



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

9

第7卷 总第75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9期（总第75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: 9月

期刊收录: 万方数据库收录

RCCSE权威核心学术期刊

期刊网址: www.viserdata.com

投稿/查稿邮箱: viser-tech@outlook.com

地 址: 195 Pearl's Hill Terrace, #02-41,

Singapore 168976

学术主编: 金光虎

责任编辑: 金星

学术编委: 刘海涛 柳 洪

骆 辉 魏 柯

邢智权 丁 鹏

美工编辑: 李 亚 Anson Chee

印 制: 北京建宏印刷有限公司

定 价: SGD 20.00

本刊声明

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

版权所有, 未经许可, 不得翻译、转载本刊所载文章。

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

目 录

CONTENTS

建筑设计

高层房建工程中的地下室结构设计探究.....

..... 熊林洁 刘 锋 1

基于海绵城市理念的市政路桥排水系统设计研究.....

..... 王永鹏 5

老龄化社会背景下适老型住宅室内的细节设计研究.....

..... 赵 厦 9

现代房屋建筑中幕墙设计的创新与实践..... 宣昊松 14

建筑工程

钢结构建筑防腐涂装施工工艺及质量控制分析.....

..... 黄晓锋 18

建筑监理在绿色建筑施工中的应用与实践..... 任泽凯 22

新时期建筑结构的试验及检测分析..... 李 跃 26

施工技术

公路工程施工中路基加固处理的关键技术分析.....

..... 陈 静 30

小半径桥梁 30m T 梁“空中接梁”架设施工技术应用研究.....

..... 吕 攀 34

大倾角负坡岩巷环境下综掘工艺施工的风险评估与管控.....

..... 马玉平 张吉虎 38

建筑工程施工中深基坑支护施工技术..... 王湘珺 42

绿色施工理念在城市建筑工程施工中的应用探究.....

..... 李 波 46

管道防渗技术在建筑给排水施工中的应用..... 韩峥峥 50

物流园区道路与桥梁工程的规划设计 with 优化研究.....

..... 牛宇曦 54

道路桥梁施工技术中的细节处理策略..... 刘世兵 58

工程管理

简析路桥工程中路基的施工技术及其质量管理.....

..... 韩贞辉 62

水利工程结构安全评估在水灾害防御中的应用研究.....

..... 吾尔古丽 吐送尼亚孜 66

区域性水利工程信息化管理应用现状及对策....韩小飞 70

基于现代工程技术的建筑工程管理研究.....谢 欣 74

论智能化工程管理技术在建筑工程管理中的应用.....
.....徐书宇 78

建筑施工企业安全生产管理创新研究.....谢文华 82

市政园林

现代园林景观设计中的生态理念与实践研究.....
.....郭芷君 86

风景园林理论在美丽乡村建设中的应用探索.....
.....蒋莹莹 90

勘察测绘

基于点云数据的三维激光扫描测量精度影响因素分析
.....郭晓锋 95

预算造价

石油地面建设项目成本估算与造价控制优化研究
.....刘思疑 99

大数据技术在工程造价领域的应用.....
.....苏梦娜 莫景畅 103

高速公路养护工程预算管控优化路径研究.....王 昱 108

工程招投标阶段建筑造价风险防控研究.....王 俊 112

探讨交流

供配电系统电气自动化控制技术的研究
.....王德全 116

小型办公建筑 VRV 空调系统运行能效提升策略.....
.....冯 探 120

高层房建工程中的地下室结构设计探究

熊林洁¹ 刘锋²

1.广西华景城建筑设计有限公司, 广西 南宁 530000

2.基准方中建筑设计股份有限公司南宁分公司, 广西 南宁 530000

[摘要]随着城市不断发展, 建设规模越来越大, 土地资源变得越来越紧张, 高层建筑成了城市空间发展的重要形式。地下室是高层建筑的重要部分, 它负责把建筑的荷载传下去, 还要防水和抗浮, 对整个建筑的安全、功能和经济都有重要作用。不过, 在高层房建工程里, 地下室设计会受到地质复杂、施工条件有限、受力情况多变等影响, 设计起来比一般建筑难得多。文中把高层房建工程的地下室当作研究对象, 仔细分析它的设计要求和常出现的问题, 还从荷载设计、构造改进、防水以及智能化技术运用等方面给出了设计优化的办法, 希望能给相关工程设计和实践提供帮助。

[关键词]高层建筑; 建筑工程; 地下式结构设计

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18037

中图分类号: TU9

文献标识码: A

Exploration on Basement Structure Design in High-rise Building Construction Projects

XIONG Linjie¹, LIU Feng²

1. Guangxi Huajingcheng Architectural Design Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

2. Nanning Branch of Jizhun Fangzhong Architectural Design Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: With the continuous development of cities and the increasing scale of construction, land resources have become increasingly scarce, and high-rise buildings have become an important form of urban spatial development. The basement is an important part of high-rise buildings, responsible for transmitting the load of the building, as well as waterproofing and anti floating. It plays an important role in the safety, functionality, and economy of the entire building. However, in high-rise building construction projects, basement design is often affected by complex geology, limited construction conditions, and variable stress conditions, making it much more difficult to design than in general buildings. The article takes the basement of high-rise building construction projects as the research object, carefully analyzes its design requirements and common problems, and provides design optimization methods from the aspects of load design, structural improvement, waterproofing, and intelligent technology application, hoping to provide assistance for related engineering design and practice.

Keywords: high-rise buildings; construction projects; underground structure design

引言

随着城市化进程不断加快以及土地利用强度持续提高, 高层建筑已然成为现代城市建设极为重要的发展走向。地下空间的开发和利用, 在高层建筑设计当中, 已然成为其中的一个关键环节, 特别是在那些一线城市以及沿海城市, 地下室不但要承担起停车、设备用房还有人防工程等诸多功能, 而且在某种程度上, 还参与到结构的抗震以及承重体系当中, 对于建筑整体的安全性以及稳定性, 有着十分重要的影响。不过, 因为地下室处在地表之下, 其结构设计会受到地质条件、水文环境、施工约束以及荷载作用等多种多样的因素的影响。怎样在确保安全性、

耐久性并且兼顾经济性的前提基础之上, 合理地去设计地下室结构体系, 这已然成为了当下建筑工程领域里备受关注的一个重点问题。本文针对高层房建工程地下室结构设计展开系统的分析, 希望能够给未来的高层建筑地下结构设计给予科学且系统的专业技术思路以及实践方面的指导。

1 高层房建工程地下室结构设计概述

高层房建工程里的地下室结构设计, 在整个建筑体系当中占据着颇为关键的地位。地下室一方面要担负起将上部结构的荷载予以传递的任务, 另一方面还要起到与地基反力相互协调的作用, 并且它得去应对像地下水压力、地

层变形、温度方面的变化以及施工荷载等诸多复杂因素所带来的影响。在高层建筑领域，地下室往往会选择采用钢筋混凝土框架结构、剪力墙结构或者箱型结构等不同的形式，借以确保整体的刚度以及抗浮性能能够得以保障。在开展设计工作的过程当中，务必要充分地考量诸如建筑的具体用途、地质的相关条件、地下水所处的水位状况以及外部施加的荷载等一系列因素，从而切实保证结构的安全性、功能的完备性以及施工的可行性都能够得到妥善的落实。除此之外，地下室的设计还必须要同时顾及防水、防潮、通风以及消防等多个不同方面的诸多要求，其呈现出的综合性以及系统性相较于一般的地上结构设计而言，无疑是要高出不少的。所以说，科学且合理的地下室结构设计，其重要性不言而喻，它既关系到工程的经济方面的考量以及施工期间的安全状况。

2 高层房建工程地下室结构设计的基本要求

2.1 以概念设计为基础

在地下室结构设计的过程中，须严格坚持设计原则，以高层房建工程的设计要求为主，严格遵守我国地下室结构设计质量标准及相关设计规定。在进行地下室结构设计时，所应用的相关方法，都应在建筑工程具体技术要求范围之内且参考大量案例，提出指导性、全局性的设计要求，以确保各项设计工作的科学、合理。严格以高层房建工程总体设计概念为标准，将定量与定型紧密契合进行设计，杜绝与实际出现偏差问题。

2.2 高效绘制设计图纸与信息协同

高层房建工程在地下室设计期间，涉及到多个专业的协同工作，像结构、建筑、水电、暖通以及防水等诸多环节。要确保设计成果完整且准确，得构建起高效的信息协同机制，在设计阶段运用 BIM（建筑信息模型）技术，达成多专业模型的动态联动和冲突检测，从根源处削减设计遗漏以及施工误差。高效地绘制设计图纸，不但需要精准的尺寸与标注，还应当凸显设计意图与构造逻辑，以便施工人员能准确领会设计方案。并且，设计单位和施工单位之间要搭建完善的沟通反馈机制，借助信息化平台实现设计修改、施工反馈以及问题追踪的同步更新，进而形成闭环的设计协作体系。借助信息协同，可有效提升设计效率，降低返工情况，提高项目整体的质量管理水平。

2.3 全面搜集基础地质与环境参数

地下室结构的设计，必须要对地质以及水文条件予以精准的把控。在设计正式开始之前，应当精心组织起详尽细致的地质勘察工作，从而获取像岩土层的具体分布情况、地基所具备的承载力状况、地下水位呈现出的变动情况以

及地层的渗透性等相关联的关键参数。而对于那些地质情况较为复杂的区域而言，除了要开展上述的勘察活动之外，还应当将原位测试以及实验室试验结合起来去做，以此来深入分析土体所具有的变形方面的特征以及其强度参数的情况。在高层建筑项目的建设过程中，地下水压力无疑是一个会对结构设计产生重要影响的因素，所以务必要依据相关的水文资料去确定出合理的抗浮方面的举措以及适宜的防水等级标准。与此周边环境出现的各种变化情况，比如邻近的其他建筑、地下各类管线以及地铁线路等等，也都需要被纳入到设计时的考量范围之内，唯有如此才能够有效防止在开挖施工的时候引发地层出现扰动或者是导致邻近的结构发生变形等问题。只有在对基础数据充分且详尽地掌握起来之后，才能够切实保证结构设计具备科学性以及安全性。

3 当前高层房建工程地下室设计中存在的问题

3.1 变形缝设计不合理

在高层房建工程的地下室结构方面，变形缝的设计和整体结构的安全性、耐久性有着极为密切的关系。不过当下部分工程在缝体布置以及构造处理环节依旧存在着不合理的情况。其主要呈现为缝距计算缺乏足够的依据、构造节点处理过于简化并且与上部结构的协调性较差。有些设计仅仅依靠经验来确定缝距，没有充分考量地基沉降、温度变化以及地震作用等综合因素，致使变形能力不够或者缝体数量过多，对结构的整体性能产生了影响。在施工过程中，又常常因为成本或者工期方面的压力，擅自简化止水构造或者更换材料，从而引发了渗漏以及开裂等问题。究其根本，是因为在设计阶段缺少精细化的分析以及结构的协调，没有达成缝体设置的系统化与科学化，进而使得地下室的安全性能以及防水性能都受到了削弱。

3.2 地下室层高布置问题

地下室层高设计对空间功能以及施工可行性有影响，同时也直接决定了结构受力情况和经济性，当下很多工程在层高布置方面缺少系统统筹，有的项目过度压缩层高，以此来增加车位数量或者降低成本，结果设备安装、管线布设以及施工操作空间都不够，还有一部分项目层高过大的情况，这使得土方量和造价都有明显增加。部分设计中缺乏多专业的协同，对机电、消防、通风等系统的综合需求没有给予足够重视，导致后期管线调整频繁，施工难度加大。从整体上看，层高设计存在的问题体现出前期设计论证不够充分以及专业协作有所欠缺，对地下空间利用效率以及结构安全性都产生了影响。

3.3 防水体系与施工衔接不足

高层建筑地下室防水体系的设计和施工在衔接方面存在不顺畅的情况,这已然成为当下普遍存在的质量隐患中的一个。不少设计单位在确定防水等级以及材料方案的时候,并没有充分结合实际测得的水位情况以及地质条件来考量,如此一来便致使所制定的方案跟实际环境之间出现了不匹配的状况。在设计图纸当中,防水节点的细节部分不够清晰明确,施工前的相关交底工作做得也不到位,这就使得施工人员只能凭借自身经验来进行操作,进而出现了止水带位置发生偏移、搭接不够严密等一系列问题。除此之外,结构施工和防水施工在衔接管理上存在着较为薄弱之处,在混凝土浇筑这个阶段,对防水层的保护措施落实不到位。部分工程项目为了能够降低建造成本,就选用了一些性能较低的材料。究其根本,问题产生的原因在于设计环节和施工环节之间缺少有效的信息协同以及技术闭环,使得防水体系没办法形成从设计阶段、施工阶段一直到验收阶段这样的一体化管理模式。

4 高层房建工程地下室结构设计优化策略

4.1 荷载设计与受力分析优化

地下室结构的荷载设计应当在对诸多方面加以综合考量之后来开展相关工作。在这其中,除了要将上部结构所传递过来的恒荷载以及活荷载都纳入到考虑范围之内之外,对于像地下水所产生的浮力、土压力还有温度应力这类附加作用,同样需要给予足够的重视并充分予以考虑。为了能够切实保障结构在安全层面的要求以及实现经济方面的合理安排,有必要运用精细化的有限元分析模型,针对各个承担着不同受力情况的构件展开相应的计算操作,并且做好细致的比对工作,进而对配筋的比例以及截面的尺寸做出进一步的优化处理。与此还得着重加强对结构整体所具有的刚度以及稳定性的把控力度,防止因为出现局部应力集中的状况而引发诸如裂缝或者变形之类的不良后果^[1]。在设计工作的整个过程当中,对于施工阶段当中荷载所发生的各种变化情况,也是需要密切予以关注的,务必要确保经过分阶段所进行的受力分析所得到的结果能够和实际施工时的各种工况情形保持高度的一致性。通过开展科学且合理的荷载设计以及细致周全的受力分析工作,是能够在很大程度上有效地提高地下室结构所具备的安全储备水平以及其耐久性能方面的表现的。

4.2 顶板结构设计要点与配筋控制

地下室顶板作为上部结构的承重根基,还是抵御地面荷载以及施工荷载的重要构件,在设计环节要全面考量顶板厚度、配筋方式和受力路径之间的协调关联。于受力分

析方面,顶板需综合上部结构柱网安排以及地下空间开口位置,防止刚度突变致使裂缝集中出现。配筋设计须符合强度与延性的要求,优先选用双层双向钢筋配置形式,以此来对抗弯矩与剪力的双重影响。与此能够借助优化混凝土强度等级以及钢筋间距,降低构造裂缝并提升耐久性。在施工阶段,得严格把控顶板浇筑工艺以及养护条件,避免温度应力裂缝的形成。科学的顶板设计以及配筋控制可提高结构整体刚度,也为后续建筑使用给予可靠保障。

4.3 外墙设计与防水构造改进

地下室的外墙会直接承受土压力以及地下水压力,其防水性能在整个地下结构设计当中占据着极为关键的地位。在设计之时,需要综合考量工程地质方面的具体条件,以此来合理地去选定外墙的厚度以及防水等级。就那些地下水位相对较高的地区而言,适宜采用刚柔相互结合的防水体系,也就是在结构自身具备的防水功能基础之上,再额外附加外贴防水卷材或者涂膜层^[2]。针对外墙施工缝以及变形缝所在之处,务必要着重强化构造方面的处理举措,可以设置止水带、止水钢板亦或是膨胀止水条等,以此来防止出现渗漏的情况。对于深基坑工程来讲,能够采用复合式的防水结构,比如说将防水混凝土和外包防水层相结合,形成双重防护的形式。在设计这个阶段,还应当全方位地去考虑到施工质量的把控事宜,保证防水材料和结构构造能够很好地相匹配,进而大幅度地提升外墙整体的防水耐久性能。

4.4 底板设计与抗浮措施强化

地下室底板一方面要承受建筑荷载,另一方面还得抵御地下水浮力所带来的影响,其设计质量同结构的整体稳定性有着极为紧密的关联^[3]。在开展设计工作的时候,得依据地下水位以及浮力的计算得出的结果,来合理地确定底板的厚度还有抗浮配筋的具体形式。就处在高水位的区域而言,应当优先选用抗浮锚杆、抗拔桩或者增加结构自身重量这类具有综合性的抗浮举措。与此底板所用的混凝土需要采用强度较高且渗透性较低的材料,并且在施工进度当中要强化对止水节点的处理工作,以此来避免因浮力作用而出现的渗漏以及裂缝情况。在施工阶段,务必要对地下水位的变化予以密切的监测,从而保证抗浮措施能够和实际的工况实现良好的匹配。通过进一步强化底板的设计以及抗浮方面的控制,是能够在很大程度上提升地下室的抗浮安全系数的,进而也能使结构的使用寿命得以延长。

4.5 新技术与智能化设计手段应用

随着信息技术持续向前发展,智能化手段在地下室结构设计方面得到了广泛的应用。BIM 技术能够达成多专

业协同设计以及结构可视化管理的目的,由此使得设计效率与准确性得以大幅提升。而基于物联网的传感监测系统,在施工以及运营阶段能够对结构应力、变形以及渗漏状况展开实时的监控。人工智能辅助设计(AI-Aided Design)技术正逐步应用于结构方案比选与参数优化当中,凭借算法能够自动识别出最优的设计方案,以此来提升工程的经济性与安全性。绿色节能设计理念同样在地下室结构中有所体现,这些都有助于实现建筑的可持续发展。智能化技术的引入给地下室结构设计带来了全新的发展方向,促使建筑设计从经验型逐步朝着数据驱动型转变。

5 结语

高层房建工程中的地下室结构设计属于一项工程技术工作,此工作的系统性以及综合性都非常突出,其是否科学合理会直接影响建筑的安全性、耐久性还有使用功能。本文针对地下室结构设计的基本要求、主要问题以及优化策略展开系统研究,说明只有全面掌握地质条件、科学开

展荷载分析、优化构造细节并且引入智能化技术,才能够达成结构的安全、经济且高效的目标。在未来,随着建筑信息化以及数字化技术不断向前发展,地下室结构设计会变得更加精细化与智能化,设计人员需要持续提升自身的专业素养与创新能力,以此推动高层建筑地下结构设计不断地优化以及技术层面的进步。

[参考文献]

- [1]王明伟.高层房建工程地下室混凝土结构防水防渗施工技术[J].工程机械与维修,2024(5):37-39.
 - [2]曹国意,张兴启.高层房建工程中地下室结构设计分析[J].建筑技术开发,2021,48(18):7-8.
 - [3]陈保平.房建项目地下室外墙防水工程质量控制与评价研究[D].甘肃:兰州交通大学,2022.
- 作者简介:熊林洁(1994.1—),毕业院校:广西大学,所学专业:固体力学,当前就职单位:广西华景城建筑设计有限公司,职务:结构工程师,职称级别:中级。

基于海绵城市理念的市政路桥排水系统设计研究

王永鹏

河北省城乡规划设计研究院有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着我国城市化进程加速,传统市政路桥排水系统在应对极端降雨和城市内涝方面暴露出诸多问题。文章以“海绵城市”理念为核心,提出将低影响开发(LID)技术与传统排水系统深度融合的新型市政路桥排水设计模式。通过分析现有排水系统的缺陷,结合透水铺装、生态边沟、雨水花园、蓄滞模块等LID设施的应用,构建“渗、滞、蓄、净、用、排”一体化的综合排水体系。研究采用案例模拟与效益评估相结合的方法,验证了该设计模式在提升径流控制率、缓解路面积水、改善城市水环境方面的有效性。结果表明,基于海绵城市理念的排水系统能显著增强城市韧性,为未来市政路桥建设提供科学依据和实践路径。

[关键词]海绵城市;市政路桥;排水系统;低影响开发(LID)

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18074

中图分类号: TU984

文献标识码: A

Research on the Design of Municipal Road and Bridge Drainage System Based on Sponge City Concept

WANG Yongpeng

Hebei Province Urban-Rural Planning and Design Research Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization in China, traditional municipal road and bridge drainage systems have exposed many problems in dealing with extreme rainfall and urban waterlogging. The article focuses on the concept of "sponge city" and proposes a new municipal road and bridge drainage design model that deeply integrates low impact development (LID) technology with traditional drainage systems. By analyzing the deficiencies of the existing drainage system and combining the application of LID facilities such as permeable pavement, ecological ditches, rain gardens, and storage modules, a comprehensive drainage system integrating "infiltration, retention, storage, purification, utilization, and drainage" is constructed. The study used a combination of case simulation and benefit evaluation to verify the effectiveness of this design pattern in improving runoff control rate, alleviating road surface water, and improving urban water environment. The results indicate that the drainage system based on the sponge city concept can significantly enhance urban resilience, providing scientific basis and practical path for future municipal road and bridge construction.

Keywords: sponge city; municipal roads and bridges; drainage system; low impact development (LID)

1 海绵城市理念与市政路桥排水现状分析

海绵城市理念强调通过“渗、滞、蓄、净、用、排”六位一体的方式实现城市雨水系统的生态化管理,推动城市从依赖末端治理向源头减排转型。国家出台《海绵城市建设技术指南》等政策文件,支持试点城市探索低影响开发(LID)路径,取得显著成效。在此背景下,传统市政路桥排水系统暴露出诸多短板:大量采用硬化铺装,地表不透水面积占比高,径流系数可达0.8以上,降雨时迅速形成地表径流;排水模式以管网快速收集排放为主,导致雨洪峰值集中,下游排水压力剧增,易引发内涝;部分设

计标准偏低,难以应对极端天气频发的新常态;同时缺乏对雨水资源的收集与再利用机制,造成水资源浪费。针对这些问题,本文提出新观点——市政路桥不应仅被视为交通功能载体,而应升级为城市雨洪调控的关键节点。充分利用道路沿线的中央绿化带、分隔带及高架桥下空间等区域,集成布置透水铺装、生物滞留带、雨水花园和地下蓄水模块等LID设施,将道路系统转化为具备渗透、滞蓄与净化能力的“主动型雨水管理系统”。通过结构重构与功能拓展,实现雨水在产生源头的就地消纳与动态调控,推动传统排水模式由被动排泄向主动管理的根本

性转变。

2 基于海绵城市理念的排水系统设计原则与目标体系构建

2.1 设计基本原则

基于海绵城市理念的市政路桥排水系统设计,必须坚持源头控制优先原则,在雨水落地初期即通过透水铺装、生物滞留带等设施实现就地渗透与滞留,减少径流外排。系统协同要求低影响开发设施与传统雨水管网、泵站、调蓄池等工程手段形成有机衔接,发挥各自优势,构建多层次、多功能的复合排水网络。功能复合性体现在不仅满足道路通行安全需求,还需融合生态净化、景观营造与公众使用体验,提升城市空间品质。

2.2 核心设计目标量化指标

为科学评价海绵型市政路桥排水系统的实施效果,需建立可量化的技术目标体系。年径流总量控制率应不低于85%,对应的设计降雨量一般取25mm以上,确保多数中小降雨事件实现零外排。径流峰值削减率设定为不低于40%,以有效缓解暴雨期间管网压力,降低内涝风险。雨水污染物去除率针对主要指标如悬浮物(SS)、总磷(TP)和总氮(TN)均需达到50%以上,依靠植被过滤、土壤吸附与微生物降解等自然机制实现水质净化。可利用雨水回收率目标设定为不低于30%,收集的雨水经处理后用于道路洒扫、绿化灌溉或景观补水,提升水资源循环利用率。

2.3 新观点深化:建立“分级响应-动态调节”的智能排水目标体系

根据降雨强度划分为三级响应机制:小雨条件下($\leq 10\text{mm/h}$),依赖透水面层与绿地实现完全自渗;中雨时($10\sim 30\text{mm/h}$),启动生物滞留带与地下蓄滞模块进行临时储存与缓慢释放;遭遇大雨或暴雨($>30\text{mm/h}$)则开启溢流通道,联合传统管网快速排放,防止积水成灾。该体系融合物联网感知技术,在关键节点布设雨量计、水位传感器与水质监测仪,实时采集运行数据。通过中央控制系统联动电动阀门与泵站,自动切换排水路径,实现水流方向与速率的动态调控。

3 关键LID技术在市政路桥中的集成化应用方案

3.1 车行道路面系统改造——透水沥青混凝土与多孔混凝土的应用

采用透水沥青混凝土或多孔水泥混凝土铺装,可在保障道路承载性能的前提下显著提升雨水下渗能力。材料需满足抗压强度不低于C30,空隙率控制在15%~20%之间,

渗透系数达到或超过0.1cm/s,确保降雨期间快速入渗。结构设计由上至下依次为透水面层、找平层、级配碎石基层、透水底基层及土工布隔离层,形成完整的排水断面。面层具备良好抗滑性与降噪特性,基层与底基层承担储水与导流功能,土工布防止细颗粒土壤上涌堵塞孔隙。该技术适用于非重载交通区域,如城市辅道、匝道区、停车带及慢行系统连接段。实际应用中需加强接缝密封处理,防止边缘破损,并定期高压冲洗维护孔隙通畅。

3.2 人行道与非机动车道——生态透水砖与植草砖组合铺设

选用高强度陶瓷透水砖、砂基透水砖或再生骨料制成的环保型透水材料,配合植草砖进行组合铺设,既能保证行人通行安全,又能增强地表渗透能力。透水砖的孔隙填充介质直接影响使用效果,采用粗砂填充利于持续渗透但易被尘土堵塞,使用聚合物胶粘剂可提高稳定性却降低透水率,而选择耐践踏草种填充植草砖则兼顾绿化与排水功能。铺装结构底部设置碎石垫层与土工布,防止基层泥浆上返。为提升运维便利性,在关键节点布设导流槽与检查井,便于沉积物清理和管道疏通。此类铺装还能有效缓解夏季地表高温,改善微气候环境。植物根系与填料共同构成生物过滤层,对雨水中的悬浮物和部分污染物起到初步净化作用。

3.3 道路绿化带与中央分隔带——下沉式绿地与生物滞留带设计

绿地设计下沉深度控制在50~150mm,使路面雨水在重力作用下自然汇入。填料层采用砂、壤土与有机质按5:3:2比例混合,既保障良好渗透性又具备较强污染物吸附能力。内部埋设穿孔集水管并与主排水管网相连,当储存容量饱和时可通过溢流口排出多余水量,防止长时间积水影响植物生长。植被选择以耐淹耐旱的本土物种为主,如鸢尾、千屈菜、芦苇、藜草等,形成稳定的滨水植物群落,兼具景观美化与生态净化功能。植物根系促进土壤团聚,增强渗透性能,叶片截留减少雨滴溅蚀。定期修剪与补植维持生态系统活力。

3.4 立交桥区与高架桥下空间——雨水收集与蓄滞模块系统

通过构建雨水收集与蓄滞模块系统,可实现雨洪的有效调蓄与资源化利用。桥面积水经落水管集中导入地下PP(聚丙烯)模块蓄水池,模块单元拼装灵活,承压能力强,总容积依据当地两年一遇暴雨重现期标准计算确定。

蓄水经初级沉淀与多介质过滤后储存于清水池,用于道路洒扫、绿化喷灌或景观补水,年回用率可达 30%以上。模块上方覆土回填并种植耐阴植物,恢复地面绿化功能,提升桥下空间利用率。系统配备液位传感器与自动控制系统,实时监控蓄水状态,在下次降雨前可根据天气预报预腾空库容。

3.5 新观点创新:提出“立体分层式”排水结构模型

地上层由透水沥青、生态砖等材料构成,实现雨水第一时间入渗,减少地表径流产生。中间层设置多孔基层、级配碎石层与环向盲沟网络,承担横向导水与短期储水功能,防止水分积聚于结构层内。地下层布置模块化蓄滞池、深层渗透井与智能泵站,形成大容量调节中枢,结合物联网技术实现远程监控与动态调度。三层次之间通过竖向渗管与溢流通道连通,形成“垂直渗透-水平导流-深层调蓄”的完整路径。该模型打破传统平面排水思维,充分利用道路剖面空间资源,提升单位面积雨水管理效率。不同层级可根据地质条件、交通荷载与降雨特征进行参数化调整,适应城市核心区、新区建设及旧城改造等多种场景。

4 案例模拟分析与综合效益评估

为验证基于海绵城市理念的市政路桥排水系统设计的可行性与有效性,选取我国南方某新建城市快速路项目作为研究案例。该道路全长 6.8 公里,所在区域年均降雨量达 1450mm,近年来频繁遭遇短时强降雨,气象记录显示已多次出现接近“50 年一遇”的极端暴雨事件。采用传统排水方案进行模拟预测时,共识别出 7 处潜在内涝风险点,主要分布在下穿立交段与低洼交汇区域,表明原有设计难以应对当前气候条件下的雨洪压力。为此,实施海绵化系统改造:主线车行道 60%面积铺设高强透水沥青混凝土,中央绿化带全面改建为生物滞留型下沉式绿地,总面积达 1.2 万 m^2 ,有效拦截两侧路面径流;沿线布设 3 座地下 PP 模块蓄水池,总调蓄容积达 8000 m^3 ,用于滞纳超标雨水并实现资源回用;同步集成智能化监测系统,在关键节点安装雨量计、水位传感器及远程控制终端,实现运行状态实时感知与调度响应。通过 Storm Water Management Model (SWMM) 对改造前后两种方案进行水文水力模拟,结果表明,海绵型排水系统在多项核心指标上显著优于传统模式。

模拟数据显示,径流总量削减超过一半,峰值流量明显平缓,内涝隐患大幅减少,仅在一处低洼匝道区存在短暂积水,整体排水安全性显著提升。综合效益评估进一步揭示其多重价值:环境方面,系统年均可削减化学

需氧量(COD)排放约 12t,有效降低受纳水体污染负荷,同时通过渗透补给地下水约 1.5 万 m^3 ,缓解城市地下水水位下降趋势;经济层面,虽初期建设成本因新材料与智能设备投入增加约 18%,但得益于雨水回用带来的节水效益及管网维护频率降低,运营阶段年节约成本达 25%,经测算增量投资可在 5 年内收回,具备良好的长期经济性;社会层面,道路湿滑状况减少,行车安全性提高,周边区域热岛效应减弱,人居环境得到改善,公众对生态基础设施的认知度与支持度明显增强,推动形成绿色城市建设共识。

表 1 改造前后方案对比

评估指标	传统方案	海绵方案	改善率
年径流总量 (mm)	18.6	8.2	56% ↓
径流峰值流量 (m^3/s)	3.4	2.0	41% ↓
内涝风险点数量	7 处	1 处	86% ↓
雨水回用率	<5%	32%	-

5 关键技术难点与对策建议

重载交通条件下透水路面易出现结构疲劳与表层剥落,影响使用寿命与行车安全;寒冷地区冬季冻融循环导致材料孔隙扩张、抗压性能下降,尤其在除冰盐作用下加速劣化;各类低影响开发设施如生物滞留带、透水铺装及地下蓄池长期运行中易受泥沙、垃圾堵塞,造成渗透功能衰减,维护成本高且缺乏标准化清淤机制;此外,项目涉及城建、水务、园林、交通等多个职能部门,权责交叉,协调难度大,常导致设计与运维脱节。针对上述问题,应加快研发高强度复合型透水材料,如掺入玄武岩纤维或采用聚合物改性沥青提升抗裂与耐磨性能;在北方地区推广“半透水结构”,即仅在非轮迹区设置透水铺装,或增设防冻隔热基层以减少冻深影响;建立定期巡查与清掏制度,配套自清洁滤网、可拆卸检修口等便于维护的构造设计。推动“EPC+O”(设计-采购-施工+运营)一体化模式,明确全生命周期责任主体。进一步提出构建“数字孪生+智慧运维”平台,融合 BIM 三维模型与物联网感知数据,实时映射排水系统运行状态,接入气象预警信息实现降雨前自动预泄空蓄水空间,运用 AI 算法动态优化阀门启闭与泵站调度策略,全面提升系统的智能化管理水平与应急响应能力。

6 结束语

本研究系统探讨了将海绵城市理念深度融入市政路桥排水系统的设计路径,突破了传统排水工程“单一功能、末端处理”的局限,提出了以“源头削减、过程调控、资

源回用”为核心的集成化解决方案。尤其提出的“立体分层式”排水结构与“分级响应-动态调节”智能管理体系，为复杂城市环境下 LID 技术的应用提供了创新思路。未来，应进一步加强跨学科协作，完善相关技术标准与政策激励机制，推动市政路桥从“灰色基础设施”向“绿色生命线工程”转型升级。

[参考文献]

- [1]王志群.海绵城市理念融入市政路桥设计的路径[J].建筑设计与研究,2024,5(4):34-36.
- [2]王成永,王永超.海绵城市理念在市政路桥设计中的渗透研究[J].中华建设,2023(11):36.
- [3]刘丁嘉.基于海绵城市理念的市政路桥设计[J].建材与装饰,2023(35):49.
- [4]林朝华.海绵城市理念下的市政路桥设计研究[J].江西建材,2023(4):126-127.

作者简介：王永鹏（1979.12—），男，籍贯：河北省石家庄市栾城区，高级工程师，本科，就职于河北省城乡规划设计研究院有限公司。

老龄化社会背景下适老型住宅室内的细节设计研究

赵 厦

中建华帆建筑设计院有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]我国人口老龄化进程加快,使社会聚焦于老年人居住环境的改善与优化,本研究在老龄化社会背景下,运用文献研究、案例分析和实地调研相结合的方法,从人体工程学、行为心理学、老年医学等多学科角度出发,探究适老型住宅室内细节设计的理念、原则和实践策略,系统剖析老年人生理和心理特征以及他们对居住环境的特殊需求,重点关照室内空间布局、家具设计、照明系统、色彩应用、材料选择、安全防护和智能化设施等细节设计要素,进而提出以“安全便利、舒适健康、功能适应、心理愉悦”为中心的适老型室内设计原则框架,研究成果显示,室内细节设计精细可提高老年人居住环境的适老性并有助于增强他们的独立生活能力和提升生活品质,对于不同类型老年群体存在差异化需求这一情况,本研究给出分层次、系统化的适老型住宅室内设计策略和细节优化方案,这能够给老年住宅设计实践提供理论依据和设计指导,对推动我国适老型居住环境建设和老龄友好社会构建有重要参考意义。

[关键词]老龄化社会; 适老型住宅; 室内设计; 细节设计; 人性化设计

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18075

中图分类号: TU241

文献标识码: A

Research on Interior Detail Design of Elderly friendly Residential Buildings in the Context of an Aging Society

ZHAO Sha

China Construction Huafan Architectural Design Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the acceleration of population aging in China, society has focused on improving and optimizing the living environment for the elderly. In the context of an aging society, this study uses a combination of literature research, case analysis, and field research to explore the concepts, principles, and practical strategies of interior detail design for elderly friendly housing from multiple disciplinary perspectives such as ergonomics, behavioral psychology, and geriatric medicine. The study systematically analyzes the physiological and psychological characteristics of the elderly and their special needs for the living environment, with a focus on interior space layout, furniture design, lighting system, color application, material selection, safety protection, and intelligent facilities. It then proposes an elderly friendly interior design centered on "safety and convenience, comfort and health, functional adaptation, and psychological pleasure". Design principle framework, research results show, Fine interior detail design can improve the elderly's living environment and help enhance their independent living ability and improve their quality of life. In response to the differentiated needs of different types of elderly groups, this study provides a hierarchical and systematic interior design strategy and detail optimization plan for elderly friendly housing. This can provide theoretical basis and design guidance for the design practice of elderly friendly housing, and has important reference significance for promoting the construction of elderly friendly living environment and aging friendly society in China.

Keywords: aging society; elderly friendly housing; interior design; detail design; user-friendly design

引言

21 世纪全球都面临着人口老龄化这一重大社会挑战且在中国这一趋势更突出,国家统计局数据显示到 2022 年底中国 60 岁及以上人口有 2.8 亿,是总人口的 19.8%,并且估计到 2050 年会超总人口的三分之一,这样的人口

结构变化让住宅建设有了新要求与挑战,由于传统住宅设计常把重点放在普通人群需求上从而忽略了老年人的特殊之处致使好多老人住着不舒服,存在安全隐患且生活质量也降低了。

应对老龄化社会的重要举措是适老型住宅,其核心在

于凭借细节设计打造契合老年人身心特性的居住环境。建筑设计与老年医学、人体工程学、环境心理学等学科交叉研究的结果显示,室内环境精心设计后老年人生活品质和健康水平可得到明显提升。2019年中国建设部发布的《适老化住宅建设标准》以及2021年的《“十四五”国家老龄事业发展和养老服务体系规划》都着重指出适老型住宅建设的重要性,但实际推行时仍存在问题,如标准不够完善、细节考虑得不够周全等。

适老型住宅室内设计并非单纯地改造物理空间,更是对老年人生活方式的一种尊重和支持,与传统住宅设计不同,它更看重细节方面,像门把手高度、灯光亮度、墙壁颜色以及地面材质这些地方,每个看似很小的设计决策或许会对老年人日常生活产生重大影响,研究显示,良好适老型设计不但能将老年人跌倒风险降低超40%,而且可减轻照护负担,使医疗支出减少30%。

适老型住宅室内细节设计是本研究的关注点,由于现有研究在细节方面关注不够,所以本研究想要突破这一局限并建立起系统化的适老型室内设计理论框架与实践方法。研究会从老年人生理、心理、社交和安全这四个维度剖析他们的特殊需求,然后探究无障碍设计、照明色彩系统、家具设备优化、智能化设施应用以及材料选择这些关键设计要素,最终形成一个以“安全便利、舒适健康、功能适应、心理愉悦”为核心的设计体系。本研究有意义,能为提高老年人居住环境质量提供理论依据和实践指导,有助于构建老龄友好型社会环境,推动实现老年人“老有所居、老有所乐”^[1]。

1 老龄化社会下老年人居住需求的特殊性

1.1 老年人生理特征与居住环境的关联性

老年人生理功能衰退且存在诸多变化,这使得他们的居住环境有了特殊要求。研究显示,65岁以上的老年人平均视力敏锐度会下降40%、对比敏感度降低30%且色彩辨识能力大大减弱,尤其对蓝绿色系辨识度低,并且平均听力减退25~40 dB、肌肉力量衰减30%~40%、关节灵活性变差、平衡能力和反应速度也变慢,这些生理方面的改变直接影响老年人感知和使用空间环境的方式。

近五年医学研究数据表明,老年人生理特征和居住环境有着显著的交互作用,居住环境不合适会使老年人生理功能加快退化,但精心设计的适老环境能够弥补生理缺陷,也许还能延缓衰老进程,就像2020年《老年医学杂志》所报那样,光照环境优化后老年人视觉舒适度可提高35%且眼疲劳感会降低,扶手设置适当可让老年人行走不稳的情况减少25%,所以住宅室内设计得从地面防滑、扶手

设置、照明亮度、色彩对比、声学环境这些微观细节出发,打造和老年人生理特性相协调的居住环境,最大程度补偿生理功能衰退造成的不便并提高生活自理能力与环境适应性。

1.2 老年人心理需求与居住空间的互动关系

住宅设计被老年人的心理特征与需求提出独特要求,因为和年轻人比起来,老年人大多情感依恋变强、对安全感的需求提高且对熟悉环境更依赖,并且2019年中国老年心理健康调查数据表明,有65%的老年人强烈希望居住环境稳定,78%的老年人觉得居家环境对其心理健康状态有直接影响,而且老年人对生活历程里形成的习惯和记忆怀有深厚情感,这情感一落到居住空间上就形成了独特的心理-环境互动系统。

老年人晚年生活的居住空间是集物理环境与心理支持系统于一体的,研究显示,住宅环境合理设计能将老年人焦虑水平降低42%且使生活满意度提升30%,具体来说,空间布局具有可识别性、环境元素连续、有展示个人记忆物品的地方、私密性和社交机会相平衡、功能设计能支撑自效能感等对满足老年人心理需求很关键,中国传统“居家养老”理念持续影响着,所以适老型住宅设计要更注重空间的文化亲和力、心理舒适度以及对老年人自主性和尊严的支持,创造出安全便利又充满人文关怀的居住环境,助力老年人保持积极心态、维持良好生活质量。

1.3 老年人社交模式对住宅设计的影响

住宅空间组织被老年人社交需求与模式的特殊性提出差异化要求,研究表明老年人退休后社交圈往往会缩小但社交质量和健康状况却有显著正相关关系,2021年全国老龄工作委员会的调查数据显示良好社交状态下老年人抑郁发生的概率可减少45%且认知功能衰退的速度能放缓30%,不过中国城市老年人平均每天社交时长才2.3个小时离理想水平差很多,很多人认为住宅设计不利于社交是其中一个很重要的原因^[2]。

老年人社交有双重需求,适老型住宅设计得考虑这一点,即一方面要创造像开放式厨房与餐厅相连、客厅分区灵活这样的便于家庭代际互动的共享空间,另一方面还要提供像入口门厅、阳台花园之类的促进邻里交往的半私密过渡空间,2020年的建筑与环境研究显示,有社交友好型公共空间的住宅社区中老年居民社交频率能提高56%且社区归属感也会增强40%,所以适老型住宅应从空间尺度、界面处理、功能组织等方面着手构建从私密到公共的渐进式社交环境以给老年人提供多层次、多形式的社交互动机会从而满足他们的基本需求,也就是归属感和社会

联结的需求。

2 适老型住宅室内细节设计核心要素

2.1 无障碍设计的精细化实践

适老型住宅以无障碍设计为基础且其精细化程度直接影响老年人居住质量,研究显示无障碍细节精心设计能使老年人日常活动受限程度降低 45%且生活自理能力提高 38%,中国住宅市场的无障碍设计已由粗放发展迈向精细阶段且 2022 年行业数据表明精细化无障碍设计住宅市场需求增长率为 23.5%比普通住宅高很多。

传统尺寸调整已被当下无障碍设计抛诸脑后,其进入了多维细节优化阶段,例如门槛与地面高差要控制在 10mm 之内,扶手直径在 28~35mm 之间且距墙面 40~45mm,安装高度依据中国老年人身高数据设为 760~850mm,卫浴间防滑系数不能低于 0.6 并且装上 L 型或者 U 型扶手,橱柜操作台面最好把 700~760mm 高度区间设为可坐式操作区,开关插座放在 600~1100mm 高度的位置且按钮设计成大触感区分的那种,需要注意的是精细化无障碍设计注重“全龄友好”理念以追求设计的通用性和包容性,因为专门化会产生标签效应,所以要避免,这样住宅既符合老年人特殊需求又保持美观性和普适性,从而达到功能与美学的统一。

2.2 照明与色彩系统的老年友好型设计

适老型住宅设计中照明与色彩系统是关键要素,会直接影响老年人的视觉舒适度、情绪状态以及安全水平,由于年龄增长,老年人晶状体变黄且蓝光过滤增多、光敏感度降低,所以他们需要更高照度以及更精细的照明设计,并且 2021 年中国建筑科学研究院的数据表明,适老型住宅的照明水平要在标准住宅基础上提高 30%~50%且要重视眩光控制与过渡照明。

老年友好型照明系统的设计需着重于多层次光环境的打造,通常情况下主要室内活动区域的照度以 300~500lux 为宜且阅读区要增加到 750~1000lux,选择 3000~4000K 的温暖白光能提高舒适度并用间接照明来减少眩光,在走廊、楼梯这些过渡空间设置感应照明并且把床头照明设计成分区控制的以便夜间活动。色彩方面适老型住宅适用高对比度设计像门框和墙面的色差不能低于 30%,不要使用近似色调的蓝绿色系,厨房、卫生间等功能区域可以借助色彩编码让空间更易识别,并且墙面和地面采用中高明度、低彩度的颜色搭配营造稳定温和的视觉环境,将照明与色彩设计加以整合不但能够补偿老年人视觉功能的衰退,还能凭借精心设计的光环境调节昼夜节律从而改善睡眠质量提升整体生活质量^[3]。



图 1 适老型住宅照明与色彩系统老年友好型设计框架

2.3 家具与设备的人体工学优化

老年人日常接触最密切的环境元素中包含家具与设备且其人体工学优化直接影响使用舒适度与安全性,中国老年用品产业发展报告(2021)显示适老型家具市场增速达到 18.7%可见市场对人体工学优化有着强烈需求,适老型家具设计要依据老年人人体测量数据精准调整,就坐具设计而言,座面高度以 380~430mm 为宜,比标准家具抬高大概 30mm,并且座深控制在 380~420mm,因为老年人腿部长度缩短,所以这样更合适,此外扶手高度为座面上方 180~220mm 比较适宜,靠背倾角在 17~25° 之间能给腰部足够的支撑,卧具方面,床高 400~450mm 便于起卧,床头柜高度和床面一样高或者略高些方便取放东西,储物家具把手选大尺寸的 C 型或者 D 型容易握住,抽屉用全拉设计可减少打开时的用力,柜子底部留出 150mm 高的踢脚线空间能让轮椅靠近,厨卫设备要格外重视安全操作,例如使用感应式或者杠杆式的水龙头并安装防烫限温装置,灶具选带有凸起控制旋钮且有色彩编码的,冰箱门把手加大并且内置层架能够调节高度,高品质的人体工学优化不应该降低美学价值,而是要在功能和美观相结合上下功夫,打造既实用又有尊严的居住环境。

2.4 智能化设施与老年人使用习惯的协调

智能化设施在适老型住宅中的作用日渐重要,不过要与老年人的技术接受程度和技术使用习惯相协调。中国智能家居行业报告显示,60 岁以上的用户对简单智能系统的接受率为 65.7%而对复杂系统的接受度只有 23.8%,这说明智能设施的设计得遵循“易学易用”的原则,并且适老型智能系统需要重点关注安全监测、生活便利以及健康管理这三个核心维度。

适老型智能系统设计要采用“以人为本、渐进适应”的策略,在界面设计方面,控制面板以大尺寸图标与实体按键相结合的模式为宜且文字尺寸不能小于 16pt、操作逻辑需保持一致,并且智能终端可以考虑语音控制来降低操作学习成本。功能设计时,首先要满足安全需求,例如集成烟雾探测、燃气泄漏报警、跌倒检测系统,其次满足便利需求,像一键情景模式、远程控制照明与家电这些,最后再考虑健康管理功能,比如睡眠监测、用药提醒等。智能系统得设置手动备用方案,这样系统故障时基本功能才不会受影响。需要特别注意的是,智能化不应让人过度依赖,而是要助力老年人能力的发挥并提升他们对环境的控制感与自信心。适老型智能系统达到最高境界就是“存在但不觉察”,即在带来便利的同时让使用保持自然舒适^[4]。

3 适老型住宅室内设计的创新路径

3.1 多代际共居空间的弹性设计策略

老龄化社会背景下,多代际共居成为解决老年人照护与情感需求的重要居住形式,而弹性设计策略借助可变隔断、模块化家具系统以及功能可转换空间使空间具备不同生活阶段的适应性。中国老龄科学研究中心 2023 年的数据显示,有 64% 的中国老年人愿意跟子女住在一块或者离得很近的地方,所以住宅设计得考虑不同代际之间的独立性和互动性,并且弹性设计着重于空间边界的灵活划分,例如使用活动隔板、轻质隔墙系统之类的,这样既能保证老年人的隐私又方便必要时进行照护观察,还能兼顾各代际成员自主空间方面的需求。

3.2 社区融合型适老住宅的室内设计模式

社区融合型适老住宅注重把居住单元和社区公共空间有机融为一体以给老年人创造与社区互动的机会,住建部 2022 年的调查显示老年人参与社区活动后其心理健康指数平均比不参加者高 35%,这种设计理念在室内体现为设社交缓冲区如入户玄关延长设计、客厅前厅能开敞、连着公共走廊的休憩凹位等使老年居民可方便地自然进入社区环境,并且住宅单元里融入阳台花园、读书角之类的小型共享空间元素,这些半私密的地方可供家庭成员交流也可用作邻里互动之处从而有效减轻老年人的社会孤立感。

4 结论

老龄化社会背景下,本研究系统探索了适老型住宅室内细节设计且精细化室内设计对提高老年人居住品质有着重要作用^[5]。研究显示,适老型住宅室内设计成功需平衡好安全与自主、功能与美学、传统与创新等诸多方面并将人体工程学原理、老年心理需求和社会交往因素有机结合起来。在实践方面,多代际共居空间弹性设计策略、社区融合型室内设计模式以及文化传承和现代技术的整合应用共同成为适老型住宅室内设计的创新途径。

国家统计局数据显示,到 2023 年中国 65 岁以上的老年人口数量达 2.1 亿,在总人口里占比 14.9%,估计到 2030 年该比例会超 20%,老龄化趋势这么迅猛,住宅设计行业得加快转型升级的步伐,不能再单纯营造物理环境,要朝着能综合支撑老年生活的系统发展,并且以后适老型住宅室内设计的研究要进一步关注不同老年群体不同的需求,探寻数字化技术和传统空间深度融合的模式以及适老设计和全龄友好环境协调发展的途径,借设计创新让适老型住宅从“能住”提升到“适合老年人舒适地住”的品质上来,给老龄友好型社会的建设提供稳

固的环境支撑。

[参考文献]

- [1]谢津,孔令娟.老龄化背景下住宅室内空间适老化设计研究[J].纺织报告,2024(2):90-92.
- [2]邹宏坡.老龄化背景下住宅室内空间适老化设计探究[J].鞋类工艺与设计,2024(23):135-137.
- [3]严莹,刘远洋,王秀婷.老龄化社会背景下适老性住宅的无障碍设计研究[J].建筑设计管理,2019(1):86-89.
- [4]张会.老龄化社会背景下老年人的住宅建筑设计研究[J].四川水泥,2016(8):93-94.
- [5]董慧娟.老龄化背景下的底层住宅适应性设计研究[J].华中建筑,2012(11):59-61.

