展与城市化加速, 建筑项目规模不断扩大, 技术要求不断提高。然而, 许多项目在实施阶段面临管理挑战, 如滞后管理理念、技术缺乏、执行力不足及质量安全控制不到位。这些问题不仅影响进度和质量, 还可能导致资源浪费和经济损失。因此, 提升管理水平已成为行业发展的关键议题。

1 建筑工程管理的意义

建筑工程管理在建筑行业中占据着至关重要的地位, 它不仅决定了工程项目是否能够顺利实施, 而且直接关系到资源的合理配置、成本控制的有效性以及工程质量的保障。通过科学的管理方法, 项目能够在既定的时间、质量和预算内顺利完成, 这不仅构成了项目成功的基础, 也在很大程度上决定了建筑企业在市场中的竞争力与可持续发展能力。建筑工程管理贯穿项目的各个阶段, 从项目策划、施工过程中的实时监控, 到最终的验收与交付, 每一个环节都需精确控制。精细化管理的实施有助于减少资源浪费、缩短工期、提高工作效率, 进而为社会提供更多符合质量标准的建筑产品。随着现代建筑技术的飞速发展, 工程管理的复杂性也日益增加, 管理人员面临的挑战随之

加大。在信息化与智能化技术的加持下, 管理手段与方法不断进步, 已不再局限于传统操作流程。建筑工程管理, 早已超越了单纯的技术性问题, 已成为一个涉及战略决策、团队协作与创新实践的综合性课题, 其在行业发展中的作用愈加重要。

2 建筑工程管理中存在的问题

2.1 工程管理理念滞后

随着建筑行业的不断发展, 传统的工程管理理念逐渐无法满足日益复杂的工程需求, 导致了管理过程中出现了许多盲点和问题。建筑项目的多样化使得工程管理面临的挑战越来越多。例如, 绿色建筑材料的广泛应用要求在工程管理中及时更新相关的管理办法, 许多管理团队仍然沿用过时的管理模式, 无法有效应对新材料的特殊要求, 这在一定程度上造成了质量和安全管理的漏洞。与此同时, 机械化和智能化技术的快速发展使得建筑工程中使用的机械设备越来越先进, 自动化水平不断提高, 但传统的粗放式管理模式却仍然占据主导地位, 未能充分利用现代化设备的优势, 导致管理效率低下, 甚至可能引发项目进度和成本的失控。在这种背景下, 工程管理理念的滞后性显得尤为突出。过度依赖传统的管理方法与经验, 忽视了对各类要素的精细化管控, 使得工期、质量和安全等方面的

管理存在不精确、不系统的情况,进一步加剧了项目风险的积累,甚至可能引发质量问题的发生。为了应对现代建筑行业快速发展及技术创新的要求,建筑工程管理迫切需要在理念上进行全面转型。

2.2 工程管理技术水平不足

在当前的建筑工程管理中,技术水平的不足已成为项目推进的关键障碍。尽管现代管理工具与技术逐渐被引入建筑行业,许多项目仍依赖传统的手工操作与低效技术,导致信息传递不畅、数据处理不精确等问题。尤其在大规模建筑项目中,涉及复杂工序与众多人员,使得传统技术无法有效支撑精细化管理。比如,在进度监控、质量追踪与成本核算等方面,仍有许多项目依赖人工统计和简易电子表格,无法实现实时更新或自动化处理。信息更新滞后、错误频发,从而直接影响了项目执行的效率。尽管在一些先进项目中,建筑信息模型(BIM)与物联网(IoT)等新兴技术已开始应用,但仍有大量项目未能广泛使用这些技术。信息技术的不足使得建筑项目缺乏数据共享与集成,精准管理无法实现,这种技术滞后所导致的信息孤岛、管理盲区及效率低下,严重制约了现代建筑工程高效、精准管理的需求。

2.3 工程管理执行力不力

在建筑工程管理中,执行力不足已成为影响项目顺利推进的关键因素。尽管在规划阶段已制定了详尽的方案与流程,但在实际操作中,缺乏有效的监督与协调,常常导致任务未能按预期完成。管理层与现场施工人员之间的信息传递不畅,决策的滞后或产生的误解,直接影响了项目的执行效果。项目的顺利推进通常需要多个部门的协作与配合,但部门间合作不力及责任划分不清,往往引发了工作推诿与进度拖延。此外,许多项目缺乏统一的监督体系与严格的执行标准,导致工程进度延误、质量问题频发以及成本超支等现象。与此同时,管理人员对现场的控制力度不足,未能深入一线进行必要的监督与检查,问题无法及时发现并解决,进而积累了潜在的隐患与风险。根本问题在于计划与实际操作之间的脱节,缺乏有效的监管与反馈机制,这直接影响了工程项目的整体效率、质量与进度。

2.4 质量控制与安全管理缺失

在建筑工程管理中,质量控制与安全管理的不足已成为许多项目面临的关键问题。尽管大多数项目已制定了相关的质量与安全管理规范,但在实际操作中,监管不到位、执行松懈依然导致了許多质量与安全隐患的产生。工程质量控制存在明显缺陷,部分项目在施工过程中未能严格按照设计标准与施工规范执行。从材料采购到工艺流程,再到施工过程中的每一操作环节,质量管理的严格性不足,隐患也随之积累。安全管理方面的问题尤为严重,尤其是在高风险施工阶段,安全培训与检查未能得到有效落实,施工人员的安全意识普遍缺乏,安全防护措施未得到充分

执行,这直接导致了安全事故的频繁发生。在某些项目中,过度关注进度与成本效益,忽视了质量与安全的基础保障,施工现场时常出现违规操作或隐蔽工程未经严格验收等情况。这些问题不仅影响了工程质量的稳定性,还增加了工人及施工单位的安全风险,严重影响了项目按时完工的可能性。

2.5 工期控制与成本管理问题

工期控制与成本管理问题一直是建筑工程顺利推进的关键因素之一。尽管在项目初期制定了详细的工期计划,但由于多种内外部因素的干扰,实际执行过程中,工期常常无法按预期完成。进度控制在施工过程中往往存在不足,材料采购、人员调度以及天气等不可抗因素时常导致项目延误。同时,管理层对这些突发情况的响应往往迟缓,缺乏有效的应急处理机制。在成本管理方面,许多项目在预算编制时过于乐观,未能充分考虑施工过程中的潜在变动与风险,结果导致实际开支大大超出预期。工期延误所带来的额外人工和设备费用,采购材料价格波动以及设计变更等因素,均使得成本不断攀升。部分项目过度关注初期投资的节约,而忽视了对长期成本的有效控制,最终使得后期的维护与改造费用大幅增加。工期与成本控制的失衡,不仅影响了项目的经济效益,还可能引发合同纠纷与企业声誉的下降,进而为项目的顺利完成埋下隐患。

3 建筑工程管理优化对策

3.1 强化工程管理理念与文化

在建筑工程管理中,强化管理理念与文化被视为提升管理水平的关键途径之一。随着建筑行业的迅速发展及技术的不断进步,传统的管理方式已经无法满足当今工程项目日益复杂的需求,因此迫切需要管理理念进行更新与提升。管理理念的核心应转向精细化管理,摒弃以往粗放型、依赖经验的做法,转而注重对每个环节与细节的精准控制与监督,确保项目的质量与安全得到保障。与此同时,工程管理文化的建设同样至关重要,这不仅关乎技术层面的进步,也涉及企业文化的塑造与团队合作精神的提升^[1]。通过完善管理制度与流程,全员的质量与安全意识能够得到强化,跨部门的有效沟通与协作也将促进,从而显著提升项目管理的效率与效果。现代工程管理理念还应关注绿色建筑与可持续发展的需求,要求管理团队对新材料与新技术的应用保持高度敏感,并根据环保与节能减排的要求,适时调整管理策略,以确保项目符合未来发展的趋势。

3.2 提升管理技术与信息化水平

在现代建筑工程管理中,提升管理技术与信息化水平被视为推动行业发展的重要战略。随着信息技术的持续革新,建筑业已迈入数字化与智能化的新时代。传统的手工操作与纸质记录方式已无法应对当今工程项目日益复杂与大规模的要求,因此,采纳先进的管理技术与信息化手段已成为必然选择。例如,建筑信息模型(BIM)与物联

网(IoT)技术的引入,使得项目的进度、质量与安全状况得以实时监控,并促进了各方之间的信息共享与协同合作。借助BIM技术,项目各方可以在虚拟环境中模拟施工过程,提前识别潜在问题,优化设计与施工方案,从而有效避免施工中的重复作业与资源浪费。同时,智能化设备的使用,如自动化施工机器人与无人机巡检,不仅显著提高了施工效率,还减少了人为错误的发生,进一步增强了工程的质量与安全性。通过这些技术的应用,施工过程变得更加高效与精准。在信息化管理系统的整合方面,项目数据能够实时收集并进行智能分析与预测,从而为决策者提供更及时且准确的决策依据,这一整合大大提升了管理决策的科学性与精确度,优化了整个工程管理的流程。

3.3 加强项目管理的执行力

确保建筑工程顺利完成的关键,正是在于增强项目管理的执行力。无论设计方案多么精准、计划多么周密,缺乏强有力的执行保障,最终都难以实现预定目标。项目管理团队必须在执行力方面下足功夫,确保各项任务得以高效落实。项目管理者应明确目标,强化责任意识,确保每个成员都清楚自己的职责与任务并为成果负责。管理层应定期检查执行进度,及时发现问题并做出调整,防止任务的延误或偏离原定目标^[2]。同时,建立有效的执行追踪与反馈机制至关重要,它能够确保信息流畅,问题能迅速反馈并得到解决。在执行过程中,项目管理需要紧密结合实际情况,灵活应对施工过程中可能发生的突发情况或变更。这要求团队具备高度的沟通协作能力与应急处理能力,从而确保项目目标的顺利实现。此外,对施工队伍的管理与考核尤为重要。通过激励机制提升工人工作积极性与责任感,确保每个环节能够按要求、高质量地完成。

3.4 完善质量与安全管理体

在建筑工程中,构建一个完善的质量与安全管理体,是确保项目顺利进行的基础。质量与安全管理始终是项目管理中的核心,任何疏漏都可能引发严重的后果。为此,建立一个科学且高效的质量与安全管理体显得尤为重要。质量管理体系应涵盖从项目设计到施工,再到竣工后的每一个环节。在各个阶段,标准化操作必须严格执行,确保每个细节都符合行业要求。通过合理的质量检测手段,潜在问题可以被及时识别,并采取预防措施消除隐患。在安全管理方面,体系的前瞻性与实效性至关重要,除了为施工人员提供必要的安全培训与防护装备外,项目现场应实施动态安全监控,确保每个施工环节都遵循安全规范,从而降低事故发生的概率^[3]。同时,应定期组织安全演练,以提升全员应对突发事件的能力,确保紧急情况能够被快速有效地处理。随着技术进步及行业要求的不断提升,质

量与安全管理体系也应不断优化。随着新的管理理念、工具与技术的应用,管理体系的持续调整与升级,成为保证其长期适应性与高效执行力的关键。

3.5 加强工期与成本控制

工期与成本控制是建筑工程管理中的关键因素,直接影响着项目的经济效益和市场竞争力。有效的工期管理不仅能确保项目按计划完成,任何延误的发生都会增加成本、浪费资源并损害企业声誉。因此,项目管理团队必须在项目启动阶段制定详细的工期计划,并借助进度管理工具实时监控施工进度,确保每一阶段能够按时交付。在此过程中,各种突发情况,如天气变化或设备故障,必须灵活应对,及时调整施工安排,以避免不必要的工期拖延。成本管理的核心不仅仅在于控制直接费用,还需对潜在风险进行前瞻性预估,并采取有效措施予以应对。通过精确编制预算、合理配置资源以及实施严格的成本监控,施工过程中不必要的开支可以被避免。为确保项目在预算范围内顺利推进,项目团队应定期审查成本,及时发现偏差并作出调整。此外,精细化的成本控制还要求对劳动力、材料与设备的调配进行合理规划,资源浪费因此得以减少,整体资源利用效率得以提升。

4 结语

建筑工程管理在项目顺利完成中至关重要,但随着项目规模扩大和复杂度增加,管理面临的挑战也日益增多。本文分析了当前管理中存在的主要问题,包括滞后的管理理念、技术水平不足、执行力缺乏、质量与安全管理薄弱,以及工期与成本控制不到位等。针对这些问题,提出了提升管理理念、加强技术应用、强化执行力、完善质量与安全管理体及有效控制工期与成本等优化方案。实施这些措施将推动管理向现代化、高效化发展,提升项目质量确保施工安全,控制成本与工期从而促进建筑企业可持续发展。随着技术进步和理念创新,建筑工程管理将面临更多挑战与机遇,只有不断完善管理体系和提升水平,方能在市场竞争中占据优势。

【参考文献】

- [1] 詹野. 浅谈建筑工程管理存在的问题及对策[J]. 石材, 2024(9): 80-82.
- [2] 周颖. 建筑工程管理中的问题及对策研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2023(2): 141-143.
- [3] 刘宇. 建筑工程管理中常见问题及对策的综合思考[J]. 居业, 2022(4): 154-156.

作者简介: 梁德江(1966.10—), 男, 毕业于河北煤炭建筑工程学院, 工业与民用建筑专业, 当前就职于安徽恒信建设工程管理有限公司, 副总经理, 高级工程师。

水利工程监理在施工安全管理中的作用分析

蒋兴明

新疆昆仑工程咨询管理集团有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 水利工程的监理工作在项目建设过程中至关重要, 监理单位作为建设方的代表, 负责对工程施工的监督和管控。其核心目标是确保水利工程的整体质量和项目的顺利推进, 同时帮助建设方实现利益最大化。监理工作涵盖了水利工程建设的各个环节, 并对工程的建设质量承担重大责任。如果监理工作存在疏漏, 不仅会导致建设方的利益遭受重大损失, 还可能为水利工程后续的运营和维护埋下安全隐患。因此, 只有实施严格而全面的安全监理工作, 才能确保工程的质量, 保障水利工程项目顺利完成。

[关键词] 水利工程监理; 施工安全; 安全管理; 作用分析

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16371

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Analysis of the Role of Water Conservancy Engineering Supervision in Construction Safety Management

JIANG Xingming

Xinjiang Kunlun Engineering Consulting Management Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: The supervision work of water conservancy projects is crucial in the project construction process. As the representative of the construction party, the supervision unit is responsible for supervising and controlling the construction of the project. Its core goal is to ensure the overall quality of water conservancy projects and the smooth progress of the projects, while helping the construction party achieve maximum benefits. Supervision work covers all aspects of water conservancy engineering construction and bears significant responsibility for the construction quality of the project. If there are omissions in the supervision work, it will not only cause significant losses to the interests of the construction party, but may also lay safety hazards for the subsequent operation and maintenance of water conservancy projects. Therefore, only by implementing strict and comprehensive safety supervision work can the quality of the project be ensured and the smooth completion of water conservancy engineering projects be guaranteed.

Keywords: water conservancy engineering supervision; construction safety; safety management; role analysis

引言

水利工程, 作为国家基础设施的重要组成部分, 涉及多个功能, 如人民生活的水资源保障、农业灌溉、水力发电以及防洪减灾等。在水利工程建设过程中, 施工安全管理被认为是确保项目顺利推进并最终完成的关键因素。随着水利工程规模的扩大以及项目复杂度的提升, 施工安全管理所面临的挑战不断增加。为了确保施工过程中的安全工作得到有效落实, 监理单位在水利工程中所发挥的作用显得尤为重要。监理单位不仅承担着施工质量、进度和费用的控制责任, 更负责对施工安全进行全过程的监督与管理。特别是在新疆这样一个特殊地区, 复杂的地理环境、恶劣的气候条件以及偏远地区的施工难度, 使得水利工程施工的安全管理面临更加严峻的考验。极端气候, 如沙漠、戈壁、高温以及严寒等, 给施工带来了巨大的困难, 也使得安全管理的复杂性得以增加。因此, 探讨水利工程监理在施工安全管理中的作用, 特别是在新疆地区的特殊背景下, 分析监理如何在保障施工安全、排查安全隐患、减少事故发生中发挥关键作用, 不仅具有重要的理论意义, 而且对提升水利工程的安全性质量, 确保工程的顺利实施,

具有不可忽视的现实意义。

1 水利工程监理的工作要点

在水利工程管理过程中, 必须在遵循项目相关规定的基础上, 结合实际需求, 联合设计单位、施工方和监理单位, 秉持协调与配合的原则, 推动施工进度和质量的有效把控, 确保施工符合设计方案要求。在此过程中, 水利工程监理工作需严格遵守相关规定, 灵活调整监理安排, 以满足不同施工单位的具体需求。同时, 若在项目管理过程中出现质量问题, 监理单位应积极承担责任, 切实履行监督管理职责, 帮助施工单位及时解决问题, 保障施工质量的顺利完成。

2 新疆地区水利工程施工安全管理现状

2.1 新疆地理与气候特点对施工安全的影响

新疆, 位于中国西北边陲, 地域辽阔, 地形复杂多变, 涵盖了高原、山地、戈壁、沙漠等多种地貌类型, 地质条件也存在显著差异。这些独特的自然特征对水利工程施工安全管理提出了更高的要求。在天山、昆仑山等山脉地带, 地质结构较为脆弱, 滑坡、崩塌、泥石流等自然灾害的发生, 给施工现场安全带来了严重威胁。部分地区位于地震

带,地震活动频繁,因此在基础施工过程中,必须考虑到由地震引发的不稳定因素。此外,新疆气候以干旱、半干旱为特征,年降水量较少,气温差异大,极端天气现象频繁,这些因素均对施工材料的性能及设备的运行状态产生影响^[1]。在夏季,部分地区的气温可超过 40℃,高温天气不仅对施工人员的身体健康构成威胁,还可能导致设备过热或材料变形等安全隐患。而在冬季,许多地区长时间处于低温甚至极寒状态,冻结期较长,给混凝土浇筑、管道埋设等施工工艺带来了较大挑战,同时也增加了施工安全隐患,进而提高了安全风险。部分山区交通不便,物资运输困难,突发事件发生时,救援及应急响应的效率低下,这一状况进一步加剧了施工过程中的安全管理难度。

2.2 水利工程施工特点与安全风险

水利工程施工具有工期较长、施工环节多、作业面广泛、技术要求高等特点,这些特性在新疆地区的水利工程建设中尤为突出。由于项目多位于山地、河谷、荒漠等自然环境相对恶劣的地区,施工现场的环境变化复杂且多样,安全管理的难度由此大大增加。水利工程涉及多个施工环节,如土石方开挖、混凝土浇筑、水工建筑物施工、金属结构安装、机电设备调试等,这些环节紧密相连。若某一环节出现问题,连锁反应的发生是很可能的,进而影响到整体施工的安全性。此外,一些项目需要进行高边坡作业、水下施工、高空作业或夜间施工等,这些作业具有较高的物理危险性,对施工人员的技术能力和安全意识提出了严格的要求。在施工过程中,还需处理与水流相关的操作,如导流、截流、蓄水等,这些操作直接影响施工现场的安全与稳定,若操作不当,冲刷、垮塌或水害等事故的发生将是不可忽视的风险。大量机械设备在项目中被使用,运输与运行过程中的一点疏忽,便可能引发机械伤害事故。

2.3 安全管理的政策法规环境

在新疆地区的水利工程施工中,安全管理的政策法规体系已初步建立,并在不断完善中。国家层面已出台了一系列涉及水利工程建设与安全生产的法律法规,如《安全生产法》《建设工程安全生产管理条例》《水利工程建设安全生产监督管理规定》等,这些法律为水利工程施工中的安全管理提供了明确的法律依据。此外,水利部及新疆维吾尔自治区相关主管部门,依据地方实际情况,已制定了一些补充性政策和实施细则,进一步明确了在特殊地理和气候条件下进行水利施工时的安全管理要求。这些政策法规,针对安全生产责任的落实、风险评估与预控、施工现场管理、安全教育与培训、事故隐患排查与处理等方面,进行了全面规范。尤其在重大工程的立项审批、项目招投标以及施工组织设计的报审等环节,安全措施和应急预案的制定已被视为必要条件。尽管现有法规体系为新疆地区水利工程施工提供了较为完整的制度保障,但在具体执行过程中,依然面临一些实际问题^[2]。如法规执行力度不均、

监管人员的专业能力差异较大、边远地区执行难度较高等,这些问题在一定程度上影响了政策法规环境在施工安全管理中的实际效果。

3 提升新疆水利工程施工安全监理水平的对策建议

3.1 健全监理法律法规与制度建设

健全的监理法律法规与制度建设,为提升新疆水利工程施工安全监理水平提供了坚实保障。由于新疆地区地理条件的复杂性及工程类型的多样性,安全监理工作面临着更高的要求与挑战。因此,必须从法律法规及制度体系的角度出发,构建一个更加完善的监理管理框架。应在国家现有法律法规的基础上,结合新疆水利工程的地域特点与实践经验,制定符合地方实际的安全监理细则与操作规范,明确监理单位在施工安全管理中的职责与任务,从制度上杜绝监管空白与责任推诿现象。除了规范的制定外,还应完善监理工作全过程的管理体系,包括事前审查、事中控制与事后评估等环节,确保工程安全风险得到全程闭环管理。同时,监理制度的执行力应得到强化,明确处罚机制、责任追究与问责流程,确保制度的落实到位。在规模较大、施工环境较为复杂的项目中,尤为重要是加强对监理制度执行情况的监督检查,确保制度的刚性约束能够落实到每一项安全监理工作中,从而提高整体监理质量与施工安全水平。

3.2 建设高素质监理人才队伍

提高新疆水利工程施工安全监理水平的核心,在于建设一支高素质的监理人才队伍。受到新疆地域广阔、工程分布广泛以及部分地区经济与教育发展相对滞后的制约,当前的监理人才面临数量不足、专业能力参差不齐、实战经验匮乏等问题,导致无法满足复杂工程项目对高质量安全监理的需求。为此,必须从人才引进、培养与管理等多个方面着手,打造一支具有扎实专业基础、突出实践能力且能够适应各种挑战的监理队伍。一方面,应该通过政策支持与资源倾斜,引导高校与职业院校开设水利工程监理相关课程,培养具有本地适应性的专业人才,逐步形成“本地培养、就地服务”的人才体系。另一方面,现有监理人员的继续教育与在职培训应得到加强,特别是在施工安全规范、新技术应用以及应急处理能力等关键领域,系统培训应被提供,以提升其综合素质与风险识别、处置能力。

3.3 推动信息化、智能化监理手段应用

在提升新疆地区水利工程施工安全监理水平的过程中,推动信息化与智能化手段的深度融合,发挥着不可替代的关键作用。随着工程规模的不断扩大与结构复杂程度的提升,传统人工巡查与现场监督的方式,已难以有效满足现代工程对高效性与精准性的安全管理需求,尤其是在新疆这样地域广袤、地形多变、气候严峻的特殊区域。新一代信息技术的引入,为安全监理工作带来了转型的契机。

依托物联网技术,施工现场设备状态、物资使用及环境条件的动态感知得以实现。例如,通过布设传感器,机械设备运行参数、土壤含水率、气温、风力等关键指标可被实时监控,从而确保各项作业在安全条件下顺利推进。同时,借助传感器网络与数据采集平台,现场数据可全天候实时汇总,并通过云端集中处理与分析,施工动态可在远程终端实时掌握,潜在隐患可被快速识别,风险预警可及时开展,并采取相应干预措施^[3]。智能监理技术的进一步拓展,还包括利用大数据分析和机器学习算法,对现场积累的海量信息进行深入挖掘,以预测并评估各类安全风险。尤其在地质结构复杂或气候条件突变的背景下,技术手段能更早地识别可能出现的问题,提前发出预警信号,从而有效降低因人为判断不足导致的事故风险。更为重要的是,借助信息化与智能化手段,能够突破新疆偏远地区交通受限、人员配置薄弱的制约,实现远程监管全覆盖。在无专人驻守的工地,远程视频监控与数据回传系统也能对施工全过程进行有效管控,从而提升整体安全监理效率,拓展监理工作的时空边界,助力水利工程建设向更高水平迈进。

3.4 完善监督考核与激励机制

健全的监督考核与激励机制,是推动新疆地区水利工程施工安全监理水平持续提升的重要抓手。监督与考核体系的完善程度,直接决定了监理工作的规范性及工程安全管理的成效。通过构建科学、严密的监督机制,可促使监理单位及其工作人员在施工各阶段严格履行职责,安全管理制度的规范执行得以确保,安全监管覆盖施工全过程。借助定期检查、专项审计和随机抽查等手段,安全管理中的薄弱环节能够及时发现,潜在风险得以防范,措施执行力得到强化。考核机制的设计,应围绕安全质量保障、进度控制能力、成本管理水平等关键维度进行系统评估。通过周期性考核,监理人员及其团队的履职成效可被量化,进而督促其保持高效、专业的工作状态。与此同时,激励机制的引入,能够增强监理从业者的积极性和使命感。考核结果与奖励机制紧密联动,根据安全管理成效,奖金、优先项目参与权、职务晋升机会等多元化激励手段被授予,有助于激发其主动履职、持续提升业务能力的动力。在激励的同时,清晰的问责制度亦需设立。对存在失职、监管不力等问题的监理人员,应依据相关规定依法依规处理,确保监理责任切实落地。奖惩分明的机制安排,不仅提升了监理工作的透明度和执行力,也为水利工程施工安全管理提供了坚实的制度保障。

3.5 加强对偏远地区项目的监理支持能力

提升对新疆偏远地区水利工程项目监理支持能力,是强化施工安全监管水平的重要支撑手段。受地域辽阔、交通不畅、通信基础薄弱及自然环境复杂等因素的影响,

传统监理模式在此类区域往往难以高效适用。为有效解决这一问题,亟需从监理手段创新与人才保障两方面协同发力。一方面,信息技术的引入应当积极进行,以打破以往依赖现场驻点的监理方式。借助远程视频系统、智能传感器、数据云平台等技术手段,施工现场的远程监管得以实现,工程动态随时掌握,安全隐患精准识别并迅速响应^[4]。实时数据传输与预警系统的建设,能够有效缓解监理力量不足、信息采集不及时等突出问题,从而提高监管效率与响应速度。另一方面,驻守边远区域监理人员的专业培养必须得到加强。培训内容不仅应涵盖施工安全规范与先进技术应用,更应注重提升其在极端气候、复杂地质条件下的应急处置能力,以增强其在突发情况下的适应性和应对水平。此外,通过推动监理单位与地方政府、区域企业协同合作,区域性监理支持平台的建立,能够促进本地资源整合与人才吸纳,逐步构建以“属地保障、多方联动”为特征的支持体系,从而增强偏远地区施工监理工作的连续性和实效性。

4 结语

在水利工程建设领域,监理工作在施工安全管理中所发挥的作用,举足轻重。通过严谨的制度体系与科学的管理方式,施工各阶段可能出现的安全隐患能够被有效识别并加以控制,推动项目在保障质量与安全的前提下顺利推进。在新疆这一自然环境复杂、气候多变的特殊区域,施工风险的挑战性更为突出,施工安全监管面临更高的要求。此类情形下,高素质的专业监理团队、健全的制度支撑及先进的技术工具,成为确保施工安全的核心要素。现代化的监理手段,如智能监测、数据分析与远程控制系统,为安全管理效率的提升提供了重要支撑。风险不仅能被及时发现,还能实现预警干预与动态调整。随着技术更新与管理理念的不断演进,水利工程的施工安全管理正逐步迈向更加高效、数字化与智能化的方向。

【参考文献】

- [1]黄忠赤.水利工程建设监理现状及发展策略研究[J].治淮,2024(11):4-6.
- [2]胡军法,李万夫.水利工程监理中的安全生产管理与事故预防策略[Z]//中国智慧工程研究会.2024 人工智能与工程管理学术交流会议论文集.浙江河口海岸工程监理有限公司;,2024:626-629.
- [3]乔斌.浅谈水利工程建设监理工作的安全管理[J].大陆桥视野,2023(7):125-127.
- [4]张启龙.关于水利工程监理的作用与控制措施探究[J].大陆桥视野,2023(9):126-128.

作者简介:蒋兴明(1984.10—),毕业院校:河海大学,所学专业:水利水电工程,当前就职单位名称:新疆昆仑工程咨询管理集团有限公司,就职单位职务:总监理工程师,职称级别:副高。

水利工程施工管理的重要性和对策措施

李树林

河北省水务中心石津灌区事务中心, 河北 石家庄 050051

[摘要] 水利工程施工管理是贯穿工程全周期的核心环节, 其直接关系工程社会效益、安全质量及资源可持续利用。当前行业面临管理体系不完善、技术应用滞后、人员协同不足及风险防控能力薄弱等问题, 亟需通过现代化治理手段提升管理水平。从工程社会效益、施工安全与生态保护、资源高效利用三方面阐述管理的重要性, 结合管理体系缺陷、技术应用短板等现实困境, 提出构建智能化监管平台、强化绿色施工标准、优化人力资源配置等对策, 为水利工程提质增效提供理论支撑。

[关键词] 水利工程施工; 管理优化; 风险控制; 绿色施工; 数字化转型

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16366

中图分类号: TV512

文献标识码: A

The Importance and Countermeasures of Water Conservancy Engineering Construction Management

LI Shulin

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

Abstract: Construction management of water conservancy projects is a core link that runs through the entire project cycle, directly related to the social benefits, safety and quality, and sustainable utilization of resources of the project. The current industry is facing problems such as incomplete management system, lagging technology application, insufficient personnel collaboration, and weak risk prevention and control capabilities. It is urgent to improve management level through modern governance methods. Elaborate on the importance of management from three aspects: social and economic benefits of engineering, construction safety and ecological protection, and efficient utilization of resources. Combining with the practical difficulties of management system defects and technological application shortcomings, propose measures such as building an intelligent supervision platform, strengthening green construction standards, optimizing human resource allocation, etc., to provide theoretical support for improving the quality and efficiency of water conservancy projects.

Keywords: water conservancy engineering construction; management optimization; risk control; green construction; digital transformation

引言

随着“十四五”规划中“国家水网”建设的推进, 我国水利工程年均投资规模突破万亿元, 南水北调后续工程、引江济淮、灌区续建配套等大型项目进入密集施工期。在此背景下, 施工管理的科学性与规范性成为保障工程顺利实施的关键。然而, 近年多起施工安全事故及生态破坏事件暴露出行业管理漏洞, 例如 2023 年某水库大坝因施工方案缺陷导致渗漏事故, 直接经济损失超 3 亿元。本文立足行业现实需求, 系统分析施工管理的核心价值, 针对性提出破解管理瓶颈的实践路径, 以为水利工程高质量发展提供参考。

1 水利工程施工管理的重要性分析

1.1 保障工程社会效益

水利工程作为国家基础设施的核心载体, 其社会效益涵盖防洪减灾、水资源优化配置及农业灌溉保障等关键领域。施工管理通过全周期规划与动态管控, 确保工程长期稳定发挥功能。例如跨流域调水工程通过优化施工组织设计, 突破复杂地质限制, 提前实现区域水资源调配目标,

缓解季节性干旱对农业的影响。某重点工程通过动态优化工艺, 攻克软土地基沉降难题, 保障输水通道长效运行, 惠及数百万人口用水需求。管理措施通过严格把控质量与进度, 减少返工浪费。在灌区现代化改造中, 模块化施工技术缩短建设周期 30%, 优化资源配置, 使农田灌溉效率提升 25%, 推动区域农业集约化发展。这些实践验证, 施工管理是实现工程社会价值与民生需求协同发展的核心支撑。灌区续建配套工程是提升水资源利用效率的典型实践。例如某大型灌区续建配套项目通过改造老化渠道、增设智能计量设施, 将输水效率从 65% 提升至 82%, 年节水达 1.2 亿立方米, 新增灌溉面积 8 万亩, 直接带动粮食增产 1.5 亿公斤。此类工程通过优化渠系结构、应用物联网监测设备, 同步解决输水渗漏与用水分配不均问题, 实现工程效益的可持续释放。此外, 续建配套工程与高标准农田建设联动, 推动传统灌溉向精准化、智能化转型, 例如某灌区引入气象墒情监测系统, 动态调整灌溉方案, 减少无效用水 30% 以上, 为农业增效与农民增收提供双重支撑。

1.2 确保施工安全与风险控制

水利工程施工常面临复杂地质与高危作业环境，系统性防控机制保障人员与生态安全。严格执行《水利水电工程施工安全防护设施技术规范》，高风险作业区域配置智能监测设备，例如应用边坡实时监测系统与智能预警平台，显著降低地质灾害发生概率。在生态敏感区域，管理体系统筹安全与环保目标，例如某高原工程采用封闭式泥浆循环与生态护坡技术，杜绝废水污染并实现渣土资源化利用。针对极端天气风险，某长江治理工程通过预案演练与气象数据联动，提前加固防洪设施，成功抵御超警戒水位威胁。这些措施不仅体现安全管理精细化，更彰显人地和谐理念，通过风险预控与应急响应双保障，支撑工程全周期安全运行。

1.3 提升资源利用效率

水利工程施工中材料消耗占总成本比例超过 50%，管理优化对资源集约利用具有决定性作用。施工管理通过精准调配砂石、钢材等大宗物资，减少运输损耗与库存积压，例如区域性建材共享平台的应用，实现砂石骨料就近供应，降低长距离运输产生的碳排放。数字化技术的应用进一步推动能源效率提升，某大型泵站工程通过智能调度系统动态匹配机组运行参数，减少无效能耗，年节电量达到千万千瓦时级别。在废弃物管理方面，创新应用建筑垃圾再生技术，将盾构机掘进产生的渣土加工为路基填充材料，替代传统取土方式，减少耕地占用面积，同时降低新材料生产过程中的能源消耗。此类措施不仅降低工程全生命周期成本，更契合“双碳”目标下的可持续发展要求，为行业绿色转型提供实践范例。

2 水利工程施工管理现状与问题

2.1 管理体系与制度缺陷

当前水利工程施工管理体系中权责划分模糊与制度执行失效的问题尤为突出。部分项目因参建单位职责界定不明确，导致管理真空或相互推诿现象频发。例如某省重点河道治理工程中，施工合同未明确监理单位的独立监督权，导致质量验收环节缺乏有效约束，护坡混凝土强度未达设计标准，最终引发返工。此外，部分工程未严格落实行业安全规范，验收程序流于形式。某水库除险加固项目在边坡稳定性复核未完成的情况下仓促验收，蓄水后出现局部塌方，直接威胁下游居民安全。此类问题反映出管理体系的漏洞已对工程质量与公共安全构成系统性风险。

2.2 技术应用与创新滞后

水利工程施工领域的技术革新速度明显滞后于行业发展需求。尽管 BIM 技术、三维建模等数字化工具已在部分示范项目中试点应用，但多数工程仍依赖传统二维图纸会审，导致设计误差难以及时发现。例如某大型泵站工程因施工前未进行三维碰撞检测，设备安装阶段发现管道与结构梁冲突，被迫停工调整工期长达两个月。监测技术方

面，部分工程仍采用人工巡检与经验判断相结合的方式，对渗漏、沉降等隐蔽性风险识别能力不足。某跨流域调水工程在运行初期频繁出现闸门密封性下降问题，追溯根源发现施工期未采用智能渗压监测设备，未能及时预警隐患。技术应用的滞后性不仅制约施工效率，更导致工程全生命周期成本居高不下。

2.3 人员素质与协同机制短板

施工管理团队的专业能力不足与跨部门协作机制缺失成为制约工程质量的瓶颈。一线作业人员中未经系统职业技能培训的临时工占比居高不下，部分关键岗位人员甚至缺乏特种作业资格认证。某省在建水库工程中，混凝土振捣班组因未掌握分层浇筑技术，导致仓面出现蜂窝麻面缺陷，直接影响结构耐久性。管理协同方面，设计、施工、监理单位之间信息共享渠道不畅，技术交底流于形式。某引调水工程因设计单位未及时更新地质勘察数据，施工方按原方案开挖时遭遇溶洞地质，造成模板支撑体系坍塌。此类问题暴露出跨专业协作机制尚未形成闭环，严重制约管理效能释放。

2.4 风险防控与应急能力薄弱

极端气候条件与复杂地质环境叠加下，风险管理能力不足的问题尤为突出。部分工程应急预案缺乏实战性，风险预判与处置措施脱节。例如某高原水库施工营地选址时未充分评估泥石流风险，2023 年雨季遭遇突发性山洪冲击，临时设施损毁严重。监测预警系统建设同样滞后，某沿海挡潮闸工程未接入气象部门实时数据，在台风“梅花”过境期间未能提前启动防护措施，导致闸门止水结构受损。应急响应层面，部分项目演练流于形式，应急处置物资储备不充足。某中型灌区工程在突发渗漏事故中，因缺乏专业抢险队伍，延误堵漏时机造成淹没农田逾百公顷。这些短板反映出风险防控体系尚未形成事前预防、事中控制、事后处置的完整链条。

3 水利工程施工管理优化对策

3.1 构建现代化管理体系

水利工程施工管理的现代化转型需以制度重构与技术创新为核心抓手，重点解决权责模糊与执行失效的顽疾。近年来，水利行业通过完善《水利工程项目法人责任制指导意见》，明确项目法人、施工单位与监理单位的权责边界，要求通过合同条款细化各方责任清单，形成权责对等的约束机制。例如某跨省调水工程全面推行“电子签章+区块链”存证技术，将施工指令、验收记录等关键文件上链存证，实现全流程可追溯，有效解决因资料缺失引发的管理纠纷。在此基础上，推广全过程工程咨询模式，整合设计、造价、法律等专业资源，形成一体化管理闭环^[1]。某大型灌区改造项目通过引入第三方咨询机构，统筹协调施工过程中的技术争议与进度偏差，显著提升决策效率，避免因多头管理导致的资源内耗。与此同时，需进一步强

标准化作业流程,制定统一的质量验收标准与安全操作规范。例如某高铁枢纽配套工程通过编制《标准化施工手册》,明确混凝土浇筑振捣频次、钢筋绑扎间距等核心参数,减少人为操作误差。此外,依托物联网技术构建设备管理平台,实时监测挖掘机、起重机等重型机械的运行状态,结合大数据分析预测设备故障周期,某南水北调工程通过该系统提前预警设备异常3次,减少停工损失超500万元。此类系统性改革不仅提升管理效能,更为行业转型升级提供可复制经验。

3.2 技术赋能与数字化转型

数字化技术的深度应用正成为突破水利工程施工技术瓶颈的关键手段。行业管理规范明确要求新建项目必须依托BIM技术构建三维模型,通过碰撞检测预判设计冲突,从源头消除施工隐患。以某大型水闸工程为例,施工团队基于数字孪生技术搭建虚拟施工场景,动态模拟混凝土浇筑流程与温控参数,优化施工工序衔接,减少现场作业误差^[2]。在风险监测领域,北斗定位技术与物联网传感器的融合应用显著提升现场管控精度,某高原水库工程通过布设智能位移监测网络,结合卫星遥感数据分析边坡稳定性,提前识别潜在滑坡征兆并采取加固措施。智慧工地平台的推广加速管理智能化转型,某引调水工程部署AI视频分析系统实时监测安全帽佩戴、设备操作规范等行为,同步联动基坑水位传感器,实现风险预警响应时效缩短至分钟级。此外,三维激光扫描技术被集成到质量验收环节,通过高精度点云数据比对设计模型,快速定位混凝土浇筑缺陷,某水库工程应用该技术后显著提升验收效率。此类技术创新推动施工管理从传统经验驱动向数据智能驱动跨越,为行业转型升级注入核心动能。

3.3 人力资源开发与团队协同

施工管理效能的提升离不开专业化人才梯队建设与跨部门协作机制优化。针对一线作业人员技能薄弱问题,重点推行“理论培训+实操考核”双轨培养模式。例如某央企建立水利工匠认证体系,将混凝土振捣、焊接工艺等核心技能纳入考核标准,通过模拟工地场景开展沉浸式培训,确保关键岗位持证率动态达标。在协同机制层面,数字化工具的应用打破信息孤岛。某南水北调后续工程搭建BIM协同平台,实现设计模型、施工进度与物资需求的实时共享,减少因图纸变更导致的返工问题^[3]。针对跨区域协作难题,某引江济淮工程试点应用区块链记录工序交接数据,确保施工日志、质量验收报告等资料的不可篡改性,资料归档效率提升40%。此外,实施“导师带徒”计划,通过资深工程师与青年技术员结对帮扶,加速复合型人才培养。某大型泵站工程通过该计划培养掌握智能监测设备操作的技术骨干50余人,设备故障处置时效提升60%。同时,建立跨专业联席会议制度,定期组织设计、施工、监理单位联合巡检,某

水库工程通过该机制提前发现并解决设计缺陷7处,避免返工损失超300万元。

3.4 强化风险防控体系

构建全周期风险防控机制是应对复杂施工环境的核心。针对极端天气风险,水利部要求工程预案必须纳入气象水文联动响应机制,某长江干流治理工程通过实时接入防汛数据,提前完成防洪墙加固与排水系统压力测试,成功抵御超标准洪水冲击。智能监测技术显著提升隐患识别能力,某水库除险加固项目通过坝体内部光纤传感设备实时监测渗流压力,提前发现渗漏通道并采取注浆加固措施。应急能力建设方面,推行“桌面推演+实战演练”双模式培训,某防洪工程通过模拟突发场景检验抢险队伍快速响应能力,将险情处置时效缩短至30分钟内。建立风险预警信息共享机制,某跨流域调水工程通过预警系统提前转移施工设备,避免设备损毁损失^[3]。引入第三方风险评估机构开展施工期安全审计,某抽水蓄能电站项目通过独立评估整改隐患,事故率显著下降。

3.5 绿色施工与生态保护

绿色施工理念应贯穿工程全生命周期各环节,重点解决扬尘污染、资源浪费与生态破坏问题。以黄河治理工程为例,通过围挡喷淋、车辆冲洗等抑尘措施,实现PM10浓度下降65%,周边居民投诉量减少80%。在生态修复领域,某城市内河整治工程采用石笼护坡与沉水植物组合工艺,既增强抗冲刷能力,又为鱼类提供栖息环境,修复面积达12万平方米。针对施工废弃物管理,某抽水蓄能电站创新设立建筑垃圾再生中心,将盾构渣土加工为路基填料,减少取土面积80余公顷。同时,在施工组织设计中嵌入生态保护条款,例如某水源地工程划定机械作业禁区,采用低噪音设备与全封闭围挡,最大限度降低对野生动物活动的影响。某长江岸线治理工程通过种植固土草本植物替代硬质护坡,水土流失量减少70%,植被覆盖率提升至95%。此类技术与管理措施不仅降低环境负荷,更形成水利工程与生态系统协同发展的示范模式。灌区续建配套工程需特别关注生态修复与施工协同。某西北干旱区灌区改造项目在渠道硬化施工中,采用生态衬砌技术替代传统混凝土衬砌,保留原生植被根系,使渠道周边植被覆盖率提升40%。针对施工扬尘问题,创新应用高压微雾抑尘系统,结合草方格固沙工艺,将PM10浓度降至 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下。此外,项目团队在渠道沿线布设生态监测点,实时跟踪地下水水位与生物多样性变化,确保施工活动与生态承载力动态平衡。此类实践表明,灌区工程的绿色化升级需贯穿规划、施工与运维全周期,通过技术创新实现工程功能与生态保护的协同共赢。

4 结语

水利工程施工管理是统筹工程功能、安全与生态效益的核心纽带,需突破管理体系不完善、技术应用滞后等

瓶颈。通过构建现代化治理框架、深化数字化转型、培育复合型专业团队,系统性提升管理效能。未来,智慧水利与“双碳”战略的协同推进将加速施工管理向精细化、低碳化转型,依托智能监测与区块链存证技术,构建全链条风险防控体系,为水利高质量发展筑牢根基。同时需强化跨部门协同与政策引导,推动技术创新与制度创新共振,探索绿色智慧施工新模式,实现工程全生命周期低碳转型。这既是对国内工程管理范式的突破性探索,更为全球水治理贡献了中国方案,彰显可持续发展时代命题。

[参考文献]

- [1]张彩霞.水利工程施工管理的重要性和对策措施[J].城市建设理论研究(电子版),2023(19):200-202.
 - [2]彭建华.分析水利工程施工管理的重要性和对策措施[J].建材与装饰,2020(15):294-296.
 - [3]任秀清.水利工程施工管理的重要性和对策措施[J].城市建设理论研究(电子版),2024(6):72-74.
- 作者简介:李树林(1999.8—),男,毕业院校:河北农业大学,所学专业:水利水电工程,当前就职单位:河北省水务中心石津灌区事务中心,职称级别:助理工程师。

新时期建筑工程管理中成本控制策略分析

杨东旭

阜阳城投建设有限公司, 安徽 阜阳 236000

[摘要]在房地产行业深度调整与建筑业转型升级的双重背景下,建筑工程成本管理正从传统财务管控向战略级资源优化演进。聚焦市场利润空间压缩、政策调控趋严与技术迭代加速的行业痛点,系统剖析人工、材料、机械三大核心成本要素的管控逻辑,提出覆盖全生命周期的成本控制框架。通过构建动态成本预警机制、BIM 协同平台与智能物联网设备的深度融合,企业可将成本偏差率控制在 $\pm 5\%$ 以内,同时降低 15%~20%的供应链风险。验证了数字化工具与精益管理协同的降本增效价值,为建筑企业在行业洗牌中实现可持续竞争力提升提供理论支撑与实践路

[关键词]新时期; 工程管理; 成本控制; 策略

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16365

中图分类号: TU714

文献标识码: A

Analysis of Cost Control Strategies in Construction Project Management in the New Era

YANG Dongxu

Fuyang Urban Investment Construction Co., Ltd., Fuyang, Anhui, 236000, China

Abstract: Against the dual background of deep adjustment in the real estate industry and transformation and upgrading in the construction industry, cost management in construction projects is evolving from traditional financial control to strategic level resource optimization. Focusing on the industry pain points of shrinking market profit margins, stricter policy regulation, and accelerated technological iteration, this paper systematically analyzes the control logic of the three core cost elements of labor, materials, and machinery, and proposes a cost control framework covering the entire lifecycle. By building a dynamic cost warning mechanism, BIM collaboration platform, and deep integration with intelligent Internet of Things devices, enterprises can control the cost deviation rate within $\pm 5\%$ while reducing supply chain risks by 15% ~20%. Verified the cost reduction and efficiency enhancement value of the synergy between digital tools and lean management, providing theoretical support and practical path for construction enterprises to achieve sustainable competitiveness improvement in the industry reshuffle

Keywords: new era; engineering management; cost control; strategy

引言

我国建筑业面临市场饱和与政策收紧的双重压力,2023 年房屋新开工面积同比下降 22%,建材价格波动率攀升至 18%,超 30%企业因成本失控亏损。传统“粗放式预算+事后核算”模式难以应对行业变革,成本管理需从被动响应转向主动防御。现有研究多聚焦单一技术工具,忽视技术与管理制度的系统性耦合,导致策略落地效果受限。本研究基于全生命周期视角,融合动态成本模型与物联网数据流,构建“技术-组织-风险”三位一体控制体系,通过招投标期货套期保值、施工智能调度算法及竣工区块链存证等实践路径,阐明数字化工具与精益管理的协同机制。研究成果既回应行业转型升级需求,也为突破成本管理效率瓶颈提供兼具理论深度与实操价值的解决方案。

1 成本管理对建筑企业的重要性

在房地产行业深度调整与市场饱和的双重压力下,房屋建筑企业的生存逻辑正经历根本性转变。近年来,项目利润率持续走低叠加应收账款坏账风险加剧,倒逼企业从粗放扩张转向精细化运营,而成本管理正是这场转型的核

心抓手。以住宅项目为例,从土地竞拍到施工交付的全流程中,科学的成本管控体系能够精准拆解投资预算,动态追踪材料损耗、人工效能与机械利用率等关键指标,避免因前期测算偏差导致的资源错配。某住宅项目曾因未建立动态成本预警机制,在建材价格波动期出现 30%的采购超支,最终导致资金链承压,这一教训印证了成本管理对企业抗风险能力的决定性作用。与此同时,通过优化成本结构,企业可将节约的资金反哺技术研发与工艺升级,例如采用装配式建造技术降低人工依赖,或引入绿色建材减少环保处罚风险,从而在政策收紧与市场竞争白热化的双重夹击中构建差异化优势。值得注意的是,传统“重进度轻成本”的粗放模式往往引发连锁反应:某区域性房企因长期忽视供应链协同管理,致使半成品积压与二次转运成本激增,最终在行业下行周期中陷入债务危机。当前,宏观经济波动与行业政策调整进一步放大了成本失控的破坏力,唯有将成本控制嵌入项目全生命周期,建立涵盖招投标测算、施工过程纠偏与竣工复盘的全链条机制,企业方能在行业洗牌中守住盈利底线,为可持续转型提供稳健支撑。

2 建筑工程成本管理要点分析

2.1 人工成本控制

在建筑施工领域,人工成本占项目总成本的比例通常超过 30%,其管控效率直接影响企业利润空间与项目盈亏平衡。传统管理模式中,人工成本失控多源于工效测算粗放、人员冗余或工序衔接不畅,例如某住宅项目因未根据施工阶段动态调整班组配置,导致高峰期窝工率达 25%,直接推高人工成本 18%。当前行业实践中,精细化人工成本控制需围绕动态工效监控、技能矩阵优化,以及绩效考核联动三轴展开,通过智能排班系统实时采集工种作业时长与任务完成率,结合 BIM 模型预测各工序人力需求,避免劳动力错配造成的闲置浪费;建立涵盖砌筑、钢筋加工等核心工种的技能培训体系,使工人复合技能持有率提升至 80%以上,单平米人工耗时减少 12%;推行“工效-薪酬”挂钩的绩效包干制,将班组实际工效与工程款支付比例动态绑定,激发人员效能。某商业综合体项目通过引入劳务实名制管理系统,实现每日出勤数据与工序进度交叉验证,成功将人工成本偏差率控制在 $\pm 3\%$ 以内,同时减少劳务纠纷导致的停工损失。值得注意的是,人工成本控制需避免陷入“压价降薪”的误区,某企业因过度压缩劳务单价引发工人技术流失,反而导致返工率攀升,最终成本反超预算 8%。科学的人工成本管理应着眼于全周期效能提升,通过技术赋能与制度创新实现成本与质量的动态平衡。

2.2 材料成本控制

材料成本占工程总造价的 50%~60%,其管控效能直接决定项目盈亏红线。当前行业普遍存在的材料浪费、库存积压与价格波动风险,往往源于采购计划脱节、进场验收疏漏及领用监管缺失。以某高层住宅项目为例,因未建立动态库存预警机制,导致钢筋库存积压超 300 吨,占用资金约 80 万元,同时混凝土超耗 15%引发质量整改成本激增。科学管控需构建“采供-仓储-使用”全链条闭环,采购端推行集采平台与供应商战略协议,通过钢材期货套期保值锁定价格波动风险,某项目应用后材料采购成本降低 9%;仓储端引入物联网 RFID 技术实时监控材料流向,结合 BIM 模型预测工序用量,将水泥月度损耗率从 4.5%压缩至 1.8%;使用端实施限额领料与废料回收激励制度,某商业项目通过旧模板翻新再利用节约成本 22 万元。值得注意的是,过度追求低价采购易引发质量隐患,某企业因采用不合格防水卷材导致返工损失超百万,印证了“成本-质量-工期”三角平衡的必要性。唯有将数字化工具与精益管理结合,建立材料全生命周期价值管理体系,方能在保障工程品质的同时实现降本增效。

2.3 机械费用控制

在机械化程度日益提升的建筑业中,施工机械费用通常占项目总成本的 10%~15%,其管控水平直接影响工程盈利能力与资源利用效率。当前行业普遍存在的设备闲置率

高、燃油损耗失控及维修费用超支等问题,根源在于设备选型失当、调度计划僵化及运维管理粗放。以某地铁盾构施工项目为例,因未根据地质条件优化设备选型,盲目投入大功率盾构机,导致月均燃油消耗量超出预算 25%,台班单价成本激增 18%。科学管控需构建“选型-调度-运维”三位一体管理体系:选型阶段采用全生命周期成本分析法,综合评估设备购置价、燃料效率与残值率,某桥梁项目通过选用混合动力混凝土泵车,单方混凝土施工成本降低 12%;调度端依托智能调度系统实时匹配工序需求,结合 GPS 定位技术优化设备转场路径,某房建项目将塔吊闲置率从 35%压缩至 8%;运维端推行预防性维护制度,通过物联网传感器监测液压系统油温、振动频率等参数,提前预警故障风险,某隧道项目因及时更换磨损齿轮箱,避免停工损失超 50 万元。值得注意的是,过度依赖租赁设备虽可减少初期投入,但某企业因未统筹自有与租赁设备配比,导致跨项目调运成本增加 20%,印证了“自有设备保底+租赁设备弹性”的平衡策略必要性。唯有将技术监控与经济分析深度结合,建立机械费用动态管控模型,方能在保障施工效率的同时实现成本最优解。

3 建筑工程的成本管理优化策略

3.1 全流程成本控制体系构建

建筑工程成本管理需打破传统阶段割裂的局限,构建覆盖决策、设计、施工到竣工的全生命周期控制体系。在项目前期决策阶段,需结合区域政策与市场调研数据,建立多方案比选模型,例如某 EPC 项目通过投资估算系统动态模拟不同建设标准下的成本收益,最终确定优化方案节约预算 12%。设计环节应推行限额设计责任制,将工程量清单与造价指标联动,某住宅项目通过 BIM 协同平台实现土建、机电、装饰的碰撞检查,减少设计变更导致的返工损失达 23%^[1]。施工阶段需建立动态成本预警机制,利用物联网设备实时采集混凝土浇筑量、塔吊作业时长等数据,对比 BIM 模型预测值自动触发纠偏指令,某超高层项目通过该机制将施工成本偏差率控制在 $\pm 5\%$ 以内。竣工阶段则需强化结算审计闭环管理,运用区块链技术固化变更签证与材料进场记录,某商业综合体项目通过智能审价系统发现漏项索赔金额超 800 万元。值得注意的是,全流程控制需配套标准化管理工具,例如某企业开发的成本数据库,将历史项目钢筋损耗率、混凝土强度达标率等 200 余项指标纳入系统,新项目测算效率提升 40%。唯有将流程管控与数据驱动深度融合,才能实现成本管理从被动响应向主动预防的质变升级。

3.2 数字化技术赋能管理升级

在建筑业数字化转型浪潮下,数字化技术正重构成本管理的底层逻辑。基于 BIM 的云端协同平台可打破设计、施工与运维的数据孤岛,例如某超高层项目通过 BIM 模型与 ERP 系统联动,实现土建、机电、装饰的 2143 条冲突

点提前识别,减少返工损失2800万元。物联网技术构建的“智慧工地”体系,通过塔吊黑匣子、混凝土养护传感器等设备实时采集机械效率、材料损耗等20余类数据,结合机器学习算法生成动态成本曲线,某住宅项目据此优化混凝土浇筑方案,单方材料浪费率从4.2%降至1.5%。大数据驱动的预测模型则在投资决策阶段展现价值,某EPC项目利用历史工程数据训练神经网络,将土方工程量测算误差率从传统方法的15%压缩至6%以内^[2]。区块链技术的不可篡改性为成本管控注入信任机制,某市政项目将签证变更、材料验收记录上链存证,结算审计周期缩短40%,争议索赔金额减少600万元。值得关注的是,人工智能正在重塑风险预警范式,某企业开发的成本超支预警系统,通过融合天气数据、供应链物流指数与历史工效曲线,提前14天预判建材价格上涨风险,使某项目螺纹钢采购成本规避潜在损失120万元。数字化并非简单工具叠加,而是通过数据流贯通管理价值链,唯有将技术创新与组织变革同步推进,方能实现成本管理从经验驱动向数据智能的跨越式升级。

3.3 技术组织措施落地保障

技术组织措施的落地执行是成本管理从理论走向实践的关键环节,其核心在于将标准化工艺、资源统筹与人员效能转化为核心竞争力。以某装配式住宅项目为例,通过建立“预制构件生产-吊装-节点灌浆”全流程标准作业手册,将施工误差率从传统现浇工艺的8%压缩至2.3%,单方混凝土模板费用减少65%。针对复杂地质条件,某桥梁项目研发“桩基施工智能参数库”,动态匹配不同岩层密度的钻进速度与泥浆配比,使成桩合格率提升至98%,材料浪费率下降14%。人员培训体系需与技术创新同步,某企业推行的“BIM+装配式”技能认证制度,使工人持证上岗率从57%提升至89%,工序衔接效率提高30%。值得注意的是,技术措施的刚性执行易引发管理僵化,某项目因强制推行标准化模板导致异形结构施工成本激增,后通过建立“基准工艺+动态调整”机制,在保证质量前提下节约成本22万元。此外,绿色施工技术的经济价值需量化评估,某超高层项目采用爬架体系替代传统脚手架,减少钢材用量210吨,同时缩短工期45天,综合成本降低18%。唯有将技术方案与组织管理、经济分析三维联动,建立“工艺优化-资源适配-绩效激励”的闭环体系,方能使技术措施真正转化为成本控制的实效。

3.4 风险应对与应急管理

建筑项目成本超支的隐性风险往往源于风险预警机制缺失与应急响应滞后,尤其在地质条件突变、政策法规

调整或供应链中断等极端场景下,缺乏系统性预案将导致成本失控^[3]。某地铁盾构项目因未提前勘察地下溶洞群,施工中突发地层塌陷,被迫采用注浆加固方案,直接增加成本580万元;某住宅项目因环保政策升级被迫更换低排放建材,导致采购成本骤增12%。科学的风险应对需构建“预案-预警-处置”三级体系:预案端建立风险清单库,针对材料价格波动、极端天气等8类高频风险制定分级响应策略,例如某企业对螺纹钢等大宗材料实施期货套期保值,将价格波动风险转移率提升至65%;预警端依托物联网传感器与气象大数据,构建动态风险评估模型,某桥梁项目通过实时监测桥墩沉降数据,提前72小时启动桩基加固预案,避免返工损失超200万元;处置端则需建立应急资源冗余储备机制,某山区项目在汛期前置移动式防洪墙与备用发电机组,虽增加短期储备成本8%,但成功规避因洪水导致的停工损失300万元。值得注意的是,过度依赖单一风险转移手段可能引发次生风险,某房企将施工合同全部绑定“材料调差条款”,却因钢材价格暴跌触发反向索赔,最终净亏损5%。唯有将技术监测、合同约定与资源弹性深度耦合,建立“预防-转移-承受”动态平衡机制,方能在复杂多变的市场环境中守住成本底线。

4 结语

在建筑业转型升级与宏观经济变革背景下,工程成本管理正从财务管控转向驱动高质量发展的战略工具。构建全生命周期成本控制体系,融合数字化技术与精益管理,助企业应对外部挑战,优化资源配置,将成本优势转化为技术升级与绿色创新的动能。实践证明,动态预警、BIM协同与智能物联提升决策效率,风险对冲与技术措施协同构建韧性防线。未来,人工智能与区块链将推动成本管理向预测性控制与生态协同升级,促进行业向精益运营转型。唯有创新管理范式,统筹成本控制与可持续发展,企业方能在行业变革中占据价值链优势,实现经济与社会效益共赢。

【参考文献】

- [1] 靳玉兰. 新时期建筑工程管理中成本控制策略分析[J]. 中国农业会计, 2025, 35(5): 5-8.
 - [2] 李青. 建筑工程管理中的成本控制与成本效益分析研究[J]. 散装水泥, 2024(4): 162-164.
 - [3] 尹书霞. 建筑工程管理中全过程造价控制策略分析[J]. 黑龙江科学, 2022, 13(20): 119-121.
- 作者简介: 杨东旭(1996.12—), 男, 毕业院校: 大连理工大学, 所学专业: 工程管理, 当前就职单位: 阜阳城投建设有限公司, 职务: 工程经济部副部长。

论强化建筑工程施工现场安全监督管理标准化

杨星际

新疆北新路桥集团股份有限公司，新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 在城市化进程进步的同时使建筑行业得到迅猛发展，建筑工程为获得长期进步需自身做好施工现场安全监督管理工作，在严格标准化完成，以使工程施工质量、施工进度得到控制，促使建筑企业获取最大化效益。以下探究选取某个案例为基础，认识到建筑工程施工现场安全监督管理必要性，调查影响建筑工程施工现场安全的影响因素，并结合实际提出几点措施，以将其作为重要参考。

[关键词] 建筑工程；施工现场；安全；监督；管理

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16357 中图分类号: TU714 文献标识码: A

Discussion on Strengthening the Standardization of Safety Supervision and Management at Construction Sites in Building Engineering

YANG Xingji

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

Abstract: With the progress of urbanization, the construction industry has developed rapidly. In order to achieve long-term progress, construction projects need to do a good job in on-site safety supervision and management. Strict standardization is required to control the construction quality and progress, and to promote the maximization of benefits for construction enterprises. The following exploration selects a certain case as the basis, recognizes the necessity of safety supervision and management on construction sites, investigates the factors that affect the safety of construction sites, and proposes several measures based on actual situations as important references.