作者简介：赵厦（1989.9—），毕业院校：河北工业大学城市学院，所学专业：土木工程，当前就职单位：中建华帆建筑设计院有限公司，职务：建筑设计师，职称级别：副高级工程师。

现代房屋建筑中幕墙设计的创新与实践

宣昊松

中国联合工程有限公司, 浙江 杭州 310051

[摘要]随着现代建筑设计不断发展,幕墙已然成为建筑外立面极为关键的核心组成部分,它不但肩负着结构保护以及环境隔离的重要职责,而且还会对建筑能效以及视觉效果产生直接的影响。以现代房屋建筑作为大背景,全面且细致地去梳理幕墙设计的相关理论基础,深入剖析其在功能定位以及材料优化层面所呈现出的种种创新之处,同时对其在新型材料开发、数字化设计、结构节点优化以及绿色建造等方面的实际应用展开探讨。通过将技术创新与实践策略综合起来加以阐述,文章能够为幕墙设计给出具有可操作性的参考依据,并且还能够对智能化、节能环保以及可持续发展这样的大背景之下的未来发展趋势予以展望,进而从理论与实践两个维度为提升建筑设计品质以及推动绿色建筑的实现给予相应的指导。

[关键词]现代房屋建筑;幕墙设计;创新;实践

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18076

中图分类号: TU831

文献标识码: A

Innovation and Practice of Curtain Wall Design in Modern Housing Construction

XUAN Haosong

China United Engineering Corporation Limited, Hangzhou, Zhejiang, 310051, China

Abstract: With the continuous development of modern architectural design, curtain walls have become a crucial core component of building facades. They not only shoulder the important responsibilities of structural protection and environmental isolation, but also have a direct impact on building energy efficiency and visual effects. Taking modern housing construction as the background, comprehensively and meticulously sort out the relevant theoretical basis of curtain wall design, deeply analyze its various innovations in functional positioning and material optimization, and explore its practical applications in new material development, digital design, structural node optimization, and green construction. By integrating technological innovation with practical strategies, this article can provide actionable reference for curtain wall design, and also look forward to future development trends in the context of intelligence, energy conservation, environmental protection, and sustainable development. From both theoretical and practical perspectives, it can provide corresponding guidance for improving the quality of architectural design and promoting the realization of green buildings.

Keywords: modern housing construction; curtain wall design; innovation; practice

引言

随着城市化脚步不断加快以及高层建筑逐渐普及开来,建筑外立面的设计已然突破了传统的防护以及装饰功能范畴,进而变成能够彰显科技水准、节能成效以及美学价值的关键途径。幕墙设计和施工的水平会对建筑性能以及使用感受产生直接影响,其功能包含了隔热、保温、防水、防风以及采光调节等诸多方面,并且借助合理的节点以及材料组合来提高能效。伴随着新型材料、智能控制以及数字化设计的应用情况,幕墙设计正从单纯的保护作用朝着环境调控以及视觉表达的方向发生转变。本文将会从理论基础、创新核心、技术策略以及发展趋势等多个层面来对现代房屋幕墙设计的创新与实践展开系统分析,以此

给相关研究以及工程应用给予一定的参考依据。

1 幕墙设计的理论基础

幕墙属于建筑外立面的一种独立承重或者非承重系统,其理论根基主要涉及结构力学、热工性能、建筑美学还有可持续设计理念等方面。从结构角度来讲,幕墙得确保自身在风荷载、地震力以及温度应力等因素作用之下具备稳定性和安全性,并且要合理地将荷载分散到主体结构之上。就热工性能而言,幕墙设计要同时考虑隔热、保温、防止冷桥效应以及满足气密性要求这些方面,借助合理选用材料以及优化构造节点的方式来达成室内热环境的稳定状态。在美学层面,幕墙不但是建筑立面上的视觉关注点,而且还肩负着建筑师用来表达设计意图以及文化理念

的功能,其形式、色彩、材质以及光影效果等各个方面都需要和整体建筑风格相互协调一致。近些年来,可持续发展理念慢慢融入到了幕墙设计当中,凭借节能环保材料、双层或者多层幕墙系统以及光伏一体化设计等方式,实现降低能源消耗以及把环境影响降到最小化的目的。理论基础所具有的深厚程度给幕墙设计创新给予了稳固的支撑,同时也为在实际工程里处理结构、能效与美学之间的平衡问题提供了相应的办法依据。

2 幕墙设计的创新核心

2.1 功能导向与材料优化

现代幕墙设计的创新关键在于精准确定功能定位以及科学优化材料。随着建筑领域对舒适性、节能性以及美学方面的要求不断提高,幕墙不再仅仅担负传统意义上的防护功能,而且还得达成光热调节、噪声控制、自然通风以及环境舒适性优化等多项目标。材料的选择在此过程中发挥着极为重要的作用,新型复合材料、高性能玻璃、轻质金属还有功能化涂层的运用,让幕墙在确保强度以及安全性的情况下,可达成轻量化、耐久性以及节能性能的提高。就好比在高层建筑当中,玻璃幕墙和金属框架经过合理搭配之后,既能够给予良好的透光性以及视觉通透性,又能够保证结构的稳固性以及抗风压性能。与此幕墙材料的热导率、透光率、吸热系数以及反射率等相关参数也需要科学地去选择,以此来促使建筑整体的能耗水平得以降低,并且改善室内的微环境。并且,功能导向的设计理念规定在对材料进行优化的时候,还得兼顾施工的可行性以及维护的便利性,达成从设计环节到建造环节再到运维环节全周期的优化。凭借对材料性能以及功能需求展开的综合剖析,现代幕墙设计可以在技术层面与艺术层面之间找到平衡点,给建筑赋予更为智能化且高效的外立面系统。

2.2 防水保温与气流平衡

幕墙的防渗、保温设计是考量使用者感受及建筑能耗的重要前提,可以采取增强幕墙密封体系以及在保温材料的选用上发力,以减小冷热桥效应中的热量传递及室内外水汽等阻碍通过的现象。以构造节点的合理处理为基础,使幕墙既具备密封性的前提下确保排风、通风换气以及室内和室外微环境氛围的平衡。对于高层建筑来讲,幕墙具备完备的排水、防水体系对强风大暴雨的作用有效抵御。在不同地区针对不同气候特征的调整,同时也应在保温厚度以及面板的透气度上取得良好的平衡,保证保温的同时兼顾室内的空气质量。此外,在方案的初始设计阶段还应当注意幕墙对暖通设备等的配合工作,通过合理组织气流、温度等控制模式,从整体层面上优化建筑的能效水平。

3 幕墙设计的技术创新与实践策略

3.1 新型材料开发与工程应用

在现代幕墙设计方面,材料创新充当着提升建筑性能以及设计多样性的关键推动力量。传统幕墙大多依靠普通玻璃、铝合金还有石材等材料,然而新型材料不断取得发展,这就给幕墙赋予了更多的功能方面的可能性。像高性能复合玻璃、低辐射玻璃以及热反射玻璃这类材料,它们一方面能够对透光性加以改善,另一方面也能让隔热性得以提升,并且还能够很大程度上减少建筑的能耗情况。轻质高强铝合金、钛镁合金以及碳纤维复合材料等的应用情况,使得幕墙系统在确保自身结构强度的前提之下,成功地减轻了自身的重量,进而提升了施工的效率以及结构的安全性程度。与之功能性涂层材料以及智能膜材料的引入,促使幕墙拥有了光学调节、光伏发电、抗菌以及防污等多种综合的功能,这在很大程度上拓展了幕墙所适用的场景范围以及其对环境的适应能力。在实际的工程应用过程当中,借助对材料性能参数展开严格的测试以及模拟分析的操作,是可以精准地预测出幕墙在不同气候状况以及使用条件之下的具体表现情况的,如此便能够为设计方案给出科学层面的依据。材料的可持续性同样是现代设计当中极为重要的考量因素,新型幕墙材料的循环利用率、生产过程中的能耗情况以及对环境产生的影响等因素,都被纳入到了相应的评估体系当中,以此来确保材料创新在提升技术性能的也能够契合绿色建筑的发展方面的相关要求。凭借着系统化的材料研发工作以及工程应用方面的实践操作,现代幕墙设计便能够达成功能性、节能性以及可持续性三者的统一状态。

3.2 数字化设计与信息化协同管理

随着建筑信息化技术不断发展起来,数字化设计以及信息化管理在幕墙设计方面的应用变得日益普遍起来,已然成为提升设计精度、施工效率以及运维管理水平的关键手段。建筑信息模型(BIM)技术能够让设计师在虚拟环境当中构建出完整的幕墙三维模型,把结构、材料、节点以及施工信息都整合到同一个平台之上。借助BIM模型,能够在设计阶段对幕墙的受力状态、热工性能、风压响应以及光学效果加以模拟,从而提前察觉到潜在的问题,降低施工阶段出现返工以及设计冲突的情况。与此信息化管理手段会将设计、施工以及运维各个环节紧密地串联起来,达成项目全生命周期的管理目标。在施工阶段,依靠数字化控制以及进度跟踪,能够实时对安装精度、材料使用状况以及节点质量展开监测,保证工程能够按照设计要求保质保量地完成。在运维阶段,信息化系统可针对幕墙的温

度、湿度、变形以及光照等一系列参数实施监控,实现智能化的维护以及性能优化。数字化与信息化相互融合之后,不但提升了设计与施工的效率,而且还为建筑后期管理给予了科学且量化的数据支持,为现代幕墙技术创新筑牢了坚实的基础。

3.3 结构节点优化与力学性能提升

幕墙结构节点的优化设计属于极为关键的一环,它对于确保整个幕墙系统具备良好的安全性以及完备的功能性而言,有着不容忽视的作用。就传统的节点设计来讲,其常常会碰到诸如受力分布不均匀、密封性能欠佳以及温度应力出现集中等情况。然而现代的设计理念则借助力学分析手段以及结构优化方面的相关方法来针对节点展开更为科学合理的设计工作,进而达成将安全性、耐久性以及可施工性这三者有机统一起来的目的。凭借有限元分析这一技术以及三维建模的相关技术,能够对节点在受到风荷载、地震力还有温度发生变化等不同因素作用之下所呈现出的受力状态予以精准的模拟演示,从中找出那些应力集中的区域,并且对其采取相应的加固措施或者进行材料方面的优化处理。节点连接方式方面有所创新,像采用模块化装配的方式、实施弹性连接以及开展柔性密封处理等等,如此一来,幕墙便能够在确保自身具备良好的密封性能以及防水性能的基础之上,进一步去吸收因热膨胀、风荷载以及微小位移等因素所产生的影响,进而有效降低结构遭受损伤的程度以及后期维护所需要的费用。除此之外,节点设计还需要充分考虑到施工的便捷性,通过采用预制化以及标准化的构件设计形式,从而实现高效且精准的安装与定位操作。结构节点经过优化之后,不但使得幕墙系统的整体力学性能得以提升,而且还为高层建筑以及大跨度幕墙的安全可靠性给予了强有力的技术层面的保障,同时也给后续与维护以及改造工作创造出了较为有利的条件。

3.4 可持续理念下的绿色设计与建造

绿色建筑理念的引入,使得幕墙设计不再仅仅局限于单纯的结构以及装饰功能方面,反而成为了建筑节能以及环境保护极为重要的组成部分^[1]。可持续设计要求幕墙在材料选择、施工过程以及使用阶段均要尽可能地减少能源消耗以及环境负荷。具体来讲,幕墙系统借助优化玻璃透光率、反射率以及遮阳设计,达成自然采光与热量控制的平衡状态,进而降低空调以及人工照明的能耗。双层或者多层幕墙系统可以在保温、防水以及通风等方面实现更为高效的能源利用情况。与此绿色施工技术的应用,像低碳材料、模块化装配以及施工废料回收等,能够保证施工过

程对环境产生的影响达到最小化程度。在幕墙使用阶段,智能控制系统能够依据室内外气候条件自动调节遮阳、通风以及光照,实现建筑能效的动态优化效果。除此之外,绿色设计还着重强调材料的生命周期管理,涵盖材料的可再生性、耐久性以及维护成本等方面,确保幕墙系统在长期使用过程中能够持续保持高效、低耗以及环保特性。通过在设计与施工全流程当中切实贯彻可持续理念,现代幕墙既提升了建筑的功能性能,也为实现城市绿色发展目标给予了相应的技术支持。

4 幕墙设计的发展趋势与未来展望

4.1 智能化与数字化发展趋势

未来幕墙设计的发展趋势会将智能化与数字化技术充分融合起来。随着传感器、物联网以及人工智能技术变得愈发成熟,幕墙不再仅仅是一个单纯的被动外立面,而会变成一个能够实时感知环境变化,并且可以动态地去调节光照、通风以及温度的主动系统。智能幕墙能够依据日照情况、风速状况、室内温度状态以及能耗的具体情况来自动地调整玻璃的透光率,或者开启遮阳装置,以此达成对建筑环境的自适应调节效果^[2]。数字化设计以及信息化管理将会进一步地普及开来,BIM 以及数字孪生技术的应用会贯穿幕墙从设计阶段、施工环节一直到运维整个全生命周期,进而实现全程的可视化管理、数据化的决策以及性能方面的优化提升。未来的幕墙设计会有高度集成化、智能化的特点,让建筑变得更加节能、舒适并且具有可持续性,同时也赋予建筑更多的功能延展性,像光伏发电、空气净化以及环境监测等等相关功能。

4.2 节能环保与可持续发展趋势

随着全球节能减排以及可持续发展进程的不断推进,幕墙设计在节能环保层面所提出的要求变得日益严格起来。往后的幕墙系统会着重关注能量的自适应调节情况、对自然采光予以优化处理以及热能的回收事宜,并且要联合高性能材料、动态遮阳系统还有光伏技术一道,达成让建筑能耗降到最低的目的。可持续发展的理念还规定幕墙在设计阶段、施工阶段以及使用阶段都要尽力降低对环境造成的负荷,着重指出材料要能够实现循环利用,同时施工过程得朝着低碳化的方向去努力。建筑幕墙一方面要能够满足室内舒适性的要求以及美学方面的诉求,另一方面还得成为城市绿色建筑体系当中不可或缺的一部分,借助技术创新以及科学管理的方式,实现能源节约、环境保护与长期经济效益之间的协调统一。未来的绿色幕墙将会成为推动建筑行业可持续发展的重要核心技术手段,进而为城市建设给予智能、节能、环保的外立面解决办法。

5 结语

现代房屋建筑里的幕墙设计有创新且付诸实践,这说明其发生了从传统功能性转向综合性能以及可持续发展的变化。借助功能导向下对材料的优化处理、针对结构节点力学方面的优化举措还有绿色施工的相关策略,幕墙达成了结构安全以及环境舒适这两项目标,并且在建筑美学以及城市可持续发展方面都起到了关键作用。把数字化以及智能化技术运用到幕墙设计当中,能给出精度更高的解决方案,还能提高工作效率,同时也促使全生命周期管理模式得以构建起来。在未来,随着材料科学、智能控制以及绿色技术不断地发展,幕墙会成为现代建筑技术创新的

关键承载物,它的设计理念、技术手段以及实践策略都会持续地向前演进,以此来为达成高效、绿色且智慧的建筑目标给予强有力的支撑。

[参考文献]

- [1]夏起超.幕墙防火材料在房屋建筑工程中的应用[J].居舍,2024(12):49-51.
- [2]鄯晶,邹蓓.幕墙防火材料在房屋建筑工程中的应用[J].居舍,2024(27):40-42.

作者简介:宣昊松(1991.8—),男,汉族,籍贯:河南周口,职称:工程师,学历:本科,研究方向:建筑艺术设计。

钢结构建筑防腐涂装施工工艺及质量控制分析

黄晓锋

中国五冶集团有限公司, 四川 成都 610000

[摘要] 钢结构建筑在现代建筑里广泛应用, 这是由于它具有轻质高强、施工便捷等优势, 不过容易被腐蚀这一特性对其发展有重要制约作用。文章深入分析研究钢结构建筑防腐涂装施工工艺和质量控制情况, 先阐述钢结构建筑防腐涂装的意义和基本原理, 接着详细探讨钢结构建筑防腐涂装的施工工艺流程, 其中表面处理、涂料选择、涂装方法等关键环节都被涉及, 然后分析影响防腐涂装质量的主要因素, 例如环境条件、材料性能、施工技术, 最后提出一系列质量控制措施, 涵盖施工前的准备工作、施工过程中的监控以及施工后的检查与维护等。本研究旨在给钢结构建筑防腐涂装施工质量的提升、钢结构建筑使用寿命的延长提供理论指导和实践参考以推动钢结构建筑行业可持续发展。

[关键词] 钢结构建筑; 防腐涂装; 施工工艺; 质量控制; 涂料选择

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18029

中图分类号: TU831

文献标识码: A

Analysis of Construction Technology and Quality Control of Anti corrosion Coating for Steel Structure Buildings

HUANG Xiaofeng

China MCC5 Group Corp. Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract: Steel structure buildings are widely used in modern architecture due to their advantages of lightweight, high strength, and convenient construction. However, their susceptibility to corrosion has an important limiting effect on their development. The article deeply analyzes and studies the construction process and quality control of anti-corrosion coating for steel structure buildings. Firstly, it elaborates on the significance and basic principles of anti-corrosion coating for steel structure buildings. Then, it discusses in detail the construction process of anti-corrosion coating for steel structure buildings, including key links such as surface treatment, coating selection, and coating methods. Finally, it analyzes the main factors that affect the quality of anti-corrosion coating, such as environmental conditions, material properties, construction technology, etc. Finally, a series of quality control measures are proposed, covering preparation work before construction, monitoring during construction, and inspection and maintenance after construction. This study aims to provide theoretical guidance and practical reference for improving the quality of anti-corrosion coating construction and extending the service life of steel structure buildings, in order to promote the sustainable development of the steel structure construction industry.

Keywords: steel structure building; anti corrosion coating; construction technology; quality control; paint selection

引言

全球建筑业发展过程中, 钢结构建筑展现出强劲增长态势, 最新行业数据显示, 2022 年全球钢结构市场规模达 1732 亿美元, 到 2027 年预计能增长至 2305 亿美元, 年复合增长率大概 5.9%, 中国钢结构建筑行业也是蓬勃发展, 2023 年市场规模突破 8000 亿元人民币, 在商业建筑、工业厂房、体育场馆以及高层建筑等领域广泛应用, 钢结构建筑很轻但强度却很高, 能将建筑自重减轻 30% 以上, 并且抗震性能佳、施工周期短, 是现代建筑的重要

组成部分。

钢结构建筑的使用寿命和安全性能被钢材固有的易腐蚀特性严重制约着, 研究显示全球钢结构建筑业每年因腐蚀遭受的经济损失超 3000 亿美元, 在 GDP 里约占 3.4%, 而且环境恶劣时, 钢结构没加防护的话, 其年腐蚀率能达到 0.1~0.2mm, 这对结构安全影响很大, 所以要保证钢结构建筑长期安全稳定, 高效的防腐涂装技术相当关键, 因为这技术不但能把钢结构使用寿命延长 15~20 年, 还能让维护成本降低 40% 还多, 所以本文想系统地探讨钢

结构建筑防腐涂装施工工艺和质量控制方法,为解决现今行业面临的技术难题提供办法,给钢结构建筑可持续发展提供理论依据和实践经验,通过深入分析表面处理技术、涂料选择策略、施工工艺优化以及质量控制系统来探寻提高防腐涂装施工质量和延长钢结构建筑使用寿命的好法子。

2 钢结构建筑防腐涂装的重要性与现状

2.1 钢结构建筑防腐的必要性

钢结构建筑防腐对建筑的安全性、耐久性和经济性来说是关键的一环,从材料科学的角度看,钢铁在自然环境下并不稳定,很容易跟氧气、水分产生氧化反应从而产生锈蚀产物,近期的研究数据显示,普通碳素结构钢要是没经过防腐处理的话,在工业大气环境下的腐蚀速率能达到0.12mm每年,在海洋大气环境下甚至可以达到0.2mm每年,像典型的H型钢构件,大概5~10年时间结构性能就可能下降30%还多,2021年有个涵盖15个国家的调查表明,钢结构建筑维修费用平均在建筑全生命周期总成本里占18%~24%,这是由于腐蚀引起的,不过有效的防腐措施能让这个比例降到8%以下且经济效益很明显,并且腐蚀还会使钢结构的承载能力、刚度和延性降低,让结构失效的风险变大从而威胁人员安全,所以钢结构建筑里防腐工作的意义非常重要且无法替代。

2.2 防腐涂装在钢结构建筑中的应用现状

钢结构建筑防腐涂装是全球范围内应用广泛的最主要防腐技术且技术日渐成熟,2023年发布的行业报告显示钢结构防腐技术里涂装防护占比超80%比其他如电化学保护、金属喷涂等技术高得多,并且近五年防腐涂料技术进步显著重金属含量可降50%以上、VOC排放能减60%、防腐性能提高25%~40%,现代防腐涂装系统从传统醇酸、环氧体系发展成含有有机硅、富锌、氟碳、纳米复合等高性能材料的且使用寿命从之前的5~8年延长到15~20年,应用领域方面2019年环保型水性涂料市场份额28%到2023年增长到了42%表明行业朝着绿色可持续方向变,不过中国钢结构防腐涂装市场还存在区域发展不均衡、技术标准体系不完善的问题并且高端涂料大概35%得靠进口在超长寿命、极端环境适用性等方面和国际先进水平还有差距。

2.3 防腐涂装面临的主要挑战

在实际应用中,钢结构建筑防腐涂装面临诸多技术和环境方面的挑战,中国建筑金属结构协会最新数据表明,2019到2023年中国钢结构建筑每年因腐蚀产生的直接经济损失占GDP约3.5%,金额达数千亿人民币之多,其中环境因素恶劣复杂是首先面临的挑战,在沿海地区和工业

区尤甚,由于这些地方盐雾浓度高、湿度大且污染严重,使得钢结构腐蚀速度加快,并且我国北方地区冬季温差能达到50°C以上,致使涂层开裂失去效用,另外工业污染物像SO₂、NO_x等酸性气体对涂层的侵蚀越来越严重,2022年调查结果显示,工业区钢结构涂装寿命较设计值平均缩短了30%。

技术层面的挑战也得重视,高性能环保涂料的开发和应用就是其中之一,2020年《挥发性有机物排放标准》施行后传统高VOC含量涂料被淘汰了,虽然水性、高固体分、粉末这类环保涂料兴起但它们在耐久性和施工适应性上有欠缺,2023年行业报告显示环保型涂料在极端环境下防腐效果比传统溶剂型平均低15%~20%,而且施工工艺的标准化和自动化水平需要提高,统计显示大概65%的涂装失效是施工质量问题造成的,在复杂构件和难于到达的部位尤其如此,此外涂装系统设计与材料选择不够科学、新型复合材料和钢结构连接处防腐措施研究不足也让防腐涂装面临重大挑战^[1]。

3 钢结构建筑防腐涂装施工工艺

3.1 表面处理技术

钢结构防腐涂装中,表面处理不仅作为首要环节,更是质量的基础,且涂层附着力和防腐效果直接受其处理质量的影响。2022年国际腐蚀工程师协会研究数据表明,超65%的涂层早期失效源于表面处理不当。当下,喷砂(占比大概45%)、抛丸(占比大概30%)以及手工/动力工具清理(占比大概25%)这三种方法在表面处理里应用最为广泛,其中喷砂处理能将表面清洁度达到Sa2.5~Sa3级,使表面粗糙度处于50~100μm之间,从而给涂料提供良好的机械咬合基础,并且2021年发布的比较研究显示,经喷砂处理后,涂层附着力比手工处理高3~5倍,防腐寿命也延长了约2.5倍。

表面处理工艺流程有四个主要步骤,即用碱性清洗剂或者有机溶剂去除油污、拿机械或者化学方法把氧化皮和锈蚀去掉、进行粗化处理以形成合适的表面粗糙度以及用吹扫或者真空吸尘的方式除尘,近年超高压水射流(压力大于2000bar)和干冰喷射这类环保型表面处理技术发展很快,不但让粉尘和噪声污染减少了,而且其适用范围也从新建建筑扩展到了既有建筑的维修工程,表面处理完后要在4h内(湿度超85%时需在2h内)涂装底漆,否则表面会再次氧化且这对防腐效果极为关键。

3.2 涂料选择与配比

防腐涂装系统的有效性关键在于科学选择防腐涂料并确保正确的配比。最新市场分析表明,环氧类涂料由于

附着力、化学稳定性佳且成本效益高,仍占防腐涂料市场份额约 38%,聚氨酯面漆因耐候性和装饰性能不错,在顶层涂装中的应用比例达到 42%,而氟碳、有机硅这种新兴涂料使用寿命超长(20 年以上),所以在高端项目的应用自 2019 年的 8%到 2023 年增长到了 15%。选涂料得考虑环境腐蚀性(依据 ISO12944 标准分成 C1~C5 五个级别)、预期使用寿命、施工条件等因素,就像在 C4~C5 这种高腐蚀环境中,富锌底漆(锌含量不能低于 80%)加环氧中间漆再加聚氨酯面漆的三涂层体系效果最好^[2]。

在涂料配比上得按照产品技术说明书严格操作,因为像环氧、聚氨酯这类双组分涂料主剂和固化剂的配比是关键参数,一旦有超 5%的偏差就明显影响固化反应和涂层性能,2023 年实验研究表明环氧涂料配比偏差达 10%时附着力会降大概 25%且耐腐蚀性能也会减少约 35%,并且稀释剂添加量也要严格把控,通常不能超过 5%~10%,要是加得过多的话涂层厚度不够且防腐性能也会跟着下降,还有近些年无溶剂或者低 VOC 涂料由于环保方面的优势应用增长很快,不过它们施工参数控制更严格、施工窗口期更短且对施工人员技术要求更高,这是当下行业面临的一个技术挑战。

3.3 涂装施工方法

涂装施工效率和涂层质量直接受涂装施工方法选择的影响,在现代钢结构防腐工程里,无气喷涂(约占 55%)、空气喷涂(约占 20%)、辊涂(约占 15%)、刷涂(约占 10%)是比较常见的涂装施工方法,其中无气喷涂效率高、涂层均匀且能用于高粘度涂料施工(效率是刷涂的 5~7 倍),所以大面积钢结构防腐时它被首先选用,2022 年工程统计数据显示,典型无气喷涂设备日施工面积达 800 到 1200m²,和其他方法比起来要高出不少,并且最新款的双组分无气喷涂设备可自动混合涂料成分,这大大减少了材料浪费和人为失误,从而提高了涂装质量。

涂装施工时得严格把控关键参数,环境温度以 10~35°C为宜且相对湿度要低于 85%,还要确保钢材表面温度比露点至少高 3°C,2021 年有项针对 335 个防腐工程的调查表明大概 27%的涂层早期失效是由于没遵守环境参数要求,另外涂层厚度的控制也相当重要,单道湿膜厚度偏差一般不能超过 ±10%,像焊缝、边角、螺栓这类复杂构件部位,必须用上条带涂装技术来强化防护且这些地方的涂层厚度要比平面部位增加 20%~30%,这几年大型钢结构制造中喷涂机器人的应用越来越多,数据显示这能将涂层均匀性提高大约 35%并让材料浪费减少约 25%,这是行业未来的发展方向。

3.4 多层涂装系统的应用

现代钢结构防腐都配备多层涂装系统,各涂层各有职责且协同起来形成防护体系,这种涂装系统典型时有底漆、中间漆和面漆组成。底漆直接跟钢材表面接触,主要是提供附着力和阴极保护功能,富锌底漆(含锌量 80%~95%)依据电化学保护原理能明显提高防腐性能,在 C4~C5 级高腐蚀环境中用得很多,2023 年的实验数据显示,富锌底漆能让涂层系统在盐雾环境下的耐腐蚀时间延长 2.5~3 倍。中间漆负责给系统建立屏障保护和厚度,一般用高固体分环氧树脂,填料含量能达到 30%~40%,从而形成致密阻挡层^[3]。面漆提供耐候性、装饰性和特殊功能性,例如聚氨酯面漆耐紫外线性能很好,氟碳涂料使用寿命超长。

多层涂装系统施工时要着重保证层间附着力并控制好整体厚度,每层涂料施工之前需确认前一层已达重涂间隔要求的时间段(通常是处于指触干燥到完全固化之间),若超出最大重涂间隔(一般为 7~14d,不同涂料类型有所差异)就需打磨处理以确保层间附着力,另外涂层总厚度也要严格把控,拿三道涂层体系来说,在 C5 环境下总干膜厚度往往得达到 280~320μm,近几年随着高固体分和低 VOC 涂料系统发展起来,所以在某些应用场景下双层乃至单层涂装系统成为可能,像带有自固化聚合物技术的新型环氧涂料就能实现 120~150μm 单层厚涂,既能保证防护性能又简化了施工流程且降低了人工成本,这是防腐涂装技术创新发展的方向。

4 钢结构建筑防腐涂装质量控制

4.1 施工前的质量控制措施

整体防腐效果的关键在于钢结构建筑防腐涂装施工前的质量控制,中国建筑金属结构协会最新统计数据显示,2019—2023 年国内钢结构建筑每年平均增长率为 14.7%,若施工前质量控制措施完善则防腐涂装寿命能平均延长 30%以上,所以施工前需先建立完善的质量管理体系并制定详细施工方案与质量控制计划以明确各环节技术参数和质量标准,其次要严格检验涂料如成分分析、附着力测试、耐候性能评估等以保证涂料合乎设计要求和相关标准规范,并且还要评估控制施工环境,像温度、湿度、风速这些环境因素都要监测,从而让施工环境符合涂装工艺要求。

施工人员在上岗施工作业之前得接受专业的培训以提升自身的技术水平与质量意识,且设备和工具的检查以及校准工作也不能被落下以便保证其性能稳定可靠,同时材料进场时要严格验收并建立起完善的追溯机制以记录好所有原材料的来源、批次、性能参数等信息,此外施工

前还要做小面积试涂来评估涂装效果并及时调整施工参数从而给大面积施工提供可靠的依据,有了这些措施就能有效降低施工质量风险并给后续施工打下坚实的基础。

4.2 施工过程中的质量监督

在钢结构防腐涂装施工中,质量监督是保证防腐效果的关键环节,中国建筑科学研究院2022年发布的《钢结构建筑涂装质量调查报告》表明有全程质量监督的项目,防腐涂装质量合格率能提高23.5%且工程返修率可降低18.7%,所以要构建起多层次监控体系,把自检、互检、专检和第三方检测结合起来,重点监控表面处理质量、涂层厚度、涂装均匀性、层间附着力这些关键指标,现场监督人员要用表面粗糙度仪、涂层测厚仪、附着力测试仪等专业仪器设备实时监测并详细记录,以让每道工序都合乎技术要求。

施工过程中得格外重视环境参数的监控,因为温度、湿度、风速等因素对涂装质量影响很大,行业数据表明2021年之后超65%的钢结构防腐涂装质量问题源于环境没控制好,所以要建立环境参数实时监测系统,环境条件不符合要求时就得赶紧调整施工安排或者采取相应防护措施,而且涂装时涂料配比、固化时间、层间间隔等各项参数必须严格按工艺要求来并建立起完善的检查记录,只有通过科学有效的施工过程监督才能及时发现和纠正施工偏差,从而保证防腐涂装质量稳稳当当、靠得住^[4]。

5 结论

保障钢结构建筑的安全并延长其使用寿命的关键技术环节在于钢结构建筑的防腐涂装施工工艺以及质量控制,本研究系统分析了防腐涂装施工工艺流程且深入探讨了质量控制措施,得出如下结论:钢结构防腐涂装的质量控制需覆盖施工前后和施工中的全过程并构建闭环管理体系,施工之前要着重做好材料选择、环境评估以及人员

培训这些准备工作,施工期间得建立多层次的质量监督机制以对关键技术参数进行实时监控,施工之后要全面检验评估质量并制定科学的维护计划,钢结构防腐涂装技术在我国虽然形成了比较完善的体系,但在新材料应用、施工智能化、绿色环保等方面还有提升的空间。

2023年中国钢结构协会进行了行业调查,结果显示在钢结构建筑防腐涂装施工质量问题上,表面处理不达标占37.2%、涂层厚度不均占25.6%、环境控制不当占21.8%,所以质量控制的重点还是放在基础施工工艺的规范执行方面,并且以后钢结构防腐涂装领域要加强对新型环保涂料的研发应用、推动施工过程朝着数字化和智能化监控发展、构建更科学的质量评估体系,依靠技术创新与管理优化提升钢结构建筑防腐涂装整体质量水平和使用寿命,促使钢结构建筑行业向着更安全、环保、经济的方向发展,从而为建筑业可持续发展贡献力量^[5]。

[参考文献]

- [1]王宏宾.钢结构桥梁工程防腐涂装工艺及质量控制措施[J].大众标准化,2023(24):31-33.
 - [2]才宝山.大型钢结构桥梁工程腐蚀防护的涂装工艺及质量控制[J].工程建设与设计,2021(12):136-138.
 - [3]郭震,张志喜.装配式钢结构工程防腐涂装施工技术质量控制研究[J].工程质量,2023(9):76-79.
 - [4]李科.钢结构拱桥涂装施工工艺及质量控制[J].居舍,2018(34):68-69.
 - [5]刘杨.钢结构建筑防腐施工技术及其质量控制策略[J].全面腐蚀控制,2022(5):130-131.
- 作者简介:黄晓锋(1989.3—),毕业院校:江南大学太湖学院,所学专业:土木工程,当前就职单位:中国五冶集团有限公司,职务:项目施工经理,职称级别:中级工程师。

建筑监理在绿色建筑施工中的应用与实践

任泽凯

九易庄宸科技(集团)股份有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 伴随全球环境问题变得愈发严峻起来, 绿色建筑已然成为可持续发展理念极为重要的具体呈现形式, 进而逐步转变成了建筑行业发展的主要趋势所在。绿色建筑施工, 一方面着重于建筑在整个生命周期当中的节能事宜、环保方面以及资源的循环利用情况, 另一方面还特别关注居住者自身的健康状况以及所处环境的舒适程度。其在施工方案的审核环节、施工过程的监管阶段、材料的验收流程以及节能与环保方面的控制等各个不同环节, 对于确保绿色建筑施工的质量、达成设计所期望达到的意图以及实现可持续发展的目标而言, 都有着不容忽视的重要意义。文中在对绿色建筑的概念以及施工特点加以细致梳理的基础之上, 同时对施工监理过程当中存在的诸如法规层面的问题、专业能力方面的问题以及信息沟通方面的问题展开了相应的探讨, 并且相应地提出了诸如完善法规标准、提高监理人员的整体素质、搭建信息化与智能化的平台等一系列改进的策略, 以此来为绿色建筑施工质量的提升给予一定的理论层面的参考以及实践操作方面的指导。

[关键词] 绿色建筑; 建筑监理; 施工管理

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18023

中图分类号: TU712

文献标识码: A

Application and Practice of Building Supervision in Green Building Construction

REN Zekai

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

Abstract: With the increasingly severe global environmental problems, green buildings have become an extremely important concrete manifestation of the concept of sustainable development, gradually transforming into the main trend of the development of the construction industry. Green building construction focuses on energy conservation, environmental protection, and resource recycling throughout the entire lifecycle of the building, while also paying special attention to the health status of residents and the comfort level of the surrounding environment. Its various stages, such as the review of construction plans, supervision of the construction process, material acceptance procedures, and control of energy conservation and environmental protection, are of great significance for ensuring the quality of green building construction, achieving the expected design intent, and achieving sustainable development goals. On the basis of a detailed review of the concept and construction characteristics of green buildings, the article also explores the problems that exist in the construction supervision process, such as regulatory issues, professional competence issues, and information communication issues. Correspondingly, a series of improvement strategies are proposed, such as improving regulatory standards, enhancing the overall quality of supervision personnel, and building information and intelligent platforms, in order to provide theoretical reference and practical guidance for the improvement of green building construction quality.

Keywords: green building; construction supervision; construction management

引言

随着全球生态环境不断恶化, 节能减排政策也持续推进, 建筑行业面临严峻挑战与难得机遇。绿色建筑兴起体现建筑技术发展走向, 也是达成可持续发展和社会责任的重要途径, 在绿色建筑建设期间, 施工环节对于实现设计理念、技术规范以及环境要求极为关键, 建筑监理作为施工管理核心职能, 其科学性、专业性和规范性对绿色建筑施工质量与整体效果

有直接影响。当下我国绿色建筑施工监理处在探索阶段, 存在法规标准不完善、监理人员专业能力欠缺、施工信息沟通不畅等问题, 本文通过对绿色建筑施工监理关键环节进行系统梳理, 分析存在问题并给出可行改进对策, 期望能为绿色建筑施工监理实践给予理论支撑与方法指引。

1 绿色建筑的特点

绿色建筑是一种全新的建筑理念和发展模式。它不仅

具备节能环保的特点，还注重以人为本以及可持续发展。绿色建筑在建筑的整个生命周期都致力于最大限度地减少对环境的负面影响。如积极探索并应用各种节能技术与可再生能源来降低建筑的能耗和碳排放。同时还强调资源的循环利用，从建筑材料的选择到施工过程中的废弃物管理，都秉持着节约资源、减少污染的原则。而且绿色建筑还强调“以人为本”的理念。除了关注环境效益，绿色建筑也高度重视居住者的身心健康和生活品质。通过优化建筑布局、采用环保材料、改善室内通风和采光等措施，绿色建筑能够有效提升居住者的舒适度，降低对人体健康的潜在风险。更重要的是，绿色建筑倡导可持续发展理念，它不仅仅关注建筑本身，更着眼于建筑与周边环境的和谐共生，追求建筑的全生命周期内的环境友好和资源节约，最终目标是实现人、建筑与自然的和谐统一，为子孙后代留下更加美好的生活环境。

2 绿色建筑施工监理的关键环节

2.1 设计与施工方案审核

在绿色建筑施工期间，设计以及施工方案的审核属于监理工作的关键环节，这同时也是保证建筑项目契合节能、环保并且满足可持续发展要求的关键保障所在。监理人员应当依照绿色建筑相关标准、设计图纸还有施工技术规范等，针对施工方案展开全面细致的审查，审查涉及的方面包含建筑结构方案、施工工艺流程、材料选取以及施工进度安排等。在整个审核进程当中，监理人员一方面要留意施工的可行性以及安全性，另一方面还需要着重对方案是否符合绿色建筑节能指标、资源循环利用的要求以及环境保护标准加以评估。比如说，在建筑节能技术的应用方面，监理得保证所选定的方案可以最大限度地利用可再生能源，并且能够削减建筑能耗，与此同时还得考量施工阶段有可能出现的环境影响以及污染防控举措。借助严格的设计与施工方案审核，监理工作便能够提前察觉到潜在的问题，避免在施工阶段出现与绿色建筑理念不相符的行为，进而为施工顺利推进筑牢稳固的基础。

2.2 施工过程中的质量、环保与安全监管

施工过程的监管属于绿色建筑监理当中极为关键的一个环节，其中涵盖了诸如质量控制、环境保护以及施工安全等诸多方面的相关内容。就质量监管来讲，监理人员务必要依据设计图纸以及技术规范来对施工工序、施工方法还有材料施工质量展开全程的监督工作，以此来保证结构安全性以及施工精度都能够契合相关的要求。与此在环保监管这块，监理得要对施工现场的扬尘治理情况、噪声控制状况、施工废水处理事宜以及施工废弃物管理工作予

以监督，从而让施工过程对环境所产生的负面影响得以尽可能地减小，而且要与国家以及地方的环保政策相吻合。在安全管理方面，监理人员应当去构建施工安全制度，推动施工单位切实落实安全防护方面的措施、防火防爆的相关规定以及现场应急管理方面的要求，尽最大努力把施工事故发生的风险给降下来。凭借对施工过程加以严格的监管，建筑监理便能够促使绿色建筑施工在质量、环境以及安全等诸多方面都能够达成预期的标准，进而实现具有可持续发展特性的施工目标。

2.3 材料选用与验收管理

材料的选用以及验收管理属于绿色建筑施工监理里的关键环节，它和建筑的节能成效、环保特性还有使用寿命有着直接关联。监理人员要依照绿色建筑的相关标准以及设计方面的要求，仔细审查施工材料的环保属性、是否具备可再生特性以及其性能指标，务必要让所使用的材料能够契合节能环保方面的规定并且满足安全方面的规范。在开展材料验收工作的过程当中，监理需要对材料的规格、数量、生产厂家所具备的资质以及出厂时的检验报告展开核查，并且要全程监督施工单位认真执行材料存储、运输以及使用环节的规范要求，防止因为材料方面的问题致使施工质量出现偏差或者引发环境污染情况的发生。除此之外，对于那些关键的节能与环保材料，像高性能的保温材料、节能门窗以及可再生能源设施这类，监理人员得开展专项检查工作，要确保在施工期间材料的安装方式以及施工工艺都与设计初衷相吻合，进而切实保障绿色建筑的整体性能以及可持续发展的目标得以实现。

3 绿色建筑施工监理存在的问题

3.1 监法规与标准不完善

虽然我国绿色建筑的发展速度较快，然而与之相关的监法规以及技术标准却有着不少欠缺之处，这些欠缺对监理工作的科学性与规范性形成了极为严重的制约作用。现有的建筑监法规大多是以前传统建筑的质量、安全以及施工管理作为核心内容来展开的，缺少针对绿色建筑那些特殊要求的具体规定，像节能设计指标、可再生能源利用情况、材料的环保性能还有施工过程中的生态管理等方面都未涉及，如此一来，监理在实际执行的时候就缺少明确的依据。在施工实践当中，不同地区、不同单位对于绿色建筑施工要求的理解以及执行情况存在着种种差异，这使得绿色建筑施工的质量以及节能环保的效果很难做到统一的评估与保障。这样的法规与标准的不完善状况，既增加了监理工作的诸多不确定性，又对绿色建筑施工的整体质量以及可持续发展水平产生了影响，所以急需建立起统

一、科学并且具备可操作性的监理标准体系，以此来指导监理工作能够科学地开展起来。

3.2 监理人员专业能力与培训不足

绿色建筑施工存在着复杂性与专业性的特点，这就要求监理人员得具备较高的技术素养以及相应的专业知识。不过当下有一部分监理人员在节能、环保还有绿色建筑相关技术方面所储备的知识是不够的，他们对于新型绿色施工工艺、节能设备以及可再生资源设施也缺乏较为深入的理解，而这种情况直接对监理工作的效率以及施工质量的控制水平产生了影响。而且绿色建筑施工监理培训体系到现在还不完善，现有的培训大多只是停留在理论知识层面，并没有针对施工现场的实际操作、节能环保技术的应用以及施工全过程的控制展开系统的训练。监理人员的专业能力以及培训存在不足，所以在施工过程当中出现的问题往往无法及时地被发现并加以纠正，进而使得绿色建筑施工的目标很难以完全达成。所以提升监理人员的专业素质以及培训水平，是保证绿色建筑施工质量以及实现可持续发展的一个关键环节。

3.3 施工监理信息不对称与沟通问题

在绿色建筑施工期间，施工单位、设计单位还有监理单位相互间的信息交流常常会出现不对称以及滞后的状况，这对施工过程的高效管理产生了影响。监理人员于施工现场得掌握较为完备的施工信息，像施工工艺、材料使用的情形、设备运行的数据以及施工环境影响评估等方面的信息，不过因为信息采集的渠道不够通畅或者信息共享的机制并不完善，所以监理对于现场实际情形的掌握存在滞后情况，致使部分施工问题没能及时地被发现或者纠正过来。与此施工单位和监理单位在对绿色施工理念的理解、技术实施的具体细节以及节能环保目标方面的沟通上同样存在着偏差，这给施工过程的标准化以及规范化带来了影响。信息不对称加上沟通不顺畅，这就让绿色建筑施工监理在质量控制、节能管理以及环保监督这些方面都面临着诸多挑战，所以说构建高效的信息共享以及沟通机制就显得格外重要了。

4 绿色建筑施工监理改进对策

4.1 完善绿色建筑监理法规与标准

现阶段法规与标准存在不完善情况，所以要加快绿色建筑监理相关制度的建立和完善。制定涵盖绿色建筑全生命周期的监理标准和操作规范，包含设计审核、施工质量、节能环保、材料管理以及施工安全等方面的具体要求。建立统一的绿色建筑质量评价体系和监督机制，让监理人员在施工管理过程里有明确的操作依据和参考标准。加强政

策指导和地方性标准的衔接，保证不同地区的绿色建筑施工监理工作能在同一框架下有序开展，提升施工管理的科学性、规范性和可操作性，给绿色建筑施工提供坚实的法规保障。

4.2 提升监理人员专业素质与培训水平

绿色建筑施工监理对人员的专业能力有着更高的要求，所以务必要构建起系统的培训以及能力提升方面的机制。应当借助岗位培训、技术研讨、现场观摩还有技能考核等多种多样的形式，来促使监理人员在绿色施工工艺、节能设备、可再生能源设施以及环保管理等诸多方面实现综合素质的提升。与此可以引入行业认证体系，针对监理人员开展绿色建筑专项认证工作，以此提升其专业能力并且提高职业水准^[1]。经过持续不断的培训以及能力的提升，监理人员才能够更为精准地去识别施工当中存在的潜在问题，科学且有效地落实监理措施，进而切实有效地保障绿色建筑施工质量以及节能环保目标得以达成。

4.3 构建信息化与智能化监理平台

信息化以及智能化技术的应用，乃是提升绿色建筑施工监理效率以及科学水平的关键手段。借助构建施工监理信息平台这一方式，能够达成施工现场数据的实时采集、分析以及共享，如此一来，监理人员便可以随时知晓施工进度、材料使用状况、节能设备运行情形以及环境指标等方面的情况，进而及时察觉问题并且采取纠正举措^[2]。与此还能够凭借 BIM、物联网、大数据等技术来实现施工过程的模拟与预警，以此强化监理的预测性以及决策支持能力。信息化与智能化平台一方面提升了监理工作的透明度与效率，另一方面也为绿色建筑施工的整个过程赋予了科学化、精细化的管理手段，从而实现了对施工质量以及节能环保目标的双重保障。

4.4 加强绿色施工全过程管理

绿色建筑施工的关键点在于对整个过程中的质量以及环保加以把控，所以监理工作的范围应当涵盖从施工准备环节、主体施工环节一直到竣工验收环节的所有方面。在施工准备这个阶段当中，监理需要参与到施工方案的审查工作之中，同时还要涉及材料的选择事宜以及施工技术方面的预先控制，以此来保证在施工正式开始之前的各项准备工作都能够契合绿色建筑所设定的相关标准。进入主体施工阶段之后，监理就需要着重强化针对工序的管理举措、质量控制方面的相关工作、节能环保方面的有关事项以及安全监督方面的具体事宜，并且要及时地去发现其中存在的各类问题，随后采取相应的整改措施予以解决^[3]。等到竣工验收阶段的时候，监理得针对建筑的质量状况、

节能指标的具体情况以及环保措施的实际落实情况展开全面且细致的评估工作，从而确保建筑最终呈现出的性能能够与设计时所确立的目标相吻合，同时也能够满足绿色建筑所规定的各项标准要求。凭借对整个施工过程实施严格的监理举措，是能够达成绿色建筑施工在质量保障、节能环保以及可持续发展等方面所设定的目标的，进而也为建筑行业朝着绿色转型的方向发展给予了强有力的支撑。

5 结语

绿色建筑施工监理是达成节能、环保以及可持续发展这一目标的关键环节，在整个施工进程里起着无可取代的作用。凭借对设计方案予以审核、对施工过程中的质量以及环保状况展开监管、对材料选用与验收管理实施全过程的监控，监理工作可切实有效地保证绿色建筑施工的质量，并促使施工目标得以实现。不过，当下监理工作依旧存在法规标准不够完善、专业能力有所欠缺以及信息不对称等

诸多问题，有必要借助完善法规标准、提高专业素质、搭建信息化与智能化平台以及强化全过程管理等一系列举措来加以改进。在未来，伴随绿色建筑技术的不断发展以及监理体系的持续完善，建筑监理将会在推动绿色建筑实现高质量施工、达成建筑可持续发展以及生态环境保护等方面发挥出更加重要的作用。

【参考文献】

- [1]姜绪明.建筑监理在绿色建筑施工中的应用与实践[J].城市建设理论研究(电子版),2024(33):176-178.
- [2]陈俊.探讨建筑工程绿色监理的实施[J].低碳世界,2019,9(8):184-185.
- [3]夏理政.浅谈绿色建筑工程监理控制要点[J].建材发展导向,2025,23(18):130-132.

作者简介：任泽凯（1995.11—），毕业院校：河北工程技术学院，所学专业：工程监理，当前就职单位：九易庄宸科技（集团）股份有限公司，职务：员工，职称级别：初级。

新时期建筑结构的试验及检测分析

李跃

温州工程勘察院有限公司, 浙江 温州 325000

[摘要]高层建筑以及大型公共设施的建设发展速度较快,在此过程中,建筑结构的安全性成为了极为关键的核心问题。结构试验以及检测技术可对材料性能和整体承载力加以评估,从而给维修、加固以及健康监测等相关工作提供具有一定科学性的依据。文章全面且细致地分析了静力实荷与动力振动试验、非破坏性以及微破损检测、砌体与钢结构检测方法还有结构健康监测技术等方面的内容,并且结合高层建筑以及加固改造的实际应用情况,提出了关于优化检测策略的相关建议,以便能为现代建筑结构在设计、施工以及运维等方面的诸多工作给予相应的理论与实践方面的参考。

[关键词]建筑结构; 试验; 检测

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18015

中图分类号: TU317

文献标识码: A

Testing and Inspection Analysis of Building Structures in the New Era

LI Yue

Wenzhou Engineering Survey Institute Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325000, China

Abstract: The construction and development of high-rise buildings and large public facilities are progressing rapidly, and in this process, the safety of building structures has become an extremely critical core issue. Structural testing and inspection techniques can evaluate material properties and overall bearing capacity, providing a scientific basis for maintenance, reinforcement, and health monitoring related work. The article comprehensively and meticulously analyzes the contents of static load and dynamic vibration tests, non-destructive and micro damage detection, masonry and steel structure detection methods, and structural health monitoring technology. Combined with the practical application of high-rise buildings and reinforcement and renovation, relevant suggestions for optimizing detection strategies are proposed, in order to provide theoretical and practical references for the design, construction, and operation of modern building structures.

Keywords: building structure; experiment; detection

引言

建筑结构的安全状况和城市发展以及公共安全紧密相关。随着建筑的高度不断攀升,其功能也变得日益复杂起来,传统的检测手段已经很难契合现代工程的实际需求了,迫切需把静力实荷、动力振动还有非破坏性以及微破损检测等方法综合起来运用,以此达成精准的评估目的并发出风险预警。本文着重围绕着关键的试验技术、核心的检测方法,还有高层建筑以及加固改造在实践中的具体应用展开分析,目的是给建筑结构安全的评估与维护工作给予科学方面的参考依据。

1 新时期建筑主体结构检测的关键点

首先,建筑主体检查,无论是建筑养护,还是建筑维修与加固,均少不了建筑主体检测,影响到维修与加固方案的可行性,确保其真实可靠,用于评判结构的承载能力,

避免发生安全问题,是建筑评定、维修与加固工作十分必要的一方面。其次,建筑检测工作涵盖结构材料的力学性能与结构性能实荷的检测。根据结构类型,将建筑结构检测方法划分为混凝土结构与钢混结构等的检测等。对部分结构或构件,为了让结构从整体上获得受力性能与刚度,针对结构的整体性能,组织开展静力实荷检验。静力实荷检验分为承载力、破坏性及使用性能的检验;承载力检验,一般用于对结构承载力进行验证;破坏性试验,一般用于对结构实际承载力进行验证;使用性能检验,一般对规定荷的作用结构无过大变形与损伤实施验证,结构经检测达标,能够正常使用。超声法、回弹法等一些方法出现在非破损法中。拔出法,属于一种混凝土强度微破损检测手段,形成于钻芯法与非破损检测法中,且检测精确度充分。现阶段检测砌体结构的手段一般是直接法与间接法两种类

型。直接法,优势在于,对砌体的强度参数实施直接测定,将工程材料质量给呈现出来;间接法,测试和砂浆强度有关联的一些物理参数,从而获知它的强度,在使用过程中受到一定约束;结合结构状况,从整体上选择检测手段。因为钢结构材质均匀,所以,容易测定它的强度、韧性等。

2 关键试验技术

2.1 静力实荷试验技术

静力实荷试验技术在建筑结构评估领域当中,属于最为基础并且极为关键的一种手段。具体而言,就是在结构之上施加经过预先设定好的荷载,进而去仔细观察该结构在这样的荷载作用之下所呈现出的受力响应状况以及变形的具体情况,以此来对结构的承载能力还有整体性能展开相应的评估工作。在实际的应用场景当中,静力实荷试验可直观地反映出建筑材料所具备的力学性能、结构节点处在的实际受力状态以及整个结构所具有的整体刚度等方面的情况,对于像高层建筑、框架结构以及大型公共设施这类建筑的安全性评估来说,有着不容忽视的重要意义。在试验开展的过程中,研究者往往会采用逐步加载的方式,也就是把荷载分成若干个阶段,依次施加到结构构件或者是整体结构之上,与此还会借助传感器以及各类测量仪器来对变形的情况、应力分布的状态以及裂缝发展的具体情形等进行细致的记录。通过对所获取的试验数据加以分析,便能够判断出结构是否能够符合设计所规定的承载要求,并且还能后续的加固操作、维修事宜或者优化设计等工作提供具有一定科学性的依据。除此之外,静力实荷试验还能够将结构潜在的那些薄弱环节给揭示出来,这无疑为结构健康监测以及长期的运行管理工作提供了极为重要的参考内容,它在结构安全评估体系里,是绝对不可或缺的一个重要环节。

2.2 动力及振动试验技术

动力以及振动试验技术主要用来分析建筑结构处在动态荷载作用之下的响应特性,这里面包含自然振动特性、阻尼比、振型还有动力刚度等各项参数。和静力实荷试验不一样,动力试验可模拟地震、风荷载以及其他突发的动态荷载给结构所带来的影响,所以对于抗震设计、结构优化以及风险评估而言有着独特的长处。现代的动力试验一般会把激振器、加速度传感器以及数据采集系统结合起来,借助对结构振动响应展开测量与分析的方式,精准地获取到结构的固有频率以及振型分布情况。在像高层建筑、桥梁这类大型工程当中,动力试验能够将局部构件或者整体结构有可能存在的共振问题给揭示出来,从而为结构安全性评估给予科学方面的依据。通过和有限元模型相互结合,

动力试验还能够对结构行为做出预测并加以验证,进而为工程设计的优化以及改造给出重要的参考内容。

3 核心检测技术与应用

3.1 非破坏性检测技术

非破坏性检测技术属于现代建筑结构安全评估的关键手段,它的核心优势就在于可在不损害结构本体的情况下去获取材料性能、结构完整性还有潜在缺陷方面的信息。这类技术涵盖超声波检测、回弹法、红外热成像以及雷达检测等多种多样的方法,借助对结构内部状态以及表面缺陷展开分析的方式,达成对建筑结构较为精确的评价效果。在实际应用的过程中,非破坏性检测不但可快速识别出裂缝、空洞、蜂窝麻面以及钢筋锈蚀等诸多问题,而且还能够针对混凝土、砌体以及钢结构的强度做出初步的判断。通过与现代数据处理以及分析方法相结合,非破坏性检测技术能够生成体现结构内部状态的三维图像,从而给维修、加固以及改造方案的制定给予科学层面的依据。相较于传统的破坏性检测方法而言,它一方面保护了结构的完整性,另一方面也节省了施工以及维护的成本,所以在高层建筑、桥梁、大型公共设施以及历史建筑的检测当中应用得相当广泛,已然成为建筑安全管理领域里极为重要的工具。

3.2 砌体与钢结构检测方法

建筑结构里的砌体以及钢结构,因为它们所使用的材质不一样,而且受力特性也存在差异,所以针对它们的检测方法也会有所不同。就砌体结构而言,一般会采用将直接检测方法和间接检测方法相互结合起来的方式。具体来说,就是通过直接去测定砌体的抗压强度,或者间接地去测量砂浆的相关性能,以此来对结构的整体质量加以评估。其中,直接法能够获得到较为精确的强度参数,不过它的操作流程比较繁琐,并且还存在着局部出现破坏的风险。而间接法则主要是借助物理参数来间接地推算出材料的实际性能,这种方式操作起来相对方便一些,对结构造成的损伤也比较小,只是其精度会略微低一些。所以在实际开展工程作业的时候,通常会综合考量并选择合适的检测手段,同时结合结构的实际状况来进行科学合理的评估。钢结构由于其材料本身的均匀性较好,而且韧性也不错,所以针对它的检测相对来说就会比较简单一些。常用的检测方法包含有超声波探伤、磁粉检测还有涡流检测等等,这些方法能够用来发现钢结构在焊接过程中可能出现的缺陷、裂纹以及腐蚀等情况。通过对砌体以及钢结构展开全面细致的检测,便能够对建筑结构的整体性能做出准确的判断,进而为后续的结构加固工作、维修事宜以及安全评估等方面提供稳固可靠的技术方面的有力支撑。

3.3 结构健康监测与数据分析

结构健康监测属于现代建筑安全管理方面极为重要的发展走向,它的关键目标在于借助长时间且不间断的数据采集以及后续分析操作,达成对建筑结构实际状况予以实时把控的目的。结构健康监测系统一般是由传感器网络、数据采集相关装置以及信息处理所涉及的平台构成的,其具备对应力、应变、振动、位移还有温度等诸多不同维度的参数展开监测的能力。经由对监测所得数据加以分析,不但能够察觉到结构所存在的潜在损伤以及出现的局部异常情况,而且还能预估结构有可能会出现的性能方面的退化状况以及潜在的风险点所在,进而为后续的维护工作以及加固举措给予科学层面的依据支撑。现代数据分析所采用的方法涵盖了大数据处理手段、机器学习相关技术以及数字孪生技术等内容,这些方法能够针对数量庞大的监测数据实施处理操作,以此实现对结构状态做出较为精确的评估以及开展智能预警的功能。把结构健康监测同数据分析相互结合起来,能够让建筑管理者达成对结构性能进行动态掌控的目标,进而促使建筑使用的安全性得以提升,同时也能让建筑的寿命得以延长,并且对维护成本加以优化,这已然成为在新时期建筑结构试验与检测体系当中不可或缺的一个关键环节所在。

4 试验与检测实践及发展趋势

4.1 高层建筑与大型公共设施检测

随着城市建造规模持续拓展,高层建筑以及大型公共设施的结构安全方面的问题日渐凸显出来,与之相关的试验还有检测实践活动也变得日益多起来。就这类建筑来讲,其结构形式颇为复杂,荷载种类也是多种多样,传统的检测办法常常没办法全面且细致地对其承载能力以及整体性能加以评估^[1]。所以在实际的工程运作当中,往往会把静力实荷试验、动力以及振动试验还有非破坏性检测技术相互结合起来,针对建筑的核心受力构件以及关键节点展开较为完整的检测工作。在检测的过程里会运用多种多样的传感器以及实时监测设备,针对结构的振动特性、应力分布状况以及位移情况展开系统的分析,以此来保证建筑在长时间的使用过程之中能够维持住安全性以及可靠性。实践已经表明,科学且合理的试验与检测办法能够在很大程度上提升高层建筑以及大型设施的安全保障程度,进而为现代城市的建设筑牢坚实的后盾。

4.2 加固改造中的试验与检测应用

建筑在使用期间,因荷载出现变化、材料逐渐老化以及受到环境方面的影响,常常需开展加固改造工作,以此来维持其结构安全性与功能性。加固改造当中的试验与检

测,重点在于对原有结构性能展开全面评估,还有对改造后的效果予以验证。借助静力实荷检测、微破损检测以及结构健康监测等手段,对承载能力、变形性能以及局部损伤等情况进行细致分析,进而制定出科学且合理的加固方案。在实际的操作环节里,针对钢结构和砌体结构会采用不一样的检测策略,以此保证加固设计具备针对性与有效性。与此结合智能化监测系统,可在加固改造之后持续对结构性能加以跟踪,及时察觉潜在的问题^[2]。实践已经证实,系统化的试验与检测,不但能保障加固改造的施工质量,还能延长建筑的使用寿命,提升结构的耐久性,给城市老旧建筑更新以及公共设施维护给予科学的指导。

4.3 智能化、数字化与标准化发展趋势

随着科技不断取得进展,建筑结构试验以及检测正迅速朝着智能化、数字化还有标准化的方向发展。智能化检测借助集成传感器、无线网络以及自动化数据处理等手段,达成对结构状态的实时监控以及风险预警,让建筑管理者可以及时掌握结构的安全状况^[3]。数字化技术依靠三维建模、仿真分析以及数字孪生系统,把检测数据变得可视化并且与设计模型进行对比,给结构优化给予精确的依据。与此标准化的发展推动试验和检测方法在操作流程、数据采集以及分析评估方面形成统一的规范,提升检测结果的可比性以及可靠性。未来,智能化、数字化与标准化相互深度融合,会进一步提高建筑结构试验以及检测的科学性以及精度,让结构安全管理变得更加系统化、科学化以及智能化,为高层建筑、大型公共设施还有复杂结构的长期安全运营给予稳固的支撑。

5 结语

本文全面且细致地分析了处在新时期之下的建筑结构相关试验以及检测的具体方法。着重就静力实荷方面的试验方法、动力振动试验所涉及的技术,还有非破坏性的检测方法,以及针对砌体与钢结构的检测办法,再加上结构健康监测技术,在建筑安全展开评估时的实际应用情况展开了深入探讨。通过仔细研究高层建筑以及大型公共设施在检测方面的实际操作情况,还有加固改造的具体案例,能够察觉到,那些科学并且合理的试验与检测方法,一方面能够让建筑结构的安全性得以提升,另一方面还能促使结构的使用寿命得以延长,并且能让维护成本得到优化处理。伴随着标准化进程不断向前推进,检测技术也在持续不断地得到完善,建筑结构试验与检测所构成的体系会变得更为系统完备,进而能为现代城市的建设工作以及建筑安全的管理工作给予稳固可靠的技术层面的支撑。在未来的发展进程中,试验与检测方法会在技术创新领域、数据

分析方面以及管理应用环节进一步拓展深化,达成从单纯的被动评估状态朝着主动管理乃至风险预警方向的转变,从而为建筑行业实现高质量的发展目标给予极为重要的支撑助力。

[参考文献]

- [1]刘永奇.建筑结构检测及其常见安全问题分析[J].住宅与房地产,2020(24):213-243.
- [2]沈士杰.无损检测技术在建筑结构中的应用[J].中国建筑金属结构,2023,22(12):48-50.
- [3]桂宇杰.建筑结构中无损检测技术运用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025(21):177-179.

作者简介:李跃(1993.10—),男,汉族,籍贯:浙江平阳,单位:温州工程勘察院有限公司,本科,研究方向:工程检测。

公路工程施工中路基加固处理的关键技术分析

陈 静

晋州市通达路桥建设有限责任公司, 河北 石家庄 052200

[摘要]伴随我国建设进程持续推进,各类基础设施工程快速增长,为了契合现代化发展的需求,公路建设迫切需要融合先进技术来实现优化,在实际施工环节当中,针对路基出现破损、松动等状况,需对相关施工工艺以及加固技术展开细致分析,采取科学且合理的加固举措,以此增强公路工程的使用性能以及耐久性,经由对路基加固施工技术展开研究,能够依据实际需求给出具体的施工策略,为公路项目顺利投入使用给予可靠保障。

[关键词]公路工程施工;路基加固处理;关键技术

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18038

中图分类号: U416

文献标识码: A

Key Technical Analysis of Roadbed Reinforcement Treatment in Highway Engineering Construction

CHEN Jing

Jinzhou Tongda Road and Bridge Construction Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 052200, China

Abstract: With the continuous advancement of Chinese construction process and the rapid growth of various infrastructure projects, in order to meet the needs of modern development, highway construction urgently needs to integrate advanced technology to achieve optimization. In the actual construction process, in response to situations such as roadbed damage and looseness, detailed analysis of relevant construction processes and reinforcement technologies needs to be carried out, and scientific and reasonable reinforcement measures need to be taken to enhance the performance and durability of highway engineering. Through research on roadbed reinforcement construction technology, specific construction strategies can be provided based on actual needs, providing reliable guarantees for the smooth operation of highway projects.

Keywords: highway engineering construction; roadbed reinforcement treatment; key technology

引言

公路工程属于现代交通运输领域极为重要的基础设施之一,其路基施工的质量状况与道路的使用性能、耐久程度以及运营安全紧密相关。因为地质条件复杂且多变,土体力学性质存在较大差异,并且受到施工环境以及材料条件的限制,所以在施工以及使用过程中,路基常常会出现沉降不均、承载力不够、软弱土体发生变形以及出现水土流失等一系列问题。这些问题一方面影响了道路的平整性与安全性,另一方面还可能致使后期维修的成本有所增加,甚至会对通行安全构成威胁。所以说,对路基展开有效的加固处理,在公路工程施工环节当中,已然成为一个极为关键的部分。近些年来,伴随着施工技术以及机械设备的不断发展,各类加固方法也在不断地完善起来,像机械碾压、桩基加固、深层搅拌、注浆以及强夯等这些技术手段,在不同的地质条件以及设计要求之下,都展现出了自身所具有的优势以及适用性。与此施工质量管理、施工

组织以及监测技术方面的发展情况,同样也给路基加固处理给予了强有力的支撑。本文针对公路工程施工里路基加固处理的关键技术及其应用措施展开系统分析,从技术原理、施工工艺、设备选择一直到质量控制等诸多方面展开深入剖析,希望能够为提升路基施工质量、延长道路的使用寿命以及保障道路安全给予相应的理论参考以及实践方面的指导。

1 公路工程施工中路基施工的影响因素

在公路工程展开施工之时,路基施工会受到诸多因素的作用,这些因素一方面涵盖了自然环境方面的条件,另一方面还牵涉到施工材料以及施工管理等诸多方面。就自然环境条件而言,地质条件无疑是极为关键的影响因素,不同的土层其组成情况、密实程度、含水比率、塑性状况以及地下水位所发生的变动,都会对路基的承载能力以及沉降特性产生直接的影响。气候条件同样不容忽视,像降雨情况、冻融循环以及温差变化等因素,均有可能改变土

体的含水状态,并且对施工时的操作可行性带来影响,进而使得施工的难度有所增加。

从施工材料的角度来讲,其性质会起到一定的影响作用,具体包括填料的级配状况、颗粒的组成情况、含水比率以及均匀程度等方面,这些因素都将会对压实的效果以及路基的稳定性产生影响。而在施工工艺和机械设备的选择方面,其关乎着施工的质量以及效率,举例来说,填筑分层的厚度、碾压的方式、机械的类型以及施工的顺序等,均会对土体的密实程度产生影响。

管理和组织方面的因素同样有着不容小觑的重要性,这其中包括施工人员的技术水平、施工方案的制定情况、施工过程中的监测以及质量控制措施,还有施工进度安排以及资金的安排等方面,这些因素都会对路基施工能否顺利开展以及最终所能达到的质量水平起到影响作用。除此之外,周边环境的条件、既有道路或者建筑物所带来的影响、施工场地的可达性以及安全方面的要求等,也都可能会对施工的方法以及效果产生一定程度的制约^[1]。多种多样的因素相互交织、相互作用,共同决定了路基施工所呈现出的复杂程度以及所能达到的质量水平。

2 公路工程施工中路基加固处理的关键技术

2.1 路基施工技术

路基施工技术在公路路基加固中起着基础和关键作用,其主要目标是确保路基具有足够的强度、稳定性和耐久性。施工过程中首先要清理平整场地,剥离表层杂质土,保证基底承载力,然后根据地质条件选择合适填料分层填筑,并严格控制每层厚度和压实遍数。含水率需保持在最佳范围以达到良好压实效果,同时合理选用振动压路机、轮胎压路机或羊足碾等机械,提高压实效率和均匀性。路基成型时,还应注意坡度和几何尺寸控制,并配合排水系统,特殊地段可辅以换填、加筋或铺设土工材料,以提高承载力和稳定性。

2.2 加固桩基技术

加固桩基技术在处理软弱地基方面属于常用且颇为关键的举措,其能够对沉降起到控制作用,同时还能提升路基的承载能力以及抗滑移性能。该技术所涉及的内容包含了多种多样的成桩形式以及施工方法,而设计以及施工的质量状况会直接影响到加固的实际效果。常见的桩型种类繁多,像预制打入桩、灌注桩(这里面又包含旋挖灌注桩、沉管灌注桩)、静压桩、微型锚固桩以及喷射搅拌/注浆桩等等都属于常见之列。依据受力机理的不同,这些桩型可以分为桩端承载这一类以及侧摩阻承载这一类。按照成桩时对原地基所产生的扰动程度来划分,又可以将其

分为置换式与非置换式这两种类型。在工程设计环节当中,必须要凭借详尽的地质以及水文方面的资料来确定承载层的具体深度、土体的各项参数以及地下水的实际情况,进而合理地确定桩长、桩径、桩的间距、群桩效应调整系数以及安全系数,与此同时还要充分考虑到抗拔的要求、抗横向力的要求以及抗震的要求。在施工阶段,要着重对钻(打)孔的精度加以控制,还要注重护筒以及泥浆的管理工作,保障钢筋笼安放以及混凝土灌注的连续性也是极为重要的,针对旋挖设备、冲击设备或者静压设备等不同的设备,要相应地制定出与之匹配的工艺参数。对于注浆类或者喷射搅拌桩而言,那么就需要十分严格地把控浆液的配比、泵压、注浆量以及搅拌的均匀性,以此来确保土-浆混合体具备足够的强度。在质量控制与验收这个环节,会运用静载荷试验来对承载能力进行验证,借助低应变/高应变检测或者声波透射的方式来检验桩身的完整性,并且要结合位移沉降观测、侧阻测试以及抽样化学检测等多种手段来对桩体的质量以及耐久性加以监控。施工监测除了上述内容之外,还应当留意振动与噪声给周边构筑物所带来的影响,另外也要关注地下水是否出现扰动的情况。

2.3 机械碾压技术

机械碾压技术属于公路工程施工里路基加固处理的关键手段之一,其主要起到的作用是借助压路机这类专用机械针对填筑材料施加静压力、振动力或者揉搓力,进而促使土体颗粒重新进行排列、相互间嵌挤并且紧密地结合到一起,如此便能够减少孔隙,排出一部分空气以及水分,提升土体的密实程度以及承载能力。此项技术在施工期间需严格把控分层厚度以及碾压遍数,一般会依据土质的具体特性来挑选不一样的碾压机械,比如说振动压路机比较适宜砂土以及碎石类材料,依靠高频振动可促使颗粒重新排列以此增强稳定性;羊足碾则较为适合粘性土,凭借凸块对土体展开强力捣实操作,提高其抗剪强度;轮胎压路机常常用于细粒土层或者表层整形方面,以此确保压实的均匀性以及表面的密实状态。在施工进程当中必须要结合实验室击实试验所得到的结果,把填料含水率调控在最优含水率所处的范围之内,唯有如此才能够获取到最佳的压实效果,要是出现过干或者过湿的情况,那么都会致使压实度不够或者土体遭受破坏^[2]。与此碾压工艺得遵循“先轻后重、先边后中、纵横交错、重叠覆盖”的相关原则,防止因漏压、欠压或者过压而产生的质量隐患,并且要结合现场检测手段像环刀法、灌砂法或者核子密度仪来实时监测密实度,从而确保压实指标能够达成设计方面的要求。

2.4 强夯技术

在公路工程施工中的路基加固处理中,强夯技术能够取得较好效果^[6]。强夯技术适用于有大量碎石土、回填土或粉煤灰的路基结构处理。在处理路基时,强夯技术以动力方式夯击土体,使土体结构因强制压密而发生改变,提高路基强度。该技术的原理是将重锤以自由落体的方式,从高空坠落,夯击到路基土层,加快路基的固结速度,提高路基的承载力。此种技术比较适合颗粒粒径超过0.05mm的粗颗粒土,对于黏性土或饱和粉土效果并不显著。施工时,施工人员要对路基加固区域进行全面检查,并清洁路基的表。依据路基处理现场的条件及路基受力情况,科学计算出重锤高度值。起重机就位以后,将夯锤放置在夯点,起吊至相应高度后以自由下落方式夯击路基。

2.5 深层搅拌与注浆技术

深层搅拌以及注浆技术,在公路工程路基加固处理方面,属于常用且颇为重要的处理手段。其关键原理在于借助机械设备把水泥、石灰或者化学固化剂这类材料送入地基深处,进而与原有的土体展开充分的搅拌或者实现渗透,由此促使土体和固化剂组合成为均匀的土-浆混合体或者是浆液固体,进而可大幅提升地基的承载能力、抗剪强度以及整体的稳定性。深层搅拌法一般会运用搅拌桩机在软弱土层或者高含水土层当中,将固化剂和土体充分混合从而形成固体,其施工工艺涵盖了钻进、注料、搅拌提升以及成桩等多个环节,对于粘性土、淤泥土以及软土地基均适用。而注浆技术则是凭借高压泵把水泥浆、化学浆液或者粉体浆注入到土层或者裂隙里面,使得浆液能够扩散开来、充分填充并且胶结土体,以此提高地基的密实程度以及抗剪强度,常见的形式有旋喷注浆、压密注浆以及渗透注浆等^[3]。在施工进程里,要依据勘察资料来合理地确定搅拌或者注浆的深度、桩径、浆液配比、注入的压力以及流量,严格把控施工的速度以及提升率,唯有如此才能保证混合得均匀或者浆液能够充分扩散,防止出现桩体不连贯、存在空洞或者夹杂泥土等质量问题。

3 公路工程施工中路基加固处理关键技术的应用措施

3.1 做好路基加固的准备工作

在公路工程施工期间,把路基加固的准备工作做好,这可是让施工能够顺利推进以及使加固效果符合设计要求的的一个前提条件。一开始,得对施工场地展开全面细致的勘察工作,同时开展地质方面的调查,从而去知晓地基土质的具体状况、地下水位的高低情况、软弱土层的分布情形以及潜在存在的那些不良地质方面的情况,进而给施

工方案的设计给出较为可靠的依据。与此要依照设计的要求来对所需要的各类材料、各种机械设备以及施工人员做好充足的准备,这其中就包含了对填料的质量进行检验、对固化剂的配比予以确认、对压实与搅拌机械进行调试操作以及对施工人员开展培训等一系列事项。在正式施工之前,还需要去做场地的清理以及整平工作,要把表层的杂质土或者有机质层给剥离掉,另外还要设置好排水系统以及降水设施,以此来保障地基处于干燥的状态并且施工条件也是良好的。要是有必要的话,还得开展试验段的施工,通过试验段所得到的数据来对压实度、桩基加固的效果或者浆液配比的合理性加以验证,并且依据试验的结果去对施工工艺以及相关参数做出优化调整。除此之外,还应当制定出详尽的施工组织计划以及质量控制方案,清楚明确各个施工环节的工序先后顺序、具体的作业要求以及相应安全措施,以此来保证施工过程能够有序地开展下去,同时也为后续路基开挖、压实、桩基加固或者是深层搅拌注浆等相关技术的实施筑牢坚实的基础。

3.2 重视路基开挖与压实施工

在公路工程施工期间,要着重关注路基开挖以及压实方面的施工事宜,这是保证路基加固成效以及道路能够长期维持稳定状态的关键所在。在施工进程当中,务必要依照设计所规定的标高以及开挖的深度来开展相关操作,要科学合理地安排开挖的顺序,防止土体遭受过度的扰动或者出现塌方的风险情况,在软弱土层或者是含有大量水分的土层之中,应当配套采取排水或者支护方面的举措,以此来对地下水位加以控制,并且维护土体的稳定状况。土方施工得一层一层地进行,每一层的厚度要依据土质的具体特性以及压实机械的实际能力来确定,并且要严格把控含水率,让土体能够处于最为理想的压实状态^[4]。在压实的操作过程当中,需要合理地挑选碾压机械的种类以及作业的方式,按照纵横交错、相互重叠覆盖的方式来规划碾压的路线,从而确保每一层的土体都能够均匀且紧密结实,避免出现局部松软或者不均匀沉降的情况发生。

3.3 加强施工质量控制的管理方面

在公路工程开展施工之际,强化对施工质量加以控制的管理工作,这可是要保障路基加固处理所达成的效果能够契合设计方面的标准并且具备长期稳定性的关键保障所在。施工管理得要贯穿于整个路基加固进程当中,像开挖环节、填筑环节、压实环节、桩基加固环节以及深层搅拌环节还有注浆环节等等这些环节都包含在内,要建立起较为完备的质量管理制度以及责任体系,把各个岗位的职责以及技术方面的要求给明确清楚。需要依据施工工艺来

制定出详尽的质量检验计划,这里面要把原材料检验、施工工序把控、压实度以及含水率检测、桩体还有浆体质量检测、沉降以及变形监测等诸多内容都涵盖进去,并且针对关键工序要去设置控制点以及验收标准。在施工实施的过程里面,得实时对检测数据予以记录并且展开分析,一旦发现存在偏差的情况,就要及时地采取相应的调整举措,以此来确保施工参数以及工艺能够严格依照设计以及规范方面的要求去落实;与此还得强化对施工人员的培训工作以及技术交底事宜,从而提升他们的操作技能以及质量方面的意识。

4 结语

公路工程施工里的路基加固处理关键技术,对于保证路基稳定性以及道路使用性能而言,有着十分重要的意义。合理运用路基施工、加固桩基、机械碾压、强夯还有深层搅拌与注浆等一系列技术,并且做好充足的施工准备,同时严格把控质量管理,如此一来便能有效地提升土体的承

载能力,对沉降与变形加以控制,进而确保路基结构能够均匀且稳固。科学且系统地去落实这些关键技术,不但可以让公路工程的施工质量得以提升,耐久性也会有所增强,而且还能的道路的安全运营给予可靠的保障。

[参考文献]

[1]田均.公路工程施工中路基加固处理的关键技术分析[J].运输经理世界,2023(21):16-18.

[2]邓成龙.公路工程施工中路基加固处理的工艺与技术分析[J].黑龙江交通科技,2020,43(1):84-85.

[3]徐以强,徐红.公路工程施工中路基加固处理的工艺与技术分析[J].运输经理世界,2022(32):23-25.

[4]胡维焕,胡朋.公路工程施工中路基加固处理的关键技术分析[J].运输经理世界,2022(28):125-127.

作者简介:陈静(1988.10—),女,毕业院校:河北工程大学,学历:本科,所学专业:土木工程,当前就职单位:晋州市通达路桥建设有限责任公司,职称级别:中级。

小半径桥梁 30m T 梁“空中接梁”架设施工技术应用研究

吕 攀

大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂，甘肃 陇南 746412

[摘要]针对苗家坝水电站五库河大桥施工场地狭小、运梁通道坡度大、桥梁平面曲线半径小 ($R=150m$) 等不利条件，传统架桥机难以适配。本项目采用双机抬吊结合“空中接梁”施工技术，通过大型汽车吊完成 30m 预应力 T 梁的运输与架设作业。结合工程实际，系统阐述该技术的施工工艺流程、关键工序控制要点以及安全质量保障措施，同时通过吊装能力、钢丝绳选型、地基承载力等多项核心验算验证方案可行性，为类似复杂地形条件下 T 梁架设提供可靠的技术方案与实践参考。

[关键词]T 梁架设；双机抬吊；空中接梁；小半径曲线；陡坡运梁；施工技术

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18031 中图分类号: 文献标识码: A

Application Research on the Construction Technology of "Aerial Beam Connection" for 30 Meter T-beams of Small Radius Bridges

LYU Pan

Bikou Hydropower Plant of Datang Gansu Power Generation Co., Ltd., Longnan, Gansu, 746412, China

Abstract: Traditional bridge erecting machines are difficult to adapt to the unfavorable conditions of narrow construction site, steep slope of beam transport channel, and small radius of bridge plane curve ($R=150m$) for the Wukuhe Bridge of Miaojiaba Hydropower Station. This project adopts the construction technology of double machine lifting combined with "aerial beam connection", and completes the transportation and installation of a 30m prestressed T-beam through a large truck crane. Based on the actual engineering situation, the construction process flow, key process control points, and safety and quality assurance measures of this technology are systematically elaborated. At the same time, the feasibility of the scheme is verified through multiple core calculations such as lifting capacity, wire rope selection, and foundation bearing capacity, providing reliable technical solutions and practical references for T-beam erection under similar complex terrain conditions.

Keywords: T-beam installation; dual machine lifting; aerial beam connection; small radius curve; transporting beams on steep slopes; construction technology

引言

苗家坝水电站五库河大桥重建工程路线全长 240.9m，新建主桥全长 127m（含耳墙），作为连接五库河左右岸交通的关键节点，其建设质量与进度直接影响区域交通条件改善，对保障两岸通行及区域发展具有重要现实意义。针对桥梁施工场地受限、曲线半径小等复杂条件，传统架桥机施工难以实施，亟需探索适配的架设技术方案。

1 工程概况

苗家坝水电站五库河大桥桥梁中心桩号为 K0+108.00，桥位平面位于半径 150m 的圆曲线及缓和曲线上，桥面横坡为 1.72%~3%，纵坡-0.3%，斜交角 90°。桥梁上部结构采用 4×30m 预应力混凝土简支 T 梁，桥面连续体系。

30m T 梁梁高 2.0m，混凝土强度等级 C50，桥面铺装为

15cm 厚 C40 防水混凝土。T 梁中梁预制宽度 1.75m，边梁为异形结构，梁肋宽 20cm，马蹄宽 60cm，梁间距 2.28m，翼缘间设 0.53m 宽湿接缝。不同跨径 T 梁具体基础参数见表 1。

表 1 30mT 梁技术参数表

跨编号	梁编号	梁长 (cm)	梁重 (t)	首夹角	尾夹角
1	1	2918.7	边梁约 84.5t 中梁约 82.5t	84.56°	84.29°
	2	2963.1			
	3	3007.6			
	4	3052.1			
2	1	2922.7	84.27°	84.27°	
	2	2968.4			
	3	3014.2			
	4	3060.0			

跨编号	梁编号	梁长 (cm)	梁重 (t)	首夹角	尾夹角
3	1	2922.7		84.27°	84.27°
	2	2968.4			
	3	3014.2			
	4	3060.0			
4	1	2916.7		84.27°	84.27°
	2	2962.4			
	3	3008.2			
	4	3053.9			

2 方案选择

由于0号桥台右侧紧邻玉草公路弯道,左侧为民房,施工场地极为受限,且桥梁曲线半径小,导致架桥机无法现场拼装及前支腿落位,喂梁作业难以实施。综合现场条件、工期要求及安全质量控制需求,最终确定采用汽车吊双机抬吊结合“空中接梁”的施工方案:预制场配置100t与80t吊车各1台负责装梁,500t牵引车与200t炮车负责运梁,桥位现场采用300t与200t汽车吊各1台执行双机抬吊架设任务,并对第2~4跨应用“空中接梁”技术完成T梁架设。

3 施工组织与实施

3.1 施工人员配置

(1) 技术管理:现场负责人2名,技术员1名,试验员2名,专职安全员1名,负责技术指导与质量安全管控。

(2) 作业班组:现场主管1名,技术工人4名,设备操作员6名,电工1名,电焊工3名,起重信号工1名,承担现场具体施工作业。

3.2 设备投入计划

主要施工机械设备配置见表2,涵盖运梁、装梁、架梁及辅助作业设备,确保各工序高效衔接。

表2 主要机械设备计划表

序号	名称	规格	单位	数量	备注
1	运梁炮车	LPLC200T	台	1	T梁运输
2	运梁车牵引车	500t	辆	1	T梁运输
3	汽车吊	100t	台	1	梁场装梁
4	汽车吊	80t	台	1	梁场装梁
5	汽车吊	300T	台	1	T梁架设
6	汽车吊	200T	台	1	T梁架设
7	挖机	SanY365	台	1	T梁运输配合
8	装载机	50	台	1	T梁运输配合
9	电焊机	500	台	3	湿接缝、中横梁钢筋焊接

3.3 施工工艺流程

施工整体流程为:预制场装梁→运梁(预制场→便道→玉草公路→0号台)→现场架设(第一跨常规双机抬吊,第2~4跨空中接梁)。具体工序如下:

3.3.1 现场准备

(1) 运梁便道整治:对原有2.5m宽、坡度14%的便道进行加宽、平整与压实处理,确保运梁车安全通行。

(2) 吊车平台填筑:在河道内选用级配良好砂石料分层填筑压实吊车作业平台,地基承载力要求不低于300kpa。

(3) 吊车就位检查:提前标定吊车站位,清除回转障碍,吊车就位后全伸支腿并垫设专用垫板,确保基础稳固。

3.3.2 T梁吊装与运输

预制场采用100t与80t吊车协同装梁,装车后车身总长约34m。运输车在距梁体两端约2m处各用2个5t导链捆绑固定,防止倾覆。运梁时,梁头由500t牵引车牵引,前方装载机辅助引导;梁尾垫设橡胶垫,采用挖机顶推防止梁板后移。



图1 预制T梁运输示意图

3.3.3 T 梁架设工艺

T 梁架设按 1#~4#梁板顺序，从起点向大里程方向推进，不同跨径采用差异化架设方法：

(1) 第一跨架设：300T 吊车位于河道内 1#墩合适位置，200T 吊车位于河岸 0#台；运梁车将 T 梁送至 0#台右侧跨中 10m 处，200T 吊车起吊梁头并配合运梁车喂梁至 300T 吊车起吊半径内，两机分别起吊梁头、梁尾，协同吊装至设计位置。

(2) 第二、三跨架设：第一跨完成后，200T 吊车移入河道；T 梁通过第一跨桥上喂梁，喂梁前确保第一跨 T 梁横向联结牢固，梁顶面铺设钢板分散荷载。运梁车将 T 梁送至 1#墩台合适位置，200T 吊车起吊梁头，配合运梁车送梁至 300T 吊车作业半径内，两机协同吊装落位。

(3) 第四跨架设：300T 吊车留在河道 3#墩处，200T 吊车移至 4#台；T 梁通过第三跨桥上喂梁，300T 吊车起吊梁头送梁至 200T 吊车作业半径内，两机协同完成吊装。

3.4 质量安全控制要点

3.4.1 支座安装控制

核对支座顶面与底面，避免反置安装；确保支座垫石顶面高程准确，平坡段同一梁端及同墩垫石相对高程误差 $\leq \pm 1.5\text{mm}$ ，单垫石四角高差 $< 0.5\text{mm}$ 。

梁体吊装时防止支座偏压或初始剪切变形，就位后确保梁底与支座顶面密贴，严禁用撬棍移动梁体调整位置。

3.4.2 T 梁运输控制

梁体运输竖立放置并设固定装置，装卸梁需支撑稳固后方可卸钩；大型梁运输支点设活动转盘，避免搓伤混凝土。

双机抬吊统一指挥，确保两端同步起吊、同步就位；梁体就位后立即设置临时支撑，与已安装梁体可靠横向连接，防止倾覆。

3.4.3 结构横向联接控制

梁体就位后立即加强横向临时支撑，连接跨中横隔板及翼缘板接缝钢筋，24h 内完成横隔板、翼缘板满焊作业。

每跨 T 梁安装完成后，及时焊接边跨护栏钢筋，间距 50~80cm，设置上下 3 道水平钢筋并固定，挂设安全密目网作为临边防护。

3.4.4 特殊作业控制

双机抬吊设专职指挥人员，使用对讲机统一信号，指挥位置需确保两台吊车司机均能清晰观察。

吊车接梁前，运梁车需停稳并用三角木固定；送梁过程中吊车端与运梁车端保持同步同高，信号指令准确传递。

第一跨架设时，确保吊车悬臂远离右侧 10KV 高压线，规避触电风险。

4 关键安全验算

4.1 吊装能力验算

(1) T 梁技术参数表

表 3 T 梁技术参数表

T 梁	混凝土 (t)	钢筋 (t)	钢绞线 (t)	压浆料 (t)	合计 (t)	备注
中梁	73.728	6.2	1.1	1.5	82.528	8 片
边梁	75.144	6.72	1.1	1.5	84.464	8 片

(2) 吊车参数

主要分析现场吊装吊车抗倾覆能力，装车吊车采用 1 台 100T 吊车加 1 台 80T 吊车装梁，装梁机械设备进场检查，符合要求后方可投入使用。

预制预应力 T 梁利用 300T 及 200T 吊车联合吊装

①起重量验算

取边梁重 84.5t，索具重 0.33t，降低系数 $K=0.8$ ，则有：

$$(Q_{\pm} + Q_{\text{索}}) \geq (Q_1 + Q_2) / K = (84.5 + 0.33) / 0.8 = 106\text{t};$$

②起重高度

墩柱最高高度为 14m，盖梁高度为 1.5m，垫石支座高度为 0.25m，支座高度计算得 $h_1 = 14 + 1.5 + 0.25 - 4.5 = 11.25\text{m}$ （扣除现场回填高度 4.5m）。 h_2 安装间隙取 0.5m， h_3 绑扎点至构件吊起后底面的距离取 1.6m， h_4 吊索高度取 4.5m。

$$H \geq h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 11.25 + 0.5 + 1.6 + 4.5 = 17.85\text{m};$$

③起重臂长度

H 起重高度取 17.85m， h_0 起重臂顶至吊钩底面的距离取 1.5m，h 起重臂底铰至停机面距离取 1m，a 起重臂仰角取 70° 。

$$L \geq (H + h_0 - h) / \sin a = (17.85 + 1.5 - 1) / \sin(70^\circ) \approx 19.5\text{m}$$

④工作半径

200t 吊车控制在 11m 以内，300t 吊车控制在 12m 以内，满足要求。

根据现场模拟 11m 半径作业满足施工需要，作业时指挥和测量人员应该时刻注意吊装幅度，严禁超范围作业。

4.2 钢丝绳选型验算

预应力 T 梁吊装过程中采用 2 根钢丝绳环线绕在预制梁吊装孔内，后挂勾于起重机吊钩内悬吊。钢丝绳与水平夹角为 $40 \sim 60$ 度，钢丝绳端头数 $n=8$ ，边梁自重为 84.5t。

以边梁自重 84.5t 进行验算。边梁自重 $G=84.5\text{t} \times 10=845\text{KN}$ 。选用 $6 \times K36\Phi 52\text{mm}$ 钢丝绳，公称抗拉强度 1960N/mm^2 ，破断拉力总和 2130KN ，捻制不均折减系数取 0.82。吊装时动荷载系数取 1.2，吊索钢丝绳的安全系

数取 10。

$$S_p = \Psi \Sigma S_i = 0.82 \times 2130 = 1746.6 \text{KN}$$

钢丝绳受拉力:

$$N = K1 \times G/n \times 1/\sin\alpha = 1.2 \times 422.5/4 \times 1/\sin 60^\circ = 145.7 \text{KN}$$

安全系数:

$$S_p/K2 = 1746.6 \div 10 = 174.6 \text{KN} > 145.7 \text{KN}$$

钢丝绳满足要求。

4.3 地基承载力验算

300t 吊车自重 130t (含配重), 构件 (T 梁和钢丝绳) 总重 84.83t, 安全系数取 1.2, 则每个吊车承担构件重量为 50.9t, 吊车及构件对地基总重量为 206.9t, 吊车每个支腿对地面的力为 51.7t。支腿作用面积 2.25m^2 , 地基承载力为 230kPa。现场地基承载力均不低于 300kPa, 地基承载力满足要求。

4.4 抗倾覆稳定性验算

按最不利工况计算, 200t 汽车吊自重 (含配重) 120t, 重心至支脚倾覆支点的距离为 4.15m, 起升物重量考虑双机抬吊取 42.3t, 汽车吊作业半径取 11m, 风动载按起升物重量的 20% 考虑。

$$\Sigma M = 1 \times G \times a - 1.15 \times Q \times (R - a) - 1 \times W \times h$$

$$= 1 \times 1200000 \times 4.15 - 1.15 \times 423000 \times (11 - 4.15) - 1 \times 423000 \times 0.2 \times (11.25 + 1.6/2 + 0.2)$$

$$= 611467.5 \text{N} \cdot \text{m} > 0$$

稳定性满足要求。

4.5 边梁偏心验算

中梁基本为对称结构, 无需计算偏心问题, 主要验证边梁的偏心, 取第 3 跨的 4# 边梁进行验算, 以腹板为中心, 计算右侧翼缘板重量与左侧翼缘板重量加横隔板重量之间差值, 低的一侧超过允许范围的需增加配重以保证梁体吊装平衡:

表 4 翼缘尺寸表 (实测)

单位: m

跨位	翼缘	起始侧	1	2	3	4	5	6	7	8	9	终止侧
3	右侧	0.53	0.88	1.14	1.26	1.34	1.36	1.34	1.23	1.08	0.8	0.53
	左侧	0.75										

左侧翼缘平均宽度为 0.75m, 右侧翼缘平均宽度为 1.04m, 梁板长度为 30.6m, 翼缘板高度取 0.23m, 混凝土密度取 $2500\text{Kg}/\text{m}^3$, 计算得出右侧翼缘板重量为 18298.8kg, 左侧翼缘板重量为 13196.3kg。

左侧设置有 5 道横隔板, 横隔板高度为 1.8m, 横隔板宽度为 0.28m, 横隔板长度为 0.75m, 计算得出横隔板总重量为 4593.8kg。

左侧翼缘板重量加横隔板重量为 17790.1kg。

右侧翼缘板重量与左侧翼缘板重量加横隔板重量之间差值为 508.7kg。

根据现场试吊情况, 适当增加配重确保梁体平衡即可。

5 结论

针对苗家坝水电站五库河大桥狭小场地、小半径曲线、陡坡运梁等复杂条件, 采用双机抬吊结合“空中接梁”技术完成 30mT 梁架设, 通过科学组织、严格工序控制及全面安全验算, 有效解决了传统架桥机无法适配的难题。该技术保障了施工进度与质量安全, 恢复了五库河两岸交通, 为类似复杂地形条件下的 T 梁架设提供了可推广的技术方案与实践经验, 具有重要的工程应用价值。

[参考文献]

- [1] 建设部. 建筑起重机械安全监督管理规定 (建设部 166 号令) [Z].
- [2] JTG/T 3650—2020. 公路桥涵施工技术规范 [Z].
- [3] 代路云. 40m 预制 T 梁吊车架设在江通高速的应用 [J]. 云南水利发电, 2022, 38(4): 139-143.
- [4] 李解. 40m 预制 T 梁架设施工技术 [J]. 城市建设理论研究, 2011(31): 15.
- [5] 李峰. 复杂条件下汽车吊架设预制 T 梁施工技术 [Z]. 北京工程管理科学学会 2011 年年会论文集.

作者简介: 吕攀 (1984.10—), 毕业院校: 武汉大学, 所学专业: 水利水电工程, 当前就职单位: 大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂, 职务: 副主任, 职称级别: 高级工程师。

大倾角负坡岩巷环境下综掘工艺施工的风险评估与管控

马玉平 张吉虎

国家能源集团宁夏煤业有限公司综掘服务分公司, 宁夏 银川 750411

[摘要]本研究针对大倾角负坡岩巷环境中综掘工艺实施的风险进行系统评估与管控。研究首先通过地质调查和现场数据收集,确立了具有代表性的大倾角负坡岩巷工作环境模型。接着,运用改进的定性与定量相结合的风险评估模型,评价了环境因素、工艺技术和操作行为等多方面对安全生产的影响。研究着重分析了坡度变化、岩石稳定性及施工机械操作风险点,揭示了主要风险源和危害。通过构建风险矩阵和事故树分析法,文中明确了风险等级和可能的事故后果,提出了相应的风险管控策略,包括但不限于强化现场监测、优化作业方案和提升应急管理。实证分析表明,应用本研究成果能显著提高负坡岩巷的施工安全性和工程效率。本研究的成果可为类似复杂地质条件下的综掘工艺的风险评估与管控提供理论依据和实践指南,具有重要的理论意义和应用价值。

[关键词]大倾角负坡岩巷; 综掘工艺; 风险评估; 风险管控; 安全生产

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18030

中图分类号: TD79

文献标识码: A

Risk Assessment and Control of Comprehensive Excavation Technology Construction in Steep Negative Slope Rock Roadway Environment

MA Yuping, ZHANG Jihu

Comprehensive Mining Service Branch of CHN Energy Ningxia Coal Industry Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750411, China

Abstract: This study systematically evaluates and controls the risks associated with the implementation of comprehensive excavation technology in steep negative slope rock roadway environments. The study first established a representative working environment model for steep negative slope rock tunnels through geological surveys and on-site data collection. Next, an improved risk assessment model combining qualitative and quantitative methods was used to evaluate the impact of various factors such as environmental factors, process technology, and operational behavior on safety production. The study focuses on analyzing slope changes, rock stability, and risk points of construction machinery operation, revealing the main risk sources and hazards. By constructing a risk matrix and accident tree analysis method, the article clarifies the risk level and possible accident consequences, and proposes corresponding risk control strategies, including but not limited to strengthening on-site monitoring, optimizing operation plans, and enhancing emergency management. Empirical analysis shows that applying the results of this study can significantly improve the construction safety and engineering efficiency of negative slope rock tunnels. The results of this study can provide theoretical basis and practical guidance for risk assessment and control of comprehensive excavation technology under similar complex geological conditions, and have important theoretical significance and application value.