Keywords: construction engineering; construction sites; safety; supervision; management

建筑工程为了得到稳定以及可持续发展，需保证施工现场的安全监督管理标准化，促使工程建设进度、建设质量得到保证。对建筑工程的施工现场安全完成有效监督和管理，能使整个工程流程积极控制，为工程顺利开展提供重要条件。因此，标准化制度是现代企业发展需要，需建筑企业不断创新研究，按照自身发展情况制定一套完善且合理的监督管理体系，促使企业自身地位不断提升。

1 案例分析

某工程在近几年得到积极发展，但应用的传统人工监

管率较低，存在一些安全隐患未得到有效控制和解决。为了促使建筑工程施工现场安全，该地区建筑工程开始发展“智慧工地”，按照信息技术确保制度应用规范，达到动态化监管管理，为建筑工程施工前、施工中、施工后提供全过程管理和监督，很大程度上降低安全隐患。该工程实现安全监督管理标准化，实际执行效果显著，具体见表 1。

从本案例中各项措施分析，总体达到制度、技术和责任一体化、标准化管理，且施工现场安全监管工作有效，为其他地区的建筑工程提供有利参考。

表 1 现安全监督管理标准化执行效果表

管理内容	措施	技术	效果
制度	要求施工单位和监管单位按照《安全生产标准化考评细则》实施，明确各个单位职责，完成动态性监管。	监管系统按照线上模式执行，促使其安全隐患得到管理。	监管后安全隐患消除率提升。
技术	对塔机、吊钩盲区完成系统、可视化监督。	使用 360 度摄像头、传感器、人脸识别技术。	塔机安全事故发生率降低，违规操作得到有效处理。
扬尘处理	完成 PM2.5/PM10 等数据信息监测。	使用扬尘监测系统、自动喷淋系统。	扬尘处理率提升，人工监督成本降低。
人员	对特种人员完成资质考核、实体登记。	使用智能安全帽、智能考勤系统。	无证上岗率降低、违规行为减少。
危大工程监管	对施工过程全程完成监管。	基于 BIM 技术对施工流程进行模拟以及完成深基坑监测。	工程事故率降低。
应急管理	设立网络化安全责任制度。	应用广播完成远程监测、对应急预案进行模拟等。	应急处理时间缩短、安全事故死亡率降低。

2 建筑工程施工现场安全监督管理必要性

为了保证建筑工程得到顺利实施,施工安全为其中重点内容,与工程的总体建设质量、人员安全以及建筑工程施工效率、社会和谐与稳定等多方面有关,加强建筑工程施工现场安全监督管理必要性明显,具体表现为多个方面:第一,人身安全是维护工程施工安全的主体,因为施工现场比较复杂,其中存在各种危险操作,比如,高空作业、基坑、吊装等等,若其中某个环节的安全管理不合理,很可能造成人员伤亡,甚至给施工人员自身以及整个家庭带来影响,且施工企业也需承担一定职责。第二,建筑工程施工安全对总体建设质量的维持有效。施工期间出现安全事故可能是设备影响或者工程结构质量出现缺陷等,这些因素都会降低工程质量和缩短工程应用寿命。提高工程建设质量,不仅是我国社会经济可持续发展关键,对我国基础设施完善也具有重要作用。第三,维护建筑工程的施工安全也有利于生产效率提升。工程事故会使整个建设工程进度受到影响,并造成严重的人力资源浪费、设备损伤等问题,甚至导致工程建设进度、工程建设效率被影响。施工企业需要引起关注,认识到安全管理必要性,保证工程得到顺利实施基础上也能提升建筑工程建设效率,实现工程成本的有效控制,也有利于建筑企业市场竞争力提升。第四,建筑工程施工安全对现代社会的稳定发展有重要意义,实际上安全事故发生后涉及人员伤亡、财产损失、社会恐慌等多方面影响,针对这些情况需提出合理的解决措施,保证安全事故得到控制,且整个社会的安全与稳定也得到维持。第五,建筑工程施工安全也是我国经济发展的重要保障,特别在我国城市化进程建设模式下,建筑工程施工需求量逐渐增加,为了与高速发展需求符合,维护工程施工安全也是我国经济建设的重要条件。通过有效的安全管理,我国在国际市场上发展地位逐渐提升,也努力吸引大量外资进入,为我国经济建设提供强大动力。

3 调查影响建筑工程施工现场安全的影响因素

3.1 施工人员

建筑工程施工现场中的安全风险中,人员为其中的主要内容。从建筑工程施工环境分析,由于总体建设比较复杂,建设中受到的影响因素较多,所以施工人员的安全性需予以关注。同时,建筑工程还具备劳动密集型特征,现场的施工人员分布广泛,若施工人员的安全意识薄弱、操作技能不熟练等以及对现场安全隐患无法准确评估,对有关的安全流程未了解,这些情况均是导致人员面临风险的关键。建筑工程建设中,尤其在比较狭小的区域内需要大量施工人员完成,因为相互干扰很可能面临损伤。建筑工程施工需长时间且面临高强度劳动,若施工人员疲劳过度,人员的实际操作和安全判断能力也会降低,从而导致人员在施工中面临较大的人身风险。施工现场的高空作业、吊

装作业比较常见,施工中均面临较高风险,如果出现事故不仅对人员损伤较大,工程建设周期、工程建设进度均受到威胁。

3.2 施工设备和材料

施工设备和施工材料风险也是造成工程施工安全的关键因素,直接影响建筑工程质量。设备风险主要是设备发生故障、出现质量问题或者操作不合理等造成的。比如,施工设备在现场长期高强度工作,既影响工程建设进度,也将造成较大安全隐患。设备应用中出现风险,多是因为设备制造发生问题、长期应用中发生缺损、老化等。设备风险还可能是人员操作不当造成的,这种情况和人员的操作技能、人员的安全意识有关,均是造成设备出现故障的关键。材料风险主要包括材料质量、材料应用不合理等,如果建筑工程中应用的水泥、混凝土、砂浆、钢筋等质量不达标,将影响工程建设质量,且建筑工程安全性能、应用寿命缩短。材料风险还可能和应用不合理有关,比如,堆放不稳、超载等,均是导致安全隐患的关键。所以说,设备和材料风险均是管理不到位造成的,设备在施工现场管理混乱,缺乏定期保养维护,材料采购、储存不科学等,不仅很大程度上出现安全隐患,也影响了工程建设周期和建设进度。

3.3 施工环境

施工现场环境和天气因素均为一种施工安全风险,与工程建设进度、现场安全有很大关系。施工现场环境包括地形、地址、周边环境等。而天气是气候因素对工程安全的威胁。环境一般针对地形较为复杂、地质条件比较差的施工现场,这种情况下可能出现滑坡、坍塌等事故。现场环境也可能是因为高压线、交通等因素影响等。天气风险一般包括恶劣天气,比如,暴雨、雷电、大风天气等,将导致施工难度升级。例如,暴雨天气下施工可能出现积水、塌方等现象,影响工程建设进度,甚至给设备、人员带来不良影响。



图1 暴雨天气下的施工环境

3.4 施工工艺和工序

工艺和工序在建筑工程中主要是各种工艺方法、技术

方法等。施工工艺包括技术标准、技术创新方面,若施工工艺不合理,经导致工程建设质量问题严重。例如,混凝土浇筑过程中,未按照设计要求完成振捣,导致混凝土的强度降低。工序风险是施工过程中对各个流程的安全管理工作,比如,高空作业、基坑支护或者模板支撑等工序,若现场处理不当、人员技能不高均会引起风险。例如,高空作业中缺少安全防护措施或者施工人员操作不合规,很可能出现坠落事件。再如,基坑支护过程中,若未设计科学以及合理的支护体系,工程建设质量不佳,将出现基坑坍塌等事件。

4 强化建筑工程施工现场安全监督管理标准化的具体措施

4.1 确立安全管理制度

安全管理制度的设立需对各个管理人员职责予以明确,不管是企业人员还是施工人员,均需承担一定安全生产职责,保证施工的各个环节有专人负责。建筑工程企业需设立完善的安全生产责任制度,使企业领导、管理人员、监督人员、施工人员的职责充分落实,达到层层管理目标。企业领导需安全生产管理制度予以重视,加强对生成过程中的安全检查、监督和指导等。建筑工程企业还需增加安全培训、教育制度,对施工人员加强安全培训,使人员对安全生产方面知识、操作流程等正确掌握。安全培训过程中,注意施工人员安全意识的提升,保证人员在工程建设中能时刻保持警惕。培训内容包括有关安全的法律法规制度、操作规范、应急处理措施等。还需邀请人员参与到安全知识竞赛中,以此来增强施工人员的安全意识。建筑工程企业对安全知识完成考核,将安全生产和绩效考核内容挂钩,定期完成人员考核等,针对优秀人员予以奖励,提升人员工作积极性。相反针对安全生产存在问题的人员对其批评教育和惩罚等,确保安全氛围有效创建。

4.2 对施工现场安全加强监督

施工单位、管理单位按照安全检查制度实施,详细确定安全监督周期、范围和具体要求等,加强整个项目过程的详细监管。安全检查中,对调查施工现场的环境、应用设备、施工工艺、人员等,调查其中的问题和隐患等,发现问题后及时反馈给有关人员和部门,加强对隐患的详细整改等。还需设定隐患排查制度,发现安全隐患详细记录,特别是隐患的整改时间、整改责任人等,促使各项落实得到积极落实。还需设定完善的隐患排查制度、跟踪制度等,对整改情况进行检查,促使安全隐患均等消除,也能在很大程度上降低安全风险。施工单位在现场安全监督工作中明确自身职责和义务,如:对现场施工安全加强监督、维护设备的应用安全等,促使施工现场整体均能得到安全建设。安全监督人员需具备一定操作技能,掌握丰富的专业知识等,做到安全隐患及时发现及时处理,以使整个建筑

工程生产更安全。

4.3 增强施工现场人员安全意识

建筑工程施工现场安全监督管理中,提升人员的安全意识为其中重点。施工人员的安全意识与施工现场安全性存在较大关系,建筑工程施工建设中需对人员进行培训、教育等。如:针对刚入职的人员实施安全培训,要求各个人员在上岗前对安全生产知识充分讲解,明确有关安全操作的具体流程等。企业还需制定规范的安全培训计划,确保工作人员按照具体要求达到安全操作等。企业内定期完成人员培训,促使人员安全意识逐渐增强。不仅如此,企业定期创建安全培训训练,如:针对高空作业、电气安全等内容,均有利于人员对安全生产知识详细了解。

4.4 对施工现场安全设施和设备进行管理

建筑工程企业针对设备管理制定相关制度,为设备的采购、维修和保养等工作提出严格要求。设备管理制度的实施需在设备投入前完成,各项内容经严格筛查,保证设备应用寿命和安全使用情况均得到控制。对建筑工程的设备管理期间,需专业人员负责,做好日常的检查和维护工作,确保设备应用良好。还需加强对设备的定期保养,针对其中磨损元件及时更换,避免设备性能受到损伤。针对发生故障的设备,需做到及时停止、及时维修作用,以免因为设备影响工程建设安全性。设备的操作人员也需参与到培训中,确保人员对设备操作、安全要求等予以明确,形成良好的安全意识,对安全事故发生情况积极预防等。施工单位还需按照现场施工情况对设备的应用位置合理确定,避免设备之间相互影响。如:高空施工、起重运输、高风险施工等,均需增加安全设施。为了保证建筑工程施工现场的设备和设施得到有效应用,还需确立应急预案、故障处理措施等,建筑工程施工单位能按照可能存在的安全事故、设备故障等制定应急方案,确立责任人,针对发生的故障,在应急方案应用下能为现场人员提供重要指导,以促使不良风险得到控制。

5 结语

为建筑工程施工现场提供安全监督管理标准化措施,能为工程的顺利实施和人员安全提供重要保障。如:制定完善的安全管理制度、对施工现场安全加强监督、提升施工人员安全意识以及对现场的安全设施和设备进行管理,保证安全风险事故率降低,维护整个施工现场安全。但是,建筑工程施工安全监督管理工作是一个逐渐改进过程,还需施工单位、政府等多部门合作,以促使建筑工程的施工安全得到维持。

[参考文献]

- [1]帕孜来提·艾米都勒.强化建筑工程施工现场安全监督管理标准化[J].房地产导刊,2020(18):135.
- [2]贺卫平.强化建筑工程施工现场安全监督管理标准化

- [J]. 建筑工程与管理, 2022, 4(4).
- [3] 官逸超. 强化建筑工程施工现场安全监督管理标准化[J]. 现代物业, 2023(26): 91-93.
- [4] 蒋宁. 强化建筑工程施工现场安全监督管理标准化[J]. 百科论坛电子杂志, 2021(13): 582.
- [5] 谈宗利. 建筑工程施工现场安全监督管理标准化研究[J]. 广东安全生产技术, 2024(24): 91-93.
- [6] 李云锋. 强化建筑工程施工现场安全监督管理标准化[J]. 建筑工程技术与设计, 2019(20): 3659.
- 作者简介: 杨星际(1984.11—), 男, 重庆大学, 机电一体化, 新疆北新路桥集团股份有限公司, 现在是初级助理工程师。

建筑工程管理创新及绿色施工管理研究

刘 钥

新疆建通工程管理有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 建筑行业快速发展背景下, 传统工程管理模式在资源效率与生态管控方面的局限性愈发凸显。系统剖析传统管理机制在绿色转型中的结构性障碍, 揭示能源消耗过载、污染防控离散化及技术创新断层等核心矛盾, 提出以绿色施工为核心的管理体系重构路径。通过构建全生命周期环境评估机制、集成智能监测系统、培育跨学科管理团队突破既有管理效能瓶颈, 重点论证数字化协同平台优化资源配置、模块化施工技术削减环境扰动、循环经济模式重塑废弃物处理等策略的实践价值, 为行业实现经济与生态效益动态平衡提供系统性方法论支撑。

[关键词] 建筑工程管理; 绿色施工; 管理创新

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16355

中图分类号: TU71

文献标识码: A

Research on Innovation in Construction Project Management and Green Construction Management

LIU Yue

Xinjiang Jiantong Engineering Management Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: Against the backdrop of rapid development in the construction industry, the limitations of traditional engineering management models in terms of resource efficiency and ecological control have become increasingly prominent. Systematically analyze the structural obstacles of traditional management mechanisms in green transformation, reveal core contradictions such as energy consumption overload, pollution prevention and control discretization, and technological innovation gaps, and propose a management system reconstruction path with green construction as the core. By establishing a full lifecycle environmental assessment mechanism, integrating intelligent monitoring systems, and cultivating interdisciplinary management teams to break through existing management efficiency bottlenecks, this study focuses on demonstrating the practical value of strategies such as optimizing resource allocation through digital collaborative platforms, reducing environmental disturbances through modular construction technology, and reshaping waste disposal through circular economy models. It provides systematic methodological support for the industry to achieve dynamic balance between economic and ecological benefits.

Keywords: construction project management; green construction; management innovation

引言

建筑行业作为新型城镇化建设的核心载体, 其管理模式革新直接关乎生态安全格局构建与资源集约效能。在“双碳”战略框架下, 传统粗放型管理模式暴露能源利用低效、污染防控滞后及技术创新断层等系统性缺陷, 亟待通过管理方式重构破解可持续发展瓶颈。基于《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 技术体系, 剖析工程管理机制在绿色转型中的适配障碍, 聚焦施工阶段资源循环利用标准化、环境负荷智能监测技术集成等核心议题, 探索 BIM 与数字孪生技术协同创新路径。通过构建目标-过程-评估三位一体管理框架, 为建筑业实现降耗减污协同增效提供系统解决方案, 推动行业向高质量绿色发展深度转型。

1 建筑工程管理创新的意义

1.1 从传统到现代的转变

传统建筑工程管理模式以工期进度和成本控制为核心目标, 其管理逻辑建立在工业化初期的线性思维基础之上, 注重单一环节的局部优化, 却忽视了工程项目与生态

环境、社会资源的整体关联性。在具体实践中, 施工方案制定常以机械缩短工期、降低直接成本为导向, 导致高能耗设备集中使用、建筑材料过度消耗等问题。这种管理模式缺乏对资源循环利用的全流程设计, 例如建筑垃圾未经分类便直接填埋, 施工废水未处理便随意排放, 造成土地资源侵占与生态链污染。现代管理创新则要求突破传统框架, 将生态效益、社会效益与经济效益置于同等地位, 通过全生命周期视角重构管理体系。基于建筑信息模型(BIM)的数字化管理平台, 不仅打通了设计、施工、运维阶段的数据壁垒, 更通过三维可视化模拟提前规避资源浪费风险。在此过程中, 物联网传感设备实时采集施工现场的能耗、扬尘及噪声数据, 为动态调整施工方案提供科学依据。管理模式的转型不仅体现在技术工具的升级, 更表现为管理思维的革新, 从被动遵守环保标准转向主动创造生态价值, 从末端污染治理转向全过程污染预防。这种转变既契合国家“双碳”战略对建筑行业的刚性约束, 又通过智能建造技术与绿色施工标准的深度融合, 推动行业向标准化、精

细化、低碳化方向持续演进。

1.2 践行绿色可持续发展理念

绿色施工管理以全生命周期理念重构建筑价值体系,通过技术、制度与政策协同构建环境友好型作业模式。核心在于打破末端治理路径依赖,将生态保护前置融入策划、设计、施工及运维全流程。设计阶段采用 BIM 参数化建模优化结构体系,减少不可再生资源用量;施工环节推行模块化装配工艺(参照 GB/T 51129),应用可循环钢模板替代木模,集成光伏建筑一体化(BIPV)技术实现清洁供电。废弃物管理遵循《建筑垃圾资源化处理技术规范》CJJ/T 134,通过移动破碎设备将废混凝土转化为再生骨料,经活化处理后用于路基施工,形成资源闭环。管理创新层面设立绿色施工监管岗位,制定专项验收标准,将透水铺装率、扬尘控制等指标纳入施工组织审查。运用区块链技术构建建材溯源系统,确保再生材料性能全程可追溯。该体系响应《建筑业发展“十四五”规划》绿色建造要求,通过工艺创新与 ESG 绩效提升推动企业转型。北京城市副中心等重点项目实践表明,其能显著提升资源化利用率并降低碳排放,验证了管理创新的工程价值。

2 当前管理工作存在的问题

2.1 缺少绿色施工管理意识

当前建筑行业绿色施工推进受阻的核心症结在于责任主体意识层面的系统性缺失。施工企业决策层普遍存在认知偏差,将短期经济效益与环境保护对立看待,认为绿色施工会增加成本投入、延长工期周期,却忽视其带来的资源节约效益与社会美誉度提升。在项目管理过程中,施工方案评审多聚焦于技术可行性与经济合理性,未建立环境影响预评估机制,导致基坑降水直接排入市政管网、夜间施工强光扰民等矛盾频发。部分管理人员对《绿色建筑评价标准》等政策文件理解碎片化,仅将绿色施工等同于购置环保设备,而忽视施工组织设计中的系统性优化,例如未将土方平衡计算纳入前期策划,造成重复开挖与土方外运量倍增。这种意识缺失还体现在基层执行层面,劳务作业人员未接受系统的绿色施工培训,仍沿用传统粗放式作业习惯,如随意倾倒建筑废料、未封闭切割石材导致粉尘扩散等。更深层次的问题源自行业监管机制不完善,环保检查多停留于形式审查,未能建立覆盖施工全过程的动态监测与信用惩戒体系,致使企业缺乏主动提升绿色管理意识的内生动力。意识层面的转变需通过政策宣贯、案例示范与利益引导形成合力,推动全行业建立环境成本内部化的价值共识。

2.2 绿色施工工程管理不够科学

现阶段绿色施工管理普遍存在执行层面的结构性缺陷,主要表现为技术标准与实施路径的脱节。部分项目虽在方案编制中标注“绿色施工”要求,但未建立可量化的评价指标与动态调整机制,导致管理措施停留在文件层面。

施工现场未系统性部署环境监测设备,水电消耗依赖人工记录,无法精准识别能源浪费节点;节水器具安装后缺乏维护跟踪,常因管道渗漏抵消技术改进效果。在污染防治方面,扬尘治理多采用定时洒水等单一手段,未与气象监测数据联动调控作业强度,噪声控制则局限于设置隔音围挡,未结合施工工序优化设备启用时序。更深层的问题在于绿色施工方案未纳入工程总控体系,材料运输路径规划、机械组合方案选择等关键决策仍沿用传统模式,致使节能技术应用呈现零散化特征。这种管理模式的割裂性使得绿色施工目标难以转化为可落地的技术动作,亟需通过标准化流程设计与跨专业协同机制打破管理壁垒。

2.3 行业内部缺少专业管理人才

建筑行业人才结构失衡问题突出,传统人才培养体系尚未适应绿色施工转型需求。高等院校专业教育多聚焦于土木工程技术传授,对绿色建筑标准、碳足迹核算等交叉学科内容涉及有限,导致毕业生难以系统性整合工程实践与生态保护要求。在职人员培训机制存在明显短板,多数企业仍将培训资源集中于安全规范与施工工艺,未建立覆盖绿色施工技术标准、智能监测系统操作及环境风险评估的课程体系。特别是项目管理层对可再生能源集成、建筑信息模型深化应用等创新领域缺乏实操经验,在技术方案比选时难以兼顾生态效益与工程可行性。这种能力断层使得绿色施工标准在落地过程中常遭遇执行偏差,例如光伏构件安装未考虑建筑荷载冗余度,智能监测设备仅作为形象工程闲置。破解人才困境需重构产学研协同机制,通过校企联合培养、专项技能认证等方式加速复合型管理队伍建设。

3 建筑工程管理创新及绿色施工管理策略

3.1 优化绿色施工管理体系

绿色施工管理应以工程质量安全为根本,通过制度优化与技术升级协同推进资源集约化与环境友好型建设。该体系需覆盖项目全生命周期,从可行性研究阶段即纳入生态影响评估,优先选择具有绿色设计资质的团队;设计过程中强化施工方协同介入,利用 BIM 技术进行多专业协同设计,降低设计缺陷引发的资源浪费。建立涵盖勘察、施工及运维的全链条标准体系,明确再生骨料应用比例、扬尘控制限值等技术规范,并参照国际绿色建筑认证框架完善本土化指标。技术实施层面,构建基于物联网与空间地理信息(GIS)的智能监控平台,对施工能耗、噪声及废弃物排放实施动态监测,通过算法模型优化机械调度与材料运输路径。制度保障方面,强化政策导向作用,在招标文件中增设绿色施工专项评分项,施工阶段将能源节约率、材料利用率等关键指标纳入履约考核,与工程款支付形成联动机制。同步建立环保工艺负面清单制度,禁止高污染施工方法的应用。通过编制图文化操作手册、实施环保行为积分激励及组织多层次培训,系统性提升从业人员绿色

施工执行能力,确保管理体系从制度文本转化为可落地的工程实践,最终实现经济效益与生态效益的有机统一。

3.2 施工管理的强化与节能环保的实施

绿色施工管理的深化实施需依托系统性技术革新与流程重构,形成覆盖污染防控、资源节约及能源优化的技术集成体系。在工程实践中系统推广装配式技术体系,通过工厂标准化预制实现梁柱节点精密成型,采用高强螺栓干式连接替代现浇湿作业,有效规避混凝土振捣噪声污染,同步减少模板木屑产生量与施工养护废水排放占比。材料可追溯性管理系统依托物联网技术,对再生骨料粒径级配、低挥发性涂料含固量等关键参数实施全流程追踪,通过射频识别(RFID)标签记录建材碳足迹数据,确保运输路径优化与末端质量可回溯性^[1]。资源调度环节贯彻《绿色施工导则》技术标准,构建智能计量-动态调控联动机制。采用预作用阀组与压力调谐模块优化管网供水效率,结合工序能耗模拟数据,在非作业时段自动切换低功耗供电模式。生态化技术集成层面,依据海绵工地建设规范实施径流系数调控,通过透水沥青铺装与下沉式绿地实现雨水径流削减率不低于70%,再生水回用于雾炮抑尘系统运行。推广光伏薄膜电池集成围挡、空气源热泵供暖等清洁能源技术体系,替代传统柴油发电机组等高碳排放设备。建筑垃圾处置采用分级减量-定向再生技术路径,配置近红外光谱分选设备对混凝土碎块、废弃金属实施成分识别与智能分拣,通过移动式破碎筛分机组生成不同标号再生骨料。建立再生建材性能评价数据库,将20MPa以上再生混凝土应用于临时道路垫层施工,形成废弃物资源化利用闭环系统。此技术框架通过源头减量设计与末端再生处理协同发力,系统性降低施工过程生态环境负荷。

3.3 过程管理的创新与科技的应用

施工过程管理的革新依托数字技术重构管理方式,通过构建感知-分析-决策的智能闭环实现资源优化配置。以建筑信息模型(BIM)为核心载体,集成物联网传感数据实时监测施工机械运行状态,动态调整设备协同作业策略;结合无人机航拍与智能图像识别技术,自动识别未覆盖防尘区域、违规堆放的建筑垃圾等环境风险,生成数字化整改指令并追踪执行闭环。在建材供应链领域,应用区块链技术建立溯源系统,对供应商资质、材料检测报告及运输信息进行加密存证,确保绿色建材认证的全程可追溯性^[2]。针对复杂施工工序,采用虚拟现实技术构建三维模拟场景,预演塔吊群协同作业路径与幕墙安装时序,优化施工方案以减少现场返工。通过机器学习算法对历史施工数据进行模式挖掘,建立气候响应型环境管控模型,推动被动治理向预测性管理转型。技术创新重构了施工管理流程,形成数据驱动的决策机制与智能辅助的执行体系,为绿色施工目标实现提供系统性技术支撑。

3.4 加大对施工人员的管理力度

施工人员的绿色施工执行力需通过全周期管理机制提升。建立绿色技能认证体系,要求作业人员掌握环保规程与低能耗设备操作,依托虚拟仿真技术开展扬尘控制、垃圾分类等场景化培训。推行网格化实名管理,结合智能安全帽定位与环境传感功能,对违规操作实时预警并联动整改。实施行为绩效与薪酬联动机制,将材料损耗、能耗指标纳入考核,设立创新奖励基金激励节能举措。部署智能穿戴设备,当人员进入高污染区域时自动触发防护提醒,通过物联网技术约束作业行为^[3]。强化班组长双师型能力建设,组织绿色工艺竞赛与标杆观摩,选拔骨干参与专项研修。同步推行生活区环保积分制度,将垃圾分类与技能竞赛等纳入日常管理,通过制度约束、技术赋能与文化浸润的协同作用,推动施工人员从被动执行向主动参与转型,构筑绿色施工的人力资源根基。

4 结语

建筑工程管理与绿色施工的协同革新正驱动行业向可持续发展范式转型。通过构建全生命周期绿色标准体系,深化BIM与数字孪生技术融合,形成涵盖设计、施工、运维的生态效益评估机制,行业突破了传统管理模式中资源消耗与环境保护的对立困局。绿色转型需政策法规、技术创新与产业协同的复合驱动,设计单位、施工企业及供应链主体需在绿色工艺研发、低碳建材应用等领域形成创新合力。技术演进层面,基于智能感知的环境监测系统实现污染精准识别,动态算法优化施工资源配置,区块链技术保障绿色建材溯源可信度。这种技术融合催生了数据驱动决策-智能反馈调控的管理闭环,推动被动治理向预测性管控跃迁。在全球碳中和背景下,建筑行业通过近零能耗技术体系、建筑垃圾资源化网络及智慧运维系统的立体化实践,不仅加速了自身低碳革命,更以标准化绿色建造技术为城市更新提供解决方案。从材料循环利用到清洁能源集成,从智能建造到生态修复,建筑领域正通过技术创新与管理迭代,重塑其在全球可持续发展格局中的战略价值,为生态文明建设注入持久动能。

[参考文献]

- [1]赵培.建筑施工管理创新及绿色施工管理研究[J].城市开发,2025(5):155-157.
 - [2]邢志敏,丁媛,方歌.建筑施工管理创新及绿色施工管理探索[J].城市建设理论研究(电子版),2024(32):40-42.
 - [3]黄德清.绿色施工理念下的建筑工程管理模式创新分析[J].城市建设理论研究(电子版),2024(29):62-64.
- 作者简介:刘钊(1987.8—),毕业院校:国家开放大学,所学专业:土木工程,就单位名称:新疆建通工程管理有限公司,职称级别:中级。

建筑工程项目管理中人力资源优化配置与管理策略

李文勇

玉溪市第九建筑工程公司, 云南 玉溪 653106

[摘要] 建筑工程项目管理中的人力资源优化配置对提升项目执行效率、控制成本和保障项目质量具有至关重要的作用。通过分析当前建筑项目中人力资源管理面临的挑战, 如人员短缺、技能不匹配、人员流动性大等问题, 提出了针对性的优化策略。具体包括精准的人力资源规划、定制化的培训体系、有效的激励机制以及强化团队建设等方法。此外, 结合信息技术工具, 探索了如何通过数据分析和智能化手段, 提高人力资源配置的科学性和精准性。优化人力资源配置不仅能够提高项目执行的稳定性和效率, 还能显著提升工程项目的整体管理水平, 为项目的顺利完成提供强有力的支持。

[关键词] 建筑工程项目; 人力资源管理; 优化配置; 管理策略; 团队建设

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16384

中图分类号: TU3

文献标识码: A

Optimization and Management Strategies of Human Resources in Construction Project Management

LI Wenyong

Yuxi Ninth Construction Engineering Company, Yuxi, Yunnan, 653106, China

Abstract: The optimal allocation of human resources in construction project management plays a crucial role in improving project execution efficiency, controlling costs, and ensuring project quality. By analyzing the challenges faced by human resource management in current construction projects, such as personnel shortages, skill mismatches, and high personnel turnover, targeted optimization strategies have been proposed. This includes precise human resource planning, customized training systems, effective incentive mechanisms, and strengthening team building methods. In addition, by combining information technology tools, we explored how to improve the scientific and accurate allocation of human resources through data analysis and intelligent means. Optimizing human resource allocation can not only improve the stability and efficiency of project execution, but also significantly enhance the overall management level of engineering projects, providing strong support for the smooth completion of projects.

Keywords: construction project; human resource management; optimize configuration; management strategy; team building

引言

建筑工程项目的复杂性和多样性使得人力资源管理成为决定项目成败的关键因素。随着项目规模的扩大与施工环境的变化, 传统的人力资源配置方式已无法满足现代建筑项目对效率和质量的高要求。人力资源的合理配置不仅关乎成本控制和项目进度的推进, 还直接影响到施工质量和团队协作的顺畅性。探索适合现代建筑工程的优化策略, 不仅能够提高项目管理水平, 还为建筑行业的发展注入新的动力。

1 建筑工程项目中人力资源管理的现状

1.1 当前建筑行业人力资源配置的挑战

建筑行业长期以来面临着人力资源配置的各种挑战。首先, 人员短缺与招聘难度成为行业的突出问题。随着建筑项目规模的不断扩大以及行业需求的增加, 能够满足项目需求的合格劳动力数量远远不足, 尤其是技术型工人和高技能管理人员的缺乏, 使得招聘变得尤为困难。

其次, 技能与岗位匹配问题日益严峻。在建筑行业, 许多从业人员的技能和经验与实际岗位要求之间存在差距, 特别是在一些关键技术岗位上, 技能不匹配的现象更为明显。这不仅影响了工作效率, 还容易导致项目质量问题的发生。

最后, 劳动力流动性大与稳定性差也是人力资源管理

中的难题。建筑项目通常周期较长, 施工现场的环境艰苦, 劳动力流动性较大, 特别是临时工和低技能工人, 稳定性差, 往往在项目进行中中途更换频繁, 给项目进度和质量带来不小的风险。

1.2 建筑项目中的人力资源管理现状分析

建筑项目中的传统人员配置方式多依赖经验和人工调配, 这种方式虽然在过去一定程度上能够满足项目的需求, 但随着建筑项目的规模逐步扩大和管理的复杂性增加, 传统模式暴露出了诸多问题。由于缺乏精确的人员需求预测和科学的配置方案, 往往会导致人力资源使用效率低下, 甚至出现人员过剩或不足的情况, 影响项目的整体进度。

此外, 建筑项目中的人力资源管理流程通常较为单一, 缺乏灵活性和动态调整机制。管理者通常根据项目初期的人员配备计划进行长期的人员配置, 忽视了项目过程中可能出现的变化需求。人力资源管理的手段多以人工方式为主, 缺乏先进的管理工具和信息系统的支持, 导致人力资源的配置和调整较为滞后, 无法及时响应项目需求的变化。

2 建筑工程项目中人力资源优化配置的必要性

2.1 优化配置对项目成本控制的影响

在传统的人员配置方式下, 可能会存在人员冗余或某

些岗位缺乏足够的专业人员,导致人力资源浪费或者需求无法满足。而通过科学的优化配置,能根据项目的实际需求,合理调整人员数量和岗位安排,避免过多的临时雇佣和无效的人员调动,从而降低整体用人成本。同时,合理的配置还能够避免不必要的加班费用和人员闲置情况,减少人力资源管理的支出,进而提升项目的经济效益。

此外,优化配置还能够提高人员的利用率和工作效率。在合理的人力资源安排下,每个员工都能在最合适的岗位上发挥最大作用。员工的工作负荷更加均衡,避免了某些岗位的过度劳累或其他岗位的空闲。这不仅有助于提高员工的生产效率,还能有效避免由于资源分配不均而导致的工作延误和质量问题,进而提升项目的整体执行效率。

2.2 优化配置对项目进度的影响

随着建筑项目的逐步推进,项目需求和施工任务可能会发生变化。优化配置能够确保项目中每个阶段的人员安排与工作量相匹配,确保关键岗位的人员能够按时到位,避免因人员缺乏而导致的延误。在项目执行过程中,适时的调整人员配置,避免了不必要的劳动力浪费和进度延误,确保项目能够按期完成,按计划推进。

优化配置同样能够降低人员调度和组织调整带来的时间损耗。由于建筑项目周期较长且涉及多个阶段,人员的流动和岗位的调整往往是不可避免的。通过合理的优化配置,可以确保人员调度时更加高效,减少反复调整和无效的人员安排。通过科学的人员调度机制,减少了因人员变动、岗位重新安排或团队整合所带来的时间浪费,帮助项目更好地控制进度,避免因人员变动引起的管理混乱。

2.3 优化配置对项目质量的提升作用

确保关键岗位配置高素质的专业人员,是优化配置对项目质量提升的核心作用之一。在建筑项目中,关键岗位往往承担着重要的技术性和管理性工作,如项目经理、施工技术员、质量监督员等。如果这些岗位上配置的是具备专业知识和丰富经验的人员,就能有效提高施工质量,减少因操作不当或决策失误带来的风险。

此外,优化配置还能够提升团队协作效率,减少人为失误。在一个优化配置的团队中,人员的分工明确、职责清晰,团队成员之间的协作更加紧密。合理的配置使得每个人能够充分发挥自己的优势,增强团队凝聚力和执行力,避免了人员分配不合理、沟通不畅等问题,从而降低了工作中的人为失误和质量事故。优化配置提升了团队整体的运作效率,增强了项目实施过程中的质量保障能力,有助于最终确保建筑项目的高质量完成。

3 建筑工程项目人力资源管理的优化策略

3.1 科学的人员规划与招聘策略

科学的人员规划是优化建筑工程项目人力资源配置的首要步骤。通过对项目的整体需求进行详细分析,能够准确预测项目各阶段所需的人力资源数量和专业要求。基

于项目的规模、施工周期、工艺难度等因素,合理制定人员配置计划,确保项目的各项任务能够得到充分的人员支持。此外,通过对项目中不同岗位的需求分析,还能够识别出关键岗位和关键技能,确保这些岗位能够及时配备具有相关技能和经验的人员,从而提高项目执行的稳定性和效率。

高效的招聘和选拔机制是确保人员规划成功实施的保障。建筑项目的需求变化较为频繁,招聘和选拔需要迅速而准确地满足需求。通过优化招聘流程,如利用多渠道招聘、智能化招聘工具以及精确的岗位匹配度评估,能够提高招聘效率和质量,减少不合格人员的引入。建立科学的选拔标准,确保每个岗位都能配置到合适的、具备必要技能的人员,从源头上确保项目人员的整体质量和稳定性。

3.2 人员培训与技能提升

持续的教育和职业技能提升对于建筑项目的成功至关重要。在建筑行业,技术的更新换代和施工方法的创新不断提出新的挑战,因此,员工必须通过不断的学习和实践,提升自己的专业能力。建立持续的教育和培训体系,不仅能够帮助员工应对新技术的挑战,还能提升其工作效率和问题解决能力,从而保证项目的顺利进行。此外,员工通过职业技能提升,能够为项目带来更多的创新思维和解决方案,增强团队的整体战斗力。

定制化的培训和专业技能培养方案能够有效解决建筑项目中技能与岗位匹配问题。根据不同岗位的需求,设计针对性的培训课程和技能提升计划,确保每个员工在工作中能够发挥最大潜力。对于新入职员工,可以通过专项技能培训帮助他们迅速适应岗位要求;对于技术骨干,则可以提供更深层次的技术培训和项目管理能力的提升,使其在项目中承担更大的责任和任务。

3.3 激励机制的优化与团队建设

建筑项目中的激励机制需要更加多元化,以适应不同岗位和员工的需求。除了传统的薪酬激励外,还可以通过晋升机会、绩效奖金、荣誉奖励等方式激励员工的积极性和创造力。同时,精神激励也同样重要,如通过树立榜样、表彰优秀员工、开展团队活动等方式增强员工的归属感和荣誉感。

团队建设同样是优化人力资源管理的重要组成部分。良好的团队合作氛围能够增强团队成员之间的协作精神,确保在项目实施过程中,员工能够紧密合作,共同解决问题。通过定期的团队建设活动、跨部门的沟通与协作,能够促进成员之间的了解与信任,减少冲突与摩擦,提高工作效率。同时,良好的团队氛围能够提升员工的工作满意度和忠诚度,为项目的顺利推进提供强大的支持。

3.4 信息技术助力人力资源管理

信息技术在建筑工程项目人力资源管理中的应用日益广泛,项目管理软件的运用为人员配置和管理提供了更

加高效的工具。通过集成化的信息系统,可以实现人员的实时调度、进度监控和工作量统计,确保人力资源的合理配置和利用。项目管理软件还能帮助管理者更好地跟踪人员的工作表现和任务完成情况,为后续的人员调配提供数据支持。

数据分析与智能化决策系统在建筑项目人力资源管理中发挥着越来越重要的作用。通过对项目中各类数据的收集与分析,可以为人力资源配置提供科学依据。基于数据的分析,管理者可以更准确地预测项目中可能出现的人力需求波动,提前做好人员调配。智能化的决策系统还能够根据项目进展动态调整人员配置,避免人工管理中出现的失误或滞后,提高了人力资源管理的响应速度和灵活性。

4 人力资源管理优化在项目实践中的实施路径

4.1 建立高效的组织结构

建立高效的组织结构是优化建筑工程项目人力资源管理的基础。首先,分工明确和责任到位是确保组织高效运作的关键。通过对项目中各个岗位和任务进行明确的分配,能够确保每个成员清楚自己的职责与目标,避免工作重复或疏漏。同时,明确的责任体系有助于提高工作效率,减少管理层次之间的沟通障碍和信息传递失误,确保项目任务能够顺利推进。

此外,组织架构的灵活性和适应性同样重要。建筑项目通常会面临各种突发情况,如工期变化、人员流动或项目需求的调整,因此,组织结构必须具备一定的灵活性,能够迅速做出调整。灵活的组织架构能够根据项目进展及时地进行人员调动和职能调整,以应对不同阶段的挑战。同时,适应性强的架构能够在项目实施过程中根据外部环境变化做出相应调整,保证项目管理不受外部因素的过度影响。

4.2 跨部门协作与沟通机制

在建筑项目中,跨部门协作与沟通机制的建设至关重要。建筑工程涉及多个部门和岗位,工程设计、施工、质量、安全等方面的工作需要紧密协作。因此,加强部门之间的协调与信息流动是提高项目执行效率的关键。通过建立统一的协调机制,确保各部门之间的信息能够及时、准确地传递,可以有效避免因沟通不畅或信息滞后造成的决策失误或工作延误。

此外,良好的沟通平台与反馈机制对于确保项目的顺利进行同样不可或缺。通过搭建有效的沟通平台,可以实现项目相关人员之间的实时信息共享,确保每个环节的工作进度、问题和需求都能及时得到反馈。定期的项目会议、

进度汇报和问题讨论能够帮助各部门对项目进展保持同步,确保所有决策都能基于最新的信息做出,从而提高项目管理的透明度和响应速度。

4.3 动态的人力资源调整与优化机制

动态的人力资源调整与优化机制是确保建筑项目能够顺利进行的关键策略之一。随着项目的进展,人员需求和工作重点可能会发生变化,因此,必须根据项目进展情况及时调整人员配置。这不仅能够确保各阶段的工作有足够的人员支持,还能避免因人力资源浪费或不足而导致的工作停滞。通过灵活的人员调度,能够确保项目在不同阶段的人员配置始终保持最佳状态,保证项目按期推进。

为应对突发情况,还需要制定灵活的应急调配方案。在建筑项目中,人员流动和突发事件不可避免,尤其是在复杂的工程项目中,人员的临时缺席或突发需求可能导致项目进度延迟。因此,项目管理方应提前制定应急调配方案,确保在出现人员紧缺或突发任务时能够迅速响应,及时调配合适的人员来填补空缺,确保项目工作的持续性和稳定性。

5 结束语

建筑工程项目的人力资源优化配置是确保项目顺利完成的关键因素。通过科学的人员规划与招聘、持续的技能培训、有效的激励机制以及灵活的团队建设,可以显著提高项目执行效率,降低成本并提升质量。同时,结合信息技术手段和动态的人员调整机制,有助于优化项目进度和管理效率。只有在完善的人力资源管理体系下,建筑工程项目才能在复杂的环境中实现高效、低成本、高质量的目标,推动建筑行业的持续发展。

【参考文献】

- [1]梁耀. 建筑工程项目人力资源配置优化路径探析[J]. 中国军转民, 2023(15): 62-64.
 - [2]仲小瑾. 建筑工程项目中的企业人力资源的配置与管理[J]. 工程抗震与加固改造, 2023, 45(6): 185.
 - [3]郑萍. 建筑工程项目中的人力资源配置与管理研究[J]. 现代企业文化, 2024(5): 142-144.
 - [4]吴宛霏. 建筑工程项目人力资源优化配置研究[J]. 中国集体经济, 2021(8): 123-124.
 - [5]程立莲. 建筑工程项目人力资源优化配置研究[J]. 商讯, 2020(16): 189-190.
- 作者简介: 李文勇 (1975.2—), 男, 云南省玉溪人, 汉族, 大学专科, 中级建筑工程师, 就职于玉溪市第九建筑工程公司, 从事建筑工程管理工作。

建筑工程招标投标管理的风险及预防措施

刘 宁

陕西沔业地产集团有限公司, 陕西 西安 710100

[摘要] 建筑工程招标投标管理是保障项目顺利实施的关键环节, 其风险防控直接影响工程质量和市场秩序。从资源配置优化、管理效能提升及行业规范化角度分析招标投标管理的重要性, 探讨准备、实施及定标签约环节的潜在风险, 并提出健全制度、加强审核监管及企业内控等预防措施, 以期为建筑行业可持续发展提供参考。

[关键词] 招标投标管理; 风险管理; 预防措施

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16350

中图分类号: TU723.2

文献标识码: A

Risks and Preventive Measures in Bidding Management of Construction Projects

LIU Ning

Shaanxi Fengye Real Estate Group Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710100, China

Abstract: The management of construction project bidding is a key link to ensure the smooth implementation of the project, and its risk prevention and control directly affect the quality of the project and market order. Analyze the importance of bidding management from the perspectives of resource allocation optimization, management efficiency improvement, and industry standardization, explore potential risks in the preparation, implementation, and contract signing processes, and propose preventive measures such as improving systems, strengthening audit supervision, and internal control of enterprises, in order to provide reference for the sustainable development of the construction industry.

Keywords: bidding management; risk management; preventive measures

引言

建筑工程招标投标作为项目启动的核心流程, 贯穿于工程建设的全周期。随着建筑市场竞争日益激烈, 招标投标管理中的风险逐渐显现, 可能引发资源浪费、成本失控甚至法律纠纷。因此, 系统分析招标投标各环节风险并提出针对性预防措施, 对维护市场公平、提升工程效益具有重要意义。

1 建筑工程招标投标管理的重要性

1.1 对工程建筑的资源配置进行优化

建筑工程招标投标管理通过全流程管控机制实现资源高效配置, 其本质是以项目需求为导向编制招标文件, 运用市场竞争机制遴选最优承包商。在招标策划阶段, 业主单位需依据工程特性科学划分标段, 将综合体项目分解为结构施工、机电安装、装饰装修等专业模块, 通过专业化发包吸引细分领域优势企业参与竞标, 既避免跨领域施工效率损耗, 又形成技术互补的联合体协作模式。招标文件编制严格遵循《建设工程施工招标文件示范文本》, 明确材料技术参数、设备性能指标及验收程序, 例如在钢结构工程中限定焊缝探伤标准等级, 在幕墙工程中规定抗风压检测方法, 确保供应商选择与设计标准精准对接。评标环节设置技术方案创新性、工期保障措施、资源调配预案等多元指标, 引导投标方针对深基坑支护、装配式节点等工程难点提出 BIM 模拟施工、预制构件优化等定制化解决方案, 推动施工工艺革新。合同条款通过设备进场计划、劳

动力配置曲线等约束性内容, 规范承包商资源投入节奏, 预防施工高峰期的机械闲置或人力短缺风险。电子招标投标平台实现地质勘察报告、工程量清单等基础资料的多方共享, 消除信息壁垒导致的报价失真, 同时依托区块链技术固化投标文件版本与评标过程记录, 将风险预控机制贯穿于文件编制、资格预审、开标定标全流程, 最终实现人力、物资、技术等要素的精准匹配与高效利用。

1.2 可提升项目整体管理效能

规范的招标投标流程通过系统性制度设计为项目管理注入结构化动能。招标文件的标准化编制将工程设计参数、施工工艺规范与质量验收标准转化为具有法律约束力的合同条款, 例如在机电安装标段中明确设备品牌准入清单与调试检测流程, 在土建工程中规定混凝土强度抽样频率与不合格品处理程序, 从而固化业主、承包商及监理单位的三方责任界面。资格预审环节通过构建企业信用档案动态追踪机制, 结合投标方过往项目的劳务纠纷率、质量事故率等履约表现, 筛选出具备风险预控能力的主体, 从源头上消除因承包商组织架构松散或技术团队不稳定造成的管理失控风险。综合评标机制通过设置施工组织设计创新性评分项, 激励投标方在进度计划中融入 BIM 协同管理、装配式施工等先进技术, 形成可落地的动态管控方案。招投标阶段建立的标准化管理体系, 推动设计单位与施工单位在技术交底阶段开展三维模型碰撞检测, 促使采购部门

依据招标文件中的材料参数筛选优质供应商,实现跨专业协同的预演式管理。通过将工程变更索赔处理规则、不可抗力风险分担机制等管理预案嵌入招标合同附件,显著提升项目团队应对突发事件的处置效率,为工程全生命周期管理提供可追溯、可复制的运作范式。

1.3 有助于建筑行业管理体系的规范化、完善化建设

招投标管理的标准化运作通过制度性变革推动行业治理模式革新。行政主管部门制定全国统一的招标文件技术规范编码体系,对施工工艺要求、材料性能指标等核心条款进行数字化定义,例如将混凝土抗渗等级、钢结构焊缝检测标准等参数转化为可量化的数据代码,消除地方保护主义衍生的技术壁垒。电子招投标平台的 CA 数字证书认证体系与区块链存证技术结合,实现投标文件哈希值上链固化,确保开标前文件不可篡改,评标过程关键节点的时间戳记录为后续审计提供可追溯证据链,从根本上瓦解传统纸质标书时代存在的标书调包风险。评标规则改革中引入的双盲评审机制,要求技术标文件隐去企业标识信息后随机分配至专家库,迫使评标专家依据可量化的技术参数响应度、施工组织逻辑严谨性等客观维度进行评分,大幅压缩主观裁量空间。招投标数据中心通过归集企业三年期纳税记录、社保缴纳凭证、质量安全奖惩等 23 类信息,构建企业信用档案数据库,使资质审核从形式审查转向实质审查,例如在 EPC 项目招标中,系统自动调取投标方近五年同类项目的 BIM 应用率、设计变更频率等动态数据,评估其工程总承包能力。这种数据治理模式催生出三阶段信用评估流程,投标前系统自动生成企业信用体检报告,履约中实时监控项目关键指标异常波动,竣工后更新企业信用评级并同步至全国建筑市场监管平台,形成信用管理的全生命周期闭环。标准化招投标实践中提炼的《建设工程施工招标示范文本》《电子招标数据交换标准》等技术规范,经住建部门转化为行业强制性标准后,倒逼施工企业升级质量管理体系,例如要求桩基工程必须配备物联网沉桩监测设备,装饰工程强制采用装配式施工工艺,推动行业从传统经验管理向数据驱动的标准化作业转型。

2 建筑工程招投标管理存在的风险

2.1 招投标准备环节的风险

招投标准备环节的风险源于制度设计与执行层面的系统性缺陷。招标文件的技术规格说明书若缺乏数值化定义,例如地基承载力检测方法未明确采用静载试验或动力触探法,混凝土养护周期仅笼统标注符合规范而未引用具体国标编号,易导致投标方在技术响应时选择性满足要求,为施工阶段的质量争议埋下伏笔。工程量清单的章节编码体系若未与行业通行的《建设工程工程量清单计价规范》严格对应,可能造成投标方在土方工程计量单位换算、措施项目费计取范围等关键环节采用差异化计算规则,形成隐蔽的报价偏差。资质审核环节未接入全国建筑市场监管

公共服务平台的动态核查系统,仅核验纸质版“三证”复印件,难以发现资质挂靠企业社保缴纳人数与工程规模不匹配等实质性问题。最高限价编制过程中,造价咨询单位若未建立主材价格波动预警模型,简单采用三个月前信息指导价作为定价基准,当施工期间钢筋、水泥等大宗商品价格剧烈波动时,极易引发承包商以不可抗力为由提出巨额价差索赔。值得注意的是,招标公告发布时未在省级以上公共资源交易平台同步推送项目概况、图纸下载权限及异议反馈渠道,导致潜在投标方因信息获取滞后而错失标前答疑机会,削弱了竞争充分性。部分项目为规避公开招标将工程肢解为多个应急工程,采用不合理的暂估价拆分方式规避法定程序,此类操作既违反《招标投标法实施条例》,又为后续工程管理埋下界面划分不清的隐患。

2.2 招投标实施环节的风险

招投标实施环节的潜在风险集中体现为评标系统的制度性缺陷与技术性漏洞。评标专家库的组建若未严格执行区域回避与专业匹配原则,例如从特定设计院过度抽取结构专业专家参与机电专项评标,可能导致技术方案评审出现专业错位。部分专家在封闭评标区违规携带通讯设备,通过预设的投标文件页码编号、字体格式等暗标标识进行利益输送,破坏评审独立性。评分细则中若未对施工组织设计的应急预案可行性、BIM 技术应用深度等创新指标设置差异化评分梯度,易使技术标评审陷入形式合规陷阱,难以辨识真正具有技术突破性的方案。当商务标权重占比超过 70% 时,投标方可能采取将土方工程单价虚高、主体结构单价压低的策略性报价,诱导评标价低于成本价却通过后期工程变更实现利润补偿。电子评标系统若未建立投标文件制作软件的特征码溯源机制,难以识别不同投标单位使用同一加密狗生成的投标文件,致使关联企业围标行为披上技术合规外衣。更为隐蔽的风险存在于暗标评审环节,投标方通过在技术标文件页眉插入特殊字符、图纸线型设置特定组合等数字水印手段,向特定评标专家传递身份信息,这类高科技作弊手段常规监管手段难以侦测。电子招投标平台的数据接口若未与税务系统、社保平台实现实时验证,投标方利用空壳公司虚构人员资质、伪造增值税发票等行为将导致虚假竞争,严重扭曲市场定价机制。

2.3 定标签约环节的风险

定标签约环节的潜在风险源于法律衔接缺陷与契约精神缺失的双重困境。中标通知书发出后,根据《招标投标法》第四十六条规定的 30 日签约时限,若因合同谈判陷入僵局导致超期未签,可能触发投标保证金罚没条款,而承包商基于缔约过失责任主张的索赔往往超出招标文件约定的范围。合同文本中工程量清单若未严格参照《建设工程工程量清单计价规范》的项目特征描述规则,例如将基坑支护简单表述为包干价,未明确支护形式、检测点位数量等关键参数,承包商可能在施工中变更为成本更低

的土钉墙替代原设计的排桩支护,引发结构安全争议。业主方若未在专用条款中约定材料调价公式的指数来源与计算周期,当商品混凝土价格单月涨幅超过 15%时,双方对价格波动是否属于异常变化的认定分歧将直接导致工程停工。阴阳合同的操作模式已从传统的补充协议演变为电子合同版本篡改,部分承包商利用电子签章系统的权限漏洞,在业主不知情情况下替换合同关键页,将固定总价合同变更为可调价格模式。更隐蔽的风险在于合同附件管理失控,例如将技术规范书与招标文件版本号错配,导致施工依据文件与实际招标要求存在代际差异,此类问题往往在竣工验收阶段才暴露,使得质量责任追溯陷入法律真空。

3 建筑工程招投标风险管理预防措施

3.1 建立健全招投标管理体制

招投标管理需构建制度-技术协同框架,招标代理机构实施星级评价与“红黄蓝”牌警示制度,将投诉率、培训学时纳入年审,违规者强制培训。评标专家库按工程、施工、造价专业分库管理,智能派位系统实现专家匹配度 $\geq 90\%$ 。投标企业资格审查建立动态负面清单,对安全事故、欠薪企业一票否决,采用人脸识别+社保数据核验团队真实性^[1]。推行评定分离+定标票决制,要求业主在评标前三名中记名投票并公示理由。招标文件数据库嵌入 BIM 标准构件、绿色建筑技术清单,强制规定智能化工程通讯协议、装配式预制率规则。条款修订实行协会论证+企业反馈双轨机制,保障技术可行性与行业前沿性。建设法律智能审查系统,内嵌 23 部法规条款,自动识别以审计结算等违法内容并推送修正建议,源头防控法律风险。

3.2 完善招标项目审核与监管体系

招标项目监管体系需构建科技+制度双轮防控机制。监管部门开发智能监察系统,通过自然语言处理技术识别投标文件异常特征(如错别字排列一致性、报价尾数规律性重复),结合企业股权关联图谱进行围标风险智能预警。业主单位实行技术、法律、造价三方背靠背审核机制:技术团队核验 BIM 模型 LOD 等级与招标要求的匹配度,法务团队对照《建设项目工程总承包合同(示范文本)》审查条款合规性,造价部门运用工料机分析法复核最高限价构成^[2]。针对重大项目引入第三方司法鉴定机构,通过调取评标监控录像、分析专家眼动轨迹数据重构评标行为逻辑链,出具具备司法效力的合规鉴证报告。建立全国联动的监管信息平台,实时同步招标文件版本号、合同备案信息及工程款支付记录,实施一处违法、全国受限的信用联合惩戒。在自贸试验区试点区块链存证技术,固化评标过程

数据包并生成不可篡改的时间戳证据链。通过编制《招投标违规行为处置指引》,将围标串标、阴阳合同等典型违法情形转化为标准化执法流程,实现监管规则与司法实践的有机衔接。

3.3 加强企业可控风险管理

投标企业需构建三维风控体系,通过司法系统核查业主资信合法性,运用 BIM 技术模拟施工节点可行性,结合市场竞争分析制定报价策略。技术标文件嵌入工艺验证模块并附历史项目检测报告,商务标实行造价员-成本经理-总经济师三级价格审核,关键修改信息通过区块链存证固化。针对 EPC 项目建立设计施工联合评审机制,规避技术衔接风险^[3]。开发投标决策系统集成成本数据库与法律案例库,运用决策树模型量化风险值。合规培训采用沙盘推演还原围标调查流程,强化依法投标意识。建立“红黄蓝”预警机制,对合同支付异常、业主指定分包超标等高风险情形标记红色预警,启动管理层专项评审前置风险管控。

4 结语

建筑工程招投标风险防控需实现制度框架、监管技术与企业内控的体系联动,重构多方协同治理网络。基于全生命周期视角的流程再造+信用穿透机制,通过标准化文件库对冲文本漏洞风险,智能合约自动执行消除履约偏差风险,分布式账本技术阻断围标协同风险,形成可复制推广的风控范式。未来需聚焦规则体系的跨域适配性,推动 FIDIC 条款与本土实践的兼容演进,构建招投标指数模型量化市场成熟度,探索抗量子计算加密的电子招标平台防护体系。在数字技术与建造技术深度融合背景下,招投标管理将迭代为虚实交互的智能治理系统,物理空间的法定程序与数字空间的算法规则形成双层约束,通过预制式风险拦截机制实现采购流程从合规性监管向预防性治理的范式跃迁,最终建立不可逆追溯、不可篡改存证、不可突破边界的招标生态。

[参考文献]

- [1] 胡蝶. 建筑工程招投标管理的风险及预防措施[J]. 工程建设与设计, 2023(23): 265-267.
 - [2] 詹少彬. 建筑工程招投标中的风险管理措施研究[J]. 工程技术研究, 2022, 7(24): 107-109.
 - [3] 张小红. 建筑工程招投标管理的风险及控制措施[J]. 金融文坛, 2023(2): 63-65.
- 作者简介: 刘宁(1996.10-), 毕业院校: 西安科技大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 陕西沅业地产集团有限公司, 职称级别: 助理工程师。

风力发电设备运维存在的问题及改进探讨

霍志龙

国能（济南）新能源有限公司河口分公司，山东 东营 257000

[摘要]随着我国经济的快速发展和人民生活水平的不断提高，能源需求持续增长，同时，环境污染和资源浪费等问题也愈加严峻。作为一种清洁能源，风力发电凭借其环保、可再生等优势，展现出广阔的发展前景。然而，风力发电设备的安全运行问题始终是行业关注的重点。文中探讨风力发电设备运维工作的重要性，分析当前存在的主要问题，并提出相应的优化措施，以推动风电行业的健康发展。

[关键词]风力发电设备；设备运维；问题及策略

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16401

中图分类号: TM614

文献标识码: A

Discussion on the Problems and Improvement of Wind Power Equipment Operation and Maintenance

HUO Zhilong

Hekou Branch of Guoneng (Ji'nan) New Energy Co., Ltd., Dongying, Shandong, 257000, China

Abstract: With the rapid development of Chinese economy and the continuous improvement of people's living standards, energy demand continues to grow. At the same time, problems such as environmental pollution and resource waste have become increasingly severe. As a clean energy source, wind power has shown broad development prospects with its advantages of environmental protection and renewability. However, the safe operation of wind power generation equipment has always been a key concern in the industry. The article explores the importance of wind power equipment operation and maintenance, analyzes the main problems currently existing, and proposes corresponding optimization measures to promote the healthy development of the wind power industry.