Keywords: large angle negative slope rock roadway; comprehensive excavation technology; risk assessment; risk management and control; work safety

引言

在现代矿山开采中,大倾角负坡岩巷的工作环境具有较高的复杂性和风险性,影响着矿山安全生产的稳定性和效率。由于传统的风险评估方法难以准确掌握此类环境的风险因素,安全事故的发生率较高。因此,本研究通过地质调查和现场数据收集构建了一个代表性的工作环境模

型,运用改进的风险评估模型结合定性和定量评估技术,对坡度变化、岩石稳定性和施工机械操作等风险源进行了深入分析,明确了潜在的风险和可能的危害。通过风险矩阵和事故树分析法,精确评估了不同风险等级,并揭示了可能的事故后果,提出了有效的风险管控策略,如强化现场监测、优化作业方案和提升应急管理能力,

以降低或预防事故发生，确保施工安全性和提升工程效率。这些成果对于其他复杂地质条件的风险评估与管控亦具有重要的参考价值，将显著提升矿山安全领域的理论和实践水平。

1 地质调查与岩巷模型构建

1.1 大倾角负坡岩巷地质特征

大倾角负坡岩巷地质特征是影响综掘工艺施工风险的核心要素之一^[1]。大倾角负坡岩巷通常表现为岩层倾斜角度较大，并具有复杂的地质构造。地质特征包括岩石类型、岩层结构、孔隙率和岩体完整性等方面。岩石类型直接影响岩巷的稳定性和施工难度，常见的岩石类型如砂岩、页岩和石灰岩等，各有其物理性质和力学行为^[2]。岩层结构对岩巷的稳定性具有显著影响，尤其是存在断层、褶皱或节理等地质构造时，会导致岩石应力集中，增加失稳的风险。孔隙率决定了岩石的渗透性和含水量，对采掘工艺的选择和风险评价至关重要。岩体完整性是衡量岩巷稳定性的关键指标，完整性良好的岩体有助于减少岩石的变形和破坏。在负坡条件下，岩层倾斜增加了施工机械操作的复杂性和安全风险。坡度变化不仅影响岩层的应力分布，而且对施工人员的活动安全构成威胁。准确识别和描述大倾角负坡岩巷的地质特征，是进行全面风险评估与制定管控策略的基础。通过地质调查和详细勘探，能够为综掘工艺的安全实施提供可靠的数据和信息支持，确保施工过程的安全性和有效性。

1.2 岩巷工作环境的建模与数据采集

岩巷工作环境的建模与数据采集在研究大倾角负坡岩巷环境中具有关键作用。通过综合分析现场实际地质条件，建立能充分反映环境特征的三维数字模型，以准确表示岩巷的坡度、岩体结构和分布特性。模型构建过程中，采用先进的测绘技术和地质分析工具，对巷道坡度变化、岩体物理力学参数以及周边地层结构进行详细测量与记录^[3]。地质勘察数据的采集包括岩体稳定性测试、地层裂隙分布调查以及施工历史数据的汇总整理，以确保数据的全面性和可靠性。现场数据采集过程严格遵循标准化操作规程，利用高精度仪器如全站仪、激光扫描设备和地质雷达，监测岩巷内岩石的微观裂隙状况和宏观结构特征。为满足不同地段的参数需求，调整测量方法与采集密度，从而精确捕捉地质环境可能引发的风险因素。最终形成的数学和地质模型为风险评估提供科学依据，为后续施工工艺设计和安全管控提供参考，奠定了系统性分析与优化的基础。岩巷模型和数据的建立确保了综掘工艺的实施更加精准和高效。

2 风险评估模型的构建与应用

2.1 风险评估模型的选择与改进

风险评估模型的选择与改进是实施综掘工艺风险防控的重要环节。基于大倾角负坡岩巷的复杂地质特性，筛选了符合施工环境特征的定性定量相结合的风险评估模型，兼顾多因素协同作用和动态变化的条件下的评估需求。在模型选择中，重点考虑了其对施工环境变化的灵敏性，对地质参数的适配性，以及对生产安全风险源辨识的效率。为提升模型在负坡岩巷环境中的适用性，通过引入动态评估机制，增强模型对实时数据的响应能力。模型改进的核心在于结合现场实时监测数据，构建环境因子、工艺参数和施工行为之间的交互关系，从而提升风险评估的精准度。优化了风险分类及事件预测逻辑，以事故发生的动态路径为基础，完善了评估模型对风险等级的划分功能，确保对潜在危害的判别更加准确。上述改进有助于提高施工安全保障能力，为复杂地质条件下相关工艺的稳定运行提供方法支持。

2.2 安全与生产影响因素的整合分析

安全与生产影响因素的整合分析围绕岩巷施工环境展开。环境因素包括岩体结构特征、岩石强度及地质应力分布等，直接关系施工稳定性。工艺技术影响因素涉及掘进设备性能、切割参数和推进方式，这些因素对施工效率与安全性具有重要影响。操作行为的分析重点在于人员操作规范、协作模式及异常处理能力。通过构建风险评估模型，将上述因素进行逻辑关联和数学量化，并综合考虑其彼此间的联动效应，从多维度对大倾角负坡岩巷综掘工艺的施工风险进行全面诊断，为后续管控措施的制定提供数据支撑与理论基础。

2.3 模型在负坡岩巷的应用

改进的风险评估模型被应用于负坡岩巷环境，通过定性定量相结合的方法动态评价施工过程中的安全性及关键风险点。模型将坡度变化、岩体稳定性及设备操作等因素纳入分析范围，使其能够有效反映复杂地质条件下的风险特征。通过实际应用，模型展现出在风险识别与等级划分方面的高度准确性，并为风险管控策略的制定提供了科学依据。模型在负坡岩巷的应用，显著优化了施工方案，并提高了工程安全性及生产效率，为类似环境的风险评估提供了可行参考。

3 主要风险点的识别与分析

3.1 坡度变化对工艺的影响

坡度变化对综掘工艺的影响在大倾角负坡岩巷环境中尤为显著，其主要体现在工程的安全性与施工效率两个

方面^[4]。坡度变化可能导致设备运行稳定性下降,容易引发滑移、偏移等机械操作问题,直接威胁作业人员的安全。较大的坡度会对施工设备的驱动力需求提出更高要求,增加设备能耗与磨损,使得工程成本显著上升。在负坡施工时,坡度的变化还会影响岩石稳定性,倾斜方向的应力集中可能促成滑坡或坠落风险。由于负坡环境存在复杂的排水与岩屑清理问题,坡度变化进一步加剧了排水和岩屑移除的难度。坡度突变区域已被识别为关键风险点,这些区域不仅存在复杂的动态受力环境,还会影响施工机械操作的精确性。综合分析认为,坡度变化显著加剧了工艺实施的风险等级,加强坡度变化区域的实时监测及调整施工方案是降低风险的关键措施。

3.2 岩石稳定性分析

岩石稳定性作为大倾角负坡岩巷综掘施工的关键风险影响因素,直接关系到施工安全和工程的正常推进。岩石的结构特性、物理力学性能以及内部裂隙分布均对稳定性产生重要影响。复杂地质条件可能引发岩体内部应力重新分布,进一步导致岩石破裂或滑移风险。在负坡环境中,岩体重力作用与坡度特性相结合,将加剧岩体失稳的概率。通过对岩石的抗压强度、剪切强度及岩体完整性指数进行精细测试和分析,可科学评估岩石在施工过程中潜在的破坏模式。运用改进的数值模拟技术,结合实际地质条件的监测数据,能够有效预测岩体失稳位置及演化趋势,为施工环节的风险预警与管控提供科学依据。合理的岩石支护和稳定性加固措施将是保障施工安全的重要实践路径。

3.3 施工机械操作风险

施工机械操作风险主要集中在机械稳定控制、设备故障与操作不规范等方面。负坡环境下易导致机械滑移、失衡和误操作,增加施工事故发生概率。通过对设备性能检测、操作标准化培训及动态调整施工设备,可有效降低机械操作事故风险,提高安全性。

4 风险量化与等级划分

4.1 风险矩阵的建立

风险矩阵作为风险量化的重要工具,用于识别不同风险因素对施工安全的潜在影响,以及发生频率与后果的定量表达。在风险矩阵建立过程中,将各类风险因素划分为可能性与严重性两个维度,根据定量和定性数据对其分别进行评分^[5]。施工环境特点决定了风险的多元性与复杂性,需要针对大倾角负坡岩巷的地质特征、坡度变化、岩石稳定性与机械操作等影响因素,以统一评价标准实现风险数据的归类与综合评估。通过设定风险发生频率的概率区间和后果等级,例如从轻微影响到灾难性冲击,构建区度

明确的矩阵结构。每一风险源依据矩阵结果获得对应等级,矩阵的高风险区域与低风险区域形成清晰分布,为后续实施目标化的管控措施奠定基础。此框架既提高了评估的系统性,又保证了风险量化的精确性与可操作性。

4.2 事故树分析法的应用

事故树分析法是通过逻辑推演和事件因果关系图示来识别风险源及其触发路径的一种系统分析工具。在大倾角负坡岩巷综掘工艺的施工环境中,该方法被用于构建事故树模型,明确潜在危险事件、基础事件及其递进关系。研究通过对坡度变化、岩石失稳、施工设备故障及人为操作失误等关键风险因素进行梳理,将其作为顶端事件与底层基础事件之间的逻辑连接,建立事故因果链。进一步结合环境参数及施工数据,对各基础事件的发生概率和诱发上层事件的逻辑关系进行了量化分析。研究表明,坡度剧烈变化引发机械滑移事故,岩体破碎导致支护失效是典型的高风险路径,并对不同路径的风险等级进行了分类与计算。这为精准识别高危施工环节和制定针对性管控措施提供了理论支持。

4.3 风险等级的明确与事故后果预测

基于建立的风险矩阵和事故树分析模型,对不同施工情景的风险等级进行细化划分,明确潜在危险的严重程度和发生概率。结合风险源特性,对可能引发的事故后果进行科学预测,重点分析高风险等级区域的潜在危害及其影响范围,为制订针对性管控措施提供可靠依据,从而降低施工过程中事故发生的概率和损失程度。

5 风险管控策略与实践应用

5.1 强化现场监测与预警系统

强化现场监测与预警系统是提升综掘工艺施工安全性的关键措施之一。在大倾角负坡岩巷环境中,因地质条件复杂、施工风险点多,现场监测系统的实时性和精确性显得尤为重要。针对坡度变化、岩层稳定性及机械操作等因素,需建立多参数联动的监测体系,通过布设倾角传感器、岩石压力监测仪及机械运行状态传感装置,完成对关键风险点的数据采集与动态跟踪。预警系统需整合多源信息,通过大数据算法与智能化分析技术,对潜在风险进行早期识别和预判,将潜在危险传递至施工现场,以指导施工人员及时调整应对方案。加强监测数据的传输与处理,确保数据分析与风险评估的快速响应能力。通过完善信息共享网络和提升设备抗干扰性能,可有效增强系统的可靠性与适应性,缩短监测预警时间,提高施工安全管理水平。

5.2 作业方案的优化

在综掘工艺施工风险管控中,优化作业方案是提升安

全性和生产效率的关键措施之一。优化方案应综合考虑地质条件、机械性能及人员行为等因素,针对负坡岩巷复杂环境进行定制化设计。坡度调整需精确计算,以减少机械滑移及稳定性问题,提升巷道结构强度。施工程序应合理规划,尽可能减少不必要的作业环节,降低人员与机械工序之间的交叉风险。机械设备的选型和配置应适应岩巷条件,确保动力与操控性能的匹配。人员操作流程需明确规范,作业中关键环节设置专职人员监控,以降低人为误操作的可能性。优化后的方案在实际应用中能够减少安全事故率,提升整体施工效率,为后期施工经验积累与风险控制措施改进提供可靠依据。

5.3 应急管理能力的提升

应急管理能力的提升是降低施工风险的重要环节,通过建立完善的应急预案和实施体系,可快速响应突发事件。强化人员培训与演练,提高应急处置能力,优化资源调配效率,确保紧急情况下的安全和生产恢复。完善信息化应急管理平台,实现对风险数据的实时监控与指挥调度,增强复杂环境下的应急处置效果,有效保障负坡岩巷施工的安全性与连续性。

6 结束语

本文对大倾角负坡岩巷环境下综掘工艺的风险评估与管控进行了系统研究。通过地质调查与实际数据分析,本研究建立了代表性的工作环境模型,对环境因素、工艺技术和操作行为对安全生产的多方面影响进行了深入评价。研究重点分析了坡度变化、岩石稳定性及施工机械操作的主要风险点,并通过风险矩阵和事故树分析法,成功识别了风险等级及可能的事故后果,确立了有效的

风险控制策略和应急管理提升方法。此外,实证分析验证了所提策略的有效性,对提高施工安全性和工程效率有直接影响。然而,研究仍存在一定限制,如地质环境的多样性导致的数据集局限,未能全面覆盖所有可能的风险情境。同时,风险评估模型尽管已结合定性与定量分析,但模型的适用性和精确性在不同工况下的泛化能力仍需要进一步验证。未来研究可在扩大数据样本范围、深化对特定工艺条件下风险因素的解析,以及优化风险评估模型方面进行探索。此外,研究应加强跨学科方法的应用,如将机器学习技术用于风险预测和管理,以进一步提高风险评估的准确性与实用性。通过这些方式,有望为复杂地质条件下的工程施工提供更全面、更可靠的风险管理支持。

[参考文献]

- [1]高慧琪.岩巷综掘掘进工艺优化[J].能源与节能,2021(10):147-148.
- [2]程辉.大断面岩巷综掘工艺优化研究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(16):198-199.
- [3]郝勇.综掘岩巷掘进工艺优化实践[J].山东煤炭科技,2021,39(4):206-208.
- [4]秦飞龙.沙坪煤矿岩巷大倾角综掘技术研究及应用[J].煤炭工程,2021,53(1):46-49.
- [5]陈宇满.土城矿大倾角负坡综掘技术研究与应用[J].大众标准化,2023(18):145-147.

作者简介:马玉平(1984.9—),性别:男,民族:汉,籍贯:宁夏回族自治区固原市,学历本科,研究方向:大倾角负坡岩巷环境下综掘工艺施工的风险评估与管控。

建筑工程施工中深基坑支护施工技术

王湘珺

海天建设集团有限公司, 浙江 东阳 322100

[摘要]当下在建筑工程施工环节,深基坑支护的应用已然相当普遍。本论文选取建筑工程当作研究对象,着重从深基坑支护施工方面着眼,同时结合过往的工程实践经验,在清楚明白深基坑支护施工管理关键要素的前提下,给出能够强化深基坑支护施工管理的有效举措。希望能够为提高深基坑支护施工管理水平给予可参考的思路以及实践经验。

[关键词]建筑工程;深基坑支护;施工技术

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18027

中图分类号: TU753

文献标识码: A

Construction Technology of Deep Foundation Pit Support in Construction Engineering

WANG Xiangjun

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

Abstract: Currently, the application of deep foundation pit support is quite common in the construction process of building engineering. This paper selects construction engineering as the research object, focusing on the construction of deep foundation pit support. At the same time, based on past engineering practice experience and a clear understanding of the key elements of deep foundation pit support construction management, effective measures are proposed to strengthen the management of deep foundation pit support construction. I hope to provide reference ideas and practical experience for improving the management level of deep foundation pit support construction.

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

引言

在现代城市以及大型建筑工程开展的过程中,由于土地资源变得日益紧张,并且建筑规模也在持续不断地扩大,所以深基坑开挖施工已然成为高层建筑、地下空间开发以及市政工程当中极为重要且不可或缺的一个环节。深基坑施工有着施工深度相对较大、土体所承受的压力较高、周边环境较为复杂以及安全方面存在诸多风险等特点,所以说支护施工技术能够合理地加以应用,这对于确保整个工程的安全性、施工的效率以及结构的质量而言,是起着极其关键的作用的。随着建筑工程朝着高层化、地下化以及复杂化的趋势不断发展,传统的支护技术在面对复杂的地质条件、地下水的控制以及对周边建筑物的保护等情况时,会面临着不少的挑战,与此施工成本、施工周期以及安全管理方面的压力也在不断地增加。要想有效地降低施工过程当中存在的风险、提升工程质量并且对施工管理予以优化,那么深基坑支护施工技术就需要不断地去开展相关研究并进行改进,这其中就包含了对支护结构形式进行优化、科学地去选择施工方法、强化施工监测以及安全管理等诸

多方面。本文的主要目的就在于全面且系统地分析建筑工程施工里深基坑支护技术的实际应用状况、所存在的各类问题以及相应的施工策略,通过针对支护结构以及施工方法展开细致深入的探讨,从而给施工单位在实际工程施工过程中科学地进行选型、合理地开展施工以及加强安全管理等方面提供一定的参考依据,同时也推动深基坑施工技术向着高效化、智能化以及安全化的方向不断发展进步。

1 建筑工程施工中深基坑支护技术的重要性

在现代城市建筑工程当中,由于土地资源变得日益紧张,并且建筑规模也在不断地扩大,所以建筑施工常常得在有限的空间里开展深基坑开挖方面的作业。如此一来,深基坑支护技术所具有的重要性便一天比一天更加明显起来。深基坑支护既关乎施工现场的安全状况以及稳定程度,又会对周边建筑物、地下管线还有城市交通的安全运行产生直接的影响。采用合理的深基坑支护技术,是能够对基坑边坡的位移情况以及变形程度予以有效的控制的,进而防止出现土体塌方或者渗水这类情况,以免其对施工进度形成干扰。与此它还能后续的土方开挖作业以及结

构施工给予可靠的施工条件。随着高层建筑越来越多、地下空间不断拓展以及复杂地质条件日益增加,深基坑支护技术在确保施工安全、提升施工效率、优化施工成本以及达成绿色施工等方面所呈现出的重要性也越发地突显出来了。借助科学的支护设计、合理的施工方法以及严格的监测管理,深基坑支护技术是能够有效地将施工风险降下来的,以此来保障建筑工程得以顺利地向前推进,同时也可作为城市地下空间的安全开发给予相应的技术保障。

2 建筑工程中深基坑支护施工技术存在的问题

2.1 边坡修缮不合理

在建筑工程施工进程当中,深基坑边坡的修缮方面的问题一直都是对施工安全以及工程质量产生影响的关键因素之一。有一部分施工单位在针对边坡修缮开展设计工作以及施工活动的过程中存在着诸多不合理的状况,像是没有依据土体的具体性质、地下水的实际条件还有基坑的深度来展开科学合理的边坡角度方面的设计,这就使得边坡的稳定性有所欠缺,在施工的过程里面,部分边坡所选用的支护材料不太恰当或者是在施工工艺把控上做得不够到位,进而致使边坡表面出现局部塌落或者是裂缝的情况^[1]。除此之外,一些施工现场还缺少行之有效的边坡监测以及维护举措,边坡存在的局部松动、沉降或者渗水等现象很容易就被人们给忽视掉了,如此一来便增加了基坑发生坍塌以及施工安全事故的风险。

2.2 设计与实际施工存在差异

在建筑工程施工期间,深基坑支护设计和实际施工间存在差异这一问题颇为明显,此差异主要表现为设计方案和现场实际条件并非完全契合。设计阶段一般会参照地质勘察数据、理论计算还有规范标准来制定支护方案,然而在实际施工环节,受到地下土层结构复杂程度、地下水位变化情况、施工机械所受限制以及施工环境条件等多重因素的影响,设计方案常常无法完全落实到位。比如,在设计当中所确定的支护结构尺寸、支撑间距或者锚固方式有可能与现场土体的承载力以及空间条件不相符合,进而致使在施工进程中出现结构安装困难、土体位移超出限定范围或者施工进度受到阻碍等情况。

2.3 土方挖掘施工质量低

在深基坑支护工程中,土方挖掘是至关重要的一环。一些施工单位对土方挖掘的施工质量未能给予足够重视,导致挖掘滞后,影响整个工程建设的进度。如果在土方挖掘的过程中,各班组之间缺乏有效的协调与沟通,相互干扰,也会加剧施工进度的拖延,甚至引发安全事故。这种低质量的土方挖掘施工会导致工程进度延误、成本增加,

甚至危及工人安全。因此,施工单位应加强对土方挖掘施工的管理与监督,确保施工质量符合要求,同时加强各班组之间的协调配合,提高施工效率,保障工程进度和安全。

3 常见深基坑支护结构与施工方法

3.1 深基坑支护结构

深基坑支护结构在基坑施工当中属于极为关键的部分,它是保障基坑施工安全、维持稳定状态并且推动施工顺利开展的核心构成要素。这种支护结构有着多种多样的形式,并且每种形式所具备的功能也是各不相同的。依据施工的具体深度、土质的实际状况以及周边环境的差异情况,针对支护结构的选择也会呈现出不同的特点。在常见的诸多深基坑支护结构里,桩板墙、锚杆支护、连续墙、钢支撑体系还有土钉墙等都包含在其中。就桩板墙而言,它是凭借桩体和板材相互组合起来而形成的完整支撑结构,能够切实有效地抵御土压力以及水压力,特别适合那种深度相对较大或者软土条件颇为复杂的基坑情形。锚杆支护的做法是在基坑侧壁钻孔之后把锚杆植入进去,并且给其施加预应力,以此来强化土体的整体稳定程度,一般多用于边坡高度较高或者是作业空间受到限制的那种场合。连续墙由于自身具备连续且坚固的特性,所以能够给予很好的边坡支护效果,与此同时还能方便对地下水的渗透加以控制。钢支撑体系往往是要和桩基或者混凝土墙一同配合使用的,它是借助水平钢撑又或者是钢梁来分担土体所承受的压力,进而达成结构整体的稳定状态。至于土钉墙,则是在土体内部去布置锚固土钉,依靠土体和钉体共同发生的作用而形成具有自稳定特性的结构,它适用于中浅基坑或者说施工周期相对较短的工程项目。

3.2 深基坑支护施工方法

深基坑支护施工方法对于达成基坑稳定以及施工安全而言属于关键环节,其具体施工进程应当依据基坑支护结构类别、地质状况、施工深度还有周边环境展开合理安排。常用的施工方法涵盖明挖法、桩基支护施工法、锚杆安装施工法、钢支撑安装法以及土钉施工法等等^[2]。就明挖施工来讲,一般会先对基坑实施分层开挖,并且设置临时支撑或者护坡,以此来保障边坡稳定,这种方法适用于地质条件较为良好、基坑深度相对较小的情形;桩基支护施工法借助钻孔、浇筑桩体以及连接板材或者墙体来构成整体支护结构,在施工进程中要严格把控桩位精度以及混凝土品质,从而确保支护成效;锚杆施工方法包含了钻孔、安装锚杆、注浆以及张拉等诸多环节,每一个环节都得严格把控锚杆预应力以及注浆密实度,进而强化土体稳定性;钢支撑安装方法依靠水平钢撑或者钢梁的布局,联合墙体

或者桩基一同承受土压力,施工期间要确保支撑安装的垂直度以及承载能力;土钉施工法则凭借在基坑边坡钻孔植入土钉并且喷射混凝土形成加固面层,促使土体与土钉协同开展工作达成稳定状态。

4 深基坑支护施工技术在建筑工程中应用的策略

4.1 加强施工准备工作

在建筑工程当中,深基坑支护施工要顺利开展,充足的施工准备工作是必不可少的,这可是保障施工安全、提高施工效率以及确保工程质量的关键前提。施工准备工作首要涵盖对施工现场展开细致调查并加以分析,要详尽知晓地质条件怎么样、地下水位处于什么状态、周边建筑物以及各类管线分布的具体情形,如此才能给支护设计给予精准的数据支持。与此得去编制既科学又合理的施工组织设计以及施工方案,要把施工顺序、工序安排、资源配置还有应急预案都明确清楚,以此来保证各项施工活动能够有序地向前推进。在材料、机械以及人员这些方面,同样需要提前做好准备并加以调配,务必要让支护结构所需要的桩材、钢材、混凝土以及施工机械设备数量充足且性能稳定可靠,并且要安排那些有着丰富经验的技术人员来负责施工指导以及质量监督工作。在施工开始之前,还得开展技术交底以及安全教育活动,让施工人员清楚明白操作规范是什么样的、施工要求具体有哪些以及安全方面的注意事项都有哪些,进而形成统一的施工标准以及较强的责任意识。

4.2 加强对深基坑支护的监控

在建筑工程施工期间,强化对深基坑支护的监控,这属于保障施工安全以及工程质量的关键举措,同时也是施工管理当中的重要环节。在深基坑施工进度里,像土体位移、支护结构变形、地下水位变化还有周边环境状况等诸多因素,均会对基坑稳定性起到一定影响作用,所以有必要构建起科学且系统的监测体系。具体来讲,在基坑施工开始之前,需去布置监测点,针对关键位置处的支护结构、边坡以及周边建筑物展开位移、沉降以及倾斜方面的监测操作;而在施工过程当中,借助实时数据的采集、记录以及分析,能够及时且有效地掌握基坑变形的发展趋势以及出现的异常情况,进而发现潜在的风险并采取相应的应对措施。与此可以联合运用地质雷达、倾斜仪、应力计等较为先进的监测设备,以此来提升监测工作的精度以及可靠性水平。监控方面的工作务必要和施工进度紧密地结合起来,依据监测所得到的结果去调整施工方案或者施工工序,从而保证支护结构能够始终处于安全并且可控的状态当中^[3]。除此之外,还需建立起完整的监测档案,将施工各

个阶段的数据以及异常情况都记录下来,以便为施工管理、质量评估以及后续维护等相关事宜提供一定的参考依据。

4.3 支护形式的合理选用

在建筑工程当中,合理选用深基坑支护形式属于极为关键的一个环节,其对于确保施工安全、对施工成本加以控制以及提升施工效率均有着十分重要的作用。在选择支护形式的时候,需要综合考量基坑深度、土质条件、地下水位、周边环境以及施工空间限制等诸多方面的因素,而不同的支护形式在承载能力、施工难度、造价以及适用范围等方面都存在着一定的差异。就好比说,在地质条件较为复杂、基坑相对较深或者临近重要建筑物的施工场合下,一般会优先采用桩板墙或者连续墙支护结构,以此来赋予其良好的整体刚度以及稳定性。而对于中浅基坑或者施工周期比较短的工程而言,可以选取土钉墙或者锚杆支护,通过这种方式能够在一定程度上降低施工成本并且简化施工工序。在施工空间受到限制或者需要分阶段施工的基坑之中,将钢支撑体系与板桩或者锚杆相结合使用,那么就能够有效地分担土体所施加的压力,进而确保支护结构的安全与可靠状态。

4.4 做好安全管理工作

在开展深基坑支护施工期间,把安全管理工作切实抓好,这可是保证施工可以顺利推进的关键所在,同时也是防范各类安全事故发生的极为重要的一环,更是施工管理其中的一个十分重要的构成部分。施工单位得去构建起完善的安全管理制度,同时还要建立起相应的责任体系,要清晰明确施工现场各个层级人员各自所应承担的安全方面的职责,务必要让施工过程能够严格地遵循安全规范以及操作规程。在正式施工之前,应当针对施工人员展开系统的安全教育培训,同时也得做好技术交底相关工作,要让他们对基坑支护施工当中存在的危险点、具体的操作要求以及应急处理的流程都能够熟悉掌握。与此还得进一步强化对施工机械设备的检查以及维护保养工作,要确保这些设备始终都保持在良好的运行状态。在施工正在开展的过程当中,对于那些关键工序以及存在高风险的环节,必须要给予重点的监控关注,像支护结构的安装环节、土方开挖作业环节、锚杆张拉操作环节以及钢支撑安装环节等等,要及时地去发现其中出现的异常情况,并且妥善予以处理,避免因为支护出现问题而失效或者操作不够恰当等原因,引发诸如坍塌、滑坡之类事故^[4]。除此之外,还应当制定出完善的应急预案,要配备好必要的救援设施以及相关的人员,以此来确保在发生突发事件的时候,能够快速有效地进行处置,尽可能地将安全风险降到最低限度。

5 结语

深基坑支护施工技术于建筑工程施工而言,有着颇为重要的应用价值以及实践方面的意义。经由合理地去选择支护结构的具体形式,科学且细致地安排施工的相关方法,强化针对施工准备环节以及监控管理方面的工作,同时严格落实各项安全管理举措,如此一来,既能有效地对基坑施工的安全性及稳定性予以保障,又能促使施工效率得以提升,施工成本实现优化,还可确保工程质量能够契合设计所提出的要求。虽说在实际开展施工活动的过程中,依旧存在着设计与施工之间存在差异、边坡修缮不够合理以及施工质量控制存在诸多困难等问题,然而凭借持续不断地完善技术层面的措施以及管理方面的制度,这些问题是能够获得有效控制的。在未来,伴随施工技术的不断向前发展以及智能化监测手段的应用情况,深基坑支护施工将会变得更加高效、更加安全并且更加精细,进而为现代建

筑工程的顺利推进实施给予稳固的技术保障,同时也为城市地下空间的开发利用以及高层建筑施工筑牢了可靠的基础。

【参考文献】

- [1]何中海.建筑工程施工中深基坑支护的施工技术与管理[J].城市建设理论研究(电子版),2025(31):115-117.
 - [2]张力明.建筑工程施工中深基坑支护施工技术[J].居业,2025(4):103-105.
 - [3]丁军明.建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理[J].居业,2025(2):171-174.
 - [4]康庆.建筑工程施工中深基坑支护施工技术分析[J].建材发展导向,2025,23(5):79-81.
- 作者简介:王湘璐,女,目前就职单位:海天建设集团有限公司,毕业院校:常州大学,所学专业:土木工程,职称级别:工程师。

绿色施工理念在城市建筑工程施工中的应用探究

李波

沂水启航建筑安装工程有限公司, 山东 临沂 276400

[摘要]随着城市化进程不断推进, 建筑工程的规模以及施工密度都在持续增加, 这对环境、资源以及社会的发展产生了颇为显著的影响。绿色施工理念属于实现建筑全生命周期可持续发展的一项重要途径, 着重于节约资源、降低能耗以及减少污染, 并且借助科学化与智能化的管理方式达成经济效益和社会效益的统一。文中针对绿色施工在城市建筑工程当中的价值、施工实践以及发展策略展开系统探讨, 剖析其在提高工程质量、优化施工管理、推动资源高效利用以及环境保护等方面所发挥的作用。研究说明, 绿色施工理念能够给建筑行业的可持续发展给予理论方面的支撑以及实践层面的路径, 并且能为施工企业以及政策制定者提供一定的参考。

[关键词]绿色施工; 城市建筑工程; 施工管理

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18026

中图分类号: TU71

文献标识码: A

Exploration on the Application of Green Construction Concept in Urban Construction Projects

LI Bo

Yishui Qihang Construction and Installation Engineering Co., Ltd., Linyi, Shandong, 276400, China

Abstract: With the continuous advancement of urbanization, the scale and construction density of construction projects are constantly increasing, which has a significant impact on the development of the environment, resources, and society. The concept of green construction is an important way to achieve sustainable development throughout the entire life cycle of buildings, focusing on conserving resources, reducing energy consumption, and minimizing pollution, and achieving the unity of economic and social benefits through scientific and intelligent management methods. The article systematically explores the value, construction practices, and development strategies of green construction in urban construction projects, analyzing its role in improving project quality, optimizing construction management, promoting efficient resource utilization, and environmental protection. Research has shown that the concept of green construction can provide theoretical support and practical pathways for the sustainable development of the construction industry, and can also serve as a reference for construction companies and policy makers.

Keywords: green construction; urban construction projects; construction management

引言

城市化进程不断加快, 建筑工程在满足社会以及居住需求的时候, 也面临着资源消耗偏高、环境方面的压力较大以及施工管理较为复杂等一系列问题。传统的施工模式侧重于对进度以及成本加以控制, 常常会忽略对环境保护以及资源节约的考虑, 进而出现能源被浪费、施工废弃物不断增多以及噪声扬尘造成污染等情况, 给城市生态可持续发展带来了不利影响。绿色施工理念把环保、节能以及低碳作为核心要点, 借助科学管理以及技术的应用, 达成建筑从设计一直到运营整个过程的可持续性, 同时兼顾环境、经济以及社会效益。近些年来, 政策以及标准的推进为绿色施工给予了有力支撑, 使其在提高施工质量、优化

资源利用以及保护环境等方面有着十分重要的意义。本文从绿色施工的价值、应用实践以及发展策略这三个方面来开展研究, 目的是为建筑企业以及行业管理者提供可参考的实施依据。

1 绿色建筑理念概述

绿色建筑在全寿命期内, 节约资源、保护环境、减少污染、为人们提供健康、适用、高效的使用空间, 最大限度地实现人与自然和谐共生的高质量建筑。绿色建筑是一种创新型应用理念, 在我国建筑工程行业具有明确的认证标准来认定绿色建筑, 满足上述指标细部要求且量化评分满足一定条件的建筑形式就可被归类为绿色建筑的范围当中。大力推行绿色建筑意义重大, 能够减少因工程建造

和使用的若干活动对环境与能源的负面影响,同时绿色建筑理念下提倡提供健康、适用的高品质建筑,也能提高使用的居住应用体验。从行业发展的角度进行剖析,随着共识的达成,绿色建筑理念已经成为了发展趋势广阔的一种建造理念。

2 绿色施工理念在城市建筑工程中的价值分析

2.1 环境效益

绿色施工理念在城市建筑工程当中所呈现出的首要价值,是环境效益方面的体现。城市建筑施工的过程之中,会涉及到数量颇为可观的材料消耗情况、能源的使用状况以及施工废弃物的排放事宜。要是缺少科学且合理的管理举措,那么将会给生态环境带来不容忽视的影响。绿色施工理念借助于在施工设计环节、材料选择方面、施工工艺层面以及现场管理层面去采纳节能、低碳以及环保的相关措施,进而有效地将施工活动针对环境所产生的负面作用予以削减。比如说,在施工现场积极推行扬尘控制方面的措施、开展噪声治理相关工作以及实施施工废水的回收利用操作,如此一来,不但能够使得施工现场以及其周边的环境质量得以改善,而且可以减少对于城市空气、水体还有土壤所造成的污染情况。与此绿色施工对于建筑废弃物着重关注其分类处理、减量化处置以及资源化回收等事项,凭借循环利用建材的方式,降低了建筑垃圾给环境所带来的压力,也缓解了城市固废处理工作的负担。除此之外,绿色施工理念还着重强调施工过程当中的生态保护事宜,这涵盖了施工用地要进行合理的规划安排、把施工对周边生态系统所造成的影响尽可能地降到最低限度以及落实生态修复方面的相关措施等内容,以此来达成施工活动和自然环境能够和谐共生的目标。在整个这个过程当中,环境效益并非仅仅体现在短期施工阶段的污染减排方面,而是更多地体现为建筑在整个生命周期里对环境影响程度的降低,从而促使城市建筑工程切实达成绿色、低碳以及可持续发展的既定目标。

2.2 经济效益

绿色施工理念于城市建筑工程当中,其经济效益颇为明显。虽说在施工初始阶段推行绿色施工,可能会出现一定程度的技术投入以及管理成本方面的耗费,然而从长远角度来讲,这些投入是可以多种途径来达成经济效益最大化的,像节约能源、减少材料方面的浪费、降低施工事故发生的概率以及提高施工的效率等等。就好比说,借助采用高效且节能的设备以及智能化的管理系统,施工现场的能源消耗情况便能得到优化处理,如此一来,既能把电力以及燃料的成本降下来,又能凭借数据化的管理方式

去减少设备出现闲置的情况以及重复开展作业的情形。对材料加以科学的管理并且应用绿色建材,能够有效地降低材料的浪费程度,减少材料采购方面的成本支出,提高资源的利用效率,与此同时还能让材料的使用寿命得以延长,进而降低维护以及更换的成本。绿色施工理念还着重于对施工流程加以优化以及提升施工的质量,以此来减少返工的比率以及施工出现延误的情况,从而使得整体工程的成本得以降低。更为关键的是,实施了绿色施工的建筑工程,通常是可以获取绿色认证以及政府补贴的,这不但能让项目的经济价值有所提升,而且还能强化企业在市场当中的竞争力。所以,绿色施工理念在经济效益方面所体现出来的,便是投资效益的提高、施工成本的降低以及企业长期发展优势的形成。

2.3 社会效益

绿色施工在城市建筑工程里所呈现出的社会效益,重点体现在对公共健康的改善方面,也有助于生活环境的提升,并且能够推动可持续发展进程。借助扬尘治理举措、噪声控制办法以及废水处理等一系列措施,施工活动给周边居民所带来的影响有了较为明显的降低情况出现。与此还能够为施工人员营造出安全且健康的工作环境,进而促使工作效率得以提高。绿色施工理念的推行,还能够推动公众环保意识有所提升,推动建筑行业朝着规范化管理的方向发展,促使产业实现升级,从而为社会提供那种高质量并且可持续的建筑产品,达成环境、经济以及社会效益三者之间的协调发展状态。

3 绿色施工理念在城市建筑工程施工过程中的应用实践

3.1 能源节约的应用策略

在城市建筑工程开展施工活动期间,能源方面的消耗在施工所涉及的总成本当中占据着颇为可观的比例,所以说能源节约已然成为绿色施工实践活动里极为重要的一个构成部分。绿色施工理念着重指出要依靠对施工工艺加以优化、对施工流程予以合理安排、选用高效节能的相关设备并且配备智能化的监测系统,以此来达成能源能够得到高效利用这样的目的。在施工现场的实际运作情况之下,凭借科学且合理的调度设备的运行时间,尽力去减少设备出现空转的情况以及避免那些高耗能的作业环节,如此一来便能够让电力以及燃料的消耗量大幅度地降低下来。与此在施工进程当中的临时用电系统是能够采用新能源的,比如可以运用太阳能照明方式以及高效的逆变器系统,进而进一步地削减对于传统能源的那种依赖程度。施工管理方面的人员能够凭借信息化的平台针对施工能耗展开实

时的监控以及细致的分析工作,依据数据所呈现出的状况来驱动并优化能源使用的相关方案,以此提升施工现场在能源使用方面的整体效率。除此之外,绿色施工理念还明确要求在施工的各个阶段尽可能地去减少那些高能耗的作业环节,像是要合理地去挑选施工机械以及施工工艺,采用预制构件还有装配式施工的方式,以此来减少现场出现焊接、切割以及混凝土搅拌等一系列高能耗的工序,最终达成节能减排这样一个目标。这样一种具有系统性的能源管理策略,一方面节约了施工方面的成本开支,另一方面也为城市建筑工程朝着低碳方向的发展给予了十分关键的保障作用。

3.2 材料节约与材料管理策略

材料耗费属于城市建筑工程施工环节里的主要资源开销项目之一。绿色施工理念借助材料方面的节约举措以及科学合理的管理方式,达成资源的最大程度利用目的,同时也促使施工成本得以降低。在施工启动之前,施工企业需要依据设计方面的具体要求来制定出精准的材料需求计划,对采购事宜以及库存安排做出合理统筹,以防出现因材料过度采购而造成的浪费情况。在材料实际使用的过程当中,应当施行分级管理的办法,并且建立跟踪制度,以此来保证材料能够在施工现场得到合理的存放,实现高效的使用状态,避免出现材料损耗以及浪费的现象。与此绿色施工着重强调要选用那些可再生或者对环境负荷较低的建筑材料,像是节能型的混凝土、能够回收利用的钢材以及环保型的涂料等,从而降低对于自然资源的依赖程度。在施工废料的管理方面,通过对施工废弃物展开分类收集的操作,再加以再利用以及循环利用的方式,既能减少施工垃圾的产生数量,又能为企业节省下废弃物处理方面的成本开支。绿色施工理念之下的材料管理,其关注点并非仅仅局限于经济效益方面,而是更加看重施工活动给环境所带来的影响,进而达成施工材料的高效利用、绿色利用以及可持续利用的目标,从而为建筑工程的整个生命周期给予有力的支撑。

3.3 环境保护的应用策略

绿色施工理念在城市建筑施工期间十分看重环境保护,借助施行科学化的施工举措,削减施工活动给周边环境带来的消极影响。施工现场的环境保护涵盖扬尘控制、噪声治理、废水处理以及生态保护等诸多方面。就扬尘污染来讲,可以运用喷淋降尘、覆盖堆料以及密闭运输等办法,削减施工粉尘扩散对空气质量产生的影响。噪声污染能够凭借合理安排施工时间、选用低噪音设备以及设置隔音屏障等举措来加以控制,以此保护施工周边居民的生活

环境。施工废水的收集、处理与循环利用是一项重要的措施,通过在现场构建污水收集系统以及沉淀处理设施,达成水资源的回收与重复使用,降低水污染的风险。绿色施工理念还要求在施工用地规划、临时设施布置以及施工活动当中充分考量对生态环境的保护,像是保护施工现场周边的植被、合理布置施工通道以及在施工结束后开展生态修复,进而实现施工活动与自然环境的和谐共存。借助系统的环境保护策略,绿色施工理念可有效减少施工给环境带来的压力,推动城市建筑工程朝着可持续发展的方向前进。

4 推动绿色施工在城市建筑工程中的发展策略

4.1 构建科学完善的绿色施工管理体系

推动绿色施工于城市建筑工程当中切实落地,构建起科学且完备的管理体系当属首要任务。绿色施工管理体系需要包含组织架构、责任分配、施工规划、材料管理、能源监测、质量把控以及环境保护等诸多环节,并且要把绿色理念融入到企业的文化里^[1]。借助建立起统一的管理流程以及标准化的操作规程,施工企业在确保施工进度推进的过程中,可达成资源优化配置以及环境保护的目的。完善的管理体系一方面能够提高施工效率,另一方面可为后续的技术创新以及智能化应用给予组织方面的保障,进而为城市建筑工程的绿色发展筑牢根基。

4.2 强化绿色施工关键技术研发与创新能力

绿色施工的施行离不开先进技术给予的有力支撑,像节能设备、低碳材料、智能化监测系统还有信息化管理平台这些都包含在内^[2]。强化对关键技术展开研发以及提升创新方面的能力,这无疑是在提升绿色施工水平的关键途径。施工企业需要依据工程的实际状况,积极去探索装配式施工、模块化建造、智能监控以及建筑信息模型(BIM)等一系列技术的应用方式,持续对施工工艺加以优化,以此来提升施工效率以及资源的利用率。与此借助技术创新这一手段,企业便可以处理施工过程中存在的高能耗、高排放等相关问题,进而达成绿色施工的可持续发展状态。

4.3 深化数字化、智能化技术在绿色施工中的应用

数字化以及智能化技术给绿色施工给予了极为有力的支撑。借助 BIM 建模、物联网设备、各类传感器以及大数据分析等手段,施工企业能够达成对施工现场的实时监控,这其中涵盖了能源使用情况、材料消耗状况、施工质量以及环境状况等诸多方面^[3]。而智能化技术的应用,使得施工管理变得更加科学合理,也更具可视化特性,并且具备了可追踪的特点,如此便能够及时察觉到存在的问题并加以调整,进而提升施工效率以及资源利用率,同时

降低施工风险以及环境负荷,由此推动城市建筑工程朝着绿色化、智能化的方向不断发展前行。

5 结束语

城市建筑工程规模与密度持续增大,传统施工模式引发的资源耗费以及环境方面所承受的压力愈发明显。绿色施工理念把节约资源、降低能耗以及减少污染当作核心要点,凭借科学且合理的管理体系、先进技术的具体运用还有企业文化的构建工作,达成环境、经济以及社会效益的有机结合与统一。本文围绕绿色施工理念所具有的价值、施工方面的实际操作以及发展策略这三个层面展开系统的剖析,明确指出绿色施工在优化施工管理环节、对环境加以保护以及提升社会效益这些方面所起到的重要作用。伴随绿色施工理念在城市建筑工程当中得到更为广泛的应用,城市建筑会变得更加节能环保,其质量也会更为高

效,居住起来也更加舒适,进而给建筑行业实现可持续发展给予稳固有力的保障。在未来,绿色施工会在城市建筑工程里发挥出更大的作用,为城市达成可持续发展以及生态文明建设贡献自身的力量。

[参考文献]

- [1]金原超.绿色施工理念在城市建筑工程施工中的应用[J].科技创新与应用,2024,14(8):166-169.
- [2]郭晓斌.绿色建筑理念在建筑工程施工过程中的应用[J].陶瓷,2022(11):149-151.
- [3]孙鹏卓.绿色施工理念在城市建筑工程施工中的应用[J].工程建设与设计,2024(19):187-189.

作者简介:李波(1984.5—),男,山东省临沂市沂水县人,现就职于沂水启航建筑安装工程有限公司,建筑工程师,长期从事建设工程方面工作。

管道防渗技术在建筑给排水施工中的应用

韩峥峥

天津华冶工程设计有限公司, 天津 300450

[摘要]随着建筑功能方面的需求逐步提高,建筑给排水系统的施工质量也日益受到人们的关注,其中管道出现渗漏的情况是最常见的,并且其危害程度也相对较大,这会致使水资源遭到浪费,建筑物结构受到损坏。为了促使防渗效果得以提升,针对材料选取、施工工艺运用、防渗技术类型以及施工要点等多个方面展开分析。相关研究明确指出,合理地去挑选符合标准的管材以及密封材料,对接口结构予以优化,严格把控连接工艺,同时规范基础处理以及回填作业操作。伴随新材料的应用、智能监测技术的发展以及装配式施工方式的推行,给排水防渗技术正在朝着高效化以及智能化的方向不断发展演进。本论文希望能够为建筑给排水工程的防渗施工给予一定的技术参考依据。

[关键词]建筑给排水;管道防渗;渗漏控制;施工技术

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18021

中图分类号:

文献标识码: A

Application of Pipeline Anti-seepage Technology in Building Water Supply and Drainage Construction

HAN Zhengzheng

Tianjin Huaye Engineering Design Co., Ltd., Tianjin, 300450, China

Abstract: With the increasing demand for building functions, the construction quality of building water supply and drainage systems has also received increasing attention. Among them, pipeline leakage is the most common and its degree of harm is relatively high, which can lead to the waste of water resources and damage to building structures. In order to improve the anti-seepage effect, analysis is conducted on multiple aspects such as material selection, construction technology application, anti-seepage technology types, and construction points. Related studies clearly indicate that selecting pipes and sealing materials that meet standards, optimizing interface structures, strictly controlling connection processes, and standardizing foundation treatment and backfilling operations should be done reasonably. With the application of new materials, the development of intelligent monitoring technology, and the promotion of prefabricated construction methods, water supply and drainage anti-seepage technology is constantly evolving towards high efficiency and intelligence, so as to provide some technical reference for the anti-seepage construction of building water supply and drainage engineering.

Keywords: building water supply and drainage; pipeline anti-seepage; leakage control; construction technology

引言

建筑给排水系统属于保障建筑能够正常使用的极为重要的一部分,它的防渗质量会对结构安全以及居住舒适度产生直接的影响。在当下的工程当中,管道出现渗漏的问题是比较突出的,并且该问题还具备隐蔽性较强以及修复所需代价较高的特点。渗漏主要是由于材料质量没有达到标准、施工工艺不够规范还有接口处理不够严密等诸多因素所引发的。为了提高系统的密封性,行业方面发展出了多种不同类型的防渗技术,包括材料型的、结构型的以及工艺型的。本文会围绕着渗漏的原因、防渗技术的原理以及施工控制要点等方面来展开总结,从而为相关的工程实践给予一定的指导。

1 建筑给排水管道施工概述

建筑给排水管道施工属于建筑工程里极为重要的一项专业分项工程,其主要负责达成生活给水、消防给水、热水系统、生活排水以及雨水排放等诸多功能方面的实现。该施工所涉及的内容包含了管材的选择、管道的布置安排、安装时的连接操作、隐蔽工程的相关处理事宜以及试压测试等一系列工序,而施工的质量状况会直接影响到管网在运行期间的安全性以及稳定性情况。近些年来,建筑工程的规模呈现出不断扩大的态势,给排水系统的空间布局也变得更为复杂起来,像大型公共建筑还有高层住宅这类建筑而言,其管道的数量众多,系统类型多种多样,节点分布较为密集,如此一来,渗漏的风险也随之增加了不少。

所以说,在施工阶段所采取的技术措施以及管理方法对于防渗质量而言有着极为重要的决定性作用。与之随着新型塑料管材、复合材料管道、智能连接方式以及机械化施工方法等的引入运用,施工质量控制的水平确实得到了一定程度的有效提升。然而在施工的实际过程当中,依旧存在着工艺不够规范、施工环境比较复杂、接口处理不太恰当等一系列问题,这些问题的存在使得防渗风险还是持续存在的状态。所以,很有必要从整体的施工流程以及关键的操作环节等方面出发去展开较为系统的相关研究工作,以此来全面提高建筑给排水管道施工在防渗方面的实际能力。

2 建筑给排水管道渗漏原因分析

2.1 材料因素

建筑给排水管道施工材料质量是影响管道防渗效果的基础性因素。但实际情况而言,部分质量管理人员未采取有效的施工材料质量管理措施对管道施工材料进行针对性检验和管理,导致施工材料质量不合格、施工材料堆放不规范、施工材料管理不足引起材料浪费等情况,严重影响建筑给排水管道防渗施工质量。同时,建筑给排水工程具有复杂性特征,对施工材料管理质量要求较高。但在实际施工中,质量管理人员单纯针对施工流程、施工指标进行规定和规范,未对施工材料进行全方位管理,极易引发质量安全问题。

2.2 施工因素

施工方面的情况是造成建筑给排水管道出现渗漏现象最为直接且极为关键的一个原因。就实际施工来讲,施工人员在操作的时候规范性不够到位,对于工艺流程的执行也没有落实好,这便成为了渗漏产生的主要诱发因素之一。比如在接口连接这一工艺环节上,有一部分施工人员并没有严格依照相关规定来安装密封圈,还有的没有彻底清理承插口处的杂质,甚至还有人没能让接口达到平滑对中的状态,如此一来,密封性能就会有所下降,长时间处于运行状态时,密封圈容易出现脱位或者断裂的情况,进而引发渗漏问题。不同种类的管材之间存在着不一样的连接方式,像热熔、粘接、承插以及法兰连接等等,要是施工温度把控得不恰当,加热时间安排得不合理,或者是粘接剂使用的方法不规范,那么都会致使接口强度不够。在管道敷设的过程当中,如果对坡度控制得不妥当,支吊架布置得不合理,管道受力又不均匀,同样会导致管道发生变形或者接口出现松动的状况。在隐蔽工程的施工期间,部分施工人员忽略了对管道的保护措施,结果在抹灰、混凝土施工亦或是后续的装修环节中,对管道施加了外力,使得接口出现了被拉扯而产生位移的现象,最终出现了隐

蔽式的渗漏情况。与此试压和验收工作仅仅停留在形式层面,试验压力不够充足,试验时间也被缩短了,这就使得部分隐患没办法及时地显露出来,进一步加大了渗漏的风险。从上述情况来看,施工因素在整个防渗体系当中占据了极为重要的核心位置,所以务必要从施工规范、人员培训以及过程把控等多个方面来强化管理举措。

3 建筑给排水管道防渗技术类型及原理

3.1 材料型防渗技术

材料型防渗技术主要依靠高性能管材以及可靠的密封材料来达成防渗效果。随着建筑给排水技术不断向前发展,像 PVC-U、PP-R、HDPE 这类新型塑料管材得到了广泛的应用,这些管材有着抗腐蚀、耐磨损、可塑性较强等诸多特点,适用于多种多样的给排水场景。高质量管材的材质是否均匀、厚度是否稳定、焊接性能以及密封性能等,都会对其防渗水平产生直接的影响。橡胶密封圈、聚氨酯密封胶、耐老化密封涂层等密封材料,在接口密封环节当中起着极为关键的作用。密封圈要是材质密度不够、弹性有所降低或者存放方式不妥当,那么就会对防渗性能造成影响。所以,材料型防渗技术着重于从源头去把控材料的物理性能、化学稳定性以及耐久性,以此来保证其在长时间的运行过程当中不会出现老化、脆化或者变形等情况。高质量的材料能够为防渗系统提供基础性的保障,只有在材料性能符合标准的情况下,后续的施工工艺以及结构设计才能够有效地发挥作用。

3.2 结构型防渗技术

结构型防渗技术主要通过对管道接口结构予以优化、对节点连接方式加以改进、完善防震措施以及合理布置支吊架等方式,以此来提升管道整体结构所具有的密封性以及稳定性。接口结构属于管道最容易出现渗漏的部位,一般而言,常常会采用承插式接口、柔性接口或者法兰接口等结构形式,并且要与密封圈相互配合使用,从而保证连接之处能够拥有足够的密封压力以及弹性补偿的能力。对于穿墙、穿楼板这类位置,就会采用刚性或者柔性的防水套管,借助套管和管道之间所做的密封处理,避免出现渗水顺着墙体不断扩散的情况。结构型防渗技术同样十分看重支吊架的设计工作,通过科学合理地分布支架的位置以及数量,进而确保管道在受力方面能够保持均匀的状态,减少因管道发生沉降、出现位移或者产生震动等情况而引发的接口松动现象。针对排水系统的转弯处、横支管连接处等应力相对集中的区域,有必要开展结构加强方面的操作或者设置伸缩节,防止因为压力出现波动或者存在热胀冷缩的情况而导致接口遭到破坏。凭借这些结构优化的相

关举措,管道系统便可以在各种外力的作用之下维持稳定连接的状态,从源头上减少渗漏方面的隐患。

3.3 工艺型防渗技术

工艺型防渗技术着重于施工工艺的规范化以及精细化操作方面,因为管道工程里最容易出问题的地方大多集中在施工阶段,所以严格的施工工艺把控对于保证防渗质量而言极为关键。就热熔连接管材来讲,得严格把控加热温度以及熔接时间,不然容易出现熔接不均、熔接深度不够或者过度熔接等情况,进而影响接口强度。对于粘接型接口,要保证接口处于干燥、清洁的状态,不能有油污杂质存在,并且要按照规定的时间去固化,以此来确保密封性能。承插连接需要注意方向对准、密封圈润滑以及位置校正等问题,防止因扭曲或位移致使密封失效。工艺型防渗技术还包含施工前的试装校核、安装过程中对坡度的控制、隐蔽工程的保护举措以及施工完成后开展的试压与闭水试验等诸多环节。通过严格执行标准化的施工流程,能够大幅度降低人为因素引发的渗漏风险,达成防渗技术在工程当中的最佳效果。

4 建筑给排水管道防渗施工技术要点

4.1 排水管及配件施工防渗要点

排水管及其配件在施工期间,防渗控制方面显得格外关键。毕竟排水系统大多是以重力流形式存在的,其中连接结构种类繁多,节点情况也颇为复杂,所以渗漏的风险是比较高的^[1]。在开展施工的时候,务必要严格把控管道布置的坡度,唯有如此才能保障排水能够顺利通畅,防止出现因坡度不够或者局部出现积水等情况,进而致使管道内部产生压力波动,最终引发接口出现渗漏问题。在安装诸如弯头、三通、伸缩节这类配件的时候,要充分确保接口是平整且干净的状态,密封圈也要准确无误地安装好,并且得让承插的方向保持一致,切忌出现偏心受力的情况。对于管道在穿越楼板、墙体的那些位置,应当采取与之相对应的防渗节点处理办法,比如说设置柔性套管并且做好密封方面的处理工作,借此来避免渗漏沿着建筑结构不断向外扩散。而对于那些暗埋的管道而言,还需要采用支撑保护的相关举措,以防在施工进程当中因为受到外力的作用而使得接口出现松动的状况。凭借上述这些措施的施行,是能够在很大程度上提升排水管道系统整体的防渗性能的。

4.2 管道连接安装防渗操作要点

管道连接属于防渗控制的关键环节,其施工质量会直接确定系统有没有渗漏隐患。在安装进程当中,务必要保证所有接口表面洁净且没有杂物,尤其是承插式以及法兰式连接,要是不做到这一点,就会致使密封圈没办法有效

地贴合管壁,进而引发渗漏情况。对于热熔连接而言,得严格把控加热还有冷却的时间,要让焊口熔接得均匀,防止因为温度不够而使得连接强度偏低,又或者是因为温度过高致使接口出现变形状况^[2]。在粘接工艺方面,需要保持接口处于干燥状态并且粘接剂要均匀地涂布上去,而且要在规定的时间范围内完成连接操作,以此来保证粘结能够牢固稳定。在安装进程中,应当采用顺序施工的方式,避免强力扭曲管道而造成接口出现松动现象,与此同时还要设置合理数量的支吊架,从而确保管道受力能够保持均衡状态。除此之外,在连接完成之后,要马上针对接口开展密封性方面的检查,并且在管道系统全部完成后还需进行全方位的试压以及验收工作,借此来确保连接处的密封是可靠的。

4.3 沟槽基础与回填防渗技术

沟槽基础以及回填工作的完成情况,会对埋地管道的受力状况以及运行寿命产生直接影响,同时也是防范出现渗漏现象的关键环节。在沟槽完成开挖之后,需要依据土质的具体情形来开展基础方面的处理工作,以此让其拥有足够的承载能力还有稳定性,防止因为基础出现不均匀沉降的情况而导致管道发生位移或者接口遭受拉力作用而裂开。当管道安装完毕以后,应当在管道的两侧运用细沙或者软土来分层并填实,从而使得管道所处的周围能够形成稳定的包覆层,进而减少因集中荷载而引发的变形情况^[3]。在实施回填操作的时候,要分层进行夯实,并且严格把控压实的程度,借此来保证管道能够受力均匀。对于那些交通荷载相对较大的区域而言,还应当设置相应的保护举措或者展开加固处理,避免外界的压力经由土层传递到管道之上。除此之外,在整个施工进程当中还要防范硬质石块、建筑垃圾等物品直接与管道相接触,以防给管壁带来损伤。在整个回填工作的实施过程中强化对它的监控以及验收环节,是能够切实提升埋地管道在长期使用过程中的防渗性能的。

5 管道防渗技术的发展趋势

随着建筑行业朝着高质量以及智能化的方向不断发展,管道防渗技术同样展现出了全新的发展趋势。各种新型防渗材料持续涌现出来,像高弹性密封胶、耐腐蚀复合材料还有高分子自修复涂层等等,这些材料拥有更高的稳定性以及耐久性,能够在很大程度上延长管道的使用寿命。智能监测技术渐渐开始在管道系统当中得到应用,借助传感器可实时对管道的水压、水流以及渗漏等情况加以监测,并且通过分析所采集到的数据,能够及时发出预警信息。未来的管道防渗技术将会更多地依靠材料科技、信息技术

以及装配式施工技术相互之间的融合,以此来达成从源头一直到运营整个过程当中的防渗控制目标。

6 结语

建筑给排水管道防渗技术在保障建筑工程质量以及运行安全方面有着不容忽视的重要意义。仔细分析材料方面的因素还有施工方面的因素,能够察觉到防渗问题的出现通常带有综合性特点,所以得把材料型技术、结构型技术以及工艺型技术协同起来运用,并且在施工管理环节要实现全过程的质量把控。伴随着新材料、新技术以及智能化监测系统持续向前发展,建筑给排水管道防渗技术将会进入到一个质量更高、效率更高的发展阶段。唯有在施工进程里维持严格的技术标准、完备的管理体系以及先进的技术手段,才能够从根源上降低渗漏的风险,保证建筑

给排水系统能够长期稳定地运行,进而为建筑品质的提升以及居住环境的优化给予可靠的保障。

[参考文献]

- [1]田俊强.基于建筑给排水管道施工中防渗漏技术分析[J].建材发展导向,2024,22(15):136-138.
- [2]田茂辰.管道防渗技术在建筑给排水施工中的应用[J].石材,2022(10):46-49.
- [3]纪联桂.建筑给排水管道施工中防渗漏施工技术分析[J].建设科技,2023(12):109-111.

作者简介:韩峥峥(1991.4—),女,毕业院校:河北工程大学科信学院,所学专业:给水排水工程,当前就职单位:天津华冶工程设计有限公司,职务:水工设计,职称级别:给排水工程师。

物流园区道路与桥梁工程的规划设计与优化研究

牛宇曦

北京首发智慧物流有限责任公司, 北京 100071

[摘要]现代物流业不断发展,物流园区的道路以及桥梁工程在保障运输效率、确保园区运营安全方面有着极为关键的作用。当下,物流园区大多采用分级道路网络,其中主干道、次干道还有支路彼此相互衔接,而桥梁则用来跨越河流、排水沟渠以及其他障碍物,以此来保证道路的连通性。不过,随着货运车辆的数量不断增多,再加上高峰期交通呈现集中态势,部分道路和桥梁就容易出现拥堵情况,导致运输效率有所降低。与此道路的承载能力、桥梁的结构设计以及维护管理工作在高强度的使用条件之下都存在着一定的局限性,这对园区物流运输的连续性以及可靠性产生了影响。

[关键词]物流园区;道路与桥梁;规划设计;优化研究

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18018

中图分类号: U442

文献标识码: A

Research on Planning, Design, and Optimization of Road and Bridge Engineering in Logistics Parks

NIU Yuxi

Beijing Shoufa Intelligent Logistics Co., Ltd., Beijing, 100071, China

Abstract: With the continuous development of modern logistics industry, the road and bridge engineering in logistics parks plays a crucial role in ensuring transportation efficiency and ensuring the safety of park operations. At present, logistics parks mostly adopt a graded road network, in which main roads, secondary roads, and branch roads are interconnected, while bridges are used to cross rivers, drainage ditches, and other obstacles to ensure road connectivity. However, with the increasing number of freight vehicles and the concentration of traffic during peak hours, some roads and bridges are prone to congestion, leading to a decrease in transportation efficiency. There are certain limitations in the carrying capacity of this road, the structural design of bridges, and maintenance management work under high-intensity usage conditions, which have an impact on the continuity and reliability of logistics transportation in the park.

Keywords: logistics park; roads and bridges; planning and design; optimization research

引言

在现代物流产业快速发展的大背景之下来讲,物流园区已然变成了区域经济以及供应链体系当中极为关键且不可或缺的一个重要节点。其内部的道路还有桥梁工程的规划设计水准,会直接对园区的运输效率、运营安全以及整体管理成本产生影响。随着电子商务、冷链物流以及大型货运活动的数量不断增加,物流园区面临着货运车辆数量急剧增多、运输需求呈现出多样化的态势以及在高峰期时交通压力高度集中等诸多挑战。传统的道路与桥梁布局模式已经很难满足高效、连续并且安全的物流运输方面的需求了。与此物流园区内部道路与桥梁工程建设通常会涉及到功能分区比较复杂、地形条件存在差异以及交通组织方面的问题,这就要求道路和桥梁不但要有足够的承载能力以及良好的耐久性,而且还要兼顾施工的经济性、后期

维护的便捷性以及园区可持续发展的目标。在这样的大背景之下,针对物流园区道路与桥梁工程展开系统的规划设计以及优化方面的研究,有着十分重要的理论层面的意义以及实践方面的价值。从一个方面来讲,凭借合理的道路网络布局以及桥梁选址布置,能够提升园区内部交通流通的效率,减少运输所花费的时间以及车辆运营的成本。从另一个方面来讲,通过对道路与桥梁结构设计、施工方案优化以及运营维护管理展开系统的研究,可以保障园区道路系统在安全性、经济性以及长期可持续性等方面都能够得到充分的保障。所以,本研究把物流园区道路与桥梁工程当作研究的对象,综合考虑园区交通流的特征、道路等级体系、桥梁结构类型以及施工维护的要求,对现状存在的问题加以系统分析,并且提出相应的优化设计方法,目的在于为物流园区高效运行给予科学方面的依据,为道路

与桥梁工程规划设计以及管理提供一定的参考,进而为提升现代物流园区建设的水平以及运营的效率给予技术层面的支撑。

1 物流园区道路与桥梁工程的规划设计的原则

在物流园区道路与桥梁工程规划设计中,需要综合考虑功能性、安全性、效率性、环境友好性、经济性、法规遵循性、智能化等多方面原则。道路布局应满足货物集散、存储和分拣等物流需求,合理划分主次道路,适应不同车型通行并预留扩建空间;交通组织应通过限速、导向标志及人车分流等措施保障通行安全,同时规划紧急救援通道;道路流线应优化,减少迂回和交叉,装卸区靠近主干道,并引入智能交通系统进行实时监控,提高物流效率;环境方面,应采取绿化、节能照明及雨水管理措施,降低噪声、排放及道路冲刷对环境的影响,同时鼓励清洁能源车辆使用;经济性上,应通过优化设计和材料选择平衡建设及维护成本;规划需遵守相关交通、环保和土地使用法规,确保合法性;智能化设计可融入车联网、AGV 等技术,实现自动化调度和监控;对于桥梁工程,还需保证结构强度、刚度与耐久性,同时兼顾生态环保和美观,使桥梁与周边环境协调统一,为园区道路与桥梁系统的高效、安全、可持续运行提供全面支撑。

2 物流园区道路与桥梁工程现状分析

在物流园区当中,道路与桥梁工程所呈现出来的现状具备这样的特点,其结构较为复杂,功能分区较为清晰明确,不过存在着局部受到制约的情况。园区的道路往往是依据主干道、次干道还有支路来分级去进行布置安排的。主干道肩负着园区内部主要的货运交通流量,它能够连接起各个不同的功能区以及园区的出入口,其设计时所设定的通行能力以及承载能力都相对比较高,如此一来便能够确保在高峰时段物流运输能够保持连续性并且有着较高的效率。次干道主要是用来分流园区内部各个作业区之间往来的车辆,它承担的是中等程度的流量,并且和支路形成了有效的衔接配合^[1]。支路则大多分布在仓储、装卸以及辅助设施的周边区域,它的职责是负责低速且短途的运输工作,以此来确保各个节点都能够达到并且操作起来比较便利。在这整个道路网络里面,桥梁工程属于关键的基础设施,它多是用来跨越河流、排水沟渠、管线以及其他一些交通方面的障碍物,从而保障道路网络能够保持连通的状态,同时也让物流运输能够顺畅地开展。桥梁的布局往往受到道路等级、交通流向以及地形地质条件等诸多因素的影响,而它的跨径设计、结构形式还有承载能力这些方面的情况,会直接关系到运输的效率以及安全状况。在

实际的运行过程当中,园区道路与桥梁工程在空间布局上体现出了功能分区是比较合理的,通行起来也比较顺畅,并且在安全保障方面也有所兼顾的特点。在部分交通节点、桥梁跨越的区域以及高峰运输的时段,还是有可能会出现流量过于集中、通行效率受到限制以及存在潜在拥堵等情况发生的。

3 物流园区道路规划设计优化研究

3.1 道路网络结构优化

在物流园区开展道路规划设计工作的时候,对道路网络结构加以优化,这可是提高园区运输效率以及保障其运行安全的关键所在。要想把道路网络结构优化好,那就得综合考量园区的功能分区情况、货物流量呈现出的各类特征,还有日后发展的实际需求,进而合理地去规划主干道、次干道以及支路各自的布局方式,以及它们彼此之间的连接关系。其中,主干道务必要确保具备较高的通行能力,并且保持良好的连续性。具体来说,可采用多车道的设计方案,如此一来便能很好地满足在货运高峰期时车辆集中通行的需求。与此在一些关键的节点位置,还应当设置合理的交叉口或者环形连接处,以此来降低车辆出现冲突以及发生延误的几率。再看次干道,其布局既要充分兼顾到分流方面所要发挥的功能,又要考虑到对仓储区域以及装卸区域所提供服务的效率问题,进而形成一条能够与主干道实现平衡衔接的内部运输通道。而支路呢,则是要把园区内的各个作业区都涵盖进去,从而保证短途运输能够便捷开展,同时也让货物装卸具备足够的可达性。就道路间距以及网格密度的设计而言,得遵循这样一个原则,那就是要做到“集散合理、通行顺畅、便于管理”。如此才不会因为道路过于稀疏而使得运输不得不绕行,也不会由于道路过于密集而导致建设成本以及管理难度双双增加。

3.2 交通流组织与调度优化

在物流园区道路规划设计环节当中,对交通流组织加以科学安排以及实施合理的调度优化举措,这无疑是在提升园区运输工作的实际效率、切实降低出现拥堵的风险以及充分保障园区安全运营等方面极为重要的一种手段。园区内部的交通流量呈现出十分突出的时空集中特性,货运车辆往往会在高峰时段集中地出入园区,如此一来便容易在主要干道、交叉口还有桥梁段落等处形成明显的交通瓶颈情况。所以说,针对交通流展开科学且合理的组织与调度工作,其意义是不容忽视的。要对交通流进行优化组织,首要任务便是要清楚明确车辆的通行路径,依据实际情况合理地去划分单行道、双向道以及优先通行的通道,务必要保证主干道能够承担起主要的货物流量,与此支路也得

能够高效地对低速运输车辆起到疏导的作用,进而达成道路网络内部的流量平衡状态^[2]。除此之外,还应当综合考量园区物流作业的具体特点以及货运高峰期所呈现出来的规律,制定出具备动态特性的调度方案,这里面就包含有高峰期的分流措施、按不同时间段进出园区的规定以及针对重点区域采取的限流办法等等,借助这些举措来削减交叉点处的排队时长以及等待时间,从而促使整体的通行效率得以提升。

3.3 道路施工与维护优化设计

在物流园区道路开展规划设计工作期间,道路施工以及维护方面的优化设计无疑属于极为关键的一环,其能够有力地保障道路实现长期的安全运行状态,进而促使运输效率得以提升。就道路施工优化来讲,务必要全面且细致地考量园区所面临的交通负荷情况、各类车辆的类型以及它们的使用频次等因素,从中去挑选出最为合理的路基结构形式、适宜的路面材料种类以及行之有效的施工工艺,唯有如此,才能够切实保证道路具备足够强大的承载能力、较为出色的耐久性以及良好的抗变形性能,与此还得兼顾到施工周期的把控以及成本方面的有效控制事宜。在针对路面材料做出选择的时候,要充分结合园区存在重型货运车辆比例偏高、并且装卸作业十分频繁这一特点来综合考量,应当优先选用那种耐磨性能良好且抗压能力较强的沥青混凝土或者水泥混凝土作为路面材料,并且还要联合运用基层加固方面的相关技术,以此来进一步提升整体结构的稳定程度。施工工艺方面需要做到科学且有序地加以安排,合理地施工段落以及施工顺序予以组织规划,尽最大可能去减少施工活动给园区正常开展物流运输业务所带来的干扰影响,而且要借助信息化管理的相关手段来实时且精准地对施工质量以及施工进度实施全程监控。至于道路维护优化设计这块内容,则着重强调要定期去开展检查工作、做好养护事宜并且及时对出现的问题进行修复处理,对于那些容易出现磨损现象的路段、各个交叉口以及桥梁的接入段等区域,要给予重点的监测关注,采取将预防性养护措施和功能性维护举措相互融合的方式方法,以此来达成延长道路使用寿命并且降低运营成本的双重目的。

4 物流园区桥梁工程规划设计优化研究

4.1 桥梁选址与布置优化

在物流园区开展桥梁工程规划设计相关工作时,桥梁的选址以及布置优化这两个方面的情况,属于能够对道路网络的连续性起到保障作用,并且对于物流运输能否顺畅开展都极为关键的环节所在。就桥梁选址来讲,务必要全面且细致地去考量园区的整体道路是如何布局的、交通的

流向又是怎样的,另外还得把地形地质方面的各种条件都纳入到考虑范围当中来,从而切实保证桥梁可以有效地跨越诸如河流、排水沟渠、各类管线以及其他存在的一些障碍物等,与此还要让桥梁和主干道、次干道之间的衔接达到合理的程度,绝对不能因为桥梁所处的位置不恰当,而致使运输车辆出现绕行的现象或者形成交通方面的瓶颈状况^[3]。至于布置优化这件事,它一方面要充分满足交通通行方面的实际需求,另一方面还得全方位地去综合剖析桥梁自身的承载能力、跨径具体该如何选择以及施工到底有没有可行性等诸多因素,进而使得桥梁既能够在高峰期承受起集中货运所产生的大量流量,又能很好地适应未来园区进一步扩展以及道路不断升级所提出的要求。在整个布置推进的过程中,得着重留意桥梁间距和道路交叉口之间相互的协调情况,尽可能地去减少对周边各类设施的占用以及可能产生的干扰影响,而且还要兼顾施工所需要的费用成本以及后期维护操作起来是否便利等诸多方面的情况。

4.2 桥梁结构与施工方案优化

在物流园区开展桥梁工程规划设计相关工作期间,桥梁结构以及施工方案的优化无疑属于极为关键的环节,其对于保障桥梁具备良好的安全性、耐久性,以及实现较高的运输效率均有着重要意义。就桥梁结构的选择而言,得综合各方面因素来考量,像跨径情况、荷载的具体类型、通行车辆所具有的特性以及地质方面的条件等,常见的结构类型涵盖了钢筋混凝土梁桥、预应力混凝土桥还有钢结构桥等几种,而每一种结构在承载能力方面、施工难度层面、成本高低以及维护便利性等方面都会存在着一定的差异,所以务必要依据园区道路所处的等级状况以及交通流量的具体情况来合理地进行匹配。至于施工方案的优化,那便要在确保桥梁结构质量不会出现任何问题的前提之下,去着力提高施工的效率,努力降低成本支出,同时也尽可能减小对园区交通所产生的影响。举例来讲,可以通过采用分段施工的方式、运用预制构件拼装的技术、对模板以及支架加以优化等一系列手段来促使工期得以缩短,在施工具体实施的过程中,还得要合理安排好交通绕行的相关事宜以及各项施工安全方面的措施,从而有效减少对物流运输工作的干扰。施工材料、施工工艺以及施工顺序等方面的优化同样是相当重要的,像高性能混凝土、耐腐蚀钢材以及先进的施工机械等的应用,能够在很大程度上提升桥梁结构的使用寿命以及耐久性性能。

4.3 桥梁运营管理与维护优化

在物流园区开展桥梁工程规划设计相关工作的时候,桥梁的运营管理以及维护优化这两个方面的情况,实际上

是在保障桥梁能够实现长期的安全运行,并且还能够很大程度上提升物流运输的效率,其属于极为关键的一个环节。桥梁在日常开展运营活动的过程当中,是需要去承受那种有着很高频率的货运车辆所带来的荷载的。尤其是在那些重型运输车辆集中在一起通行的高峰时段,对于桥梁结构所具有的耐久性以及承载能力而言,确实是提出了相当高的要求。所以说,桥梁运营管理务必要建立起一套系统化并且信息化的监测机制,借助传感器、视频监控还有结构健康监测设备等等这些手段,来实时地去采集桥梁的应力、振动、位移以及温湿度等一系列的关键数据,进而针对桥梁结构的运行状态展开动态层面的分析,并且做好预警方面的相关工作^[4]。维护优化这一块儿,则是要着重去强调要科学地去制定定期检查以及养护计划,针对桥面、支座、伸缩缝以及防护设施等部位,要及时地去做检修以及加固处理,特别是桥梁承载的核心部位以及那些容易出现损坏情况的构件,应当采用将预防性养护和功能性的维修相互结合起来的方式,以此来达成延长使用寿命、降低运营风险以及维修成本这样的目的。

5 结语

物流园区道路与桥梁工程的规划设计以及优化方面的研究显示,合理的道路网络布局还有桥梁布置,对于提

升园区运输效率以及保障运行安全有着颇为重要的作用。对道路结构予以优化,合理组织与调度交通流,并且科学安排桥梁选址、结构设计以及维护管理工作,能够有效缓解交通方面存在的瓶颈问题,提高通行的能力,同时也能让相关设施的使用寿命得以延长。此项研究给物流园区道路与桥梁工程实现高效运行提供了相应的理论依据以及实践方面的参考,也为后续结合智能化管理理念以及可持续发展的观念来进一步优化园区交通系统指明了方向。

[参考文献]

- [1]于瑞康,王淑君.物流企业大件货物道路运输安全评价研究[J].物流科技,2024,47(16):129-132.
- [2]李静.道路运输物流发展的研究与对策[J].中国储运,2023(2):202-203.
- [3]郝文静.物流企业道路运输安全事故成因分析及对策探究[J].中国储运,2023(1):200-201.
- [4]索喜泽.物流企业道路运输安全事故成因和隐患[J].中国物流与采购,2020(10):69.

作者简介:牛宇曦(1986.5—),男,毕业院校:澳大利亚卧龙岗大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:北京首发智慧物流有限责任公司,公司职务:副总经理。职称级别:高级工程师。

道路桥梁施工技术中的细节处理策略

刘世兵

江西江南工程管理咨询有限公司, 江西 赣州 341000

[摘要]道路桥梁工程作为交通基础设施的重要组成部分,其施工质量直接关系到交通系统的运行效率与安全性。在施工过程中,涉及多个复杂环节,其中细节处理尤为关键。如果细节管理不到位,容易产生质量隐患,进而影响桥梁的耐久性和承载性能。文章从重要性入手,分析了细节处理的内容,给出了优化策略,以期为道路桥梁施工提供参考。

[关键词]道路桥梁; 施工技术; 细节处理; 策略

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18020

中图分类号: U44

文献标识码: A

Detail Processing Strategies in Road and Bridge Construction Technology

LIU Shibing

Jiangxi Jiangnan Engineering Management Consulting Co., Ltd., Ganzhou, Jiangxi, 341000, China

Abstract: As an important component of transportation infrastructure, the construction quality of road and bridge engineering directly affects the operational efficiency and safety of the transportation system. During the construction process, multiple complex steps are involved, among which detail handling is particularly crucial. If the detail management is not in place, it is easy to create quality hazards, which in turn affect the durability and bearing performance of the bridge. The article starts with importance, analyzes the content of detail processing, and provides optimization strategies in order to provide reference for road and bridge construction.

Keywords: road and bridge; construction technology; detail handling; strategy

引言

在现代交通建设进程中,道路桥梁属于极为关键的基础设施,其不光肩负着交通运输方面的核心功能,而且还直接和社经济发展以及人民生活质量紧密关联起来。伴随道路交通量持续增多以及桥梁工程规模一天天变大,施工质量以及结构安全性所面临的要求变得越来越高。在桥梁施工期间,各类细节环节的处置情况是保证工程质量、让使用寿命得以延长以及提高安全性能的关键要素。细节处理既包含路基填筑、混凝土浇筑、钢筋绑扎、桥面铺装与支座安装等施工环节的精准操作,又涉及施工材料选取、施工工艺优化、施工环境把控以及全过程质量监控等诸多方面。只要任何一个环节出现疏忽或者偏差,在桥梁使用进程中就极有可能出现裂缝、沉降、结构应力集中或者耐久性降低等问题,进而对桥梁整体性能以及安全性产生影响。所以,深入探究道路桥梁施工技术里的细节处理策略,不但可以引导施工单位在实际工程当中科学地安排施工工序、规范操作流程、强化质量管理,而且还能对桥梁结构的长期稳定运行给予保障,与此同时具备明显的经济效益与社会效益。本文目的在于全面且细致地剖

析道路桥梁施工中常见的细节问题以及其对工程质量产生的影响,同时探讨针对不同施工环节的细节处理策略,期望能为提升道路桥梁施工水准和工程质量给予理论支撑以及实践指引。

1 道路桥梁施工技术中细节处理的重要性

在道路桥梁施工技术方面,细节处理的重要性于工程质量、安全性以及使用寿命等方面均有体现。道路桥梁属于交通基础设施里的关键部分,其施工进度涵盖路基、混凝土、钢筋还有桥面铺装以及支座安装等诸多环节,每个环节的细节处理都和整体结构的稳定性、耐久性紧密相关。倘若在施工期间对细节管理有所忽视,那么就有可能出现裂缝、沉降、钢筋外露或者桥面不平整之类的质量问题,如此一来便会对桥梁的承载能力以及使用安全产生影响。与此细致入微的施工细节管理能够在很大程度上减少返工率并降低维护成本,进而提高施工效率以及获取更好的经济效益。重视细节可彰显施工单位的专业水准与管理能力,这也是保证工程顺利完工且能让道路桥梁使用寿命得以延长的重要因素。所以,在道路桥梁施工当中,强化对各个施工环节的细节把控,一方面有利于确保工程的质量

与安全,另一方面还能提升项目的管理水平,达成经济、社会以及技术效益的有机融合。

2 道路桥梁施工技术中的常见细节问题

2.1 路基施工细节问题

在道路桥梁施工过程中,路基施工属于整个工程当中的基础环节,其中的细节方面的问题会直接和桥梁结构的稳定性以及使用寿命关联起来。常见的路基施工细节问题,像土方填筑出现不均匀的情况、压实度存在不足或者过度压实现象、排水系统在设计以及施工环节都不到位、路基材料的选择不够合理还有路基边坡处理得当与否等^[1]。这些问题一旦出现,就有可能致使路基沉降呈现出不均的状态、裂缝开始产生、局部出现下陷情况或者排水不顺畅,进而对上部结构的承载能力以及桥梁整体的稳定性产生影响。除此之外,在施工过程当中,如果标高控制不够精准、夯实机具操作不够规范以及施工缝处理不够严密,那么在一定程度上也会加大后期养护以及维护的难度。

2.2 混凝土施工细节问题

在道路桥梁施工领域当中,混凝土施工这一环节可以说是确保桥梁结构具备一定强度以及拥有良好耐久性的极为关键的环节所在。然而在实际开展施工活动的过程中,往往会存在着不少各式各样的细节方面的问题,而这些问题完全有可能径直对混凝土结构的整体性能产生影响。就常见的混凝土施工细节问题来讲,像在浇筑期间因振捣操作不够均匀从而出现蜂窝麻面的情况、施工缝的处理不够规范的情形、对混凝土坍落度的控制不够准确的状态以及养护工作做得不到位等等都包含在其中。除此之外,倘若混凝土配合比的设计不够合理、所用材料的质量不够稳定,再者施工环境条件比如温度、湿度等方面的控制又不够严格的话,那么同样有可能引发诸如裂缝、空洞、离析或者收缩变形等一系列的问题出现。

2.3 钢筋施工细节问题

在道路桥梁施工当中,钢筋施工属于极为关键的一个环节,其对于桥梁结构承载力以及安全性的确保有着举足轻重的作用。然而在实际的施工过程中,钢筋施工往往存在着不少细节方面的问题,而这些细节问题很可能会对桥梁的结构性能以及耐久性产生直接的影响。就常见的钢筋施工细节问题而言,像钢筋规格、型号与设计要求不相符合这样的情况是存在的,还有钢筋绑扎不够牢固或者间距分布不均匀的情况也是存在的,另外钢筋锚固长度不够、钢筋保护层厚度未达到标准以及接头处理不够规范等问题也都时有发生。除此之外,钢筋在运输、存放以及施工期间所采取的防锈、防污染相关措施做得不够到位,

这也容易使得钢筋性能出现下滑或者和混凝土的结合状况变差。

2.4 桥面铺装与支座安装细节问题

桥面铺装与支座作为桥面系统重要部分,存在以下问题:因桥面铺装层平整度差且未控制好浇筑厚度、摊铺速度等而影响行车安全;因支座安装偏差,未精确调整高程、水平位置或垫石平整度不符合要求,导致支座损坏、桥梁位移;因伸缩缝安装不当,缝隙宽度不符合要求、锚固不牢或衔接不顺畅,致使雨水渗入、腐蚀钢筋并影响行车舒适性。

3 道路桥梁施工技术细节问题的处理对策

3.1 强化路基施工的细节管控

在道路桥梁施工期间,强化对路基施工诸多细节方面的管控,这无疑是一个极为关键的基础环节,它对于确保桥梁整体结构能够安全稳固并且在长时间内保持耐久性有着十分重要的意义。路基在很大程度上充当着承载桥梁上部结构的基石角色,其施工所达成的质量状况会直接左右桥梁后续的使用性能以及使用寿命的长短,所以说,针对路基施工当中的每一个细节环节,都务必要实施严格的管理举措以及把控手段^[2]。在施工正式开始之前的准备阶段,应当针对地基土质展开细致且全面的勘察工作,并且对其进行详尽的分析,要清楚明确地知晓土层所具备的承载力情况、含水率的具体数值、压缩性的相关特性以及地下水位的实际状况,唯有如此,才能够为后续施工方案以及工艺设计给出科学合理的依据参考,并且依据不同土质所呈现出的不同特点,去制定出与之相匹配的加固或者改良方面的相应措施。在施工正式开展的过程当中,需要对填土分层的厚度以及夯实工序予以严格把控,以此来保证路基土体能够实现密实且均匀的状态,进而避免出现因局部沉降或者是压实不够均匀而致使桥梁结构产生应力集中的情况发生。与此对于土料的选择以及后续的处理事宜,必须要落实到精细化管理的程度,确保所选用的材料其粒径大小、含水率指标以及稳定性状况都能够契合设计规范所提出的要求,并且要对施工过程中土料的堆放方式、运输流程以及具体使用情况展开全程无死角的监管,借此来防范材料性能出现劣化现象或者施工操作出现偏差情况。除此之外,排水设施的布置安排以及施工过程中的细节方面同样不可以被忽视掉,应当科学合理地去设计边沟、截水沟以及排水管网等相关设施,并且要保证在施工期间排水能够保持通畅无阻的状态,从而避免雨水亦或是地下水给路基带来侵蚀作用或者是造成沉降方面的不良影响。全过程的施工质量监控同样是细节管控当中一个不容小觑的重要环节,通过在适当地点设置压实度检测点、标高控

查点以及沉降监测点,再结合现场实际检测所获取的数据以及对这些数据的分析结果,能够及时察觉到其中存在的偏差情况,并且采取相应的纠正措施,如此便能够切实有效地保障路基施工最终能够达成设计所规定的各项要求。

3.2 优化混凝土施工技术与管理

在道路桥梁施工领域当中,对混凝土施工技术以及管理加以优化,这无疑是一个极为关键的环节,其对于提升桥梁结构所具备的强度、耐久性还有使用安全性等方面都有着十分重要的作用。混凝土称得上是桥梁极为重要的一种承重材料,它的性能状况以及施工质量的好坏,会直接对桥梁的整体稳定性以及使用寿命产生影响,所以在整个施工过程中,务必要针对技术和管理展开系统化的优化工作。要从材料配比以及质量控制这些方面着手去开展相关事宜,得严格依据设计方面的要求来挑选水泥、骨料、外加剂以及石灰比等各项材料,并且要针对原材料展开全方位的检测工作,以此来保证其物理性能、化学成分以及均匀性都能够契合施工规范的相关要求。在混凝土浇筑这个环节上,需要科学合理地安排施工的顺序以及浇筑的方式,要对浇筑的速度以及层厚加以把控,防止出现因为分层过厚或者振捣不够充分而引发的蜂窝麻面、离析以及空洞等一系列缺陷情况,与此还得针对施工缝的位置以及处理的方法实施精细化的管理举措,从而确保整体结构能够具备连续性以及密实性。除此之外,还需要强化对施工环境的管理工作,要对温度、湿度、风速等等这些条件进行实时的监控操作,并且要依据环境的变化情况采取与之相应的养护方面的措施,以此来避免混凝土出现早期干缩、裂缝亦或是冻害这类问题^[3]。在施工管理这块,应当建立起涵盖全过程的监控以及质量追溯相关的机制,这里面包含了对浇筑过程予以记录、对振捣质量进行检查、对养护情况展开跟踪以及对强度检测数据进行分析等诸多方面,通过这样的方式来达成施工过程的闭环式管理状态。

3.3 严格把控钢筋施工质量

在道路桥梁施工期间,严格把控钢筋施工质量属于确保桥梁结构承载力、安全性以及耐久性的关键环节。钢筋充当着桥梁的骨架,其布置方式、规格大小、锚固状况以及和混凝土的结合情形会直接对结构的整体性能产生影响,所以在施工过程中务必要对每个细节加以严格管控。需依照设计图纸以及规范要求来选用钢筋材质、规格以及数量,保证钢筋性能能够契合力学与耐久性方面的要求,并且在运输、堆放以及加工环节实施防锈、防污染举措,避免钢筋出现受损或者性能下滑的情况。在钢筋绑扎以及

安装这个环节当中,要让钢筋的位置、间距、间隙以及保护层厚度都能够达成设计方面的要求,防止因为绑扎不够牢固、发生偏移又或者是保护层不足而引发的应力集中以及局部破坏等情况,与此还要针对接头、锚固以及弯折部位展开严格的检查,防范潜在的质量隐患问题。施工进度中应当构建起全过程的质量监控体系,借助设立关键节点检查点、测量钢筋标高与间距、检查绑扎牢固程度以及保护层厚度等手段,然后结合施工记录以及动态监测数据展开分析,及时察觉到偏差并且予以纠正。除此之外,还需强化施工管理并且加强操作人员的培训工作,提升施工人员对于钢筋施工细节的认知水平以及操作规范程度,确保每一道工序都能够严格按照标准要求来执行。

3.4 完善桥面铺装与支座安装技术

在道路桥梁施工环节当中,将桥面铺装以及支座安装技术予以完善,这无疑是一个极为关键的环节,其对于保障桥梁的整体性能、使用时的安全性以及耐久性有着十分重要的意义。桥面铺装属于桥梁直接去承受交通荷载以及环境作用的那个表层部分,它的施工质量会直接影响到行车时的舒适程度、防水方面的性能以及桥梁结构在长时间内的耐久性情况。而支座则是处在桥梁上部结构与下部结构之间,它起到承力以及位移调节的作用,其安装精度以及施工质量和桥梁的结构稳定性以及受力均匀性紧密相关。在施工的具体进程中,得严格按照设计规范以及施工的要求,针对桥面铺装材料的质量、厚度、平整度还有界面处理等方面展开精细化的管理举措,务必要防止出现铺装厚度不均、出现裂缝、产生空鼓或者防水层失效等等这类的问题。与此对于桥面铺装施工时的缝设置情况、振捣是否密实、表面的找平操作以及养护相关的措施等,都得进行严格的把控,以此来保证铺装层和结构层之间能够实现良好的结合状态,并且还能有效地去抵抗温度方面的变化、荷载所产生的作用以及水害带来的影响^[4]。在支座安装这个方面,必须要确保支座的型号、规格以及其承载力要和设计要求完全吻合一致,对于安装的位置、标高、水平度以及锚固固定的状况都要进行精确的控制,而且还要结合施工进度中开展的受力监测以及相应的调整工作,避免因为安装偏差而导致结构应力出现集中或者是局部发生失效的情况。除此之外,在施工的整个过程当中,应当建立起一个全过程的质量监控体系,针对桥面铺装以及支座安装这些关键节点,要实施实时的检查以及详细的记录工作,借助于数据的分析以及问题的反馈,及时地去进行纠正操作,从而保证每一个环节都能够符合设计以及规范所提出的要求。

4 结语

道路桥梁施工技术里的细节处理,在确保工程质量、结构安全性以及耐久性等方面有着极为重要的作用。仔细分析路基施工、混凝土施工、钢筋施工还有桥面铺装以及支座安装等关键环节出现的细节问题,并且给出相应的优化策略,如此一来便能够有效地防止施工缺陷冒出来,进而提升施工效率以及工程质量的水准。并且,细节管理一方面彰显出施工单位所具备的技术水平以及管理能力,另一方面对于延长桥梁的使用寿命、减少维护成本以及保障交通安全都有着积极的作用。在未来,随着施工技术持续不断地发展以及信息化手段得到广泛的应用,进一步强化施工细节的精细化管理,这将会成为提升道路桥梁施工整体水平、达成安全、经济与社会效

益相统一的关键途径。

[参考文献]

- [1]刘秋霞.道路桥梁施工技术中的细节处理策略[J].汽车周刊,2025(12):80-82.
- [2]漆亮,朱贤荣.道路桥梁施工技术中的细节问题及处理策略[J].城市建设理论研究(电子版),2022(35):80-82.
- [3]江阿闯.道路桥梁施工技术中的细节处理策略[J].汽车周刊,2025(3):137-139.
- [4]许高强.道路桥梁施工技术中的细节问题及处理对策探究[J].汽车周刊,2025(10):91-93.

作者简介:刘世兵(1989.9—),毕业院校:河海大学,所学专业:交通工程,当前就职单位:江西江南工程管理咨询有限公司,职称级别:工程师。

简析路桥工程中路基的施工技术及其质量管理

韩贞辉

新疆小海子水利建筑安装工程有限公司, 新疆 图木舒克 843900

[摘要]路基施工在路桥工程里属于重要部分,其施工质量和道路的使用寿命、安全性、经济性紧密相关。文章依据路桥工程实际施工进度,全面分析了路基施工基本要求、主要技术方法、质量管理关键环节以及质量优化举措。经过对施工技术与管理策略剖析,给出了契合复杂地质和环境条件的施工优化方案,可作为提升路基施工质量、路桥工程整体性能的参考依据。

[关键词]路桥工程;路基施工;施工技术;质量管理

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18036

中图分类号: U415

文献标识码: A

Brief Analysis of Construction Technology and Quality Management of Roadbase in Road and Bridge Engineering

HAN Zhenhui

Xinjiang Xiaohaizi Water Conservancy Construction and Installation Engineering Co., Ltd., Tumushuke, Xinjiang, 843900, China

Abstract: Roadbed construction is an important part of road and bridge engineering, and its construction quality is closely related to the service life, safety, and economy of the road. The article comprehensively analyzes the basic requirements, main technical methods, key quality management links, and quality optimization measures of roadbed construction based on the actual construction process of road and bridge engineering. After analyzing the construction technology and quality control strategies, a construction optimization plan that fits complex geological and environmental conditions has been proposed, which can serve as a reference for improving the quality of roadbed construction and the overall performance of road and bridge engineering.