Keywords: wind power generation equipment; equipment operation and maintenance; problem and strategy

引言

随着全球对可再生能源需求的不断增长，风力发电作为一种清洁、绿色、可持续的能源形式，已成为全球能源结构调整的重要方向。我国在风力发电领域取得了显著的进展，且风电装机容量连续多年位居全球第一。然而，随着风电产业规模的扩展及风力发电技术的持续发展，风电设备的运维管理问题逐渐浮现。尤其是在运维效率、成本控制及设备稳定性方面，诸多挑战已被提出。风电设备的长期稳定运行不仅关乎发电效益，也直接影响风电场的安全性、经济性以及对国家能源结构优化的支持力度。尽管风电行业的运维工作起步较晚，但随着技术的不断创新与市场的逐渐成熟，提升运维管理效率与质量，已变得至关重要，以确保风电场的整体运营水平。当前，我国风电运维管理普遍存在资金投入不足、技术手段滞后、专业人员匮乏、运维体系不完善等问题。由此，设备故障频发、维修周期过长、经济损失严重等问题不断出现，进而影响了风电项目的长期盈利能力与可持续发展。因此，对风力发电设备运维中存在的问题及其改进策略进行研究，不仅能够提升设备运维管理水平，也将为我国风电行业的稳定发展及能源转型提供重要保障。

1 风力发电设备运维工作的重要性

风力发电设备的运维工作在保障风电机组长期稳定

运行、提高运行效率以及确保风电场经济效益方面，发挥着至关重要的作用。作为可再生能源的关键组成部分，风力发电在全球能源转型中正发挥着日益重要的作用。然而，风力发电设备通常位于高海拔、偏远区域或海上，面临着复杂的运行环境，且设备在高负荷运转下易受恶劣自然条件的影响，这使得设备故障的风险增大。通过有效的运维管理，潜在问题可以及时被识别，故障的发生得以预防，风电机组的使用寿命得以延长，设备停机时间也得以缩短，从而提升风电场的电力产出与经济回报。随着风电装机容量的逐步增长，风电设备的维护与管理所面临的挑战也在不断加大。若忽视运维管理，风电机组的稳定性将可能下降，甚至可能引发安全事故与经济损失。运维工作不仅应包括定期巡检、维护和故障排除，还应借助现代信息技术，推动智能化运维手段的应用，以确保风电设备的高效、安全运行，进而为推动绿色能源的可持续发展提供有力保障。

2 风力发电设备运维工作的主要内容

2.1 风电运行

风电运行是风力发电设备运维工作中的核心任务之一，其主要目的是确保风电机组在最佳状态下高效、安全地运行。风电运行包括对设备的实时监控、运行数据的分析与性能评估等关键环节。在这一过程中，通过传感器和监控系统，对风电机组的主要部件（如叶片、齿轮箱、发

电机、主轴承等)进行持续监测,温度、压力、振动、负荷等数据被实时收集,并通过远程监控平台进行集中分析。通过这些数据的实时监控,潜在问题能够被及时发现,运维人员得以防止故障的发生。同时,风电机组的运行效率定期被评估,以确保其达到预定的发电能力和性能标准^[1]。在风电运行中,风资源评估也是不可或缺的环节,以确保风机在合适的风速条件下工作,从而避免低效或过度运行。除了设备性能的监测,风电运行还涉及与电网的协调工作,电力输出与电网负荷需求应当相匹配,进而确保电力供应的稳定性。

2.2 风电维护

风电维护是风力发电设备运维工作中的重要环节,其目的是通过定期检查、故障排查与修复,确保风电机组长期稳定运行与高效发电。维护工作可分为预防性维护与纠正性维护两大部分。预防性维护主要通过定期检查与检测设备各部件,潜在故障风险能够被识别,并及时进行调整与保养,从而避免设备发生严重故障或停机。常见的检查内容包括机械部件(如齿轮箱、主轴承、叶片等)的润滑、紧固及清洁,电气系统(如控制系统、变流器等)的性能测试与校准。纠正性维护则是在设备出现故障或性能下降时,问题得以迅速诊断,并进行修复,以恢复设备的正常运行。此外,风电维护还涉及备品备件的管理,确保关键零部件能够及时更换与供应。风电场的环境适应性评估也是维护的一项重要内容,特别是在极端天气或特殊气候条件下,风机叶片需及时进行清洁与除冰等工作以减少自然因素对设备的影响。

3 风力发电设备运维工作中存在的问题

3.1 运维资金投入需求居高不下

风力发电项目的全生命周期包括投资开发、设备安装和生产运维三个主要阶段。在确定项目投资预算的前提下,项目的经济效益不仅受项目竣工和投运后的生产运营情况影响,前期的投资、设备采购、电场建设以及设备安装等也会消耗大量资金。此外,风电场在后续的生产 and 运行阶段可能面临不确定的风险,一旦风险过大,可能需要额外的资金投入。这就导致了风电场运维阶段资金需求的持续增加,如果资金投入不足,可能会影响设备的顺利运维,进而影响项目的经济效益。

3.2 专业运维岗位人员缺口大

风力发电设备的运维工作需要高度专业化的技术人员。然而,当前风电行业正面临着专业运维岗位人员严重短缺的困境。随着风电装机容量的持续增长,运维需求不断增加,但行业内具备足够专业知识与实践经验的技术人员远远无法满足这一需求。多数运维岗位要求人员不仅需要掌握机械、电气、自动化等多个学科的知识,还必须能够在高空、恶劣天气等复杂环境中工作。然而,目前我国风电行业的专业技术人员数量不足,且现有运维人员的技术水平参差不齐,系统性的专业培训与实践经验也严重缺乏^[2]。

许多风电企业还面临着高额培训成本及人员流动率较高的问题,这进一步加剧了人员短缺的局面。

3.3 先进运维技术应用范围亟需扩大

尽管风力发电设备的运维技术在近年来取得了一定进展,但在风电行业中,先进运维技术的应用仍处于有限状态,亟需进一步扩展。许多风电场依然依赖传统的人工巡检与定期维护方式,这种方式不仅效率较低,还容易忽略设备潜在的隐患。尽管一些先进技术,如物联网、大数据分析、人工智能(AI)以及无人机巡检等,已经在部分风电场得到了应用,但这些技术的普及程度仍然较低。尤其是中小型风电场,由于资金不足及技术人员短缺等原因,许多风电场尚未能够全面部署智能监测系统或进行远程故障诊断。此外,现有技术的应用主要集中在设备监测与数据采集层面,智能分析与故障预测方面的深入应用却严重缺乏,这导致设备的运维管理仍处于较为被动的状态。若这些先进运维技术未能在更广泛的范围内推广应用,风电设备的运行效率与风电场的整体经济效益将严重受到影响。

4 风力发电设备运维工作的改进策略

4.1 加大资金投入,建立全寿命全周期的管理理念

加大资金投入并实施全寿命周期管理理念,是提升风力发电设备运维效率、确保设备长期稳定运行的重要策略。风力发电机组的建设阶段通常需要大量初期资金,但在许多风电场的规划与建设过程中,运维阶段的资金需求未被充分预见,导致后期运维资金不足。随着风电机组使用年限的增加,设备逐渐进入老化期,运维成本也呈现上升趋势,这些成本主要包括设备维护、零部件更换、故障修复及性能提升等。若在设备初期运行阶段未对这些长期运维成本进行合理规划,一旦设备发生故障或性能下降,缺乏资金将可能导致维护工作滞后,甚至影响风电场的正常运行。因此,风电行业迫切需要通过建立全寿命周期管理理念,科学规划与分配资金。从项目的设计与规划阶段开始,设备后期的运维需求应当得到充分考虑,包括预留足够的维修资金、建立合理的备品备件储备体系,并制定长期的技术更新与升级计划。全寿命周期管理还要求对每个设备的运行状态进行持续监控与数据分析,从而实现精准的故障预判与维修决策,避免突发性故障带来的资金浪费^[3]。通过这一管理理念,既可以提高设备利用效率,延长使用寿命,又能确保风电场的经济效益与可持续发展。合理安排资金投入与科学管理将有助于增强风电场的运营能力,减少停机时间,降低意外损失,从而提高整体运营的稳定性与盈利能力。

4.2 强化人才队伍,开展系统专业的运维人员培训

加强人才队伍建设并开展系统性、专业化的运维人员培训,是提升风力发电设备运维水平、确保设备高效稳定运行的关键策略之一。风电设备的运维工作跨越多个学科领域,要求运维人员不仅具备扎实的机械、电气、自动化

等方面的理论基础,还需拥有丰富的现场操作经验与故障处理能力。然而,目前我国风电运维行业面临技术人才不足、专业培训体系不完善等问题,导致整体运维队伍的技术水平参差不齐,特别是在一些偏远地区和大规模风电场,高水平的专业技术人员仍然匮乏。为解决这一困境,必须加大对运维人员培训的力度,特别是在系统化、专业化培训体系的建设上。根据风电场的规模、设备种类以及运维工作内容,具有针对性的培训课程应当被设计,确保不同层级、不同专业的运维人员能够掌握必要的知识与技能。例如,新员工应接受风电基础理论与设备原理的培训,而高级技术人员与管理人员则需进行更深入的故障诊断、设备维护、运行优化等方面的教育。此外,培训内容不仅应涵盖基础理论与技术操作,实际操作训练也应得到充分重视。例如,通过虚拟现实(VR)模拟或实地演练等方式,运维人员的动手能力与应急响应能力能够得到增强。由于运维人员常常面临复杂环境与突发设备故障,提升其问题解决与现场判断能力尤为重要。与此同时,风电行业的技术认证体系应当被构建,鼓励运维人员通过认证考试提高专业水平,从而推动行业人才的标准化发展。为进一步加强运维人员的技术能力,跨行业、跨领域的技术交流与合作应当被积极推动,产学研结合的促进也应得到重视。风电行业的技术培训平台应当被搭建,定期组织技术研讨会、培训班等活动,推动经验分享与技术更新。

4.3 引进先进技术,切实提高运维与监管的有效性

引进先进技术以提升运维效率与监管效能,是确保风力发电设备长期稳定运行并降低故障率的关键措施。随着信息技术、人工智能、大数据以及物联网等技术的不断进步与应用,风电行业的运维管理逐渐进入智能化、数字化的新时代。传统的运维模式依赖人工巡检与定期维护,往往存在较高的人工成本,且潜在设备问题无法及时识别,从而导致较长的停机时间与较低的维修效率。为解决这些问题,风电企业应当积极引进先进技术,以提升运维工作的精准性与效率。物联网技术通过安装传感器实时监测风电设备的各个部件,关键数据如振动、温度、电流、风速等被收集,并通过无线网络传输至中央监控平台。设备状态可以随时掌握,运维人员能够及时发现潜在故障隐患,从而在问题发生之前采取预防措施,避免设备出现突发性

故障,造成生产损失^[4]。此外,借助大数据分析 with 人工智能技术,能够深入挖掘大量运行数据,为故障预测与设备健康评估提供支持。异常模式能够通过人工智能算法识别,预测可能出现的故障趋势,优化维护计划,减少非计划性停机时间。远程监控与智能诊断系统的引入,也使得运维人员能够在控制中心集中管理多个风电场,进行远程故障诊断与决策,从而提升协同效率与决策速度。而无人机巡检技术,则在高空或难以到达的风电机组部件检查中,展现了极大的优势。无人机搭载高清摄像头与红外热成像技术,风机叶片、塔架等部位能够高效且安全地检测,潜在问题如裂纹、腐蚀、积冰等能够及时发现,从而减少人工巡检的风险,提高故障检测的精度。

5 结语

风力发电设备的运维工作对保障风电场的高效、安全运行、提高设备利用率及降低故障率至关重要。然而,当前风电运维领域面临着诸多挑战,如资金投入不足、技术应用滞后以及专业技术人员短缺等问题。为应对这些困难,必须加大资金投入,采用全生命周期管理理念,提升运维人员的专业技能,同时积极引入智能化与数字化技术,从而实现更加高效、精准的运维管理。随着风电产业的持续发展与技术进步,风力发电设备的运维将朝着智能化、精细化及系统化的方向迈进。这一转变,不仅能够显著提升风电行业的整体竞争力,还能推动绿色能源的可持续发展,为全球能源转型目标的实现提供重要支持

【参考文献】

- [1]曹占有.风力发电设备运维存在的问题及改进探讨[J].中国设备工程,2025(1):70-72.
- [2]朱洪喜.风力发电设备运维中存在的问题与优化措施[J].光源与照明,2024(2):180-182.
- [3]庄甦.浅析风力发电设备运维存在的问题与改进措施[J].中国设备工程,2021(3):38-40.
- [4]李景来.基于无损检测技术的新能源风力发电设备运维研究[J].电气技术与经济,2025(2):252-255.

作者简介:霍志龙(1988.9—),毕业院校:吉林农业大学,所学专业:自动化,当前就职单位:国能(济南)新能源有限公司河口分公司,职务:运检班长,职称级别:工程师。

电力系统电气工程自动化的智能化应用

李亚杰

河北广安联合电力工程设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 电力系统, 作为现代社会的基础设施, 正面临着高电力需求及复杂能源结构带来的种种挑战。通过引入智能化技术, 实时监控、大数据分析及自动化控制的能力得到了显著提升, 从而大幅提高了电力系统的效率、可靠性及安全性。智能电网与智能电表等技术的应用, 不仅使得电力资源的配置得以优化, 而且有效减少了故障的发生, 同时促进了可再生能源的接入, 这些变化不仅推动了能源结构的优化升级, 也助力了环保目标的实现。

[关键词] 电力系统; 电气工程; 自动化; 智能化

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16394

中图分类号: TM76

文献标识码: A

Intelligent Application of Electrical Engineering Automation in Power System

LI Yajie

Hebei Guang'an United Power Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: As the infrastructure of modern society, the power system is facing various challenges brought by high electricity demand and complex energy structure. By introducing intelligent technology, the ability of real-time monitoring, big data analysis, and automation control has been significantly improved, thereby greatly enhancing the efficiency, reliability, and safety of the power system. The application of technologies such as smart grids and smart meters not only optimizes the allocation of power resources, but also effectively reduces the occurrence of faults and promotes the integration of renewable energy. These changes not only promote the optimization and upgrading of energy structure, but also help achieve environmental protection goals.

Keywords: power system; electrical engineering; automation; intelligent

引言

随着全球能源结构的变革及科技的快速发展, 智能化技术在电力系统中的应用, 已成为提高供电效率、稳定性以及可持续性的关键所在。面临着设备老化、能源消耗过大以及环境压力等诸多问题, 传统电力系统的运作显得愈加力不从心, 而智能化技术则为应对这些挑战提供了可行的解决方案。对智能化应用在电力系统电气工程中的优势与核心技术进行分析, 涵盖智能传感、数据分析、自适应控制、智能配电网等方面, 以为电力行业的智能化转型提供理论依据与实践指导。

1 电力系统电气工程自动化的基本概念

电力系统电气工程自动化涉及对电力生产、传输、分配及消费全过程的高效管理与优化, 目标是建立一条完整的电力供应链。该链条起始于发电站, 通过输电线路将电能传输至远方, 经过配电系统将电力精准分配至各个负荷点, 最终为终端用户提供电力服务。电力系统由发电、输电、配电及用电四大核心环节组成。发电系统的任务是将煤炭、天然气、水力、核能等多种能源形式转化为电能; 输电系统则利用高压线路进行远程电力输送; 配电系统则负责将电能分配到各个负荷中心, 确保稳定供电; 用电系统最终将电能转换为满足用户需求的多种电力服务。电气工程涉及电力系统的设计、建设与运行管理, 涵盖了从发

电机、变压器到各类控制及保护设备的使用, 这一领域的核心目标是确保电力供应的高效性、稳定性及安全性。电力系统电气工程自动化的引入在这个过程中至关重要, 通过先进的自动化技术, 系统的运行效率、稳定性与安全性得到了显著提升。自动化技术在实时监控、智能调度与故障预警等方面的应用, 不仅提高了电力系统应对日益增长需求的能力, 还促进了可再生能源的高效整合。自动化技术的创新与应用, 使得电力系统的响应速度更快、故障恢复能力更强, 为现代电力系统的高效运作提供了有力支撑。自动化的引入不仅是技术发展的必然结果, 也是推动社会经济与环境可持续发展的关键驱动力。

2 智能化应用在电力系统电气工程中的优势

2.1 提高系统的可靠性与稳定性

智能化应用在电力系统电气工程中, 显著提升了系统的稳定性与可靠性。随着电力需求的不断增长与电力系统规模的扩展, 传统的人工管理模式已难以满足在复杂运行环境下的需求。借助智能技术, 数据能够被实时采集、分析与处理, 从而迅速发现并精确定位系统中的异常, 及时提供故障预警与解决方案。通过智能传感器与监测系统, 电网各个节点的状态得以持续监控, 潜在的故障风险也能提前预测, 进而减少停电时间与设备损伤, 确保电力供应的持续稳定。智能化技术的引入, 不仅提升了电力系统的

监控能力,还使得系统具备了自我调节与优化的功能。例如,智能调度系统能够根据负荷变化自动调整发电与输电的负荷分配,优化电力资源的配置,从而避免因过载或负荷不均衡而导致的不稳定现象。应用机器学习与人工智能算法后,系统在运行过程中能持续自我学习与调整,增强了对复杂环境的适应性,进一步提升了电力系统的容错能力与恢复速度。

2.2 优化资源管理与调度

智能化应用在电力系统中的另一个显著优势,便是极大地提升了资源管理与调度的效率。随着电力需求的不断增长及能源结构的深度调整,如何高效、灵活地管理与调度电力资源,已成为提升系统整体性能的关键因素。传统的调度模式通常依赖人工经验与固定规则,这使其在应对复杂且动态的电力环境时,显得力不从心。而引入智能化技术后,结合先进的数据分析、机器学习与优化算法,电力系统能够实时监控各环节的运行状态,并精确捕捉到需求变化与负荷波动。智能调度系统,基于实时采集的数据,能够动态调整各环节的运行参数,从而确保电力资源的最优配置。例如,在负荷高峰期,备用电源可自动启用,负荷也能被合理调配,从而有效避免局部电网的过载与故障。此外,针对风能、太阳能等波动性较大的可再生能源,智能调度系统能够灵活调整电网运行方式,确保电力供应的稳定性与平衡。通过智能化调度与资源优化,电力系统不仅提升了整体运营效率,且降低了运行成本,还大幅度提高了能源的利用效率,进一步推动了环境保护与可持续发展的目标。智能化的资源管理与调度,无疑成为了电力系统向更高效、更绿色方向发展的核心驱动力。

2.3 提升安全性与应急响应能力

智能化应用在电力系统中的另一个突出优势,是显著增强了安全性与应急响应能力。电力系统的安全性对于社会的正常运作至关重要;任何一处故障,都可能引发大规模的停电,从而对经济与社会活动造成严重的负面影响。传统电力系统通常依赖人工巡检与定期检查来发现潜在问题,但这些方法存在响应迟缓的缺点,且往往难以及时识别隐患。智能化技术通过实时监控、数据采集与自动化分析,能够在问题发生之前识别潜在故障,甚至在事故发生的瞬间作出快速应对。通过智能传感器与监控系统,电力设备的运行状态得以全天候监测,关键参数如温度、电流、电压等会被实时采集。当异常情况发生时,如电流过大或电压波动,警报将会立即由智能系统发出,并启动自动应急响应措施,如切断电源或调整负载防止故障蔓延。此外,借助大数据分析机器学习,智能技术能够预测设备可能发生的故障趋势,使得维护人员能够提前准备,及时进行维修或更换,从而降低系统故障的发生频率。在应急响应方面,智能化应用大幅提高了电力系统的恢复速度。突发事故发生时,故障区域将自动被识别并启动预定的应

急方案,正常运行的电力资源将被调度,迅速恢复供电。通过优化应急响应流程,智能化技术减少了人工干预的时间与可能的误差,有效提升了电力系统的安全性与应急处理能力,确保了用户的用电安全与电力供应的稳定性。

3 智能化应用的关键技术

3.1 智能传感与监测技术

智能传感与监测技术,作为电力系统电气工程自动化中的关键组成部分,为保障系统的高效运行与安全提供了强有力的支持。传统电力系统通常依赖人工巡检与定期检查,但这种方式常存在反应滞后的问题,往往难以及时发现潜在的风险。而通过智能传感器,关键运行数据如电压、电流、温度、湿度等多个参数得以实时采集,从而实现对电力系统每一细节的精准监控。传感器通常安装在变压器、开关设备、电缆等重要设施上,通过无线通信技术将数据实时传输至中央控制系统。这些数据经过大数据分析处理,得以迅速反应与诊断,帮助系统及时识别异常情况,如设备温度过高或电流过大等。进而,快速应对措施能够被采取,防止故障的发生或蔓延,这种精准的监控能力显著提升了电力系统的安全性与可靠性。智能传感与监测技术的应用,不仅优化了电力设备的运维管理,也推动了设备智能自诊断功能的发展。设备发生故障时,智能传感器能够精确定位故障点,并实时提供解决方案,极大地减轻了维修人员的工作压力,同时有效缩短了故障处理时间。借助这些技术,电力系统得以逐步迈向更高层次的智能化与自动化,极大地提升了系统的稳定性与响应能力。

3.2 数据分析与故障预测

在智能电力系统中,数据分析与故障预测技术扮演着至关重要的角色,通过对大量运行数据的深度挖掘,潜在的故障风险得以提前识别,从而有效避免系统发生严重故障。传统的电力故障预测依赖于定期检测与人工判断,而智能数据分析则能够基于实时采集的数据,结合先进的算法与模型,全面评估设备的健康状况与运行趋势。在电力系统内,各种设备,如变压器、开关设备及电力线路,在日常运行中产生的数据量庞大且复杂。智能数据分析技术,能够从这些海量数据中提取出关键且有价值的信息,揭示设备在运行过程中可能存在的隐患。通过运用机器学习与人工智能算法,历史故障数据与实时监控数据将被对比,进而预测设备的潜在故障位置及其发生概率。例如,温度、振动、油位等监测指标的波动,往往预示着设备老化或潜在故障的发生,通过持续监控与数据分析,必要的预防措施得以在故障发生之前采取,如进行维护或调整,从而避免问题扩展并减少大规模电力中断的风险。数据分析与故障预测技术的应用,不仅减少了人工巡检的频次与降低了维护成本,还显著提升了电力系统的运营效率。精准预测设备状态,系统能够实施精确的按需维护,确保设备始终保持在最佳运行状态,从而进一步增强系统的可靠性与稳

定性。随着该技术的不断发展,电力系统在面对突发状况时,展现出了更强的应对能力与更加高效的响应机制。

3.3 自适应控制技术

自适应控制在电力系统智能化应用中,扮演着至关重要的角色。通过自动调整控制策略,系统能够应对外部环境与内部条件的变化,从而实现最佳的运行效果。与传统控制方法依赖固定模型与预设规则不同,电力系统面临的诸多动态因素,如负荷波动、设备老化以及可再生能源的接入等,往往难以通过这些固定规则有效管理。由这些变化带来的不确定性,要求系统具备更强的适应能力,而自适应控制技术正是满足这一需求的关键,它通过实时监控系统状态,动态调整控制参数,确保在不断变化的环境中维持系统的稳定与高效运行。自适应控制系统的核心优势,正是其强大的学习能力。通过实时收集的数据与反馈信息,系统能够识别当前的运行状态与外部环境变化。在此基础上,算法优化与自我调节将自动进行,从而在没有人工干预的情况下,适应负荷变化、设备性能退化以及突发事件等多方面的影响。例如,当电力需求达到高峰时,发电机的输出功率能够自动调节,以确保电力供应的稳定;当风能、太阳能等可再生能源比例较高时,传统能源的发电量能够灵活调整,以应对风力与日照的波动,从而避免过度依赖单一能源,确保电网的平衡与稳定。自适应控制技术还大幅提升了电力系统的应急响应能力,在系统出现故障或异常时,控制系统能够迅速做出反应,并通过调整控制策略来恢复正常状态。通过这一灵活的机制,电力系统不仅提升了整体运行效率,还增强了应对复杂情况的能力,展现出了更高的智能化水平与自主性。

3.4 智能配电网与智能电表

智能配电网与智能电表在电力系统中扮演着不可或缺的角色,为电力系统的高效运行与精细化管理提供了坚实的基础。通过先进的通信、控制及计算技术,智能配电网将传统的配电网转变为一个能够实时感知、分析并响应的动态系统。与传统配电网相比,智能配电网展现出更强的自愈能力和灵活性,依赖实时数据自动调整电网的运行模式,确保电力供应的稳定性与可靠性。例如,当发生供电故障时,智能配电网能够迅速识别并定位故障区域,自动切断有问题的电力部分,同时调整电网结构以重新分配电力,最大限度地减少停电的时间与范围。作为智能配电网的关键组成部分,智能电表集成了传感、通信、数据处

理与控制功能,能够对电力消费进行实时监测与精确计量。智能电表不仅能实时记录用户的用电情况,还能够根据电力使用模式与需求变化提供详尽的用电数据分析,帮助用户掌握电力使用趋势,从而优化用电行为。同时,借助远程通信技术,智能电表将用电数据传输至电力公司,使得远程抄表与实时监控成为可能,这一功能大大减少了人工抄表的工作量,消除了人为错误,并显著提高了数据的准确性与时效性。智能电表与智能配电网的深度结合,不仅提高了电力系统对用户需求的响应速度,还推动了电力资源的精细化调度。得益于这些技术支持,电力公司能够实施更加精确的负荷预测与资源优化配置。此外,用户还能够获得更加透明的用电信息与节能建议。通过智能化的管理方式,电力系统在运行中变得更加灵活与高效,同时也有助于电力资源的优化配置与可持续利用。

4 结语

智能化技术的引入,在电力系统电气工程自动化中,显著提升了系统的效率、可靠性与安全性,并为应对日益复杂的电力需求和能源结构变化提供了坚实的技术保障。通过智能传感与监测、数据分析与故障预测、自适应控制技术、智能配电网及智能电表等关键技术的广泛应用,电力系统在运行过程中得以更加精确地进行调度与管理。这些技术不仅减少了人为干预与故障风险,还推动了电力服务向更高智能化水平的迈进。随着电力行业朝着绿色、智能与可持续方向发展,智能化技术将在提升电力系统智能化程度、推动清洁能源的高效利用及优化资源配置等领域继续发挥关键作用。未来,随着技术的不断创新与发展,电力系统将进一步朝着智能化与自动化方向演进,推动能源转型与经济可持续发展,最终实现更加高效、安全与环保的电力供应与消费模式。

【参考文献】

- [1]张永进. 电力系统电气工程自动化的智能化应用[J]. 产品可靠性报告, 2024(12): 89-90.
 - [2]邓兴彦, 季亚枫. 电力系统电气工程自动化的智能化应用分析[J]. 产品可靠性报告, 2023(12): 114-116.
 - [3]巩冬梅, 马源, 张祎玮. 智能化技术在电力系统电气工程自动化中的应用研究[J]. 科技创新与生产力, 2023, 44(11): 111-114.
- 作者简介: 李亚杰(1990.1—), 女, 职称, 高级电气工程师, 籍贯, 河北省石家庄市。

机电工程项目全周期成本动态管理策略研究

郭重阳

华商国际工程有限公司, 北京 100069

[摘要]随着机电工程技术的不断进步, 项目的规模与复杂性不断提升, 高效管理成本在全生命周期内, 已成为行业亟待解决的关键问题。机电工程项目涉及多个环节, 包括设计、施工、设备采购与安装以及运营与维护, 每个阶段的成本控制, 直接影响着项目的经济效益与长远发展。因此, 实施全周期成本动态管理策略显得尤为重要。通过这种策略不仅能够控制总投资的同时, 提升资源的使用效率, 还能有效降低潜在风险, 增强项目在市场中的竞争力。

[关键词]机电工程; 全周期; 成本管理

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16391

中图分类号: TU85

文献标识码: A

Research on Dynamic Cost Management Strategies for the Whole Cycle of Mechanical and Electrical Engineering Projects

GUO Chongyang

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

Abstract: With the continuous advancement of electromechanical engineering technology, the scale and complexity of projects continue to increase, and efficient cost management throughout the whole lifecycle has become a key issue that urgently needs to be addressed in the industry. Mechanical and electrical engineering projects involve multiple stages, including design, construction, equipment procurement and installation, as well as operation and maintenance. The cost control at each stage directly affects the economic benefits and long-term development of the project. Therefore, implementing a dynamic cost management strategy throughout the whole lifecycle is particularly important. This strategy can not only control the total investment while improving the efficiency of resource utilization, but also effectively reduce potential risks and enhance the competitiveness of the project in the market.

Keywords: mechanical and electrical engineering; whole cycle; cost management

引言

随着机电工程技术的不断进步, 项目的规模与复杂性不断提升, 高效管理成本在全生命周期内, 已成为行业亟待解决的关键问题。机电工程项目涉及多个环节, 包括设计、施工、设备采购与安装以及运营与维护, 每个阶段的成本控制, 直接影响着项目的经济效益与长远发展。为此, 实施全周期成本动态管理策略显得尤为重要。通过这种策略, 不仅能够在控制总投资的同时, 提升资源的使用效率, 还能有效降低潜在风险, 增强项目在市场中的竞争力。

1 机电工程项目全周期成本管理的特点

机电工程项目的全周期成本管理具有系统性、动态性与多维度控制的特点。与传统土建工程不同, 机电项目涵盖设备、材料、安装、调试及运维等多个环节, 每个阶段的成本相互交织, 形成紧密关联的成本链条。单一环节的成本控制难以实现整体效益最大化, 因此必须在项目全生命周期内进行整体统筹, 动态调整成本分配, 确保各环节协调平衡。随着项目推进, 不同阶段的成本管理重点逐渐变化, 设计阶段的决策影响后期施工与运营成本, 施工阶段的材料采购与设备安装直接决定项目总投资, 而运营阶段则涉及长期的能耗、维修及设备折旧等支出, 对项目经济性至关重要。构建贯穿全生命周期的成本管理体系, 是

确保各项费用得到充分管控的关键。技术因素对机电项目成本影响显著, 设备与技术更新换代以及市场波动, 可能导致成本差异。智能化控制系统尽管初期投资较高, 但能够显著降低后期能耗与维护费用, 实现长期成本节约。因此, 成本管理需评估不同技术方案的长期回报, 确保资金高效使用。实时监控与动态调整对项目管理至关重要, 借助 BIM、大数据分析 with 智能监控系统, 能够实时采集项目成本数据, 结合预测分析进行预算调整, 从而优化资源配置并降低超支风险。机电项目涉及多个专业领域, 各专业人员间的协调性不容忽视, 加强跨部门协作、提升管理人员的专业素养, 并结合供应链与合同管理, 能确保项目在预算范围内高效完成, 同时保证质量与功能最优。

2 机电工程项目成本管理的影响因素分析

2.1 项目设计阶段的成本影响因素

在机电工程项目中, 设计阶段在成本管理中起着至关重要的作用, 其决策直接影响施工、采购及运维等各环节的成本。设计的合理性与可行性是有效控制总体投资的核心, 优化设计不仅能降低施工难度与材料浪费, 还能在设备选型、能源消耗与后期维护方面实现显著的成本节约。由于机电系统的复杂性, 设计必须兼顾功能性、经济性与可施工性。若设计不准确, 可能导致设备选型不当或管线

布局不合理,进而增加施工与运营成本。例如,若暖通系统的设计忽略了能效考虑,将可能导致较高的能耗,从而增加运营费用,通过应用BIM等数字化工具进行仿真分析,可确保设计方案达到最佳效果。在设备与材料选型中,成本控制同样至关重要,设备选型需在性能与成本之间找到合理的平衡,避免选择过于昂贵或性能不符合要求的设备,这不仅影响初期投资,还可能大幅增加后期的运营成本。在设计阶段,除了考虑设备的能效与使用寿命外,还应综合评估供应链的可行性,确保选择性价比最高的方案,通过采用标准化与模块化设计,可以有效降低成本。相比定制化设计,标准化设计有助于减少材料浪费,缩短施工周期,从而降低采购与安装成本。例如,预制化管线系统的使用能够减少现场作业,提升施工精度,从而降低人工成本及后期维护费用。设计阶段的成本控制与预算编制的精确性也不容忽视,与造价工程师与施工团队的紧密合作,对于进行详细的成本测算与风险评估至关重要。只有确保设计方案既符合技术要求,又具备经济可行性,才能避免后期可能出现的成本超支问题。

2.2 施工阶段的成本影响因素

施工阶段是机电工程成本支出的核心环节,涉及材料采购、设备安装、人工费用及工期管理等多个因素,这些都会直接影响项目的最终成本。若管理不当,预算超支、工期延误,甚至质量问题可能接踵而至,进一步增加后期维护费用。成本的主要影响因素包括以下几个方面:机电工程所需的材料种类繁多,采购价格、供应链稳定性以及材料损耗都会直接影响项目成本,为了确保材料能够及时采购,并最大限度地减少浪费与损坏,必须制定合理的需求计划,精确管理采购与出入库流程。人工成本控制直接关系到施工费用,施工人员配置、施工组织方式及工期安排都会影响施工效率。若计划不合理,人员浪费、窝工或返工现象将频繁出现进而增加人工成本。因此,合理调配人员、精细化施工计划以及强化现场管理是减少人工成本的关键所在。施工工艺与技术水平同样是影响成本的重要因素,传统手工安装方式往往导致较长的施工周期和高额的返工成本。而采用预制化、模块化施工技术,结合BIM辅助施工能提升施工精度,减少人工需求,同时提高安全性,降低事故风险,从而有效控制成本。进度管理与变更控制对施工成本有显著影响,不合理的进度安排或频繁的设计变更往往会导致返工、材料浪费及工期延误。严格执行计划并建立完善的变更管理流程,可以有效避免不必要的修改,进而控制成本。安全与质量管理的强化同样不可忽视,安全事故及质量缺陷不仅会导致整改费用的增加,还可能造成工期延误。通过加强安全管理与质量检查,能够减少事故的发生与后续维修费用,确保项目按时交付,进一步降低成本风险。

2.3 设备采购与安装阶段的成本影响因素

设备采购与安装阶段在机电工程项目中是成本投入

最为集中的环节,涉及设备选型、采购、运输及安装调试等多个方面。若各环节管理不到位,成本将不可避免地增加,甚至影响项目的整体效益。设备的选型与采购策略直接决定了项目的初期投资及长期运营成本,设备价格差异较大,若选择不当,除了可能导致预算超支,还可能在后期运维中增加额外支出。采购决策时,设备的使用寿命、能效、维护难度等因素必须得到全面评估,以确保长期成本效益的最大化。合理的采购方式与供应链管理对设备成本产生深远影响,集中采购虽有助于降低单价,但也需提前规划,避免因过度采购而导致库存积压。同时,运输、存储及设备交付等供应链环节也需精心安排,避免设备滞留或损坏,进而增加不必要的仓储费用。安装阶段的施工组织与技术管理同样至关重要,安装过程中出现偏差时,除了导致返工,还可能引起工期延误,进而增加人工成本与修正费用。采用预制化、模块化的安装方法,能够提升施工效率,减少人工投入,从而有效降低成本。安全管理与质量控制在成本管理中占据重要地位,不规范操作可能导致设备损坏或施工事故,从而带来更高的维修与安全风险。通过严格执行操作标准并加强人员培训,确保安装质量,能够显著减少后期的维护与修复费用。

2.4 运营与维护阶段的成本影响因素

运营与维护阶段的成本在机电工程项目的经济效益与长期可靠性中起着至关重要的作用,受到设备能效、维护策略、人员管理及技术升级等多个因素的影响。设备的能效与耐用性在长期运行成本中起到决定性作用,若设备的能效较低或质量不稳定,势必会导致更高的能源消耗与更频繁的维修,进而推高运营费用。因此,选择高能效且低故障率的设备,在项目初期便显得尤为重要。在维护策略上,采用预防性与智能运维相比传统的被动维修,可显著控制成本。被动维修常带来较高的突发支出,而智能监测系统能够实时跟踪设备状况,提前识别潜在问题,从而有效降低故障发生率与维修成本。运营人员的管理水平及技术能力同样直接影响项目的运行成本,具备专业技能的运维人员不仅能提升设备运行效率,还能有效减少人为失误带来的额外损失。定期的技术培训及合理的值班人员安排,更能降低人工成本。技术的升级与系统优化也是运营成本的重要影响因素,随着技术不断发展,适时进行设备优化与智能化改造,能够提升整体效率,减少长期运行成本。因此,合理规划技术升级路径,既需考虑短期投入,也应关注长期节约,这是控制运营成本的关键。外部环境因素,如能源价格波动与环保政策变化,也可能对运营成本产生重要影响。项目规划阶段应充分考虑未来政策变化的可能性,并提前制定灵活的管理策略,以应对可能的成本波动。

3 机电工程项目全周期成本动态管理的策略

3.1 项目启动阶段成本管理策略

项目启动阶段是成本管理的起点,合理的策略为后续

各阶段的顺利开展提供了重要保障。在此阶段,精确的预算与成本估算至关重要,需要根据项目规模、设计要求以及市场行情,制定详细的费用预测。此外,还应预见可能的风险因素,如价格波动等,为后续调整留出灵活的空间^[1]。建立有效的成本控制机制是启动阶段的核心。必须设立明确的审批流程与定期核查机制,确保所有支出都在预算范围内,并及时进行偏差调整,避免资金浪费。在项目启动阶段,全面的风险评估同样不可忽视,潜在的技术、市场等各类风险必须被识别,并制定相应的应对预案,从而最大限度地减少不确定性带来的成本增加。此外,选择合适的项目团队与技术方案同样至关重要,通过确保项目管理与技术方案符合实际需求,能够有效优化资源配置,避免不必要的开支。精准的预算编制、有效的成本控制、全面的风险管理与合理的资源配置,共同奠定了项目启动阶段为项目顺利推进与成本有效控制的坚实基础。

3.2 设计阶段成本管理策略

设计阶段在机电工程项目中的成本管理中扮演着至关重要的角色。恰当的成本控制措施能够有效防止后续资金超支与资源浪费。在此阶段,精细化设计和深入的可行性分析显得尤为重要,项目需求与技术方案的全面评估帮助确保设计的合理性与可实施性。通过与施工、采购等相关部门的紧密协作,可能导致成本过高或不经济的设计元素能被及早发现并调整,从而避免后期因设计变更带来的额外费用。材料与设备的选择同样是控制成本的关键环节,设计团队应根据项目需求,选择性能与成本相匹配的材料与设备,避免不必要的高端配置与过度设计。在设备选型时,不仅要考虑初期采购费用,还应综合评估其长期运行与维护成本,以确保整体项目的经济性。设计变更的管控同样不容忽视,频繁的设计变更不仅会引起额外费用,还可能导致工期延误^[2]。为此,必须建立严格的审批流程,确保每次变更都经过充分评估,合理控制变更的范围与频率。此时,设计阶段的成本管理不仅需要注重预算的合理性,还需确保设计方案的稳定性,避免频繁修改对项目产生不利影响。现代技术的应用,尤其是智能化设计,能够在长远来看显著降低运营成本。随着科技的进步,采用先进的设计工具与智能化系统进行优化和模拟,不仅提高了设计效率,还能有效减少资源浪费。通过引入BIM技术,不仅可以优化施工方案,还能预测未来的维护成本,为项目全生命周期提供精准的成本保障。

3.3 施工阶段成本管理策略

施工阶段是机电工程项目中至关重要的成本控制环节,精确的成本管理有助于确保项目按照计划顺利推进,

并有效避免预算超支。为了确保资源得到充分利用,企业应组建专门的成本管理团队,负责对设备、材料及人工成本的监督和控制。通过定期进行成本核算与分析,实时监控项目进展,及时调整管理策略,保证项目按预定预算完成^[3]。在设备与材料的管理方面,机电项目的材料种类繁多,且设备采购通常占据较大费用比例。因此,企业必须加强对价格的管控及对大宗材料、大型设备采购的监督,确保采购价格合理、设备质量达标。严格的出入库管理也是必要的,只有在材料经过质量检验合格后方可使用,以避免因使用不合格材料而导致的返工和浪费。此外,制定科学的材料供应计划,根据项目需求安排合理的采购周期,优化库存管理,减少不必要的二次搬运成本。人工成本的有效管理同样关键,为了确保项目按时、按质完成,企业需要组建一支高素质的项目管理团队,涵盖管理人员、工程师、财务人员等各类专业人才。项目负责人需确保团队的产值高于其工资总额,并通过建立合理的奖惩制度来激励员工。同时,合理安排工作任务,提升施工效率,减少窝工、怠工及返工现象,进而控制人工成本。机械设施与设备的维护管理也是成本控制中的重要部分,尤其是在设备维护成本较高的情况下。企业应积极应用现代信息技术进行设备的定期检查与维护,延长设备使用寿命并提高效率。同时,搭建智能化维修数据平台,实时共享设备状态信息,确保设备始终处于最佳工作状态,以降低维护成本。

4 结语

机电工程项目的全周期成本管理对经济效益至关重要。通过在设计、施工、设备采购、安装及运维等环节的精细管控,项目成本得以高效控制。设计阶段通过优化降低不必要开支;施工阶段通过精确方案和资源调配减少浪费;设备采购与安装阶段确保了性价比;运维阶段通过智能管理降低长期成本。未来,随着技术进步,企业将更加依赖创新技术与数字化工具,以提升成本管理的精准性与灵活性,确保项目的长期可持续性与经济效益。

【参考文献】

- [1] 魏财旺. 建筑施工中机电工程的成本控制管理[J]. 城市开发, 2025(1): 148-149.
 - [2] 刘新宽. 论机电工程项目成本管理策略[J]. 会计师, 2024(9): 49-51.
 - [3] 苏奕炀. 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.
- 作者简介: 郭重阳(1986.9—), 男, 机电专业中级, 籍贯河北。

发电机保护自动校验系统在发电厂的应用

唐捷敏 陈超

南宁康恒环境技术有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要] 发电机保护自动校验系统通过自动化技术实时检测发电机保护装置的工作状态, 替代了传统的人工校验方式。该系统能够提高发电机的安全性和可靠性, 减少停机时间, 并提升整体运行效率。虽然目前该系统在应用中已取得一定进展, 但仍面临一些技术挑战。未来, 随着技术的发展, 自动校验系统将在发电厂中发挥更大作用, 推动电力系统的智能化和自动化。

[关键词] 发电机保护; 自动校验系统; 发电厂; 技术应用

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16387

中图分类号: TM07

文献标识码: A

Application of Generator Protection Automatic Verification System in Power Plants

TANG Jiemin, CHEN Chao

Nanning Kangheng Environmental Technology Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: The automatic verification system for generator protection uses automation technology to detect the working status of the generator protection device in real time, replacing the traditional manual verification method. This system can improve the safety and reliability of the generator, reduce downtime, and enhance overall operational efficiency. Although the system has made some progress in application, it still faces some technical challenges. In the future, with the development of technology, automatic verification systems will play a greater role in power plants, promoting the intelligence and automation of the power system.

Keywords: generator protection; automatic verification system; power plant; technical application

引言

在全球能源需求持续上升、电力系统结构日益复杂的背景下, 发电厂的运行环境正面临前所未有的压力。如何保障发电机等核心设备的安全、稳定运行, 已成为确保电力系统平稳运行与提升电厂运营效率的关键所在。作为发电系统中至关重要的设备之一, 发电机的保护系统直接关系到整个电厂的安全性与经济效益。然而, 传统的保护手段主要依赖人工检测与定期维护, 在设备种类日益多样、运行条件日趋复杂的现代电力系统中, 已显得愈发力不从心。为了提升保护系统的响应能力和准确性, 发电机保护自动校验系统应运而生。该系统能够自动对保护装置进行校验和状态监测, 实时评估其工作性能, 包括动作的灵敏度、准确性及稳定性, 从而在设备发生异常时迅速做出反应, 有效避免设备损坏或非计划停机的风险。通过自动化手段强化保护系统功能, 不仅提升了设备的运行可靠性, 而且显著降低了人工干预的频率, 优化了整体运维流程。本文将围绕发电机保护自动校验系统在电厂中的实际应用展开研究, 系统分析其设计原理、运行机制及实际效果。研究过程中, 系统的技术优势与应用价值将在提升保护性能、优化管理方式、降低运维成本等多个角度进行评估。同时, 结合电力行业智能化发展的趋势, 进一步探讨该技术在未来智能发电厂中的发展潜力与拓展路径。

1 发电厂保护自动化系统的必要性

发电厂保护自动化系统是一种综合性系统, 融合了自动化技术、电力电子技术和信息技术, 旨在实时监控发电厂设备的运行状态, 及时发现并处理潜在的异常情况, 从

而确保发电厂的安全稳定运行。在当前电力需求日益增加的背景下, 任何设备故障都可能引发供电中断, 进而对社会经济生活造成严重影响。因此, 高效可靠的保护自动化系统已成为发电厂不可或缺的重要组成部分。

2 发电机保护自动校验系统的设计

2.1 系统设计需求与目标

发电机保护自动校验系统的设计初衷, 源于发电厂对设备运行安全性的高度关注以及电力系统对稳定性提出的严格技术标准。随着电力工业的持续发展, 发电机作为电厂中最为关键的设备之一, 其保护系统的稳定性与可靠性, 已成为影响整个电厂运行安全和经济效益的核心要素。以往, 依赖人工手段进行保护校验, 不仅操作效率偏低, 还容易受到人为误差的干扰, 导致检测结果偏差, 从而影响保护系统的实际响应能力和故障处理水平。基于此背景, 引入自动化保护校验技术显得尤为迫切。该系统旨在通过高度自动化的方式, 实时实现对发电机保护装置的持续监测与智能校验, 提升异常识别的及时性与故障响应的有效性, 最终达到对发电机电设备的全面保护^[1]。在系统设计过程中, 多个关键要求必须得到满足: 一方面, 系统应具备自主校验能力, 能够在无人工干预的情况下, 自动识别保护设备运行状态是否正常, 并在发现异常时, 自动发出报警或进行参数调整; 另一方面, 系统运行效率需得到保障, 应在极短时间内完成一次完整的校验周期, 并准确反馈结果, 以最大限度地降低潜在风险。

2.2 系统硬件组成

发电机保护自动校验系统的硬件构成, 是实现系统高

效与稳定运行的物理基础,涉及多个关键模块之间的协同配合。核心组件之一为发电机保护继电器,它负责实时感知发电机的各项运行状态参数,如电流、电压及频率等,并在监测到异常时迅速执行对应的保护动作。为了提升继电器检测的精度与系统整体响应的可靠性,系统配置了多种高精度测量设备,包括电流、电压以及功率传感器等,用以持续获取发电机的运行数据。这些实时采集的数据首先被送入数据采集模块进行预处理。该模块的主要任务是将模拟信号转化为数字信号,确保后续的数据处理过程既高效又精确,从而为系统自动校验与决策分析提供可靠的数据基础。在硬件体系中,通信模块的作用不容忽视,它实现了各单元之间的信息交互。通常,选用符合工业标准的通信协议,旨在确保系统内部设备之间具备良好的兼容性和通讯稳定性。中央控制单元,作为系统的指挥中枢,通常采用工业级计算机或嵌入式控制平台来运行复杂的校验算法、处理分析结果并做出决策指令。该单元需与测量装置、保护继电器以及数据采集模块形成有机联动,以保障系统状态的持续监测及保护装置的精准校验。在整体设计中,为了增强系统的可靠性与维护便捷性,还引入了冗余电源、可视化用户界面模块及远程监控接口等辅助硬件。冗余电源设计,能够在主电源发生故障时继续供电,提升系统在极端工况下的稳定性;用户界面模块,为运维人员提供直观的设备状态展示与系统操作平台,使操作更加便捷高效;远程监控接口,则实现了对系统运行状态的远程访问与控制,有助于运维人员快速响应、远程处理故障问题,从而进一步提升发电厂智能化管理水平与运维效率。

2.3 系统软件架构与功能设计

发电机保护自动校验系统的软件架构与功能设计,旨在实现对保护装置的高效、稳定校验,并确保系统整体运行的智能化与可靠性。在软件结构方面,通常采用模块化与分层架构,使得各功能模块之间保持较强的独立性,从而提高系统的灵活性及后期升级的可扩展性。数据采集与预处理单元是系统的关键模块之一,它负责持续监控保护装置的运行状况。该模块能够从保护继电器、传感器等硬件设备中获取实时数据,并对数据进行初步清洗、格式转换与有效性筛选,以保证后续处理的精准性。接着,自动校验模块根据预设的算法模型,对获取的数据进行深度解析,执行对保护装置的综合性校验,包括性能检测、触发判定与动作响应验证等环节。若异常被检测到,系统将立即生成报警信息,并自动记录相关运行数据,为运维人员后续的诊断与分析提供详实依据。在功能设计层面,系统不仅需要完成常规的自动化校验任务,还应具备强大的故障诊断能力。通过内置的分析逻辑,校验失败的原因可以被智能识别,问题发生的位置被准确定位,并给出针对性的修复建议。此外,系统还应支持灵活的校验规则配置,使得用户能够根据不同类型发电机与保护设备的技术特性,调整校验标准与处理流程,从而适应多样化的现场运

行环境^[2]。为保障系统运行的安全性与操作的规范性,软件设计中还应集成完整的权限控制机制,确保不同等级的用户能够在授权范围内进行操作。

2.4 自动校验算法与模型设计

发电机保护自动校验系统中的自动校验算法与模型设计,是实现系统高效自检与智能诊断的技术核心。该部分的设计重点,在于通过深入解析发电机保护装置采集到的运行数据,自动判断其功能状态是否正常,并确保其在实际应用中的高可靠性与响应能力。在算法构建过程中,全面整合发电机当前的运行工况、保护装置以往的运行记录以及外部环境因素等多项信息,是必要的。为增强判断的准确性,通常采用基于规则的逻辑推理方法与机器学习技术的联合应用方式。通过设定值与实际值之间的动态对比,保护装置的动作灵敏性与响应时效能够有效评估,进而判断其是否符合预期的工作要求。一旦潜在异常被识别到,内置的诊断模型将自动被调用进行进一步分析,明确问题是源于硬件损坏、软件故障,还是参数设定偏差。同时,结构化的故障分析报告将被即时生成,为设备维护与故障排查提供精准的数据支持与处理建议。在模型设计方面,不同类型保护设备之间的差异性以及发电机运行模式的多样化,必须充分考虑。模型需具备良好的通用性与扩展性,以便适配各种现场应用场景。

3 发电机保护自动校验系统的应用

3.1 发电厂自动校验系统的应用背景

发电厂引入自动校验系统的背景,源于电力系统对运行安全与稳定性的高度关注。随着电力工业的持续扩张,能源需求不断上升,发电设备的运行可靠性也被赋予了更高要求,尤其是在核心环节如发电机保护方面,其精度与响应效率已成为影响整体电力系统安全的关键因素。过去,保护系统主要依赖人工定期巡检与维护,但这种方式不仅存在响应滞后、效率较低等问题,还容易受到人为疏漏或主观判断的干扰,难以适应快速变化的运行环境。在这种背景下,自动化校验技术,具备高效识别与智能响应能力,逐渐进入发电厂运行体系,成为提升保护系统实时性与可靠性的重要技术支撑。尤其是在任务关键、负载较重的发电机组中,任何一次保护系统的延误或误判,都会引发大规模电力中断或设备损毁,进而造成严重的经济损失,甚至引发系统性风险。自动校验系统的广泛部署,正是为了解决这一痛点。通过全天候在线监测、功能验证与故障预判,该系统能够有效规避传统模式下常见的隐患,实现对保护装置运行状态的动态掌控。在应用功能方面,自动校验系统不仅能够周期性完成对发电机保护装置的多维检测,还能结合设备实际运行状态进行智能比对,从而识别出潜在性能退化或隐性故障点,提升故障预警的及时性^[3]。与此同时,智能电网与电厂数字化管理的发展,对数据获取与处理能力提出了更高标准,自动校验系统的接入,不仅丰富了电厂运行数据的维度,还在辅助决策、优化维护流程等方面提供了有力支持。

3.2 自动校验系统的工作原理

发电机保护自动校验系统的运行机制,主要依赖于实时数据的持续采集、信号处理以及分析比对等多个环节的有机协作。通过与发电机的保护装置及其配套传感器建立稳定连接,系统能够获取如电流、电压、频率、温度等关键参数的实时运行数据。这些信息由系统内置的监测模块实时传输至核心校验平台,进入后续的解析与判断流程。在分析阶段,采集到的数据根据预设的标准模型进行深度比对,系统验证保护装置在实际运行中是否能够精准快速地响应各种异常工况。整个校验过程涵盖多个维度,包括对保护功能的有效性验证、响应时延的检测以及参数设定的合理性审查等,旨在全面评估保护系统在不同运行环境下的稳定性与准确性。一旦检测到某项保护功能响应滞后或数据偏离预设值,报警机制将立即被触发,故障定位模块也会结合问题的来源,为维护人员提供明确的处理依据。为了进一步提高校验工作的准确度与智能化水平,自适应学习机制被引入系统中,该机制基于历史运行信息与典型故障特征进行优化。通过持续优化算法与动态调整校验参数,系统能够适应发电设备在长期运行过程中性能变化所带来的影响,确保结果的可靠性。

3.3 系统的运行效果与优化分析

发电机保护自动校验系统在实际运行中的成效,主要表现为保护装置的准确性、稳定性及响应效率的显著提升。通过持续监测保护设备的工作状态,该系统能够确保其在多种运行条件下快速识别故障并做出合理响应,从而有效避免因保护失灵而引发的设备损坏或非计划停机等问题。在工程实践中,借助实时数据的动态分析与模型比对,系统能够及时识别诸如误动作、响应延迟或保护功能失效等潜在隐患。与传统依赖人工巡检和定期测试的方式相比,自动校验系统不仅极大地减少了所需的时间与人力资源,还在精度和检测效率方面取得了质的飞跃,保障了发电机组的持续稳定运行。从性能优化的角度来看,基于不断积累的运行数据,系统借助算法自适应机制,实现了对不同运行状态与工况参数的灵活调整,使校验过程更加契合设备的实际负荷条件。与此同时,内嵌的自学习功能,能够基于历史数据开展典型故障模式分析,从而增强对异常状态的识别能力,降低误判与漏检的概率,提升了整体校验的智能化水平。此外,随着系统功能的逐步完善,其校验频率和适用范围也在不断扩展,不仅覆盖更多种类的保护功能,还能适应复杂多变的运行环境。

4 发电机保护自动校验系统的未来发展趋势

发电机保护自动校验系统在未来的发展方向,将重点体现在智能化、集成化及网络化等多个层面。随着人工智能、物联网、大数据等前沿技术的不断演进,系统的智能水平将持续提升。借助自学习机制与自适应算法,未来的校验系统将能够自动调整检测流程,动态优化校验逻辑,从而在故障预判与识别方面实现更高的精准度。基于历史运行轨迹与实时采集数据的深度融合分析,潜在风险和运行异常状态将被系统更准确地识别,在降低误报警与漏报警

概率的同时,进一步增强保护功能的稳定性与精准性^[4]。伴随智能技术的逐步渗透,校验系统也将具备更强的自主诊断与风险预测功能,能够在设备运行初期捕捉可能存在的隐患,并提前发出预警信号,从而助力电厂提升预防性维护与系统管理效率。集成化发展趋势也将逐步显现。未来的自动校验系统将发电厂现有的自动化平台实现深度融合,构建统一的智能管控体系。通过系统间的高效联动,保护功能的校验平台不仅限于此,还将扩展至调度管理、设备运维、运行状态监测等多个维度,实现在跨系统数据的互联互通与资源配置的最优化。这种高度集成不仅能够消除传统的信息孤岛现象,还将提升整体应急响应能力与管理协同效率。在网络化方面,远程接入和集中控制将成为常态,特别是在大型发电企业或跨区域电网结构中,分布式数据采集与集中式管控模式将由系统支持。通过网络平台,保护装置的运行状态及校验结果将得以实时掌握,运维人员即便身处异地,也能方便地进行远程操作、故障识别与策略调整。同时,云计算与大数据技术的加入,将极大增强系统在数据处理与决策分析方面的能力,支持大规模数据的快速存储、分类管理与智能分析,全面提升发电厂智能决策的反应速度与科学性。

5 结语

发电机保护自动校验系统的推广应用,显著增强了发电厂在设备保护与运行维护方面的能力。借助自动化校验技术与实时状态监控,潜在故障隐患能够高效识别,并在短时间内响应,有效减少人为干预带来的操作失误及响应滞后问题,从而全面提升电厂运行的安全性与稳定性。随着相关技术的持续演进,未来此类系统有望进一步融合更强的数据处理能力与智能分析模块,不仅实现对设备状态的精准监测,还可基于大数据进行预测性维护,提前预判故障趋势,并指导维护策略的制定。智能化功能的不断拓展,将助力发电厂在管理与运维上逐步实现高度自动化,优化工作流程,降低维护成本。

[参考文献]

- [1]毛雪.发电机保护自动校验系统在发电厂的应用[J].电工技术,2020,12(3):83-84.
 - [2]毛雪,吉艳红.自动校验技术在提升继电保护设备可靠性中的应用[C].江苏:中国电力技术市场协会.2022年电力行业技术监督工作交流会暨专业技术论坛论文集.江苏核电有限公司,2022.
 - [3]秦贵林,侯均明.基于无线传感网络的火电厂发电机组继电保护状态自动监测方法[J].自动化应用,2024,65(12):77-78.
 - [4]余松,曹雄,童志祥,等.一起发电机保护装置闭锁的处理与思考[J].水电与新能源,2022,36(9):33-35.
- 作者简介:唐捷敏(1980.10—),毕业院校:广西大学,所学专业:电气工程及其自动化,当前就职单位:南宁康恒环境技术有限公司,职务:电气专业工程师,职称级别:中级工程师。

风力发电设备运维中存在的问题与优化的措施

王首柱

国能（济南）新能源有限公司河口分公司，北京 100000

[摘要]在“双碳”目标和绿色环保可持续发展战略的推动下，风力发电作为可再生能源领域的关键技术，正迅速崛起。在这一背景下，做好风力发电设备的运行维护工作，对于保障风力发电持续、稳定、安全地供电至关重要。然而，目前国内风力发电设备的运维工作仍面临一些亟待解决的问题。因此，文中探讨风电运维中常见的问题，并针对这些问题提出相应的改进策略。

[关键词]风力发电设备；设备运维；问题与措施

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16400

中图分类号: TM614

文献标识码: A

Problems and Optimization Measures in the Operation and Maintenance of Wind Power Generation Equipment

WANG Shouzhu

Hekou Branch of Guoneng (Ji'nan) New Energy Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract: Driven by the "dual carbon" goal and the strategy of green and sustainable development, wind power generation, as a key technology in the field of renewable energy, is rapidly rising. In this context, it is crucial to ensure the continuous, stable, and safe operation and maintenance of wind power generation equipment. However, the operation and maintenance of domestic wind power generation equipment still face some urgent problems that need to be solved. Therefore, the article explores common problems in wind power operation and maintenance, and proposes corresponding improvement strategies for these problems.