Keywords: road and bridge engineering; roadbed construction; construction technology; quality management

引言

路桥工程属于现代交通基础设施里的关键部分,其中路基施工的质量对于保障道路能够长期安全地运行而言极为重要。伴随交通量持续增多以及道路工程技术不断发展,路基施工所面临的各类技术难题也变得愈发复杂起来。地质条件呈现出多样性的特点,气候环境也有着特殊性,再加上施工材料以及施工设备存在着差异性,这就要求路基施工在严格按照技术规范以及施工标准来开展工作的前提之下,要运用科学的施工方法并且采取行之有效的质量管理举措。近些年来,随着信息化、智能化施工手段不断得到推广,路基施工的技术水平以及质量控制能力都有了一定程度的提升,然而在复杂环境之下进行施工时的风险依旧客观存在。这篇文章着重围绕路基施工的基本要求、施工技术、质量管理以及优化措施展开较为系统的分析,希望能够给工程实践给予相应的理论支撑并提供一定的参考经验。

1 路桥工程路基施工的基本要求

路基施工的基本要求涵盖了诸多方面,像施工前需开展的地质调查工作、得严格遵循的设计规范、施工过程中须规范化的各项事宜,还有施工完毕后所要依照的验收标准等。在正式施工之前,务必要全面且细致地去了解路基所在区域的地质状况、水文情况以及环境条件。处于设计这个阶段的时候,应当严格按照相关的技术规范来确定路基的具体宽度、相应的高程、纵向的坡度以及横向的坡度等方面内容。在施工正式开展的过程中,必须要全力确保能够做到分层进行填筑、实现均匀的压实效果以及保持边坡的稳固状态,坚决避免出现诸如沉降、裂缝或是塌陷这类的质量问题。与此在施工完成之后,还需要对路基展开系统且细致的检测与验收工作,其中涉及的指标包含压实度、平整度以及承载力等多个方面,以此来切实保障路基能够符合规定的使用标准以及相应安全方面的各项要求。这些基本要求既构成了施工得以顺利开展的前提条件,同

时也是保证路基质量达标以及道路使用性能良好的关键基础所在。

2 路基施工的主要技术方法

2.1 路基填筑施工技术

在路桥工程的施工过程中,针对路基填筑施工技术的应用,需要注意以下几方面。首先,在正式开始施工之前,应当对纵向排水系统和横向排水系统进行设置,然后再实施以分层填筑施工技术。其次,在分层填筑施工过程中,需要重点提高施工材料的强度,以免在后期运行过程中因为施工材料强度不足而出现地面塌陷或地面裂缝等病害问题。对此,建议施工人员要对施工材料的强度进行重点检查,如果发现施工材料强度不符合要求,则应当在第一时间进行更换。同时,为了保证施工材料的强度符合相关施工标准,可以将某些稳定性较强的施工材料掺入到路基材料当中。

2.2 土质改良与加固技术

土质改良与加固技术在保证路基稳定性以及承载力方面属于极为重要的施工手段,特别是在软土地基、膨胀土或者湿陷性黄土这类特殊地质条件之下,其具体的应用更是显得格外重要。在正式开展施工之前,需要综合详细的地质勘察数据来对土层的结构以及物理力学性质加以分析,进而确定改良或者加固的具体深度、所采用的方法以及材料类型。常用的改良与加固技术涵盖了水泥搅拌桩、石灰加固、粉煤灰改良还有化学固化剂处理等多种方式,这些方法可提升土体的密实程度、抗剪强度以及承载能力。在施工进程当中,务必对施工参数予以严格把控,像是搅拌的深度、加固剂的掺入量、固化的时长以及压实的顺序等方面,以此来保障土体能够均匀地得以改良并且能够达到设计所规定的强度。施工完成之后,要针对加固后的土体展开取样检测工作,包含密实度的测试、承载力的试验以及沉降的观测等内容,从而对改良效果是否符合规范的要求加以验证。借助科学合理地选取改良的方法、精准细致地控制施工的工艺并且切实有效地实施系统的检测,可以大幅降低路基出现沉降不均、局部下沉以及裂缝等各类风险,进而为路桥工程筑牢稳固可靠的根基。

2.3 排水与防渗施工技术

排水与防渗施工技术在路基工程里有着十分关键的作用,其不但关乎路基土体的稳固性,而且会径直影响道路的耐用程度以及使用期限,在实际开展施工活动之时,得依照地形的起伏情况、土壤的具体性质还有地下水的实际状况来合理地去布置排水系统,这里所涉及的有表层排水、边沟排水以及地下渗水设施等方面,要保证水流可以

顺畅无阻、排水能够顺利进行,与此同时还得维持合理的坡度,借此防止出现积水的情况。针对像桥台、涵洞以及低洼地段这类关键节点,应当采取重点的防护举措,以此来防止水害的发生。就防渗施工来讲,可选用土工膜、沥青混凝土或者粘土衬砌等技术方面的手段,以此有效地阻止地下水以及雨水对路基土体造成侵蚀。在施工进程当中,对于排水与防渗设施的质量检测同样不可以被忽视掉,需要借助渗透试验、排水能力检测以及系统运行监测等方式来确保设施的功能是正常的,能够及时地把潜在的问题给发现出来并且予以排除。科学且完善的排水与防渗施工技术能够在很大程度上降低路基沉降、坡面滑移以及冻胀等不良状况发生的可能性,进而保障路基可以长期保持稳定的状态以及让道路整体能够安全地运行下去,同时也能够为后续的路面施工以及维护管理工作打下可靠的根基。

2.4 辅助施工技术(如压实、整平、碾压)

辅助施工技术在实现路基均匀密实以及平整度方面起着关键作用。在压实施工环节,要依据土质类型来挑选适宜的碾压机械以及施工工艺,同时合理把控压实遍数与碾压速度,从而让每一层土体能够达到设计所规定的密实度。整平技术是借助机械整平和人工调整相互融合的方式,以此来保障路基表面的高程以及横坡能够契合设计方面的要求,防止出现局部积水或者不均匀沉降等情况。在碾压过程里,像振动频率、静压力还有行进速度这些参数的监控,都得严格依照相关规范来执行,以防土体出现被压实过度或者压实不足的现象。在施工期间需要持续检测压实效果,一旦发现问题就要及时予以处理,以此确保整个路基的施工质量是稳定的且可靠的。

2.5 特殊地基处理技术(如软土地基、膨胀土、湿陷性黄土等)

在特定的地质状况之下,路基施工会碰到诸多技术方面的难题。就好比说,软土地基很可能会出现沉降超出合理范围的情况;膨胀土在处于湿润的条件之时,是比较容易产生膨胀变形这一现象的;而湿陷性黄土一旦遇到水,就容易出现塌陷的状况。对于上述这些情形,得采取诸如预压、换填、搅拌桩、地基加筋或者设置排水固结系统这类的技术举措。在施工的过程当中,务必要参照地质勘察所获取的数据,去制定具备针对性的施工方案,并且要严格把控施工的顺序、加固所涉及的深度以及压实的相关参数。施工全部完成之后,还得针对特殊的地基展开沉降方面的监测工作,同时还要开展稳定性方面的评估事宜,以此来保障地基能够在后续运营阶段当中,能够经受得住车辆荷载以及环境因素所带来的影响,从而维持自身的

稳定状态。

3 路基施工质量管理的关键环节

3.1 施工前的准备与勘察控制

施工之前的准备工作以及细致的勘察,这二者是保证路基质量得以实现的基础前提所在。借助详尽周到的地质勘察工作、严谨科学的土工试验以及实地展开的调查活动,便能够对土体的具体性质、地下水的分布情况还有地形的相关条件予以全面且深入的掌握,进而为后续的施工设计环节以及方案的优化改进给予相应的依据支撑。在正式施工开始之前,务必要针对施工所要用到的各种材料以及机械设备展开仔细的检查操作,并且进行相关的试验验证,以此来确保这些材料与设备都能够契合施工方面的要求标准。与此还需构建起详尽完备的施工计划安排以及质量控制方面的流程体系,清晰明确地界定出施工各个不同阶段的质量标准规定以及责任方面的分工情况,从而给整个施工的全过程都提供规范化的指导参考。只有做好充分的前期各项准备工作,才能够在很大程度上削减施工进程中可能出现的突发性问题,进一步提升施工的工作效率以及路基的实际质量状况。

3.2 施工过程中的技术与材料控制

在施工期间,技术和材料控制属于质量管理极为关键的部分。施工人员务必要依据设计图纸以及施工规范来操作,保障土方开挖、填筑、加固还有排水等一系列工序都契合技术方面的相关要求。在材料这块,得针对土壤、砂石、水泥以及其他辅料展开严格的检验工作,以此确保它们的物理力学性能能够达到设计所规定的标准。并且,要对施工材料的使用量以及施工顺序加以控制,防范因为材料分布不均或者工序出现混乱等情况致使路基的质量有所下滑。有效地对技术与材料加以管理,能够在施工阶段及时察觉到问题,进而避免潜在的安全隐患。

3.3 压实度与平整度的检测方法

压实度以及平整度算得上是评定路基施工质量的关键指标,其检测所达成的精度会对道路的长期安全性以及使用性能产生直接的影响。在整个施工进程当中,务必要采用那些较为科学的检测办法并且借助相应的仪器来展开全程的监控工作。压实度一般会凭借核子密度仪、采取环刀取样的方式还有标准贯入试验等手段来进行检测,如此一来便能够确保每一层填土都能够切实达到设计所规定的密实度要求,并且还能防止出现因为压实程度不够或者过度压实而引发的沉降方面的种种问题。至于平整度的检测,那么就可以采用激光测量的方式、全站仪或者是高程仪等手段去开展,从而确保路基表面的高程、横坡以及

纵坡都能严格遵循设计规范的要求。要是想提升检测工作的效率并且让所获取的数据具备更高的可靠性,那就应当制定出清晰明确的检测频次安排以及抽样方案,针对不同的施工层次以及那些处于关键位置的区域给予重点的检测关注。检测所得到的结果一方面能够用于验收时做出相关的判断,另一方面还能够当作调整施工工艺的重要参考依据,比如说可以通过对压实机具的参数加以改变、对碾压的遍数予以调整亦或是对平整的方法做出改进等方式,以此来确保路基的整体均匀性以及平整度都能够得以保障。借助这样一种系统化且科学化的针对压实度以及平整度的检测方法,是能够有效地对施工质量加以把控的,进而为路基实现长期稳定的运营筑牢坚实的保障基础。

3.4 施工监理与质量检验机制

施工监理以及质量检验机制在保障路基施工整个过程的质量方面,属于极为关键的环节。监理单位得依照施工规范还有技术标准,针对施工过程展开实时的监督工作,其涉及的方面包含了施工工序、材料使用情况、机械设备的运作状况以及施工环境等等方^[1]。而质量检验机制会借助定期或者不定期的抽检举措、实验室开展的检测操作以及现场进行的复核工作,来对施工结果做出相应的评价,同时对于那些不符合要求的施工情况要及时地予以整改处理。只有建立起完善的监理与检验体系,才能够切实有效地防止质量事故的发生,进而给路基施工给予可靠的保障。

4 提升路基施工质量的优化措施

4.1 推进信息化与智能化施工管理

信息化以及智能化施工管理属于提升路基施工质量的关键途径。借助施工管理软件、无人机测绘、传感监测还有自动化施工设备的应用,能够达成对施工进程的实时监控以及数据方面的分析。施工数据涵盖土方量、压实度、平整度、施工机械状态等诸多信息,凭借智能系统来予以记录并展开分析,便能够及时察觉问题并且做出相应调整^[2]。信息化管理一方面提升了施工效率,另一方面也给质量管理赋予了科学依据,对于实现施工进程的可追溯性以及精细化控制颇为有助益。

4.2 强化施工人员技术培训与责任制度

施工人员的专业水平以及责任意识这两方面的情况,会对路基施工质量产生直接的影响。借助系统性的技术培训这一方式,能够让施工人员在^[3]对施工工艺、质量标准、检测方法还有安全操作等方面的理解程度以及执行能力都得以提升。与此需要建立起清晰明确的责任制度,在施工进程当中一旦出现质量问题,便要对相关人员进行追究责任,

进而形成一套奖惩方面的机制^[3]。强化培训以及责任制度的落实，一方面能够促使施工人员的技术能力得到提升，另一方面也能够助力规范施工行为，以此来确保施工过程具备科学性以及实现标准化的程度。

5 结语

路基施工属于路桥工程里极为重要的基础部分，其施工质量同道路的安全性、耐久性以及经济效益紧密关联。本文针对路基施工展开分析，探讨其基本要求、主要技术方法、质量管理关键环节以及优化措施，指出在复杂地质和环境条件下提高路基施工质量的有效办法。随着信息化、智能化以及新型施工材料的广泛运用，路基施工技术与管理水平会不断进步，为道路工程的长期安全运营给予有力保障。科学的施工管理、严格的质量控制以及持续的

技术优化将会是确保路基施工质量和路桥工程性能的关键保障。

[参考文献]

- [1]徐梦新,王鹏.路桥工程建设中路基路面施工技术要点[J].中国高新科技,2024(7):51-52.
- [2]欧阳文杰.路桥工程建设中路基路面施工技术要点[J].企业科技与发展,2022(3):101-103.
- [3]韩丹.路桥工程中路基路面施工技术的应用[J].中国高新科技,2023(8):23-24.

作者简介：韩贞辉（1988.7—），毕业院校：兰州大学，所学专业：土木工程，当前就职单位名称：新疆小海子水利建筑安装工程有限公司，就职单位职务：项目负责人，职称级别：工程师。

水利工程结构安全评估在水灾害防御中的应用研究

吾尔古丽 吐送尼亚孜

塔里木河流域和田水利管理中心, 新疆 和田 848000

[摘要]水利工程属于防御水灾、保障社会经济以及公共安全的关键基础设施,它的结构安全状况会对社会稳定以及经济发展产生直接影响。随着水利工程规模变得越来越大,复杂性也有所提高,安全管理便面临着全新的技术方面的挑战。结构安全评估借助科学监测、分析以及风险识别等手段,达成对设计、施工还有运行整个过程的动态化管理目的。文章从理论基础、技术体系以及应用方法这几个方面着手,全面且细致地分析它在防洪、运行管理以及预警响应等方面的运用情况,并且还提出了完善标准体系、构建一体化监测预警以及推进智能化融合等相关策略,以此来为水利工程韧性防御能力的提升给予理论层面以及实践层面的参考依据,这既丰富了结构安全评估的相关理论,同时也为水灾防御策略提供了较为科学的支撑。

[关键词]水利工程; 结构安全评估; 水灾害防御

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18033

中图分类号: P426

文献标识码: A

Application Research on Structural Safety Assessment of Water Conservancy Engineering in Water Disaster Prevention

WUERGULI Tusongniyazi

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

Abstract: Water conservancy engineering is a key infrastructure for flood prevention, social and economic security, and public safety. Its structural safety status will have a direct impact on social stability and economic development. With the increasing scale and complexity of water conservancy projects, safety management is facing new technological challenges. Structural safety assessment utilizes scientific monitoring, analysis, and risk identification methods to achieve dynamic management of the entire process of design, construction, and operation. The article starts from the theoretical basis, technical system, and application methods, comprehensively and meticulously analyzing its application in flood control, operation management, and early warning response. It also proposes relevant strategies such as improving the standard system, building integrated monitoring and early warning, and promoting intelligent integration, in order to provide theoretical and practical reference for the improvement of resilience defense capabilities in water conservancy engineering, which not only enriches the relevant theories of structural safety assessment, but also provides scientific support for flood prevention strategies.

Keywords: water conservancy engineering; structural safety assessment; water disaster prevention

引言

水利工程在保障水资源利用、防洪减灾以及区域经济发展方面发挥着极为重要的作用,其结构的安全性同公共安全、经济效益以及社会稳定紧密相关。近些年来,随着工程规模变得越来越大、结构形式日益多样、运行环境也变得更加复杂,工程所面临的水压、地质作用以及极端气候等方面的风险呈现出不断增加的态势。传统那种单纯依靠经验并且仅仅依靠单一监测手段的管理模式,已经很难满足现代防灾工作的实际需求了,迫切需要建立起一套科学且系统的结构安全评估体系。这套体系一方面会对材料

强度、承载能力以及稳定性展开量化分析,另一方面还会将施工质量、环境条件以及长期运行状态等都纳入到动态监测的范畴当中。通过把传感器采集、计算机仿真以及人工智能等技术相结合的方式,结构安全评估能够为防洪减灾以及应急决策给予可靠的支撑。本文围绕水利工程结构安全评估在水灾害防御当中的具体应用情况展开探讨,对其理论基础、技术方法以及应用策略加以分析,从而为提升工程的防灾能力以及完善防洪体系提供依据。

1 水利工程结构安全评估的理论基础

水利工程项目的结构设计安全性的高低,与国家、社

会、经济和财富密切相关。也就是说，近年来，随着国家经济水平的不断改善，水资源保护建筑结构设计的安全性日趋完善，但也存在一些细节问题。例如在建设过程中，安全问题与项目费用、维护费用及相关投资风险密切相关，三者动态的变化为改善安全性提供了具体参考依据。因此，具体实现水利建设的安全性是衡量上述三个因素的过程，为结构设计的安全性奠定了坚实基础。水资源保护建设出现安全因素，这些问题不仅会给企业自身经济带来影响，也会对国家经济决策产生不利影响。从理论层面来讲，水利工程结构安全评估的关键点在于借助定量和定性相互融合的方式，针对工程在设计阶段、施工阶段以及运行阶段的承载能力、稳定性还有可靠性展开系统的剖析。结构安全一方面依靠工程材料的强度特性以及荷载作用条件，另一方面还会受到地质环境、水文气候以及施工质量等诸多因素的耦合影响。安全评估所依据的基本原理涵盖了极限状态设计理论、可靠度分析理论以及系统安全性分析方法，其主要意图是凭借科学的模型以及参数体系，找出潜在的风险并且给出相应的防控办法。与此信息化监测以及智能感知技术的应用，能够让结构安全状态达成动态监测以及实时反馈的效果，进而为水灾害防御以及应急响应给予技术方面的有力支撑。

2 水利工程结构安全评估的技术体系与方法

2.1 工程结构监测与数据获取技术

工程结构监测以及数据获取方面的技术，属于水利工程结构安全评估当中的基础环节。其主要目的在于借助高精度且多维度的实时监测方式，去获取结构实际的运行状态相关信息，还有环境参数，进而达成对工程健康状况展开量化分析的目的。现代水利工程一般会采用多种类型的传感器，像应力应变传感器、位移传感器、水位监测器以及振动传感器等等，再配合无线网络以及数据采集系统，如此便能够针对大坝、溢洪道还有闸门等这些关键构件展开连续不断的监控活动。与此遥感技术以及无人机监测也在逐步被引入到工程安全管理领域当中来，凭借高分辨率影像以及三维地形数据，可为地质方面出现的变化、沉降的具体情况以及周边环境所发生的改变给予实时的相关信息。在开展数据获取工作的整个过程当中，关于传感器的布设情况、采样频率的设定以及数据精度的把控等问题，都需要依据结构自身所具有的特性、所处环境的条件以及风险等级等情况来科学合理地予以确定，从而切实保障数据具备可靠性以及完整性。凭借着系统化开展的数据采集工作，能够构建起结构运行状态数据库，这无疑为后续要进行的数值分析以及风险评估提供了极为坚实的

数据方面的基础，进而实现对水利工程结构实施动态的监控以及健康管理的目标。

2.2 数值分析与结构稳定性计算模型

数值分析以及结构稳定性计算模型，在把所采集的监测数据转变为可量化的安全信息这属于极为关键的环节。其最为关键之处就在于借助理论模型还有相应的计算方法，来对结构于各种荷载作用之下所呈现出的承载能力以及稳定性加以评估。在现代水利工程建设当中，一般会采用有限元分析、非线性动力分析还有可靠度计算等诸多方法，针对大坝、溢洪道以及水闸等这些极为重要的构件展开建模工作，以此来模拟在水力、地质、温度以及地震等多种复杂因素作用之下的结构响应情况。数值分析不但可以将结构潜在的那些薄弱环节以及风险集中区域给揭示出来，而且还能用来预测在极端条件之下的变形走向以及破坏模式，进而为防灾减灾相关事宜给予科学层面的依据。在构建计算模型的整个过程之中，务必要充分考量材料的非线性特性、结构的几何非线性状况以及边界条件对于稳定性所产生的影响，并且要结合历史运行方面的数据以及实测所获取的信息来对模型进行校正，以此提升分析的精准程度。凭借精细化开展的数值计算，是能够达成对水利工程结构进行定量化安全评估这一目的的，从而为后续的风险分级工作以及防灾策略制定给予可靠的支撑保障。

2.3 风险识别与分级评估方法

风险识别以及分级评估会把结构的状态和潜在的灾害因素关联起来，进而给防灾管理还有科学决策给予一定的依据。通过去综合地分析结构安全方面的数据、环境监测所获取的信息以及历史灾害的相关记录，从中识别出那些有可能致使结构出现失效情况或者使性能有所下降的关键因素，像设计方面存在缺陷、施工过程中有偏差、材料发生了老化以及出现了极端的水文事件等等这类情况。评估的方法往往会把定量风险矩阵、可靠度指标以及统计模型结合起来运用，并且还会辅助以专家的判断，以此达成对结构安全较为全面的评估效果。借助分级管理这种方式，能够对资源配置加以优化，让监测的重点变得更为清晰明确，最终形成一个闭环式的结构安全管理体系，从而促使水利工程的韧性以及可靠性得以提升。

3 结构安全评估在水灾害防御中的应用

3.1 防洪与运行阶段的结构安全控制

在防洪设计以及运行这个阶段，结构安全评估给水利工程带来了较为系统的技术支持，使得工程在遭遇洪水、暴雨还有极端水文条件的时候，可维持稳定且可靠的运行状态。借助对水位、流量以及关键构件的应力、位移等状

态参数展开监测的方式,便能够及时知晓结构的运行状况,并且把监测所获取的数据同数值分析模型相互结合起来,以此针对潜在的薄弱环节展开动态评估。评估得出的结果不但能够对溢洪道、闸门以及坝体的操作与调度起到指导作用,而且还可以优化防洪方案,合理地安排行蓄洪与排泄过程,进而降低水灾的风险。与此结构安全控制还涵盖了对关键设施开展周期性的检查以及对运行参数实施连续的监测这些方面,以此来保证工程在不同的工况之下均能保持不错的承载能力以及稳定性,达成设计目标和实际运行安全性二者的有机结合。此阶段的评估能够落实“预防为主、风险可控”的管理理念,为水利工程的稳定运行以及区域防灾体系给予可靠的保障。

3.2 水灾害预警与应急响应评估机制

水灾害预警以及应急响应在结构安全评估应用当中属于极为关键的环节,其最为重要的部分就在于借助监测数据还有评估模型来针对潜在灾害做出提前的预估判断,进而为应急决策给予科学方面的依据。通过针对雨量、水位、流量以及结构受力状况展开实时的分析操作,便能够较为迅速地识别出洪水所存在的风险以及可能出现的结构异常情况,如此一来便能够触发预警的相关机制。再结合分级风险评估的方法,便可以确定出不同等级的应急响应举措,如调整行蓄洪调度、启用溢洪道、对下游的防洪设施进行调度或者启动撤离的相关方案。将信息化以及智能化技术加以运用,比如依托 IoT 所实现的远程监控以及 AI 预测模型,能够在很大程度上提升预警的精准程度以及响应的速度,促使防灾管理从单纯依靠经验来做出判断逐渐转变为依靠科学来进行决策的方式。除此之外,结构安全评估还能够给应急指挥带来可视化的决策方面的支持,凭借多维数据来展示工程的实际状态以及风险的具体分布情况,从而助力管理者在面临紧急状况的时候能够快速且科学地做出相应的响应举措,以此来减小洪水灾害给经济以及社会所带来的影响。

4 水利工程结构安全评估的应用策略与发展方向

4.1 完善评估标准体系与技术规范

完善评估标准体系以及技术规范,这属于提升水利工程结构安全性以及防灾能力的一项基础性举措。当下,不同的工程在设计阶段、施工阶段还有运行阶段所采用的安全评估标准存在着一定的差别,缺少那种统一的、科学的且具备可操作性的技术规范。若能够建立起涵盖结构设计、施工质量、运行监测以及风险管理整个过程的评估标准,那么便能够清晰明确各个环节对应的安全要求以及技术指标,对评估方法以及操作流程加以规范^[1]。与此标准体

系需要结合工程类型、地质条件还有水文环境所具有的差异性,去制定出带有差异化特点以及分级化特性的安全管理规范,以此达成安全评估的科学化、系统化以及可比性。技术规范的不断完善,既能为工程建设以及运行给予操作方面的依据,又能为各级管理部门制定防灾策略以及应急方案提供较为可靠的支撑,进而促使整体防洪减灾能力得以提升。

4.2 构建监测-评估-预警一体化防御体系

构建起监测、评估以及预警融为一体的防御体系,这无疑是达成水利工程在整个周期当中风险管理科学化以及防灾决策科学化的重要核心策略所在。该体系把结构监测、数据分析、风险评估还有预警响应等各个方面的内容紧密且有机地结合起来,进而形成了一条具有动态特性、能够持续发挥作用并且可被追踪到的安全管理链条^[2]。借助于传感器、遥感技术以及信息化平台等相关手段,可实时地去获取结构所处的状态以及环境的各项参数,再把这些参数同数值分析以及风险分级模型结合起来,如此便能够实现对于潜在存在的安全隐患予以快速且精准的识别与评估。与此经过评估所得出的结果还能够直接引发预警以及应急响应机制的启动,从而为防洪调度工作、下游所采取的防御措施以及社会层面的应急举措都提供相应的决策依据。构建这样的一体化体系,一方面使得预警的准确性得以提高,另一方面也让响应的速度加快了,而且还能够促成信息的共享以及跨部门之间的协同配合,以此给水灾害的防御给予科学的、细致的并且高效的全方位技术保障,大幅度地提升工程自身的韧性以及社会整体的防灾能力。

4.3 推进智能化融合与韧性防御体系建设

推动智能化融合以及韧性防御体系建设,这已然成为水利工程结构安全评估未来发展的关键走向^[3]。伴随人工智能、大数据分析、物联网还有 BIM 技术不断向前发展,结构安全评估也逐渐从原本那种静态且周期性的检查模式转变为更为动态且智能化的管理模式,进而达成对工程状态予以实时监测、预测以及做出优化决策的目的。智能化评估不但能够在事前就识别出结构风险,而且还能借助模拟以及优化方案来提升防灾措施所具有的科学性以及可操作性。与此韧性防御体系在建设过程中着重强调的是,当工程遭遇极端水文事件或者突发灾害之时,得具备自适应的能力以及快速恢复的能力,凭借合理的结构设计、预防性的维护以及应急管理策略,进而实现“弹性防御与持续运行”这样的目标。智能化和韧性建设相互深度融合之后,会让水利工程在复杂的环境当中拥有更高的安全性、可靠性以及适应性,从而为未来的防洪减灾以及区域可持

续发展给予稳固有力的支撑。

5 结语

本文针对水利工程结构安全评估于水灾害防御方面的应用展开探讨,从理论根基、技术体系、实际运用以及发展策略这四个层面展开了系统的剖析,经研究发现,借助工程监测、数值分析以及风险分级等手段,可达成对结构承载能力、稳定性以及运行状态的动态把控,进而为防洪设计、运行管理、预警响应以及灾后复评给予科学的助力,有效提升水利工程的安全性以及防灾韧性,在应用策略方面,完善评估标准、构建监测-评估-预警一体化体系以及推动智能化与韧性防御建设,能为工程在复杂水文条件之下实现可靠运行提供可行的途径,结构安全评估的理论与实践相结合,既保障了工程自身的稳

定,又为区域防洪体系优化以及社会经济安全提供了数据支撑与决策依据。

[参考文献]

- [1]王义锐,孟祥达.水利建筑结构设计及结构安全分析[J].居舍,2020(24):128-129.
- [2]魏俊勇,葛红花.水利工程结构设计及结构安全分析[J].水上安全,2023(11):129-131.
- [3]张浩.水利工程结构设计及安全性提升策略研究[J].水上安全,2024(22):187-189.

作者简介:吾尔古丽吐送尼亚孜(1972.4—),毕业院校:新疆农业大学水利水电建筑工程,所学专业:水利管理,当前就职单位名称:塔里木流域和田河水利管理中心,职称级别:高级工程师。

区域性水利工程信息化管理应用现状及对策

韩小飞

哈密市水利建设与安全中心, 新疆 哈密 839000

[摘要]在国家大力推行信息化以推动现代化发展的战略背景下,新疆东部某个区域依照水利信息化规划方面的要求,着手建设统一的信息化平台,对区县的水利资源加以整合,初步构建起水利信息化通信网络,达成了监测信息的共享以及业务信息的展示。该平台涵盖水利工程信息管理等多个应用系统,其运行于应用支撑平台之上,借助请求应用支持服务、数据资源服务以及遥感地理信息服务来完成各项业务处理工作。当前系统存在集成度不够高、数据资源共享程度不足、监测网络覆盖范围不全以及智能分析能力较弱等一系列问题,需要依靠强化系统集成、构建完备的数据体系、完善监测网络以及推进智能决策等举措来加以优化。本文针对现状、存在的问题以及相应的对策展开分析,旨在为管理实践给予一定的参考。

[关键词]水利工程;信息化管理;新疆东部;监测体系;数据共享

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18041

中图分类号: TV5

文献标识码: A

The Current Status and Countermeasures of Information Management Application in Regional Water Conservancy Projects

HAN Xiaofei

Hami Water Conservancy Construction and Safety Center, Hami, Xinjiang, 839000, China

Abstract: Against the strategic background of vigorously promoting informatization to promote modernization development in the country, a certain region in eastern Xinjiang has started to build a unified informatization platform in accordance with the requirements of water conservancy informatization planning, integrating the water resources of districts and counties, and initially constructing a water conservancy informatization communication network, achieving the sharing of monitoring information and the display of business information. This platform covers multiple application systems such as water conservancy engineering information management, and runs on the application support platform. It uses request application support services, data resource services, and remote sensing geographic information services to complete various business processing tasks. The current system has a series of problems such as insufficient integration, insufficient sharing of data resources, incomplete coverage of monitoring networks, and weak intelligent analysis capabilities. It needs to rely on measures such as strengthening system integration, building a complete data system, improving monitoring networks, and promoting intelligent decision-making to optimize it. This article analyzes the current situation, existing problems, and corresponding countermeasures, aiming to provide some reference for management practice.

Keywords: water conservancy engineering; information management; eastern Xinjiang; monitoring system; data sharing

引言

水利项目是造福于国家和人民的建设项目。其可以平衡水资源组合,合理配置水资源,确保全体人民安全用水,满足社会需求,为国民经济建设做好后勤保障工作总体上,因此,水利工程是中国不可忽视的重要工程。信息技术的应用促进了信息技术与水利工程管理的融合,水利工程管理的效率也随之大大提高。随着水利工程建设中信息化管理应用水平不断提高,我国的水资源利用效率将得到大大提高,人们的生活也得到相应的保障。

1 水利工程信息化管理应用现状

在国家信息化推动现代化的战略导向之下,新疆东部某个区域依照当地水利信息化规划所提出的具体要求,全力推进统一信息化平台的建设事宜,逐步将辖区内的区县所有水利信息化资源予以整合,初步构建起水利信息化通信网络平台,达成了监测信息交换共享以及业务信息统一展示的基本目标。该系统涵盖了水利工程信息管理四个业务应用系统,这些系统应用支撑平台架构之上运行,依据业务处理的实际需求,向应用支撑平台索要

各种服务, 以此高效完成业务处理功能, 并且实现应用系统的集成, 其中所涉及的内容包含应用支持服务、数据资源服务以及遥感地理信息服务等诸多方面。借助影像地图技术, 平台可以清楚地展示出每个关键点的详细信息, 像是预案内容、调度通讯录、防洪工程示意图以及水库水量等各类数据, 给水利工程管理带来了直观的视觉方面的有力支持。

1.1 信息化平台初步建成

新疆东部某个区域的水利工程信息化平台已初步建成, 此平台以统一的信息化架构作为基础, 把辖区内区县所有的水利信息化资源都整合起来, 形成了一套较为完整的水利信息化通信网络平台。该平台借助应用支撑服务达成了业务应用系统的集成, 使得水利工程信息管理等诸多系统可高效运转, 还能支持监测信息的实时交换以及业务数据的统一展示。依据相关规划要求, 平台还给出了应用支持服务、数据资源服务还有遥感地理信息服务等各项功能, 让用户能凭借影像地图技术直观地查看每个关键点的具体信息, 像预案内容、调度通讯录、防洪工程示意图以及水库水量等数据都在其中^[1]。在水利工程管理这块, 平台初步达成了过程自动化以及管理一体化的目标, 依靠输配水工程沿线的实时监测系统, 收集反馈的各项数据并加以综合分析, 进而对水资源利用率、工程利用系数以及设施运行健康程度等指标展开大数据比对, 给管理单位提供科学且及时的巡查、养护、抢修以及建设依据。

1.2 监测体系逐步完善

新疆东部某个区域的水利工程监测体系近年来逐步走向完善, 包含了多种类型的监测点, 像渠道水位监测点、水库水位及大坝安全监测点还有雨量气象信息数据监测点等等。其中, 水雨情站点有 200 多处, 山洪灾害雨量站有 80 多处, 大坝安全监测点有 40 多处, 并且还配备了相应的视频监控设备。这些监测点借助实时数据的采集以及传输, 构建起了一张较为完备的监测网络, 给水利工程管理给予了丰富的数据方面的支撑。就好比在渠道这水位监测点可以不间断地追踪水流的变化情况; 而在水库所在的区域, 监测点着重留意水位的波动状况以及大坝的安全状态, 再结合雨量气象方面的信息, 达成对潜在风险的提前预警效果。凭借这样一种立体式的监测体系, 管理单位能够运用反馈回来的数据展开综合性的分析, 针对水资源利用率、工程利用系数以及设施运行的健康程度等关键指标开展大数据的对比工作, 进而为巡查、养护、抢修以及建设等一系列活动提供科学合理的依据, 切实提高水利工程的管理效率以及安全性。

2 水利工程信息化管理存在的问题

2.1 系统集成度不足

系统集成度不足的问题较为明显, 各个业务应用系统之间缺少高效的协同机制, 这对平台的运行效率产生了影响。像水利工程信息管理系统等, 尽管是运行在应用支撑平台之上的, 但是由于集成度不够, 所以没办法实现无缝连接, 进而使得监测信息的交换共享以及业务信息的统一展示效果都被削弱了。该平台很难充分挖掘出其在应用支持服务、数据资源服务以及遥感地理信息服务方面的潜力, 用户在使用影像地图去查看关键点信息的时候, 有可能会碰到数据出现不一致或者更新存在延迟等问题。集成度不足的情况还对大数据比对支撑能力形成了限制, 没办法高效地对水资源利用率、工程利用系数等指标展开分析, 这也就影响到了管理单位决策的科学性。

2.2 数据资源共享不充分

数据资源共享存在诸多不足, 相关部门间的信息交换机制不够完善, 这给数据资源跨领域的高效流动造成了阻碍, 在实际运行过程中, 平台数据资源服务很难达成实时共享, 对监测信息交换共享的整体成效产生了影响, 当用户查看影像地图里的预案、调度通讯录或者防洪工程示意图时, 由于数据来源并不统一, 有可能出现信息断层的情况^[2]。数据共享不足还会使大数据比对受到削弱, 对水资源利用率、工程利用系数等指标的分析工作形成限制, 无法为管理单位的巡查、养护、抢修以及建设等活动给予及时且科学的依据, 进而使得水利工程管理效率有所降低。

2.3 监测网络覆盖有待加强

监测网络覆盖方面存在的问题比较突出, 现有的监测点在空间分布以及类型覆盖这两个层面都存在欠缺, 所以很难满足全面监控的相关需求。水雨情站点、山洪灾害雨量站还有大坝安全监测点虽然已经覆盖了部分关键区域, 但是像偏远或者地形复杂的地带, 设备就显得较为稀少了, 这就使得实时数据采集变得不够完整。平台在借助反馈数据展开综合分析的时候, 或许没办法完整地反映出水资源利用率、工程利用系数等各项指标的真实情况, 进而对大数据比对的准确性产生了一定的影响。监测网络覆盖不完善, 还致使视频监控等相关配套设备在关键点的部署出现不足的情况, 当用户查看影像地图的时候, 难以获取到详细的视觉信息, 这也在一定程度上削弱了平台的决策支持能力。

2.4 智能分析与决策支持能力薄弱

智能分析以及决策支持的能力较为薄弱, 在大数据技术以及智能算法的应用层面尚未成熟, 这对其发挥高层次

的决策支撑作用形成了限制。平台能够借助实时监测来收集数据,并且可进行初步的比对操作,然而其在深度分析以及预测建模方面的能力有所欠缺,没办法给管理单位给出更为科学的关于巡查、养护、抢修以及建设方面的建议。当用户使用影像地图去查看关键点信息的时候,仅仅能够获取到基础数据的展示情况,缺少智能化的风险预警或者优化方案推荐,这就对平台的实际价值产生了影响。智能分析能力较弱还表现在对应用支撑服务的利用不够充分,很难将数据资源服务以及遥感地理信息服务整合进决策流程当中,对过程的自动化以及管理的一体化进展造成了制约。

3 水利工程信息化管理优化对策

3.1 强化系统集成与平台服务能力

强化系统集成以及平台服务方面的能力建设,乃是优化新疆东部某个区域水利工程信息化管理的一项重要对策。这就要求借助技术层面的升级以及架构方面的优化举措,达成各业务应用系统彼此间高效的协同运作状态以及无缝对接的效果。比如说,可进一步对应用支撑平台所具备的服务功能加以整合,让水利工程信息管理等相关系统能够更为顺畅地去请求应用支持服务、数据资源服务以及遥感地理信息服务,进而提升监测信息在交换共享方面的效率,同时也能提高业务信息统一展示的效率^[3]。该平台还需强化自身在影像地图展示这一方面的能力,要确保用户能够清晰地查看到每一个关键点所对应的预案内容、调度通讯录、防洪工程示意图以及水库水量等详尽的信息,并且借助过程自动化的机制以及管理一体化的机制,凭借反馈数据展开综合性的分析,针对水资源利用率、工程利用系数以及设施运行健康程度等各项指标开展更为精准的大数据比对工作。如此一来,管理单位在着手开展巡查、养护、抢修以及建设等活动的时候,便能够获取到更加科学且及时的决策方面的支持,最终促使水利工程管理水平得以整体性的提升。

3.2 构建统一数据资源体系

构建统一数据资源体系对于解决新疆东部某个区域水利工程信息化管理里存在的数据资源共享不充分这一问题而言,乃是关键的对策所在。这就得去建立起标准化的数据交换协议以及共享机制,以此来推动跨部门信息能够实现无缝的流动,并且达成高效的利用效果。比如说,平台可通过进一步完善数据资源服务,把水利工程信息管理系统的数据和其他业务应用系统加以整合,进而确保监测信息在交换共享的过程中更为顺畅,同时也可支撑业务信息实现统一的展示呈现。在具体的实施环节中,可以

借助统一的数据库架构,去存储并且管理那些来自水雨情站点、山洪灾害雨量站、大坝安全监测点以及视频监控设备等不同源头的多源数据,如此一来,当用户查看影像地图里的预案内容、调度通讯录或者防洪工程示意图的时候,便能够获取到一致且及时的相关信息了。构建统一数据资源体系还能够对提升大数据比对的效果起到帮助作用。通过针对水资源利用率、工程利用系数以及设施运行健康程度等一系列指标展开综合分析,能够为管理单位在巡查、养护、抢修以及建设决策等方面提供更为可靠的数据根基,进而在很大程度上增强水利工程管理所具有的科学性以及效率水平。

3.3 完善立体化监测网络

完善立体化监测网络,要拓展监测点的覆盖范围,并且丰富设备类型,以此达成更为详尽且精确的数据采集目的。在现有的水雨情站点、山洪灾害雨量站以及大坝安全监测点的基础之上,于偏远地区或者复杂地形地带增派监测设备,同时配备更多的视频监控设施,进而构建起更为紧密的监测网络。当平台借助反馈数据展开综合分析的时候,能够更加精准地对水资源利用率、工程利用系数等相关指标予以评估,凭借大数据的比对情况,为管理单位给出更具科学性的巡查、养护、抢修以及建设方面的依据。完善立体化监测网络,对于提升影像地图所展示的关键点信息的详细程度也是有帮助的,能够让用户更为清晰地查看预案、调度通讯录、防洪工程示意图以及水库水量等各类数据,从而对过程自动化以及管理一体化的深化起到支持作用。

3.4 推进智能决策与大数据应用

要推进智能决策以及大数据的应用,就需要引入先进的数据分析技术以及智能算法,以此来强化平台在预测、预警以及优化决策方面的各项能力。平台借助进一步深化大数据比对技术,针对水资源利用率、工程利用系数等指标展开更为复杂的综合分析,并且结合实时监测数据,从而生成更为科学的巡查、养护、抢修以及建设方面的相关建议。利用遥感地理信息服务以及应用支持服务,把智能分析的结果整合到影像地图的展示当中,让用户能够直观地查看关键点预案、调度通讯录、防洪工程示意图以及水库水量等信息的动态变化情况^[4]。推进智能决策与大数据的应用,还有助于达成过程自动化以及管理一体化的更高目标,通过实时处理反馈数据,为管理单位提供及时的风险预警以及资源优化方案,大幅度提升管理效率与可靠性。

4 结束语

新疆东部某个区域水利工程信息化管理在信息化战略指引下已初步见效,不过在系统集成程度、数据资源共

享状况、监测网络覆盖范围以及智能分析能力等方面依旧存在一些需要优化的问题。借助强化系统集成、构建数据体系、完善监测网络以及推进智能决策等举措,能够提升管理水准与运行效率。未来伴随技术不断进步以及管理机制持续改进,水利工程信息化管理有望达成更高层次的自动化与一体化,从而为区域水资源安全以及工程可持续发展给予有力支撑,其相关经验也能为其他地区水利信息化建设提供一定参考。

[参考文献]

[1]刘宏丽.信息化技术在农村水利水电工程管理中的应用

[J].农村科学实验,2025(12):118-120.

[2]崔东林.探索信息化时代背景下的水利工程管理方法[J].大众标准化,2023(17):136-138.

[3]沈庆生.农田水利工程施工管理中信息化技术的应用[J].农业灾害研究,2024,14(2):46-48.

[4]袁礼伟.新时代信息化技术与水利工程施工管理的融合研究[J].水上安全,2024(21):70-72.

作者简介:韩小飞(1985.4—),毕业院校:新疆农业大学,所学专业:水利水电工程,当前就职单位名称:哈密市水利建设与安全中心,职称级别:副高级工程师。

基于现代工程技术的建筑工程管理研究

谢欣

江西江南工程管理咨询有限公司, 江西 赣州 341000

[摘要]近些年来, 建筑行业的规模一直在不断地扩大, 其复杂程度也在不断地提高, 在这样的情况之下, 传统的管理方法已经很难满足高效、高质量以及低成本这样的一些需求了。现代工程技术的引入, 给建筑工程管理带来了具有革命性的变革。文中主要针对现代工程技术在建筑管理当中的应用框架以及它的实际效果展开系统分析。通过对 BIM 技术、物联网传感技术等一系列核心构成要素加以梳理, 来深入探讨它在施工进度把控、质量控制、安全监控以及成本优化等诸多方面的具体实施路径。经过研究发现, 现代工程技术借助全生命周期管理、实时数据采集以及智能预警等相关机制, 能够大幅提升管理的精度以及效率。与此也指出了在当前的技术集成过程当中所存在的标准化不够完善、人才短缺等一系列问题, 并且最终提出了要加强跨领域的协作、推动相关政策给予支持等一些建议, 以此来促使技术实现更加深入的融合。

[关键词]BIM 技术; 物联网传感; 成本优化; 资源配置

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18025

中图分类号: F27

文献标识码: A

Research on Construction Project Management Based on Modern Engineering Technology

XIE Xin

Jiangxi Jiangnan Engineering Management Consulting Co., Ltd., Ganzhou, Jiangxi, 341000, China

Abstract: In recent years, the scale of the construction industry has been continuously expanding, and its complexity has also been increasing. In this situation, traditional management methods are no longer able to meet the needs of high efficiency, high quality, and low cost. The introduction of modern engineering technology has brought revolutionary changes to construction project management. The article mainly conducts a systematic analysis of the application framework of modern engineering technology in building management and its actual effects. By sorting out a series of core components such as BIM technology and Internet of Things sensing technology, this paper explores in depth its specific implementation path in various aspects such as construction progress control, quality control, safety monitoring, and cost optimization. Through research, it has been found that modern engineering technology, with the help of lifecycle management, real-time data collection, and intelligent warning mechanisms, can significantly improve the accuracy and efficiency of management. This also points out a series of problems in the current technology integration process, such as inadequate standardization and talent shortage, and ultimately proposes some suggestions to strengthen cross domain collaboration and promote relevant policies to provide support, in order to promote deeper integration of technology.

Keywords: BIM technology; Internet of Things sensing; cost optimization; resource allocation

传统建筑工程管理方式存在信息不顺畅、资源配置不合理等弊病, 难以契合现代大型复杂项目的要求。现代工程技术的渐进式发展, 尤其是以建筑信息模型 (BIM)、物联网 (IoT) 和大数据为代表的技术的渐进式发展。现代工程技术用于工程项目管理, 提升了建设效率与质量, 也带来新机遇和挑战。传统项目管理因技术局限, 有信息传递滞后、管理效率低、决策不科学等问题。现代工程技术发展虽为解决这些问题提供可能, 但当前我国建筑工程项目管理应用时, 仍存在技术应用不足、人才匮乏、理念

落后等情况。因此, 利用现代工程技术研究项目管理, 对提升水平、推动建筑业转型意义重大。

1 现代工程技术的核心构成

1.1 BIM 技术的全生命周期管理特性

BIM 技术是一种数字化表达工具, 它的核心优势在于能实现建筑项目从规划设计、施工、运营直至拆除的全过程信息集成与协同管理。通过构建三维可视化信息模型, BIM 技术可整合几何数据、物理属性、功能参数等多种信息, 给各参与方提供统一的数据交互平台。在全生命周

期管理里, BIM 技术支持设计冲突检测、施工模拟、能耗分析等应用, 大幅降低变更返工和资源浪费, 其数据一致性还保障了项目各阶段决策的连贯性和准确性。比如在规划设计阶段, 设计师能利用 BIM 开展多方案比选与优化; 在施工阶段, 承包商借助模型进行进度模拟与资源调度。这种全周期覆盖的特点让 BIM 成为现代建筑管理的基石技术, 推动项目管理从碎片化走向一体化, 虽然其实实施需高额的初始投入与专业技能培训, 不过在提升质量、缩短工期、降低成本方面的长期效益已获广泛证实。

1.2 物联网与传感技术的实时数据采集

物联网技术借助部署各类传感器, 像温度、湿度、位移、压力等方面的监测设备, 达成对建筑现场环境、设备、人员等要素的实时数据采集以及传输, 给管理决策给予即时且可靠的信息支撑^[1]。这些传感器节点凭借网络互联把数据汇聚到中央处理平台, 融合边缘计算与云计算技术展开数据分析与可视化呈现, 进而实现对施工过程的全面监控。比如在混凝土养护期间, 温度传感器能够持续监测硬化状况并且及时调整养护举措, 防止出现裂缝等质量问题。物联网技术的应用不但提升数据获取的时效性与精准度, 而且依靠预警机制防范潜在的风险, 不过其大规模部署面临着成本高、能耗大、数据安全等挑战。

2 工程技术在施工进度管理中的应用

2.1 4D 施工模拟与进度预警机制

4D 施工模拟技术把 3 维 BIM 模型和时间维度综合起来, 动态地呈现出施工顺序、资源分配以及进度安排的情况, 能让管理人员较为直观地预估项目推进状况, 并且识别出潜在可能出现的冲突。借助模拟不同的施工场景, 4D 技术可助力优化工序的衔接以及空间的利用情况, 就好比在复杂的钢结构安装环节里, 通过模拟吊装路径来防止设备出现干涉现象。与其集成的进度数据是能够支持自动生成甘特图以及网络计划的。进度预警机制是以模拟得出的结果和实际的数据做对比为基础的, 一旦检测到像工期延误或者资源短缺这类偏差情况时, 就会自动触发警报, 推动管理人员及时去调整计划并且采取纠偏的相关举措^[2]。这种模拟和预警相结合的方式, 大大提升了进度控制所具有的主动性以及准确性, 减少了因为计划不够周全而引发的停工等待等问题, 不过其实施的效果是依赖于模型的精度以及数据更新的频率的, 所以需要强化现场数据采集以及模型维护方面的协同工作。

2.2 移动终端与云端协同管理平台

移动终端像智能手机、平板电脑这类设备和云端平台相互结合起来, 达成施工现场和管理办公室二者之间实时

的数据交换以及指令传达, 能够助力多方协同开展作业以及实施远程监控。工人们借助移动端来提交进度报告、质量检查表等相关数据, 而管理人员则在云端平台对信息加以整合并且发布各类指令, 如此这般的方式突破了时空方面的限制, 加快了决策流程的推进速度。就好比在材料验收环节当中, 巡检人员会运用移动终端去拍摄照片, 并且把所拍的照片上传到云端, 随后质检工程师能够即时展开审核工作并且给出相应的反馈结果, 如此一来便有效避免了传统纸质流程所存在的延迟情况。云端平台还具备版本控制以及权限管理的功能, 以此来保障数据的安全性以及可追溯性, 不过与此同时它也凸显出对网络依赖程度较强以及数据隐私方面存在风险等诸多问题。即便存在着这些挑战, 移动与云端技术相集成的做法还是在很大程度上提高了管理的效率, 推动了信息的透明化以及团队间的协作, 在那些涉及多个专业的交叉且规模较大的项目之中, 这一点显得格外重要。

2.3 预制构件与模块化施工技术集成

预制构件以及模块化施工的方式是通过在工厂里生产标准化的组件, 然后把把这些组件运到施工现场进行组装, 如此一来便能够大幅度地减少现场作业所花费的时间, 也能降低对人工的需求。它还能集成现代的工程技术, 像 BIM 以及物联网等, 以此来达成精准的设计以及高效的物流管理。在进度管理方面, 模块化技术能够允许并行作业, 也就是说工厂生产环节和现场准备环节可以同时进行, 进而压缩总的工期。就好比在高层建筑施工当中, 把预制好的楼梯墙板等构件直接用吊装的方式安置到位, 这样一来就能够避免传统湿作业那种漫长的等待时间。BIM 技术在这整个过程当中会被用来做构件设计时的碰撞检测以及安装模拟, 以此来保证尺寸能够匹配得上, 工序安排也能够合理。而物联网传感器则会跟踪构件从运输开始一直到库存状态的全过程, 防止出现供应中断的情况。这种技术的集成一方面能够加快施工的速度, 另一方面还能提升工程质量的一致性。不过因为要达到高精度的制造以及运输协调的要求, 所以它的应用会受到项目规模以及标准化程度的限制。在中国建筑行业的相关网站所发布的报告当中就提到, 模块化施工在保障性住房这类标准化项目当中已经取得了不错的成效。

3 工程质量与安全管理技术体系

3.1 3 维扫描与实景建模质量检测

3 维扫描技术借助激光或者摄影测量的方式, 能够快速地获取建筑实体的点云数据, 进而生成具有高精度的 3 维模型, 此模型可用来和设计模型进行对比, 从而检测出尺寸偏差、表面缺陷等一系列的质量问题。实景建模会把

扫描数据以及影像信息相结合,以此来构建可视化的场景,它能够支持虚拟巡检以及量化分析等工作,就好比在结构验收的时候,将扫描数据和 BIM 模型相互对比,便可以识别出毫米级别的误差,进而及时地给予整改方面的指导^[3]。这种检测方式取代了传统的依靠人工来进行的测量工作,使得效率得以提升,同时也让检测结果更加客观,在面对复杂形体或者是隐蔽工程的时候,它的适用性尤为突出。不过,设备的成本较高,而且数据处理起来也较为复杂,这些因素对其普及起到了一定的限制作用。就安全管理来讲,3 维模型能够用于模拟危险场景,以此来对人员展开培训,然而从逻辑层面来讲,质量检测是直接和安全风险预防关联在一起的,比如说墙体倾斜检测就能够防范出现倒塌事故的情况,这正好体现了质量与安全管理之间存在的交叉性特点。

3.2 智能安全监控与风险预警系统

智能安全监控借助视频分析、传感器网络以及人工智能算法,能够实时辨识现场出现的危险行为,像是未佩戴安全帽就闯入禁区这类情况,并且会自动发出警报或者联动控制相关设备。风险预警系统会把历史数据和实时监测信息整合起来,依靠模型来预测事故发生的概率,同时给出防控措施方面的建议,就好比依据气象数据与施工计划去预测高空作业所面临的风险,从而提前对安排做出调整。这些系统凭借全天候的监控以及快速的响应能力,使得事故的发生率有了明显的降低,不过它们需要依靠高质量的数据以及算法训练,而且还有可能引发关于隐私方面的顾虑。

3.3 材料追溯与工艺参数数字化管理

材料追溯技术借助二维码、RFID 等标识来记录材料来源、生产批次以及检验结果等相关信息,从而达到从供应商一直到施工现场的全程链条追踪,以此保证材料质量既合规又具备可追溯性。工艺参数数字化管理会把施工工艺像浇筑温度、焊接参数等录入到系统里,并且和标准值进行对比以监控偏差情况,在混凝土施工当中,它能够实时传输坍落度数据,进而确保配比是正确的。这样的管理方式提高了质量控制的精度以及透明程度,减少了人为错误以及假冒伪劣材料的流入,不过需要统一数据标准并且做到跨环节协作。数字化管理还能支持大数据分析来优化工艺,然而其成功实施依靠员工培训以及系统维护,而在当下的行业实践里面仍然存在着一定的差距。

3.4 环境监测与绿色施工技术应用

环境监测技术会部署诸如噪声、粉尘以及空气质量等方面的传感器,以此实时收集施工给周边环境所带来的影响方面的数据,并且依照相关标准来展开评价以及调控工

作。绿色施工技术把节能、节水以及减排等一系列措施加以集成,像雨水回收系统、低能耗设备等等都包含其中,其目的在于减少资源的消耗以及污染的排放。就好比在土方作业期间,粉尘监测会联动喷雾降尘设备,以此自动对扬尘的扩散进行控制,这些具体的应用一方面契合环保法规的要求,另一方面还能让项目的社会形象得以提升。环境监测所获取的数据还能够用于对施工计划予以优化,从而避开那些较为敏感的时段,不过技术集成是需要额外投入资金并且还得依靠政策给予激励的。绿色施工技术在示范项目当中已经实现了碳排放降低超过 15% 的情况,这也很好地反映出技术创新对于可持续发展所作出的贡献。

4 成本控制与资源配置优化

4.1 5D 成本动态监控技术

5D 成本监控是在 BIM 的 3 维模型以及时间维度的基础之上再额外增加成本维度,以此来达成工程量计算、费用估算和支付申请之间的动态关联,能够对实时成本展开分析以及做出预测。通过将进度与成本数据加以集成,5D 技术可自动形成资金流曲线并与预算进行对比,从而能够及时察觉到超支的风险,并且据此去调整采购或者施工方面的策略。就好比在材料采购环节,当模型更新的时候会触发成本重新计算,如此一来便能够防止出现库存积压或者短缺的情况,这样的动态监控无疑提高了成本的透明程度以及控制的能力,不过这需要有完善的数据接口以及成本数据库作为支撑。

4.2 基于大数据的资源调度算法

利用大数据技术来分析历史项目的相关数据以及实时资源方面的信息,借助优化算法比如遗传算法、神经网络等等,制定出人力、设备、材料最为合理的调度方案,以此来把浪费以及等待的时间降到最低限度。比如说在多个项目同时并行开展的时候,该算法能够对资源分配加以平衡,防止出现设备闲置或者过度使用的状况,并且还会综合考虑天气、供应链等各类变量,动态地去调整计划安排。这种依靠数据来驱动的调度方式能够提高资源的利用率以及项目的整体效益,不过它的算法复杂程度较高,而且对高质量的数据输入存在依赖性,这有可能会让决策者盲目相信数据而忽视掉经验的作用^[4]。大数据的应用还能够支持对趋势的预测,像材料价格的波动情况,进而为长期的规划工作给出相应的依据,然而其能否取得成功还得依靠数据共享的文化氛围以及完善的基础设施建设。

4.3 无人机与机器人施工技术经济分析

无人机技术在执行现场巡检以及土方测量这类任务的时候能够派上用场。其借助航拍手段并结合数据处理操

作,可迅速获取相关信息,如此一来便能削减人工方面的风险,同时也让时间成本得以减少。再看机器人技术,它能够实现砌砖、焊接等工序的自动化,进而提升作业的精度以及速度。从经济层面来分析可以发现,虽说初期投资的额度颇高,但是无人机以及机器人所拥有的长期收益是体现于减少了人工投入、缩短了工期以及降低了事故成本等方面之上的。不过技术经济性会受到项目规模以及应用场景的影响,在那些标准化且具有重复性的任务当中,其效益往往会显得更为突出。与此维护费用以及技能要求这两方面的情况也构成了相应的挑战^[5]。

4.4 供应链协同管理平台构建

供应链协同平台把供应商、制造商、物流商以及施工单位的信息流、物流还有资金流都整合到一起。它借助共享计划、库存、需求等方面的数据,达成准时化的采购目标,并且让库存得以优化。该平台具备多种功能,比如能够对订单进行跟踪,还能发出预警信息,在出现缺货情况时可实现自动补货,如此一来便能降低中断以及延迟发生的几率。就好比在预制构件供应方面,平台会去协调生产计划以及安装计划,以此来保证构件能够按时到达指定地点。这样的协同方式能够提高整个供应链的响应速度,同时也能增强其韧性,不过得建立起信任机制以及制定数据标准才行,不然很可能会因为信息不对称而致使协作失败。而且,平台在构建的过程中还推动了绿色采购以及循环经济的发展,像是会选择优先与环保供应商合作,这也很好

地体现了成本控制和可持续发展相结合的情况。

5 结束语

现代工程科技广泛应用改变了建筑工程管理方式,借助 BIM、物联网、大数据等达成进度、质量、安全、成本的优化,提高项目效率和可持续性。此研究全面整理技术构成与应用体系,强调全生命周期管理、实时监控、智能预警等机制的重要作用,同时指出标准化不够、数据孤岛、人才短缺等实施难题。未来研究需关注技术集成创新与政策支持,强化跨学科合作与伦理思考,促进建筑行业向数字化、智能化、绿色化转变。

[参考文献]

- [1]肖玉杭.现代数字信息化技术在建筑工程管理中的应用[J].中国战略新兴产业,2024(2):164-166.
- [2]杜彩龙.现代数字信息化技术在建筑工程管理中的应用[J].江苏建材,2025(1):144-146.
- [3]俞杰.以现代工程技术为基石,推动建筑工程管理改革创新[J].楼市,2025(4):48-50.
- [4]黄任锋.建筑工程管理中现代工程技术运用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025(13):52-54.
- [5]韩永琦.建筑工程管理中如何应用现代数字信息化技术[J].陶瓷,2025(5):218-220.