Keywords: wind power generation equipment; equipment operation and maintenance; problems and measures

引言

风力发电，作为清洁可再生能源的关键组成部分，在全球能源结构转型及碳中和目标的推进中，扮演着重要的角色。随着风电技术的不断发展与装机容量的持续增长，风力发电设备的运维管理，已成为保障风电场长期稳定运行与提高经济效益的核心因素。然而，当前风电运维工作面临着诸多困难，主要包括资金投入不足、专业技术人才短缺、管理体系不完善、设备故障频发以及远程监控与智能化水平较低等问题。这些问题导致了设备可利用率的下降，运维成本的上升，严重影响了风电场的高效运营。此外，由于风电设备通常位于高海拔、海上或偏远地区，复杂的运维环境使得传统的运维模式无法满足现代风电行业对于高可靠性、高效率以及低成本运维的要求。因此，如何优化运维策略、提升管理体系、引入先进技术并增强人员能力，已成为业界关注的重点。本文将详细探讨风力发电设备运维过程中常见问题及其诱因，并提出优化方案，以期风电运维工作的改进与可持续发展提供参考。

1 风力发电设备运维工作的重要性

风力发电设备的运维管理，对于确保风电场的稳定运行和提升经济效益，至关重要。作为一种清洁能源，风力发电在全球能源结构优化与碳减排政策推动下，已取得了快速发展。然而，风电机组常年处于高空、高湿、强风等复杂环境中，受到气候变化、地形特点和负载波动的

影响，设备老化、机械磨损和电气故障等问题，往往频繁发生。这些问题不仅影响了机组的发电效率，也缩短了其使用寿命。科学合理的运维管理，能够有效降低故障率，提升风电机组的可利用率，从而保障风电场的安全与高效运行。除了对风电场的经济效益产生影响外，风力发电设备的运维工作，对整个电力系统的稳定性，也具有重要意义。若设备因维护不当频繁发生故障，不仅会导致发电量的下降，降低风电企业的收益，还可能对电网的稳定性构成威胁。因此，高效的运维体系应被构建，设备巡检与监测的力度应得到增强，运维人员的专业技能应不断提升，而智能化手段的引入，亦应优化维护策略。这些措施，都是提升风电场运行可靠性、降低运维成本，并提高风能利用效率的有效途径。

2 风力发电设备运维中存在的常见问题以及主要诱因

2.1 投入的运维资金不足

风力发电设备的运维工作，需持续的资金投入，以支持日常巡检、设备维护、故障修复及备品备件的更换。然而，许多风电场在运维资金投入方面，存在显著的不足，主要表现在运维预算紧张、资金分配不合理以及长期维护资金缺乏保障等问题。风电场的前期建设投入巨大，许多企业为了控制整体成本，在运维环节削减支出，导致设备维护与检修工作无法按计划进行。与此同时，风电行业的盈利模式，主要依赖上网电价收益，而电价受到政策调控

的影响较大。在追求短期利润最大化的情况下,部分企业倾向于优先投资扩建装机容量,而忽视了长期的运维投资。风电设备的运行环境复杂,部分关键零部件,如叶片、主轴承、齿轮箱、发电机等,成本较高。若发生故障,维修与更换的费用,通常较大。许多风电场未在建设初期,建立完善的备品备件储备体系,导致设备损坏时,无法及时更换,从而影响机组的正常运行^[1]。此外,一些风电企业在设备初期过度依赖质保期内的主机厂运维支持,未充分预估质保期后的运维成本,导致设备进入老化阶段时,缺乏足够的维护资金,影响后期运维的顺利开展。从长期来看,运维资金的不足,不仅会降低风电机组的运行效率与可靠性,还可能加剧设备老化,缩短其使用寿命,甚至引发安全事故,从而影响风电项目的经济效益及其可持续发展。

2.2 配备的运维人员短缺

风电涉及多个学科和专业领域,因此运维人员需要具备一定的理论知识和实践技能。然而,由于我国风力发电起步较晚,许多风电场的管理人员大多来自火电或水电行业,缺乏风电领域的相关管理经验,导致运维人员的能力参差不齐,技术人才的培养体系也不完善。这些因素造成了风电设备故障频发,故障处理时间较长,进而影响了风电机组的运行效率。在质保期内,风力发电机组的运维由主机厂负责。然而,随着装机容量的增加,主机厂只能通过调动机械和电气方面的工人来补充风电场的运维队伍,这些人员通常缺乏登高作业等特殊技能和资质,必须经过专业培训合格后方可上岗,这使得运维队伍的稳定性受到影响,也增加了风电场安全运营的风险。质保期过后,风电场需要自行组织运维队伍或外包运维服务。随着风电场规模不断扩大,虽然对运行管理人员的需求增大,但由于投资成本的限制,技术能力足够的运维人员严重不足。此外,风电场的工作环境艰苦,工作负荷重、待遇较低且危险系数较大,这导致运维人员的流动性较高。随着风电后市场对运维人员需求的不断增加,技术人员的局部短缺问题愈加突出。

2.3 管理与技术方面的落后

风力发电设备的运维管理与技术水平,直接决定了机组的运行效率与可靠性。然而,当前我国部分风电场在管理体系和技术应用方面,仍存在较大差距,这直接导致了设备故障率较高、维护效率较低以及整体运维能力滞后。许多风电企业,采用较为传统的运维管理模式,缺乏精细化管理与科学规划,依赖经验判断进行设备巡检与维护,缺乏系统化的数据分析与智能监测手段。设备隐患,往往难以及时发现,甚至出现了“以修代养”的被动维护模式,从而影响了设备的长期稳定性。此外,当前运维技术手段相对滞后,智能化与信息化水平,仍有待提升。许多风电场,未能广泛应用远程监控、智能诊断以及大数据分析等先进技术,仍依赖人工定期巡检,这导致了工作效率较低。尤其在分布式风电场及大规模风电场中,高效的监测和故障预警机制的缺乏,导致了设备故障的定位与排除难度的增大。由于风电行业起

步较晚,国内的运维技术标准尚不完善,缺乏统一的技术规范与质量评估体系^[2]。运维质量,因而在不同风电场之间参差不齐,部分企业在设备维护过程中,存在技术不规范、检修质量不达标等问题,甚至因维护不当而加剧设备损坏。

3 解决运维问题的举措和方法

3.1 运用全寿命周期管理理念,构建合理的运维模式体系

在风力发电设备的运维管理中,引入全寿命周期管理理念,能够显著提升设备的运行效率,减少故障率,并优化整体经济效益。全寿命周期管理,强调对风电设备从规划、设计、制造、安装、调试、运行、维护到最终退役的全过程进行系统化管理,确保设备在各阶段的可靠运行。具体来说,在风电机组的设计与选型阶段,当地的气候、地理环境及风资源特点,应充分考虑,合理选择设备型号,并在前期就建立完善的运维计划与管理体系,为后续高效的运维工作打下坚实基础。在设备运行阶段,传统的“定期维护”应逐步转向“预测性维护”模式,借助智能监测、远程诊断及大数据分析等技术手段,实时掌握设备的运行状态,预测潜在故障趋势,从而优化检修计划,减少突发性故障的发生,提升机组的可利用率。同时,标准化的运维流程与设备健康档案的建立,亦是提升管理水平的重要手段。通过这些措施,系统化的数据管理体系得以形成,为长期运维决策提供有力支持。运维模式的选择,应根据风电场的规模、地理位置及设备类型等特点,进行合理规划。例如,对于大型风电场,可构建集中化的远程运维中心,实现多个风电场的统一监控与管理,从而提高运维资源的调度能力。此外,风电场还可采用自主运维、第三方运维及主机厂运维相结合的模式,进一步提升管理效率及专业化水平。最后,全寿命周期管理理念,强调运维的经济性与可持续性。在进行设备运维时,运维成本、备品备件储备、人工成本等因素,应综合考虑,优化运维投入结构,实现成本与收益的平衡,确保风电场的经济效益长期可持续。

3.2 运用新技术提高运维工作效率和有效监管

在风力发电设备的运维管理中,应用新技术,能够显著提升运维效率与监管能力,降低设备故障率,从而提高风电场的整体运行水平。随着物联网、大数据、人工智能(AI)、无人机巡检、数字孪生及远程监控等技术的飞速发展,风电运维正朝着智能化、数字化及自动化的方向转型。风电场,可通过构建基于物联网和大数据分析的智能监测系统,来提高运维管理水平。在这一系统中,各类传感器被广泛应用,以实现对风电机组关键部件(如叶片、齿轮箱、发电机、主轴承等)的实时监测。系统,能够采集包括振动、温度、负载、电流、电压等在内的关键数据,并利用 AI 算法进行数据分析,预测设备的健康状态,从而及时发现潜在故障,优化检修计划,减少非计划停机的时间^[3]。无人机巡检技术,在风电运维中的应用,也取得了显著进展,尤其是在风机叶片和塔架的检测方面。在高

空及复杂地形的环境中,无人机巡检,不仅比传统人工巡检更安全,还能够利用高清摄像头与红外热成像技术,精确识别叶片裂纹、积冰或雷击损伤等问题,从而提升了运维工作的精准度。此外,数字孪生技术在风电运维中的逐步应用,使得风电机组的虚拟模型与实时运行数据得以结合。这种技术,能够模拟设备状态,进行故障预测与寿命评估,甚至在虚拟环境中测试不同的运维方案,从而优化维护决策,进一步提高运维效果。远程监控与智能诊断平台的建设,使得运维人员能够在控制中心实时监测多个风电场的运行状态。通过这种方式,不仅可以进行远程故障诊断,还能加快决策速度,减少现场维护的工作量。此外,借助AI与5G通信技术,智能机器人可用于风机内部巡检与电缆检查,极大降低了人工运维中的高风险作业,进一步提升了运维的安全性与效率。

3.3 全面提高运维人员的技能水平

风力发电设备的运维工作,涉及多个学科领域,包括机械、电气、自动化、通信等,这对运维人员的技能水平提出了较高要求。全面提升运维人员的专业能力,已成为确保风电场高效、安全运行的重要措施。目前,风电运维行业,面临着专业技术人员短缺、技能水平参差不齐及培训体系不完善等问题,这直接影响了设备的维护质量和故障处理效率。因此,建立系统化的运维人员培训机制,至关重要,以提升其专业技能及安全作业能力。完善的职业培训体系,是提升运维人员能力的基础。培训计划,应根据不同经验水平进行分层次、模块化设计,内容涵盖基础理论、设备巡检、故障诊断、维修操作等,同时加强高空作业、安全规范及防雷防电等方面的知识培训,确保人员具备必要的安全作业资质。此外,实操训练,是提高运维能力的重要手段。通过仿真模拟、虚拟现实(VR)技术等现代教学手段,运维人员,能够在虚拟环境中进行风机检修、叶片维护、故障排查等操作演练,从而提高动手能力及应急响应能力。为进一步提升运维队伍的专业化水平,风电行业的职业技能认证体系,亦可构建,实行运维人员等级考核制度,通过认证促进行业标准化。同时,企业与高校、科研机构合作,应当鼓励,推动产学研结合,为行业培养高素质的技术人才。此外,大数据与远程监测技术的应用,能够帮助运维人员实时获取设备的运行状态信息,从而提升故障分析与预测性维护的能力。风电企业,还应鼓励跨企业、跨地区的技术交流,分享先进的运维经验与技术创新成果。这些措施,将推动整个行业运维能力的提升,促进风电运维水平的持续优化。

3.4 提高现场处理问题的能力

在风力发电设备的运维过程中,现场处理问题的能力,对于风机长期稳定运行、减少故障停机时间以及降低经济损失,至关重要。风电场,通常位于交通不便、自然环境恶劣的地区,如高原、山区、沙漠或海上,运维人员,在

面对突发故障时,需要具备快速响应、精准判断和高效处置的能力,以最大限度减少因故障造成的发电损失。提升运维人员的技术水平,是关键,这要求他们深入掌握风机核心部件(如叶片、齿轮箱、发电机、变桨系统、控制系统等)的工作原理、常见故障及排查方法,以增强独立诊断和维修的能力,减少对外部专家的依赖。此外,系统化的故障处理标准及现场应急预案,应该制定。针对不同类型的故障,如电气系统短路、主轴轴承润滑异常、风机振动超标等,明确的操作规范,必须有,以保证运维人员在紧急情况下能够迅速采取有效措施,防止事态扩大^[4]。现代信息技术的应用,如远程监控、智能故障诊断和移动终端运维管理系统,能够帮助现场人员实时获取设备运行数据,并与技术团队保持紧密联系。借助专家系统,问题能够快速分析,提高现场维修决策的准确性。这些技术的支持,优化故障处置过程,减少维修时间,有着重要作用。在物资管理方面,必须优化现场运维的备品备件管理体系,确保关键零部件(如轴承、润滑油、传感器、螺栓等)能够迅速调配到位,避免因物料短缺影响维修进度。此外,运维团队的协作机制,也需要完善,区域联动支援体系,应该建立,以便在重大故障发生时,能够及时调配周边风场或第三方技术力量进行支援,从而提升整体维修效率。

4 结语

风力发电设备的运维管理,在推动风电行业可持续发展及提升风电场经济效益方面,具有关键作用。尽管当前风电运维工作,面临资金不足、技术滞后、人员短缺等一系列挑战,但随着智能化、数字化技术的不断进步,以及管理体系和培训机制的逐步完善,这些问题,通过多项优化措施,是可以得到有效解决的。通过加强全生命周期管理,应用新技术,提升运维人员的技能水平,并增强现场应急处理能力,设备的运行效率能够显著提高,故障发生率得以减少,运维成本得以降低,从而为风电产业的高质量发展奠定坚实基础。展望未来,随着技术的不断进步和行业经验的积累,风电运维,将朝着智能化、精细化、专业化的方向发展,为全球能源转型目标的实现提供有力支持。

【参考文献】

- [1]曹占有.风力发电设备运维存在的问题及改进探讨[J].中国设备工程,2025(1):70-72.
 - [2]朱洪喜.风力发电设备运维中存在的问题与优化措施[J].光源与照明,2024(2):180-182.
 - [3]庄甦.浅析风力发电设备运维存在的问题与改进措施[J].中国设备工程,2021(3):38-40.
 - [4]张瀚文.山地风力发电设备安全安装技术要点分析[J].电气技术与经济,2024(3):129-131.
- 作者简介:王首柱(1987.9—),毕业院校:毕业济南大学,公共事业管理专业,当前就职单位:国能(济南)新能源有限公司河口分公司,运检班长,工程师。

城市土地规划与可持续发展的协同发展路径研究

朱亚攀

陕西地矿第三地质队有限公司, 陕西 宝鸡 721000

[摘要]城市土地规划与可持续发展是现代城市化进程中的关键议题,合理的土地规划能够有效促进资源的合理利用和环境的可持续发展。通过综合考虑土地资源的生态、社会和经济效益,提出协同发展的路径策略。基于区域发展特点和土地利用现状,优化土地规划,推动绿色建设与节能减排目标的实现。实施智能化土地管理和利用方式,促进土地的高效配置与空间功能的多元化利用。加强政府政策引导与市场机制的结合,形成可持续发展的协同效应。

[关键词]城市土地规划;可持续发展;协同发展;绿色建设;节能减排

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16351

中图分类号: TU984

文献标识码: A

Research on the Collaborative Development Path of Urban Land Planning and Sustainable Development

ZHU Yapan

Shaanxi Geological and Mineral Third Team Co., Ltd., Baoji, Shaanxi, 721000, China

Abstract: Urban land planning and sustainable development are key issues in the process of modern urbanization. Reasonable land planning can effectively promote the rational use of resources and the sustainable development of the environment. By comprehensively considering the ecological, social, and economic benefits of land resources, propose a path strategy for coordinated development. Based on regional development characteristics and land use status, optimize land planning, and promote the achievement of green construction and energy conservation and emission reduction goals. Implement intelligent land management and utilization methods to promote efficient allocation of land and diversified utilization of spatial functions. Strengthen the combination of government policy guidance and market mechanisms to form a synergistic effect of sustainable development.

Keywords: urban land planning; sustainable development; collaborative development; green construction; energy-saving and emission reduction

引言

随着城市化进程的加速,土地资源的紧张和环境问题日益突出,如何在有限的土地上实现可持续发展成为亟待解决的核心问题。有效的城市土地规划不仅关系到资源的合理配置,还影响到社会、经济及生态系统的平衡。当前,传统的土地利用方式面临着日益严峻的挑战,需要创新的解决路径来推动土地资源的高效利用与环境的协同保护。通过优化土地规划和管理,结合绿色建筑、节能减排等措施,可以实现城市发展与环境保护的双赢。

1 城市土地规划现状与存在问题分析

1.1 城市土地规划现状

近年来,随着城市化进程的加速,城市土地规划在资源管理与环境保护方面发挥着至关重要的作用。现有的城市土地规划多以经济发展为导向,倾向于以最大化土地开发利用效率为目标。然而,许多城市面临土地资源紧张、生态环境恶化的问题,土地利用不均衡现象尤为突出。大部分城市区域的土地开发过度,尤其是在交通、居住等主要功能区,导致土地资源的高度集中和过度开发。

现行的城市土地规划多依赖传统的规划模式,缺乏灵活性与适应性,未能充分考虑城市不同区域的生态环境、社会需求及经济可持续性。这种传统规划方式容易忽视环

境承载力,导致城市在快速发展过程中遭遇土地资源短缺、环境污染、绿地缺乏等一系列问题。同时,土地的粗放式利用使得许多城市在面临自然灾害、气候变化时,难以应对带来的压力和挑战。

1.2 存在的问题分析

尽管城市土地规划在一定程度上推动了城市建设与发展,但其面临的困境和问题不容忽视。首先,土地资源的短缺已成为限制城市发展的关键因素之一。随着人口持续增长,城市空间的需求不断攀升,造成了土地开发的过度依赖,使得城市面临土地使用不合理、资源浪费严重的局面。其次,许多城市的土地利用规划仍然侧重短期经济效益,忽略了对生态环境的保护和可持续发展的考虑。土地开发往往导致生态破坏,增加了环境污染和资源消耗,甚至加剧了城市热岛效应等环境问题。

另外,现有的土地规划制度缺乏系统性与灵活性,政策执行过程中存在较大差异,导致城市发展与土地管理的协调性差。地方政府在土地规划与使用过程中,往往存在信息不对称与利益导向不同的现象,导致土地开发与城市发展的目标不一致,难以实现城市土地规划的可持续发展。此外,传统规划手段多重视物理空间的布局与建设,未能有效融合社会需求与环境因素,造成土地资源的浪费与生

态环境的持续恶化。

因此,破解这些问题需要在城市土地规划中引入更加科学与综合的考量因素,采用协同发展与可持续性的路径来实现土地资源的高效利用与生态环境的保护。

2 可持续发展理念在城市土地利用中的融合机制

2.1 可持续发展理念与城市土地利用的关系

可持续发展理念强调经济、社会和环境三者的和谐共生,尤其是在土地利用过程中,这一理念尤为重要。城市土地作为有限资源,其规划与利用直接影响到资源的合理配置和生态环境的保护。可持续发展理念的引入,要求在土地利用过程中不仅关注经济效益,还要考虑生态保护与社会需求的平衡。

在土地利用过程中,采用可持续发展理念能够促进资源的高效使用与再生,避免土地资源的过度开发。通过优化土地的功能区划,合理布局城市各项基础设施和生活空间,不仅有助于减少土地浪费,还能够为生态环境的恢复与发展提供空间。因此,城市土地利用的可持续性不仅仅体现在绿色建筑、节能减排等具体措施上,更应关注土地利用的全生命周期,从规划、开发、利用到废弃,形成一个完整的生态循环。

2.2 融合机制的构建:政策引导与市场机制结合

在城市土地利用中实现可持续发展,首先需要政府通过有效的政策引导。政府可以通过制定合理的土地政策和法规,规范土地市场的行为,控制过度开发和资源浪费。政策引导不仅可以确保土地资源的合理配置,还能够通过生态补偿机制促进生态恢复与保护。

同时,市场机制的参与也能有效推动可持续发展的落实。通过引入市场化的土地交易模式,优化土地利用的经济效益,促进节约型社会建设。例如,通过土地出让价格的调整,政府可以引导市场开发商在开发土地时考虑环境保护与绿色建设的需要,从而实现经济效益与环境效益的双重目标。此外,政府还应鼓励社会资本投入到绿色城市建设中,推动智慧城市建设、绿色建筑的推广等项目,为可持续发展提供更为有力的支持。

2.3 技术创新与智能化管理的支撑作用

技术创新和智能化管理在实现可持续城市土地利用中扮演着越来越重要的角色。通过大数据、云计算等技术,可以对土地资源进行精准的监测和评估,科学规划土地利用。智能化的土地管理系统不仅可以帮助政府及时掌握土地的利用现状,还能为城市发展提供数据支持,优化土地配置。

此外,绿色建筑技术和生态修复技术的应用,是实现可持续发展的重要工具。通过在建筑设计中融入节能、环保、绿色材料等理念,可以大大减少土地开发对环境的负面影响。同时,土地开发过程中,技术创新能够帮助减少对生态系统的破坏,提升土地的长期承载能力。

3 协同发展视角下的城市土地资源优化策略

3.1 城市土地资源的综合规划与合理布局

在协同发展的视角下,城市土地资源的优化不仅依赖于单一的土地利用方式,而应通过综合规划与合理布局实现最大化的效益。土地利用必须考虑不同功能区之间的协调与互补,科学划分居住、商业、工业、绿色空间等功能区域,避免过度开发或资源浪费。

此外,通过多元化的空间利用方式,可以实现土地资源的高效利用。在城市规划中,引入垂直发展和地下空间的利用,将有效缓解城市土地紧张的问题。通过提高土地的垂直利用度,能够最大程度地利用有限的土地空间,实现土地的高效配置。土地的多功能利用也是优化策略的一部分,如同一区域可以兼具商业、文化和生态功能,提高土地使用价值。

3.2 绿色生态建设与城市土地利用的协调发展

绿色生态建设是协同发展中重要的一环,在城市土地资源优化过程中,推动生态友好的建设与规划是至关重要的。土地开发过程中应严格遵循绿色生态标准,避免对生态环境造成不必要的破坏。采用绿色建筑、可再生能源利用、雨水收集等技术手段,不仅能提高土地利用的可持续性,还能改善城市环境质量。

生态修复与保护也应纳入土地规划的关键环节,特别是针对城市中的废弃地、低效利用地,进行生态修复,提高其土地价值。同时,通过加强绿色基础设施建设,如城市绿道、湿地保护区等,可以提升城市的生态功能,提供更多的公共休闲空间。将生态保护与城市发展同步规划,使生态与城市发展形成良性互动,是实现土地资源协同优化的有效途径。

3.3 土地资源的动态监控与智能管理

城市土地资源的优化不仅需要规划和政策支持,还需要在日常管理中加强动态监控与智能化管理。利用现代信息技术,如大数据、物联网和人工智能等工具,可以实现对土地资源的实时监控与智能调度。例如,通过大数据平台分析城市各区域的土地需求、人口密度、经济发展等因素,及时调整土地利用策略,避免过度开发或土地闲置。

智能管理系统能够为城市土地资源的优化提供科学依据,通过建立土地资源数据库,可以对土地的使用情况、生态环境、土地开发进程进行全方位跟踪。此外,智能化的土地管理还可以通过优化土地交易、规划调整等流程,提高政府部门的效率,减少人为因素的干扰,保障土地资源优化的长期可持续性。

3.4 政策协调与市场机制的有机结合

为了实现城市土地资源的优化,政策与市场机制的有机结合至关重要。政府应制定有效的政策框架,推动土地资源的合理配置与使用,同时通过政策工具引导市场行为,确保土地利用与生态保护的双重目标得以实现。政策应鼓

励绿色建筑、节能减排等可持续发展措施的实施,同时加大对低效、闲置土地的利用力度,降低土地开发成本,激发市场主体的积极性。

市场机制能够发挥资金和技术的优势,为土地资源的优化提供动力。通过市场化的土地交易模式,鼓励更多社会资本进入土地开发与生态修复领域,推动高效与绿色的土地开发模式。同时,市场机制的灵活性可以促进土地供需的平衡,减少土地闲置现象,使得城市土地资源得以合理利用和再生。

4 构建城市土地规划与可持续发展的协同推进机制

4.1 政策支持与规划引导的协同作用

构建城市土地规划与可持续发展的协同推进机制,首先需要强有力的政策支持与规划引导。政府应制定与可持续发展目标相一致的土地规划政策,确保所有土地开发活动都能遵循生态保护、资源节约与社会公正的原则。在规划层面,必须引导地方政府与相关部门共同参与,综合考虑不同区域的发展需求、环境承载力及经济潜力,制定长远的土地利用规划,并将生态保护与资源利用最大化作为首要目标。

政策支持的核心在于制定灵活且具有前瞻性的法规。例如,政府可以通过土地出让条件、税收优惠等政策工具,鼓励开发商采用绿色建筑技术和节能环保措施,实现经济效益与环境保护的双赢。同时,规划政策要注重动态调整,根据城市发展变化进行灵活调整,确保土地资源的持续优化利用。

4.2 跨部门协调与利益平衡机制

城市土地规划与可持续发展涉及多个利益主体,包括政府部门、企业和公众等。为了推动协同发展,跨部门协调成为至关重要的环节。政府应当搭建有效的沟通平台,促进不同部门之间的协作,特别是在环境保护、城市建设、交通管理等方面实现信息共享和决策协同。

跨部门协作的关键在于建立利益平衡机制。不同部门在土地开发与环境保护中可能存在不同的利益诉求,如何平衡这些利益,避免短期经济效益压倒长期环境保护目标,是协同推进机制的核心。通过合理的政策设计和资源配置,可以确保各方利益得到有效平衡,从而推动城市土地利用的可持续发展。

4.3 社会参与与公众监督的关键作用

构建协同推进机制还需要社会的广泛参与和公众的积极监督。在城市土地规划与可持续发展的过程中,公众的意见和需求应当得到充分考虑。通过加强公众参与,提高透明度,能够让城市土地开发活动更加公开、公正,避免单一利益群体对土地资源的过度开发。

此外,公众监督的作用也不可忽视。通过建立公众反馈机制,定期评估土地规划的执行效果与社会影响,能够及时发现问题并进行调整。加强社会对土地资源的关切,不仅能提高规划的社会接受度,还能推动政府更加重视环境保护与可持续发展,确保政策措施的有效落实。

4.4 技术创新与数据驱动的支撑作用

技术创新是推动城市土地规划与可持续发展的重要支撑,特别是在大数据、人工智能、物联网等现代技术的应用下,土地资源的管理与利用能够实现智能化与精准化。通过数据平台和技术手段,可以实时监控土地的使用状况、生态环境变化以及各类资源的分布,帮助政府和相关部门制定科学决策。

数据驱动的协同推进机制能够提供准确的土地使用信息和未来发展趋势的预测,为政策调整和资源配置提供有力支持。例如,利用GIS技术进行土地资源空间分析,可以准确评估不同区域的土地开发潜力和环境承载能力,进一步优化土地利用规划。通过技术创新与数据支持,能够提高城市土地利用的精确度与可持续性,为协同推进机制的实施提供保障。

5 结语

城市土地规划与可持续发展的协同推进,是实现城市长远发展与生态保护双赢的关键路径。通过科学合理的土地利用规划、政策引导与市场机制的结合、技术创新的支撑,能够有效优化土地资源配置,推动绿色发展。在此过程中,跨部门协调、社会参与和公众监督发挥着重要作用,确保土地开发不以牺牲环境为代价。未来,随着技术的进步与管理模式的创新,城市土地规划与可持续发展的协同推进机制将更加完善,成为推动城市高质量发展的坚实保障。这一机制不仅有助于资源的高效利用,也为城市的生态文明建设奠定了坚实基础。

[参考文献]

- [1]樊婧.基于城市可持续发展的土地规划[J].城市建设理论研究(电子版),2023(35):13-15.
- [2]程卫华.土地利用规划与城市规划协调探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2024(1):26-28.
- [3]朱健.城市土地利用规划对城市可持续发展的影响[J].上海建材,2024(1):14-16.
- [4]华宇欣.城市土地利用规划与城市可持续发展的整合研究[J].住宅与房地产,2024(4):221-223.
- [5]吕超.土地管理与土地规划的整合及可持续发展策略[J].新农民,2024(13):37-39.

作者简介:朱亚攀(1988.10—),男,长安大学毕业;地质学专业,陕西地矿第三地质队有限公司,项目负责职务,职称级别目前(中级)。

市政工程 EPC 总承包项目管理的难点及应对策略研究

樊新志

河北建设集团股份有限公司, 河北 保定 071000

[摘要]随着城市化进程的加速,市政工程的规模和复杂性不断增加,EPC 总承包模式逐渐成为主流选择。设计、采购与施工环节的整合,使得 EPC 模式显著提升了项目的整体效率,同时有效降低了协调成本。但在实际操作过程中,风险管理、信息流动以及采购等问题,依然对项目的顺利推进产生了不小的影响。特别是在项目的多方协调、资源整合以及外部环境变化等方面,EPC 模式的挑战尤为突出。因此,针对这些管理难题进行深入研究,并优化 EPC 模式的实际应用,无疑具有重要的实践价值。通过完善各个环节的管理与控制,可以有效提升项目执行的质量与效率,确保市政工程项目顺利完成。

[关键词]市政工程; EPC 总承包; 项目管理; 关键难点; 应对策略

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16399

中图分类号: TU4

文献标识码: A

Research on Key Difficulties and Countermeasures in the Management of Municipal Engineering EPC General Contracting Projects

FAN Xinzhi

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

Abstract: With the acceleration of urbanization, the scale and complexity of municipal engineering continue to increase, and the EPC general contracting model has gradually become the mainstream choice. The integration of design, procurement, and construction processes has significantly improved the overall efficiency of the project through the EPC model, while effectively reducing coordination costs. However, in the actual operation process, issues such as risk management, information flow, and procurement still have a significant impact on the smooth progress of the project. Especially in terms of multi-party coordination, resource integration, and external environmental changes, the challenges of the EPC model are particularly prominent. Therefore, conducting in-depth research on these management challenges and optimizing the practical application of EPC mode undoubtedly has important practical value. By improving the management and control of each link, the quality and efficiency of project execution can be effectively enhanced, ensuring the smooth completion of municipal engineering projects.

Keywords: municipal engineering; EPC general contracting; project management; key difficulties; countermeasures

引言

市政工程在推动城市化进程中占据着至关重要的地位,特别是在项目规模与复杂度日益提升的背景下,传统管理模式逐渐无法满足现代化的需求。作为一种集成化管理方式,EPC(工程、采购、施工)总承包模式在提升市政项目的效率与质量方面展现出显著的优势。尽管如此,EPC 模式在实际应用中仍面临众多挑战,涵盖了风险管理、信息沟通、供应链管理等多个方面。有效应对这些挑战,已成为确保项目成功的关键所在。

1 市政工程 EPC 总承包模式概述

市政工程 EPC(工程、采购、建设)总承包模式,作为一种将设计、采购与施工整合为一体的综合性项目管理方式,在项目管理领域具有重要地位。在这一模式下,承包商不仅负责设计、设备采购与施工的各个环节,还肩负着整个项目的全面管理与协调责任。通过将所有工作纳入同一合同框架,EPC 模式显著提升了工程效率、缩短了工期,并有效降低了项目风险,特别适用于复杂且跨专业的市政基础设施项目,如道路、桥梁、排水及供水等。与传

统的分包模式相比,EPC 总承包模式在多个方面展现出明显优势。设计与施工环节的紧密结合,有效减少了两者的冲突与矛盾,优化了资源配置,进一步确保了项目进度的可控性。项目初期,承包商便参与设计,确保设计精准、采购合理,从而为顺利施工奠定了坚实基础。同时,EPC 模式清晰界定了业主与承包商的职责,减少了信息传递的滞后与责任推诿现象,从而增强了项目的协调性与执行效率。尽管该模式具备诸多优势,实施过程中仍面临一定挑战。项目涉及的环节与责任方繁多,对管理协调的要求更为严格。任何一个环节的疏漏,都有可能工程延期或超支的风险。此外,EPC 模式对承包商的综合能力要求较高,除需具备扎实的技术管理能力外,还需在采购、合同管理与风险控制等领域积累丰富经验。各方紧密合作与精准执行,正是成功实施 EPC 总承包模式的关键所在。

2 市政工程 EPC 总承包项目管理中的关键难点

2.1 项目风险管理难点

市政工程 EPC 总承包项目的风险管理面临诸多挑战,

特别是在项目规模庞大、涉及领域广泛以及参与方复杂的背景下。项目本身的复杂性带来了多种潜在风险,从设计到施工的每一环节,都可能出现无法预见的问题。例如,设计与施工阶段之间的信息不对称,可能导致修改的重复,进而影响整个工程的进度和预算。同时,项目所面临的外部环境因素,也对风险管理构成威胁。政策法规的变动、自然灾害或突发公共事件等,往往会在无形中加剧项目的不确定性。EPC 模式将设计、采购及施工责任集中于同一承包商,虽然这种整合管理提升了效率,但也使得风险管理的复杂性大大增加。在项目实施过程中,承包商需要协调多个环节,处理来自不同方面的利益冲突,如设计更改、材料采购延误及施工中的技术问题。如果某一环节的管理不到位或未及时应对问题,便可能引发一系列连锁反应,最终影响整个项目的进度与质量。资金流动问题也是市政工程项目风险的一个重要组成部分,市政工程通常需要大量资金投入,资金的及时到位与合理使用对于项目的顺利推进至关重要。若资金链出现问题,项目的推进可能会停滞,甚至导致工期延误或停工,从而对整个工程产生严重影响。

2.2 信息不对称与沟通问题

在市政道路工程的 EPC 项目管理中,信息不对称问题尤为突出。项目涉及的方面广泛,参与方众多,使得信息流通和共享时常受到制约。特别是在大型市政道路工程中,涉及的各方包括业主、设计单位、承包商、供应商等,每个环节都牵涉到大量的数据和信息。由于各方管理水平不同,信息系统也各异,往往会出现信息孤岛现象。不同承包商和单位间的数据无法实现有效对接,导致信息滞后或缺失。这种情形不仅妨碍了及时决策,还可能导致错误的判断,进而影响项目的进度和质量。在如此庞大的信息流量和众多任务的背景下,项目建设任务的协调变得尤为困难。信息不对称及沟通不畅,直接导致了各方缺乏足够的协作,甚至出现重复劳动或返工的现象。这不仅增加了项目成本,还大大延长了工期。尤其是在 EPC 总承包模式下,所有任务由承包商统筹管理,信息流的不畅使得任务协调和资源调配更加复杂,进一步降低了项目管理的整体效率。有效的信息流通与良好的沟通机制的缺失,直接制约了项目的顺利实施。

2.3 采购管理与供应链问题

在市政道路工程的 EPC 总承包项目管理中,采购管理与供应链问题是至关重要的环节。合理的采购管理不仅对控制项目成本至关重要,还深刻影响项目的质量保障与进度控制。有效的采购策略能够在确保质量的同时,帮助项目降低不必要的开支,满足施工过程中对设备与材料的需求。然而,实际操作中,采购管理面临着诸多挑战。设备采购方面的问题尤为突出,市政道路工程的设备采购量通常较大,且种类繁多,这增加了采购与需求之间的不匹配

风险。供货延迟或库存不足可能导致设备未能按时到达施工现场,从而影响施工进度。更严重的是,采购时未充分规划设备需求,往往造成设备过剩,这些过剩设备在施工现场堆积,占用有限的施工空间,还可能引发一系列安全隐患。过多的设备堆放不仅妨碍现场交通,还可能导致仓库拥堵,甚至引发如仓库爆炸等安全事故。此外,设备的过剩会影响施工设备的维护管理,降低资源利用率。供应链管理同样面临挑战,市政工程项目周期较长,涉及的环节复杂,任何一个环节的延误都可能波及到整个供应链的稳定。供应链中出现任何断供或延误,都会直接影响项目的进度,进一步导致成本的增加。

3 市政工程 EPC 总承包项目管理的应对策略

3.1 风险管理对策

在市政工程 EPC 总承包项目中,风险管理的作用至关重要。为了有效应对可能出现的各种风险,必须在项目初期建立一套全面的风险识别与评估体系。通过对项目特点的深入分析,潜在的风险源能够被识别出来,尤其是在设计、采购、施工等关键环节中,如时间延误、成本超支以及技术难题等。在评估过程中,除了考虑已知的风险外,还应应对不可预见的潜在风险进行预测,并应及时制定应急预案,确保能够在突发状况下迅速应对。项目的成功与否,与跨部门的协作与信息共享密切相关^[1]。在市政工程项目中,各方参与者需实时共享关键信息,涵盖项目进展、成本变动及质量问题等,以便快速发现潜在风险并采取相应措施。为了提高风险响应的速度与准确性,管理团队应加强与各参与方的沟通与协调,确保信息的流畅传递。现代项目管理技术的应用,如大数据分析 with 人工智能,能够精准预测风险,提高风险管理的前瞻性与执行力。灵活性与应变能力同样是成功管理风险的关键要素,面对不可控的外部风险,如政策变化或自然灾害,项目管理团队应具备及时调整策略的能力,以最大限度地减少对项目的负面影响。通过动态调整项目计划与资源配置,可以有效应对突发风险,避免潜在的损失。在项目执行过程中,定期进行风险回顾与评估至关重要,这不仅能确保所有潜在风险得到持续监控,还能在需要时及时采取有效的干预措施。通过多层次的风险管理对策,市政工程 EPC 项目的应对能力将得到显著提升,确保项目能够在不断变化的环境中稳定推进。

3.2 信息共享与沟通机制建设

在市政工程 EPC 总承包项目中,构建一个有效的信息共享与沟通机制是提高项目管理效率与协调能力的关键。为了确保各方能准确、及时地获取所需信息,建立一个统一的信息平台显得尤为重要。通过此平台,设计、采购、施工等各环节的数据将实时更新并共享,使项目团队能够迅速访问关键文档、进度报告、质量控制数据等,从而避免因信息滞后或不准确而导致的误操作和项目延误。沟通

机制的顺畅运作也同样至关重要,市政工程项目参与方众多,各承包商、设计单位、供应商等在不同环节中具有不同的信息需求和优先级,这就要求必须设立清晰的沟通流程^[2]。无论是日常工作汇报,还是在项目进度、质量、安全等方面的重大决策,所有信息都应通过定期会议或协作平台进行有效传达与反馈,确保每个环节都能及时获得所需的信息支持,从而提升决策效率与准确性。为了进一步加强沟通与信息共享,先进的信息技术工具的引入尤为重要,如项目管理软件、移动通信工具等。这些工具不仅提高了信息传递的速度,而且能够实时跟踪项目的各项指标,确保各方参与者能够即时掌握项目动态并迅速做出响应。通过完善这一机制,信息孤岛现象得以有效打破,整体项目管理水平显著提升,从而确保项目能够按预定计划与质量标准顺利完成。

3.3 采购与供应链管理优化

在市政工程 EPC 总承包项目中,优化采购与供应链管理是确保项目成本控制、质量保障与进度推进的关键因素。精准的采购规划与需求预测至关重要,以避免物资短缺或过度采购的现象。通过科学制定采购计划并实施高效的库存管理系统,确保每项物资在正确的时间、地点和数量到达,从而有效减少不必要的存储成本与搬运费用。供应链管理的优化核心,在于提高供应商选择与管理的效率,通过选择信誉良好、实力雄厚的供应商并与其建立长期稳定的合作关系,能够确保材料与设备的及时供给与质量保障^[3]。同时,保持与供应商的密切沟通与协调,建立信息共享机制,透明度的提高有助于各环节间的高效协作,避免因信息不畅或沟通不及时所导致的延误与风险。在现代技术的支持下,借助物联网、大数据分析等手段,供应链各环节的动态可实时监控与追踪,潜在的风险或瓶颈能够提前发现,进而及时调整采购计划与供应链策略。这样不仅提升了供应链响应的速度,还能在突发事件中迅速调整资源与流程,最大程度地减少损失。通过实施这些优化措施,采购与供应链管理能够有效降低成本,提升施工效率,确保市政工程 EPC 项目能够顺利完成。

3.4 完善法律法规与合同管理

在市政工程 EPC 总承包项目中,确保项目顺利推进的关键在于健全的法律法规与合同管理体系。项目的法律框架必须清晰且全面,涵盖所有可能影响进展的法律事项,如土地使用、环境保护、施工安全等。严格遵循相关法律法规,确保合规操作,是避免法律纠纷或行政处罚的必要

措施。合同管理方面必须制定详尽且具可操作性的条款,明确各方的权利与责任,并包括风险分担、进度管理、质量控制及违约责任等关键内容。确保这些条款在履约过程中能够得到有效执行,是合同管理的重点。在合同签订前,应对承包商的资质、履约能力及历史表现进行全面审查,以确认其能够按合同要求履行职责。尤其在市政工程项目中,合同中应加入针对潜在风险的应对方案,如不可抗力事件的处理方式、延期与赔偿规定等。为了应对项目执行中的合同变更或争议,项目管理团队应定期检查合同的履行情况,并与相关各方保持持续的沟通与反馈,及时发现并解决问题。通过建立完善的法律法规体系及合同管理机制,纠纷可以有效减少,项目执行的稳定性得到提升,从而确保项目按计划、安全且高质量地完成。

4 结语

市政工程 EPC 总承包模式作为现代工程建设中的重要管理方式,其成功实施对提升项目管理水平、降低成本、控制风险及确保质量具有至关重要的作用。但在实际操作中,项目管理面临的挑战不容忽视。从风险管理、信息沟通、采购与供应链管理到合同执行等各方面,均对项目的顺利推进产生了深远的影响。通过深入分析市政工程 EPC 项目管理中的关键难点,并探讨相应的应对策略,本文旨在为行业提供切实可行的参考。优化风险管理机制、建设信息共享平台、加强采购与供应链管理、完善法律合同保障等措施的实施,能够有效解决管理中存在的问题,为项目的顺利推进与高效执行奠定坚实基础。随着管理模式与技术的不断创新与发展,未来的市政工程 EPC 总承包项目管理将向智能化、精细化的方向不断迈进。期待行业各方携手解决当前的难题,不断提升项目管理的整体水平,推动市政工程建设朝着更加高效、优质的方向持续发展。

【参考文献】

- [1]高丽歌,张素雨.刍议市政工程 EPC 项目总承包方的项目管理[J].四川水力发电,2020,39(2):69-72.
 - [2]武钰.浅谈市政道路工程 EPC 总承包模式项目管理[J].建材与装饰,2019(35):204-205.
 - [3]黄广武.工程总承包项目管理审计案例及相关理论探讨[J].工程造价管理,2023(4):62-66.
- 作者简介:樊新志(1979.5—),毕业院校1:河北工程技术高等专科学校,所学专业:市政工程,毕业院校2:燕山大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:河北建设集团股份有限公司,职务:项目经理,职称级别:工程师。

城市集中供热系统运行优化与节能技术研究

张宇波

中铁城际规划建设有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着全球能源危机日益严峻, 环境保护压力的不断增加, 传统供热方式已难以满足现代城市在低碳、环保及高效能源利用方面的需求。城市集中供热系统的优化与节能改造, 已成为国内外能源研究领域的重要课题。目前, 许多城市仍依赖单一热源供热模式, 导致供热可靠性差、能效较低, 且对环境造成较大影响。为此, 采用多热源联网运行、智能调度及分时段调温等先进技术, 逐步取代传统单热源模式, 已成为提高供热系统性能与节能效果的关键途径。通过对供热系统相关技术的深入研究, 不仅能源消耗与排放得以显著降低, 且系统运行的稳定性与应急响应能力也得到提升。这为城市的可持续发展, 提供了强有力的支持。

[关键词]城市集中供热; 优化运行; 节能技术

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16386

中图分类号: TU995

文献标识码: A

Research on Optimization and Energy-saving Technology of Urban Central Heating System Operation

ZHANG Yubo

China Railway Inter-city Planning and Construction Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the increasingly severe global energy crisis and the increasing pressure on environmental protection, traditional heating methods are no longer able to meet the needs of modern cities in terms of low-carbon, environmental protection, and efficient energy utilization. The optimization and energy-saving transformation of urban centralized heating systems have become important topics in the field of energy research both domestically and internationally. At present, many cities still rely on a single heat source heating mode, resulting in poor heating reliability, low energy efficiency, and significant environmental impact. Therefore, adopting advanced technologies such as multi heat source networked operation, intelligent scheduling, and temperature regulation in different time periods has gradually replaced the traditional single heat source mode, and has become a key way to improve the performance and energy-saving effect of heating systems. Through in-depth research on heating system related technologies, not only has energy consumption and emissions been significantly reduced, but the stability and emergency response capabilities of the system operation have also been improved. This provides strong support for the sustainable development of the city.

Keywords: urban centralized heating; optimization operation; energy-saving technology

引言

随着城市化进程的加速, 城市集中供热系统作为现代城市基础设施的核心部分, 已成为保障居民冬季取暖及工业生产热能供应的主要方式。传统集中供热系统在稳定性与节能方面, 面临着诸多挑战。特别是在能源消耗与环境污染日益严重的背景下, 如何实现供热系统的高效运行、节能效果与智能化管理, 已成为当前亟待解决的关键问题。因此, 针对城市集中供热系统的优化与节能技术进行研究, 不仅具有重要的现实意义也将对未来发展产生深远的影响。

1 城市集中供热系统概述

城市集中供热系统是一种通过集中热源 (如热电厂、热水锅炉等) 将热量通过管网输送至各个用户的供热方式。与传统的分户供热相比, 这种方式具有更高的能源利用效率和较低的运营成本。基本原理是集中热源产生热量后, 通过热力管网将热水或蒸汽输送到各个区域, 利用换热站或终端设备实现热量的有效利用。城市集中供热系统通常

由热源、热网、换热站和末端用户四个主要组成部分构成。随着城市化进程的不断加快, 集中供热逐渐成为大中型城市的主流供热方式, 特别是在冬季采暖需求集中的区域, 这一方式不仅减少了各个用户在设备投资和维护上的负担, 还通过合理调度, 提高了供热系统的整体能源利用效率。随着城市规模的扩大, 传统集中供热系统面临的挑战愈加严峻, 尤其是在系统稳定性、灵活性以及节能效果方面。为了提升供热质量、降低能源消耗并减少环境污染, 现代化的集中供热系统亟待进行技术升级与优化改造。现代集中供热系统不仅依赖传统技术, 还需要结合智能化、自动化控制技术, 以实现更加精细的热力调度与高效的能源管理。在这一过程中, 传统系统的局限性被逐步克服, 使得能源的使用更加高效, 供热质量得以提升。

2 城市集中供热系统的优化运行措施

2.1 多热源联网运行

早期的城市集中供热系统普遍采用单热源供热方式,

即通过一个热源及单一管网持续提供热量。虽然在一些小型或初期供热系统中,这种模式能够满足基本需求,但可靠性较差,面临多种挑战。尤其当产热源达到极限或在热量输送过程中发生故障时,供热效果会受到直接影响。单热源系统的反应速度较慢,滞后性较强,尤其是在突发事件导致供热中断时,恢复正常的时间通常较长,平均需要约7天,这对系统的稳定性和效率构成了重大挑战。为了增强系统的安全性、稳定性及响应能力,越来越多的供热企业开始采用多热源联网的方式。这种方式通过集成多个热源,如大容量热水锅炉和热电联产系统,形成一个更为灵活和可靠的供热模式。在该模式下,大容量热电厂作为主要热源,负责向供热系统持续稳定地提供热量,而其他辅助热源则根据实时负荷调整,确保系统始终处于高效运行状态。通过这一方式可以有效消除单一热源带来的瓶颈,提高整体系统的可靠性。不过,多热源联网的运行模式并非没有难点。多个热源之间的协调工作使得热力过程及水力工况变得更加复杂,这对系统的调度提出了更高要求。热源调度及水力控制的精确性,成为保障该模式成功实施的关键。以水力控制为例,通过在现场布置传感器来实时监控热力网的压力及流量分布,可以动态捕捉系统变化并及时调整热源的运行状态与供热范围。借助实时监测数据的分析,能够有效优化供热效率,确保供热系统的稳定运行,从而避免因热源波动引起的供热不稳定问题。

2.2 分时段变室温调节

分时段室温调节通过根据不同时间段内的室内温度需求进行优化调整,旨在提升城市集中供热系统的运行效率,该方法依托于对用户需求与外部气候变化的精准预测,实现能源节约与室内舒适度之间的平衡。通常,城市集中供热系统无需全天维持恒定温度,尤其是在夜间或非高峰时段,热负荷需求相对较低。通过实施分时段温度调节,不仅能够减少能源浪费,还能有效维持室内的舒适环境。具体而言,分时段调节系统能够根据时间变化自动调整室内温度。例如,在清晨和傍晚的高峰时段,系统将自动提供较高的温度以满足居民的采暖需求;而在夜间或人们外出时,温度可以适度降低,从而避免过度供热。通过这样的调节,既提高了能源利用效率,又有效避免了不必要的能耗,尤其在冬季温差较大的地区,分时段调节有助于降低系统的整体运行成本。实现分时段室温调节需要依赖智能控制技术,并结合精确的温控系统与实时监测设备,动态调整供热,依据室内外温差及实时负荷进行精准调节,该方法不仅更好地满足个性化需求,还能根据外部气候条件与供热负荷实现实时匹配,从而实现灵活且精确的供热管理。随着智能技术的不断发展,分时段调节已成为提升供热系统效率、节能减排的重要手段,也为推动绿色、低碳城市供热模式的实现奠定了基础。

2.3 分布式变频供热

分布式变频供热技术通过精确调节热源运行频率,实

现了更加精准的热量分配,调控供热量的变化。与传统固定频率的供热方式不同,分布式变频供热系统采用变频驱动技术,根据实际需求动态调整热源的输出功率,从而能够更有效地应对不同时间段及负荷条件下的供热需求,显著减少能源浪费。在传统集中供热系统中,热源的输出通常是恒定的,即使在需求较低的情况下,系统仍按最大负荷运行,这会导致不必要的能源浪费。与此不同,分布式变频供热系统能够实时监测供热负荷的变化,自动调节热源的运行频率,确保热量输出与实际需求相匹配。在负荷波动较大的区域,变频供热系统通过灵活的调节方式,高效地满足需求,确保每个区域的热量供应充足。此外,该系统的灵活性也体现在能够适应供热系统内部水力和热力的变化。例如,在管网压力发生波动时,变频供热系统会自动调节热泵或锅炉的运行频率,以维持热网的稳定压力和流量,从而确保供热质量的稳定。通过这种智能化的调节方式,分布式变频供热系统不仅提升了整体运行效率,还能显著降低能源消耗,在提高用户舒适度的同时推动节能减排目标的实现。

2.4 供热系统调度优化方法

供热系统调度优化是提升城市集中供热系统运行效率与节能效果的关键环节。传统调度方式通常依赖经验,缺乏对实时数据的深入分析与灵活调节。随着智能技术的进步,现代供热系统的调度已经不再局限于传统手段,而是开始依托数据采集与分析,结合模型预测,力求在确保居民舒适度的前提下,最大限度地降低能耗。调度优化的核心在于高效地分配供热资源,确保热源和热力网络的合理利用,通过对外部气温、各区域负荷需求及系统内部的压力与流量等数据的实时监控,调度系统能够准确预测不同时间段的热需求,这些实时数据为调度决策提供了科学依据,避免了过度供热的浪费^[1]。与此同时,动态调度策略可根据系统负荷的波动,调整热源的运行方式。比如,在气温骤降时,系统能够自动增加热源的输出;而在需求较低的时段,热源输出则会适度减少,从而有效避免了能源浪费。现代调度优化还涵盖了负荷预测、管网压力平衡及热源间的协调控制。借助负荷波动预测,调度系统能够提前调整供热策略,以确保供热能力与需求之间的平衡。在多热源联动的供热模式下,调度优化更需协调不同热源的运行状态,确保主热源与辅助热源之间的负荷切换平稳,以此提高系统的整体稳定性与响应能力。借助这些智能调度方法,供热系统能够在复杂环境中实现自我调节,不仅有效提升了供热效率,还在降低能源消耗方面取得了显著成效,为绿色低碳城市建设作出了积极贡献。

3 城市集中供热系统的节能技术研究

3.1 二级网节能改造技术

二级网在城市集中供热系统中扮演着至关重要的角色,负责将热力站生成的热能输送至各个用户。若二级网

的设计或运行管理存在问题,必然会影响供热效率,甚至导致能源的浪费。因此,实施二级网的节能改造,是提升整体供热系统能效的核心步骤。在能效提升过程中,优化二级网的管道布局与材质是不可忽视的关键,许多老化严重、设计不合理的二级网,因管道老化或热损失过大,造成了显著的能源浪费^[2]。通过检查、改造或更换管道,可以有效减少热能的流失。使用高效保温材料对管道进行包裹,能够显著降低热量在传输过程中的损失,从而提高供热效率。与此同时,改进二级网的流量与压力控制系统,对提升能源利用效率也起着重要作用。传统二级网常常出现供热不均、压力波动较大的问题,导致了能源浪费或系统不稳定。通过引入智能化流量调节技术,如压力传感器和自动调节阀,能够实时监控二级网的运行状态,并根据需求自动调节流量与压力,确保各区域的热量得到均衡供应。这种精准调节方式有效避免了过高或过低的供热,减少了不必要的能源消耗。优化水泵系统同样是提升二级网能效的关键举措,传统泵站往往以固定转速运行,这种方式在负荷波动较大的情况下,容易导致能源浪费,通过引入变频控制技术,水泵能够根据实时负荷需求调整转速,从而实现按需供热。这不仅避免了传统泵站系统的能源浪费,还减少了设备的磨损,延长了系统的使用寿命。通过这些技术改造,二级网能够在确保供热质量的同时,大幅度提升能源利用效率,减少热能损耗与运行成本,这不仅有助于增强供热系统的整体效益,还符合当前节能减排的环保要求。

3.2 热源及热力系统节能技术

热源及热力系统作为城市集中供热系统的核心,其性能直接关系到整个供热过程中的能源消耗与热效率。因此,进行热源及热力系统的节能改造,不仅有助于降低供热系统的运行成本,还能显著提升能源利用效率。为了实现更加高效且低成本的供热,许多节能技术已在这些系统中得到了广泛应用。提升热源能效是节能改造中的关键环节,传统热源设备常常因燃烧不完全或热效率较低而导致能量浪费。引入先进的高效锅炉技术,如气化燃烧、低氮燃烧技术及烟气余热回收技术,可以显著提高热能的转化效率与燃烧效率。特别是余热回收系统的应用,不仅能够有效回收锅炉排放的废气热量,而且将这些废热转化为可利用的热能,从而进一步降低热源能耗^[3]。在热力系统中,热交换设备同样发挥着至关重要的作用,通过优化热交换器的设计,例如提高换热效率、增加换热面积、改善流体

流动方式等措施,可以有效减少热损失并降低能源消耗。此外,定期清洁与维护热交换设备,对于保障系统的高效运行也至关重要。保持设备的清洁,避免结垢与堵塞,能够确保设备始终处于最佳工作状态,从而提升系统的整体运行效率。智能化控制技术的引入,也为提升热力系统能效提供了有效途径。借助智能控制系统,能够实时监控热源与热力系统的运行状态,并根据外界气温、负荷需求等因素,自动调整供热参数。通过负荷预测与供热调度优化,智能控制系统不仅能够在保证供热质量的前提下,减少能源浪费,还能有效避免过度消耗。在热力系统优化过程中,水力控制同样不容忽视。传统供热系统常因水力分布不均与压力调节不精准,导致部分区域供热过度或不足。应用智能水力调节系统,可以实时根据负荷变化自动调整水力平衡,避免因系统运行不当造成的能源浪费,确保各区域的供热需求得以准确满足。

4 结语

优化城市集中供热系统并应用节能技术,对于提升能源利用效率、减少环境污染及保障供热稳定性具有不可忽视的重要意义。通过实施多热源联网运行、分时段调节以及分布式变频供热等技术,系统在响应速度与灵活性方面得到了显著提升。同时,管网、热力站及热源系统的节能改造,为最大化能源效益提供了坚实的技术基础。随着智能化与信息化技术的不断融合,城市供热系统的精准度与效率将得到进一步提升。持续改进的运行模式与节能技术,不仅是应对当前能源和环境问题的有效途径,更为供热系统向绿色、低碳与高效方向发展奠定了坚实的基础。通过不断创新与技术优化,未来的供热系统将更加智能、高效,为城市的可持续发展贡献更大力量,进一步促进低碳经济和绿色生活的实现。

【参考文献】

- [1]李跃.城市集中供热系统优化运行及节能改造措施研究[J].工程技术研究,2023,8(24):226-228.
 - [2]耿皖雨.城市集中供热二次网运行优化与决策支持系统开发研究[D].北京:北京交通大学,2023.
 - [3]张哲宇.试论城市集中供热运行管理的节能降耗措施[J].居业,2024,11(1):131-133.
- 作者简介:张宇波(1998.9—),毕业院校:河北建筑工程学院,所学专业:能源与动力工程,当前就职单位:中铁城际规划建设有限公司,职务:职员。

工程测量中的数字化测绘技术应用路径的探究

王 刚

河北宝宇测绘服务有限公司, 河北 保定 071000

[摘要]工程测量在各类建设项目中发挥着至关重要的基础性作用, 为设计、施工及验收提供了精确的数据支持。传统的测量方法依赖于人工测量与手工绘图, 常常导致较高的误差率和低效率问题。随着数字化与智能化技术的迅速发展, 数字化测绘技术应运而生, 并逐步在工程测量领域占据了核心地位。借助先进的测量仪器、传感器与计算机技术, 该技术实现了传统测量过程中数据采集、处理与分析的自动化与智能化, 显著提升了测量精度与工作效率。数字化测绘不仅有效减少了人工操作中的误差, 还大大提高了数据的准确性与工程质量。随着建筑信息模型(BIM)、大数据与云计算等技术的进一步发展融合, 数字化测绘将在未来变得愈加精细与智能, 为工程项目管理提供更为科学与高效的解决方案, 进而推动工程领域的技术革新与智能化转型。

[关键词]工程测量; 数字化测绘技术; 应用

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16397

中图分类号: P237

文献标识码: A

Exploration on the Application Path of Digital Surveying Technology in Engineering Surveying

WANG Gang

Hebei Baoyu Surveying and Mapping Service Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071000, China

Abstract: Engineering surveying plays a crucial foundational role in various construction projects, providing accurate data support for design, construction, and acceptance. Traditional measurement methods rely on manual measurement and drawing, often resulting in high error rates and low efficiency issues. With the rapid development of digital and intelligent technology, digital surveying and mapping technology has emerged and gradually occupied a core position in the field of engineering surveying. With the help of advanced measuring instruments, sensors, and computer technology, this technology has achieved automation and intelligence in data acquisition, processing, and analysis in traditional measurement processes, significantly improving measurement accuracy and work efficiency. Digital surveying not only effectively reduces errors in manual operations, but also greatly improves the accuracy of data and engineering quality. With the further development and integration of technologies such as Building Information Modeling (BIM), big data, and cloud computing, digital surveying and mapping will become increasingly refined and intelligent in the future, providing more scientific and efficient solutions for engineering project management, and promoting technological innovation and intelligent transformation in the engineering field.

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

引言

随着科技的快速发展, 数字化测绘技术已经逐渐取代了传统的人工测量方法, 成为现代工程项目中不可或缺的核心技术之一。数字化测绘不仅在显著提高测量精度与效率方面发挥了重要作用, 还推动了工程测量向智能化与自动化方向的转型。在建筑、交通、城市规划等多个领域, 该技术的广泛应用为工程设计、施工管理及后期监测提供了强有力的技术保障。深入探讨数字化测绘技术在工程测量中的应用路径, 分析其在各个阶段的实施过程及实际效果, 旨在为工程项目管理者与技术人员提供理论依据与实践经验, 从而推动数字化技术的持续发展与普及。

1 数字化测绘技术概述

数字化测绘技术是先进科技与测量工具深度融合的产物, 代表着测绘技术的现代化, 并标志着我国工程测量领域向智能化迈进的新阶段。它将传统的人工测量和图纸

绘制方式进行革新, 通过智能化功能提升了测量过程的效率与精度, 同时也增强了工作自动化程度。数字化测绘的智能化特征主要体现在全解析与机助成图的方法上, 使得数据采集与处理环节大幅度减少了人工干预, 降低了人为操作的误差, 从而确保了成果的精确性与可靠性。不同于传统测绘技术, 数字化测绘能够将地形图的绘制与实际坐标数据相结合, 通过现代工具实现更加直观的数据展示, 这不仅提供了详细的地形点坐标, 还能在图形中全面呈现丰富的信息, 大大提高了数据处理的效率与透明度。在实际应用中, 数字化技术要求测绘人员具备较高的信息化技能, 能够熟练使用编码和指令, 在成图过程中有效调取图式符号与调整图形。这一要求意味着测绘人员不仅需要扎实的专业知识, 还要熟悉数字化工具的操作, 以应对日益复杂的测量任务。集成化和自动化是数字化测绘的核心优势。通过统一指令, 技术可以实现自动计算、数据识别与

符号调用等功能,避免了人工绘图中容易出现的主观误差,从而保证了图形的完整性和精准度。数字化技术还有效提升了测量的精度,避免了数据存储与复制过程中可能出现的篡改或泄露,减少了测量误差的发生。此外,数字化测绘技术在工程测量的后期工作中展现出独特优势。传统测绘方法需要重复绘制图形,尤其在地形信息需要更新时,手工修改图纸既繁琐又容易出错。而数字化测绘则通过强大的数据存储与分层管理功能,有效避免了冗余数据的重复处理,减轻了图面负担。它能够更灵活地进行编辑和修改,为后期的工程施工、房屋扩建及产权变更等提供了更为高效的数据支持。

2 数字化测绘技术在工程测量中的应用

2.1 建设项目勘察阶段

在建设项目的勘察阶段,数字化测绘技术为项目的前期规划与设计提供了至关重要的支持。准确获取地形、地质及周边环境的详细信息是勘察阶段的核心任务,这些数据直接影响后续的设计与施工决策。传统勘察方法依赖人工测量与手工绘图,既耗时且容易产生误差,而数字化测绘技术的应用,不仅提升了数据采集的效率,还显著增强了其精度与可靠性。在这一阶段,结合全站仪、GPS、激光扫描等高精度测量设备,再辅以地理信息系统(GIS)与三维建模技术,能够迅速且准确地采集大量地形地貌数据。例如,激光扫描技术能够快速获取高精度的三维数据,进而生成分点云图,直观展示复杂地形的空间结构,为项目设计人员提供了更加精准的参考依据。同时,通过无人机航拍技术,勘察人员可以在短时间内对广阔且复杂的地形进行勘测,特别是在传统方法难以到达的区域,如山区或湿地,无人机能够迅速采集高分辨率影像,并生成精确的数字高程模型(DEM)。数字化测绘技术不仅提高了数据采集的准确性,也使得现场数据的处理与分析变得更加高效。勘察人员能够实时获取地形地质的变化情况,并灵活调整勘察方案。基于数字化工具,勘察结果迅速与设计团队共享,极大减少了信息传递中的延误与误差,从而确保了设计方案的科学性与实施的可行性。

2.2 施工阶段的测量应用

在施工阶段,数字化测绘技术的应用起着至关重要的作用,不仅保证了施工的精度,还能实时监控工程进展并优化施工流程。施工测量工作主要包括现场地形的实时测量、施工放样以及过程中的各项数据动态监控。传统的人工测量因精度不足或效率低下,往往导致施工过程中出现偏差,甚至需要进行返工。通过数字化测绘技术,这些问题得到了有效规避,施工质量与整体效率得以大幅提升。在实际操作中,数字化测绘技术通过全站仪、GPS、激光扫描等设备,能够对施工现场进行精准的实时定位。全站仪能够在同一时刻自动测量多个点位,大大提高了测量效率,特别是在大规模工程项目中,精确的放样工作可以迅速完成,确保各项施工活动严格遵循设计图纸。GPS技术

的应用,使得施工现场能够实时获取地理坐标数据,减少了对人工计算的依赖,进而降低了人为误差。激光扫描技术也在施工阶段得到了广泛的应用,特别是在对高精度要求较高的项目中。通过激光扫描仪的高速扫描,三维点云数据得以实时采集,精确呈现建筑物、道路等设施的空间形态,这些数据不仅帮助施工人员更好地掌握项目的实际情况,还能与设计方案进行对比分析,确保施工进度与设计保持一致。数字化测绘技术还可以与建筑信息模型(BIM)等先进技术结合,实时同步更新现场数据并进行信息共享。通过集成化的测量系统,施工人员能够及时调整方案,预见潜在问题,避免因信息延迟或误差引起的施工偏差,显著提高了施工精度与协作效率。

2.3 施工现场与设计数据的协同管理

在现代建筑项目中,施工现场与设计数据的协同管理已成为确保项目成功的关键。施工现场的实际情况常常与设计图纸存在差异,因此,如何精准、高效地对接现场数据与设计数据,是确保项目顺利推进的核心挑战。数字化测绘技术,尤其是建筑信息模型(BIM)、地理信息系统(GIS)及实时数据采集设备的结合,为实现现场与设计数据的无缝衔接提供了强有力的支持。通过数字化测绘,施工现场的实时数据能够直接传输至云平台,促使设计团队与施工人员同步接收并更新信息,极大地推动了数据共享与协同工作。例如,全站仪与GPS设备能够精准捕捉施工现场的地形变化,数据及时反馈给设计团队,进而使得设计人员能够根据现场实际情况进行必要的调整与优化^[1]。同时,BIM技术能够将设计数据与施工现场的实际数据进行对比,确保设计意图在施工过程中得以准确实现。借助数字化技术所带来的协同管理模式,施工进度与设计进度得以紧密衔接,从而避免了因设计更新滞后或现场信息不对称而引发的施工偏差和返工。所有设计变更与施工调整都能通过数字平台实时更新,确保项目团队的每一成员都能及时获取最新的数据。这种高效的信息流管理不仅提升了工作效率,还减少了信息传递过程中的误差与延迟,确保了施工工作的顺利进行。施工现场与设计数据的协同管理模式,不仅有助于实时监控与评估项目全生命周期,还能帮助项目各方追踪施工质量、工期进度及成本控制等关键指标,进而实现精细化与透明化的项目管理。集中管理的方式,还为项目后期的运营与维护提供了宝贵的参考数据,进一步提升了项目的可持续性。

3 数字化测绘技术应用路径探究

3.1 数字化测绘技术的实施路径

数字化测绘技术的实施是一个系统化过程,涵盖多个环节,必须根据工程项目的实际需求、技术条件以及人员素质,制定相应的实施策略。首先,技术设备的选型与配置是实施的基础,决定了数字化测绘技术的有效应用。根据不同工程项目的特点,选择适合的测绘工具,如全站仪、

激光扫描仪以及无人机航拍设备,有助于确保数据采集的精度与效率。现代化、智能化的设备直接影响数据质量与应用范围,因而,在实施过程中,必须根据项目的具体需求合理配置设备,并确保设备及时升级^[2]。接下来,数据采集与处理是数字化测绘实施中的关键环节,通过高精度的测绘设备采集地形数据,再通过实时传输技术,数据能够快速上传至云端平台进行集中存储与管理。在数据处理阶段,专业的测绘软件对采集到的数据进行分析与处理,生成如三维模型、地形图等重要成果,确保处理过程既高效又精准。自动化的数据处理能力在此过程中尤为关键,它显著减少了人工干预,提高了处理速度与准确度。信息共享与协同管理的建设同样至关重要。在实施数字化测绘技术时,建立一个高效的信息共享平台至关重要,这样可以确保设计、施工及监测等环节信息能够及时同步更新。通过这一平台,项目成员可以随时获取最新数据,从而及时调整施工方案,减少因信息滞后或误差带来的质量问题,进一步提高项目管理的精细化水平。最后,人员培训与技术支持是确保数字化测绘技术成功实施的重要保障。随着数字化技术的不断发展,测绘人员不仅需要掌握传统测量技能,还必须具备较强的信息化素养,熟练操作各种先进设备与测绘软件。系统性的培训与技术支持对于提高测绘人员的操作能力与数据处理水平至关重要,只有这样,才能确保数字化测绘技术得到有效应用。

3.2 数据采集与处理技术路径

数据采集与处理在数字化测绘技术的应用中占据了核心地位,对工程测量的精度与效率起着直接且决定性的作用。在数据采集阶段,获取高精度现场数据是首要任务,这一过程依赖于先进的测量设备。常见的设备包括全站仪、激光扫描仪、GPS 系统、无人机等,每种设备都具有不同的优势。合理选择设备能够确保采集数据的全面性与准确性。在实际应用中,往往会结合多种设备进行协同工作,比如使用全站仪进行精确的角度与距离测量,激光扫描仪获取详细的三维点云数据,GPS 系统提供精准的地理坐标,而无人机则能够高效地获取大范围的地面信息。在数据采集过程中,实时数据传输技术发挥了至关重要的作用,通过无线网络或其他数据传输方式,采集的数据能够及时上传至云端或中央数据库,这为数据的集中管理与快速共享提供了便利^[3]。这种方式不仅大大提高了数据处理的效率,还确保了数据的安全性,避免了信息丢失或篡改的风险。

数据处理是数字化测绘技术中的另一个关键步骤,涵盖了原始采集数据的整理、分析与转换。数据清洗是处理的首要环节,其目的是剔除无效、错误及重复的数据,确保数据的准确性。接着,测绘软件对数据进行处理与分析,生成如地形图、三维模型及剖面图等,为工程人员提供更直观的施工现场地形地貌及工程环境。此外,数据处理还包括坐标转换、误差校正等环节,确保了数据的高精度与一致性。随着技术的不断进步,自动化数据处理逐渐成为主流趋势。借助智能算法与机器学习技术,部分数据处理任务已能够自动完成,减少了人工干预,提高了处理效率。例如,通过自动配准算法,激光扫描仪采集的点云数据能够迅速生成精确的三维模型,这显著提高了处理速度与精度。与此同时,得益于大数据与云计算技术的发展,海量数据的存储、管理与分析得到了更完善的支持,项目成员可以随时随地访问所需数据,并进行远程协作与决策。

4 结语

数字化测绘技术在工程测量领域的广泛应用,极大地提升了测量精度与效率,并推动了行业向智能化方向的发展。涵盖了勘察、施工、监测与验收的各个阶段,数字化技术优化了数据采集、处理与共享的各个环节,有效地降低了人为误差,确保了工程项目的数据可靠性。随着技术的不断进步,数字化测绘设备和方法逐渐成熟,数据处理自动化程度不断提高,进一步提升了测量工作效率,减少了人工干预。尽管设备投资与人员培训等方面面临一定挑战,数字化测绘技术的长远价值却不容忽视。展望未来,数字化测绘技术将继续推动工程测量领域的创新与技术进步,助力项目管理更加精准与高效,推动行业向更加智能化、自动化的方向迈进,为工程建设带来更加显著的经济效益和社会效益。

【参考文献】

- [1]毛会锋. 工程测量中的数字化测绘技术应用路径探究[J]. 工程建设与设计,2024(5):168-170.
 - [2]普正雪. 数字化测绘技术在工程测量中的应用研究[J]. 科技资讯,2023,21(13):113-116.
 - [3]冉光有. 数字化测绘技术在工程测量中的应用[J]. 产品可靠性报告,2023(3):76-77.
- 作者简介:王刚(1991.1—),毕业院校:中国石油大学(华东)所学专业:土木工程,当前就职单位:河北宝宇测绘服务有限公司,职务:生产部长,职称级别:工程师。

农村电网建设中建筑结构节能改造与环保材料应用研究

吉彪彬¹ 王海林² 谢翔²

1. 克拉玛依诚运达建筑安装有限责任公司, 新疆 克拉玛依 834000

2. 克拉玛依双信环保科技有限公司, 新疆 克拉玛依 834000

[摘要]文章针对新疆农牧区电网建筑高能耗痛点,创新性提出“气候韧性建造+本土材料再生”双核驱动策略:通过抗风蚀围护结构优化、相变储能墙体与光伏遮阳一体化设计构建被动式调温体系;依托煤矸石轻骨料混凝土、棉秆纤维复合板材等循环技术,重塑干旱区绿色建材产业链;建立风光储协同供能系统,破解离网设施能源供给瓶颈。研究成果为绿洲边缘带新型电力基础设施的生态化迭代提供关键技术范式,实现建筑全周期碳减排与区域生态韧性协同提升。

[关键词]农村电网; 建筑结构; 节能改造; 环保材料

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16359

中图分类号: TM727

文献标识码: A

Research on Energy-saving Renovation of Building Structures and Application of Environmental Protection Materials in Rural Power Grid Construction

Ji Biaobin¹, Wang Hailin², Xie Xiang²

1. Karamay Chengyunda Construction and Installation Co., Ltd., Karamay, Xinjiang, 834000, China

2. Karamay Shuangxin Environmental Protection Technology Co., Ltd., Karamay, Xinjiang, 834000, China

Abstract: This article proposes an innovative dual core driving strategy of "climate resilience construction+local material regeneration" to address the pain points of high energy consumption in power grid buildings in Xinjiang's agricultural and pastoral areas. The passive temperature control system is constructed through the optimization of wind erosion resistant enclosure structures, integrated design of phase change energy storage walls and photovoltaic shading; Relying on circular technologies such as coal gangue lightweight aggregate concrete and cotton straw fiber composite board, reshape the green building materials industry chain in arid areas; Establish a collaborative energy supply system for wind, solar and energy storage, and solve the energy supply bottleneck of off grid facilities. The research results provide a key technological paradigm for the ecological iteration of new power infrastructure in the oasis edge zone, achieving synergistic improvement of building lifecycle carbon reduction and regional ecological resilience.

Keywords: rural power grid; building structures; energy-saving renovation; environmental protection materials

引言

新疆农村电网建设作为国家乡村振兴战略与“双碳”目标协同推进的核心载体,其配套建筑的绿色转型已成为破解边疆生态安全与能源供给矛盾的战略性课题。地处亚欧大陆腹地的新疆,兼具“丝绸之路经济带”核心区区位优势与“三山夹两盆”的生态脆弱性特征,其电网建筑长期受制于传统粗放建设模式——砖混结构墙体热工性能薄弱,烧结黏土砖消耗耕地资源且窑炉生产释放大量硫化物;彩钢板临时建筑抗风沙能力不足,拆除后不可降解夹芯材料加剧绿洲边缘带土壤污染;机械通风与高能耗空调系统简单堆砌,既无法抵御-30℃极端低温导致的设备冻损,又难以消解夏季50℃高温引发的设备过热宕机风险。这种“高污染、高能耗、低效率”的困境,在干旱区强紫外线辐射、盐碱化地质与频发沙尘暴的多重胁迫下,进一步演化为威胁电网安全运行与区域生态安全的系统性风险。面对新型电力系统构建与边疆生态屏障建设的双重使命,亟需以“气候响应-资源循环-技术适配”为内核重构电网建筑技术体系:一方面通过被动式设计优化建筑本体

性能,例如利用光伏遮阳一体化外墙平衡设备散热与建筑保温需求,采用抗风蚀混凝土与棉秆复合板材替代传统围护结构;另一方面依托本地资源禀赋创新材料技术路径,将煤矸石、棉秆等工农业固废转化为轻骨料混凝土、纤维增强板材,构建“取材于地、用材于地”的低碳闭环。本文以“全生命周期减碳”与“地域适应性增效”为双驱动,通过解析南疆风沙区、北疆高寒带、东疆干旱区差异化环境约束下的电网建筑功能需求,提出“形态优化-材料革新-能源协同”三位一体的绿色解决方案,旨在为干旱区新型能源基础设施的生态化、智慧化升级提供理论范式与实践路径,助力边疆地区走出一条生态保护与民生改善共生共赢的可持续发展之路。

1 新疆地区农村电网建设的基本情况与建筑需求分析

1.1 新疆地区农村电网建设现状

新疆农村电网建设承载着保障农牧区生产生活用电与促进边疆民生改善的双重使命,其配电设施广泛分布于塔克拉玛干沙漠边缘、天山北麓绿洲带及阿勒泰偏远牧区

等地理环境复杂区域。现有电网建筑以单层砖混结构为主导,受制于传统建设标准滞后与成本控制导向,普遍存在围护结构热工性能不足的问题——墙体厚度未考虑极端温度梯度下的热桥效应,门窗气密性设计难以阻隔沙尘侵入,导致冬季采暖能耗激增与夏季设备过热宕机风险并存。部分建设年代较早的配电房因未采用隔热夹层或反射涂料,室内温度受外部环境剧烈波动影响,加速变压器、开关柜等核心设备绝缘老化,迫使运维单位频繁开展预防性检修,形成“高能耗-高维护”的恶性循环。在电网扩容与改造工程中,临时性彩钢板房因安装便捷、成本低廉被广泛采用,但其聚氨酯夹芯材料不可降解特性与低回收率导致拆除阶段产生大量混合建筑垃圾,露天堆放或简易填埋对绿洲边缘带土壤结构与地下水水质构成持续性威胁,与新疆“生态优先、绿色发展”的战略导向形成显著冲突^[1]。此外,电网建筑布局缺乏对区域微气候的适应性考量,例如南疆风沙活跃区的配电设施未设置导风墙或下沉式庭院,加剧了沙尘对建筑外墙与电气设备的侵蚀损耗,进一步凸显传统建设模式与干旱区生态保护需求间的结构性矛盾。

1.2 新疆地区自然环境与气候特点对建筑结构的影响

新疆独特的温带大陆性干旱气候塑造了严苛的建筑环境适应性需求,对电网建筑的结构设计与材料性能形成多维挑战。冬季极端低温环境下,建筑围护结构的热桥效应显著,若未采用断桥构造或高效保温层(如气凝胶复合板),室内热量将通过墙体、屋面快速散失,迫使采暖设备超负荷运行;而夏季地表辐射强烈,传统混凝土屋面与金属外墙在持续高温炙烤下易产生膨胀裂缝,紫外线则加速有机涂层粉化与彩钢板基材锈蚀,缩短建筑维护周期。春秋季交替期的强风沙活动进一步加剧环境胁迫——沙粒以高速撞击建筑外墙,普通抹灰层与涂料在风蚀作用下剥落,暴露出内部结构,不仅削弱墙体完整性,更导致沙尘通过门窗缝隙侵入室内,威胁电气设备绝缘性能与运维人员健康。此外,农牧区普遍存在的土壤盐碱化问题对建筑基础耐久性构成潜在风险:地下水中高浓度硫酸盐与氯离子通过毛细作用上升,侵蚀混凝土基础中的钢筋与骨料,引发结构强度衰减;而地表盐渍化土壤的反复干湿循环则导致地基不均匀沉降,尤其对荷载敏感的变电站建筑构成安全隐患。

1.3 农村电网相关建筑类型与功能需求分析

新疆农村电网建筑体系需适配农牧区地理分散性、负荷波动性与环境严苛性等特征,其功能需求呈现显著差异化特征。固定式变电站作为区域电力枢纽,需在有限空间内集成高压设备散热与建筑保温的矛盾需求——变压器运行时产生的高温要求通风散热设计,但冬季极寒环境又需通过围护结构气密性维持室内基础温度,现有建筑多采用简单机械通风与基础保温层叠加模式,导致能源效率低

下与设备寿命折损。牧区移动式变电站则需应对季节性负荷迁移挑战,其模块化设计需满足快速拆装、轻型化运输与极端气候耐受性三重目标,例如采用折叠式钢结构框架与预制化设备舱,降低穿越荒漠戈壁时的运输损耗,同时通过相变储能墙体平衡昼夜温差对设备稳定性的影响。储能站作为新能源消纳的关键节点,建筑需兼容电池组热管理、防火防爆与低能耗运行需求,当前设计多忽视电池散热气流组织优化,导致空调系统能耗占比过高,且缺乏针对盐碱环境的耐腐蚀电池架材料应用。巡检值班室作为偏远线路运维的驻点,需在极小空间内整合人员居住、设备存储与离网供电功能,现有建筑普遍缺乏光伏-储能一体化设计,依赖柴油发电机供电不仅成本高昂,更与区域减碳目标相悖。

1.4 当前建筑节能与环保方面存在的问题

新疆农村电网建筑在节能环保领域面临多重结构性矛盾,其根源在于传统建设模式与生态优先理念的深层冲突。材料选择层面,决策过度聚焦短期经济性指标,例如大量使用烧结黏土砖虽降低初期造价,却导致耕地资源不可逆损耗——每万平方米建筑消耗的黏土相当于破坏数亩表层土壤结构,而砖窑生产过程中的煤炭燃烧进一步释放硫化物与颗粒物,形成“资源掠夺-环境污染”的闭环效应。节能技术应用呈现“头痛医头”的碎片化特征:保温层增设未与建筑形态优化联动,外窗遮阳构件与自然通风设计割裂,导致冬季热损失与夏季过热现象并存;机械通风系统简单粗暴替代被动式气候调节,既推高设备能耗又破坏室内热舒适性。环保材料推广困境折射出区域产业链短板,例如相变储能材料需从东部省份长途运输至南疆牧区,高昂的物流成本与脆弱的供应链使实际应用成本倍增,而本地固废资源(如煤矸石、棉秆)因缺乏规模化分选线与改性技术,难以转化为符合电网建筑性能要求的再生骨料或复合板材^[2]。更深层次矛盾在于标准体系滞后——现行建筑规范未针对农牧区电网设施特性制定差异化环保指标,例如未明确移动式变电站的模块化材料回收率要求,也未将储能站建筑的全生命周期碳足迹纳入验收标准,导致绿色技术应用缺乏刚性约束。

2 新疆地区农村电网建筑节能与环保材料应用策略研究

2.1 综合考虑地域气候的建筑策略

新疆农村电网建筑的节能设计需深度耦合地域气候特征,构建“防风沙-保温度-控湿度”三位一体的被动式技术体系。建筑布局采用集中式平面与南北向主轴,通过减少东西向外墙面积降低夏季太阳辐射得热,同时利用前庭后院的过渡空间形成风沙缓冲带,例如在配电房入口设置下沉式庭院,引导气流绕过建筑主体减少沙尘侵入。墙体构造采用复合夹芯结构,外层选用掺入玄武岩纤维的抗风蚀混凝土砌块,内层填充棉秆压缩板或再生EPS颗粒保

温层,中间设置空气间层形成动态隔热屏障,既阻隔冬季冷桥效应又减缓夏季热量渗透。屋面设计依据区域降雪量差异调整倾角,北疆高寒地区采用陡坡屋面加速积雪滑落以减轻荷载,南疆干旱区则通过缓坡屋面集成光伏瓦片与雨水导流槽,实现太阳能发电与稀缺雨水资源的协同收集。门窗系统创新性融合双层中空 Low-E 玻璃、智能感应遮阳百叶与沙尘过滤通风口,在保证气密性的前提下,通过机械辅助通风与自然通风模式切换,动态调节室内空气质量与温湿度平衡。针对盐碱地基土特性,基础工程采用碎石毛细隔断层与耐腐蚀混凝土桩基组合技术,阻断地下水盐分上渗对结构的侵蚀。室内环境控制方面,引入相变储能地坪与辐射吊顶系统,利用夜间低谷电价时段蓄冷蓄热,日间释放以平抑温度波动,降低空调系统运行负荷。

2.2 建筑节能改造技术与环保材料应用的协同路径

新疆农村电网建筑的节能改造需以本土资源循环利用为基底,构建“材料革新-设备升级-系统集成”的协同技术网络。针对工业固废存量大的区域特征,推广煤矸石活化制备轻骨料混凝土技术,通过高温煅烧与矿物改性工艺,将煤矸石转化为兼具轻质、隔热与抗盐碱特性的墙体材料,替代传统烧砖应用于变电站外墙砌筑,同步解决墙体传热系数过高与固废堆存污染的双重问题。在农业资源富集的南疆绿洲带,开发棉秆-芦苇纤维复合板材生产线,采用无醛胶黏剂与热压成型工艺,生产适用于配电房内隔断与吊顶的轻质建材,既消解秸秆焚烧造成的空气污染,又通过多孔结构实现吸声降噪与湿度调节功能。设备节能领域,试点“光伏直驱空调+地源热泵”的耦合供能系统——屋面光伏阵列直接驱动变频空调运行,富余电力储存于相变储能墙体;地源热泵则利用地下土壤恒温特性,通过垂直埋管系统实现冬夏两季的热量交换,二者经建筑能源管理系统(BEMS)智能协调,动态追踪设备发热量与室内环境需求,形成“产-储-用”一体化的能源流优化闭环^[3]。针对既有建筑改造,研发纳米气凝胶保温涂层喷涂技术,在不停电条件下对配电房外墙实施快速隔热升级,其微孔结构可阻断 80%以上的辐射传热;同时开发光伏一体化彩钢板替换方案,将传统彩钢屋面替换为夹芯式光伏板,既保留原有防水与承重性能,又新增发电功能,实现改造过程与电网运行的“零干扰”。

2.3 绿色建筑标准在农村电网建筑中的推广可行性

新疆农村电网建筑绿色标准的推广需以“因地制宜、政策协同、动态迭代”为核心原则,构建覆盖设计-建造-运维全链条的标准化体系。针对地域环境分异性,建议在《新疆农牧区电网建筑绿色技术导则》中细化三类技术指标集群:在阿勒泰等高寒地区,明确围护结构传热系数限值与气密性等级,例如强制采用外保温复合墙体与三层中空玻璃窗,并规定屋面雪荷载计算中需包含相变融雪系统的附加效益;在吐鲁番等高温干旱区,要求外墙太阳辐射

吸收系数低于 0.3,推广垂直绿化遮阳与蒸发冷却通风复合技术,同时将光伏遮阳构件的发电效率纳入建筑综合能耗评估体系;在南疆风沙活跃带,建立建筑材料耐风蚀性能分级认证制度,规定外墙涂层需通过模拟 20 年风沙冲刷实验,并强制采用下沉式庭院或导风墙设计以削弱近地面风速。为提升标准执行力,需创新政策工具组合:绿色信贷方面,对采用本地环保材料超过 50%的电网建设项目提供贴息贷款,并将绿色评级(如三星级)与贷款额度挂钩;容积率奖励可针对县域配电中心,允许其附属设施占地面积上浮 10%以配置光伏停车场或储能设施;碳交易机制中,将电网建筑减排量纳入区域碳普惠体系,允许企业通过出售碳配额对冲改造成本。监管层面,建立“设计审查-施工验评-运营审计”三级管控机制,例如在施工图审查阶段增加围护结构热工模拟报告,竣工验收时采用红外热成像技术检测墙体保温连续性,运维阶段通过物联网平台实时监测建筑能耗数据并生成改进建议。

2.4 建议与对策:政策引导、技术支持与人才培养

新疆农村电网建筑的绿色转型需构建“政策赋能-技术破局-人才筑基”的协同推进机制。政策层面,应实施“靶向激励+刚性约束”双轨策略,设立“电网绿色建筑专项基金”,优先支持南疆风沙区光伏建材示范站、北疆高寒区相变储能配电房等标杆项目,并通过税收返还、用地指标奖励等政策工具,引导本地建材企业转型生产棉秆复合板、煤矸石骨料等环保产品;同步将绿色建材使用比例、建筑碳足迹等指标纳入电网企业绩效考核体系,对未达标项目施行阶梯式生态补偿费征收,倒逼传统建设模式升级。技术层面,依托“干旱区电网建筑技术创新联盟”,建立“企业需求池-高校技术池-政府资源池”的三向贯通机制——针对牧区移动变电站开发轻量化预制装配技术,采用 BIM+3D 打印工艺实现现场“零湿作业”;针对盐碱地基研发地质聚合物注浆加固技术,通过工业废渣(如电石渣)替代水泥基材料,提升基础耐久性;针对风光储一体化建筑能源系统,开发多能流耦合控制算法,实现光伏、小型风机与储能的动态匹配,解决离网电站的供电稳定性难题^[4]。人才培养需打通“学历教育-职业培训-社区实践”的全链条培养路径:在职业院校开设“绿色电网建筑运维”微专业,课程体系涵盖环保材料检测、建筑光伏系统运维等模块,并联合电网企业建设“教学-实训-顶岗”一体化基地;针对农牧民群体,设计“秸秆板材生产”“户用光伏安装”等模块化技能培训包,通过“双语教材+VR 模拟操作”降低学习门槛,并设立“绿色技能认证”制度,持证者优先参与电网基建项目;同时,组建“专家服务团”深入和田、喀什等地,开展“屋顶光伏改造”“生态护坡技术”等社区示范工程,以实操教学带动技术传播。

3 结语

新疆农村电网建筑的节能改造与环保材料应用,标志

着干旱区能源基础设施与生态治理的深度融合。通过气候响应型设计、本土资源循环利用与绿色标准创新,其不仅重构了建筑活动与自然系统的共生关系,更开辟了边疆生态脆弱区绿色基建的新范式。未来需深化政策协同机制与技术本土化适配,推动电网建筑从单一供能设施向“能源-生态-社区”三位一体的综合载体转型,为边疆可持续发展筑牢生态基底、激活绿色动能。

[参考文献]

- [1]耿立宏,冯义华,孙吉昌.建设新型农村电网推动能源绿色转型[J].农电管理,2024(11):7-9.
- [2]陈有双,施清水,陈福亮.优化农村电网工程建设环境[J].中国电力企业管理,2024(11):51.
- [3]林楚.国家能源局:持续推进农村电网薄弱地区建设[Z].机电商报,2022-04-18(A07).
- [4]南方电网广西电网公司全力服务宾阳农村能源革命试点县建设[Z].科技日报,2024-10-18(08).
- 作者简介:吉彪彬(1982.8—),毕业院校:东北农业大学,所学专业:建筑工程管理,当前就职单位名称:克拉玛依诚运达建筑安装有限责任公司,就职单位职务:项目经理岗位;王海林(1987.7—),毕业院校:中国地质大学,所学专业:土木工程,当前就职单位名称:克拉玛依双信环保科技有限公司,就职单位职务:安全总监,职称级别:助理工程师;谢翔(1990.4—),毕业院校:中国石油大学(北京),所学专业:石油工程,当前就职单位名称:克拉玛依双信环保科技有限公司,就职单位职务:安全副总监。

节能环保技术在采暖通风工程中的应用研究

李晓磊

沈阳地铁集团有限公司运营二分公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要] 全球能源转型背景下, 建筑行业作为城市能源网络核心单元, 亟待通过技术创新重塑能源利用模式。聚焦采暖通风系统节能技术集成, 解析太阳能光热转换、风压通风优化、变频动态调控及辐射供暖等关键技术作用机制, 阐释其在能源分级利用与负荷动态适配中的协同优化机理。通过整合多能互补系统与智能调控策略, 突破传统设备能效限制, 构建从单机节能到系统能效跃升的技术路径。研究形成涵盖设计规范迭代、设备能效评估及智慧运维体系的整体解决方案, 推动建立源头控制-过程优化-末端回收的节能技术链, 为建筑领域低碳转型提供技术范式与实施框架。

[关键词] 采暖通风; 节能技术; 可再生能源

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16353

中图分类号: X32

文献标识码: A

Research on the Application of Energy-saving and Environmental Protection Technologies in Heating and Ventilation Engineering

LI Xiaolei

The Second Operation Branch of Shenyang Metro Group Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: Against the backdrop of global energy transition, the construction industry, as the core unit of urban energy networks, urgently needs to reshape energy utilization patterns through technological innovation. Focusing on the integration of energy-saving technologies for heating and ventilation systems, this article analyzes the key technical mechanisms of solar thermal conversion, wind pressure ventilation optimization, frequency conversion dynamic control, and radiation heating, and explains their collaborative optimization mechanisms in energy classification utilization and load dynamic adaptation. By integrating multi energy complementary systems and intelligent regulation strategies, we break through the energy efficiency limitations of traditional equipment and build a technological path from single machine energy-saving to system energy efficiency leap. Research and develop a comprehensive solution that covers design specification iteration, equipment energy efficiency evaluation, and intelligent operation and maintenance system, promoting the establishment of an energy-saving technology chain that controls energy consumption at the source, optimizes processes, and recovers at the end, providing a technical paradigm and implementation framework for low-carbon transformation in the construction industry.

Keywords: heating and ventilation; energy-saving technology; renewable energy

引言

建筑能耗占比的持续攀升使采暖通风系统能效优化成为碳减排关键。传统高碳供能模式加剧能源结构矛盾与环境污染, 亟待构建清洁能源替代、设备能效升级与智慧调控融合的解决方案。通过可再生能源耦合、负荷动态匹配及余热回收技术创新, 集成气候适应性设计与智能运维策略, 形成全周期节能技术体系, 为建筑低碳转型提供系统性方法论支撑。

1 建筑采暖通风节能减排的必要性

建筑采暖通风系统的高能耗加剧城市能源结构失衡与生态环境压力。传统化石能源供暖产生大量温室气体与污染物, 威胁气候安全与公共健康; 围护结构热工缺陷及通风设备低效运行导致能源浪费严重。工程实践中, 系统运行的高电耗特性凸显节能优化的双重价值。通过设备能效升级与智能调控技术, 可在保障室内环境品质前提下降低运营成本; 创新施工工艺与系统集成策略, 可推动行业

向高效运维模式转型。推进节能减排需融合清洁能源替代、动态负荷匹配及智慧控制技术, 突破规划设计协同不足、安装标准缺失等产业瓶颈。通过系统级能效优化与标准化建设, 既支撑建筑领域“双碳”目标实施, 亦促进区域能源协同与可持续发展能力提升。随着智能技术与可再生能源的深度整合, 采暖通风工程正从单一功能供给向智慧化方向转型, 为绿色建筑与低碳城市发展提供技术支撑。

2 采暖通风工程中节能环保技术的运用

2.1 太阳能技术

在采暖通风工程领域, 太阳能技术通过多元化应用路径展现其清洁供能价值。采暖系统设计中, 集热装置的布局需与建筑功能深度融合, 真空管集热器适用于屋顶坡面分布式安装, 平板式集热器可与建筑幕墙一体化集成, 借助选择性吸收涂层实现太阳辐射能向热能的高效转化, 为辐射地板或空气处理机组提供热源。针对昼夜及季节性能源供需失衡问题, 主动式系统配置相变储热模块或地下蓄

热体,在辐照充足时段存储富余热能,夜间通过板式换热器释能供热,并与空气源热泵、燃气锅炉形成多能互补架构,提升极端天气下的系统供能稳定性。被动式技术侧重建筑本体热性能优化,通过扩大南向采光比、设置特朗勃墙蓄热结构、采用光谱选择性透光材料等设计策略,增强冬季太阳得热效应。通风工程中,太阳能空气集热单元利用多孔介质强化对流换热,将低温新风预热后经竖向风道输送至室内,结合热压通风效应形成低耗能气流组织。技术实施需依据建筑所在地的太阳高度角年变化规律、极端气温阈值及功能负荷特性,运用动态模拟工具优化集热面方位角与储能容量配比,同步建立集热器表面除尘、防冻循环管路维护等运维规程,确保系统在全生命周期内的经济性与可靠性。

2.2 风能的使用

风能在通风工程中的创新应用体现为自然通风效能提升与清洁能源供给的协同发展。通过建筑形态的空气动力学优化设计,例如设置导风翼板、可调节式通风百叶或曲面导流屋顶,可有效引导外部气流形成稳定压力梯度,强化室内外空气交换效率。高层建筑中,结合中庭空间与竖向风道构建热压通风系统,利用室内外温差产生的烟囱效应驱动气流运动,显著减少机械通风设备的运行时长。对于沿海、平原等风资源丰富区域,将垂直轴风力发电机整合于建筑屋面或立面造型构件,通过风能转化电能驱动新风机组运行,形成能源自给与电网调峰的协同机制。智能控制系统通过集成风速风向传感器、颗粒物浓度监测模块及变频驱动装置,建立多参数联动的动态调控策略:当自然通风量满足室内空气质量标准时,自动降低机械系统功率至待机状态;遭遇静风或空气污染时段,则切换至机械辅助通风模式,实现能耗与空气品质的平衡管控。技术实施需在建筑规划阶段综合分析区域主导风向玫瑰图、周边构筑物风影区范围及湍流强度特征,同步建立风力发电机叶片清洁维护、通风通道气流组织检测等长效运维机制,确保系统在全生命周期内的稳定效能输出。

2.3 变频节能技术

变频调速技术的核心价值在于通过电力电子装置动态调节电机运行频率,实现设备输出与建筑负荷需求的实时精准匹配。在暖通系统中,循环水泵与冷却塔风机等关键设备常因设计冗余或负荷动态变化偏离高效工作区间,传统定频驱动模式导致电能大量转化为无效机械损耗。系统通过末端压差传感器和温度反馈信号的实时采集,动态调节电机输入频率,例如过渡季节空调负荷降低时,自适应减少冷水泵流量输送,在维持热交换效率的同时规避过量能源输配浪费。该技术可与建筑设备管理系统深度融合,基于预设负荷响应曲线实现多设备协同控制,如依据室内人员密度变化分级调节新风机组转速,在空气质量达标前提下优化电能消耗。设备启停阶段采用软启动技术平滑电

流冲击,显著降低机械部件应力损伤,配合谐波滤波装置消除电磁污染,同步提升系统稳定性与电网电能质量。在区域能源站等大型系统中,通过建立水泵群控策略与管网水力平衡联调机制,实现系统级能效优化,为建筑能源系统的柔性调节与智慧化升级提供技术支撑。

2.4 地暖施工技术

低温热水地面辐射供暖系统通过预埋于建筑地面构造层的管网实现热能均匀辐射传递,其热传导方式有效消除传统散热器导致的垂直温度梯度与空气扰动问题,提升人体热舒适感知。该系统以 35-45℃ 低温水为传热介质,与空气源热泵、太阳能集热器等低碳热源形成高效匹配,显著降低热源设备运行能耗。施工阶段需严格控制绝热层施工质量,采用高抗压强度挤塑聚苯乙烯板阻断向下热损失,并依据建筑外围护结构热工性能差异实施差异化布管策略,如在建筑冷桥区域及外窗周边加密盘管间距,补偿围护结构薄弱部位的热损失。管网敷设采用螺旋渐开线或双回形拓扑布局,配合柔性管件处理热膨胀变形,确保系统在全生命周期内的密封可靠性。分室智能调控系统通过机器学习算法分析用户作息规律与室外气象参数,联动室温传感器与电动分水器实现动态供热调节,在无人时段自动切换至节能模式。地面装饰层优先选用天然石材、陶瓷薄板等高导热率饰面材料,规避木地板类材料因热阻过大导致的传热延迟现象,构建从热源适配、管网优化到末端调控的完整节能技术链。

3 加强采暖通风工程节能措施

3.1 合理制定节能环保方案,加大节能技术研究力度

在工程规划阶段,需基于建筑能源审计与热工模拟结果,系统解析采暖通风系统的能耗特征与节能潜力空间,结合地域气候条件、建筑功能定位及用户使用习惯,制定分层次、差异化的技术实施路径。设计过程中应强化建筑、结构、设备等多专业的协同配合,将围护结构热惰性调节、光伏建筑一体化设计等被动式节能策略融入建筑空间形态生成阶段,避免后期改造造成的资源浪费。政府部门需构建涵盖财税激励、技术标准、市场准入的复合型政策体系,通过设立绿色技术研发专项基金、完善碳排放权交易机制,重点支持辐射供暖末端优化、中深层地热梯级利用等前沿技术的规模化应用^[1]。针对技术转化瓶颈,推动产学研机构联合组建创新联盟,围绕低品位热源回收、相变储能材料封装等关键领域开展攻关,建立从实验室验证到工程试点的全周期研发链条。通过打造涵盖办公、商业、教育等多元场景的示范项目集群,系统性评估不同技术组合的适应性边界与经济性阈值,形成覆盖方案选型、施工工艺、能效验收的标准化技术指南,为行业技术迭代与市场推广提供可复制的实践范式。

3.2 准确计算负荷

准确负荷计算应突破传统静态方法的框架限制,采用

动态耦合机制全面解析建筑能耗的时空变化特性。通过集成建筑信息模型与能耗模拟工具,构建多维数据交互平台,精准捕捉围护结构热惰性调节效应、太阳辐射动态得热特征以及人员流动的时空分布规律。在计算过程中,需整合历史气象记录与气候预测模型数据,评估极端天气事件对系统设计冗余的持续影响,例如针对夏季极端高温频发现象优化冷负荷计算参数^[2]。引入机器学习技术解析建筑使用模式的非线性特征,利用实时运行数据持续优化负荷预测模型,提升动态响应精度。基于负荷时空分布特性,制定分时分区的智能调控策略,如在办公建筑中实施基于热惰性调节的夜间通风预冷技术,充分利用建筑结构体的蓄热特性平衡昼夜温差波动,实现设备运行效率与热舒适度的协同优化。设计阶段需建立负荷敏感性评估体系,系统识别围护结构导热系数、新风换气率等关键变量的影响权重,制定针对性的技术优化方案,避免过度依赖安全系数导致的设备容量冗余。

3.3 加强节能设备的应用,提高工程运行效率

在设备选型环节,应优先选用通过国际能效认证的先进设备,例如采用磁悬浮传动技术的无油式冷水机组、搭载全热回收模块的空气处理机组以及低温辐射供暖末端装置,从系统源头实现能耗控制。构建覆盖设备全生命周期的效能数据库,整合全生命周期成本分析模型与碳排放评估体系,形成多维度的设备选型决策框架。系统运行阶段,通过布设物联网传感器节点实时捕捉设备振动频谱、冷媒流量及电流谐波等运行特征参数,运用模式识别算法精准辨识风机传动部件异常磨损或换热器积垢引发的传热效率衰减^[3]。运维管理团队可借助数字孪生技术构建设备健康状态预测模型,依据设备性能退化曲线制定预防性维护方案,采用高频脉冲清洗技术去除换热器内部污垢沉积,运用红外热成像技术定位管道保温失效区域,并通过升级低阻力密封组件降低机械传动损耗。建立能效对标管理体系,定期将系统运行能效指标与行业标杆值、设计预期值进行动态比对分析,形成持续性的系统优化机制,确保工程全周期能效表现处于技术前沿水平。

3.4 加强采暖通风工程能耗效率的分析,优先运用先进技术

建立建筑能耗监测平台需集成暖通空调、照明系统、电梯动力等多源能耗数据流,借助边缘计算技术实现能源输配路径的精准追踪与分项计量,构建覆盖能源生产端至消费端的全生命周期能效评估框架。通过部署聚类分析与回归模型,深度挖掘历史运行数据的潜在规律,精准识别水泵偏离最佳效率工况、新风机组过滤阻力异常升高等典型能效衰减问题。数字孪生技术应用需实现建筑信息模型

与实时监测数据的动态耦合,构建高保真虚拟仿真环境,模拟极端气候条件下地源热泵与光伏光热复合系统的协同运行特性,验证冰蓄冷装置与变频离心式冷水机组的负荷响应策略。既有建筑节能改造中,优先采用非破坏性技术路径,如在通风竖井内集成热管式全热交换装置,通过逆流换热回收排风能量;或在吊顶夹层敷设毛细管网辐射模块,结合自适应温控算法实现局部环境精准调节,最大限度维持建筑原有结构完整性。同步构建能效动态评价体系,将实时运行指标与 LEED 认证标准、被动式建筑规范进行对标分析,通过迭代优化设备启停时序与运行参数组合,形成“数据采集-能效诊断-策略优化-效果验证”的闭环管理机制,保障技术创新成果的工程实效与长效运维。

4 结语

采暖通风工程的节能化改造是推动建筑领域实现碳中和目标的重要实践方向,其技术创新与模式重构对城市能源体系优化具有深远影响。通过有机整合太阳能光热转换、地源热泵协同运行及智能动态调控等技术模块,形成多能互补的清洁能源供应网络,能够有效提升建筑能源系统的综合利用率与自持能力。未来应着力促进跨学科技术融合,推动机器学习算法与设备运行状态的深度交互,例如构建基于数字孪生技术的负荷响应模型,实现多能源系统的智能调度与协同优化。在标准化建设方面,需健全覆盖能效评价、碳排放计量及技术验收的规范体系,通过政策引导与市场机制协同发力,加速热回收装置、相变储能墙体等创新成果的工程转化。区域能源规划层面,探索建立建筑集群能源共享平台,通过冷热电联供与储能调峰技术,突破单体建筑能源利用的时空限制。此外,应加强国际技术协作与专业人才梯队建设,构建涵盖技术研发、工程实施及智慧运维的完整产业链条,推动节能技术从单一项目应用向产业生态体系升级,为城市低碳转型与可持续发展注入持久动能。

【参考文献】

- [1]李东书,李苘辰,常永.节能环保技术在采暖通风工程中的应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2022(34):112-114.
 - [2]王爱军.采暖通风工程中节能环保技术的应用研究[J].工程技术研究,2021,6(6):76-77.
 - [3]杨建红.采暖通风工程节能环保技术的应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(23):205-207.
- 作者简介:李晓磊(1995.3—),毕业于哈尔滨铁道职业技术学院,专业:供热通风与空调工程,当前单位:沈阳地铁集团有限公司运营二分公司,职务:安全门检修员(代理工班长),职称级别:中级职称。

新型绿色节能建筑工程技术的应用分析

王雪莹

众兴工程项目管理咨询(山东)有限公司, 山东 青岛 266000

[摘要] 绿色节能建筑作为建筑行业低碳转型的核心载体, 通过多维度技术体系的集成应用重构了传统建造模式。文章聚焦于围护结构优化、资源循环利用及智能调控系统的协同创新, 揭示门窗气密性提升、雨水再生系统构建、相变储能墙体开发等技术在降低建筑全周期能耗中的耦合作用机制。研究进一步论证了从规划设计源头嵌入节能基因、完善政策激励与市场驱动并行的实施路径, 对促进建筑产业与自然生态系统的良性互动具有理论指导价值。实践表明, 通过技术创新与制度创新的双轮驱动, 能够加速建筑领域能源消费结构的清洁化转型, 为落实“双碳”战略提供全产业链低碳化重构的技术范式。

[关键词] 绿色节能; 建筑工程; 工程技术; 技术应用

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16352

中图分类号: TU9

文献标识码: A

Application Analysis of New Green and Energy-saving Building Engineering Technology

WANG Xueying

Zhongxing Engineering Project Management Consulting (Shandong) Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

Abstract: Green and energy-saving buildings, as the core carrier of low-carbon transformation in the construction industry, have reconstructed the traditional construction mode through the integrated application of multidimensional technology systems. The article focuses on the collaborative innovation of enclosure structure optimization, resource recycling, and intelligent control systems, revealing the coupling mechanism of technologies such as improving door and window airtightness, constructing rainwater regeneration systems, and developing phase change energy storage walls in reducing the full cycle energy consumption of buildings. The research further demonstrates the implementation path of embedding energy-saving genes from the source of planning and design, improving policy incentives, and driving the market in parallel, which has theoretical guidance value for promoting the benign interaction between the construction industry and natural ecosystems. Practice has shown that through the dual drive of technological innovation and institutional innovation, the clean transformation of energy consumption structure in the construction industry can be accelerated, providing a technological paradigm for low-carbon reconstruction of the entire industry chain to implement the "dual carbon" strategy.

Keywords: green and energy-saving; construction engineering; engineering technology; technical application

引言

全球气候变化与资源约束的加剧, 使传统建筑模式的高能耗、高污染特征成为制约城市可持续发展的核心矛盾。在建筑全生命周期中, 建材生产阶段的碳足迹占比超过30%, 施工过程产生的扬尘与废弃物加剧生态环境压力, 而建筑运营阶段的持续性能耗更成为碳减排的关键瓶颈。绿色节能建筑工程技术通过纳米相变材料、光伏建筑一体化构件等创新材料的应用, 重构建筑围护结构的热工性能; 借助装配式干法施工、智能建造机器人等工艺革新, 实现施工精度与资源利用效率的跃升; 依托能源管理系统、水循环智慧调控平台等系统集成技术, 形成建筑与环境的动态响应机制。我国新型城镇化战略将绿色低碳作为核心导向, 通过《建筑节能与可再生能源利用通用规范》等标准体系的迭代, 推动被动式超低能耗建筑、近零碳社区等示范工程落地。这种技术转型不仅重塑了建筑空间与自然系统的交互模式, 更通过降低全生命周期环境负荷、提升室内健康性能, 为城乡人居环境质量升级提供技术支撑, 标

志着建筑行业从规模扩张向内涵式发展的历史性跨越。

1 节能技术在建筑工程施工中应用的重要性

作为建筑行业转型的核心驱动力, 绿色节能技术的应用不仅是对国家“双碳”战略的积极响应, 更是破解传统高能耗发展模式的关键路径。在传统建筑施工过程中, 建材生产运输依赖化石能源驱动, 施工机械运行产生大量碳排放, 建筑拆除后产生的废弃物加剧资源浪费, 这些粗放型操作模式导致全产业链能源效率低下。通过集成应用新型节能技术, 能够有效降低建筑在运营阶段的采暖、制冷及照明等核心能耗环节的能源消耗, 同步减少施工扬尘、噪声污染及建筑垃圾排放等环境问题。从建筑性能维度分析, 节能技术通过优化围护结构热工性能、提升设备系统能效比, 显著延长建筑全生命周期, 同时借助温湿度调节、空气净化等功能模块优化室内物理环境质量, 满足现代居住者对健康舒适空间与生态可持续理念的双重追求。在行业发展层面, 节能技术的大规模推广倒逼建筑企业革新施工工艺标准, 促使建材供应商研发高性能环保材料, 推动

设计单位创新节能方案,这种产业链协同升级不仅加速了行业标准化体系建设,更为建筑产业绿色化、智能化转型注入持续动能,最终形成政策导向、技术创新与市场需求良性互动的可持续发展格局。

2 节能技术在建筑工程施工中的应用

2.1 门窗绿色节能施工技术的应用

作为建筑外围护结构中的关键热交换节点,门窗的节能性能直接决定了建筑整体的能源利用效率。通过采用三层中空 Low-E 玻璃、断桥铝型材与高密封性胶条等创新材料组合,新型门窗系统在阻断热传导、抑制辐射传热及提升气密性层面形成多重防护屏障。施工实施阶段需重点强化窗框与墙体连接节点的气密性处理,采用预压膨胀密封胶带与防水隔汽膜叠加的复合工艺,通过弹性材料受压膨胀填补结构缝隙,配合高分子隔汽材料阻断水汽渗透路径,有效消除冷桥效应产生的能量损失通道。在功能扩展维度,外遮阳系统与可调节百叶窗的集成化设计,结合光照强度传感器与智能控制模块,能够依据太阳高度角、季节变化及室内使用需求动态调整遮阳构件的开合角度与覆盖范围,实现自然采光优化与太阳辐射热阻隔的精准平衡^[1]。这种被动式围护结构节能与主动式动态调控的协同机制,不仅降低了空调系统负荷,还通过引入相变储能玻璃等新材料技术,在昼夜温差较大区域实现室内热环境的自主调节。施工过程中还需注重门窗构件与建筑整体节能设计的系统性衔接,例如在幕墙工程中嵌入光伏发电薄膜,将遮阳功能与可再生能源收集相结合,形成多维度的节能技术集成应用体系。

2.2 水循环技术的应用

建筑水循环系统通过雨水收集、中水回用与灰水处理技术的有机整合,构建起多层级、闭环式的水资源再生利用体系。在施工阶段需系统性预埋渗透式雨水管网,将屋面虹吸排水系统与场地透水铺装结构相结合,通过重力流引导雨水汇入地下蓄水模块,经沉淀池初滤、活性炭吸附及超滤膜分离等净化工艺处理后,储存于加压水箱供绿化滴灌、道路冲洗及景观水体补给使用。中水回用系统采用生物膜反应器与紫外线消毒协同处理工艺,对洗漱、沐浴等生活灰水进行厌氧消化、好氧降解及深度消毒,生成符合《城市污水再生利用标准》的非饮用水,并通过独立铺设的紫色标识管道输送至冲厕、冷却塔补水等场景。该技术需在建筑设计初期规划双回路供水管网,采用差异化管材与接口标准严格区隔饮用水与非饮用水系统,同时在关键节点布设浊度传感器、余氯检测仪等物联网监测装置,实时反馈水质参数至中央控制平台,形成从水源处理到终端使用的全流程安全管控机制。针对高耗水区域,可集成灰水即时处理装置,通过旋流分离与臭氧氧化技术实现厨房废水等污染负荷较高水体的就地净化,并与中水系统互补形成分质供水网络,进一步降低市政用水依赖。

2.3 建筑墙体节能技术

墙体节能技术通过材料革新与工艺升级构建多维度的热工性能优化体系,其中 A 级防火保温材料创新应用成为提升建筑安全性与节能效率的核心突破点。石墨聚苯板与岩棉复合板等新型材料在保持低导热系数的同时,通过添加阻燃剂与无机改性剂实现防火等级跃升,施工中采用错缝粘贴结合锚栓加固的复合工艺,确保保温层连续覆盖且与基层墙体形成刚性连接,有效消除空腔热对流造成的能量损耗。在装配式建筑领域,预制夹芯保温墙板依托工厂标准化生产优势,将结构承重层、保温芯材与装饰面层通过桁架筋连接成整体模块,现场吊装后通过高强灌浆料填充拼缝,既规避传统湿作业带来的质量隐患,又通过结构层与保温层的无缝嵌合阻断冷桥传递路径。针对昼夜温差显著的地区,相变储能墙体材料通过微胶囊封装技术将石蜡类相变物质植入石膏板或混凝土中,当室内温度超过相变点时材料吸收热量由固态转为液态,温度回落时则释放潜热恢复固态,这种动态调温机制可平抑室内温度波动幅度达 40%以上,大幅降低空调系统启停频率^[2]。施工过程中需特别关注门窗过梁、结构柱等特殊部位的保温层收口处理,采用预成型保温套筒与弹性密封胶带组合工艺,确保外围护结构热工性能的连续性。

2.4 地面节能技术的应用

地面节能系统通过结构层功能化设计与多技术耦合,构建起抵御地下冷湿侵蚀与优化热能分布的综合防护体系。采用高密度挤塑聚苯板(XPS)作为地面保温基层,其闭孔式蜂窝结构兼具抗压强度与长期防潮稳定性,通过满铺法施工与错缝拼接工艺形成连续隔热屏障,有效阻隔土壤毛细现象导致的湿气上行与冷量渗透。在辐射供暖系统中,预埋交联聚乙烯(PE-RT)管道采用回形布管模式与反射铝箔层形成热辐射定向反射结构,通过热力学模拟确定管道间距与埋深参数,使热能向上层装饰面均匀扩散的同时,利用铝箔的镜面反射特性将残余热量折返利用,显著降低向基础楼板的热损失。针对地下空间特殊工况,设置可调节式架空层通风系统,通过电动百叶窗与风速传感器联动,依据季节变化调控空气对流强度,结合毛细管网防结露装置中微型透水管道的冷凝水收集与蒸发排放功能,构建动态湿度平衡机制。地源热泵技术的集成应用则通过地下埋管换热器与地面辐射末端的协同,实现浅层地温能的跨季节存储与调用——冬季提取地层蓄热提升供暖效率,夏季则将建筑余热回灌至地下完成热能重置。施工过程中需重点把控保温层与防潮膜的搭接密封,采用热熔焊接工艺处理 XPS 板接缝,并在地暖管道敷设后实施三维激光扫描校核,确保系统热工性能与设计模型的高度吻合。

2.5 绿色照明技术的应用

绿色照明体系以 LED 光源光谱可调技术为基础,结合

建筑空间功能与人体生物节律需求,构建起动态适配的智能光环境调控系统。施工过程中需依据办公区、走廊、地下车库等不同功能分区的照度标准,预埋 DALI 数字寻址照明接口,集成照度传感器、人体红外感应模块及日光追踪器,通过 KNX 总线控制系统实现分区群控与单灯调光的精准匹配。导光管照明系统通过屋顶采光罩捕获自然光线,经高反射率导管内壁多次折射后,由底部棱镜式漫射器将均匀柔和的光线导入地下空间,其光谱还原度达 90% 以上,在美术馆、图书馆等对显色性要求严格的场所具有独特优势。光伏玻璃幕墙采用碲化镉薄膜发电技术,将建筑外立面转化为垂直光伏矩阵,白天产生的电能存储于磷酸铁锂储能电池组,夜间通过智能配电柜优先供给应急照明与景观亮化系统,形成建筑自体供能的“光-储-用”闭环体系。针对博物馆、档案馆等特殊场景,可配置紫外线过滤型导光系统与光纤传导终端,在杜绝有害辐射的同时还原文物本色^[3]。施工阶段需重点优化照明管线综合布置,采用 BIM 技术模拟灯具定位与光束角度,避免与空调风管、消防喷淋等设备发生空间冲突,并在吊顶龙骨内预设标准化设备接口,便于后期接入新型照明模块。

3 节能施工技术在建筑工程施工中的发展

3.1 优化建筑规划设计

节能施工技术的高效实施依托于系统性规划设计体系的构建,通过 BIM 技术整合地理信息、气候数据与建筑物理参数,建立能耗模拟数字孪生模型,精准优化建筑朝向、体量系数及窗墙比等关键形态参数。在场地布局层面,结合 CFD 风环境模拟技术,利用乔木群落与景观水体形成导风通道,增强建筑群自然通风效能;针对高密度城区推广立体绿化系统,通过垂直绿墙吸附颗粒物、屋顶花园滞蓄雨水及光伏遮阳棚架发电的三重功能叠加,同步实现微气候调节与可再生能源生产。规划阶段还需统筹地下空间开发与浅层地热资源利用的协同关系,通过管廊预埋技术为地源热泵系统预留接口,构建建筑全生命周期的低碳技术适配框架。

3.2 加大建筑节能工作的宣传

为了推动建筑节能工作的有效实施,应通过广泛宣传建筑节能的重要性和意义,提高社会公众对建筑节能的认知水平,营造全社会共同关注、积极参与节能工作的良好氛围。应增强建设主体和业主对节能理念的认同感,激发其主动采取节能措施的积极性,从而促进建筑节能工作的顺利落地。加大建筑节能宣传力度,提升社会各界对节能技术和设备的认知度,促进节能技术的应用与推广,助推节能技术的快速发展。同时,要强化政府及相关部门的责任意识,通过宣传督促其加强对建筑节能工作的管理与监督,进一步加大政策宣传和执行力度。制定详尽的宣传计划,明确宣传目标、内容与方式,确保宣传工作有序推进。应利用多种媒体渠道扩大宣传覆盖面,提升触达率,并结

合当前流行的媒体形式,创新宣传手段,增强宣传的吸引力与影响力。还需积极与相关机构、企业、社区等建立合作机制,形成宣传合力,提升整体宣传效果^[4]。此外,通过引导购房人关注住房节能问题,也能有效促进绿色节能技术在建筑工程中的应用,进一步推动建筑行业绿色低碳发展。

3.3 加大建筑节能资金投入和政策引导

构建多维度的政策支撑体系需打通财政金融工具与市场激励机制的双向通道,通过设立建筑能效提升专项基金定向支持超低能耗建筑、近零碳社区等示范项目,探索将节能技术应用纳入绿色信贷评估体系,引导金融机构开发碳排放权质押贷款等创新产品。实施“节能表现-开发权益”挂钩机制,对达到三星级绿色建筑标准的项目开放容积率上浮、预售资金监管比例下调等政策红利,激发市场主体技术升级的内生动力。建立绿色建筑性能保险分担机制,由保险公司联合第三方检测机构对围护结构气密性、可再生能源系统效率等关键指标进行长期监测,通过风险量化模型实现技术应用风险的市场化分摊。在工程招投标领域推行全生命周期碳成本评估制度,将节能技术方案的经济环境效益转化为量化评分要素,倒逼施工企业构建涵盖 BIM 深化设计、装配式施工与智慧运维的节能技术集成能力。

4 结语

绿色节能建筑工程技术的全面推广标志着建筑行业向资源集约化与生态友好型发展的深度转型。通过建立“技术迭代-标准完善-市场响应”的协同创新机制,不仅重构了建筑设计、施工与运维的全链条价值体系,更催生出智能微电网、建筑碳计量等新兴服务领域。未来应深化材料科学、环境工程与数字技术的跨学科融合,推动光储直柔建筑能源系统、生物基建材等前沿技术的工程转化,同时完善基于碳普惠制度的市场驱动模式,使绿色建筑从政策导向的技术实践升华为全民参与的生态文明载体,为城市可持续发展提供兼具技术先进性与社会包容性的解决方案。

[参考文献]

- [1]邢建文. 新型绿色节能技术在建筑工程施工中的应用[J]. 建材发展导向, 2025, 23(7): 130-132.
 - [2]杨勇胜. 新型绿色节能技术在建筑工程施工中的应用策略[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025(9): 185-187.
 - [3]姜潍. 新型绿色节能技术在建筑工程施工中的应用[J]. 居业, 2024(10): 49-51.
 - [4]康兴. 新型绿色节能技术在建筑工程施工中的应用[J]. 四川建材, 2024, 50(6): 38-39.
- 作者简介: 王雪莹(1991.5—), 女, 毕业院校: 西安建筑科技大学, 学历: 本科, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 众兴工程项目管理咨询(山东)有限公司, 职务: 土建工程师, 所在职务的年限: 11 年, 职称级别: 中级职称。

民用建筑机电安装工程造价的预结算审核探讨

李金云

河北慧德工程项目管理有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着建筑行业的快速发展,民用建筑机电安装工程逐步成为人民群众关注的重点。机电安装工程作为建筑工程的重要组成部分,其造价的预结算审核直接影响建筑工程企业的经济效益。传统的机电安装工程造价预结算审核方法较为落后,难以适应当下的发展形势。为此,造价管理人员需要积极探究价值工程理念在机电安装工程预结算审核中的应用路径,以合理的方法提高机电安装工程造价预结算审核工作的科学性、有效性,只有这样才能保障建筑工程企业的长远发展。本篇文章将从价值工程的视角出发,以民用建筑机电安装工程造价的预结算审核作为研究对象,针对其相关内容展开探究,期望借此提升民用建筑机电安装工程造价的预结算审核水平。

[关键词]民用建筑;机电安装工程;造价管理;预结算审核;价值工程

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16395

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

Discussion on the Budget and Settlement Audit of Civil Building Mechanical and Electrical Installation Engineering Cost

LI Jinyun

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

Abstract: With the rapid development of the construction industry, civil building electromechanical installation engineering has gradually become a focus of attention for the people. As an important component of construction engineering, the budget and settlement audit of the cost of mechanical and electrical installation engineering directly affects the economic benefits of construction enterprises. The traditional cost budget and settlement audit method for mechanical and electrical installation engineering is relatively backward and difficult to adapt to the current development situation. Therefore, cost management personnel need to actively explore the application path of value engineering concept in the budget and settlement audit of mechanical and electrical installation engineering, and improve the scientificity and effectiveness of the budget and settlement audit of mechanical and electrical installation engineering cost in a reasonable way. Only in this way can the long-term development of construction enterprises be guaranteed. This article will start from the perspective of value engineering, taking the budget and settlement audit of civil building electromechanical installation project cost as the research object, and explore its related content, hoping to improve the budget and settlement audit level of civil building electromechanical installation project cost.

Keywords: civil buildings; mechanical and electrical installation engineering; cost management; budget and settlement audit; value engineering

引言

价值工程指的是以提高对象价值为目标,通过一系列手段和方法,以最少的费用换取所需要的功能,进而满足需求的一种思想和技术。通过将价值工程的理念渗透在民用建筑机电安装工程造价预结算审核的始终,可以有效发挥其优势,促使造价预结算审核的工作成果倾向于科学化、合理化与全面化。本文将对价值工程视角下民用建筑机电安装工程造价的预结算审核展开进一步论述。

1 价值工程视角下民用建筑机电安装工程造价预结算审核的原则

1.1 全过程成本控制的原则

机电安装工程的成本涵盖建设初期到后期运营与维护的全过程。造价管理人员在履行职责时,需要立足于整体视角,对各项设备的使用寿命、维护费用加以考虑,只

有这样才能让造价预结算审核工作的精确性、全面性得到保障^[1]。同时,造价管理人员需要关注材料供应商、设备供应商的信誉,分析材料与设备在机电安装工程中的实际价值,判断其是否满足成本控制的各项要求。总而言之,造价管理人员需要以长远的眼光看待机电安装工程造价预结算审核工作,确保造价管理方案的经济合理性。

1.2 动态成本控制的原则

在民用建筑机电安装工程里,其造价往往会涉及到大量材料、设备的采购,而施工材料与施工设备的价格并非一成不变。一旦市场价格出现波动,建筑工程企业的成本便会受到直接影响。除去市场因素之外,技术进步、政策调控以及施工环境也会影响到机电安装工程的总成本^[2]。基于此,造价管理人员需要坚持动态成本控制的原则,及时关注市场行情、技术发展现状以及政策调控情况,并采

取相应的调整措施,以此规避因信息滞后而导致的成本控制误差。例如,造价管理人员需要对新型施工技术的可行性、经济性进行评估,还需要对施工材料的采购价格进行确定,判断其是否满足成本控制的实际要求。

1.3 合规成本控制的原则

在价值工程视角下,民用建筑机电安装工程面临着较为多元化的风险,包括但不限于合同风险、政策法规风险、行业规范风险等。为保障机电安装工程造价管理工作的顺利实施,造价管理人员需要聚焦于合规性的检查。在具体的实践环节,造价管理人员需要充分发挥专业性,对建筑工程企业所采用的施工材料、施工设备进行合规性检查,防止建筑工程企业以次充好^[3]。同时,造价管理人员需要及时关注政策环境,依照有关部门出台的调价文件,对人工费用、物料费用加以审核,确保造价管理方案契合实际要求。除此之外,造价管理人员还需要关注设计变更等问题,判断设计变更是否真实、合规,从而保障机电安装工程造价控制的合规性。

2 价值工程视角下民用建筑机电安装工程造价预结算审核的策略

就目前来看,价值工程理念在民用建筑机电安装工程中的渗透存在一定不足,需要引起高度重视。造价管理人员需要借助于互联网、图书馆等渠道深入挖掘价值工程理念的潜在价值与要点,并尝试将其融入民用建筑机电安装工程造价的预结算审核工作中。接下来将结合实践,围绕价值工程理念在民用建筑机电安装工程造价预结算审核中的渗透,提出几点行之有效的策略。

2.1 建立健全机电安装工程造价预结算审核的管理体系

有研究表明,科学、完善的民用建筑机电安装工程造价体系,可以在一定程度上保障造价预结算审核的高质量开展。因此,建筑工程企业需要秉持具体问题具体分析的精神,对机电安装工程造价预结算的管理体系进行深入分析,并加以补充、完善^[4]。具体来讲,机电安装工程造价预结算审核管理体系需要涵盖以下三点措施:第一,以价值工程理念为指导,对工程量计算的审核环节加以关注,并完善相关的管理制度。在价值工程理念的指导下,造价管理人员需要将工程量审核环节列为需要重点关注的环节,并对工程量审核的整个流程加以归纳、分析,判断其是否满足合规性、准确性以及全面性等要求。为此,建筑工程企业需要对造价管理人员提出一定的要求,促使造价管理人员仔细核对施工图纸与现场的施工情况,最大限度地减少漏算、错算或者重复计算的现象。同时,建筑工程企业还需要让造价管理人员及时关注设计变更等问题,实时调整工程量;第二,建立健全责任追究制度。在实践中不难发现,民用建筑机电安装工程往往会涉及诸多专业的

人员,这就使得造价预结算审核成为了难题^[5]。建筑工程企业若想进一步提升机电安装工程造价预结算审核的精确性,便需要完善、落实责任追究制度,促使其在实践中发挥应有的作用。一方面,建筑工程企业应当明确造价管理人员的工作任务与权限。另一方面,建筑工程企业需要完善责任追究制度,将具体的责任落实在具体的造价管理人员身上。一旦出现机电安装工程造价预结算审核方面的偏差,便需要及时追究对应造价管理人员的责任,并剖析原因,制定解决方案。

2.2 加强技术培训,提升造价管理人员的专业性

价值工程的核心思想在于优化资源配置,以最低的成本实现必要功能,从而满足实际需求。基于民用建筑机电安装工程造价预结算审核的要求,建筑工程企业需要加强对结合造价管理队伍的剖析,判断其专业能力是否适应于当下的工作要求^[6]。倘若造价管理队伍的专业能力显著不足,便需要及时为其提供技术培训,以提升造价管理队伍的专业性,为民用建筑机电安装工程造价预结算审核工作提供保障。具体来讲,需要采取以下三点措施:第一,强化造价管理人员对信息化工具的应用能力。传统的民用建筑机电安装工程造价预结算审核工作以人为计算为主,不仅效率,还容易出现误差^[7]。价值工程要求造价管理人员革新思想观念,运用先进的信息化工具。因此,建筑工程企业将信息化工具的理论、操作方法整合在一起,上传至在线教育平台,提供给造价管理人员。造价管理人员可以利用业余时间提升自我,在该平台中进行学习。在造价管理人员结束学习后,建筑工程企业可以为其提供实践机会,促使造价管理人员将理论知识转化为实践技能;第二,组织交流平台,促进经验分享。建筑工程企业可以与同类型的企业建立深度合作关系,促使双方的造价管理人员聚集在一起,共同分享工作经验。



图2 经验交流会

造价管理人员在分享经验的过程中,会形成对新工作方法的认识。在交流场所内,组织者还可以为造价管理人

员灌输与价值工程有关的理念。在条件允许的情况下,组织者还可以将“价值工程”定义为本次交流会议的主题,促使造价管理人员认识到价值工程理念的重要性。除此之外,组织者还可以尝试从行业内邀请专家,为造价管理人员开设讲座,促使造价管理人员掌握行业内的先进知识与技能^[8]。总的来讲,造价管理人员专业性的高低十分重要,其直接影响民用建筑机电安装工程造价预结算审核结果的精确性。因此,建筑工程企业需要聚焦于“人”这一关键因素,为其提供专业技术培训。

2.3 结合价值工程理念,优化工作方法

传统的机电安装工程造价预结算审核方法存在诸多缺陷,难以满足当下的造价管理要求。随着价值工程理念在建筑行业内的普及,越来越多造价管理人员意识到了将价值工程理念落在实处的重要性。通过将价值工程理念渗透在民用建筑机电安装工程造价的预结算审核工作,造价管理人员有了更多可供选择的工作方法。接下来将结合价值工程理念,对几种可用的民用建筑机电安装工程造价预结算审核方法展开探讨。

(1) 功能成本法的应用。功能成本法是价值工程中进行功能评价的主要方法之一,其主要指的是造价管理人员以功能为核心,通过对比功能的现实成本与目标成本,进而发现成本控制的薄弱环节,并采取针对性的调整措施,使得功能得到提高、成本得到降低的工作方法^[9]。在民用建筑机电安装工程造价的预结算审核中,造价管理人员需要先对机电系统及其设备的功能进行研究,将功能类型划分为三种,即必要功能、辅助功能以及冗余功能。随后,造价管理人员需要结合各个功能在民用建筑中的重要性,对功能进行量化评分,确定其功能系数。依据该功能系数,造价管理人员对该功能的实现成本进行分析,判断其是否超出目标成本。针对于超出目标成本的冗余功能,造价管理人员可以与设计人员展开沟通,以此削减不必要的功能,保留必要功能;针对于超出目标成本的辅助功能与必要功能,造价管理人员可以考虑现行的技术条件与市场行情,选用经济性更高的施工材料或者施工设备,以此保障资金投入、功能需求的平衡性。

(2) 价值工程工作坊法的应用。价值工程工作坊法指的是以群体智慧作为核心,造价管理人员组织多个专业团队开展集中讨论,系统优化机电安装工程造价预结算的审核工作,从而实现民用建筑必要功能的工作方法。考虑到民用建筑机电安装工程的复杂性,造价管理人员可以考虑将价值工程工作坊法应用于实际工作。首先,造价管理人员需要从整体视角出发,对民用建筑机电安装工程涉及到的专业团队组织在一起;其次,造价管理人员需要发挥引导作用,号召各个专业团队集中讨论机电系统各项功能的实现成本^[10];最后,造价管理人员需要依据功能、成本

的比例计算价值,在省略不必要成本的同时实现高质量的造价预结算审核工作。相较于其他工作方法而言,价值工程工作方法可以帮助造价管理人员快速发现民用建筑机电安装工程造价方案的缺陷与隐患,需要得到重视。

(3) 标杆对比分析法的应用。基于价值工程理念,造价管理人员可以考虑采用标杆对比分析法。标杆对比分析法指的是造价管理人员将同类型优质项目的各项成本数据整合在一起,从而形成标杆数据库,再将项目信息与标杆信息进行对比,从而明确现有项目信息不足的一种工作方法。造价管理人员秉持实事求是的精神,科学选用标杆对比分析法,可以促使民用建筑机电安装工程造价预结算的审核结果倾向于精确、可靠。为此,造价管理人员需要加强对标杆对比分析法的研究。在实际工作中,造价管理人员需要通过线上、线下相结合的方式收集同类型优质民用建筑机电安装工程项目的数据信息,并将之与现有机电安装工程项目的数据信息进行比较。倘若重点审核数据显著高于标杆数据,造价管理人员便需要采取相应的调整措施,以此提升机电安装工程造价预结算审核工作的有效性。

3 结束语

价值工程理念可以在民用建筑机电安装工程领域内起到指导性作用。特别是在造价预结算审核的场景中,价值工程理念更是重要。因此,建筑工程企业应当在内部普及价值工程理念,为价值工程理念在造价预结算审核中的渗透创设有利条件。同时,造价管理人员需要加强对民用建筑机电安装工程造价预结算审核的研究,使得价值工程理念渗透在方方面面。在具体的实践环节,造价管理人员需要遵循三点原则,即全过程成本控制、动态成本控制、合规成本控制。在策略方面,造价管理人员需要科学选用工作方法,如功能成本法、价值工程工作坊法、标杆对比分析法。同时,建筑工程企业需要加强对造价管理队伍的培训,确保造价管理人员在专业能力、技能培训等方面存在差异。除此之外,建筑工程企业还应当健全造价预结算审核的管理体系。本文通过对价值工程视角下的民用建筑机电安装工程造价预结算审核展开探讨,希望对工程领域的相关人士有所助益。

【参考文献】

- [1]黄晓畅.建筑机电安装工程造价预结算审核的问题及解决对策分析[J].中国住宅设施,2024(12):89-91.
- [2]许明保.探究民用建筑机电安装工程造价的预结算审核策略[J].居业,2023(7):137-139.
- [3]吴婷.民用建筑机电安装工程如何做好造价的预结算审核[J].建材发展导向,2023,21(8):142-144.
- [4]郭英林.机电安装工程造价预结算审核内容及方法[J].产品可靠性报告,2022(7):70-72.
- [5]玉延.机电安装工程造价预结算审核方式探讨[J].居

舍,2020(12):194.