作者简介:谢欣(1987.10—),毕业院校:江西应用技术职业学院,所学专业:工程测量,当前就职单位:江西江南工程管理咨询有限公司,职称级别:助理工程师。

论智能化工程管理技术在建筑工程管理中的应用

徐书宇

联勤保障部队第五工程代建管理办公室, 北京 100071

[摘要]建筑工程管理属于保障工程项目可顺利实施的极为关键的一个环节,其管理水平会对工程的质量、进度以及成本产生直接的影响。传统建筑工程管理的方式大多依靠人工经验来开展,这就存在着效率比较低、信息传递不顺畅以及决策滞后等一系列问题。伴随着信息技术的迅猛发展,智能化工程管理技术慢慢在建筑领域得到了应用,给工程管理带来了具有革命性意义的变化。借助对物联网、大数据、云计算以及人工智能等先进技术加以集成,智能化工程管理能够达成对建筑工程整个过程的实时监控、精准管理以及智能决策,进而大幅提升管理效率,使资源配置得以优化,同时也能让决策的科学性与准确性都得到提高。

[关键词]智能化;工程管理;管理技术;技术应用

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18019

中图分类号: TU243

文献标识码: A

Discussion on Application of Intelligent Engineering Management Technology in Construction Project Management

XU Shuyu

The Fifth Engineering Construction Management Office of Joint Logistics Support Force, Beijing, 100071, China

Abstract: Construction project management is a crucial link in ensuring the smooth implementation of engineering projects, and its management level will have a direct impact on the quality, progress, and cost of the project. The traditional way of managing construction projects mostly relies on manual experience, which leads to a series of problems such as low efficiency, poor information transmission, and lagging decision-making. With the rapid development of information technology, intelligent engineering management technology has gradually been applied in the field of construction, bringing revolutionary changes to engineering management. By integrating advanced technologies such as the Internet of Things, big data, cloud computing, and artificial intelligence, intelligent engineering management can achieve real-time monitoring, precise management, and intelligent decision-making of the entire construction process, which greatly improving management efficiency, optimizing resource allocation, and improving the scientificity and accuracy of decision-making.

Keywords: intelligence; engineering management; management technology; technology application

引言

随着建筑行业的快速发展和工程项目规模的不断扩大,传统的人工管理模式已难以满足现代建筑工程对效率、质量、安全和成本控制的综合要求。智能化工程管理技术应运而生,成为推动建筑工程管理现代化的重要手段。该技术通过信息化、数字化和智能化手段,将 BIM(建筑信息模型)、物联网、人工智能、大数据分析等先进技术与工程管理全过程紧密融合,实现工程设计、施工、监控、进度管理、质量控制以及安全管理的高效协同。智能化工程管理不仅可以实时采集和分析现场数据,提高施工过程的可视化和透明度,还能够优化资源配置、降低施工风险、提

升管理决策的科学性。与此同时,智能化工程管理技术的应用也为建筑企业实现高质量建设、绿色施工和可持续发展提供了技术保障。本文将围绕智能化工程管理技术在建筑工程中的应用价值、存在的问题及有效对策展开探讨,旨在为提升建筑工程管理水平、推动行业智能化转型提供参考与借鉴。

1 智能化工程管理技术在建筑工程管理中的重要性

智能化工程管理技术于建筑工程管理而言,有着十分重要的意义。其综合运用了信息技术、自动化技术、人工智能以及大数据等诸多先进的手段,使得工程管理在科学

化、精细化以及可视化方面均有了较大的提升。智能化技术可达成工程全过程的信息集成以及实时共享，让设计、采购、施工、监理等诸多环节能够在同一平台协同运转，减少信息孤岛的情况出现，进而提升管理的效率。借助智能监测、物联网传感设备以及数据分析工具，管理人员能够实时获取施工进度、质量、安全状态等关键数据，实现精准的决策，降低风险，提高现场监管的成效。而且，智能化管理还有助于优化资源配置，凭借自动化排程、材料追踪以及能耗监测等手段，减少资源浪费、控制成本并提升施工组织的效率。与此智能化技术也为安全生产给予了有力的支持，如利用 AI 视频分析技术来监控危险行为，借助智能预警系统及时发现隐患，从而显著提升安全管理水平。

2 智能化工程管理技术应用中存在的问题

2.1 缺少科学管理制度

在智能化工程管理技术的实际运用进程里面，缺少科学合理的管理制度当下明显是一个颇为突出的阻碍因素。部分建设单位对于智能化管理的认知有所欠缺，并且还没有构建起系统化且规范化的管理制度，这就致使技术的应用缺失清晰明确的流程指引以及相应的标准参照。有些项目在引入智能化技术之后，依旧沿用着传统的管理手段，缺乏与智能化需求相互适配的组织架构、岗位职责以及运行模式，如此一来便让技术没办法切实有效地融入到工程管理体系当中。与此在数据采集、传输以及使用的各个环节同样缺少统一的规范要求，进而引发信息记录随意散漫、数据口径出现不一致的情况，对智能化系统的运行品质以及数据分析的精确性都产生了影响。

2.2 施工现场监管不当

管理人员作为工程施工管理工作开展的直接参与者，其管理方法、管理管理在一定程度上直接决定着最终的管理效果。通过调查研究可知，在目前工程施工现场中，部分管理人员并未深刻意识到自身工作开展的重要性，常常运用一个敷衍态度及落后手段拿来实施管理工作，且没有积极引进智能化工程管理技术来开展各项工作，如此则使得施工现场监管工作缺少一定的科学性、合理性，难以及时发现施工各环节潜在的问题，从而为项目发展带来了诸多恶劣影响。

2.3 技术集成度不足

在智能化工程管理技术不断推广期间，技术集成度不够的情况较为突出，这严重影响了应用的实际效果。当下很多建筑项目里所运用的智能化系统类型多种多样，然而不同系统彼此间常常缺少统一的数据接口以及兼容机制，

使得各类监测平台、管理软件还有自动化设备之间没办法达成有效的联动，进而形成了新的信息孤岛。部分设备供应商或者软件系统采用了封闭式的设计方式，这使得数据共享以及平台整合受到了限制，对信息流转的连续性与及时性产生了不利影响。并且，在工程管理当中涉及到设计、施工、监理、运维等诸多环节，因为各个阶段所使用的数字化工具标准并不统一，所以在信息传递的过程中很容易出现断链或者是格式不匹配等问题。

3 智能化工程管理技术在建筑工程管理中的有效应用对策

3.1 构建科学智能化管理体系

构建起科学且合理的智能化管理体系，这无疑是在促使智能化工程管理技术于建筑工程当中得以高效施行的关键前提条件。务必要以工程全生命周期管理所秉持的理念作为根基，去明确智能化管理方面的具体目标、涉及的范围以及相应的逻辑框架，并且要在总体的层面上搭建起清晰明确的组织架构，同时做好职责分工相关事宜，从而让各个参与其中的单位能够在统一的平台以及制度之下展开协同有序的运作。接着，得围绕着工程进度、质量状况、安全方面的情况、成本等相关的核心管理内容来展开，要对智能化模块予以系统化的配置安排，把像 BIM、物联网、人工智能以及大数据分析等一系列技术有机地融合到一起，进而形成一个完整的闭环体系，这个体系涵盖了数据采集、传输、分析以及应用等多个环节，从机制层面切实保障信息流、业务流以及管理流能够顺畅且统一地运转。与此还应当着手构建起标准化的流程制度以及技术规范，这其中就包含了数据标准、智能设备管理标准、平台使用规范等等内容，以此使得智能化管理体系能够做到有章可依循、可控制并且可以被核查^[1]。除此之外，科学的智能化管理体系还应当着重关注实时监测以及动态调度这两个方面，借助平台化管理的相关手段来提升决策的准确程度以及工程运行过程中的透明程度，最终达成工程管理的数字化、可视化以及智能化这样的目标状态。

3.2 完善智能化规划理念

完善智能化规划理念对于推动智能化工程管理技术有效落地而言是极为重要的前提条件，这关乎项目从顶层设计一直到实施阶段的整体协调性以及可持续发展程度。在工程规划阶段就需要全面且细致地考量智能化技术在进度把控、质量把关、安全监管、资源配置以及运营维护等诸多方面所起到的作用，要把智能化理念融入项目整个生命周期当中，不能等到施工中才被动地引入或者零星地加以应用。规划理念得体现出系统性与前瞻性，在总体

规划环节要清晰明确智能化建设的具体目标、实施路径以及技术挑选事宜,以此来保障各类智能系统、硬件设备还有管理平台在未来能够达成兼容对接并实现协同运行,防止出现重复建设以及资源浪费等情况^[2]。与此完善的智能化规划理念还应当重视结合工程自身的特点、所处区域的条件以及项目本身的规模,真正做到因地制宜、因项目制宜,让技术方案一方面契合行业的发展趋势,另一方面又能切实贴合实际管理方面的具体需求。

3.3 做好安全管理工作

在智能化工程管理这样的大背景之下,把安全管理工作切实做好,这可是保证建筑工程能够顺利推进实施并且促使施工风险得以有效降低的关键环节所在。随着智能化技术在施工现场的应用程度一天天不断加深,安全管理可不再是单纯依靠人工去巡查或者凭借经验来做出判断了,而是会借助像多源数据监测、智能识别以及实时预警等等这类手段,进而达成更高层次的安全保障效果。通过去布置物联网传感设备,就能够针对基坑变形情况、模板支撑的稳定性状况、塔吊的运行状态以及环境的温湿度等一系列关键的安全指标展开实时的采集工作,并且把这些采集到的数据都集中到后台系统里面去做相应的分析处理,如此一来便能够及时地将那些潜在的隐患给找出来^[3]。与此借助视频监控以及人工智能识别技术,还能够对高空作业时工人未系安全带、人员不慎误入危险区域以及出现违规操作等这类行为加以智能识别,进而实现自动发出警报以及即时采取干预措施的目的,以此来提升监管工作的及时性以及准确性。

3.4 优化设计图纸,确保科学施工

优化设计图纸以及确保科学施工,这无疑智能化工程管理技术要发挥其效能的关键基础环节所在。借助引入像 BIM 这类数字化设计工具的方式,在设计阶段就能够达成多专业协同建模的目的,进而针对建筑结构、机电系统还有施工流程等方面展开立体化且可视化的呈现工作,如此一来便能够让设计成果变得更加精确并且更为直观。在这一整个过程当中,设计人员是能够提前察觉到图纸里面存在的诸如冲突、重复或者不合理等情况的,像是管线出现碰撞、尺寸存在偏差、施工空间不够充足等等问题,并且能够凭借对模型加以优化而及时地去调整相关方案,以此来削减后期施工环节里可能出现的返工情况以及资源方面的浪费状况。与此经过优化之后的图纸还能够和智能化施工平台实现对接,这样施工单位在施工现场便可以根据电子图纸或者是三维模型来开展精准的定位以及操作相关事宜,进而提升施工所具有的准确性以及工作效率。

3.5 将虚拟技术科学引入施工现场

把虚拟技术科学应用于施工现场,属于提升建筑工程智能化管理水平的一项重要办法。运用 BIM、VR(虚拟现实)、AR(增强现实)这类虚拟技术,能够在施工开始之前针对工程展开全面细致的模拟推演,让施工人员可提前对施工流程、关键节点以及危险点位有所了解,进而降低实际施工期间的不确定性以及操作方面的风险^[4]。虚拟技术可以把设计图纸转变成直观的三维模型,让管理人员以及施工人员借助沉浸式的体验去知晓结构布置情况、施工顺序安排以及空间关系状况,对于提升现场沟通的效率以及决策的准确性很有帮助。与此借助 AR 技术能把数字模型和现场实景相互叠加起来,助力施工人员实现精准定位以及装配工作,提升施工的精度,减少出现误差以及返工的情况。虚拟技术还能够用于开展施工安全培训以及演练活动,凭借模拟高危场景、突发事件以及违章行为,提高作业人员的安全意识以及应急处置的能力。

3.6 加强专业技术人员培养与团队建设

加强专业技术人员培养以及团队建设,这是推动智能化工程管理技术于建筑工程当中实现高质量应用的关键保障所在。智能化管理涵盖了 BIM 建模、物联网设备运维、数据分析、人工智能应用等诸多领域的技术内容,要是缺少那些具备复合型能力的专业人员,那么即便技术再先进,也很难切实有效地落地实施。所以,建设单位应当重视提升人员对于智能化技术的认知程度以及应用能力,借助系统培训、岗位实践还有技术交流等多种途径方式,让工程管理人员、设计人员以及施工人员都能够较为熟练地掌握智能化工具的使用办法以及管理逻辑。与此还需强化团队协作能力建设,促使设计、施工、监理等关键岗位之间构建起信息共享以及协同工作的机制,以此提升整体项目团队在智能化环境下所具有的综合管理能力。还应该引入拥有数字技术背景的复合型人才,对专业分工以及岗位配置予以优化,使得团队结构变得更加合理且更为专业化。

4 结语

建筑工程管理领域所应用的智能化工程管理技术,有力地推进了工程管理模式朝着现代化与高效化的方向迈进。借助 BIM、物联网、人工智能、大数据等各类技术加以融合运用的方式,建筑工程管理达成了对整个过程的实时监控、精准调度以及科学决策,这切实有效地提高了工程质量、施工效率以及安全水准。与此智能化技术的应用还促使资源得以优化配置,并且推动了成本精细化管理的开展,进而为建筑企业达成高质量建设以及可持续发展的目标给予了稳固的支撑。不过,在实际的应用过程当中,

依然存在着制度不够完善、技术集成程度不足以及人员素质参差不齐等诸多问题。然而伴随管理体系不断地得到完善、技术水平持续地获得提升以及专业团队逐步地得以建设起来,智能化工程管理技术会在建筑工程管理当中发挥出更加关键的作用,进而成为推动建筑行业实现高质量发展以及智能化转型的关键动力所在。

[参考文献]

[1]张利民.智能化工程管理技术在建筑工程管理中的应用第二届智能工程与经济建设学术研讨会论文集(四)[C].江西:江西省工程师联合会,2025.

[2]左晓东.智能化工程管理技术在建筑工程管理中的应用2025 年第一届工程领域数字化转型与新质生产力发展研究学术交流会论文集[C].广西:广西网络安全和信息化联合会,2025.

[3]邱文杰.智能化工程管理技术在建筑工程管理中的应用探析[J].城市建设,2025(23):39-41.

[4]李红松.智能化工程管理技术在建筑工程管理中的应用[J].砖瓦,2024(11):143-145.

作者简介:徐书宇(1996.5—),单位名称:联勤保障部队第五工程代建管理办公室。

建筑施工企业安全生产管理创新研究

谢文华

江西江南工程管理咨询有限公司, 江西 赣州 341000

[摘要]随着建筑行业快速向前发展, 施工企业所面临的安全风险变得日益复杂起来, 安全生产管理已然成为企业实现可持续发展的关键核心保障所在。文中选取建筑施工企业的安全生产管理当作研究对象, 全面且细致地剖析了企业在安全生产方面的实际现状以及所存在的各类问题, 深入探讨了安全生产管理方面的创新策略, 并且结合信息化以及智能化技术的实际应用情况提出了相应的改进方案。研究得出, 借助于健全企业的管理体系、强化针对员工的教育培训工作、优化企业的监督机制、完善应急处理预案以及着力构建企业安全文化等一系列举措, 是能够大幅提升企业安全管理水平的, 与此充分利用 BIM、物联网、大数据以及智能化平台等现代科技手段, 能够达成安全管理工作的精准化以及智能化目标, 进而为建筑施工企业构建起现代化的安全生产管理体系给予科学合理的参考依据以及实践操作层面的有力指导。

[关键词]建筑施工企业; 安全生产管理; 创新策略

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18016

中图分类号: F29

文献标识码: A

Research on Innovation of Safety Production Management in Construction Enterprises

XIE Wenhua

Jiangxi Jiangnan Engineering Management Consulting Co., Ltd., Ganzhou, Jiangxi, 341000, China

Abstract: With the rapid development of the construction industry, the safety risks faced by construction enterprises have become increasingly complex. Safety production management has become a key core guarantee for enterprises to achieve sustainable development. The article selects the safety production management of construction enterprises as the research object, comprehensively and meticulously analyzes the actual situation and various problems of enterprises in safety production, deeply explores innovative strategies in safety production management, and proposes corresponding improvement plans based on the practical application of information technology and intelligent technology. Research has shown that by improving the management system of enterprises, strengthening education and training for employees, optimizing the supervision mechanism of enterprises, improving emergency response plans, and focusing on building a corporate safety culture, a series of measures can significantly enhance the level of enterprise safety management. By fully utilizing modern technological means such as BIM, Internet of Things, big data, and intelligent platforms, the precision and intelligence goals of safety management work can be achieved, providing scientific and reasonable reference basis and practical guidance for building a modern safety production management system for construction enterprises.

Keywords: construction enterprises; safety production management; innovation strategy

引言

建筑施工企业在现代城市建设当中属于极为重要的主体之一, 其安全生产管理状况与员工生命安全紧密相关, 同时也关乎企业能否稳定开展运营以及社会整体利益的实现情况。近些年来, 施工项目的规模呈现出不断扩大的态势, 施工技术也变得日益复杂起来, 而且工地环境是处于多变的状态, 如此一来, 安全生产事故频繁发生的潜在风险便有了十分显著的增长。传统所采用的安全管理模式存在着诸如制度在执行方面不够严格、员工对于安全方面

的意识有所欠缺以及管理手段相对滞后等一系列问题, 这些问题使得其很难契合现代施工企业对于高效、安全且智能管理方面的需求。所以说, 针对建筑施工企业安全生产管理展开创新策略的研究, 在理论上有着颇为重要的意义, 在实际应用中也有着不容忽视的价值。会基于对企业安全生产实际状况的剖析, 同时结合现代信息化以及智能化的相关技术, 给出具有针对性的创新管理策略, 进而为企业安全管理水平的提升以及施工现场安全保障的增强给予理论层面的依据以及实践方面的方案。

1 建筑施工企业安全的重要性

1.1 保障员工生命安全

员工是企业最宝贵的资源和财富,是推动企业发展的根本力量。员工的生命安全直接关系到企业的生存和发展。建筑施工现场危险因素较多,一旦发生安全事故,就可能造成人员伤亡,给员工家庭带来无法弥补的损失,也会给企业带来沉重打击。保障员工生命是企业义不容辞的责任,也是企业实现可持续发展的必然要求。

1.2 维护企业声誉与形象

建筑施工企业的声誉及形象,一方面体现了该企业在市场里的竞争力状况,另一方面还是其实现可持续发展的关键保障所在。施工事故的发生,不但有可能带来直接的经济损失方面的影响,而且对于企业的社会评价而言,还将会产生颇为长远的作用。那些在安全管理方面做得较为出色的企业,能够凭借规范的施工行为、较为完善的管理流程,还有对员工生命所给予的高度关切,去树立起良好的社会形象,从而赢得客户以及公众的信任。要是企业老是出现安全事故,那么其不单单会面临法律方面的制裁以及遭受经济损失,就连其品牌形象也会遭到损害,进而对其未来承揽工程的能力形成影响。所以,强化安全生产管理、尽力减少事故的发生、提升企业的声誉,这在企业的发展战略当中属于必不可少的一个部分,同时也是企业获取长期竞争优势极为重要的一个条件。

1.3 安全生产管理创新的必要性

在当下建筑施工行业蓬勃发展的大背景之下,以往传统的安全生产管理模式已经很难去应对变得愈发复杂的施工环境以及呈现出多样性的安全风险状况了。施工现场的安全生产管理,一方面涉及到技术以及设备方面的规范操作事宜,另一方面还涵盖着员工行为方面的管理、相关管理制度的切实执行情况以及风险预测与应急处置的能力等方面。要是安全生产管理模式加以创新,那么便可以通过引入信息化以及智能化的相关手段,以此来提升管理工作的效率并且增强风险预测方面的能力。与此还要建立起较为科学合理的监督机制以及积极向上的企业文化,从而让企业在面对安全风险的时候能够主动去进行防控,而不是仅仅处于被动地应对事故发生的状态。安全生产管理方面的创新举措,不但能够在一定程度上降低事故发生的概率,而且还有助于提高施工的工作效率,实现对资源的合理优化配置,进而给企业在激烈的市场竞争环境当中给予可靠的保障,同时也为其持续不断地发展注入源源不断的动力。

2 建筑施工企业安全生产及管理现状

2.1 安全生产现状

当下,建筑施工企业在安全生产这个层面上依旧面临着不少的挑战,安全事故时不时地就会冒出来,这不仅对员工的生命安全造成了颇为严重的冲击,而且也给企业的运营带来了不容小觑的影响。事故发生的缘由可概括为多个方面,像是施工环境极为复杂、施工工艺的操作不够规范、设备呈现出老旧的状态以及人员的操作出现不当等情况都包含在内。与此鉴于施工项目分布得相当广泛,监管起来的难度是比较大的,所以企业在安全生产方面的各项制度以及流程往往落实得不够到位,如此一来,现场所存在的那些隐患问题便很难被及时地发现并且妥善地处理掉。虽说大多数企业都已然建立起了安全生产管理制度,然而在实际去执行的时候却存在着一种形式化、走过场的情形,安全管理的相关举措很难切实落实到每一个施工环节当中,员工对于安全的认识以及自我防护的能力也都还有待进一步提升,整体而言,安全生产的水平仍旧有着相当大的提升余地。

2.2 安全管理现状

从管理方面来讲,建筑施工企业普遍存在着安全管理体系不够完善这样的情况。其安全管理制度在不同的项目当中都欠缺统一的标准以及科学方面的依据,而且也没有有效的风险评估机制,责任追究体系同样缺失,这就致使安全管理缺乏整体的系统性以及连贯性。与此虽然安全培训以及教育工作已经开展了一定程度,但是其内容往往侧重于理论方面,缺少实际操作以及演练环节,所以在实际施工的过程当中很难起到预防的作用。现场的监督与检查机制有着周期性以及局限性的特点,管理者很难实时地掌握施工安全的具体状况,信息的沟通也不是很顺畅,如此一来,潜在的风险就没办法得到及时的处理。企业安全管理依旧存在着制度执行不够到位、监督力度不足以及技术应用不够充分等一系列问题,有必要借助创新的手段来加以改进。

3 建筑施工企业安全生产管理创新策略

3.1 健全安全生产管理体系

健全的安全生产管理体系属于提升建筑施工企业整体安全管理水平以及施工现场风险防控能力的一项基础性工作。企业需要依据具体项目的特色、施工环境还有人员构成等方面的情况,去构建一套科学合理、较为完善并且具有较强可操作性的安全管理制度,这一制度应当包含安全责任制、操作规程、风险评估机制以及事故应急处理流程等诸多环节在内。与此要清晰明确各级管理人员所对

应的职责与权限,以此来保证制度在执行的时候是有章可循的,责任也能够切实落实到位,并且借助定期开展的检查、评估以及优化等工作,让管理体系可以持续地去适应不同施工项目所对应的需求以及环境方面的各种变化。健全的管理体系一方面能够在日常施工的过程当中对潜在的风险予以识别,防止事故的发生;另一方面还能够构建起一个覆盖企业内部各个施工环节以及各个岗位的全方位管理网络,从而为企业打造出科学、高效且可持续的安全生产保障体系奠定下坚实的基础。

3.2 强化员工安全教育与培训

强化员工安全教育与培训,这可是保障建筑施工企业员工生命安全、提升整体安全管理水平以及构建良好企业安全文化的极为关键的举措。企业需依据具体施工项目所呈现出的特点、施工环境所具有的复杂性以及岗位风险存在的差异,去制定带有针对性的培训方案,并且要充分融合理论授课、现场操作演练以及应急演练等多种多样的形式,以此来全面提高员工对于安全管理规范的理解程度、风险识别的能力以及自我保护的水平。与此还得建立起完善的考核与激励机制,把培训成果和岗位绩效、晋升激励等方面关联起来,推动员工积极主动地参与到安全管理工作中,强化他们的安全责任感以及自律意识,进而让安全理念能够深深地扎根在每位员工的日常工作的行为之中,慢慢地形成一种“人人关注安全、人人参与安全”的企业安全文化氛围,达成企业安全管理可以长期有效地运行的良好状态。

3.3 优化安全监督与检查机制

优化安全监督以及检查机制,这可是防范安全隐患发生的有力保障。企业需要构建起系统且科学的监督体系,具体而言,把日常检查、定期巡检还有专项督查这些方式综合起来运用,如此一来便能确保施工现场各个环节的风险能够被及时地识别出来并加以妥善处理。与此监督检查得有技术手段作为支撑,比如借助监控系统、传感器以及安全管理软件等来开展数据收集与分析工作,进而达成安全管理的可视化以及量化目标,以此提升监督的效率与准确性,保证各项安全措施能够实实在在地落实到位。

3.4 完善安全生产应急预案

完善安全生产应急预案,可提升企业处理突发事件的效能。企业需依照施工项目的特性,制定包含火灾、坍塌、高处坠落以及设备事故等各种突发事件在内的应急预案,且要清晰界定应急指挥体系、信息传递流程与现场处置程序。与此要定期开展应急演练,以此提升员工的实际操作能力以及应急反应速率,保证在事故发生之际能够迅速、

科学且高效地加以应对,尽可能地降低人员伤亡以及财产损失,从而保障施工安全并维护企业的持续运营状态。

3.5 建设企业安全文化与参与机制

建设企业安全文化以及员工参与机制,这在实现长期安全管理目标方面处于核心位置。企业需借助宣传教育手段、奖惩相关制度还有岗位方面的激励举措等,去营造出一种“安全第一、人人有责”的文化氛围,让安全理念能够切实融入到员工的日常行为当中。与此要建立起员工参与机制,让员工可以在安全制度的制定工作、现场管理事宜以及隐患排查环节里发挥出积极的作用,进而形成自下而上的安全管理动力,以此提升管理体系所具有的实效性以及可持续性。

4 信息化与智能化在安全管理中的应用

4.1 BIM 技术在施工安全管理中的应用

BIM 技术借助三维可视化模型, 可让施工过程里的安全风险在设计以及施工阶段得以提前被识别出来并加以预测^[1]。通过去模拟施工场景与施工流程, 企业在施工开始之前便能察觉到潜在的安全隐患, 进而对施工方案予以优化, 以此来削减现场的风险。与此 BIM 技术还能够针对施工现场展开实时的监控与管理, 给出相应的数据支撑, 助力决策, 达成安全管理的数字化以及可视化状态。

4.2 IoT 与智能监测系统

物联网技术于施工安全管理方面的应用颇为普遍, 借助传感器、智能设备以及网络系统能够实时对施工现场的环境状况、人员所处位置以及设备运行状态等相关数据加以采集^[2]。企业能够实时对施工风险予以监测, 像是高处作业人员的安全情况、机械设备运行出现异常之类的风险, 可及时发出预警信息。IoT 系统的运用既提升了安全管理的实时性, 又强化了风险防控的精确度, 给施工企业提供了较为科学的数据方面的支持。

4.3 大数据与安全决策支持

借助大数据技术, 企业能够对施工现场的历史数据以及实时数据加以收集、分析与处理, 进而构建起风险预测模型, 以此给安全管理给予决策方面的依据。大数据分析可将安全管理里的规律性问题找出来, 像是事故高发的环节、人员的行为模式还有设备故障的发展趋势等, 助力企业去优化管理流程、合理分配资源以及制定预防举措, 达成精细化管理以及科学决策的目的。

4.4 智能化安全管理平台建设

智能化安全平台把 BIM、IoT、大数据以及移动终端技术整合到一起, 达成施工安全管理方面集中化、自动化还有智能化的实现效果。该平台可针对施工现场的安全状

况展开实时的监控操作,还能开展风险评估工作,给出预警提示,并且能够进行应急调度安排,如此一来便能够让企业在面对安全事件时的响应速度得以提升,同时其管理效率也会有所提高^[3]。除此之外,智能平台还能够支持管理数据具备可追溯的特性以及相关分析工作,进而为企业的长期安全管理事宜给予科学方面的依据,促使整体的安全管理水平获得提升。

5 结语

建筑施工企业安全生产管理创新对于保障企业可持续发展而言极为关键。本文深入剖析了企业安全生产的重要意义、实际状况以及存在的各类问题,进而提出了一套系统性的创新策略,具体涵盖健全管理体系、强化教育培训、优化监督机制、完善应急预案以及建设安全文化等方面,并且结合信息化与智能化技术的应用来给出现代化的

解决办法。凭借这些举措,企业得以实现安全管理从被动应对到主动防控的转变,切实降低事故风险,提升施工效率,增强企业核心竞争力,从而为行业安全管理给予科学参考以及实践经验。

[参考文献]

- [1]李琳.建筑施工企业安全生产及建筑安全管理策略[J].陶瓷,2024(5):186-189.
- [2]黎志宾.建筑施工企业安全生产管理创新研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024(13):61-63.
- [3]屈建军.浅议建筑施工企业安全管理的创新思路[J].中华建设,2024(7):29-31.

作者简介:谢文华(1983.2—),毕业院校:国家开放大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:江西江南工程管理咨询有限公司,职称级别:工程师。

现代园林景观设计中的生态理念与实践研究

郭芷君

赤峰市城市建设投资(集团)有限公司, 内蒙古 赤峰 024000

[摘要]在生态文明建设这一大背景之下,生态理念正有力地引导着现代园林景观设计的发展走向。秉持生态优先这一核心设计理念,其着重关注绿色以及可持续发展方面的情况,既促进自然和人类达成和谐共生的状态,同时也给园林的规划、设计以及施工等方面带来了全新的要求。现代园林景观设计着重于保护生物多样性、达成资源的循环利用以及对环境污染加以防控,其目标在于构建起健康且宜居的城市生态系统,进而大幅提升城市生态质量以及居民的生活环境状况。

[关键词]现代园林景观设计;生态理念;实践

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18039

中图分类号: TU986

文献标识码: A

Research on Ecological Concepts and Practices in Modern Landscape Design

GUO Zhijun

Chifeng City Construction Investment (Group) Co., Ltd., Chifeng, Inner Mongolia, 024000, China

Abstract: Against the backdrop of ecological civilization construction, ecological concepts are effectively guiding the development direction of modern landscape design. Adhering to the core design concept of ecological priority, it focuses on green and sustainable development, which not only promotes a harmonious coexistence between nature and humans, but also brings new requirements to the planning, design, and construction of gardens. Modern landscape design focuses on protecting biodiversity, achieving resource recycling, and preventing and controlling environmental pollution, in order to build a healthy and livable urban ecosystem, which significantly improving the ecological quality of the city and the living environment of residents.

Keywords: modern landscape design; ecological concept; practice

引言

现代园林景观设计属于城市规划以及环境建设中的一个关键部分,其不光担负着让城市空间变得美观起来以及使生活环境得以改善的任务,还在生态保护以及可持续发展方面起着无可取代的作用。伴随城市化进程不断加快,人类活动给自然环境所带来的压力也在持续增大,在此之前,传统园林设计往往过分侧重于观赏性以及装饰性,却把生态系统的完整性以及环境的承载能力给忽略了,如此一来,既对城市环境质量产生了影响,又对人类生活的可持续发展形成了限制。近些年来,随着生态文明建设理念不断得到推广,生态理念慢慢变成了现代园林景观设计的关键指导准则,着重强调人与自然要达成和谐共生的状态,重视生态功能的达成以及景观美学的融合。生态理念在园林设计里的运用,不但涉及到植物配置、水资源管理、材料选取、生态基础设施建设等方面的技术层面,还包含了社区文化、公共空间利用以及人文关怀等社会功能层面。通过把生态理念融入到园林景观设计当中,可以切

实提高城市绿地的生态服务效能,改善微气候以及空气质量,对生物多样性加以保护,与此同时还能强化居民的生活质量以及社区认同感。所以说,全面且细致地去研究现代园林景观设计里生态理念的理论依据、应用原则以及实践途径,具备十分重要的学术价值,而且对于推动城市生态环境的改善、达成绿色可持续发展以及建设宜居城市而言,也有着实实在在的意义。

1 在园林景观设计中融入生态理念的重要性

1.1 促进可持续发展

在现代园林景观设计里融入生态理念,这对于达成可持续发展而言有着不容小觑的重要意义。伴随城市化进程不断向前推进,人类的各项活动给自然环境所带来的压力一天比一天大,传统的园林设计常常过度着重于景观的美观程度,然而却把生态系统的完整性以及环境的承载能力给忽视掉了。当在设计环节引入生态理念之后,便能够对自然生态环境起到有效的保护作用,并且助力其恢复,同时还能合理地去利用土地资源以及水资源,减少针对能源

的消耗量以及污染物质的排放量,进而促使环境、经济以及社会能够实现协调一致的发展态势。除此之外,生态理念的应用还有助于提升城市绿色空间的质量水平以及功能作用,使得园林景观不单单具备观赏方面的价值,而且还能够在调节城市微气候、净化空气、保护生物多样性等方面发挥作用,从而为居民创造出可持续的生活环境以及优质的生态体验。

1.2 提高生活质量

在园林景观设计中融入生态理念,这可对环境保护以及可持续发展起到帮助作用,并且还能让人们的生活质量得以明显提升。优质的生态景观能给予丰富的绿色空间以及自然环境,使得居民于忙碌的城市生活当中收获身心放松之感以及心理舒缓的效果,降低压力与焦虑的感觉。与此生态园林借助优化空气质量、调节温湿度还有缓解噪音污染等方式,给人们营造出更为健康宜居的生活环境。在社区以及公共空间融入生态设计,还能够推动人们的社交互动,强化社区归属感以及认同感,改进生活氛围以及社会和谐的程度^[1]。生态景观里的多样植物以及自然元素能让视觉体验变得丰富起来,提升审美的感受,让人们在日常生活里体会到自然之美与生态和谐,进而全面提高生活质量。

1.3 保护生物多样性

在园林景观设计中融入生态理念,对于保护生物多样性有着非同寻常的重要意义。传统园林设计通常是以单一观赏性植物作为主要元素,然而却忽略了生态系统当中各式各样的动植物所存在的生存需求,这就使得城市绿地的生态功能变得较为单一,生物多样性也受到了一定程度的限制。而凭借引入生态理念这一举措,在园林设计过程中便能够保留并恢复自然生境,同时可以对不同类型植物群落展开合理的规划,进而创造出多样化的生态环境,给鸟类、昆虫以及其他小型动物给予栖息以及繁衍的适宜场所。与此生态园林设计着重于原生植物的应用情况以及本土物种的保护事宜,以此来降低外来物种入侵的风险,最终达成维持生态平衡的目的,进一步强化生态系统的稳定性与韧性。

2 现代园林景观设计中生态理念的应用原则

现代园林景观设计中生态理念的应用原则,是要把生态可持续性和景观美学紧密结合起来,以此来引导设计实践朝着对环境友好的方向以及资源高效利用的方面去发展。一开始,得秉持生态优先的原则,要尊重自然规律,保护原有的生态系统,尽最大努力去减少对地形、水文还有生物多样性方面的干扰,让景观建设能和自然环境相互

协调起来。接着,要着重强调整体协调以及系统性,把园林空间、植物群落、水体还有人工设施统一规划安排,形成彼此之间互为支撑的生态网络,进而提升景观所具有的生态功能以及景观品质。与此因地制宜是应用原则的一个重要呈现形式,设计的时候要依据当地的气候情况、地形状况、土壤条件以及生物资源来挑选适宜的植物种类以及布局方式,保证景观可以长期适应环境的变化并且维持生态平衡的状态。低影响干预原则要求在施工以及维护的过程中采用绿色工艺以及可再生材料,以此来减少资源的浪费以及对环境造成的污染^[2]。循环利用以及资源节约的原则同样是十分关键的,借助雨水收集、废弃物再利用以及能源优化管理等方式,达成园林景观的可持续运作状态。

3 现代园林景观设计中生态理念的实践应用

3.1 自然景观与人工构筑物的结合

在现代园林景观设计中,自然景观和人工构筑物相互融合的方式是践行生态理念的关键途径,同时也是让景观功能和生态功能达成协调统一的重要环节。借助科学合理的规划以及细致周到的设计,人工构筑物一方面要担负起路径引导、提供休憩设施以及充当观赏节点等作用,另一方面还要充分融入自然环境当中,进而成为生态系统的一个组成部分,而不是对自然景观起到破坏或者割裂的作用。比如说,在湿地公园、河道周边或者是山地园林这类地方,像木栈道、石桥、观景平台还有防护设施等这些人工元素能够依据地形状况、水文条件以及植被分布情况来安排布置,如此一来既能便于人们去亲近自然,又能最大程度地保留原有的生态环境以及生物的栖息空间。与此对于材料的选择以及造型设计而言,应当着重突出其生态性以及可持续性方面的特性,比如选用本土的石材、可再生的木材或者是环保的复合材料,这样既能降低施工过程给环境带来的影响,又能强化景观所具有的地域特色以及自然美感。除此之外,人工构筑物在布局安排的时候还需要考虑到微气候的调节、雨水的收集以及径流的控制、土壤的保持还有动植物栖息地的保护等诸多生态功能,从而在视觉美学层面、功能实用层面以及生态效益层面达成多维度的统一。

3.2 植物选择与生态功能设计

在现代园林景观设计中,植物选择以及生态功能设计这两个方面可以说是实现生态理念的关键环节所在,其对于提升景观所具有的可持续性以及生态价值而言,有着极为重要的作用。就植物选择这一方面来讲,应当把本土物种当作主要的选择对象,与此同时还要综合考量区域气候情况、土壤具体条件以及水文方面的特征,以此来

保证所选植物能够很好地适应当地的环境状况,进而减少后续的养护成本开支,并且还能够一定程度上增强生态系统自身的稳定性以及韧性特点。多样化的植物配置方式,一方面能够让景观的层次变得更加丰富,使得视觉效果得以提升,另一方面还能够为鸟类、昆虫以及其他各类野生动植物给予栖息以及繁衍的场所,进而对生物多样性的保护起到推动作用,同时也促进其不断发展^[3]。在生态功能设计这个层面上,需要充分去考虑到植物所具备的多种多样的作用,像空气净化、降温、隔噪、防风固土、水土保持以及雨水调蓄等这些功能都得纳入到考虑范围之内,从而让景观在拥有美学价值的还具备较为显著的环境调节方面的效益。除此之外,借助于对不同植物群落的空间布局安排以及季相变化的设计手段,是能够达成四季景观效果呈现以及生态景观连续性的目标的,进而形成一个动态且立体的生态网络体系。

3.3 材料选用与资源循环利用

在现代园林景观设计领域当中,材料的选用情况以及资源的循环利用状况,均属于实现生态理念的重要实践范畴,其对于提升景观所具备的环境友好特性以及可持续发展特性,会产生直接的影响作用。就材料选择而言,应当遵循绿色、环保以及可再生这样的原则,要优先选用能够在本地获取到的天然材料,像石材、木材、竹材这类材料,而且要尽可能地去减少给环境带来的污染情况以及对生态造成的破坏情况。在具体的施工进程之中,需要将低碳工艺和节能技术相互结合起来运用,以此来达成降低能源消耗以及减少废弃物排放的目的,进而实现景观建设呈现出生态化的特点。除此之外,资源循环利用在材料应用方面占据着关键的环节位置,通过针对施工废弃物、园林修剪物还有雨水以及土壤等资源展开回收并且加以再利用的操作,不但能够使环境负荷得以减少,而且还能够促使园林内部形成生态循环系统。比如说,废弃木材可以用于制作景观小品或者作为铺装材料,园林修剪所产生的枝叶能够被制成堆肥从而对土壤质量起到改善的作用,雨水收集系统则可为灌溉事宜提供水源,进而实现水资源的循环利用。

3.4 生态基础设施建设

在现代园林景观设计当中,生态基础设施的建设属于实现生态理念的关键构成部分,它一方面为景观给予基础功能方面的有力支撑,另一方面借助生态相关手段来强化环境的质量以及提升可持续性水平。生态基础设施涵盖了雨水管理系统、透水铺装、湿地过滤区、绿色屋顶、植生缓坡还有生态廊道等等,其最为关键的目标在于模拟并恢复自然生态的各类过程,以此来提升园林空间所具备的环

境调节方面的能力。通过开展雨水收集以及调蓄设施的建设工作,能够有效地对径流加以控制,降低洪涝出现的风险,并且还能为植物灌溉提供可以再生的水源,进而达成水资源的循环利用这一目的;透水铺装以及植生缓坡则可推动地表水的渗透作用,同时也有助于土壤水分的保持,进而对微气候以及土壤生态环境起到改善的作用;湿地过滤区以及生态廊道不但能够为动植物给予栖息以及迁徙的空间,而且还可以起到净化水质的效果,维持生物多样性的状态^[4]。生态基础设施在建设的过程中,还需要着重关注与人工景观设施之间的协调情况,要把功能性设施和观赏性景观相互融合起来,使得园林在满足人们休憩、教育以及娱乐等方面需求的能够充分地发挥出其在生态服务功能方面的显著作用。

3.5 水资源利用与管理

水资源利用与管理,在现代园林景观设计中至关重要。在设计过程中,设计师需要重视雨水收集系统的设计,通过建设透水性地面和雨水花园等基础设施,实现雨水的有效滞留、渗透和对水资源的管理,缓解城市地表径流压力。此外,还应注重节水灌溉技术及生物净化技术的应用,以提高水资源利用效率,维护水体健康,提高生态环境维护的可持续性。通过合理的水资源管理,园林景观不仅能美化环境,还能强化生态功能。

3.6 塑造人文情怀与社区认同感

在现代园林景观设计领域当中,塑造人文情怀以及培育社区认同感属于生态理念实践里不容忽视的一个重要方面。它把生态功能和社会文化价值巧妙地融合到了一起,进而提升了园林所具有的整体意义以及使用价值。借助合理的空间布局安排、将文化元素融入其中以及精心设计公共活动设施等方式,园林一方面能够满足生态以及环境方面的诸多需求,另一方面还成为了社区居民开展日常生活活动、进行交流互动以及从事文化传承事宜的重要场所。就好比在设计的时候,可以充分结合本地的历史文化情况、民俗风情特点或者地域特色等因素,通过精心布置雕塑、标识、景观小品以及主题景观区等,使得人们在游憩活动的过程中能够深切感受到文化认同并且产生情感上的归属感。与此像休憩广场、社区花园以及步行廊道这类公共空间的设置,能够鼓励居民积极投身到园林管理以及生态保护相关活动当中,以此来进一步增强社区的凝聚力以及社会的互动性。而且,在生态景观里面,像植物选择、绿地布局以及水体设计等诸多元素同样可以融入教育方面的功能,引导居民去理解自然规律、认识生态保护以及领会可持续发展的理念,进而于不知不觉之间培养起居民的

生态意识。

4 结语

在现代园林景观设计当中融入生态理念,这无疑是一个极为关键的途径,其对于实现环境的可持续发展以及提升城市的宜居性都有着不容忽视的作用。具体而言,秉持着生态优先的设计理念,同时结合科学且合理的植物配置情况,再加上材料使用的合理性以及生态基础设施建设的完善程度,并且还充分关注人文情怀以及社区认同感等方面,如此一来,园林景观便能够很好地满足美学方面的需求以及功能方面的诉求,与此还能进一步强化生态系统所具有的稳定性以及环境调节的能力。再看未来的发展趋势,随着生态理念不断地得到深化以及相关技术也在持续进步,现代园林景观设计会愈加重视将生态效益与社会价值加以统一起来,进而为构建起绿色、健康且宜居的城市环

境给予强有力的支撑。

[参考文献]

- [1]许凡.现代园林景观设计中的生态理念与实践研究[J].农业科技创新,2025(7):53-55.
- [2]张姝,王连德.生态理念下现代园林景观设计中新材料的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2023(21):190-192.
- [3]王磊.生态理念下现代园林景观设计中新材料的应用研究[J].居舍,2024(22):99-102.
- [4]李凌.园林景观设计中应用生态规划理念的实践分析[J].花卉,2019(22):104-105.