[6]华祝翠.机电安装工程造价结算审核领域中存在的问题及应对措施[J].科技风,2020(8):139.

[7]高洁.机电安装工程造价结算审核存在的问题及应对措施[J].经济管理文摘,2019(16):146-147.

[8]张锦丽.机电安装工程造价预结算审核方式探讨[J].住宅与房地产,2015(1):119.

[9]郭海锋.如何做好民用建筑机电安装工程造价的预结算审核[J].中外建筑,2015(3):127-129.

[10]肖丹萍.机电安装工程造价结算审核领域中存在的问题及应对方法[J].居业,2019(6):100-101.

作者简介:李金云(1991.12—),女,毕业院校:燕山大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:河北慧德工程项目管理有限公司,职务:部门主管,职称级别:中级。

装配式钢结构住宅建筑工程造价控制措施研究

于珍珍

河北冀科工程项目管理有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]我国的建筑行业如今得到高水平发展,基于装配式钢结构为建筑效率、质量的提升更是提供保障,能达到节约资源、降低污染环境的目的,与现代城市化发展需求一致。但是,装配式钢结构建筑的应用成本高,导致装配式钢结构建筑未得到推广。本次探究以案例作为分析要点,明确影响装配式钢结构建筑造价因素,基于BIM技术分析给出控制措施。

[关键词]装配式钢结构; 建筑工程; BIM技术; 造价控制

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16393

中图分类号: TU753

文献标识码: A

Research on Cost Control Measures for Prefabricated Steel Structure Residential Construction Projects

YU Zhenzhen

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

Abstract: Chinese construction industry has achieved high-level development, and the use of prefabricated steel structures provides guarantees for improving building efficiency and quality, achieving the goal of saving resources and reducing environmental pollution, which is consistent with the needs of modern urbanization development. However, the high application cost of prefabricated steel structure buildings has led to their lack of promotion. This exploration focuses on case studies to clarify the factors that affect the cost of prefabricated steel structure buildings, and provides control measures based on BIM technology analysis.

Keywords: prefabricated steel structure; construction projects; BIM technology; cost control

装配式钢结构建筑工程在施工速度、节能环保、材料回收方面均发挥较大优势,符合我国对建筑行业提出的具体要求。但是,装配式钢结构和钢筋混凝土不同,需要较高造价,要在工程设计、制造等流程完成成本造价控制,渗透先进理念,保证整体建设的精准化。因此,为了使装配式钢结构住宅建筑工程获得一定效益和质量,需要加强造价控制。

1 案例分析



图1 装配式钢结构

长沙地区在2017年建议使用8030平方米的建设用地,总建筑面积为57398m²,其中地上和地下分别为43420平方米、13978m²,建筑功能分为商业区域、办公区域、公寓区域

等。整个建筑的高度分为商业区5层、写字楼19层、公寓21层,还需配备地下室2层。本建筑应用装配式钢结构,该结构建筑质量高,具有良好的抗震性能,且施工速度快,对空间的设计十分灵活,整个建设过程安全,大部分均由工厂完成。使用钢量与常规建筑比降低10%-20%,具备绿色、环保的特点。

但是,装配式钢结构经政策优惠后,发现单方造价为每平方米8488元,和常规建筑比较仍高,如表1所示,为装配式钢结构和传统砼结构的开发成本比较。

表1 装配式钢结构和传统砼结构的开发成本

费用项目	传统砼结构		装配式钢结构	
	成本(万元)	单方(元/m ²)	成本(万元)	单方(元/m ²)
土地价款	9394	2163	9394	2163
前期费用	1423	312	1034	242
配套工程费	792	182	631	159
建安工程费	14345	3353	22421	5123
开发间接费	563	123	323	73
营销费用	1632	421	1321	321

综合比较后,装配式钢结构的开发成本高,该情况与建安工程费有关。但装配式钢结构建筑工程在实施工期较短,能快速资金回笼,随着资金成本降低,使开发商面临的资金压力得到缓解。装配式钢结构具备的环保特征明显,应用的钢材能全部回收,回收率提升。

2 装配式钢结构住宅建筑工程影响造价的因素

2.1 设计阶段

装配式钢结构住宅建筑工程造价因为设计阶段的多种技术参数受到影响,设计阶段的参数信息与装配式钢结构住宅建筑工程的稳定性、安全性相关,与材料应用量、施工成本、生产效率均存在明显联系。装配式钢结构的关键为设计,重点确定钢材的应用量、钢材形式。如:钢框架一支撑体系,该结构具备的抗震性能良好,但钢材的应用量增加,且节点连接复杂明显。设计中的预制构件与造价联系较大,经科学设计,使构件的应用种类、应用数量减少,对成本控制、降低生产难度有一定作用。针对墙体、楼板构件,完成设计后可以对其大量生产,通过系统设计,不仅能使工程建设效率提升,也能使应用成本减少。设计的准确性与造价之间也非常重要,准确设计能使施工中的返修、变更环节减少,防止发生额外费用。使用BIM技术能使设计准确度提升,如:完成三维建模、碰撞检测等,确保构件的尺寸、构件数量计算精准,达到节约材料的作用。对于材料型号选择方面,主要包括钢材的种类、钢材规格、钢材性能,在钢材的安全性得到维持情况下,建议选择性价比高的材料,以节约成本。如:Q345B钢材,这类材料虽然价格较高,但力学性能、抗腐蚀性良好,也能减少维护成本^[1]。

2.2 生产阶段

装配式钢结构住宅建筑工程造价影响因素除以上探讨,还包括生产效率、原材料成本、设备、控制等技术信息。生产效率与生产成本紧密相连,要保证生产效率提升,生产各个流程要得到优化,如:应用先进设备、高水平人才等。例如:自动化焊接设备、机器人生产,对焊接速度的提升和焊接质量控制明显,且生产成本节约。原材料也为生产成本的关键,钢材价格因为市场供需影响,价格发生明显波动。为了使采购成本减少,可以通过集中性采购的方式,与供应商之间相互合作,既要确保原材料获得的价格更优惠,也要确保供应商渠道稳定。生产阶段的质量控制非常重要,使构件质量和设计标准符合,能防止因为质量问题返工。不仅如此,生产中还需加强监督、检验,以促使总体质量得到控制^[2]。比如:长沙地区在建设过程中,整个装配式钢结构的大部分由工厂完成,建设过程十分安全,且总体施工速度快,对空间的设计也十分灵活,和常规建筑相比,该工程应用的钢量降低10%-20%,达到明显的环保和绿色特征。

2.3 安装和运输阶段

运输与安装阶段的各个因素也会影响工程造价。运输方面,若钢梁结构达到12m以上,运输需应用到低平板拖车,运输成本增加。安装阶段,若安装人员的技术水平低,则安装效率、安装质量降低。一般专业水平较高的安装人员,在吊装钢结构中应用50吨履带,吊装每台

班(钢梁)达到8根到10根、每台班(钢柱)达到2~3根。若安装人员的安装水平低,仅能完成吊装每台班(钢梁)达到4根到6根、每台班(钢柱)达到2~3根,因为安装误差导致增加返工率。施工现场也为其中的影响因素,若施工现场的坡度达到5%以上,则影响吊车施工稳定性,其间还需要对场地平整。若处于多风天气,每秒风速达到10m,吊装工作需停止,并给出防风预防,这种情况下导致整个工程建设周期延长,也会增加一些人力、设备成本等。

3 基于BIM技术的工程造价

图1为BIM技术的钢结构设计流程,在建筑工程建设各个阶段发展作用;该技术应用于钢结构建筑建设中,从BIM设计、BIM分析、BIM协同和BIM算量四个方面完成探讨,其中不仅完成建筑以及结构建模、还分析了结构、能耗以及日照等因素,完成碰撞检测、管线综合分析等,确保装配式钢结构设计在BIM技术支持下获得强大支持。具体应用从以下几方面探讨。

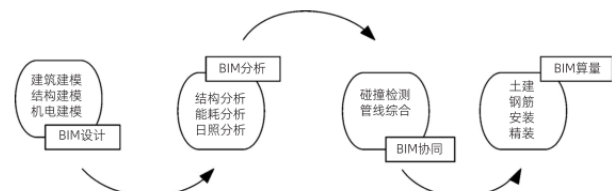


图2 BIM技术的钢结构设计流程

3.1 设计阶段应用BIM技术

BIM技术的应用主要使用三维数字模型完成,能展现出一种直观、精确设计图。这种三维模式不仅使建筑工程的外部、内部结构详细绘制,也能动态掌握各个构件的关系,能为建筑工程设计形成一种虚拟环境,使设计工作更精确。BIM技术应用,既能展现一种几何形式,建筑工程中应用的材料信息、性能、参数等均体现。例如:使用BIM技术对钢材的屈服强度、抗拉强度设置,使整个结构获得更高稳定性。也可以明确连接件的类型、焊接方式等,使连接件应用和设计要求符合。BIM技术也能作为一种可视化工具,设计人员能在不同角度研究模型,明确设计中是否存在缺陷,方便设计内容合理调整。在这种创建的交互环境下,既能有效解决设计缺陷,也能控制后期返工问题。BIM技术是基于多专业结合方式,各个专业人员在同一个软件上完成工作,相互之间也能共享数据。传统设计模式缺乏专业人员之间沟通,不利于信息传递,很可能发生差错。BIM技术与其不同,所有人员参与其中,能随时更改,确保信息实时更新。如:BIM技术能尽早对系统中的冲突问题识别,明确管道和结构构件之间是否交叉,这种情况为检查提供方便,以免因为设计失误造成返工问题。BIM技术应用的数据交换格式(IFC)对各个平台的相互合作十分重要,针对装配式钢结构住宅建筑工程,各个专

业的工程人员通过 BIM 相互合作,正确处理 300 处以上管道和结构构件问题,有利于设计效率提升^[3]。

BIM 技术还适合应用到估算成本中,按照市场价格、工程信息快速估算,这不为估算工作节约大量时间,也保证一定准确性。传统模式下的成本估算应用模式包括手工、电子表格,需要较长时间、也可能发生错误。BIM 技术则不同,整个处理过程自动完成,如:材料清单、劳动力需求、设备应用等均能自动生成。BIM 技术在能耗模拟、日照分析中,也有利于节能措施、采光方案合理提出,达到节约运营成本节约目的。尤其在提出绿色建筑理念下,自然资源成为设计阶段的主要分析因素,基于 BIM 技术能针对不同气候情况下的建筑热传导、通风、照明综合分析,帮助设计人员优化材料性能,促使设计方案得到最优提出。

3.2 生产阶段应用 BIM 技术

BIM 技术也能优化建筑工程的生产阶段,促使建设效率、建设质量提升。基于 BIM 模型,能得出具体的构件信息、构件尺寸,制造商按照数据信息完成高效生产。BIM 模型也能直接给出技术文件、图纸等,包括几何形状、材料类型、各个节点连接情况等,均保证生产流程顺利实施。例如:数控切割机(CNC),基于 BIM 技术能创建二维/三维指令,切割精准($\pm 0.5\text{mm}$),在这种高精度要求下,产品质量更高。基于 BIM 技术与 RFID 结合应用,构件从原料采购到成品的整个过程均得到跟踪,其中的每个构件均配备一个标签,标签内容完整(包括内容为产品型号、批次、日期)。制造商按照 RFID 标签就能完成质量监测、施工进度分析,使施工质量符合一定标准。BIM 技术应用也能为制造商提供帮助,如:规划资源、调度资源方面,按照模型给出的工程量、进度完成人力、物力等优化配置。经协同机制应用,供应商、制造商、施工方之间相互交流,能针对市场发展变化及时调整计划,且构件的应用信息、使用进展都能监督,对工程的顺利实施有效^[4]。

3.3 安装和运输阶段应用 BIM 技术

BIM 技术在建筑工程安装和运输阶段同样发挥重要作用,不仅方便安装效率提升、提出最优运输方案,也能实现成本控制。利用 BIM 技术能对施工现场情况进行模拟,提前做出运输线路、安装规划,保证资源得到充分应用。BIM 技术与 GIS 结合应用使运输路径、安装方案均得到精确提出,在提升运输效率同时也能节约成本。对装配式钢结构住宅建筑工程吊装期间,BIM 技术还能完成塔吊工作范围、起重量、起升高度等参数设计,提前确定好吊装位置、高度后,吊装工作得到稳定实施。基于 BIM 技术下使用 AR,能为工作人员现场装配提供指导,在移动设备上通过各项信息查看,也能避免人为操作发生差错,有利于工作效率逐渐提升,预防施工安全事故。基于 BIM 技术使用项目管理信息系统(PMIS),该系统能详细监督安装、

运输过程,经过对现场各项信息收集,方便施工队伍明确其中问题,并实时做出调整^[5]。



图3 BIM技术与GIS结合

4 装配式钢结构住宅建筑工程造价控制措施研究

4.1 设计阶段的控制措施

造价控制的设计环节非常重要,需要设计多个方案比较,如:分析建筑布局,包括行列式、周边式等,综合分析土地应用率、日照时间等因素设计方案。也要加强限额设计,确保造价分配合理。

4.2 生产阶段的控制措施

工程生产中应用的材料、配件造价均比较重要,一般和供应商存在明显关系。装配式钢结构住宅建筑工程中,企业信誉、产品质量均由供应商决定。生产阶段为了使工艺得到优化,需基于先进技术提升总体效率。如:生产预制构件,确保振捣工艺、模具的自动化,不仅能缩小差距,也能提升构件质量。针对生产中质量不合理情况为了避免增加成本,也要构建质量检测体系,在确保各个流程质量情况下,也能防止出现退货等情况,使生产阶段的成本得到控制^[6]。

4.3 安装和运输阶段的控制措施

运输阶段需要对线路完成科学、合理规划。如建筑工程区域地形复杂或者属于山区,运输建筑材料、预制构件需要综合分析实际路线和交通,选择出符合线路。项目开展前,与当地交通部门联系,做好实地考察,确保运输在最优线路下能减少运输时间,有效节约运输成本。运输工具合理选择,若预制构件较大,可以对其拆分再组装,这种情况导致成本额外增加,特别是安装成本,且给安装人员技术水平也提出较高要求。若安装工作中人员能快速完成,则安装中失误次数减少,也有利于工程成本控制^[7]。长沙地区工程建设之所以和传统砼结构的开发成本比较增加,其关键为建安费用。该工程需要的建安工程费用达到 22421 万元,而传统砼结构的建安工程费用为 14345 万元,相比提升幅度较大。所以,为了确保工程造价得到控制,需要重点关注安装阶段,确保安装阶段的各个因素得到控制,尽可能将安装成本减少,以保证工程总体建设

效益得以维持。

5 结语

装配式钢结构住宅建筑工程如今获得政策和市场支持,发展前景广阔。为了保证装配式钢结构住宅建筑工程造价合理应用,在工程设计、生产、安装和运输阶段渗透BIM技术,有利于获得更高经济效益,也能为建筑行业稳定发展提供强大保障。

【参考文献】

- [1] 向雨婷. 装配式钢结构住宅建筑工程造价控制措施研究[J]. 工程机械与维修, 2024(6): 62-64.
- [2] 徐雷. 装配式钢结构住宅建筑工程造价控制措施研究[J]. 工程管理, 2024, 5(10): 72-74.
- [3] 赵炫. 钢结构装配式住宅建筑中关键技术及工程造价

优化途径的探索[J]. 建设监理, 2022(9): 70-72.

[4] 岳东东. 装配式钢结构住宅建筑发展的制约因素及可行性建议[J]. 门窗, 2024(19): 226-228.

[5] 郁银泉, 王喆, 王力, 等. 《装配式钢结构住宅技术标准》内容及技术发展[J]. 中国建筑金属结构, 2020(3): 35-39.

[6] 于涵, 刁庆华, 邢国起. 新型装配式轻钢结构抗震式房屋住宅节能指标及综合造价分析[J]. 房地产导刊, 2019(3): 188-189.

[7] 郁银泉, 朱峰岐, 王喆. 钢结构建筑的推广与应用综述[J]. 钢结构, 2020(1): 59-69.

作者简介: 于珍珍(1989.12—), 女, 毕业院校: 河北建筑工程学院, 专业: 土木工程, 就职单位: 河北冀科工程项目管理有限公司, 职务: 造价工程师, 职称级别: 工程师。

装饰装修工程造价审核存在的问题及优化对策

孙建红

青岛赛乐威建筑装饰有限公司, 山东 青岛 266109

[摘要]近年来,随着建筑行业的快速发展,越来越多的建筑企业开始重视装饰装修工程的造价审核工作。造价审核的合理性不仅直接影响装饰装修工程的顺利实施,还对建筑企业的整体效益产生深远影响。因此,此文旨在探讨当前装饰装修工程造价审核中存在的主要问题,并提出相应的优化对策。通过这些对策,文章希望帮助建筑企业更有效地进行造价审核工作,推动建筑行业向高质量发展迈进。

[关键词]装饰装修工程;工程造价;造价审核;问题及对策

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16389

中图分类号: TU767

文献标识码: A

Problems and Optimization Countermeasures in Cost Audit of Decoration and Renovation Projects

SUN Jianhong

Qingdao Sailewei Building Decoration Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266109, China

Abstract: In recent years, with the rapid development of the construction industry, more and more construction companies have begun to attach importance to the cost audit of decoration and renovation projects. The rationality of cost audit not only directly affects the smooth implementation of decoration and renovation projects, but also has a profound impact on the overall efficiency of construction enterprises. Therefore, this article aims to explore the main problems in the current cost audit of decoration and renovation projects, and propose corresponding optimization measures. Through these measures, the article hopes to help construction companies conduct cost audits more effectively and promote the high-quality development of the construction industry.

Keywords: decoration and renovation engineering; engineering cost; cost audit; problems and countermeasures

引言

在现代建筑工程中,作为提升建筑功能性和美观度的重要环节,装饰装修工程的造价审核工作具有至关重要的意义。随着装饰装修设计日益复杂,施工技术不断进步,造价审核面临的挑战愈加严峻。如何确保工程造价控制在合理范围内,如何有效管理工程成本,避免因审核不当而导致资金浪费与质量问题,已成为建筑项目管理中的关键任务。当前,装饰装修工程造价审核中存在的一些亟待解决的问题,诸如法律法规滞后、工程量审核不准确、材料价格波动较大以及造价人员的专业能力不足等,不仅影响了审核精确度,还可能导致资金配置与使用的不合理,从而影响项目的顺利推进。这些问题的存在,迫切需要进行改进和优化。通过深入探讨这些问题并提出有效的优化措施,不仅能够提升造价审核的工作质量和效率,也能为建筑行业的可持续发展奠定坚实基础。对装饰装修工程造价审核中主要问题的详细分析,以及针对性的改进方案的提出,旨在推动造价审核工作向科学化、标准化、规范化方向发展,更好地支持建筑项目的顺利实施和资金的合理管理。

1 装饰装修工程造价的特点及重要性

装饰装修工程的造价,具有显著的特点,如专业性强、项目构成复杂、变化频繁以及主观性较高。与主体结构工

程相比,涉及的材料种类繁多,施工工艺复杂,且工序交叉频繁。此外,该类工程对施工精度、艺术效果以及材料质感的要求较高。因此,其造价构成不仅包括人工费、材料费和机械使用费等常规项目,还需要考虑设计风格、施工细节、材料品牌等多方面因素的影响。在实际实施过程中,装饰装修工程通常会根据业主需求、现场条件或设计变更进行调整,这导致了工程量与预算的不断波动,进而增加了造价审核的复杂性。同时,面临紧张工期和繁重任务的该类工程,对成本控制和结算效率的要求较高,这对造价审核的科学性和规范性提出了更为严格的标准。加强对装饰装修工程造价的审核,不仅有助于合理控制工程投资、提高资金使用效率,还能有效防范工程结算中的风险。此外,通过这一措施,不合理的造价波动与资源浪费得以有效遏制,从而对提升工程建设的整体质量与经济效益,发挥着重要作用。

2 装饰装修工程造价审核中存在的问题

2.1 法律法规不健全

在装饰装修工程造价审核过程中,法律法规体系的缺陷,成为一个突出问题。尽管国家已发布一系列关于工程造价管理的法律、法规及规范性文件,但针对装饰装修领域的专门规定,仍显不足。现有的标准较为粗略,缺乏细化,且适用性与操作性较差。这样的情况,在实际审核中

留下了较大的解释空间与自由裁量权,尤其是在非标准化、个性化装修项目中,缺乏统一的技术标准和价格依据,使得审核人员难以准确评估造价的合理性^[1]。此外,一些地区或行业在执行标准上,存在不统一的情况,计价依据更新滞后等问题,也进一步加大了审核工作的混乱程度。对于新型材料和新工艺的价格核定,缺乏及时更新的指导文件,进而影响了审核工作的准确性与公正性。

2.2 审核材料不完善

在装饰装修工程造价审核过程中,造价人员面临的主要挑战之一是材料缺失和信息不实等问题。这些问题不仅对审核工作构成了较大障碍,还显著降低了审核效率。具体而言,材料审核不完善主要体现在以下两个方面:首先,施工单位可能虚报工程量。一旦发生这种情况,不仅会直接影响造价审核的准确性,还会导致装饰装修工程的预算与实际造价出现较大差异,进而使工程造价虚高。这不仅给建筑企业带来了沉重的财务负担,还可能影响建筑企业和业主方的经济利益。其次,材料报价与市场价格之间的差异也较为显著。部分施工单位为了追求更高的经济利益,故意虚报装饰材料的价格和数量,甚至上报一些不存在的材料费用。这种行为严重影响了审核结果的准确性,并且破坏了市场的公平竞争环境,对建筑行业的健康发展造成了不良影响。

2.3 造价人员不专业

在装饰装修工程造价审核中,造价人员的专业能力不足,成为影响审核质量与效率的重要因素之一。目前,一些从事造价审核的人员,缺乏系统的装饰装修专业知识,对该类工程的构造特点、施工工艺以及材料性能等方面的理解不全面,导致在审核过程中,难以准确判断工程量计算的合理性与材料价格的真实性。尤其是在面对复杂的个性化设计方案或新型材料应用时,非专业人员往往无法对其造价水平作出科学评估,进而导致审核结果产生较大的偏差。此外,还有部分人员,长期从事土建或其他工程领域,缺乏对装饰装修工程工序衔接、技术细节的深入了解,导致在审核过程中,忽视隐蔽工程、节点工艺等关键造价要素,从而引发预算漏项或误判问题。更有甚者,部分造价人员在工作中,缺乏必要的法律意识与职业操守,依赖经验判断、草率复核的现象时有发生,甚至与施工单位、设计单位之间存在利益关系,进一步影响了审核工作的独立性与公正性。

3 装饰装修工程造价审核工作的优化对策

3.1 提高工程量审核的准确性

在装饰装修工程的造价审核中,确保工程量审核的准确性,是实现造价结果真实、合理、科学的基本前提,也是控制工程造价、避免资源浪费与财务风险的重要手段。与主体结构施工相比,装饰装修工程具有构造复杂、细节繁多、工艺要求精细以及变化频繁的特点。工程量的核算

不仅涉及多种不同类别和规格的装修材料,还需要对施工工艺流程、节点处理方式以及空间构造有准确的理解和掌握。因此,审核人员的专业水平、图纸识读能力以及实务经验,在审核过程中显得尤为重要。在实际审核时,施工图纸必须被全面了解,结合项目的实际情况及施工组织设计,逐项比对合同范围、施工清单与设计图纸,确保图纸内容与工程量的一致性。对于隐蔽工程、非标准结构、装饰细部、吊顶层级及隔墙构造等容易遗漏或错算的部分,应特别进行重点复核,避免因判断失误导致工程量虚增或遗漏。同时,工程量审核可借助先进的技术手段,如BIM技术或智能算量软件,通过三维建模和自动提取工程量,精准识别复杂构件及交叉施工区域,从而减少传统人工计算中可能产生的误差与不确定性^[2]。此外,审核工作还应注重对施工过程中设计变更、现场签证、工程洽商等相关资料的追踪与分析,确保所有变更项目及新增工程量在审核时有据可依、过程可查、数量可控。

3.2 严格审核材料价格

在装饰装修工程造价审核中,严格把控材料价格,是确保工程造价合理性与真实性的关键环节,也是防止材料价格虚高、有效控制项目成本及提升资金使用效率的重要措施。由于装饰装修工程涉及的材料种类繁多,且规格、品牌、档次差异较大,再加上市场价格波动频繁,不同地区和时间段的价格差异显著,若缺乏严谨的审核机制和科学的价格比对方法,可能会导致施工单位虚报高价材料或以低质材料代替,从而引发造价不合理、资金浪费。因此,审核人员应依托权威的材料价格信息平台,如各地建设工程造价信息网、材料价格指数数据库及造价咨询机构发布的市场行情手册等,实时掌握装饰材料的市场价格走势与合理价格范围,并通过比对招标文件、合同约定、供应商报价及实际采购情况,确保材料价格与市场相符。对于部分高价、定制或进口材料,采购来源、合同条款、运输成本及品牌等级等信息,应深入核查,避免在审核时直接按照市场高价计算。此外,对于操作空间较大的材料项目,如高档石材、木饰面、洁具、灯具以及特殊工艺涂料等,特别关注其价格合理性和使用必要性是必须的。通过建立材料样本价格对比库,结合工程定位与设计的要求,进行有效评估,可以防止不合理价格的材料进入审核过程。在工程实施阶段,还需加强对材料进场、签证变更、材料替换等环节的全过程控制与资料管理,确保所有材料价格在审核时,都能提供可查证、可追溯的依据。

3.3 合理套用定额

在装饰装修工程的造价审核中,合理使用定额,是确保工程造价公正、准确及合理的重要手段。作为国家或行业对特定工程、工艺及施工方法的标准化劳动量与费用预估,定额具有普遍性和规范性。合理套用定额,能够帮助审核人员在面对复杂且多变的装饰装修工程时,按照统一

的标准进行成本评估,从而避免因工程量计算误差或材料浪费而导致的费用超支。然而,装饰装修工程的特殊性,使得定额应用面临一些挑战。在装饰装修项目中,个性化、非标准化的设计及施工方式较为常见,而传统定额往往难以涵盖所有细节,特别是在新型材料或独特工艺的应用方面,缺乏相应的参考标准。因此,必要的调整与补充,审核人员需要根据具体的施工方案进行^[3]。此外,定额的时效性也是一个难题。随着建筑技术、材料更新以及人工成本的变化,旧版定额可能无法准确反映当前市场的实际情况,从而导致计算出的造价与实际情况存在偏差。为此,定额标准的更新动态,应当被审核人员关注,结合最新市场信息,定额进行动态调整。在一些定额未涵盖的特殊项目或设计变更部分,费用应通过类比法、专家判断等方式合理推算。为了确保定额应用的准确性,对定额标准的理解应加强,差异应当被关注,定额与实际施工环境的差异,审核人员应根据项目的具体情况,科学合理地调整与应用定额,确保其适用性与合理性。

3.4 遵循取费标准

在装饰装修工程的造价审核中,严格遵守取费标准,是确保费用审核规范性、公正性与合理性的基本要求。取费标准由政府或行业相关组织根据市场状况、劳动成本、材料价格等多方面因素制定,明确规定了各类施工项目的收费要求,涵盖设计、施工、管理等环节的费用标准与计费方式。在实际工作中,审核人员必须依照这些标准进行费用核算,确保每项费用符合规定,避免因人为因素导致费用超支或低估。装饰装修工程的设计与施工工艺具有较大的多样性,收费项目及内容通常比较复杂,这使得遵循取费标准,在确保项目造价科学性与公平性方面显得尤为重要。严格执行取费标准,能够有效防止项目中出现不规范的操作,例如随意增加费用项目或采取不合理的收费方式。这对项目资金管理、建设单位与承包单位之间的公平交易,以及项目顺利实施,具有至关重要的意义。同时,随着市场环境 with 建筑行业的不断变化,取费标准也应根据实际情况进行适时调整与更新。最新的政策变化与标准修订,造价审核人员应及时了解,确保在审核过程中能准确、合理地应用最新的取费标准。

3.5 加强造价人员的专业能力

提升造价人员的专业能力,是提高装饰装修工程造价审核质量与效率的关键举措。随着装饰装修技术的不断进步以及项目复杂度的增加,扎实的造价核算知识,造价人员不仅需要,还应深入了解装饰装修工程的特点及工艺流程,具备精确评估各种材料与工艺的市场价值及合理价格

的能力。为了确保审核的准确性,相关法律法规、定额、标准及政策,造价人员必须熟悉,并能够灵活地将其运用到实际审核中。特别是在面对复杂设计变更、特殊材料或创新施工工艺时,能够做出科学合理的判断与调整^[4]。随着信息技术的迅速发展,现代造价管理软件与BIM技术等数字化工具,已逐步融入造价审核工作中,这要求造价人员具备一定的技术操作能力,能够熟练应用这些先进工具,以提高审核效率与精度。同时,良好的沟通协调能力,也是不容忽视的要素。与设计单位、施工单位、供应商等各方保持密切联系,造价人员需要,确保信息在审核过程中准确流通,避免因信息不对称导致的误差。为了不断提升造价人员的专业水平,定期开展培训与行业交流,应当进行,鼓励其持续关注行业动态与新技术的发展,提升其应对复杂项目的能力与综合素质。

4 结语

装饰装修工程造价审核在建筑项目管理中,扮演着至关重要的角色,但在实际操作过程中,依然面临许多挑战。通过深入剖析存在的诸多问题,如法律法规的不完善、工程量审核不精确、材料价格波动频繁、造价人员专业素养不足等,能够明确优化造价审核工作,是提升工程管理水平、有效控制工程成本的关键所在。为此,提出了一系列优化对策,包括提高工程量审核的准确性、加强材料价格的审查、合理运用定额、遵循明确的取费标准,以及提升造价人员的专业能力。这些措施,旨在通过制度化、规范化与信息化手段,增强造价审核工作的科学性与公正性。随着建筑行业对质量控制与资金管理要求的不断提升,实施这些优化措施,将为建筑企业在激烈的市场竞争中,提供有力支持,并推动行业的可持续发展。通过不断努力,装饰装修工程造价审核工作,在未来,将取得显著成效,进而为建筑行业的高质量发展,作出积极贡献。

【参考文献】

- [1]刘仲娜.装饰装修工程造价审核存在的问题及优化对策[J]. 房地产世界,2024(19):119-121.
- [2]王宏.如何解决装饰装修工程造价审核中存在的问题[J]. 内蒙古科技与经济,2017(23):52-53.
- [3]余榛.装饰装修工程造价审核存在的问题及优化对策[J]. 中国建筑装饰装修,2020(10):114-115.
- [4]殷蔚.探析装饰装修工程造价审核中存在的问题及解决对策[J]. 居舍,2018(3):27.

作者简介:孙建红(1984.9—),女,毕业学校:青岛农业大学,学历:本科,专业:土木工程,当前就职单位:青岛赛乐威建筑装饰有限公司,职务及年限:副总经理1年。

建筑造价预结算审核的方法与注意事项探讨

张 麒

阿拉尔市西北兴业工程项目管理有限公司, 新疆 阿拉尔 843300

[摘要]随着建筑行业的高速发展和项目管理模式的不断创新,建筑造价预结算审核在工程项目管理中起着非常关键的作用。文章探讨了预结算审核在建筑项目中的重要性,对目前建筑造价预结算审核的主要方法进行了详细的分析和探讨,包括对比分析法、实地测量法和数量分析法等,同时还详细介绍了建筑造价预结算审核的群体、过程及主要注意事项。研究发现,预结算审核既能有效提升项目的经济效益,减少浪费,又能提高预算的准确性,为项目管理决策提供支持。但是,执行过程中必须重视合同内容和资料的审核,严格执行造价管理规定,充分利用信息技术,实施动态监控。文中可为建筑工程项目的预结算审核提供一定的理论参考和实践启示。

[关键词]建筑造价预结算审核;项目管理;对比分析法;信息技术;动态监控

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16376

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

Exploration on Methods and Precautions for Budget and Settlement Audit of Construction Cost

ZHANG Qi

Alaer Northwest Xingye Engineering Project Management Co., Ltd., Alaer, Xinjiang, 843300, China

Abstract: With the rapid development of the construction industry and the continuous innovation of project management models, the audit of construction cost budget and settlement plays a crucial role in engineering project management. The article explores the importance of budget and settlement review in construction projects, and provides a detailed analysis and discussion of the main methods of current construction cost budget and settlement review, including comparative analysis, field measurement, and quantity analysis. It also introduces in detail the groups, processes, and main considerations of construction cost budget and settlement review. Research has found that budget and settlement review can effectively improve the economic benefits of projects, reduce waste, and enhance budget accuracy, providing support for project management decisions. However, during the execution process, it is necessary to pay attention to the review of contract content and materials, strictly implement cost management regulations, fully utilize information technology, and implement dynamic monitoring. The article can provide theoretical reference and practical inspiration for the budget and settlement review of construction projects.

Keywords: budget and settlement review of construction cost; project management; comparative analysis method; information technology; dynamic monitoring

引言

随着建筑行业的发展和项目管理方式的创新,如何高效、准确地进行建筑造价预结算审核正引起业界关注。毕竟,预结算审核不仅直接影响经济效益,而且还关系到项目的可持续发展。目前已有各种预算审核方法,例如对比分析法、实地测量法、数量分析法等,但如何综合运用这些方法并选择最适合的策略仍需研究。随着信息技术的应用,新工具如BIM技术为预结算审核带来新的可能,但在实践中仍面临诸多挑战。本文旨在探讨建筑造价预结算审核的方法和注意事项,分析研究成果和工具,对实际操作中的问题提出解决策略。希望为建筑工程项目管理及提高预结算审核的效率和准确性提供帮助。

1 建筑造价预结算审核的重要性

1.1 预结算审核在建筑工程管理中的角色

建筑造价预结算审核在建筑工程管理中承担着至关重要的角色,是保障工程项目顺利推进的核心环节之一^[1]。

其主要职能是通过对工程预算与结算的全面核查,确保资金使用的合理性与精确性,从而实现项目成本的有效控制。建筑工程因其复杂性和规模,常涉及多方参与和多种资源的协调,预结算审核能够在各方之间搭建桥梁,促进透明化管理,降低沟通成本。预结算审核还能起到风险防范的作用,通过审查项目规划与实际工程执行的差异及潜在问题,为项目管理提供及时的风险预警。从宏观维度来看,预结算审核不仅优化了项目的经济效益,还对建筑行业规范化发展起到了积极的推动作用。通过高效的审核机制和科学的管理方法,预结算审核已成为建筑工程在预算控制与成本管理中的核心组成部分,对工程整体运行效率的提升具有深远影响。这种关键性角色决定了其在项目管理流程中不可替代的地位。

1.2 预结算审核对提升建筑工程经济效益的影响

预结算审核对于提升建筑工程经济效益发挥着不可忽视的作用。通过精准的预结算审核,可以有效控制项目

成本,避免预算超支,确保资金的合理使用。精准的成本评估和控制不仅能够减少资源浪费,还能提高施工效率,从而直接提升项目的经济效益^[2]。预结算审核有助于合同履行中的清晰界定和责任划分,减少不必要的纠纷和争议,保障各方的经济利益。通过全面的审核过程,可以及时发现潜在的成本风险,实施相应的预防措施,确保工程项目在预计的经济框架内顺利实施,最终实现投资效益最大化。

1.3 预结算审核对提高预算准确性的贡献

预结算审核在提高预算准确性方面具有显著贡献。在审核过程中,通过对项目设计、材料选择、施工方案等各环节的详细比对分析,可以发现潜在的预算偏差和遗漏,从而进行及时调整。实地测量方法确保单项工程量的精准计算,减少人为误差对预算的影响。数量分析法帮助审核人员识别预算中的不合理数量配置,并进行修正。这样不仅提升了预算编制的精确性,而且为工程项目的成本控制提供了稳固基础,确保管理者在资金调配上进行科学决策,从而增强项目的经济效益。

2 建筑造价预结算审核的主要方法

2.1 比对分析法在预结算审核中的应用

比对分析法在建筑造价预结算审核中占有重要地位,其方法主要涉及将工程预算与实际开支进行详细比较,以识别预算偏差和潜在问题。通过比对分析,可以核实工程量和单价,并验证预算的合理性与准确性。该方法有效评估项目执行过程中预算的执行情况,帮助识别超支现象或不合理预算安排。

在具体应用中,比对分析法需要全面搜集相关数据,以确保比较过程的准确性,并要求审核人员具备较强的数据分析能力以及对建筑工程各个环节的深入理解。通过持续的数据更新与比对,可以实现施工过程中的实时监控与调整,确保整个项目的经济性和高效性。比对分析法不仅能为项目造价控制提供科学依据,也为日后类似项目的预算编制提供参考,从而提升整体预算管理水平,有效支持项目决策。

2.2 实地测量法在预结算审核中的应用

实地测量法在建筑造价预结算审核中扮演着重要角色,通过对施工现场的实地勘测,获取真实可靠的数据,确保预结算的准确性和合理性。现场测量能够核实工程量及施工质量,识别可能的偏差和遗漏,是对图纸和设计参数的有力补充。在实地测量的过程中,测量人员需要充分了解项目设计和施工方案,以保证测量数据的全面性和准确性。实地测量过程中,现代测量工具和技术的运用,如全站仪、激光测距仪和无人机测量等,大大提高了测量效率和数据的精确度。实地测量法确保了预结算审核的客观性,为科学合理的工程造价把控奠定了基础,是实现精细化管理不可或缺的一环。

2.3 数量分析法在预结算审核中的应用

数量分析法在建筑造价预结算审核中具有重要的应

用价值。通过该方法,可以对工程项目中的各项成本因素进行细致的量化分析和统计评估。其核心在于对工程量清单的准确核算与分类,深入分析材料、人工、设备等各项费用的具体数量及其变化趋势。在实际操作过程中,数量分析法不仅涉及对工程设计图和施工方案的精准解读,还需要结合地区市场价格波动进行动态调整,从而保障造价审核的科学性和合理性。实施数量分析法可以有效预防成本偏差,优化资源配置,使预算更为精细化,助力提高项目管理的经济效益。

3 关于建筑造价预结算审核的群体和过程

3.1 建筑造价预结算审核的相关人员群体

在建筑造价预结算审核过程中,涉及多个关键角色,这些人员群体共同协作以确保审核的精准与全面性^[3]。是项目经理,其在项目执行过程中承担核心协调职责,负责组织预结算审核的整体流程,合理配置资源以确保审核工作的高效开展。是造价工程师,其专业知识和经验对预结算审核的执行至关重要,他们负责审核成本估算的合理性和准确性,保证工程造价控制在预算范围内。造价工程师不仅要各个阶段的预算数据进行详细分析,还需要及时调整计划,确保工程财务管理的顺利进行。

另一方面,财务人员在预结算审核中承担着重要的支持和监督角色,他们主要负责合同的经济条款分析、资金流动的把控以及财务报告的合规性审查,确保资金使用的合理和合法性。法律顾问也作为审核团队的重要组成部分,负责合同内容及涉及法律风险的条款审核,协助识别潜在的法律纠纷并提供解决方案,保障项目的法务合规。

深度参与项目建设的技术人员,亦不可或缺。其通过提供技术方案以及相应的技术数据支持,确保预结算审核的技术性和实用性。整体而言,这些人员群体各司其职,共同构建起一个完整的审核体系,为建筑项目的造价管理提供有力保障。

3.2 预结算审核的具体执行过程

预结算审核的执行过程是建筑造价管理的重要环节,直接关系到项目造价的准确性和经济效益。预结算审核通常包括若干步骤,这些步骤需要相关专业人员的密切协作。接收和收集相关资料是审核工作的基础。项目文件、合同书、设计图纸和施工变更记录等重要资料是审核的依据,需要确保其完整性和准确性。在资料齐备后,审核小组依据合同条款和技术规范,对工程量进行核实,以确保工程量计算的准确性与合理性。实地测量可以是其中的一个步骤,用于验证图纸与现场施工的符合程度。在此基础上,审核人员运用比对分析法和数量分析法对各项费用进行详细核查,识别和纠正可能存在的高估或遗漏。整个审核过程需要对法规政策和行业标准有深入理解,以确保结果可靠。审核过程要求各方记录详细的沟通和审核结果,以备后续查询和确认^[4]。这些记录不仅帮助项目顺利交付,

还为未来项目提供经验参考。预结算审核的科学执行能实现有效的成本控制和资源合理配置,进而提升项目管理的整体水平。

4 建筑造价预结算审核的主要注意事项

4.1 合同内容和资料的审核

在建筑造价预结算审核过程中,合同内容和资料的审核是一个至关重要的步骤。合同内容不仅定义了项目的范围、工作细节以及各方的责任,还直接影响到预算的准确性和项目的经济效益。审核人员需详细检查合同条款,确保所有的条款都合规,并且与项目的实际情况相符。资料的审核同样重要,所有的项目变更、工程量计算、材料清单及价格变动等须记录在案,以确保这些信息的准确性和完整性。未能有效审核的合同和资料,可能导致预算偏差,甚至造成项目实施过程中的法律纠纷和经济损失^[5]。合同内容和资料的详细审核对于建筑造价预结算的成功至关重要,是保障整个项目顺利进行的基础。审核过程必须确保资料的完整性和真实性,以支持精准的预算编制和项目决策。通过详细的合同和资料审核,能够为整个项目的管理和控制提供重要的支持。

4.2 严格执行造价管理规定

严格执行造价管理规定是确保建筑造价预结算审核准确与合法的重要步骤。在审核过程中,遵循国家与地方的造价管理政策和标准是必须的,这样能够确保造价计算的一致性和权威性。审核人员需熟悉相关法律法规,在执行时将政策法规落到实处,以防止出现违规操作。另外,造价管理规定往往伴随着行业的新动向和监管要求,及时更新和学习最新的规定与标准至关重要。贯彻这些规定不仅能保障预算的合法性,还能在核查中减少争议与纠纷,为工程项目的顺利实施奠定牢固基础。造价管理规定的严格执行是预结算审核环节中的关键部分,对提升项目管理水平和经济效益具有积极作用。

4.3 动态监控在预结算审核中的作用

动态监控在建筑造价预结算审核中具有重要作用。通过动态监控,能够实时追踪工程项目的进展情况,及时发现和纠正预算执行中的偏差。这一过程提高了预算的精确度,避免了资金的过度使用和无效支出。动态监控还能有效防范和识别潜在的财务风险,确保工程项目的资金使用在受控范围内。通过信息化手段进行动态监控,有助于实现建筑造价管理的透明化和精细化,为工程项目的可持续发展提供有力保障。

5 信息技术在建筑造价预结算审核中的应用

5.1 信息技术在提高预算准确性中的角色

信息技术在提高建筑造价预结算审核中预算准确性方面具有重要作用。信息技术通过建立全面的数据库系统,能够有效整合和管理工程项目的各类数据,使审核人员能够快速获取历史数据及市场价格信息,从而提高预算的精

确性。利用先进的软件工具进行数据分析,可以实现对比分析、趋势预测等功能,以发现潜在的误差及优化空间。建筑信息模型(BIM)等技术的应用,使得项目各阶段的数字化信息高度集成,以三维模型的形式直观地展示工程量和成本的各个要素,从而降低了人为计算误差的可能性。在严谨数据分析和准确计算的基础上,信息技术还支持实时在线审核,从而减少了传统人工审核的时间滞后,提高了审核效率。充分利用信息技术,有助于在建筑造价预结算审核过程中显著提高预算的准确性,为科学决策提供高效支持。

5.2 信息技术在动态监控中的应用

信息技术在建筑造价预结算审核中的动态监控具有重要意义。通过信息技术,审核人员能够实时监控工程项目的进展情况,对项目造价的变化进行动态更新和管理。这种技术允许将各种造价数据集成到统一的平台上,实现实时、直观的数据展示和分析。项目管理者可以及时发现并纠正预算偏差,避免不必要的经济损失。信息技术还支持问题的快速定位和解决,提高审核的效率和准确性。智能化工具的应用能够自动生成警示和报告,辅助决策者进行快速反应与调整。通过信息技术,动态监控不仅简化了复杂的预结算审核过程,也为建筑项目提供了更为精准的管理支持。

5.3 信息技术在实现高效项目管理中的作用

信息技术在实现高效项目管理方面发挥着至关重要的作用。在建筑造价预结算审核过程中,信息技术的应用能够显著提升管理效率,通过数字化平台实现信息的快速传递与共享,促进各部门之间的协调与沟通。信息技术为实时监控和数据分析提供了强大的支持,确保项目的进程和成本能够得到有效管理。通过集成管理软件和数据分析工具,信息技术优化了资源配置和进度安排,使项目管理的各个环节更加流畅和透明,最终提高了项目的整体管理效能和可靠性。

6 结束语

本文详细探讨了建筑造价预结算审核的重要性,分析了现行的审计方法,如对比分析法、实地测量法和数量分析法。同时,也阐述了预算审核过程中需要注意的关键因素。研究发现,通过预结算审核,不仅可以提高项目经济效益,节约资源,还能对预算进行准确性检验,为管理决策提供必要的支持。然而,本研究也强调,预结算审核过程中,需重视合同内容和资料的审核,坚持依据造价管理的规定操作,同时充分利用信息技术,实施动态监控,以确保审核过程的精准和公正。进一步的研究可以围绕预结算审核的自动化和智能化进行,利用现代科技如人工智能和大数据等工具,实现更高效、更精准的预算审核。本文的研究结果为建筑行业的预结算审核工作提供了一定的理论参考和实践指导,有助于提升建筑项目的预结

算审核质量,降低设计和施工过程中的风险,实现项目的顺利进行。

[参考文献]

- [1]张景昊. 建筑造价预结算审核的方法与注意事项[J]. 建筑工程技术与设计,2021(27):450-451.
[2]梁造林. 建筑造价预结算审核的方法与注意事项探讨[J]. 城市情报,2023(3):247-249.
[3]邵彩红. 建筑造价预结算的审核重点与注意事项[J].

工业 A,2021(9):11-12.

- [4]祁明勇. 建筑造价的预结算审核方法及注意事项分析[J]. 河南建材,2020(11):85-87.
[5]范党莉. 建筑造价预结算审核的方法与注意事项分析[J]. 工程技术,2020(6):22-24.

作者简介:张麒(1990.7—),男,毕业于西南交通大学希望学院,本科,中级工程师,长期从事工程造价工作,在工程造价管理方面积累了丰富的工作经验。

装配式建筑成本核算体系构建与应用分析

黄丽娜

上海申元工程投资咨询有限公司, 上海 200070

[摘要]随着装配式建筑的发展, 成本控制已成为项目管理中的关键环节。装配式建筑成本核算体系的构建能够有效提升项目的资金利用效率, 优化资源配置。通过对材料采购、施工工艺、人工费用等多方面的综合分析, 建立起完整的成本核算体系, 从而为项目决策提供精准依据。实际应用中, 通过对各类成本数据的合理归集和分配, 能够有效监控项目全过程的资金流动, 减少不必要的成本浪费, 提升整体经济效益。

[关键词]装配式建筑; 成本核算; 资源配置; 项目管理; 经济效益

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16375

中图分类号: TU4

文献标识码: A

Construction and Application Analysis of Cost Accounting System for Prefabricated Buildings

HUANG Lina

Shanghai Shenyuan Engineering Investment Consulting Co., Ltd., Shanghai, 200070, China

Abstract: With the development of prefabricated buildings, cost control has become a key link in project management. The construction of a cost accounting system for prefabricated buildings can effectively improve the efficiency of project capital utilization and optimize resource allocation. By comprehensively analyzing various aspects such as material procurement, construction technology, and labor costs, a complete cost accounting system is established to provide accurate basis for project decision-making. In practical applications, by reasonably collecting and allocating various cost data, it is possible to effectively monitor the flow of funds throughout the entire project process, reduce unnecessary cost waste, and improve overall economic benefits.

Keywords: prefabricated building; cost accounting; resource allocation; project management; economic benefits

引言

装配式建筑作为现代建筑领域的重要发展方向, 以其施工周期短、环保节能等优势, 逐渐成为建筑行业的主流。然而, 如何精确核算装配式建筑的成本, 依然是项目管理中亟待解决的问题。传统的成本核算模式已难以满足其快速发展的需求, 因此, 构建一套科学、完善的成本核算体系显得尤为重要。通过对该体系的研究与应用, 不仅能有效控制成本, 还能提升项目的整体经济效益, 为行业的可持续发展提供有力支撑。

1 装配式建筑发展现状与成本核算的挑战

随着装配式建筑在全球范围内的推广, 行业面临着越来越多的成本核算问题。有效的成本核算体系对于推动项目管理的精细化、提高经济效益具有至关重要的作用。

1.1 装配式建筑的快速发展

装配式建筑正通过其工业化建造特性, 以模块化设计、工厂化生产和装配式施工的技术路径, 推动建筑产业转型升级。尤其是在城市化进程加速、环保政策趋严的背景下, 装配式建筑在多个国家和地区的应用得到了广泛推广。根据相关数据统计, 装配式建筑的市场份额呈现稳步增长的趋势, 尤其在住房、公共建筑以及基础设施建设中得到了广泛应用。

然而, 尽管装配式建筑的优势显著, 但其实施过程中

仍然面临诸多挑战, 尤其是在成本核算方面。与传统建筑模式相比, 装配式建筑的施工工艺、材料采购、设备使用等方面存在较大的差异, 导致其成本核算变得复杂。

1.2 装配式建筑成本核算的复杂性

装配式建筑的成本核算涉及多个环节, 包括预制构件的生产、运输、现场安装等, 每个环节的成本波动较大, 且各环节之间的协同要求较高。首先, 预制构件的生产和运输成本受材料、运输方式、生产工艺等因素的影响; 其次, 装配式建筑需要大量的机械设备和专用工具, 这些设备的使用成本需要精确核算。最后, 现场安装过程中, 由于劳动力和时间的协调要求, 成本控制的难度较大。

1.3 面临的主要挑战与应对

在当前装配式建筑项目中, 最常见的挑战之一就是成本数据的缺乏和不透明。传统的成本核算方法无法满足装配式建筑的需求, 尤其是在各个分包商和供应商之间的数据共享和沟通方面, 容易导致成本信息的不对称。此外, 装配式建筑的投资回报周期较长, 且受市场波动的影响较大, 因此在核算体系的构建过程中, 如何预测和应对未来市场的变化, 成为了一个关键问题。

针对这些挑战, 业内专家提出, 通过引入信息化技术、建立全过程的成本管理系统、加强数据透明度与共享, 可以有效提升成本核算的准确性和可靠性。同时, 标准化和

模块化的管理模式也有助于简化成本核算流程,提升项目管理的效率。

2 装配式建筑成本核算体系的构建原则与框架

在装配式建筑的发展过程中,建立完善的成本核算体系成为项目成功的关键。科学的核算体系不仅能提升资源利用效率,还能为决策提供精准依据。

2.1 成本核算体系的构建原则

构建装配式建筑成本核算体系时,应遵循以下几个基本原则。首先是系统性原则,即成本核算体系应涵盖项目全过程,从材料采购、生产到运输、安装等各个环节,确保对所有成本进行全面、准确的统计。其次是准确性原则,成本核算体系必须保证数据的精确性,避免人为的误差或漏项,确保每一项成本都能清晰、透明地反映在系统中。最后是动态调整原则,装配式建筑项目受市场价格波动、政策变化等多重因素影响,因此需要定期对成本核算体系进行动态调整,以适应不断变化的环境。

2.2 成本核算框架的组成结构

装配式建筑成本核算体系的框架通常包括三个核心部分:预制构件成本核算、施工现场成本核算和综合管理成本核算。首先,预制构件的成本核算包括原材料采购、生产加工、运输等费用,需要详细记录每个环节的支出,并确保各项费用按实际需求进行合理分配和控制。其次,施工现场的成本核算涉及人工、设备、运输、临时设施等费用,特别是在装配式建筑项目中,现场的安装和调试工作需要更多的精细化管理。每一项成本数据的实时监控和调整有助于减少现场资源浪费。最后,综合管理成本核算则涵盖了项目的管理费用、财务费用以及其他间接费用,旨在通过优化管理流程和控制间接费用来保证项目整体成本效益,确保项目在预算内高效完成。

2.3 技术支持与信息化应用

为了提升装配式建筑成本核算的效率和准确性,信息化技术的应用显得尤为重要。信息化技术能够为各项成本数据提供实时监控和动态更新,确保数据的准确性和时效性。通过引入大数据分析和云计算,能够对项目的各项费用进行深度分析,帮助项目管理人员发现潜在的成本风险,并提前采取措施。此外,集成化的项目管理平台也能帮助各部门之间实现数据共享,提升沟通效率,避免信息孤岛的现象,从而更好地控制项目成本。

因此,装配式建筑成本核算体系的构建不仅需要遵循科学的原则和合理的框架设计,还需要充分利用现代化技术手段,确保各项成本的实时跟踪与动态调整,从而为项目的顺利推进提供有力保障。

3 装配式建筑成本核算体系的关键要素分析

装配式建筑成本核算体系的构建离不开关键要素的支持。分析其关键要素有助于进一步优化核算过程,提高项目的成本控制效果。

3.1 预制构件成本的核算

预制构件是装配式建筑中的核心组成部分,其成本占据了项目总成本的较大比例。因此,准确核算预制构件的成本是体系构建中的关键要素之一。预制构件全生命周期成本涵盖从原材料端到安装端的价值流动,需建立基于供应链协同的成本跟踪机制。在实际操作中,材料采购价格的波动、运输路线的选择及生产工艺的不同,都会影响构件的最终成本。因此,构建有效的预制构件成本核算体系,必须精确记录每一项费用,并在系统中动态跟踪,以确保核算结果的准确性和时效性。此外,合理的生产工艺优化和运输方式选择也能有效降低预制构件的成本。

3.2 施工现场成本控制

施工现场的成本是装配式建筑项目中不可忽视的另一重要组成部分。施工现场的成本涉及人工、设备、运输、临时设施和安装调试等多项费用。在装配式建筑中,现场施工的精细化管理尤为关键,因为与传统建筑相比,装配式建筑的安装速度更快、工序更复杂,要求各环节协调配合更加紧密。人工成本的核算需要考虑工人数量、工作时间以及技术水平;设备使用费用则包括设备租赁、维护和操作人员的费用;此外,运输成本也受到距离、运输方式等因素的影响。为了保证成本的精确控制,需要对现场每一项支出进行详细记录并进行定期审核,确保项目施工中的各项费用处于可控范围内。

3.3 综合管理费用与间接成本

除了直接的施工和材料费用外,综合管理费用及间接成本的核算也是装配式建筑成本核算体系中的一个关键要素。综合管理费用包括项目的管理人员薪酬、办公设施费用、质量控制费用等,间接成本则包括如财务费用、税收支出和保险费用等。管理费用的核算需要根据项目规模和管理层级进行合理分配,以确保不会过度浪费资源。间接成本则需要通过精准的数据分析,避免因管理层级复杂或财务处理不当而导致的成本增高。此外,项目过程中可能发生的其他不确定性费用,如政策变化、市场波动等,都会影响整体成本核算的准确性,因此也应考虑在内。

通过深入分析预制构件、施工现场和综合管理费用这三个关键要素,可以为装配式建筑成本核算体系的完善提供理论支持,并为实际应用中的成本控制提供有效的指导。

4 装配式建筑成本核算体系在项目管理中的应用

装配式建筑成本核算体系在项目管理中具有重要应用价值,能够帮助项目管理者在预算控制、资源配置和风险防范等方面提高效率,确保项目顺利推进。

4.1 成本控制的精准实施

装配式建筑项目在施工过程中,常常面临多方资源和环节的协同运作。通过建立科学的成本核算体系,能够实现对各项成本的精准控制。在实际应用中,项目管理者能够通过核算体系对预制构件的生产、运输及现场施工等环

节的费用进行实时监控,从而避免出现不必要的超支和浪费。通过对各项费用的详细核算,管理者能够及时发现成本偏差,并根据项目进展采取有效的调整措施,确保预算不超支,提升整体经济效益。

4.2 资源优化配置与调度

装配式建筑项目中,资源的合理配置和高效调度至关重要。通过完善的成本核算体系,项目管理者能够清晰地掌握各环节的资源消耗情况,进而优化资源的配置。例如,在预制构件生产和运输过程中,核算体系可以帮助管理者判断原材料采购、生产计划及运输路径的最佳选择,从而降低不必要的时间和运输成本。同时,施工现场的设备和人工资源也能通过核算体系得到科学调度,确保资源在项目实施中的高效利用,避免因资源调度不当而导致的成本浪费。

4.3 风险防控与应急管理

在装配式建筑项目中,由于涉及多个环节和不同的承包商,项目管理者面临较大的风险挑战。通过装配式建筑成本核算体系,项目管理者能够在项目实施过程中及早发现潜在的风险,尤其是与成本相关的风险。例如,材料采购、运输延误、施工进度滞后等因素,都可能对项目的成本和进度产生影响。核算体系能够对这些风险进行实时监控,并通过数据分析提供应急管理建议,帮助项目管理者采取有效的应对措施,及时调整预算和计划,避免成本失控或项目进度延误。

通过在项目管理中的应用,装配式建筑成本核算体系不仅有助于实现精准的成本控制,还能够优化资源配置,提高项目的整体管理效率,为项目顺利完成提供强有力的保障。

5 装配式建筑成本核算体系的优化与未来发展方向

随着装配式建筑的快速发展,如何优化成本核算体系、提高其适应性和准确性,成为行业未来发展的重要议题。优化后的核算体系将为项目管理带来更大优势。

5.1 优化核算体系的核心方向

装配式建筑成本核算体系的优化,首先应聚焦于数据整合与信息共享。随着技术的进步,信息化手段在建筑行业的应用日益增多。通过引入先进的数字化技术,如BIM(建筑信息模型),能够对项目全生命周期的数据进行全面集成,从设计、采购到施工阶段的各项成本信息都能够同一平台上实时更新和共享。这种信息共享不仅能提升各环节之间的协同效率,还能通过数据透明化减少人为错误,提高核算准确性。

5.2 引入智能化技术提升精度

未来,智能化技术将在装配式建筑成本核算中扮演重

要角色。通过引入人工智能(AI)和大数据分析,可以更精确地预测和分析项目中的成本变化。AI技术可以基于历史数据和实时信息自动调整预算和成本估算,识别潜在的风险并给出优化建议。大数据则可以帮助项目管理者分析成本波动的原因,从而采取更科学的决策。智能化技术的引入将使成本核算体系更加灵活和精准,提高其对市场变化的应变能力。

5.3 适应市场变化的灵活性

装配式建筑的成本核算体系应具有良好的灵活性和适应性,能够快速响应市场环境的变化。随着环保政策的逐步严格以及原材料价格的波动,传统的固定成本核算方法已经难以满足现代建筑项目的需要。未来,核算体系将更加关注动态调整和灵活性,能够实时根据市场变化调整成本预算,并提供更为准确的预测。通过加强与供应链、承包商和相关方的协作,进一步提升整个项目成本的可控性和可预见性。

随着技术的不断进步,装配式建筑成本核算体系的优化将为项目管理带来更多便利,不仅能有效控制成本,还能提升整个行业的管理水平和可持续发展能力。

6 结束语

装配式建筑作为现代建筑行业的重要发展方向,其成本核算体系的构建与优化对项目管理至关重要。通过科学合理的核算体系,能够精准控制成本、优化资源配置,并有效应对项目中的各种风险。随着信息化和智能化技术的引入,未来的成本核算体系将更加高效和灵活,为项目的顺利实施提供有力保障。行业的发展不仅依赖于技术创新,也需要完善的成本控制体系,以实现更高的经济效益和可持续发展。

[参考文献]

- [1]孙靖淄. 施工企业视角下装配式建筑的施工成本风险评价研究[D]. 成都: 西华大学, 2023.
- [2]牛青青. 装配式建筑施工项目成本控制研究[D]. 张家口: 河北建筑工程学院, 2023.
- [3]刘自昂. 基于BIM的装配式混凝土建筑施工成本控制研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2023.
- [4]王东. B 装配式建筑公司运营成本管理研究[D]. 哈尔滨: 黑龙江大学, 2023.
- [5]邓明肖. 碳税政策下建筑物化阶段成本核算研究[D]. 南宁: 广西大学, 2024.

作者简介: 黄丽娜(1992.11—), 女, 就职于上海申元工程投资咨询有限公司, 预算员, 中级职称, 从事造价咨询工作。

水利工程招标投标管理工作现状及改革思路

翟新峰

昌吉市水利管理站, 新疆 昌吉 831100

[摘要]自《中华人民共和国招标投标法》实施以来, 水利工程相关单位逐渐树立了招投标意识, 水利工程的招标投标制度也取得了一定的成效。然而, 随着经济社会的持续快速发展和水利工作面临的新形势, 当前水利工程招标投标管理仍然存在不少亟待解决的问题。文章根据现阶段水利工程招标投标管理中存在的主要问题, 提出一些改进的思路与方法, 以期为进一步完善招标投标管理工作提供参考和借鉴。

[关键词]水利工程; 招投标管理; 管理现状; 改革思路

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16372

中图分类号: TV523

文献标识码: A

The Current Situation and Reform Ideas of Bidding Management in Water Conservancy Engineering

ZHAI Xinfeng

Changji Water Conservancy Management Station, Changji, Xinjiang, 831100, China

Abstract: Since the implementation of the Tendering and Bidding Law of the People's Republic of China, water conservancy engineering related units have gradually established a sense of bidding and tendering, and the bidding and tendering system for water conservancy engineering has also achieved certain results. However, with the sustained and rapid development of the economy and society and the new situation faced by water conservancy work, there are still many urgent problems to be solved in the current bidding management of water conservancy projects. The article proposes some improvement ideas and methods based on the main problems in the current bidding management of water conservancy projects, in order to provide reference and inspiration for further improving the bidding management work.

Keywords: water conservancy engineering; bidding management; management current situation; reform ideas

引言

水利工程招标投标管理在确保项目顺利实施及高质量建设中占据着至关重要的地位。作为保障人民生命财产安全、促进经济发展以及保护生态环境的核心任务, 水利工程建设质量与管理水平对国家社会发展产生着深远的影响。随着水利工程规模的扩大及项目复杂度的提升, 传统招标投标管理模式正面临诸多困境, 包括招标程序不规范、信息不透明、评标机制不完善等问题。这些问题, 工程项目的公平竞争、质量控制以及资金效益的发挥, 严重制约了。特别是在新疆, 由于其特殊的地理环境、经济发展不均衡以及基础设施薄弱等因素, 水利工程招标投标管理面临更加复杂的挑战。如何改进水利工程招标投标管理, 提升透明度、公平性与效率, 已成为亟待解决的关键问题。新疆水利工程招标投标管理现状与存在的主要问题, 本文将进行深入分析, 成因也将被探讨。可行的改革方案与对策将被提出, 以推动新疆水利工程项目的顺利实施及可持续发展, 为提供理论支持与实践参考。

1 水利工程招标投标工作的意义

水利工程建设项目必须在实施之前进行招标投标工作, 这一过程是基础建设的必要前提, 并且与我国当前社会经济体制的发展密切相关。招标投标工作有助于推动水利工程基础

建设朝着规范化和法治化的方向发展。通过对多年来招投标制度应用于水利工程项目的总结可以发现, 招投标的实施显著降低了工程建设成本, 同时也提高了工程质量、施工进度以及经济效益。因此, 招投标在水利工程的基础建设与发展中起着至关重要的作用, 不仅确保了项目按照标准化流程顺利进行, 还为我国水利工程的持续发展提供了坚实保障。

2 新疆水利工程招标投标管理存在问题的成因分析

2.1 制度执行不严与地方适配性不足

在新疆水利工程招标投标管理的实际操作中, 制度执行不严格与地方适配性不足的问题尤为突出。尽管国家层面的法律法规和政策体系相对完善, 但在地方实施过程中, 常常存在落实不到位、监管不到位及执行标准不统一等现象。新疆地域辽阔, 地区发展差异显著, 部分偏远或经济欠发达地区在执行国家统一制度时, 面临基础条件薄弱、信息化水平低、招标投标管理经验欠缺等困难。由于这些因素, 当地在实际操作中, 难以完全符合国家制度要求, 导致招标投标工作流于形式, 监管体系失效。进而制度的公正性、透明性及公平性运行受到了影响, 同时也限制了水利工程建设质量与效率的提升。

2.2 信息化建设滞后

新疆水利工程招标投标管理中, 信息化建设滞后已成为

制约管理效率与规范化水平的重要因素。尚未建立统一且高效的电子招投标平台的部分地区,或现有平台功能不完善、使用率较低,导致招投标过程依赖传统的线下方式进行。由于这一现象,信息传递未能及时进行,公开透明度亦显不足,暗箱操作、围标串标等不规范行为的发生,容易被诱发^[1]。此外,由于技术手段的落后,无法实现对项目全过程的动态监管和数据留痕,监管部门的管理能力及响应效率因此被削弱。这一局面也不利于信用评价体系与招标数据分析机制的健全建立,进而制约了水利工程招投标管理的现代化与智能化发展。

2.3 专业人才缺乏与管理能力不足

在新疆水利工程招投标管理中,专业人才短缺与管理能力不足已成为影响管理质量与工作效率的关键因素。具体而言,部分基层招投标管理机构的工作人员,专业素养较低,对相关法律法规的理解不够深入,缺乏系统的项目管理知识与实践经验,难以胜任招标文件编制、评标过程的控制以及合同履约监管等重要工作。此外,由于人才流动性大、培训机制不健全,管理队伍的稳定性较差,专业化水平较低。如此一来,招投标工作的规范性与科学性受到了严重影响,工程建设过程中对质量的控制与风险的防范能力进一步被削弱,从而不利于水利工程项目的顺利推进与健康发展。

2.4 行政干预与监督缺失

在新疆水利工程招投标管理中,行政干预与监督缺失的问题较为显著。部分地方政府或主管部门,在招投标过程中,存在干预评标结果、指定中标单位或影响招标条件设定等行为,这不仅破坏了公平竞争的市场环境,也使得原本应通过公开竞争择优的项目,变成了形式化的程序。此外,监督机制的不完善以及监管手段的单一,已成为问题频发的重要原因。一些招投标活动,缺乏有效的过程监管与事后审查,违规行为因此难以及时发现和纠正。问责机制的缺失,使得相关责任人难以追责,最终导致了制度的执行名存实亡,进而影响了水利工程建设的质量、效率与公信力。

2.5 地区发展不均衡带来的挑战

新疆地区发展的不均衡,对水利工程招投标管理工作产生了显著影响。具体表现为南北疆及城乡之间,在经济基础、信息化水平、人才储备及市场成熟度等方面存在较大差距。一些边远地区及经济欠发达地区,由于基础设施薄弱、技术手段落后以及缺乏竞争力较强的施工单位,导致招投标项目的吸引力不足,投标企业的数量较少,市场竞争不充分,流标、围标或重复招标等问题,常常出现。同时,地方政府在管理资源分配及监督能力建设上存在明显差异,这进一步增加了制度执行的难度,导致了管理水平的失衡,进而影响了新疆水利工程项目实施的统一性、公平性及建设质量。

3 新疆水利工程招投标管理改革思路与对策

3.1 完善法规制度与地方配套政策

推进新疆水利工程招投标管理的有效改革,需从完善

法规制度及地方配套政策着手,确保招投标工作在法治框架下有序开展。尽管国家层面已出台了一系列招投标相关法律法规,但由于新疆特殊的地理、经济与社会环境,现行法规的执行在地方层面常常面临适配性不足的问题。为此,必须在国家法规的基础上,结合新疆的实际情况,制定符合地方特点的实施细则与配套政策。例如,在招标条件的设定上,需要考虑新疆独特的交通、气候、地质等因素,以及当地企业的技术能力与市场状况,从而确保政策更具针对性与适应性;在评标标准与程序上,根据不同地区的实际需求,灵活调整可以进行,以保证竞争的公正性与透明性。此外,法规的宣传与培训,地方政府应加强,提高政府部门与企业对法规的理解与遵循意识,进一步推动法规执行的规范化与统一性^[2]。与此同时,地方性法律责任追究机制的建立,必须完善,增强对违规行为的惩处力度,确保政策的严格执行。

3.2 推进“互联网+招投标”平台建设

推进“互联网+招投标”平台的建设,是提升新疆水利工程招投标管理效率、规范化水平及透明度的关键举措。随着信息技术的快速发展,传统的招投标方式已无法满足日益增长的管理需求,尤其在新疆这一地域广阔、差异较大的环境中,招投标管理亟需借助信息化手段来弥补传统模式的不足。一个统一且智能的“互联网+招投标”平台的构建,能够实现招投标全过程的在线化、数据化及透明化,打破地域限制,推动招标信息的即时发布与有效共享。这样一来,投标操作能够在同一平台上平等、透明地进行,降低人为干预与腐败风险。信息平台还能够通过大数据、云计算等技术手段,提升评标过程的科学性 with 准确性,优化标书审核、资质审查等环节,减少人为操作中的误差与偏差,从而提高评标的效率与公正性。

3.3 强化全过程监督与问责机制

强化全过程监督与问责机制,是确保新疆水利工程招投标管理公正、透明与高效的关键举措。在招投标过程中,必须建立覆盖从招标公告发布、资格审查、评标、合同签订到项目实施的全程监督机制,才能有效防范腐败行为、杜绝违规操作,并确保工程项目的顺利推进。各环节的实时监控,政府及相关监管部门需加强,确保每一阶段的招投标活动都能够公开透明,按照规范进行。现代信息技术及数据化手段的引入,能够实时记录每一项决策与操作,确保全过程可追溯,便于后期的审查与监督。责任追究制度的建立至关重要,对于在招投标过程中出现的违法违规行为,特别是滥用职权、徇私舞弊等情况,必须严格追责,以形成有效的震慑力。同时,招标代理机构、评标专家及其他参与方,也应纳入完善的信用评价体系,通过动态管理与定期评估其履约表现与诚信记录,不良记录将被纳入信用档案,并影响其后续参与招投标的资格。此外,监督部门应加强对地方政府及相关单位的审计与检查,确保地

方政策与法规的有效落实,避免地方保护主义及人为干预。

3.4 优化评标机制与信用评价体系

优化评标机制与信用评价体系,是提高新疆水利工程招标投标管理透明度、公正性及效率的核心措施。传统的评标方式往往过于侧重价格竞争,忽略了技术能力、项目经验及企业信誉等综合因素,这容易导致低价中标但缺乏足够施工能力和质量保障的情况。为了优化评标机制,应从评标标准的多元化与科学性着手,确保评标过程不仅仅依赖投标价格,还要综合考虑企业的技术实力、项目经验、人员配置、施工方案以及质量控制能力等方面。通过定性定量相结合的方式,中标者不仅具备最低成本优势,同时也应具备高质量、高效率的履约能力,确保这一点^[3]。建立健全的信用评价体系,同样是评标机制优化的重要组成部分。该系统应全面记录和追踪投标企业的履约历史、财务状况、质量控制能力 & 社会信誉等信息。对于有不良信用记录的企业,应采取相应限制措施,以避免不诚信企业参与招标投标活动,从而确保所选的中标单位具备较强的履约能力与良好的社会形象。

3.5 加强人才培养与专业团队建设

提升新疆水利工程招标投标管理水平及推动行业健康发展的关键,在于加强人才培养与专业团队建设。目前,部分招标投标管理人员缺乏系统的专业知识和实际操作经验,导致招标投标过程中出现规范性不足与执行力薄弱等问题。为了解决这些问题,必须加大对招标投标管理人员的培训力度,提升他们在法律、政策、市场分析、项目管理等方面的综合能力,确保能够全面理解并熟练掌握相关法规、标准及操作流程。同时,专业化的招标投标团队的培养同样至关重要,尤其是在评标、合同管理、质量控制等核心环节,应组建一支具备丰富经验与较高专业水平的队伍,从而提高招标投标的操作水平与工作效率。此外,可以通过与高校、培训机构及行业协会的合作,专项培训课程的开设,定期组织行业研讨会与技术交流,促进人才的持续学习与技能提升。职业发展机制与激励措施的建立与健全,将有助于吸引并留住高素质的招标投标管理人才,为新疆水利工程建设提供更加专业、稳定的技术支持与管理保障。

3.6 提高招标文件编制质量

招标文件编制质量的提高,是确保水利工程招标投标管理高效、公正的关键环节。作为招标投标过程中的基础文件,招标文件直接影响着投标过程的公平性、透明度以及项目顺利实施的可能性。在编制过程中,文件内容的完整性、准确性与规范性必须得到充分保证。项目的技术要求、施工标准、进度安排、质量控制标准及安全管理措施等,应被全面且清晰地阐明,避免条款模糊不清,从而防止投标人在理解上出现偏差,减少后期争议的发生。与此同时,应充分考虑新疆地区独特的自然环境与资源条件,技术要求与施工方案应适当调整,以应对气候、地质、水文等方面的地域性差异,进而提出符合实际的技术标准与可行的

施工方案。招标文件中的评标标准、投标人资格要求以及中标条件等,应被明确规定,确保评标过程的透明与公正,避免设置不合理的限制条件,从而保障竞争的公平性。通过加强招标文件编制质量的提升,招标投标管理的整体水平能够得到显著改善,有效推动水利工程项目的高质量完成。

3.7 鼓励本地企业参与,推动区域均衡发展

鼓励本地企业积极参与水利工程招标投标活动,对于推动新疆区域均衡发展,具有重要意义。由于新疆地理广阔,南北疆及城乡之间发展差距较大,本地企业在参与大型水利工程项目时,常面临资金、技术及资源等多方面的挑战。在这种背景下,政策应采取措施,鼓励本地企业参与招标投标,特别是在经济相对落后的地区,给予本地企业更多机会^[4]。例如,投标资格可优先考虑本地企业,适度降低投标门槛,或者提供一定的政策支持,以帮助本地企业提高参与度。同时,本地企业的能力建设应得到加强,通过技术培训、项目管理经验积累等方式,提升其竞争力与综合实力。鼓励本地企业参与,不仅能够提升当地的技术水平与施工能力,还能创造更多就业机会,促进地方产业链的完善与发展,从而推动经济多元化。此外,增强本地企业的参与度,还能够减少外来企业带来的资源流失,项目资金与技术的本地化留存也得以提高,进而促进新疆各地经济的协调发展。

4 结语

水利工程招标投标管理,在确保项目顺利实施及工程质量上,发挥着关键作用。尽管我国在水利工程招标投标制度方面已取得了一定成效,但仍面临一些挑战,尤其是在新疆地区。由于其特殊的地理和经济背景,招标投标管理工作的复杂性,尤为突出。为解决这些问题,必须在法规建设、信息化水平提升、评标机制优化及人才培养等方面,进行深入改革。通过不断完善相关管理制度、加强改革措施,招标投标过程的透明度与公正性,将得到有效提高,推动水利工程项目的高质量完成,同时,区域经济的协调发展也会随之促进。随着改革的不断深化,水利工程招标投标管理,有望实现更加规范、高效的运行,为我国水利事业的持续发展,提供更加坚实的基础。

【参考文献】

- [1]赵隆,杜汇锋.水利工程招标投标过程中的突出问题及对策[J].河南水利与南水北调,2024,53(12):78-79.
- [2]张海坡.水利工程项目招标投标标准管理中存在的问题及对策分析[J].大众标准化,2024(10):77-78.
- [3]郭善超.水利工程建设招标投标常见问题的思考[J].海河水利,2024(4):70-75.
- [4]聂瑛.新形势下水利工程招标投标管理对策探究[J].四川建材,2023,49(3):234-236.

作者简介:翟新峰(1976.9—),男,工程硕士,高级工程师。毕业院校:新疆农业大学,所学专业:水利工程,当前就职单位名称:昌吉市水利管理站。

工程造价信息化管理中存在的问题及发展趋势

马雨恒

中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 上海 201200

[摘要]工程造价管理是新时代工程建设中的一项关键工作,它不仅直接影响建筑企业的经济效益和社会效益,还对提升企业市场竞争力具有重要作用。随着计算机技术在工程造价管理中的广泛应用,信息化管理已经成为未来工程造价管理的发展趋势。鉴于此,文中分析了工程造价管理信息化过程中存在的问题,并在此基础上探讨其未来的发展方向,以推动我国建筑行业的可持续发展。

[关键词]工程造价; 信息化管理; 管理问题; 发展趋势

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16369

中图分类号: TU723

文献标识码: A

Problems and Development Trends in the Informationization Management of Engineering Cost

MA Yuheng

CCCC Third Harbor Consultants Co., Ltd., Shanghai, 201200, China

Abstract: Engineering cost management is a key task in the new era of engineering construction. It not only directly affects the economic and social benefits of construction enterprises, but also plays an important role in enhancing their market competitiveness. With the widespread application of computer technology in engineering cost management, information management has become the development trend of future engineering cost management. In view of this, the article analyzes the problems in the informationization process of engineering cost management and explores its future development direction based on this, in order to promote the sustainable development of Chinese construction industry.

Keywords: engineering cost; information management; management problems; development trends

引言

随着信息技术的飞速发展与建筑行业的不断进步,工程造价信息化管理逐渐成为提升施工管理效率、降低成本、确保工程质量以及推动行业可持续发展的重要手段。传统的工程造价管理模式过于依赖人工计算与手工操作,这种方式不仅低效,而且容易受到人为因素的影响,导致工程造价控制的精准性不足,项目管理的透明度与可控性亦显得不足。随着工程项目规模的不断扩大与施工环境日益复杂,传统管理方法已无法满足现代工程造价管理的需求,因而迫切需要信息化管理来提升管理效能。信息化管理已经逐步应用到工程造价的各个环节,从预算编制、成本核算到项目监控与决算,它为这些环节提供了强有力的支持,管理效率得到了显著提高,项目的可控性与精确度也随之增强。然而,在实际应用中,尽管信息化技术在工程造价管理中发挥了积极作用,但一些挑战依然存在。例如,基础设施建设滞后、信息化标准不统一、管理网络不完善等问题,依旧在制约着信息化管理的广泛应用与深入发展。随着信息技术的不断进步,新的发展趋势也在不断显现。未来,工程造价信息化管理将与大数据、云计算、人工智能等前沿技术深度融合,行业管理模式的革新将被推动,信息化水平将得到进一步提升,工程造价管理的科学性、精准性与智能化程度也将随之提高。本文将分析工程造价

信息化管理中存在的主要问题,并结合信息化发展的趋势,探讨如何通过完善管理体系、加强技术创新与人才培养、提升数据共享与处理能力,推动工程造价信息化管理的进一步发展。

1 工程造价信息化管理的现状

1.1 基础设施建设不能够满足信息化建设的需要

当前,工程造价信息化管理面临着基础设施建设无法完全满足信息化需求的挑战。尽管部分企业与项目已经开始引入信息化管理工具与系统,但整体的信息化基础设施依然显得不足,缺乏统一且标准化的技术支持。特别是在数据存储、处理以及系统互联互通方面,许多企业面临着设备老化、技术更新滞后的问题。这些现有的基础设施未能有效支撑信息化管理系统的高效运作,导致信息流通的畅通性不足,数据采集与传输的效率也较低。缺乏统一的技术平台,也使得工程造价数据的整合、共享与分析能力受到限制,进而影响了信息化管理潜力的充分发挥。

1.2 处理信息的方式不够先进

对于许多企业而言,信息收集意识的缺乏,导致在工程竣工后未能妥善保存相关的工程造价资料,造成了大量有价值信息的流失与浪费。此外,一些企业仍沿用传统方式进行工程造价信息的收集,所获取的数据不仅覆盖面有限,且准确性较低,难以及时、有效地进行分类与处理。

与此同时,整个信息处理过程中,数据格式及存储方式的不统一,也严重制约了信息的高效流通与应用,不仅增加了处理难度与时间成本,也降低了信息管理的质量与效率。

1.3 工程造价信息化管理标准不统一

目前,工程造价信息化管理的标准尚未统一,这导致了在实际操作中,各类系统与工具的兼容性差,进而妨碍了数据的有效共享与互通。由于在信息化管理过程中,不同企业与地区采用了各自不同的标准,缺乏统一的规范与指导,项目管理中的数据交流与协作变得更加困难。这种标准不统一的问题不仅制约了信息化管理系统的广泛应用,而且增加了系统维护的复杂性,进而影响了信息化技术的应用效果^[1]。在具体的工程项目中,存在显著差异的各种造价管理平台、软件工具及数据格式,使得信息不得不重复输入、进行格式转换,甚至产生错误,严重影响了工作效率。

1.4 信息化管理网络不够完善

当前,工程造价信息化管理的网络建设尚未达到完善的水平,许多企业与项目缺乏高效、稳定的网络平台支持,信息传递与共享因此受到阻碍。尽管部分企业已经开始引入信息化管理工具,但在数据存储、系统维护以及安全保障等方面,依然存在着较大问题。某些企业的管理系统未能与项目的其他模块进行有效对接,信息孤岛现象仍然严重,相关数据和信息因此难以实现及时、准确地共享与更新。此外,网络基础设施的建设滞后,也使得部分地区的工程造价信息化管理未能全面覆盖,尤其是在偏远地区,较差的网络环境与缓慢的信息传输速度,显著影响了信息管理的实时性与准确性。

2 工程造价信息化管理的方法

2.1 制定科学的信息化管理方案

制定科学的信息化管理方案是确保工程造价信息化管理顺利实施的关键。方案的设计应从整体出发,深入分析工程造价管理的实际需求,同时结合项目特点与行业发展趋势,明确信息化管理的目标与实施方向。一个有效的信息化管理方案不仅要解决传统造价管理中存在的主要问题,如信息孤岛、数据滞后与低效率,还应具备前瞻性,能够适应行业技术进步及企业未来发展需求。在制定方案时,特别需要关注信息化建设的架构设计,选择合适的技术平台与工具。例如,应用 BIM(建筑信息模型)技术,工程造价管理的精确性与可视化程度能够显著提升,结合大数据分析时,管理者能够实时跟踪项目进展并做出及时调整。同时,确保各管理模块之间能够高效协同也是至关重要的,包括预算编制、成本控制、材料采购与结算审核等环节。借助集成化信息系统,数据将各环节进行统一,确保无缝衔接,减少重复工作与错误。在制定方案时,现有管理流程的优化也应当考虑,结合信息化工具,提升数据处理与分析能力,从而确保信息流通的准确性与及时性。

此外,系统的实施不仅仅依赖于技术,企业人员的全员参与与与技术培训也同样不可或缺。因此,人员培训计划应当被纳入方案中,以提升员工的信息化应用能力与创新意识,确保系统的顺利落地。最后,科学的信息化管理方案应具备灵活性与可持续性,以便根据企业运营过程中反馈的问题进行定期调整与优化,确保方案在实际应用中持续发挥作用。

2.2 完善工程造价信息收集渠道

完善工程造价信息的收集渠道是提升信息化管理水平核心环节。在传统造价管理中,信息的收集往往依赖人工操作,这导致了信息流转不畅、数据失真与更新滞后的问题,从而显著影响了管理效率与数据的准确性。为了有效解决这些问题,必须建立多元化的信息收集渠道,并与信息化管理平台紧密结合,以确保数据的实时性与全面性。可以考虑建设一个集中的数据收集系统,将来自不同渠道的工程数据进行统一整合,例如项目预算、施工进度、材料价格、人工费用等,从而实现数据的系统化、标准化与规范化。同时,现代信息技术的应用,如物联网、大数据与云计算等,将有助于实现对现场施工情况、材料使用、工程变更等实时数据的自动采集。通过安装传感器、RFID 标签、智能计量设备等硬件设施,实时数据将能够直接传输到信息平台,数据收集的效率与准确性因此大幅提高。此外,还应加强与供应链、分包单位、设计单位等相关方的信息对接,确保信息来源的全面性与多样性。

2.3 加强工程造价管理人员的信息意识

提升工程造价管理人员的信息意识是推动工程造价信息化管理成功实施的关键因素之一。在信息化时代,信息的收集、处理与应用已成为管理工作不可或缺的一部分,这要求造价管理人员具备较强的信息意识与信息技术应用能力。然而,许多工程造价管理人员仍面临着信息意识不足与信息技术应用能力有限的问题,导致信息化手段在造价管理中的潜力未能充分发挥。为了解决这一问题,企业需要通过定期的培训与学习,提升管理人员的信息化知识,使其能够深入理解信息化对提高工作效率、优化资源配置与精准控制成本等方面的重要作用。培训内容应当包括信息技术的基础应用,如 BIM 技术、云计算与大数据等,同时,还应注重培养管理人员的实际操作能力,帮助其掌握相关软件的使用及数据分析技巧。除此之外,“信息化优先”的管理理念应当被企业树立,鼓励管理人员积极参与信息化管理的工作流程,确保信息化作为决策与执行的基础,从而不断提升其对信息技术的敏感度与应用能力^[2]。加强信息化项目的组织与管理也至关重要,确保管理人员能够在实际工作中充分发挥作用,并利用信息化手段提升项目管理的精确性与透明度。

2.4 加强工程造价信息网的维护与建设

加强工程造价信息网的维护与建设,是确保工程造价

信息化管理顺利推进的关键措施。随着信息技术的不断进步,工程造价信息网已成为工程项目管理中的重要工具,承担着数据存储、信息共享、实时监控以及决策支持等多重功能。然而,在实际应用中,许多工程造价信息网面临系统不稳定、信息更新延迟以及数据孤岛等问题,这些问题严重影响了信息网的有效性与可靠性。为了解决这些问题,对信息网建设的投入必须加大,确保系统的硬件设施与软件平台能够满足日益增长的数据存储与处理需求,同时,信息网的稳定性与安全性也需增强。同时,建立完善的信息更新机制也至关重要,以确保数据的时效性与准确性,从而为工程造价管理决策提供实时支持。信息网的功能模块应当根据实际需求进行优化与扩展,尤其是在预算编制、工程结算、成本控制等方面,功能整合的加强,将提升系统操作的便捷性与适用性。此外,数据整合与共享是关键,信息孤岛的形成应当避免,确保各项目参与方能够及时、准确地获取所需的造价信息,从而提高协同工作的效率。

3 工程造价信息化管理的发展趋势

3.1 工程造价与信息技术紧密结合

随着信息技术的迅猛进步,工程造价管理正逐渐与信息技术深度融合,成为推动现代化管理的核心动力。信息技术的应用为工程造价管理带来了前所未有的效率提升与精确度,使得从传统的人工计算与纸质记录到如今的数字化、智能化管理的转变成为可能。借助信息化手段,工程造价的整个过程能够被有效控制与优化。例如,BIM(建筑信息模型)技术的引入,使得工程造价不仅能在设计阶段准确预测,还能在施工阶段进行实时调整,从而确保成本始终控制在预算范围内。此外,云计算、大数据、人工智能等技术的应用,增强了工程造价管理的实时数据分析与预测能力,自动生成的报告与决策支持大大提高了数据处理的速度与精度。信息化技术的普及还促使项目各方能够实现信息共享与即时沟通,从而减少信息滞后与误差,提高协同工作的效率。

3.2 动态价格的相关内容

随着市场经济的持续发展与建筑行业竞争的加剧,工程造价管理中的动态价格机制逐渐成为提高成本控制精度和应对市场波动的有效手段。动态价格机制,是根据市场需求、资源供应、劳动力成本及材料价格等因素的变化,在项目建设过程中实时调整相关费用的方式。这一机制能够灵活应对建筑材料价格波动或劳动力成本上升等情况,而传统的固定价格管理模式已无法满足现代市场环境的要求,尤其是在价格波动较大的情况下,预算的较大偏差可能由固定价格管理所导致^[3]。通过实时监控和调整,动态价格机制能更精确地反映市场实际情况,从而有效降低

预算超支的风险。借助信息化管理系统的支持,动态价格得以高效实施,通过大数据分析与实时数据更新,能够为项目管理者提供更加精准和及时的成本调整建议。此外,动态价格机制的引入,还可以推动供应链管理的优化,帮助企业迅速应对市场变化,确保工程项目的经济性与盈利性。

3.3 工程造价的信息化管理系统

随着信息技术的迅猛发展,工程造价信息化管理系统已逐渐成为建筑行业实现智能化、精细化管理的关键工具。大数据、云计算、人工智能等先进技术的整合,使得这些系统能够对工程造价进行全面监控与分析。在项目执行过程中,来自各方面的数据,如材料价格、施工进度、资源消耗及劳动力成本等,实时被系统收集并处理,形成了一个动态、持续更新的管理平台^[4]。借助这种平台,项目成本的预测精度显著提高了,管理人员也能迅速识别成本波动并进行及时调整。此外,强大的数据分析与报告功能,使得信息化管理系统能够自动生成详细的财务、预算及成本分析报告,为项目经理及决策者提供了科学依据。在信息整合方面,项目各参与方(如设计、施工、采购等)间的协作得以促进,信息共享与透明度得到了增强,有效减少了人为因素对项目预算的干扰。

4 结语

工程造价信息化管理在提高施工效率、降低成本以及优化资源配置方面具有重要作用。然而,当前在实施过程中,仍面临着技术基础薄弱、管理标准不统一、信息化网络不完善等一系列问题。为了确保信息化管理的顺利推进,亟需加强技术创新与标准化建设,进一步完善信息化管理平台,并提升相关人员的信息化素养。随着信息技术的持续进步,未来,工程造价信息化管理将向智能化、数据化、自动化方向发展,这将显著提升工程管理的科学性和透明度,为建筑行业的可持续发展提供更强的支撑。因此,现有问题的解决以及信息化建设的推动,已成为未来工程造价管理发展的关键任务。

【参考文献】

- [1]李汶芊.工程造价信息化管理存在的问题及发展趋势探析[J].房地产世界,2023(17):94-96.
 - [2]罗也.工程造价信息化管理中存在的问题及发展趋势[J].低碳世界,2025,15(1):166-168.
 - [3]赵燃.工程造价信息化管理存在的问题及发展趋势分析[J].居业,2018(11):158-159.
 - [4]徐同新.工程造价信息化管理的发展问题及趋势分析[J].居业,2020(7):149-150.
- 作者简介:马雨恒(1997.8—),毕业院校:南京工业大学浦江学院,所学专业:工程管理,当前就职单位:中交第三航务工程勘察设计院有限公司,职称级别:助理工程师。

建筑工程造价管理中的成本控制标准与实践

吴思琦

阜阳城投建设有限公司, 安徽 阜阳 236000

[摘要] 建筑工程造价管理的成本控制体系正从传统静态规范向动态技术驱动转型。全生命周期成本与价值工程的融合重构了经济性与功能性的平衡路径, BIM 协同平台、区块链存证等技术工具推动成本控制从被动响应转向主动预测。当前挑战源于政策、市场与社会变量的多维博弈, 绿色认证体系对增量成本的隐性约束、劳动力结构变迁引发的效率衰减、跨国工程标准差异导致的隐性风险, 均要求管理框架兼具韧性 with 包容性。通过解构设计创新与经济性矛盾、施工资源动态调配瓶颈、外部环境风险传导机制, 提出技术-流程-组织协同框架, 旨在破解阶段割裂导致的成本失控困局, 为智能建造与双碳目标下的成本管理创新提供理论支撑。

[关键词] 建筑工程; 造价管理; 成本控制; 标准; 实践

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16364

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

Cost Control Standards and Practices in Construction Cost Management

WU Siqi

Fuyang Urban Investment Construction Co., Ltd., Fuyang, Anhui, 236000, China

Abstract: The cost control system of construction project cost management is transforming from traditional static norms to dynamic technology driven. The integration of full lifecycle cost and value engineering reconstructs the balance path between economy and functionality, and technology tools such as BIM collaborative platform and blockchain certification promote cost control from passive response to active prediction. The current challenges stem from the multidimensional game of policy, market, and social variables. The implicit constraints of the green certification system on incremental costs, the efficiency decline caused by changes in labor structure, and the implicit risks caused by differences in cross-border engineering standards all require a management framework that is both resilient and inclusive. By deconstructing the contradiction between design innovation and economic efficiency, the bottleneck of dynamic allocation of construction resources, and the transmission mechanism of external environmental risks, a technology process organization collaborative framework is proposed, aiming to break the cost control dilemma caused by stage fragmentation and provide theoretical support for cost management innovation under intelligent construction and dual carbon goals.

Keywords: construction engineering; cost management; cost control; standard; practice

引言

全球建筑业数字化转型与可持续发展战略驱动下, 工程造价管理目标正从成本最小化转向工程价值与社会效益的动态均衡。传统定额计价与阶段割裂管理模式, 难以应对绿色认证升级、地缘政治供应链波动及人工智能技术渗透等复合挑战。现有研究多聚焦单一技术工具 (如 BIM 成本模拟), 却忽视技术赋能与管理流程的协同效应, 更缺乏对政策、市场与社会变量的系统性整合。本文立足全生命周期视角, 揭示成本控制标准与技术工具的共生演化规律。通过解构设计创新与经济性矛盾、施工资源调配瓶颈及外部环境风险传导路径, 提出技术-流程-组织协同框架。既为工程实践提供动态控制方法论, 也为政策完善与企业治理优化提供前瞻性决策支撑。

1 成本控制标准体系与理论基础

成本控制标准体系是建筑工程造价管理的核心框架, 其构建需融合全生命周期管理理念与多维度实践经验。国际层面, 美国 AACE 提出的分级成本控制框架覆盖估算至

结算全流程, 强调阶段精度适配性; 欧洲 ICE《工程成本管理指南》则强化设计阶段价值工程应用, 要求方案比选中成本与功能目标动态平衡。我国《建设工程工程量清单计价规范》以定额与清单双轨制为基础, 近年修订版纳入绿色建筑增量成本核算要求, 推动“双碳”目标与标准体系的深度耦合。理论层面, 全生命周期成本模型通过整合决策、设计、施工、运维四阶段数据, 实现成本效益最优化。价值工程方法论聚焦功能分析驱动的成本重构, 例如钢结构节点优化设计在保证安全冗余的同时减少钢材用量。动态控制机制正成为标准体系演进方向, 基于 BIM 的实时成本监控系统通过物联网数据采集与模型比对, 实现超支预警响应时效提升, 推动标准从静态规范向动态规则转型。2025 年住建部发布的《智能建造成本管理导则》标志着此类技术已纳入行业规范。

2 成本控制的影响因素与风险识别

2.1 设计阶段

设计阶段是工程成本控制的源头性环节, 其技术决策

与流程管理直接影响全生命周期成本。技术标准化层面,创新性与经济性的失衡易引发成本失控:过度追求异形结构等非标设计虽提升美学价值,但大幅增加深化设计费用与加工复杂度;而过度依赖标准化模板则导致功能适配性不足,后期变更风险累积。因此,限额设计模式通过建立设计参数与成本指标的联动机制,将单位面积造价约束在动态平衡区间。管理机制上,跨专业协同效率是核心变量。建筑、结构、机电等专业的设计界面冲突常引发返工成本,尤其在管线综合排布环节,设计协调不足导致施工变更频发。BIM 协同平台虽能通过三维可视化减少错漏碰缺,但其成本优化潜力受限于流程适配能力——若仅作为图纸校对工具,难以嵌入方案决策阶段。此外,设计文件深度不足(如地质详勘缺失)易导致地基处理方案保守,桩基工程成本超支风险隐性累积。绿色建筑认证的融入加剧了成本控制的复杂性。光伏一体化屋面、雨水回收系统等增量成本需在方案阶段与长期运营收益动态平衡,避免片面追求评级而忽视经济可行性。价值工程方法的引入可系统性淘汰高成本低效选项,例如通过技术经济比选重构围护结构热工方案,在满足 LEED 认证要求的同时控制增量成本。

2.2 施工阶段

施工阶段的成本控制本质上是动态资源调配与技术经济决策的博弈过程,其复杂性体现在物理空间约束与多参与方协同效率的双重挑战中。进度-成本联动管理是施工阶段的核心矛盾,赶工措施虽能压缩工期,但可能导致机械台班费用激增与质量缺陷返工成本累积。例如,某超高层项目为追赶节点目标,采用 24 小时连续浇筑工艺,混凝土养护时间缩短引发强度不足问题,最终修复成本占该分项总造价的 15%。此类风险要求施工组织设计需嵌入“成本敏感性分析”模块,在进度计划中预判关键路径的资源瓶颈,通过工序重组降低隐性成本。施工技术方案的选​​择直接影响材料消耗与人工效率。装配式建筑虽能减少现场湿作业量,但其预制构件运输半径超过 300 公里时,运输成本增幅可达构件总价的 20%,抵消规模化生产的成本优势。因此,施工方案的经济性评估需突破单一技术维度,建立涵盖供应链、场地条件与施工工艺的综合比选模型。对于地下工程等高风险场景,超前地质预报技术的应用能有效规避施工方案偏差,某地铁隧道项目通过 TSP 探测提前调整支护参数,避免因围岩等级误判导致的钢支撑浪费。资源管理效率是施工成本控制的隐形变量。劳动力配置失衡常引发窝工现象,部分项目因分包单位协作脱节,高峰期施工人员闲置率高达 30%,直接拉高人工单价。智慧工地系统通过物联网设备实时监测设备利用率与工效数据,但在实际应用中,数据孤岛问题导致设备调度指令延迟超过 12 小时,削弱了技术工具的成本优化效果。材料管理方面,现场堆场规划不合理造成的二次搬运成本,在部分项目中占比超过材料采购费的 5%,反映出施工组

织设计需强化空间动线模拟与物流路径优化。变更管理流程的规范性直接影响成本失控概率。施工阶段设计变更的响应周期若超过 72 小时,可能引发现场停工待图,导致窝工损失与工期延误罚金叠加。某商业综合体项目因业主方后期提出外立面材质变更,施工单位未及时启动备选方案评审,临时采购新型幕墙材料导致单价上浮 25%。建立“变更影响矩阵”工具,将技术可行性、成本波动幅度与合同索赔条款进行三维关联,可提升变更决策效率。此外,施工索赔证据链的完整性成为争议焦点,部分项目因未留存地质条件与施工日志的影像记录,在结算审计中丧失费用追偿权利。

2.3 外部环境因素

工程成本控制的外部环境约束具有多源复合性与动态不可控性,其影响路径贯穿政策法规、市场波动、自然条件及社会文化等多个维度。政策法规的调整往往引发成本控制的连锁反应,例如“双碳”目标下地方环保标准的升级可能强制要求混凝土添加矿物掺合料,导致材料成本上升 10%~15%,而此类政策传导效应常滞后于项目前期决策窗口期。市场环境波动则体现为大宗商品期货价格与区域性劳动力供给的协同震荡,钢材期货市场的杠杆投机行为可能使现货价格短期内偏离基准价 20%以上,但多数项目的材料调差条款设计未能覆盖此类极端波动场景。自然条件的不确定性对成本控制的挑战更为隐蔽。地质勘察报告与施工区域实际水文特征的偏差可能触发不可预见费超支,例如某沿海城市地铁项目因地质雷达探测数据失真,遭遇深层软土地层,桩基施工方案被迫变更,导致土方工程成本增加 30%。此类风险需通过“地质风险准备金”机制与岩土工程咨询团队的前置介入进行对冲,但国内多数项目仍依赖传统勘察手段,对复合地质灾害的预警能力不足。社会文化因素对成本控制的渗透常被低估。劳动力代际更迭引发的技能断层导致施工效率下降,部分劳务密集型工序(如砌筑工程)的人均工效较十年前下降约 15%,间接推高人工成本。此外,地方社区对施工噪音与扬尘的容忍度降低,迫使项目增加降噪围挡与雾炮车作业频次,此类社会约束成本在近五年内成为成本超支的常态化诱因。国际工程中文化差异的显性化更显著,例如中东地区劳工签证政策与宗教习俗的复杂性,常导致人员调配效率下降与窝工损失累积。技术标准差异构成的隐性成本风险亦值得关注。跨国项目设计文件与当地施工规范的冲突可能引发返工,例如欧洲 EN 标准与东南亚国标对混凝土氯离子含量的限值差异,导致钢筋锈蚀防护方案需重新设计,材料与检测成本增加 8%~12%。此类问题需通过合同谈判阶段的“标准等效性评估”条款进行规避,但实践中多数企业仍采用被动合规策略,缺乏主动成本预判机制。

3 成本控制实践路径与方法

3.1 管理体系构建

建筑工程造价成本控制体系的构建需突破传统“制度

+流程”的二维框架，转向多维协同的立体化管理模式。在制度层面，需建立覆盖决策、设计、施工全周期的标准化管理规则，重点解决定额标准区域适配性不足的问题。例如，针对装配式建筑与传统现浇结构的成本核算差异，需制定差异化的费用分摊规则，避免因标准模糊导致的成本超支争议。同时，应构建多级联动的责任传导机制，将成本控制目标分解为可量化的部门 KPI 指标，强化造价管理部门在跨专业协作中的统筹权，避免因部门权责不清引发的决策延迟或方案妥协。组织架构设计需突破职能壁垒，设立跨职能协同组织架构。传统造价部门常局限于算量计价的基础职能，而忽视对前端设计优化与后端运维成本的联动影响^[1]。为此，需构建造价-设计-工程三角联动模型，通过定期召开技术经济联席会议，实现方案比选阶段成本约束的前置嵌入。例如，在绿色建筑认证过程中，可联合设计团队开展光伏屋面与围护结构热工性能的协同优化，在满足 LEED 认证要求的同时，将增量成本控制在可接受区间。动态反馈机制是体系有效性的核心保障。现有成本评估多依赖季度性人工审计，难以及时捕捉施工过程中的隐性成本风险。为此，需建立基于 BIM 的实时成本看板系统，通过物联网设备采集混凝土强度检测、钢筋损耗率等现场数据，与 BIM 模型预设阈值自动对比，生成成本偏差预警信号。此类技术工具可突破传统人工评估的滞后性，使成本控制从被动纠偏转向主动预防。同时，需完善变更管理的闭环流程，明确技术变更与经济变更的审批权限，避免因权责交叉导致的成本失控。

3.2 全过程动态控制

全过程动态控制的核心在于消除造价管理中决策、设计、施工与竣工阶段的割裂性，建立全周期成本波动的联动响应机制。决策层面需将成本目标与项目战略定位深度融合，通过多维评估模型动态调整投资估算的弹性边界，抵御政策调整或市场波动引发的系统性风险。设计阶段的控制需突破传统限额设计的静态约束，依托参数化建模工具与造价数据库的实时交互，实现建筑形态或材料选型变更时的成本模拟推演，确保功能优化与经济性约束的协同决策^[2]。施工阶段的动态管理需构建现场数据与云端模型的双向反馈链路，通过物联网设备采集施工进度、资源消耗等实时参数，结合 BIM 模型的预设阈值自动生成成本偏差预警。此类技术需与合同管理流程深度耦合，明确变更指令的审批权限与成本分摊规则，避免因信息断层导致的超支风险累积。竣工阶段的价值延伸需从结算审核向全生命周期成本分析转型，建立工程实体数据与后期运维成本的映射关系，量化设备选型对长期效益的影响权重。与此同时，变更追溯机制需借助区块链技术固化责任链条，确保审计过程的透明性与数据可追溯性。

3.3 关键控制技术

成本控制技术的突破在于打破工具孤立性，构建技术协同网络。参数化成本模拟技术通过动态关联设计参数与成本指标，实现形态创新与经济性的实时权衡，例如幕墙工程中曲率与玻璃厚度的多方案造价对比。该技术需与 BIM 模型深度集成，将几何信息转化为可计算的造价节点，打通三维可视化与经济性分析的链路。智能合约技术重构工程支付流程，基于区块链的自动化执行规则可消除人为干预风险。通过物联网设备实时采集混凝土养护时长、钢结构焊接合格率等质量数据，验证合同履行条件，确保支付指令与工程进度精准匹配。多模态数据融合技术整合 BIM 模型、无人机影像与施工日志，突破单一数据源局限^[3]。对比 BIM 预埋管线位置与无人机扫描的实际安装偏差，可量化返工损失并追溯责任主体；自然语言处理（NLP）技术解析工程例会纪要，提取影响成本的风险因子，增强决策预判能力。智慧工地系统通过塔吊荷载传感器与混凝土泵车 GPS 数据，动态优化机械作业半径内的运输效率，避免空载运行导致的能源浪费。此类技术需在设备选型阶段嵌入成本敏感性分析模块，确保技术配置与工况需求精准适配。

4 结语

建筑工程造价管理的范式革新正从静态规范转向动态技术驱动，全生命周期成本模型与价值工程方法的融合重构了经济性与功能性的平衡路径。BIM 协同平台突破设计信息孤岛，区块链存证技术强化结算透明度，而参数化建模与物联网数据的联动推动成本控制从被动响应迈向主动预测。实践层面，政策、市场与社会多维约束的叠加，要求成本管理框架兼具韧性与包容性，绿色认证体系对增量成本的约束、劳动力结构变迁引发的效率衰减、跨国工程标准差异导致的隐性风险，均需通过技术方案与组织流程的系统性耦合破解。未来，智能建造与双碳目标的协同推进将重塑成本控制边界，数字化工具虽能挖掘数据深层价值，但技术赋能始终需回归管理本质，在不确定性中通过科学决策与协同治理，实现工程价值与社会效益的动态均衡。

【参考文献】

- [1] 谷银花. 建筑工程造价管理中的成本控制标准与实践[J]. 大众标准化, 2025(6): 152-153.
 - [2] 崔义平. 建筑工程造价管理问题与应对措施[J]. 陶瓷, 2025(3): 215-217.
 - [3] 徐旗强. 建筑工程造价管理与成本控制策略[J]. 交通企业管理, 2024, 39(6): 48-50.
- 作者简介：吴思琦（1991.8—），女，毕业院校：中央广播电视大学，所学专业：土木工程，当前就职单位：阜阳城投建设有限公司，职称级别：初级。

建筑工程造价预算控制关键点与措施

蓝柳香

广西建工集团控股有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要] 建筑工程造价预算控制是贯穿项目全生命周期的核心管理活动, 通过科学预测与动态调控实现资源优化配置与投资效益最大化。其关键环节涵盖系统性预算编制、多源数据整合及精准工程量核算, 三者协同构建成本管控的基准框架。预算编制需融合工程技术特征与市场变量, 确保成本科目覆盖完整性与计价依据合规性; 资料整合依托数字化平台实现历史数据挖掘与实时信息捕捉, 为决策提供全要素支撑; 工程量核算借助智能建模技术提升计量精度, 强化变更响应能力。控制措施聚焦限额设计约束、全过程责任追溯及人员能力升级, 通过技术创新与制度完善形成刚性管控与弹性调节的平衡机制。研究成果为建筑企业构建适应复杂环境的新型预算管理体系提供方法论指导, 推动行业向精细化、智能化方向迭代升级。

[关键词] 建筑工程; 造价预算; 成本控制; 关键点与措施

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16356

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

Key Points and Measures for Cost Budget Control of Construction Projects

LAN Liuxiang

Guangxi Construction Engineering Group Holdings Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: Cost budget control of construction projects is a core management activity that runs through the entire life cycle of the project, achieving resource optimization and maximizing investment benefits through scientific prediction and dynamic regulation. The key links include systematic budget preparation, multi-source data integration, and precise engineering quantity accounting, all of which work together to build a benchmark framework for cost control. The budget preparation needs to integrate engineering technology characteristics and market variables to ensure the completeness of cost account coverage and compliance with pricing basis; Data integration relies on digital platforms to achieve historical data mining and real-time information capture, providing comprehensive support for decision-making; The engineering quantity accounting utilizes intelligent modeling technology to improve measurement accuracy and strengthen change response capabilities. The control measures focus on limit design constraints, full process responsibility tracing, and personnel capability upgrading, forming a balance mechanism between rigid control and flexible adjustment through technological innovation and institutional improvement. The research results provide methodological guidance for construction enterprises to build a new budget management system that adapts to complex environments, and promote the industry to iteratively upgrade towards refinement and intelligence.

Keywords: construction projects; cost budget; cost control; key points and measures

引言

建筑工程造价预算控制作为贯穿项目全生命周期的主线管理行为,其本质是通过多维度资源的动态平衡实现质量、进度与成本的三重约束突破。在建筑行业数字化转型与可持续发展双重驱动下,传统预算管理模式正面临产业链协同效率不足、隐性成本管控盲区显著、市场波动响应滞后等系统性挑战。当前,随着智能建造技术渗透与EPC模式普及,预算控制已从单一的成本核算工具演变为贯穿投资决策、设计优化、施工协同及运维增值的全价值链管理中枢。本文立足行业变革背景,聚焦预算控制的范式重构路径,通过解析限额设计动态适配机制、供应链成本弹性调节模型及多主体协同责任网络等创新实践,揭示预算控制如何通过技术赋能与制度创新实现管控颗粒度升级。研究旨在构建“目标导向-过程纠偏-价值再生”的

闭环管理体系,为工程管理者提供兼顾战略刚性与战术柔性的系统性解决方案,助力企业在复杂市场环境中实现经济效益与核心竞争力的同步跃升。

1 建筑工程造价预算控制的重要性

建筑工程造价预算控制是保障项目投资效益的基础环节,其重要性体现在多个维度。通过精准的成本预测与资源合理配置,能够系统性规避资金浪费与超支风险,确保工程在预定投资规模内实现质量、进度与安全的平衡。预算控制机制通过规范资金使用路径,可显著增强合同履行能力与市场波动应对弹性,例如在材料价格剧烈波动时,动态调整预算分配方案可维持项目经济可行性。此外,预算控制为项目各阶段决策提供实时数据支撑,帮助管理者识别潜在成本漏洞,优化施工组织设计,从而降低返工风险与隐性成本。从宏观层面看,科学的预算管理不仅提升

企业核心竞争力,还能推动行业资源的高效整合,例如通过标准化成本数据库的建立,促进行业内部经验共享与技术迭代。最终,预算控制通过经济效益与社会效益的协同发展,为建筑工程的可持续推进提供坚实保障。

2 建筑工程造价预算控制关键点

2.1 预算编制

建筑工程造价预算控制的关键点中,预算编制作为核心环节,其科学性与严谨性直接影响整体成本管控效能。预算编制需以工程实际需求为出发点,综合考量项目特征、技术难度及市场波动因素,采用定额法与工程量清单法相结合的模式,构建多层次成本测算体系。在内容覆盖上,需完整纳入人工、材料、机械等直接费用,同时精细化核算管理费、规费、税金等间接成本,确保预算项目与施工图纸的技术参数、招投标文件的商务条款形成无缝对接。为避免编制偏差,需建立跨部门协同审核机制,通过设计单位、造价团队与施工方的三方联动,对工程量清单进行交叉验证,尤其需关注界面工程与交叉作业部分的成本界定,例如土建与安装工程的衔接点位,防止漏项或重复列支。此外,应结合历史工程数据与行业价格指数库,对主材价格波动设置弹性区间,并在编制说明中明确变更签证的计价原则,为后续施工阶段的动态调整预留操作空间。

2.2 资料收集与整理

在建筑工程造价预算控制的关键环节中,资料收集与整理是构建精准成本测算体系的基石。需以系统性思维整合多维度信息源,包括工程设计文件的技术参数、地质勘察报告中的地基承载力数据、区域性材料供应商的实时报价清单,以及行业数据库内同类项目的成本构成模型。在操作层面,应建立标准化数据采集流程,例如通过 BIM 模型提取构件工程量信息,或对接供应链平台抓取大宗材料价格波动曲线,同时借助区块链技术实现数据溯源与防篡改,确保原始资料的完整性与可信度。对于历史项目数据的挖掘,需采用机器学习算法识别成本异常波动规律,并结合工程特征进行数据清洗与权重分配,形成可复用的成本预测模板。政策法规的动态追踪则需构建政企联动的信息通道,重点监测绿色建筑标准升级、装配式建筑补贴政策、增值税率调整等关键变量,通过建立合规性审查矩阵,将法规要求转化为预算编制的约束条件^[1]。此外,需建立跨区域、跨业态的数据共享联盟,例如联合行业协会搭建工程造价指标云平台,实现施工工艺工法数据库与市场价格行情的双向校准,最终形成兼具时效性、关联性与战略导向的资料管理体系,为预算编制提供多维立体的决策支撑。

2.3 工程量计算

在建筑工程造价预算控制的关键节点中,工程量计算作为成本量化的核心载体,其精准度与系统性直接决定了

预算成果的可信度与可执行性。需以国家标准计量规范为基准框架,深度融合 BIM 技术的参数化建模能力与三维激光扫描的空间数据捕捉功能,构建从设计模型到施工算量的数字化映射体系。针对土建工程中的混凝土浇筑量、钢筋绑扎节点,以及安装工程的管线敷设路径等分部分项工程,需采用“模型分解-构件编码-清单关联”的三步核算法,通过 Revit 等平台自动提取构件几何属性,并与工程量计算规范中的折算系数智能匹配,实现施工图与预算清单的毫米级对应。对于深基坑支护、地下防水层等隐蔽工程,需依托物联网传感设备实现施工过程的影像数据即时同步,并运用区块链技术对变更签证的审批流程进行时间戳固化,确保工程量变更可追溯、不可篡改。在计算验证环节,应建立“施工方自检-咨询单位复核-业主方终审”的三级联审机制,尤其对异形结构工程量、机电设备接口预留等易错点,通过跨专业协同作业平台开展云端会签,例如运用 Navisworks 进行管线碰撞检测与工程量自动修正。此外,需将核定的工程量数据接入 ERP 系统,与材料采购计划、机械调度方案形成动态闭环,当现场施工进度或设计参数发生调整时,通过 AI 算法快速生成多版本成本模拟方案,为管理层提供弹性决策支撑。这种贯穿全生命周期的工程量计算体系,既保证了预算基准的刚性约束力,又赋予成本管控应对不确定性的柔性调节能力。

3 建筑工程造价预算控制措施

3.1 明确预算控制要点

建筑工程造价预算控制措施中,明确预算控制要点需构建全周期管理体系。通过分阶段设定控制目标,将预算分解至设计、招标、施工及竣工环节,形成动态监管链条。设计阶段实施限额标准,将成本约束前置化,例如通过价值工程分析优化结构选型;招标阶段严格审查工程量清单与合同条款的匹配度,规避不平衡报价风险;施工阶段依托 BIM 协同平台实时追踪变更签证,对深基坑支护、大跨度钢结构等高危工序建立成本偏差预警阈值,触发超支时自动启动分级审批流程。同时,需整合 EPC 总承包模式下的责任矩阵,明确设计、采购、施工方的成本联动责任,通过工序交接面的成本核算界面划分,实现跨专业无缝衔接。最终形成“目标分解-过程纠偏-责任追溯”的闭环控制网络,确保预算执行刚性。

3.2 加强造价限额控制

在建筑工程造价预算控制措施中,加强造价限额控制需构建闭环管理体系。通过签订全过程目标责任书,将限额指标分解至设计优化、材料采购、施工组织等关键环节,形成参建各方利益共享、风险共担的契约网络。运用挣值分析法建立“计划值-实际值-赢得值”三维监控模型,实时捕捉进度与成本的耦合偏差,对超支节点实施穿透式溯

源,定位设计变更、材料代用或工艺缺陷等诱因,同步启动分级预警与动态调整机制^[2]。针对限额节约部分,可探索建立“节余分成+创新奖励”双轨激励机制,例如将节约资金的30%用于奖励技术创新团队,既强化成本约束刚性,又激发技术降本的内生动力。

3.3 提升工作人员素养

工程造价预算工作具有较强的全面性与系统性,必须由具备专业素养的人员来完成。这对预算人员的专业技能和综合素质提出了更高要求。工作人员不仅要掌握工程造价的基础知识,合理运用各类预算方法与技术手段,还需全面了解并紧跟相关法律法规的更新,持续优化自身的知识体系,精准把握造价预算控制的关键要素。在实际编制工程造价预算过程中,必须以严谨、认真的态度完成各项工作,确保预算控制措施的科学性与有效性。从施工单位的角度来看,为了实现更高的经济效益,应充分发挥和利用现有建筑资源优势,持续提升工程造价的控制能力。同时,还需不断加强预算人员的专业技能培训和责任意识培养,以提升整体造价管理水平。

3.4 落实预算工作责任制度

落实预算工作责任制度需构建全链条权责传导机制,通过“主体界定-过程追溯-结果绑定”三层压实各方责任。建立建设单位主导的纵向责任体系,明确业主方对设计限额的决策权、监理方对变更签证的审核权、施工方对工序成本的核算权,形成“决策-执行-监督”三角制衡架构。横向层面推行成本管控岗位责任制,将预算目标分解至项目经理、造价工程师、材料采购员等关键岗位,通过ERP系统设置红黄绿灯预警标识,实时映射责任履行状态^[3]。实施“月度成本对账+季度绩效清算”双轨考核,将预算执行偏差率与部门评优、个人晋升直接挂钩,对连续超支部门启动约谈问责程序,同时对成本节约团队授予专项奖励配额。竣工阶段引入第三方责任审计,将预算控制成效纳入企业信用评价体系,作为后续工程投标资格预审的核心指标,形成“履责-激励-惩戒”闭环管理生态。

3.5 强化造价控制

强化造价控制需构建全要素协同管理体系,通过引入全过程工程咨询机构,建立“前端审核-中端跟踪-后端评估”的监管链条,重点针对设计概算偏差率、暂估价项目占比等关键指标实施穿透式分析。搭建区域性材料价格指数平台,整合供应商名录库与历史采购数据,运用智能算法生成采购最优解,同步推行战略集采与JIT精准供应模式,压缩供应链冗余成本。在设计优化层面,组建跨专业价值工程团队,针对建筑形态、结构选型、机电系统等模块开展功能成本比分析,通过BIM协同平台实时模拟不同方案的全生命周期成本,引导设计院在方案比选中主动植入成本约束基因。此外,建立“风险储备金+变更池”双

轨调控机制,对不可预见费实行分级授权使用,确保造价控制兼具刚性约束与弹性应对能力。

3.6 加强信息基础设施建设

在建筑工程造价预算控制措施中,加强信息基础设施建设需构建“技术融合-平台集成-智能决策”三位一体的数字化生态。通过将BIM技术的三维可视化基因、云计算的弹性算力支撑及大数据的关联分析能力深度融合,搭建具备数据中台、智能分析模块与协同交互层的造价管理中枢平台,例如基于微服务架构开发跨终端应用系统,实现设计模型、工程量清单、材料价格库等多源异构数据的自动汇聚与清洗^[4]。依托物联网传感器、RFID芯片与无人机巡检系统,构建覆盖工地全域的实时数据采集网络,对施工进度、机械稼动率、材料进场量等关键参数进行毫秒级捕获,通过Apache Spark流处理引擎实现成本数据的即时计算与异常波动检测。在智能分析层面,集成LSTM神经网络与随机森林算法,构建动态成本预测模型,当市场人工单价波动超阈值或混凝土浇筑量偏离计划值5%时,自动触发分级预警并生成多维度纠偏建议报告,例如通过蒙特卡洛模拟展示不同纠偏路径的成本影响曲线。同时,建立跨企业数据共享联盟链,将供应商历史交易数据、同类项目成本指标与行业价格指数进行区块链存证,确保数据调用的可追溯性与防篡改性,并通过API接口打通与税务、审计部门的信息系统,实现成本数据的合规性自动校验。此外,开发移动端协同管理工具,支持设计变更的云端会签与成本影响即时测算,例如施工方通过AR眼镜扫描现场变更部位,系统自动关联BIM模型生成工程量增减清单,经监理审核后直接触发合同价款调整流程。

4 结语

建筑工程造价预算控制作为贯穿项目全生命周期的核心管理行为,其本质是通过全要素集成与全流程协同实现资源的最优配置。在智能建造与数字孪生技术深度渗透的产业变革期,预算控制体系正经历从被动核算向主动干预、从静态指标向动态模型的范式跃迁。通过构建“BIM+区块链”的透明化成本追溯机制,以及植入AI算法的自适应调控系统,预算管理不仅能够实时响应设计变更与市场波动,更能通过知识图谱技术沉淀行业经验,形成具备自我迭代能力的智能决策中枢。未来,随着建筑工业化与低碳化转型加速,预算控制需深度融合碳成本核算体系,探索智能合约驱动自动履约模式,并在城市更新、智慧基建等新兴领域建立差异化的成本管控标准。这种兼具技术穿透力与生态适应性的管理升级,既为绿色建筑、零碳工地等战略目标提供经济可行性保障,又为行业从规模扩张向质量效益转型构筑核心支撑,最终推动建筑产业在效率革命与价值重构中实现可持续发展跃升。

[参考文献]

- [1]黄丽金. 建筑工程造价预算控制关键点与措施[J]. 四川建材, 2024, 50(12): 217-218.
- [2]张思宇. 建筑工程造价预算控制关键点和对策研究[J]. 砖瓦, 2021(8): 135-136.
- [3]曾玉梅. 建筑工程造价预算控制关键点[J]. 大众标准化, 2023(13): 100-102.
- [4]张舒静. 建筑工程造价预算控制关键点分析[J]. 中国招标, 2023(2): 136-139.

作者简介: 蓝柳香(1997.7—), 毕业院校: 广西大学, 所学专业: 工程造价管理, 当前就职单位: 广西建工集团控股有限公司, 职称级别: 助理工程师。

工程造价全过程管理控制要点与优化策略

沈思铭

北京外交人员服务局, 北京 100010

[摘要]伴随建筑行业的迅猛发展与市场竞争的愈发激烈,工程造价管理正逐步成为保障项目成功的关键要素之一,如今建筑项目规模可谓庞大,牵扯的技术、材料、劳动力和设备等资源日益繁复,导致成本控制难度大幅提高,有效的造价管理可帮助项目团队科学规划预算,实现资源的合理配置,减少不必要的费用支出,同时保障项目质量与工期不被干扰,通过精准的造价预测与动态成本控制,企业在激烈市场竞争时可占据有利位置,提升其市场竞争力和项目盈利能力。

[关键词]工程造价; 全过程管理; 成本控制; 优化策略

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16354

中图分类号: TU723

文献标识码: A

Key Points and Optimization Strategies for the Whole Process Management and Control of Engineering Cost

SHEN Siming

Beijing Diplomatic Service Bureau, Beijing, 100010, China

Abstract: With the rapid development of the construction industry and increasingly fierce market competition, engineering cost management is gradually becoming one of the key elements to ensure project success. Nowadays, the scale of construction projects can be described as huge, involving increasingly complex resources such as technology, materials, labor, and equipment, which greatly increases the difficulty of cost control. Effective cost management can help project teams scientifically plan budgets, achieve rational allocation of resources, reduce unnecessary expenses, and ensure that project quality and schedule are not disturbed. Through accurate cost prediction and dynamic cost control, enterprises can occupy a favorable position in the fierce market competition, enhance their market competitiveness and project profitability.

Keywords: engineering cost; whole process management; cost control; optimization strategy

引言

工程造价管理属于建筑项目管理的核心内容范畴,其直接影响项目的经济效益,也能影响项目的质量跟工期,伴随建筑市场愈发复杂以及建筑项目规模持续扩大,对于现阶段项目需求,传统造价管理方法已难以满足需求,工程造价全过程管理顺势诞生,它着重指出,项目从立项直至竣工交付的各个阶段均需实施严格的成本管控,怎样在全过程期间有效管控及优化工程造价,成为项目管理中一项不容忽视的课题。

1 工程造价全过程管理控制的要点

1.1 前期规划阶段的成本控制

工程初始阶段是前期规划阶段,规定了项目后续各阶段的方向及基调,故而对项目造价的影响极为关键,处在这一阶段,项目立项、设计方案筛选、施工方案决策等环节,直接关乎工程造价高低,项目立项时的规划范围、功能需求及建设规模等要素,都会对项目预算造成深远后果,设计方案的选择直接关乎建筑材料、施工工艺、结构复杂性等方面的成本大小,若设计方案未能全面考虑成本的把控,可能导致后期预算超支,施工方案的敲定同样对造价有明显影响,各异的施工手段和工期规划也许引发成本差

异^[1]。为有效遏制这一阶段的造价,首先得做好项目预算及目标成本的科学编订,采用精细的市场调研、可行性分析及风险测算,精准预估各项花销,进而设定恰当的预算范畴,项目启动时需明确成本控制目标,也应为项目团队制定明晰的成本管控举措,确保项目实施过程可在预算范围内高效运作,依靠科学合理的规划与预算编排,前期阶段可为项目的有效实施夯实坚实根基,切实减少后期造价方面的风险。

1.2 设计阶段的成本控制

设计阶段是工程造价管理里的关键要点,直接牵动着项目的工程量与成本格局,设计方案是否合理,直接关乎项目的功能与质量,还在预算执行上有着深远的意义,在这个阶段,推动设计方案优化意义非凡,采用合理的设计修正,能够在不破坏工程质量及功能的前提下,降低多余的成本支出,选用经济实用的建筑材料、简化结构设计体系或采用高效施工工艺流程,均可切实降低项目费用,进而增强项目整体造价的把控能力。设计变更和调整往往会导致成本增加,需尽量减少不必要的设计变动,若项目设计需进行调整,每次变更均需开展严格的造价评估,以保证设计变动不超出预算控制范畴,通过对设计变更进行详

细成本核算,可迅速辨识潜在的造价风险,并采取恰当的应对途径,杜绝后期成本失去管控^[2]。

1.3 招标与合同阶段的成本控制

招标阶段和合同签订阶段在工程造价把控中地位显著,招标阶段为项目投资初步确定之阶段,合适的招标价格可以很好地控制工程初期投资,防止因价格过高造成预算超出既定标准,在这一阶段内,项目经理应推进对市场行情的深入分析,全面掌握当下建筑行业的价格走向、供应商报价以及承包商施工水平,进而挑选恰当的承包商,保证拿到富有竞争力的报价,进而保障招标过程的公平与公正,防止因招标不透明、报价不合理造成的后期隐患。合同签订阶段是保障工程顺利实施的关键环节,合同条款的设定要界定清楚双方的责任与义务,尤其要对项目成本、工期、质量等方面加以约定,保障各项工作按时间、预算标准,高质量完成,项目经理要格外留意合同条款的清晰及严谨性,避免模糊条款引发合同纠纷,由此产生额外的法律费用、项目延期等成本,在招标以及合同签约阶段,项目经理不仅需做好市场调研与价格把控,还应保证合同条款既全面又合理,为后续造价把控以及项目顺利落地奠定坚实基础。

2 工程造价管理的实施控制策略

2.1 精细化管理

作为工程造价全过程控制重要策略的是精细化管理,着重对项目各个细节开展科学且合理的管理,保证在每个环节都可以识别和管控潜在的成本浪费,采用精细化管理方式,可切实降低项目的总造价,增进项目的经济效益及施工质量。

精细化管理强调在项目各阶段对造价展开全面细致的分析与控制,以工程量清单编制为例证,凭借精准、全面地罗列各项工程量,可清晰掌握各施工环节的预算需求与实际支出情况,基于这一基础,项目管理者可更为精准地实施费用分配,规避部分项目项预算出现过高或过低情形,由此保证各项支出可在合理界限内开展调整。精准详实的工程量清单可防止预算超支,还可在实际施工期间实时对比工程的进度,找出潜藏的风险苗头,即刻采取办法进行纠偏,精细化管理通过对各环节的严格管控,项目管理团队需定时对预算跟支出进行对比分析,即刻察觉支出方面的不合理点,并做出对应变动,若发现某些材料的采购费用超预算,可迅速跟供应商开展磋商,探求更具性价比的替换办法,精细化管理借助对各个环节的精细管制,能有力预防且杜绝浪费现象产生,保障项目始终处于有效的成本掌控之下^[3]。

2.2 信息化管理

伴随信息技术的飞速进步,信息化管理渐成为优化工程造价管理的关键手段,凭借先进的管理软件及信息化系统,项目管理者可对工程全过程开展数字化管理,切实提

高工作速率,降低人工操作的出错概率,进而保障项目造价的可控水平与透明程度,依靠这些技术平台,项目数据可进行实时更新,任何跟项目相关联的数据信息都可马上在系统里反映出来,让项目管理人员可随时查看及监控工程动态变化。

信息化平台的核心优势在于高效完成成本分析与预测,在项目开展的不同阶段,系统会自动形成详细的成本报告及趋势分析图表,助力管理者全方面掌握项目造价状态,这种实时成本监控机制让管理者可迅速察觉潜在的成本超支风险,凭借迅速调整策略,杜绝项目预算超出既定额度,系统也能对历史数据进行深度挖掘,基于大数据技术预判未来造价的走势,协助决策者敲定更为科学合理的预算与成本控制决策内容。信息化平台能促进不同部门协同合作与信息分享,让所有相关群体能在统一平台上查看并更新项目进度、成本、采购等内容,进而杜绝信息产生孤岛,提升沟通效率,这不仅增添了项目管理的透明度,也显著提升了决策的精准水平与实时效能,保证工程项目能按规划、按预算开展,最大程度地削减造价风险,保障项目如期顺利完成^[4]。

2.3 风险管理与动态调整

在工程项目实施期间内,项目成本控制往往要应对高度的不确定性与复杂性,这些不确定性归因于市场价格的变动、政策的改变、不可预见的自然灾害、工期的耽搁等因素,这些因素可能在项目各阶段对成本产生显著影响,仅仅依赖固定预算来控制造价,往往无法应对这类复杂的变动,必须把风险管理及动态调整机制融入造价管理。风险管理在项目成本控制里扮演着极为关键的角色,项目管理者需从项目起始阶段便对潜在风险开展识别与评估,涉及市场波动情况、原材料价格走向、施工安全隐患、政策法规革新等,采用全面的风险考量,管理者可规划应对办法,筹备风险应对预案,为项目开展过程中也许出现的所有不确定情形做好准备。

动态调整机制要求项目管理者定期进行成本预测与评估,及时发现潜在风险并进行调整,要是市场原材料价格出现波动,项目经理须马上重新审定预算,更新采购安排,甚至跟供应商重新协商价格,保证项目预算不超出规定范围,针对因政策变动引发的成本起伏,项目团队需紧跟政府政策的实时变化,实时调整项目计划与执行举措,杜绝政策调整引起的额外费用出现。利用这些动态的预测及调整手段,项目管理团队能及时应对各种不确定性,助力工程项目顺利向前推进,且在预算设定范围内达成,进而有力抵御隐患,助力项目实现成功开展^[5]。

3 工程造价优化策略

3.1 全过程造价控制的优化

全过程造价控制要求项目各阶段连贯衔接,保障各环节实现有效配合,实现项目成本的全程把控,形成一套周

全的闭环管理模式,项目初始阶段,首先要实施可行性研究与预算评定,让项目的目标与预算合乎情理,且在实际运作中具备可操作性,这一阶段工作给后期成本控制铺就了基础,明确给出了预算框架与成本预期。步入项目的中期阶段,管理重心转移至对项目进度与质量的严格把控,保证施工过程可依照既定规划推进,同时有效杜绝因施工滞后或质量问题造成的额外费用,在这一阶段内,利用对资源的合理安排与把控,可以让项目按时完成,同时在预算范畴内把控好成本^[6]。

在项目的后期阶段,竣工验收与财务审计是核心环节,保证项目最终成本得以精准计核,全部费用支出皆符合预算要求,杜绝一切额外的财务隐患,依靠审计及验收,可对项目成本开展最终评价,识别且分析各类花销,查找也许存在的浪费点,拿出改进办法。项目管理团队要加强各阶段彼此的协同合作,保障信息及时共享与沟通顺畅无阻,以此实现全过程造价管控的高效能,保证项目各阶段均能严格管控成本,最终顺利结束。

3.2 创新施工方法的应用

采用创新施工模式是降低工程成本的关键路径之一,尤其是当传统施工方法面临效率缓慢、成本攀升的挑战时,采用现代建筑技术及新型建筑材料,能明显增进施工效率,减少人工成本及材料成本,随着建筑信息模型(BIM)技术应用范围扩大,施工过程可达成精准的设计、施工以及资源管理,缩减施工中的重复劳动与资源的无谓消耗,以此降低整体花销。

采用高性能新型建筑材料,如轻质高强材料、环保节能材料等,不仅可削减材料采购的花销,还可在一定程度上削减后期维护开支,此类材料往往呈现出更好的耐久性和安全性,可促进工程质量提升与使用寿命延长。采用预制构件不失为一种创新的施工手段,通过在工厂预制建筑构件,可简化现场施工流程并缩短工期,采用预制构件可大幅提升施工效率,还可有效把控现场施工质量,减少因施工工艺失当引发的质量问题,预制构件实施标准化生产可降低人工成本,提升施工的安全水平,防止因现场复杂施工环境造成的工伤意外^[7]。

3.3 加强人员培训与团队协作

专业素养和协作能力兼备的项目团队,是工程造价控制成功的关键要素,一个拥有高水准专业素养的团队,可在项目不同阶段起到关键效用,准确预估项目成本、设定合理经费,并合理把控各环节的费用消耗,为达成这一目标,项目管理、设计、施工等各方人员培训极为关键,经由定期开展的培训及技能提升行动,团队成员不但可熟练

掌握最新的工程管理技术跟工具,还可提升他们的成本意识水平,保证他们在决策与执行环节始终留意成本控制,防止无谓的资源浪费。

成员彼此协作与信息共享同样是成功管制工程造价的关键,在项目实施之际,团队内部应开展紧密的沟通与协作,确保各方都可及时掌握项目的推进、变更情况及预算执行状态,设计人员跟施工人员的高效信息互通,能及时探知设计变更对施工成本的影响,即刻做出相应的变动;而管理人员需根据实时进度及质量反馈,重调资源配置及成本控制方案,依靠提高团队成员专业素质与加强内部互动,项目团队能更高效地开展成本管理把控,不仅抑制工程造价的不合理浪费,还能让项目实现高质量与高效率的完成^[8]。

4 结语

全过程工程造价管控是建筑项目达成成功的核心要素之一,其涉及范围为项目从立项到竣工交付的各个阶段,凭借前期的规划设计、合理的招标合同管理、精细化执行控制,加上卓有成效的风险把控与动态调整,可对项目的工程造价实现有效管控,伴着信息技术的不断革新,工程造价管理数字化、信息化的水平将进一步提高,进一步优化工程造价控制,促进建筑行业的可持续发展,实施全流程管控是提升工程造价管理效率和质量的核心。

【参考文献】

- [1]王立新.工程造价全过程管理控制要点与优化策略[J].价值工程,2025,44(7):36-39.
 - [2]刘端.建筑工程造价管理中的全过程管理控制探讨[J].建筑技术开发,2024(1):107-109.
 - [3]陈玉.建筑工程造价管理中的全过程管理控制[J].新城建科技,2024,33(5):193-195.
 - [4]邢蓉丽.房地产企业工程造价全过程管理与控制探究[J].中国住宅设施,2024(3):64-66.
 - [5]梁雪.浅析建筑工程造价的全过程动态管理控制[J].四川建材,2024,50(1):223-224.
 - [6]张桃凤.建筑装饰装修工程造价全过程管理研究[J].房地产世界,2023(24):103-105.
 - [7]陈冬,景勇.工程项目全过程咨询中的造价管理与控制[J].云南水力发电,2023,39(12):258-262.
 - [8]范晓凤.建筑全过程工程造价咨询控制要点及优化策略探讨[J].居舍,2023(31):145-147.
- 作者简介:沈思铭(1993.8—),毕业院校:北京科技大学天津学院,所学专业:造价管理,当前就职单位:北京外交人员服务局,职务:工程师,职称级别:中级工程师。

可视化智慧消防系统在高层建筑中的应用

梁 伟

中央广播电视总台, 北京 100866

[摘要]随着高层建筑数量的不断增加,传统消防系统正面临越来越多的挑战。火灾发生时,高层建筑复杂的结构以及密集的人员布局,使得传统消防方法难以迅速且有效地进行响应。结合了物联网、大数据等技术的可视化智慧消防系统,则能实现实时监控与智能分析,不仅能在火灾发生前进行预警,还能够快速响应,显著提升了高层建筑消防管理的智能化水平,成为现代消防管理中不可或缺的关键技术。

[关键词]高层建筑;智慧消防;模块设计

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16373

中图分类号: TU998

文献标识码: A

Application of Visual Intelligent Fire Protection System in High-rise Buildings

LIANG Wei

China Media Group, Beijing, 100866, China

Abstract: With the increasing number of high-rise buildings, traditional fire protection systems are facing more and more challenges. When a fire occurs, the complex structure and dense personnel layout of high-rise buildings make it difficult for traditional firefighting methods to respond quickly and effectively. A visual intelligent fire protection system that combines technologies such as the Internet of Things and big data can achieve real-time monitoring and intelligent analysis. It can not only provide early warning before a fire occurs, but also respond quickly, significantly improving the intelligence level of high-rise building fire management and becoming an indispensable key technology in modern fire management.

Keywords: high-rise buildings; intelligent fire; module design

引言

高层建筑的快速增长带来了日益严峻的消防安全挑战。传统消防系统在复杂火灾情景中的局限性,特别是在应急响应和设备监控方面已愈发显现。为应对这一问题,便应运而生了可视化智慧消防系统,它集成了传感、数据采集、实时监控与智能分析技术,不仅能够有效预警火灾,还能优化应急响应,确保高层建筑的消防安全得以保障。

1 高层建筑消防安全现状分析

随着城市化进程的加速,高层建筑的数量迅猛增加,这些建筑因其结构复杂、功能多样且人员密度较高,导致在火灾发生时面临更大的风险。在火灾发生时,火势蔓延速度极快,疏散难度增加,且由于救援力量往往无法迅速到达火源核心区域,造成重大人员伤亡与财产损失的风险显著上升。现有的火灾案例表明,高层建筑火灾多由电气线路老化、厨房燃气泄漏、违规用火等隐蔽部位引发,而传统的消防系统在报警及时性、探测精准度及信息联动等方面存在显著缺陷。特别是在应急响应时,指挥调度与现场情况脱节,常引发决策延迟和应对措施不当。尽管许多高层建筑装有消防设施,但因设备分散、系统不连贯且维护不善,缺乏高效的智能化管理体系,致使整体消防防控能力提升困难。面对这些挑战,构建具有可视化、智能感

知与实时联动功能的智慧消防系统,已成为提升高层建筑消防安全管理效率的迫切需求。

2 可视化智慧消防系统总体设计

2.1 系统总体架构

可视化智慧消防系统的总体架构围绕“感知—传输—处理—反馈”这一核心逻辑展开,通过软硬件的协同工作,实时实现对高层建筑消防环境的监控与可视化管理。系统由前端感知层、通信传输层、平台控制层及可视化展示层构成。各类传感器模块,如烟雾、温度、气体及电气传感器,依托感知层实时获取建筑内部关键区域的数据。数据的高效传输与双向交互则通过 RS485 有线传输与无线通信技术(如 NB-IoT、LoRa 等)确保,由通信层负责。平台控制层通过集成边缘计算技术,实现了对采集数据的实时处理与分析,显著提升了事件识别的效率和响应速度,同时与云端算法的结合进一步增强了智能分析的能力。展示层通过三维建模、GIS 地图及监控视频等手段,清晰地展示建筑的内部结构及消防设施的实时状态,为指挥决策提供直观支持。系统架构的设计不仅强调了设备的联动与响应的闭环性,更强化了数据的实时性、可靠性及可拓展性,从而确保在火灾等突发事件中能够迅速定位、预测并采取措施,最终实现“看得见、管得住、调得动”的智慧消防目标。

2.2 软件平台设计与功能布局

在整个可视化智慧消防系统中,监控平台作为核心环节,承担了数据汇聚、智能分析与指挥调度等重要职能。该平台运行于 Web 环境中,具备卓越的跨设备访问能力以及友好的用户界面,从而实现对系统全流程的直观管理。底层系统通过各类传感器实时采集现场的温度、烟雾浓度、电气参数等数据,这些信号经过放大处理后,由 A/D 转换器转化为数字信号,再传输至 80C51 单片机进行初步处理。平台的通信模块包括 RS485 串行接口与无线通信模块,采用双向数据流方式。这不仅能实现现场数据的即时上传,还允许远程发送控制指令,从而确保系统拥有敏捷的响应能力。根据预设逻辑,单片机控制状态指示灯、声音报警装置、浓度显示屏以及电磁阀等终端设备,从而确保报警信息能够迅速同步至人机界面及现场设备。平台在功能布局上涵盖了实时监测、报警联动、历史数据回溯、设备状态监控、用户权限划分及三维可视化呈现等多个模块,这些功能既满足了日常监管的需要,也为应对突发火情提供了有力的决策依据。系统整体设计遵循“模块化、智能化、可拓展”的原则,确保在面对复杂场景及多变需求时,系统仍能高效稳定运行。

2.3 硬件系统构成与关键设备

可视化智慧消防系统的硬件部分为系统的稳定运行与精准感知提供了坚实的基础,其整体架构注重高集成度与强适应性,涵盖了数据采集、信号传输及控制反馈等关键环节。系统的核心由主控单元、感知模块、通信模块及执行终端组成。主控单元多选用 STM32 系列单片机,凭借其卓越的处理能力和丰富的接口支持,能够高效地执行信号处理、逻辑判断及设备控制等一系列任务。根据具体应用场景,感知模块配置了温湿度传感器、烟雾与可燃气体探测器、电流电压检测装置等重要元件,确保火灾隐患的全面与深度监测以及预警。通信模块,作为系统的“神经中枢”,集成了 RS485 接口及多种无线传输单元(例如 NB-IoT、LoRa 等),实现了低功耗、远距离的数据传输功能,显著增强了系统部署的灵活性和可靠性。在执行层面,系统配备了状态指示灯、蜂鸣报警器、电磁阀、紧急广播装置及可视化控制面板等终端设备,从而确保警报响应的及时性与直观操作的便捷性。整个硬件设计遵循标准化与模块化原则,使得系统不仅能够不同建筑结构中灵活部署,还具备优良的维护性与升级潜力,确保“实时预警、快速响应、精准定位”目标的顺利实现。

2.4 数据采集、共享与交互机制

在可视化智慧消防系统中,数据采集、共享与交互机制作为信息流动的核心,直接决定了系统响应速度与决策精准度。通过布置在高层建筑关键区域的多种传感器,系统持续收集温度、烟雾、气体浓度、电气参数等各类数据。

这些数据经过边缘网关的初步筛选与整合,确保了信息传输的高效性与频繁更新。所有采集到的消防数据被实时上传至统一的数据管理平台,该平台支持根据时间戳、空间定位以及设备标签等多维度方式进行分类管理,从而方便后续的数据查询与分析。例如,智慧消防安全服务云平台利用物联网技术实现数据的实时上传,并通过大数据分析、设备管理、故障报警等功能,实现对消防设备的实时监控与管理。在数据共享方面,系统运用标准化的接口协议,实现了与建筑管理系统(BAS)、安防系统及城市消防大数据平台的无缝连接,消除了信息孤岛现象,构建了一个多系统协同联动的高效格局。借助权限分级的精细管理机制,系统能够精准匹配用户角色与需求,提供个性化的数据访问权限,从而确保数据的高效利用。此外,系统还具备双向交互功能,支持远程操控指令的下达与设备状态的调节,同时,通过可视化的界面实时展示系统运行状况及预警信息,确保了人机协同的流畅与高效,为应急响应的快速有效性提供了坚实保障。整体机制兼顾了实时性、安全性与可扩展性,确保数据传输在日常巡检与紧急事件处理中的流畅与智能支持。

3 可视化智慧消防系统功能模块设计

3.1 消控中心集成平台

消控中心集成平台作为可视化智慧消防系统的核心模块,承担着信息整合、事件处理与指挥调度的关键职能。利用统一的数据接口,智慧消防物联网报警系统整合了来自各类监控终端、传感器及消防设施的实时数据,通过先进的数据处理和云计算服务,实现了火灾报警、设备状态监控与视频监控信息的集中呈现和直观展示。通过实时监控平台,每个探测器、消防泵房及电气线路的运行状态得以实时监控。结合先进的智能火焰识别算法,系统能够提前识别潜在的火灾风险,实现高效预警。该集成平台采用模块化设计,具备良好的扩展性与定制能力,能够根据不同建筑结构及消防管理需求进行灵活调整。界面设计简洁直观,操作过程流畅便捷,指挥人员仅凭一键操作即可轻松实现设备的启停控制、紧急响应触发及报警联动机制,进而大幅度提高应急响应的速度与效率。此外,平台还集成了历史数据查询、事件追溯分析以及多级报警提示等功能,使得消防人员能够便捷地回顾火灾事件的发展脉络,准确评估应急处置的实际成效,为未来实施更加精准有效的安全管理策略提供坚实的数据支撑。通过与建筑内其他系统(如电力、空调、视频监控等)的深度融合,消控中心集成平台不仅实现了消防信息的集中管理,还提高了整体消防安全管理的智能化水平及效能。

3.2 消防泵房监测与控制系统

消防泵房在高层建筑消防系统中担负着至关重要的角色,确保灭火供水的连续性与可靠性。其监测与控制系统

统旨在实现对内部设备的实时监控与自动化管理。集成温度、压力、流量等多种传感器后，系统能够实时监测消防泵房内消防泵、管道、阀门等关键设备的运行状态，确保其符合消防设计规范及设备技术要求。一旦设备出现故障、异常或运行参数超出正常范围，系统会立即发出警报，并将信息通过消控中心集成平台反馈给值守人员，从而帮助其快速响应并进行故障处理。该系统还具备智能控制功能，能够在确保消防供水正常的基础上，根据实际需求自动调节设备的启动、停机及运行模式。火灾报警触发时，系统即自动启动消防泵，调整供水压力，确保灭火系统迅速高效响应火灾。系统还能联动其他消防设施，喷淋系统与灭火器具同步工作，大幅提升响应速度。远程操作与监控系统让值守人员可随时检查设备状态，手动控制并远程诊断，确保消防泵房系统稳定运行。该监测与控制系统的建设，不仅提升了消防设施的智能化管理水平，也有效减轻了人工管理的负担，进一步提高了火灾应急响应的效率与精准度。

3.3 消防设施状态实时监测模块

消防设施状态实时监测模块是可视化智慧消防系统中的核心组成部分，负责实时跟踪和监控建筑内所有消防设备的运行状态，确保设备在任何时刻都能发挥最大效能^[1]。通过在关键位置安装传感器，这些设备包括灭火器、喷淋系统、消防水管、电气系统及疏散指示灯等，进行全方位的监控。这些传感器所采集的数据会通过有线或无线网络传输至消控中心，确保数据 24 小时持续更新并实时反馈。该监测模块具备精准识别设备故障、缺失或异常情况的能力，并能够及时发出预警信息，帮助维护人员快速定位问题并进行维修。例如，电气火灾自动报警系统能实时监测电气设备的过载、短路或漏电等潜在隐患，一旦检测到问题，报警机制便会立即启动，迅速向管理人员发出警报，有效遏制火灾事故的发生。同时，水灭火系统的压力、流量等关键参数也会被实时监控，确保在紧急情况下灭火系统能够可靠运行。除了基本的设备监控职责，监测模块更拥有智能分析功能，它能依据历史及实时数据，进行趋势预测，精准识别潜在的故障源头。通过智能算法的助力，系统能够自动生成设备健康状态报告，并提出针对性的维护建议，有效减少人工参与，提升维护作业的效率。

3.4 消防应急照明与疏散指示系统

在高层建筑的火灾安全管理中，消防应急照明与疏散指示系统起着至关重要的作用，特别是在火灾等紧急情况下，确保人员能够迅速、有效地疏散至安全区域。通过在建筑内的关键位置安装应急灯具与疏散指示标志，系统能够提供足够的光照并清晰地指引人员。即使在低能见度的环境中，安全出口仍能被人员清晰找到，从而有效避免因视线不清或迷失逃生路径而导致的二次伤害。应急照明部

分采用高亮度 LED 灯具，具备低功耗和长寿命的优势。在火灾或断电发生时，灯具会自动启动，确保照明能够持续，直至所有人员顺利疏散完毕。智能疏散系统通过实时监测火灾发生位置与楼层，动态调整疏散指示标志的方向与亮度，确保疏散通道始终保持清晰可见，并提供准确的疏散指引。该系统集成了智慧消防物联网技术，实现了与消防控制平台的无缝对接，能够实时监控并反馈各个区域照明设备及消防设施的运行状态，确保了火灾隐患的智能感知与及时响应。若出现灯具故障或缺失等问题，系统能够自动发出警报，确保及时处理。智能化管理不仅提升了系统的稳定性，还显著加快了应急响应的速度。结合其他消防设施的协同工作，系统能够根据火灾情况动态调整应急照明的覆盖范围与疏散指引路径，确保人员在最短时间内避开危险区域并安全撤离。

3.5 三维可视化与 GIS 空间定位技术应用

三维可视化与 GIS 空间定位技术在消防系统中的应用显著提升了应急管理决策支持的智能化水平，例如在高层建筑消防中，通过模拟真实世界物体和地理环境的准确立体化表达，消防工作人员能够更好地分析和研判消防应急情况，提高处理紧急情况的效率。通过结合建筑的平面图、立面图与实时数据，三维可视化技术生成直观的立体模型，帮助消防人员清晰了解空间布局与设施分布。无论是消防水源、灭火器的位置，还是疏散通道，三维系统均能准确呈现，为火灾应急响应提供参考^[3]。与传统二维地图不同，GIS 技术可精确定位到每个房间与楼层，使指挥人员实时掌握建筑内部动态。在火灾发生时，智慧消防系统能够实时追踪被困人员的位置、火源的蔓延情况以及设备的运行状况。通过数据采集、传递和处理机制，系统能够联动消防设施，自动规划最佳灭火与疏散路径，显著提高应急响应效率并减少救援风险。此外，借助三维可视化与 GIS 技术，系统支持模拟演练与灾后场景的快速重建，为分析火灾原因、评估设施响应效能提供了强有力的数据支持，进而为未来火灾预防与安全设计奠定了坚实基础。通过系统的智能整合与深度分析，消防管理得以进一步精细化，确保在突发事件发生时能够迅速响应，有效保障人员生命安全和财产安全。

4 结语

随着高层建筑数量的不断增加，传统的消防手段已难以满足日益复杂的火灾应急需求。通过集成物联网、三维可视化、GIS 空间定位等先进技术，可视化智慧消防系统实现了对建筑内各类消防设施的实时监控、智能分析与应急响应，从而大幅提升了消防安全管理的效果。该系统不仅在火灾预防和应急处理方面表现出较高的效率，也为人员安全和财产保护提供了可靠的保障。随着技术的不断发展，智慧消防系统将在未来变得更加智能化，能够为高层

建筑的安全管理提供更为全面的支持,并助力建筑行业实现更高标准的安全管理目标。

[参考文献]

- [1]冯晋.可视化智慧消防系统在高层建筑中的应用[J].智能城市,2024,10(1):96-98.
- [2]谢杰.智慧消防系统在高层建筑中的应用研究[J].消防界(电子版),2024,10(20):76-78.
- [3]徐晶.智慧消防在高层建筑消防安全管理中的应用研究[J].消防界(电子版),2024,10(17):59-61.

作者简介:梁伟(1968.11—),男,毕业院校:北京航空航天大学,所学专业:经济学,当前就职单位:中央广播电视总台,职务:科长,职称级别:工程师。

智能控制在电力工程管理中的应用

吴晶晶

中国华电科工集团有限公司, 北京 100000

[摘要]智能控制技术正深度重构电力工程管理的技术范式,通过算法迭代与系统集成推动管理流程向自主决策演进。其在电力系统全环节的应用形成多维赋能体系:发电侧通过预测控制优化机组协同,调度侧依托数字孪生实现源网荷储动态匹配,用电侧借助联邦学习构建柔性负荷调节机制。设备运维领域创新性地融合迁移学习与多源数据特征提取,构建起从状态监测到寿命预测的闭环管理体系;安全管理维度通过 UWB 定位与对抗生成网络构建主动防御体系,突破传统被动防护局限。这些技术突破不仅实现了管理颗粒度的精细化跃升,更通过“感知-认知-决策”智能链路的贯通,推动电力工程从经验驱动向数据驱动的范式转型,为新型电力系统构建提供兼具理论深度与实践价值的框架体系。

[关键词]智能控制技术;电力工程;工程管理;技术应用

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16363

中图分类号: TM76

文献标识码: A

Application of Intelligent Control Technology in Power Engineering Management

WU Jingjing

China Huadian Engineering Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract: Intelligent control technology is deeply reconstructing the technical paradigm of power engineering management, promoting the evolution of management processes towards autonomous decision-making through algorithm iteration and system integration. Its application in the entire power system forms a multidimensional empowerment system: the generation side optimizes unit coordination through predictive control, the dispatch side relies on digital twins to achieve dynamic matching of source grid load storage, and the power consumption side uses federated learning to construct a flexible load regulation mechanism. Innovatively integrating transfer learning and multi-source data feature extraction in the field of equipment operation and maintenance, constructing a closed-loop management system from state monitoring to life prediction; The security management dimension constructs an active defense system through UWB positioning and adversarial generation network, breaking through the limitations of traditional passive protection. These technological breakthroughs not only achieve a refined leap in management granularity, but also promote the paradigm shift of power engineering from experience driven to data-driven through the integration of the "perception-cognition-decision" intelligent link, providing a framework system that combines theoretical depth and practical value for the construction of new power systems.

Keywords: intelligent control technology; electric power engineering; engineering management; technical application

引言

在新型电力系统建设与能源结构深度转型的背景下,电力工程管理正经历着从刚性管控向柔性治理的范式重构。面对高比例新能源接入引发的电网拓扑动态演化、源荷双侧强不确定性叠加的复杂工况,传统基于经验决策的管理模式已难以满足实时态势感知与精准调控需求。智能控制技术通过构建“感知-认知-决策”的闭环赋能体系,在发电侧实现风光储多能互补的动态优化,基于模型预测控制技术精准协调燃煤机组调峰深度与新能源出力波动;在调度侧依托数字孪生平台构建源网荷储全要素镜像系统,运用深度强化学习算法推演多时间尺度下的最优运行策略;在用电侧通过联邦学习框架实现海量用户负荷特征的隐私计算,形成需求响应的分布式协同机制。这种技术体系革新不仅突破了传统电力系统刚性边界的约束,更通过自组织、自适应的智能体网络架构,为高弹性电网建设注入动态博弈决策能力,推动能源管理体系从“人工干预

型”向“算法驱动型”跃升,为构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系奠定技术基石。

1 智能技术的应用优势

1.1 发电智能化

在发电环节的智能化转型中,智能控制技术通过多维技术融合推动能源生产模式革新。基于模糊逻辑算法与深度神经网络构建的协同优化模型,实现对燃煤机组燃烧效率的实时动态调节,在提升热能转化效率的同时建立硫氧化物、氮氧化物的闭环控制机制。新能源领域通过模型预测控制重构风电机组偏航系统,结合气象大数据进行叶片攻角自适应调整,显著提升低风速环境下的发电效能。数字孪生技术的深度应用形成发电设备全生命周期管理体系,通过高精度仿真平台同步映射锅炉管壁热应力分布与汽轮机轴系振动频谱特征,构建起涵盖设备退化预警、故障根因分析、维修策略优化的智能决策链^[1]。这些技术创新不仅强化了传统能源的清洁化生产能力,更为风光储协

同控制提供了跨时空尺度的算法框架,推动电力生产向柔性化、低碳化方向演进。

1.2 调度智能化

在电力调度智能化转型中,多技术融合重构了能源资源配置范式。深度强化学习算法构建的源网荷储协同优化模型,通过实时校准负荷预测误差实现跨区域电力时空转移的动态匹配。区块链技术支撑的去中心化调度架构,在确保数据隐私安全基础上,将分布式光伏、电动汽车等柔性负荷转化为可调节的虚拟储能单元。量子计算技术的突破性应用,攻克了大规模电网拓扑分析的算力瓶颈,使得复杂网络状态推演具备实时决策能力。这些技术协同形成了“预测-优化-控制”闭环体系,既增强了新能源高渗透场景下的电网韧性,又为极端气候条件下的应急调度提供了多维解决方案,推动电力系统由集中式管控向分布式智能演进。

1.3 用电智能化

在用电智能化转型进程中,多技术融合正重构需求侧资源管理范式。基于电力物联网的非侵入式感知网络,通过边缘计算节点实现用电负荷的细粒度解析与行为特征提取,构建数字孪生驱动的用户能效画像体系。联邦学习框架支撑的协同优化系统,在保障数据主权前提下建立跨主体的负荷聚类分析模型,形成兼顾电价弹性与生产约束的柔性调节策略。智能终端设备集成环境感知与设备控制功能,通过自适应算法实现空调、照明等负荷的跨场景协同优化,形成建筑级能效自主优化能力。这些创新推动用户侧从单一能源消费者向“产-储-调”一体化产消者转变,为虚拟电厂聚合与电力市场互动提供技术底座,重塑了供需双侧协同共生的能源生态。

2 电力工程管理中的主要问题与挑战

在新型电力系统加速构建的进程中,电力工程管理面临多维度的系统性挑战。设备状态精准评估领域,现有监测技术难以实现变压器绕组热点温度与机械形变的动态关联分析,油中溶解气体与局部放电信号的跨尺度特征融合存在算法瓶颈,导致设备健康状态研判存在时间窗口滞后。多源异构数据治理层面,调度自动化系统、设备在线监测、气象环境感知等异构平台产生的结构化与非结构化数据,因接口标准差异与语义解析障碍难以形成统一知识图谱,制约了设备全生命周期管理的数字化进程。复杂电网特性分析方面,特高压交直流混联系统中的电磁-机电暂态耦合效应、新能源高渗透引发的宽频振荡现象,对传统仿真模型的精度与算力提出严峻考验。新能源场站集群控制领域,分布式光伏逆变器与储能变流器的异构通信协议导致控制指令传输时延离散化,功率调节的动态一致性难以保障,存在区域电压失稳风险^[2]。安全风险防控体系中,输电通道山火预警受植被类型多样性与气象突变因素干扰,多光谱遥感数据与地面传感器信息融合不足,造成

预警虚警率偏高;变电站智能巡检机器人面临强电磁干扰环境下的定位漂移问题,以及复杂设备构架中的视觉识别盲区,制约了自主巡检效能。这些技术瓶颈与新型电力系统建设需求形成结构性矛盾,亟待通过跨学科技术融合与管理模式创新实现突破。

3 智能控制技术在电力工程中的应用

3.1 电力系统自动化中的智能控制技术应用

在电力系统自动化深度演进过程中,智能控制技术正构建起多层级协同控制体系。基于李雅普诺夫稳定性理论设计的自适应励磁控制器,通过在线辨识机组功角特性曲线与阻尼系数,建立参数自修正机制,实现对电力系统低频振荡模态的主动抑制。配电网重构领域,融合禁忌搜索策略的改进型粒子群算法,构建了含分布式电源接入的馈线拓扑动态优化模型,通过多目标寻优破解负荷均衡与网损降低的协同难题。数字孪生平台通过多模态数据融合技术,将SCADA量测信息、PMU动态数据与设备台账参数进行时空对齐,构建电网运行状态的超实时仿真环境,在此基础上继电保护装置虚拟校核系统,可模拟复杂故障序列下保护逻辑的响应轨迹,实现定值整定误差的毫秒级修正。这些技术突破不仅重构了电网稳定控制范式,更通过“感知-决策-执行”闭环体系的智能化升级,为新型电力系统应对高比例新能源波动提供了坚实的技术保障。

3.2 智能化调度与监控系统在电力工程中的应用

在新型电力系统智能化调度与监控体系建设中,多技术融合正推动能源管理范式发生根本性变革。智能调度系统通过构建多时间尺度嵌套优化框架,将混合整数规划算法与随机优化理论相结合,形成涵盖日前计划、滚动修正、实时调整的三级决策体系。该体系在考虑机组启停成本与碳排放限额约束的同时,引入风电功率预测误差的置信区间建模技术,实现火电机组爬坡速率的动态自适应调节,有效平衡新能源波动性与系统调节能力之间的矛盾。调度架构创新层面,云边协同计算平台将区域级优化任务分解至边缘节点,通过分布式共识算法确保跨控制区指令的时空一致性,显著提升大规模新能源基地的消纳效率。在电网监控领域,多模态数据融合技术突破传统监测系统的信息孤岛壁垒,构建了包含SCADA稳态量测、PMU动态量、设备状态监测数据的全息感知网络,通过时空配准算法消除异构数据采集时标偏差,形成电网运行状态的毫米级刷新数字镜像。基于知识图谱的智能诊断系统通过本体建模技术构建设备故障逻辑树,结合时序推理引擎实现保护动作信号、设备告警信息与环境扰动因素的多维关联分析,其自学习机制可不断吸收历史缺陷案例优化诊断规则库,形成故障定位精度持续进化的闭环体系^[3]。这些技术创新不仅重构了电网调度监控的技术架构,更通过“物理-信息-决策”系统的深度耦合,为高弹性电网建设提供了核心支撑能力。

3.3 智能控制在电力设备运维中的应用

在电力设备智能化运维体系构建中,智能控制技术正推动传统检修模式向全生命周期健康管理转型。针对变压器绝缘状态评估难题,基于迁移学习的多源数据融合框架通过域适应算法建立实验室加速老化数据与现场运行工况的关联映射模型,结合油色谱特征气体浓度时序变化与局部放电脉冲图谱的联合解析,构建聚合度衰退轨迹预测体系,实现绝缘纸热老化程度的在线诊断与剩余寿命动态评估。断路器机械特性监测领域,小波包分解与样本熵联合特征提取技术突破传统振动信号分析的频域局限,通过时频域突变特征捕捉与支持向量数据描述算法,构建操动机构健康状态基线模型,可提前识别缓冲器卡涩、分闸弹簧疲劳等潜伏性缺陷。无人机智能巡检系统通过引入注意力机制改进 YOLOv5 网络架构,强化复杂背景下的金具缺陷特征提取能力,同步融合激光点云数据与可见光影像的多模态识别算法,实现输电线路螺栓松动、绝缘子破损等隐患的三维立体检测。这些技术创新构建起“数据感知-特征挖掘-状态研判-决策优化”的闭环运维体系,为电力设备从计划检修向预测性维护转型提供技术支撑。

3.4 智能控制在电力工程安全管理中的应用

在电力工程安全管理智能化演进过程中,智能控制技术通过多维感知融合与主动防御机制构建起立体化安全屏障。基于超宽带定位与视觉 SLAM 技术集成的空间感知系统,通过多源异构传感器数据时空配准,实现复杂施工场景下人员三维坐标的厘米级动态追踪,结合带电设备电子围栏的自适应生成算法,形成分级预警阈值与智能疏散路径规划能力。智能安全装备领域,集成毫米波雷达、惯性导航单元与边缘计算芯片的下一代安全防护体系,通过多模态传感器数据融合分析,实时监测高处作业人员重心偏移轨迹预测坠落风险,同步利用图像语义分割技术识别脚手架搭设缺陷与临边防护缺失等结构性隐患。网络安全防御层面,数字孪生驱动的攻防演练平台通过对抗生成网络模拟新型 APT 攻击特征,结合图神经网络构建异常流量传播路径溯源模型,形成覆盖电力监控系统协议漏洞、数据篡改行为、异常访问模式的深度防御体系。物理安全与网络安全防护技术的深度融合,推动安全管理从离散化被动响应向系统化风险预见转型,通过“物联感知-智能研判-自主决策”的闭环控制链条,为新型电力系统建设构筑全维度、全周期的安全保障生态。

3.5 智能控制技术对电力工程项目管理效率的提升

在电力工程项目管理智能化转型进程中,智能控制技术正重构传统管理模式的技术底座与运行逻辑。基于 BIM 平台构建的数字化孪生体系,通过多专业协同建模实现变

电站三维模型与施工进度计划的动态耦合,依托改进型关键路径算法实时解析工序逻辑关系,自动生成资源冲突预警与施工方案优化建议,形成“设计-施工-验收”全链条的智能推演能力。资源调度领域引入深度强化学习驱动的蒙特卡洛模拟框架,构建考虑天气突变、设备到货延迟等多维不确定因素的动态决策模型,通过多目标优化算法平衡人力、机械与材料的时空匹配关系。物资全生命周期管理通过 RFID 电子标签与区块链智能合约的融合应用,在设备出厂时即植入不可篡改的溯源芯片,实现从原材料采购、生产质检到安装调试、退役回收的全过程数据上链存证,构建起供应链透明化追溯体系^[4]。智能合同管理系统采用知识图谱与语义理解技术,建立电力工程专业术语本体库,通过双向注意力机制提取技术协议中的责任边界、验收标准等核心要素,自动生成风险条款核查清单与履约进度甘特图。这些技术创新推动项目管理从经验驱动向数据驱动转型,形成“数字孪生推演-智能算法决策-区块链存证追溯”的新型治理范式,为新型电力系统基础设施建设注入智能化基因。

4 结语

智能控制技术正在重塑电力工程管理的底层逻辑与技术生态,通过重构感知-决策-控制的技术链条,推动能源系统向自适应、自愈性方向演进。其在设备全生命周期管理、源网荷储协同优化、安全防御体系构建等维度的深度渗透,不仅实现了工程管理模式的范式跃迁,更催化出新型电力系统的柔性调节能力与抗扰动韧性。随着量子感知、神经形态计算等颠覆性技术的突破,智能控制体系将突破传统控制理论框架,在虚拟电厂集群控制、碳能耦合系统优化等前沿领域形成更具解释性的决策模型,为构建零碳能源互联网提供核心算法支撑。这种技术变革既是中国能源体系实现高质量发展的必由之路,也是全球能源转型背景下提升产业国际竞争力的战略支点。

【参考文献】

- [1] 李有强. 智能控制技术在电力工程管理中的应用[J]. 集成电路应用, 2024, 41 (6): 348-349.
- [2] 袁岳, 彭浩鸣. 基于智能控制技术的电力工业工程建设研究[J]. 自动化应用, 2024, 65 (2): 7-9.
- [3] 王申树. 电力调度中的智能控制技术分析[J]. 集成电路应用, 2024, 41 (10): 262-263.
- [4] 徐永顺. 智能技术在电力系统自动化中的应用[J]. 中国电力企业管理, 2024 (21): 95.

作者简介: 吴晶晶 (1993.10—), 女, 毕业院校: 伯明翰大学, 所学专业: 管理学, 当前就职单位: 中国华电科工集团有限公司, 职务: 采购工程师, 职称级别: 中级。

高压输电线路电气设计问题及改进对策

赵 航 王宗实

沈阳电力勘测设计有限责任公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要] 高压输电线路电气设计的范式革新是支撑新型电力系统构建的核心技术命题。文中聚焦路径规划的空间失配、杆塔选型的力学失稳及防雷抗冰的防护失效等系统性缺陷, 揭示技术瓶颈的物理机理与制度成因, 提出基于多源数据融合与智能决策联动的全要素优化框架。通过构建地理信息深度解析模型、结构可靠性数字孪生平台及多灾害耦合防护体系, 实现线路规划从经验驱动向算法治理、杆塔设计从静态安全向动态韧性、灾害防御从被动响应向主动免疫的三重跨越。研究证实, 全寿命周期价值流与气候适应性设计准则的深度耦合, 能够突破传统设计模式的认知边界, 为构建高可靠、强韧性的输电网络提供自组织演化路径, 推动电力基础设施向智慧化、可持续化方向迭代升级。

[关键词] 高压输电线路; 电气设计; 路径优化

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16360

中图分类号: TM5

文献标识码: A

Electrical Design Problems and Improvement Strategies for High Voltage Transmission Lines

ZHAO Hang, WANG Zongshi

Shenyang Electric Power Survey & Design Institute Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: The paradigm innovation of electrical design for high-voltage transmission lines is a core technological proposition supporting the construction of new power systems. The article focuses on systematic defects such as spatial mismatch in path planning, mechanical instability in tower selection, and failure of lightning and ice protection. It reveals the physical mechanisms and institutional causes of technical bottlenecks and proposes a comprehensive optimization framework based on multi-source data fusion and intelligent decision-making linkage. By constructing a deep analysis model of geographic information, a digital twin platform for structural reliability, and a multi disaster coupling protection system, the triple leap of line planning from experience driven to algorithm governance, tower design from static safety to dynamic resilience, and disaster prevention from passive response to active immunity can be achieved. Research has confirmed that the deep coupling of the full lifecycle value stream and climate adaptive design criteria can break through the cognitive boundaries of traditional design patterns, provide a self-organizing evolutionary path for building highly reliable and resilient transmission networks, and promote the iterative upgrading of power infrastructure towards intelligence and sustainability.

Keywords: high voltage transmission lines; electrical design; path optimization

引言

新型电力系统建设在全球能源转型与“双碳”目标驱动下, 正经历从规模扩张向内涵式发展的深刻变革。高压输电线路作为电能输送的骨干载体, 其设计能力需同步适配新能源大规模并网、负荷中心外延及极端气候频发等复杂场景。然而, 传统设计范式囿于静态经验模型与单学科割裂思维, 难以应对多尺度、多灾害耦合的工程挑战: 在路径规划中, 人工勘测主导的线性决策模式缺乏对生态红线、地质风险及电网拓扑演变的动态响应; 杆塔选型过度依赖历史工程案例, 对复合材料应用、智能传感集成等技术创新响应迟滞; 而防雷抗冰设计仍停留在标准化配置阶段, 未能建立与区域微气象特征、灾害链演化规律相匹配的动态防护体系。这些技术瓶颈暴露出传统设计在数据驱动能力、跨学科协同机制及全寿命价值优化维度的系统性缺失。本文以数字孪生、多物理场仿真与智能算法为核心技术支点, 重构高压输电线路电气设计的理论框架与实践

路径, 通过打通“地理信息-材料性能-灾害响应”的数据闭环, 探索设计模式从被动防御向主动免疫、从局部优化向全局协同的范式跃迁, 为新型电力系统构建高可靠性、强韧性、可持续的输电基础设施提供方法论革新与工程实践参考。

1 高压输电线路的特点

高压输电线路作为电力系统的主动脉, 其技术特征与工程复杂性集中体现在多物理场耦合作用与全生命周期风险管控需求上。在电气参数层面, 高电压等级导致强烈的电磁场分布不均与电晕效应, 需通过导线分裂数优化、均压环配置及绝缘子串长精确计算实现电磁平衡; 机械性能方面, 线路跨越山川、江河等复杂地形时, 导线张力变化、杆塔振动模态及基础沉降控制需借助流体力学与结构动力学模型进行协同仿真。环境适应性设计则需应对高海拔地区空气稀薄引发的绝缘强度衰减、沿海盐雾腐蚀加速及极寒地区覆冰荷载叠加风振的复合灾害, 迫使设计标准

融入气候分区差异化策略^[1]。同时,高压线路对周边生态系统的潜在影响催生了低噪声导线、电磁屏蔽植被缓冲带等绿色设计技术的应用,并在路径规划中引入生态红线智能避让算法。

2 高压输电线路电气设计存在的问题

2.1 路径选择不合理

高压输电线路路径规划的缺陷集中表现为技术手段的局限性与决策逻辑的短视性。传统路径选择过度依赖人工踏勘与二维地形图分析,缺乏对三维地质构造、生态脆弱带及未来城市发展廊道的系统性评估。例如,在山区线路规划中,设计单位常优先选择坡度平缓、林木覆盖率低的“捷径”路径,却忽视区域断层活动性、泥石流隐患及生物迁徙通道的保护需求,导致线路建成后频繁遭遇山体滑坡冲击或生态修复诉讼。平原地区则因过度避让既有建筑与农田,被迫采用多转折绕行方案,不仅增加导线损耗与电压波动风险,还因路径迂回占用大量土地资源,加剧用地矛盾。更深层次的问题在于,路径规划与区域电网拓扑结构、新能源接入节点的协同性不足,部分线路为规避短期施工阻力而偏离负荷中心或主干网架,造成输电走廊布局松散、通道利用率低下。此外,跨行政区域的路径协调机制缺失,使得省际交界地带的线路走向常因地方利益博弈而反复调整,进一步放大规划冲突与投资浪费。

2.2 杆塔基础型号选择不合理

当前,我国高压输电电气设计主要采用架空线路方式,其中杆塔的设计是关键环节之一,其型号的选择在保障设计质量和运行安全方面具有重要作用。然而,在实际设计过程中,部分设计人员未能严格遵循规范流程,尤其在杆塔基础型号的选择上缺乏科学性与合理性,导致高压输电电气设计的整体质量和安全性难以得到有效保障,影响了工程的稳定运行与后期维护效率。

2.3 没有进行有效的防雷与抗冰设计

高压输电线路的防雷与抗冰设计缺陷本质源于灾害防护理念的静态化与区域适应性的系统性缺失。防雷设计方面,标准化配置模式忽视雷暴活动的时空异质性:在雷电活跃的丘陵地带,架空地线保护角与屏蔽范围未结合地形起伏度与雷电流幅值分布进行动态调整,导致部分区段雷电绕击概率激增;而低电阻率土壤区域的接地装置仍采用通用深埋方案,未能利用局部地质特性优化冲击散流效率,使得接地体腐蚀加速且散流效果衰退。抗冰设计则陷入“历史经验主导”的认知局限,现行覆冰荷载计算多基于多年平均气象数据,缺乏对气候变暖背景下雨淞、雾凇混合凝结机制的动态模拟,导致导线不均匀覆冰引发的舞动振幅与频率预测失真。更为严峻的是,防雷与抗冰措施的割裂设计引发次生风险:例如,为增强防雷性能增设的架空地线可能改变导线覆冰分布形态,加剧冰荷载偏心引发的扭矩失衡;而抗冰设计中的导线增粗或间隔棒加密又

会抬高线路整体高度,扩大雷击暴露面积。这种“单灾种防御、多灾害耦合”的矛盾暴露出防护体系协同机制的空白,使得线路在复合极端天气下面临连锁故障风险,如雷击引发绝缘子闪络后叠加冰载导致断线倒塔的级联效应^[2]。设计思维的碎片化与灾害链推演能力的不足,使得防护投入与抗灾效能严重失衡,成为制约电网韧性的深层瓶颈。

3 高压输电线路电气设计改进方法

3.1 进行输电线路路径优化选择

高压输电线路路径优化的核心在于构建多维度、动态演进的智能决策体系。设计过程中需深度融合地理信息系统(GIS)的时空数据分析能力、遥感技术的广域监测优势及人工智能算法的自学习特性,形成“空-天-地”一体化的立体勘测网络。通过高精度三维数字高程模型重构地形地貌,结合地质雷达探测与岩土力学参数反演,精准识别活动断层、溶洞发育区及潜在滑坡体等地质风险源,实现路径避障的毫米级精度控制。同时,引入生态敏感区智能识别算法,将自然保护区、水源涵养带及珍稀物种栖息地的空间分布数据嵌入路径规划模型,自动生成生态干扰最小化的走廊方案。在电网协同层面,路径优化需耦合区域能源互联网架构,通过潮流计算与短路容量校核预判线路投运后对电网稳定性的影响,并基于负荷增长预测与新能源电站布局趋势,预留通道扩容裕度与互联节点接口。针对土地资源约束,利用深度强化学习算法模拟城市扩张、耕地保护与工业用地规划的动态博弈,构建路径方案与国土空间规划的长期适配模型。此外,路径决策机制需嵌入全寿命周期价值评估框架,综合量化施工阶段的林木砍伐补偿、运维期的地质灾害处置成本及技改期的迁改概率损失,通过蒙特卡洛模拟生成风险-成本均衡的帕累托最优解集。

3.2 对杆塔基础型号合理选择

杆塔基础选型的科学化与精细化需构建“地质-荷载-材料”三位一体的协同决策体系。在数据采集阶段,通过无人机倾斜摄影、地质雷达波速反演与土体原位剪切试验,建立涵盖地层结构、地下水位波动及化学腐蚀环境的高精度地质模型,为选型提供毫米级精度的岩土力学参数。荷载分析层面,采用多物理场耦合仿真技术,模拟风-冰-地震复合激励下不同基础结构的动态响应特性,例如通过瞬态动力学分析揭示微型桩基础在冻融循环中的微裂缝扩展规律,或利用流固耦合模型评估螺旋锚基础在液化土层中的抗拔性能衰减阈值。针对滨海盐渍土、喀斯特溶洞等特殊地质,可创新应用碳纤维增强复合材料基础或自平衡式预应力锚杆基础,其轻量化、耐腐蚀特性能够显著降低全寿命周期维护成本,但需通过缩尺模型振动台试验与长期原位监测验证结构可靠性^[3]。在选型决策机制上,需融合知识图谱与机器学习算法构建智能辅助系统:一方面将历史工程中不同地质分区、荷载场景下的选型案例与失

效模式进行特征提取与关联映射,形成动态更新的选型规则库;另一方面,通过实时接入施工现场的土体含水率、基础沉降监测数据,驱动选型模型的自适应优化。例如,当监测到软土地基的固结速率低于预期时,系统可自动推荐增设砂井排水或调整基础埋深,并结合腐蚀速率预测模型动态修正混凝土保护层厚度设计值。

3.3 进行有效的防雷抗冰设计

高压输电线路的防雷抗冰设计需突破传统静态防护范式,构建“气象感知-机理建模-动态调控”的全链路灾害响应体系。防雷设计层面,基于雷击流注先导发展机制与线路电磁暂态特性的多物理场耦合仿真,研发差异化避雷线配置策略:在雷电活动强烈的峡谷地形,采用可控等离子避雷针与分布式消弧间隙协同布局,通过实时电场强度监测触发预放电干预,主动引导雷电流路径;针对土壤电阻率梯度变化显著的平原区域,设计多层环形接地网与离子接地极复合结构,利用土壤电导率动态调节技术实现冲击阻抗的主动控制。抗冰设计则需融合气候系统演变规律与导线覆冰微观物理过程,建立覆冰类型(雨淞、雾淞、混合冰)与导线舞动模态的关联模型,研发基于形状记忆合金的覆冰舞动抑制装置与微波定向融冰技术,通过相变材料涂层降低冰层附着力。智能防护系统的核心在于“端-边-云”协同架构:部署于线路塔头的微型气象站实时采集大气电场、温湿度及风速廓线数据,边缘计算节点通过轻量化机器学习算法识别雷云生成趋势与覆冰临界条件,动态调整避雷器动作阈值与融冰装置功率;云端数字孪生平台则整合历史灾害案例与实时监测流,利用深度强化学习模拟多灾害耦合场景下的防护策略博弈,生成风险最小化的自适应防护拓扑。此外,需建立防雷与抗冰措施的协同优化机制,例如在覆冰高风险区采用低噪声避雷线以降低导线舞动激励,或通过接地网热效应辅助局部融冰,实现防护资源的跨功能复用。

3.4 加强对高压输电线路电气设计人员培训

高压输电线路设计人员的能力重构需以“技术迭代适应性”与“系统思维构建”为核心目标,打造贯穿职业全周期的梯度化培养生态。在技术赋能维度,构建基于数字孪生平台的虚拟仿真实验室,集成BIM参数化建模、机器学习算法调参及多物理场耦合分析工具链,通过沉浸式操作界面让设计人员直观掌握新型杆塔结构拓扑优化、动态荷载概率分布模拟等前沿技术。例如,开发覆冰导线舞动仿真模块,结合VR交互技术模拟极端气候下导线形变与机械失效过程,训练设计人员快速识别临界风险参数并优化抑舞装置配置方案。案例教学层面,需建立覆盖高海拔冻土区、沿海盐雾腐蚀带等典型场景的工程案例库,组织设计团队对跨国联网工程、柔性直流输电项目等复杂场景开展沙盘推演,深度剖析绝缘子污闪梯度设计、接地网跨

文化标准差异等实战痛点,培养全球化视野下的技术适配能力。跨学科协同能力的提升需打破专业壁垒,搭建“电气-地质-气象”知识融合的复合型培养框架:定期举办极端气候适应性设计研讨会,邀请气象学家解析厄尔尼诺事件对线路覆冰模式的长期影响,或联合材料学家探讨碳纤维复合横担的疲劳寿命预测方法^[4]。同时,推行“轮岗实训”机制,安排设计人员参与施工监理、运维检修等下游环节,通过全产业链视角理解设计缺陷的传导效应,例如杆塔选型偏差导致的施工延期或融冰装置冗余引发的运维成本激增。此外,建立动态知识更新机制,实时追踪IEC、CIGRE等国际组织的最新标准与技术白皮书,通过“标准解读-场景映射-案例验证”三步法,确保设计规范与全球技术趋势同步演进。这种以问题为导向、以系统为边界、以创新为驱动的培养模式,将推动设计人员从单一技术执行者向“安全-经济-环境-社会”多维价值平衡者的角色跃迁,为新型电力系统建设储备战略型人才资源。

4 结语

高压输电线路电气设计的革新突破,标志着电力行业正从工程经验依赖型向数据智能驱动型的历史性跨越。通过多物理场耦合仿真、全生命周期价值优化及灾害链阻断技术的深度融合,当前设计体系在路径规划精准性、杆塔选型适配度与抗灾防护可靠性等维度实现系统性跃升,为破解复杂地形适配、极端气候应对等长期技术窠臼提供了全新方法论。随着数字孪生技术对线路运行状态的毫米级镜像重构,以及自适应算法对设计参数的动态调优,未来输电线路将具备自我进化能力,在“源网荷储”协同互动中实现效能-安全-成本的帕累托最优。这种技术范式与能源战略的深度耦合,不仅重塑了电网基础设施的构建逻辑,更在新型电力系统框架下开辟了低碳化、弹性化、智能化的可持续发展路径,为我国抢占全球能源治理制高点奠定核心支撑。

【参考文献】

- [1]夏旭东. 高压输电线路电气设计常见问题及完善对策探究[J]. 冶金管理, 2024(12): 75-79.
 - [2]王志超. 高压输电线路电气设计中存在的问题及解决对策[J]. 自动化应用, 2023, 64(2): 89-91.
 - [3]王琼. 高压输电线路电气设计问题及完善对策探究[J]. 电力设备管理, 2021(9): 71-72.
 - [4]周阳帆. 高压输电线路电气设计问题及完善对策探究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(11): 13-15.
- 作者简介: 赵航(1991.6—), 毕业院校: 太原理工大学, 所学专业: 电力系统自动化专业, 当前就职单位: 沈阳电力勘测设计院有限责任公司, 职务: 主任工程师, 职称级别: 工程师。

征 稿

Call for Papers

《建筑工程与管理》由新加坡Viser Technology Ptd Ltd主办，ISSN：2661-4405（印刷）。本刊长期以来注重质量，编排规范，选稿较严格，学术水平较高，深受高校教师及科研院所研究人员青睐。期刊是一个开放获取刊，致力于出版建筑领域的高质量学术论文。同时为建筑工程技术人员和专业人士提供一个交流和信息交换平台，文章被万方数据库等权威数据库收录。

《建筑工程与管理》秉承科学精神，以促进学术交流、科技进步，提高工程建设水平为宗旨，为推动建筑设计、建筑材料、建筑技术、城市规划、市政园林等领域的科研、设计、施工方面的最新研究成果与工程实践总结服务。

《建筑工程与管理》期刊的主要栏目有：

建筑设计、建筑工程、施工技术、材料科学、工程管理、市政园林、机电机械、城乡规划、石油化工、勘察测绘、节能环保、预算造价等。

鼓励建筑界各领域的专业技术人员和管理人员以及大专院校相关专业的师生和科研人员来稿，有关国家科技计划、自然科学基金和各种部门、地方、院所科技基金资助项目的文章优先发布。

征文格式与要求：

（1）论文要求：论点新颖，论证充分；设想可行，结论可靠；条理分明，书写清楚，用字规范，上交电子文件（word格式）。

（2）论文格式：题目、作者姓名、工作单位、省份及邮政编码、中英文内容摘要（150字符-300字符为宜）及关键词（3-5组为宜）、正文、参考文献。（附个人简介、邮箱、联系方式及详细收件地址，如：省、市、区、路）。

（3）论文篇幅：字符数要求在5000-8000字符之间。

投稿网址：www.viserdata.com



Viser Technology Pte. Ltd.

公司地址

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

官方网站

www.viserdata.com