作者简介:郭芷君(1989.4—),毕业院校:中国林业科学研究院,所学专业:风景园林,当前就职单位:赤峰市城市建设投资(集团)有限公司,职务:职员,职称级别:中级。

风景园林理论在美丽乡村建设中的应用探索

蒋莹莹

武汉市政工程设计研究院有限责任公司, 湖北 武汉 430000

[摘要]伴随乡村振兴战略的推进行程,美丽乡村建设于全国范围持续展开,其中乡村景观的优化、生态的改善以及文化特色的塑造已然成为关键要点所在。风景园林理论秉持着整体性、生态性、文化性以及可持续性作为指导准则,从而给乡村建设给予了科学层面的依据支撑。然而部分乡村因资源欠缺、技术不足以及公众参与度不充分等情况,项目存在景观同质化、生态功能弱化等问题。此篇文章对风景园林理论在美丽乡村建设当中的实际状况与所存在问题加以总结归纳,并且分场景给出相应建设原则以及应用策略,以此为提升乡村景观质量给予实际操作方面的参考依据。

[关键词]风景园林理论;美丽乡村;乡村建设;技术应用;落地路径

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18022

中图分类号: TU982.29

文献标识码: A

Exploration on the Application of Landscape Architecture Theory in Beautiful Rural Construction

JIANG Yingying

Wuhan Municipal Engineering Design & Research Institute Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract: With the implementation of the rural revitalization strategy, the construction of beautiful countryside continues to be carried out nationwide, among which the optimization of rural landscape, improvement of ecology, and shaping of cultural characteristics have become key points. The theory of landscape architecture adheres to the guiding principles of integrity, ecology, culture, and sustainability, providing scientific support for rural construction. However, in some rural areas, due to a lack of resources, insufficient technology, and inadequate public participation, the project faces problems such as landscape homogenization and weakened ecological functions. This article summarizes and summarizes the actual situation and existing problems of landscape architecture theory in the construction of beautiful rural areas, and provides corresponding construction principles and application strategies for different scenarios, in order to provide practical reference for improving the quality of rural landscapes.

Keywords: landscape architecture theory; beautiful countryside; rural construction; technology application; implementation path

引言

随着我国新型城镇化进程持续推进以及乡村振兴战略稳步施行,美丽乡村建设已然成为促进农村经济向前发展、切实改善居民生活居住环境并且有力传承地域文化的关键举措所在。乡村景观一方面承载着生态方面的诸多功能,另一方面也充分体现出文化层面的丰富内涵以及社会领域的相应价值,所以在开展规划以及建设相关工作的过程当中,怎样才能够妥善兼顾生态、文化还有功能三者的统一,这无疑就成为了极为关键的一个问题。风景园林理论凭借其较为系统的规划理念、讲究生态的设计方法以及遵循景观美学的原则,给乡村建设给予了科学层面的指导,它所着重强调整体性特点、生态性考量、文化性因素以及可持续性要求,都为乡村景观展开优化设计提供了相应的理论依据。不过在实际进行建设操作的过程中,依旧存

在着理论跟实践出现脱节的情况、资源以及技术方面存在限制的因素以及公众参与程度不够充分等一系列的问题,这些问题的存在使得风景园林理论在乡村建设当中的实际应用效果受到了一定程度的限制。本文首先界定风景园林理论指导下的美丽乡村建设核心原则,进而分析理论应用中的现实矛盾,最后从设计优化、资源技术、公众参与、长效管理四个维度提出对策,为乡村建设提供系统性参考。

1 基于风景园林理论的美丽乡村建设原则

1.1 整体性原则

整体性原则属于风景园林理论在美丽乡村建设里应用的关键理念,其着重于在乡村规划以及设计进程当中,把自然环境、社会文化、经济发展还有居民生活等诸多方面的诸多因素予以系统性的整合,进而构建起协调且统一的整体布局模式。核心内涵是统筹乡村自然、文化、经济、

生活等要素,避免局部设计与整体格局冲突;适用场景包括乡村空间布局规划、绿地与水系系统构建、建筑风貌统一等。例如,在村庄整体规划中,需兼顾农田保护、居民点分布、道路交通状况、公共设施配套及生态资源的保护,形成“田-村-水-绿”有机整体。

1.2 生态性原则

生态性原则乃是依据风景园林理论于美丽乡村建设当中应用时极为关键的指导思想,它的核心要点在于,在乡村规划以及设计进程里,要充分地去尊重自然规律,切实做好生态环境的保护工作,努力对生态环境加以改善,从而达成人与自然能够和谐共生的良好状态。在实际的具体施行过程当中,生态性原则提出,应当合理地对乡村用地予以布局安排,要妥善保护原有的生态资源,要维持水系以及绿地系统完整的状况,并且借助植被配置方面的举措、雨水管理相关的办法、土地整治等各类措施来促使乡村环境质量得以提升,让生态功能进一步增强。除此之外,生态性原则还着重指出,在建设的过程之中,务必要尽可能地去减少对自然环境所造成的破坏,要把能耗降下来,把污染的程度降低下去,进而实现能够持续发展的美丽乡村建设目标。

1.3 文化性原则

文化性原则属于风景园林理论在美丽乡村建设方面的应用所秉持的重要指导理念,它的关键之处就在于借助乡村规划以及景观设计来传承并彰显地方文化特色、历史风貌还有民俗传统。在实际操作当中,文化性原则要求设计者要充分地去挖掘乡村所拥有的地域文化资源,像是传统建筑风格、历史遗迹、民俗活动以及非物质文化遗产等等,然后把把这些资源有机地融入到景观布局以及公共空间设计里面,从而让乡村环境既能够满足生活方面的需求以及生态方面的需求,又具备文化认同感并且呈现出独特的地方风貌^[1]。与此文化性原则还着重强调在建设进程里要尊重乡村原本的风貌以及社区的生活方式,切忌盲目地追求现代化或者进行同质化的改造,进而使得乡村景观可以讲述地方的故事、反映出社区的文化精神,进一步强化居民的归属感以及认同感,同时特色的乡村文化有助于成为乡村经济的新增长点。

1.4 可持续性原则

乡村景观设计应该在形式上追求美观,通过对色彩、质地等的创意营造,创造具有美感和艺术性的景观环境。合理利用乡村资源,如土地资源、水资源等,降低建造、维护成本,促进乡村经济发展。使用可再生资源以及节能、环保技术,减少对能源的消耗,减少环境污染,助力实现

乡村的可持续发展^[2]。

2 风景园林理论在美丽乡村建设中的问题分析

2.1 理论与实际需求脱节

在美丽乡村建设的实际开展过程中,风景园林理论跟实际需求不相契合的情况比较明显。就一方面来讲,风景园林理论主要是从宏观规划、景观美学以及生态设计等诸多方面来给出相应的指导原则,着重强调对生态加以保护、合理安排景观布局以及传承文化等方面。然而在具体的乡村建设环节当中,有一部分设计方案很难去契合当地的实际地质环境状况、土地利用的具体情形、居民的生活习惯以及经济发展的实际水平。再看另一方面的情况,有些乡村建设项目呈现出形式化或者所谓的“景观化”的倾向,完全忽视了居民在实际生活当中的真实需求以及乡村所具备的生产功能,如此一来便致使景观设计和乡村的发展目标、社区的需求以及资源条件出现了脱节的现象^[3]。例如,在某一个处于中西部地区的山区乡村开展建设工作的时候,其直接照搬了江南水乡那种“水系景观”的设计思路,可是由于该地属于干旱且少雨的地区,所以景观池塘常年处于干涸的状态,与此同时还占用了优质的耕地,进而对农业生产产生了影响。而这一问题产生的根本原因就在于设计方面欠缺充分的实地调研工作,对于乡村生产需求以及气候条件的认识不够到位,使得理论的应用仅仅停留在公式化的层面,没办法切实有效地服务于乡村的发展以及居民的生活。

2.2 乡村建设资源与技术限制

在美丽乡村推进的过程中,乡村建设资源以及技术方面存在的限制,这无疑成为制约风景园林理论得以有效应用的一个重要因素。从一个层面来讲,不少乡村地区在资金投入的情况、施工所用材料的准备、基础设施的配备还有专业技术人员的安排等诸多方面都存在着一一定的欠缺,如此一来,便使得在开展景观规划以及施工相关工作的的时候,很难去达成设计方案所规定的完整性要求以及精细化方面的标准。从另一个层面来看,部分乡村在施工技术以及工艺方面相对来说是比较落后的,既缺少先进的园林施工设备,又缺乏生态修复技术,这就对复杂景观结构、绿色基础设施以及生态功能设施的建设与后续维护形成了限制作用。

在美丽乡村推进的过程中,乡村建设资源以及技术所呈现出的局限性已然成为了制约风景园林理论有效应用的一个重要因素。一方面来讲,数量众多的乡村地区在资金投入这一环节、施工材料准备方面、基础设施配备状况以及专业技术人员安排情况等方面都存在着一一定的不足

之处,致使景观规划以及施工很难能够完整且细致地依照设计方案所设定的标准来达成完整性以及精细化的要求。另一方面来看,部分乡村在施工技术以及工艺层面相对比较落后,既欠缺先进的园林施工设备,同时在生态修复技术方面也是有所缺失的,如此一来便给复杂景观结构、绿色基础设施以及生态功能设施的建设工作以及后续的维护事宜带来了诸多限制^[4]。这些资源与技术方面的限制直接对生态性原则以及可持续性原则的落实产生了影响,比如说,由于资金不足的原因,生态修复技术就难以广泛地推广开来;因为技术较为落后,所以绿地系统的构建也无法契合生态防护的相关要求,进而使得乡村建设当中景观设计和生态目标之间的有效衔接受到了一定程度的削弱。

2.3 公众参与不足及管理机制不完善

在美丽乡村开展建设活动期间,公众参与的力度不够以及管理机制存在诸多不完善之处,这已然成为制约风景园林理论得以有效施行的关键问题。就其一而言,乡村居民在规划以及建设进程当中,其参与的程度相对偏低,他们对于景观设计方案所持有的意见以及实际需求往往很难得以充分且完整的表达,如此一来便致使设计情况与实际生活需求之间存在着一定的差距,部分建设项目的推进甚至有可能偏离居民日常的生活习惯以及社区所特有的文化特色^[5]。乡村建设管理机制自身存在着诸如体系不够健全、各自职责不够清晰明确、监督以及维护工作做得不到位等一系列问题,这些问题的存在使得规划设计环节、施工实施环节以及后期养护环节之间缺乏有效的衔接手段,进而让景观功能以及景观品质在后续难以实现长期稳固的保持状态。

3 风景园林理论在美丽乡村建设中的对策与建议

3.1 理论与设计的结合优化

在美丽乡村建设进程里,达成风景园林理论同设计的深度融合,这乃是提升乡村景观品质、确保生态功能得以保障以及塑造文化特色的极为关键的策略。理论和设计相结合的优化,一方面要让设计方案遵循风景园林所秉持的基本原则,像是整体性、生态性、文化性以及可持续性等方面的原则,另一方面还得把理论理念和乡村的实际自然条件、社会环境状况、经济发展程度以及居民的生活习惯紧密地结合起来。在具体的实践操作当中,这就意味着在景观的布局安排、空间功能的划分设定、绿地系统的构建打造以及水系还有生态廊道的设计等诸多环节,都应当以科学理论当作指导依据,同时也得充分考量实际的可实施情况以及当地的特色因素。除此之外,设计优化还需要借助现代的技术手段,比如数字建模技术、三维可视化技术、

生态模拟技术以及 BIM 技术等,针对景观效果、生态承载能力以及资源利用效率展开系统的评估工作,进而促使设计决策的科学性以及精细化程度得以提升。在文化传承这个层面而言,理论与设计结合的优化着重强调要把地方的历史风貌、民俗文化以及建筑特色融入到景观设计之中,使得乡村的空间能够既满足生态方面的需求以及功能方面的要求,又具备独特且鲜明的文化认同感以及地域特色。

3.2 资源整合与技术创新应用

在美丽乡村建设期间,资源整合以及技术创新是提升风景园林理论实际应用成效以及乡村景观质量的关键途径。资源整合所涵盖的范围并不仅仅局限于对自然资源、土地资源还有水资源展开合理的开发以及利用,而且还涉及到针对文化资源、历史遗迹以及社会资本展开统筹方面的协调工作。借助多维度资源的有效整合这一方式,是能够对乡村建设的功能加以优化的,并且也能够促使景观品质得以提升。就好比说,在资金这个层面上,可以去争取乡村振兴专项补贴,与此同时还可以引入社会资本,像让企业来认养景观林或者由村民通过众筹的方式去建设公共绿地这类情况都是存在的。在文化资源这方面,可以联合当地的文旅部门一同去挖掘非物质文化遗产,比如剪纸、民俗节庆等,然后把它们转化成为景观元素,像是把剪纸图案拿来装饰围墙或者是用于节庆广场的设计当中。而技术创新能够突破传统施工以及设计所存在的种种限制,进而提高设计的精度以及施工的效率^[6]。其具体的做法包含了在生态修复方面采用本地乡土植物去替代那些价格昂贵的外来物种,以此来降低养护的成本;在施工技术层面推广‘村民参与式施工’,比如说像植树以及铺路这些相对简单的施工项目,可以让村民协作着去完成,如此一来便能够减少人工成本;并且借助数字化工具,简易 GIS 应用或者手机端的地图 APP,针对土地利用以及生态环境展开分析与规划,再结合数字建模、三维可视化以及生态模拟技术去优化景观布局以及预测环境效应。

3.3 提升公众参与与完善管理机制

在美丽乡村建设进程里,提高公众参与的程度以及完善管理方面的机制,这二者是保证风景园林相关理论可以切实落地施行并且让乡村建设能够达成可持续发展的重要环节所在。公众参与所涉及的范围,一方面包含了居民于规划阶段、设计阶段以及施工阶段都去提出自己的意见与相应建议,另一方面也包含了对于建设整个过程以及最终所取得成果展开监督的行为,还有后续的维护工作。这样的一种多层次的参与方式,能够让设计方案更好地契合当地居民实际的生活需求以及他们的文化喜好,进而增强

乡村景观所具备的实用性,并且提升居民对于它的认同感。与此充分的公众参与还能够唤起社区主体的意识,吸引社会资本积极地投入到其中来,促使乡村建设能够形成那种“共建、共管、共享”的一种良好的格局状态。就管理机制来讲,得要构建起完善的制度方面的体系,把各项责任的分工都明确清楚,开展科学且合理的监督以及评价工作,对资金使用的各个环节予以规范,并且制定出后期的养护管理方案,以此来保障规划能够顺利地得以实施以及实现长期的维护。比如说,在公众参与的具体操作路径方面,可以在规划阶段去发放那种图文相互结合的调研问卷,同时召开村民议事会来收集大家的意见;在施工阶段设置“村民监督岗”,让选出的代表去监督施工的质量情况;在养护阶段组建“村民养护队”,给予适当的补贴让他们负责绿地以及公共景观的日常维护事宜^[7]。在管理机制的相关条款方面,可以由村集体来进行统筹协调工作,乡镇政府给出技术方面的指导,村民小组负责具体的执行事项;设立专门的专项账户,把资金使用的明细公开出来,接受村民的监督;与此制定出简化版本的《乡村景观养护手册》,明确每个月浇水、修剪以及病虫害防治等操作的具体流程。

3.4 推动可持续发展与特色乡村建设

在美丽乡村建设这样一个大背景之下,推动可持续发展以及特色乡村建设,二者乃是风景园林理论能够得以有效加以应用的关键核心目标所在,同时也是达成乡村长远发展以及生态文明建设的重要举措之一。可持续发展的理念规定,在开展规划以及设计工作的整个过程当中,务必要对生态保护、资源节约、环境承载力还有未来发展潜力等诸多方面予以周全且细致的考量,以此来保证乡村建设在能够满足当下居民生活各项需求的前提之下,不会给自然环境以及生态系统带来那种不可逆转的破坏情况出现。在实际的操作实践当中,可以通过合理地去布局绿地系统、对水系加以调控、建设生态廊道以及运用低影响开发技术等一系列的手段,从而促使生态功能得以提升,并且要结合风景园林设计方面的相关原则,进而实现景观结构、生态系统以及人居环境三者之间的有机融合状态。特色乡村建设着重于因地制宜这需要对地域文化和历史传统给予充分的尊重,借助于深入挖掘地方所特有的建筑风格、民俗文化、产业特色以及历史遗迹等内容,把文化内涵融入到景观设计之中,逐渐形成具有独特性的乡村空间格局^[8]。比如,文化型乡村像古村落这类,其重点在于保护传统建筑以及街巷格局,要把历史故事与民俗文化融入到景观标识当中;生态型乡村像山区乡村这样的,是以生态修复作为核心要点,去建设‘林-田-溪’这样的生态廊

道,同时配套建设生态步道以及观景点,以此来发展生态旅游;产业型乡村像农业种植村这样的,则是要结合农田景观来设计‘稻田画’或者果蔬采摘园,从而实现生产活动与景观美化二者的融合统一。除此之外,安陆市木梓乡功能镇区滨水公园、门户景观建设(EPC)项目便是极具代表性的实践。该项目位于安陆市西部木梓乡,涵盖9131m²街头游园与17370m²水塘及周边环境提升区域。项目以“生态修复+功能完善+文化彰显”为核心思路推进建设。生态上引入海绵设施,改良贫瘠土壤、改造杉木桩生态驳岸,选用乡土树种构建稳定植物群落;功能上以绿道串联游园,铺装形成绕水环路,增设休闲广场、草坪等设施,优化市政交通系统;文化上以乌桕(木梓)为特色主题植物,增设门户迎宾景观,结合本土历史故事将水车、锈蚀钢板剪影、陶罐等乡土文化符号融入小品设计中,让景观成为承载本土记忆的载体。项目既修复了滨水生态,又激活乡村活力,达成生态、人居与地域特色的有机统一。

4 结语

本文依据风景园林理论所秉持的整体性、生态性、文化性以及可持续性这四大原则展开分析,较为系统地剖析了美丽乡村建设过程当中存在的那些核心问题,像是理论层面和实际需求出现脱节的情况、资源以及技术方面受到诸多限制,还有公众参与程度不够充分等问题,并且还给出了具有针对性的实操方面的应对策略,比如将理论与设计相互融合起来、对资源整合加以优化并推动技术创新、着力提升公众参与的积极性、进一步完善管理机制,同时还要积极推动可持续发展以及特色乡村建设相关事宜。凭借这些举措,风景园林理论能够在乡村振兴战略实施过程中发挥出更为有效的服务作用,达成生态效益、文化效益以及社会效益三者的有机统一,促使乡村景观朝着高质量、可持续并且富有特色的趋势去发展。不过,此项研究着重关注的是欠发达地区的乡村建设情况,对于东部发达地区在技术应用以及资金整合模式方面的经验并未涉及到,所以存在一定的局限性。在未来可以进一步去探索数字化技术,例如AI景观设计、无人机养护监控等,在乡村风景园林当中的具体应用情况,另外也要深入探究不同规模乡村在长效管护机制上存在的差异,从而为美丽乡村建设给予更为完善的理论方面的指导以及实践层面的有力支撑。

[参考文献]

- [1]中国标准化研究院.美丽宜居乡村建设指南:GB/T 32000-2024[S].北京:中国标准出版社,2024:2-3.
- [2]本刊编辑部.本期主题:美丽乡村[J].上海城市规

划,2018(6):5.

[3]李海燕.美丽乡村建设稳步推进[J].湖南农业,2018(5):4.

[4]全国栋,应珊婷,姚晗璐,等.中国美丽乡村标准化发展路径与经验[J].江苏农业科学,2019,47(17):36-40.

[5]杨漪,魏定明.风景园林理论在美丽乡村建设中的应用探索[J].美与时代(城市版),2025(8):34-36.

[6]程秋怡.美丽乡村精品线规划研究[D].杭州:浙江农林大学,2022.

[7]李凤娟.美丽乡村视角下浏阳市张坊镇江口村可食景观规划与设计[D].长沙:中南林业科技大学,2022.

[8]刘雪娇.基于产业特色的美丽乡村片区景观规划设计研究[D].山东:聊城大学,2019.

作者简介:蒋莹莹(1983.12—),毕业院校:桂林理工大学,所学专业:城市规划与设计,当前就职单位:武汉市政工程设计研究院有限责任公司,职务:工程师,职称级别:中级。

基于点云数据的三维激光扫描测量精度影响因素分析

郭晓锋

辽宁省自然资源卫星应用技术中心, 辽宁 沈阳 110000

[摘要]随着测绘、工程监测以及数字化建模等领域不断快速发展,三维激光扫描技术凭借自身非接触、高精度以及高效率等特性,已然成为获取空间数据的一种极为重要的手段。不过在实际开展测量工作的过程当中,三维激光扫描所得到的结果其精度会受到多种不同因素的影响,像仪器自身的性能状况、外部的环境条件以及被测对象所具有的特征。文中依据点云数据所具备的精度方面的特征,较为系统地分析了那些会对三维激光扫描测量精度产生影响的主要因素,并且还从数据处理以及控制技术层面、算法优化方面以及操作管理环节等多个不同维度出发,提出了具有针对性的改进策略,以此来为提升点云数据的精度以及稳定性给予相应的技术支持。

[关键词]三维激光扫描;点云数据;测量精度;影响因素

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18032

中图分类号: P225

文献标识码: A

Analysis of Factors Affecting the Accuracy of 3D Laser Scanning Measurement Based on Point Cloud Data

GUO Xiaofeng

Satellite Application Technology Center of Liaoning Natural Resources, Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: With the rapid development of surveying, engineering monitoring, and digital modeling, 3D laser scanning technology has become an extremely important means of obtaining spatial data due to its non-contact, high-precision, and high-efficiency characteristics. However, in the actual process of conducting measurement work, the accuracy of the results obtained by 3D laser scanning will be affected by various factors, such as the performance of the instrument itself, external environmental conditions, and the characteristics of the measured object. Based on the accuracy characteristics of point cloud data, this article systematically analyzes the main factors that affect the accuracy of 3D laser scanning measurement. From multiple dimensions such as data processing and control technology, algorithm optimization, and operation management, targeted improvement strategies are proposed to provide corresponding technical support for improving the accuracy and stability of point cloud data.

Keywords: 3D laser scanning; point cloud data; measurement accuracy; influencing factors

引言

三维激光扫描技术(Three-Dimensional Laser Scanning, 3DLS)借助高速激光测距以及角度测量手段,可迅速获取目标表面的空间坐标,达成对物体或者场景的三维数字化呈现。不过在实际运用当中,扫描精度往往会受到多种因素的干扰,像仪器系统的误差、环境方面的扰动、目标表面的特性以及操作布设不妥当等情况均有可能产生影响。本文选取点云数据当作研究对象,针对三维激光扫描测量里主要的误差来源与影响机理展开系统分析,同时探讨优化与控制的方法,以此为高精度空间测量给予一定的参考。

1 三维激光扫描技术原理

三维激光扫描技术是利用激光测距原理,通过高速激

光扫描测量的方法,快速获取被测物体表面的三维坐标数据。工作原理主要包括:一是激光发射,扫描仪发射激光束,照射到被测物体表面;二是激光反射,激光束在被测物体表面发生反射,反射光被扫描仪接收;三是时间测量,扫描仪通过测量激光发射和接收的时间差,计算激光束从扫描仪到被测物体表面的距离;四是角度测量,扫描仪通过内置的角度测量装置,测量出激光束的发射角度和接收角度;五是坐标计算,根据激光束的距离和角度信息,利用三角函数关系计算被测物体表面点的三维坐标。三维激光扫描系统一般包含激光测距单元、角度测量单元、控制与存储模块还有数据处理软件这些部分。依据测距方式存在差异,能够划分成脉冲式扫描仪以及相位式扫描仪这两

种类型。借助连续且高密度的扫描操作，便可以形成由众多空间点构成的点云数据集合，从而给后续开展的三维建模工作、形态分析事宜以及精度研究方面给予基础数据方面的有力支撑。

2 三维激光扫描测量精度的主要影响因素分析

2.1 仪器性能因素

仪器性能是决定三维激光扫描测量精度的重要因素。其中，激光测距精度、角度分辨率、扫描频率以及系统稳定性这些方面，都会对点云数据的精确性产生直接的影响。测距精度在很大程度上取决于激光脉冲的时间测量能力以及电子处理系统的响应速度。如果时间分辨率比较低或者信号噪声比较高，那么在距离计算的时候就容易出现系统偏差。角度测量单元的分辨率和精密度决定了点云空间定位的角度误差，当扫描角误差不断累积起来的时候，就会造成点云出现局部的畸变或者是空间上的错位。除此之外，仪器的标定精度、光学系统质量以及机械结构稳定性等因素，也都对测量结果有着一定的影响。比如说，扫描镜组哪怕只有微小的振动或者是光轴存在偏差，都会导致数据出现偏移的情况。而且，在仪器经过长期使用之后，还可能出现仪器老化或者是内部热漂移等情况，这同样有可能会降低测距的稳定性。所以说，要保持仪器性能的稳定，定期对仪器进行校准以及维护工作，这是确保扫描精度最为关键的条件之一。

2.2 环境条件因素

外界环境对于三维激光扫描的精度有着不容忽视的影响。大气条件会发生改变，而这种改变又会使激光的传播特性随之发生变化。具体而言，温度、湿度以及气压等出现变动的情况下，激光的折射率就会产生波动，如此一来便对测距的结果产生了影响。当空气当中悬浮颗粒或者水汽的浓度比较高的时候，那么光束所呈现出的衰减情况以及散射效应都会有所增强，与此信号回波的强度也会相应地减弱，最终使得测距的误差不断增大。光照强度产生变化以及反射受到干扰同样会对扫描的精度造成影响，尤其是在户外那种强光的条件之下，背景光极有可能会对接收器识别反射信号形成干扰。除此之外，风力的作用以及机械震动的情况也能够致使仪器的姿态出现微小的偏移，而这种偏移又会引发点云坐标的漂移或者数据出现错位的现象。为了能够将环境误差尽可能地减小，就需要在测量开始之前针对气象条件展开相应的监测工作并做出修正，而且在有必要的情况下，可以采取遮挡、减震或者是时间窗口控制等一系列的措施，以此来确保数据采集过程的稳定状态。

2.3 被测对象特征因素

被测对象的表面性质在很大程度上决定了激光反射与接收的效果。不同的材料其反射率存在明显差异，像金属或者光亮材料这类高反射率的表面，有可能会让信号出现饱和的情况；而像黑色或者粗糙物体这样的低反射率表面，则有可能致使信号产生衰减，并且还会造成回波丢失。表面的粗糙程度会对激光的散射模式产生影响，粗糙的表面容易引发漫反射现象，这会使回波信号变得较为微弱并且不够稳定，进而导致测距精度有所降低。除此之外，被测对象的几何形态复杂程度同样会带来遮挡效应或者多路径反射的问题，在那些结构比较密集或者曲面形态较为复杂的场景当中，部分区域很可能会出现数据空洞或者是点云重叠的现象。通过恰当地去选择测量的角度，增加扫描站点的数量，或者采用多视角重建的技术手段，是能够有效地减少这类误差给精度所带来的影响的。

3 点云数据处理与精度控制技术研究

3.1 点云配准与坐标系统转换误差

点云配准属于关键环节，它是把不同站点或者不同时间所获取的点云数据对齐到统一的坐标系统当中，其精度对整体数据的空间一致性以及模型质量有着直接的影响，在配准的过程中，常见的误差来源有初始配准误差、坐标系统转换误差以及算法迭代误差，倘若初始对齐点或者是特征匹配点选择得当，那么配准就可能不会出现局部偏移或者整体旋转误差，传统的依靠人工目标的配准方法受到目标布设精度以及稳定性的限制，而自动化特征匹配法尽管能够提高效率，但是容易受到噪声以及点密度不均的影响，进而降低鲁棒性，在坐标系统转换的过程中，要是控制点精度不够或者转换参数估计存在偏差，就会致使整体坐标出现漂移，为了减小这类误差，需要在采集之前合理规划控制点布设的位置，提高配准目标的稳定性和识别精度，与此采用多特征约束的迭代最近点（ICP）算法或者是基于语义特征的配准方法，能够有效地提升配准的精度以及自动化水平，通过对配准残差进行定量分析以及加权优化，还能够进一步控制坐标系统转换误差，让多源点云在空间上达成高精度的融合。

3.2 数据滤波与噪声抑制方法

在点云数据采集之时，总会遭受环境干扰、仪器噪声或者反射异常等因素的影响，进而出现孤立点、悬浮点亦或是异常密集区域等情况。这些噪声的存在，一方面会对后续的建模以及特征提取产生影响，另一方面还会致使整体测量精度有所降低。对于这一问题，常用的一些滤波与噪声抑制方法有统计滤波、半径滤波以及基于曲率的自适应

应滤波等。统计滤波是凭借计算点云局部邻域的平均距离与方差来把异常偏离点剔除掉；半径滤波是以点密度作为依据，对孤立或者稀疏区域予以清除；而基于曲率的滤波方法则可在保留细节特征的前提下，抑制随机噪声。除此之外，机器学习与深度学习技术的引入，给点云噪声识别与修复开辟了新的途径。比如，借助卷积神经网络（CNN）或者图神经网络（GNN），能够自动识别异常点分布模式，进而达成智能化滤波的效果。合理的滤波策略需要同时考虑数据完整性和精度平衡这两个方面，既要确保关键特征不会被过度平滑处理，又要尽可能最大程度地抑制噪声干扰，以此为后续的精度分析以及曲面重建筑牢可靠的基础。

3.3 曲面重建与模型拟合精度分析

曲面重建属于点云数据后处理里极为重要的一环，它的主要目的在于把呈离散状态的点集转变成连续的几何曲面模型，进而达成对空间对象较为精确的呈现。在这一过程当中，拟合算法的具体选择情况、点云密度的分布状况以及局部曲率所发生的变动情况，都会对最终模型的精度带来颇为显著的影响。要是点云密度呈现出分布不均的情况，又或者存在局部出现空洞的现象，那么在进行曲面重建的时候，就极有可能会出现变形或者不连续这样的状况。常见的曲面重建方法包含了基于三角网格的 Delaunay 三角化操作、依靠隐式函数展开的 Poisson 重建方式以及凭借样条函数实施的拟合办法。Poisson 重建由于其具备较强的全局约束力，而且平滑性表现良好，所以在复杂曲面建模领域得到了广泛的运用，然而在针对边界进行处理的时候，它却容易滋生出模糊误差。要想提升拟合精度，就需要在开展重建工作之前，先对点云进行分区操作，同时还要做好加权采样方面的处理事宜，以此来保证数据在那些关键结构所在的区域能够维持相对较高的空间分辨率^[1]。与此还可以引入那种基于法向量一致性特点的优化算法，从而确保在曲面拟合的过程当中，既能保持几何连续性，又能保证法向平滑性。通过针对重建所得的结果展开残差分析以及精度评估等相关工作，便能够将拟合误差的来源予以量化处理，并且还能对后续的数据优化工作给出相应的数据方面的依据。

4 提高三维激光扫描测量精度的优化对策

4.1 仪器校准与检测体系优化

仪器校准在保障三维激光扫描测量精度方面占据着极为重要的位置，其称得上是首要环节。激光扫描仪在长时间的使用进程里，会受到诸多因素的作用，像是温度出现变化、存在机械磨损情况、光学系统逐步老化以及电子元件产生漂移等等，这些因素都可能导致测距以及角度测

量的准确性慢慢有所降低，进而致使系统性误差不断累积起来。建立起较为完备的仪器检测与校准体系，对于保持设备性能的稳定状态有着非常关键的作用^[2]。校准工作一般涵盖对测距精度、角度精度、扫描平面平整度、光轴对准性以及内部时钟同步性等多个方面的检测。在实际的操作环节当中，可以借助高精度的基准装置或者标准靶标，凭借对比测量的方式去确定仪器的误差参数，之后再开展模型化的修正操作。除此之外，把定期在室内进行的静态标定和在现场实施的动态检核相互结合起来，能够有效地消除仪器在不同环境条件之下所产生的偏差。为了提高校准的效率以及可重复性，近些年来部分相关研究引入了自动化标定平台以及智能检测算法，这使得误差识别与补偿的过程变得更加高效且精确。通过构建起系统化、标准化的仪器检测体系，不但能够保证扫描结果的稳定状况，而且还能对后续的数据处理以及模型重建给予可靠的基础精度保障。

4.2 测量流程与方案设计改进

在三维激光扫描项目当中，科学且合理的测量流程以及方案设计，其对于最终所获取数据精度所产生的影响同样是极为关键的。在进行测量方案设计的时候，务必要充分考量场景所具有的特征、所使用的设备性能状况、目标所需要的精度水平以及外部环境的具体条件，从而达成点位布局较为合理、扫描能够充分覆盖、数据重叠程度也较为充足的良好效果^[3]。为了避免出现遮挡以及盲区这样的现象，应当依据被测对象的几何特征来对多站点的布置加以规划，并且要设置适量的重叠区域，如此一来，在后续开展配准时才能够拥有足够的公共特征点。就室外场景而言，还必须充分考虑到气象条件方面可能出现的变化、太阳辐射所造成的影响以及地表反射呈现出的特性，合理地去选择扫描的时段和角度，从一开始便着手减少来自外部的干扰情况。测量之前所做的外业准备工作同样有着不容忽视的重要性，这其中包含了控制点的布置工作、基准坐标系统的构建事宜以及针对仪器稳定性所进行的检查事项。在现场实施测量操作之时，必须要严格遵循分层扫描的相关规定，并且要实时对数据进行监控，以便能够及时察觉到异常点或者误测的现象，并对其进行修正处理。测量工作完成之后，应当马上开展数据的备份操作以及初步的质量评估工作，以此来防止出现信息丢失或者是误差不断积累的情况。通过对测量流程加以优化，进而达成从任务规划阶段、数据采集环节一直到后期处理整个链条的全方位质量控制，如此便可以大幅度提升点云数据的一致性以及整体的精度水平。

5 结语

基于点云的三维激光扫描技术因其具备高效、非接触以及全空间采集的优势特点,在工程测量、建筑数字化、地形建模、文物保护以及智能制造等诸多领域均得到了较为广泛的运用。本文全面且细致地分析了各类误差的具体来源及其相应的产生机理,深入探讨了点云处理环节以及精度控制方面的诸多关键技术要点,并且还提出了从仪器校准工作、测量方案的设计环节一直到算法优化层面的综合性提升策略方案。在未来的发展进程中,随着人工智能技术、传感融合技术以及自动化控制技术的不断进步与发展,三维激光扫描测量技术将会在测量精度、自适应性以及应用深度等方面持续不断地得到提升改进,进而为数字

化工程以及智慧城市建设给予更加可靠的数据支撑保障。

[参考文献]

- [1]王朔.三维激光扫描技术在地理信息与工程测量中的应用[J].数字技术与应用,2025,43(9):135-137.
- [2]黄悦东,张森原.三维激光扫描技术在复杂工程测量中的应用及其精度优化[J].科技视界,2025,15(9):66-69.
- [3]田正华,李庚新,汤伏全.基于残差改正模型的三维激光扫描点云坐标转换[J].地理空间信息,2019,17(8):98-101.

作者简介:郭晓锋(1980.7—),毕业院校:辽宁工程技术大学,所学专业:工程测量,当前就职单位:辽宁省自然资源事务服务中心,职务:专技八级,职称级别:高级工程师。

石油地面建设项目成本估算与造价控制优化研究

刘思疑

中国石化西南油气分公司概预算中心, 四川 成都 610000

[摘要]文章全面且细致地探讨了石油地面建设项目里成本估算以及造价控制方面存在的 key 问题,借助对成本估算的基本原理与方法展开分析,同时考察项目成本构成的特点,将常用的成本估算模型相互加以比较,并且去识别那些能够影响其准确性的各种因素,在此基础上,相应地提出了风险识别以及量化的具体方法。研究也对造价控制所遵循的目标原则以及整个过程的流程做了阐述,着重指出技术管理手段以及信息化在其中的应用情况,最终还给出了像基于数据驱动来提升估算精度、构建动态造价控制体系这类的优化策略,以此促使项目成本管理的效率以及准确性得以提升,进而给行业实践给予一定的理论方面的参考。

[关键词]成本估算; 造价控制; 石油地面建设; 优化策略

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18035

中图分类号: TE322

文献标识码: A

Research on Cost Estimation and Cost Control Optimization of Petroleum Surface Construction Projects

LIU Siyi

Sinopec Southwest Oil and Gas Branch Budget Center, Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract: This article comprehensively and meticulously explores the key issues in cost estimation and cost control in petroleum surface construction projects. By analyzing the basic principles and methods of cost estimation, and examining the characteristics of project cost composition, commonly used cost estimation models are compared with each other to identify various factors that can affect their accuracy. Based on this, specific methods for risk identification and quantification are proposed accordingly. The study also elaborated on the target principles followed by cost control and the entire process flow, emphasizing the application of technical management methods and information technology. Finally, optimization strategies such as data-driven methods to improve estimation accuracy and build dynamic cost control systems were proposed to enhance the efficiency and accuracy of project cost management, providing theoretical references for industry practice.

Keywords: cost estimation; cost control; petroleum surface construction; optimization strategy

随着我国针对各大油田勘探与开发工作的持续深入,油田地面工程项目数量也越来越多,但是这种工程往往不是一蹴而就的,其建设周期相对较长,建设工程量也相对较大,施工工艺复杂,同时施工期间还经常出现各种各样的风险因素,因此采取有效、全面且科学的施工技术来完成这一项工程的科学性管理工作意义重大。当前石油地面建设项目常常面临成本超支与造价失控的挑战,这部分源于估算方法的不完善与控制机制的滞后性,因此分析成本估算与造价控制的内在机制,探索优化路径以促进项目管理的科学化与精细化。

1 石油地面建设项目成本估算概述

1.1 成本估算的基本原理与方法

成本估算是石油地面建设项目里的关键环节,它起到

预测与规划的基石作用。其原理是把历史数据和项目参数科学地结合起来,以此对未来的资源消耗做出合理预估。这种方法得靠全面考量项目的规模、技术难度以及市场环境才行。常用的估算办法有类比法、参数法还有详细估算法。类比法是参照类似已完工项目的成本数据去推算新项目的费用;参数法会用统计模型把项目特点转化成成本指标;详细估算法则是依据工程设计图纸和材料清单一项一项地算。这些方法在项目不同阶段各有适用情况,在早期阶段多用类比法和参数法,以便快速给出大概范围,等项目推进了就转用详细估算法来提升精度。不过每种方法都有局限,比如类比法受历史项目可比性的影响大,参数法对数据质量的要求高。在石油地面建设项目里,成本估算

还得考虑地下地质条件以及地面设施建设的特殊需求,这就需要整合多学科知识,并且借助专业软件工具辅助分析,以此保证估算结果的可靠性和实用性。

1.2 石油地面建设项目成本构成特点

石油地面建设项目的成本构成呈现出复杂且多变的特性,其中设备采购费用、材料运输成本、人工劳务支出以及环境治理相关费用等都是其重要组成部分,这些不同方面相互交织,形成了复杂的成本结构。设备采购费用涵盖了钻井机械、管道系统与处理设施等大型装备的购置与安装,材料运输成本会受到项目所处地理位置以及供应链稳定情况的影响,尤其在一些偏远地区或者海上平台当中,运输费用有可能出现大幅度的上涨情况。人工劳务支出包含直接施工人员的工资,同时也包含了技术人员与管理人员的薪酬福利,环境治理成本是因为要满足环保法规的要求而采取生态恢复与污染控制措施所产生的^[1]。石油地面建设项目的成本还显示出较强的对于风险的敏感性,像油价出现波动、政策有所调整或者是发生了自然灾害等情况,都有可能引起成本产生较大的变动,这一特性使得在进行成本估算的时候,必须要将不确定性分析考虑进去,并且借助弹性预算机制来对潜在的变化做出应对。

2 成本估算模型与影响因素分析

2.1 常用成本估算模型比较

石油地面建设项目的常用成本估算模型包含回归分析模型、神经网络模型以及模拟仿真模型。其中,回归分析模型是通过建立起成本与变量之间的数学关系来预测相关费用,其计算操作较为简单,不过在处理非线性方面存在一定的局限性。神经网络模型借助人工智能从历史数据当中去学习成本模式,能够较好地适应复杂的环境并给出较高精度的预测,然而它需要大量的数据以及相应的计算资源作为支撑。模拟仿真模型会构建起虚拟场景以此来评估决策成本,它比较适用于风险分析相关工作,不过其实施的成本相对较高,并且还要求具备一定的专业知识。这些不同的模型在实际应用当中的效果各不相同,回归分析模型比较适合在早期阶段进行快速的估算,神经网络模型在数据较为充足的情况下能够进一步提升预测的准确性,而模拟仿真模型则多用于大型项目的规划工作当中。

2.2 影响成本估算准确性的关键因素

成本估算的准确性会受到诸多因素的影响,像数据质量、经验水平、市场波动以及技术创新等等,其中数据质量属于最为基础的因素,要是数据不完整,那么就会致使出现偏差的情况,经验水平能够体现出相关人员对于项目理解以及做出判断的能力。市场方面存在波动,就好比原

材料价格发生了变化,这无疑会对成本估算产生冲击作用,技术创新则是借助新的工艺来对成本结构起到影响的作用,这些不同的因素相互交织在一起,进而使得成本估算的不确定性有所增加^[2]。项目的规模以及复杂度同样是十分重要的考量因素,大型项目往往会涉及到更多的变量,而复杂度较高的情况之下,就有可能碰到技术方面的难题,最终导致误差的产生。外部环境方面的因素也不能够被忽视掉,比如政策有所调整或者气候条件发生变化,举例来讲,环保标准一旦提高,那么成本就很有可能会被推高。

2.3 成本估算中的风险识别与量化

成本估算是项目管理当中极为关键的一个环节,在这个环节里,风险识别以及风险量化显得尤为重要,它对于保障石油地面建设项目的财务稳定有着不容小觑的作用。风险识别主要是针对潜在问题源头展开系统性的排查工作,这其中涉及到多种类别的风险,像技术风险、经济风险还有自然风险等等。技术风险有可能是由于设计方面存在缺陷或者施工过程中出现错误所引发的;经济风险往往和市场供需情况的变化或者通货膨胀等因素紧密相关;自然风险则涵盖了地质灾害以及极端天气事件等情况。要对风险加以量化,那就得依靠概率分析以及影响评估等方式来达成这一目的,常用的手段包括蒙特卡洛模拟或者决策树分析等,这些工具可以把不确定性转变成具体的数值指标,进而为更加科学合理的决策提供有力支撑。在石油地面建设项目当中,风险量化还需要跟项目自身的特定条件相互结合起来考量。比如说,海上平台项目在开展风险量化的时候,就需要着重去考虑海洋环境所带来的风险;而陆地项目则更多地把关注点放在社区影响以及资源获取等问题之上。将风险识别与风险量化整合到一起的做法,能够助力管理者提前着手制定相应的应对举措。不过,风险处理本身也会产生额外的成本开支,所以必须要在风险控制以及经济效益这两者之间去寻找一个恰当的平衡点,以此来达成项目整体所设定的目标。

3 石油地面建设项目造价控制机制

3.1 造价控制的目标与原则

造价控制目标在于保证项目能够在预算范围之内顺利完成,同时对资源配置加以优化,其遵循的原则涵盖全过程管理、动态调整以及成本效益平衡等方面^[3]。全过程管理强调在各个阶段都要对成本予以监督,动态调整则是依据项目的实际进展以及出现的各种变化来修正相应的策略。成本效益平衡意味着在对造价进行控制的时候不能够牺牲掉工程的质量与安全,要借助科学合理的决策方式来分配资源,比如在关键环节投入相应资金以预防可能出

现的问题。造价控制还遵循着责任清晰明确以及操作透明公开的原则,各方都能够清楚知晓自身在成本方面的职责,并且通过规范的操作流程来降低出现失误的可能性。

3.2 全过程造价控制流程

全过程造价控制涵盖了投资决策、设计、招标、施工以及竣工等诸多环节。在投资决策阶段,通过初步估算以及开展经济评价来确立预算的整体框架。到了设计阶段,运用价值工程对方案加以优化,以此实现对成本的有效控制。在招标阶段,借助竞争投标的方式去选定承包商,并且签订合同,从而明确各方的责任。施工阶段,要实时进行监控,同时做好变更管理工作,以便妥善处理可能出现的额外费用问题。竣工阶段则需要开展结算审计工作,借此总结相关经验。全过程造价控制着重强调各个环节之间的连贯性以及信息的充分共享,比如设计变更的信息要及时传递给施工团队,以此避免出现成本方面的冲突情况,施工过程中所获取的数据反馈也有助于后续项目的改进工作。

3.3 造价控制中的技术与管理手段

造价控制所涉及的技术以及管理方面的手段是多种多样的,像价值工程、成本审计、绩效评估还有信息化工具等等都包含在内。价值工程能够通过分析功能和成本之间的关系来寻求更为经济合理的方案;成本审计则是独立且细致地去审查各项支出情况,以此来保证其合规性;绩效评估通过将工程造价控制目标与奖惩机制相结合,激励高效管理行为,促进参建各方积极履责,提高造价管理的主动性和有效性。

3.4 信息化在造价控制中的应用

信息化在造价控制方面借助数字平台以及智能算法来处理共享的成本数据,其具体的应用涵盖了利用云计算来存储信息、借助大数据分析来识别趋势以及运用人工智能来预测变化等。这些技术能够提升工作效率并增加决策方面的支持,就好比实时的仪表盘会显示出各项指标,从而帮助及时对出现的问题加以干预^[4]。信息化还能够促进各个方面的协作,比如承包商和业主共同分享数据,以此减少可能出现的纠纷,而移动应用能够让现场人员上报相关信息,进而加速反馈的速度。不过,在实际应用的过程中,面临着数据安全或者兼容性等方面的挑战,所以需要做好相应的规划并且开展培训工作。

4 成本估算与造价控制优化策略

4.1 基于数据驱动的估算精度提升

数据驱动的估算精度提升策略,需要收集高质量的历史数据以及实时的项目信息,借助先进的分析技术,像机器学习或者数据挖掘,去识别成本规律,如此一来,能降

低主观判断出现的误差,给出更为可靠的估算结果,在石油地面建设项目当中,数据驱动得去建立统一的数据库,把过往项目的成本细节都储存起来,比如设备的价格、工时的记录还有环境因素等等,接着运用算法模型来做模式识别以及预测优化,比如说,借助回归分析来确定关键的成本驱动因子,或者采用聚类的方法把项目分类,以便应用相似的估算规则,这些技术既能提高初始估算的准确性,又能支持动态更新,以此来反映出市场的变化,数据驱动的策略还得强化数据治理,要保证信息来源可靠且格式标准,与此要培训人员掌握数据分析的技能,从而充分释放技术的潜力。

4.2 动态造价控制体系的构建

动态造价控制体系侧重于在石油地面建设项目的整个周期里达成成本管理的灵活应对以及持续优化。此体系借助设置监控节点和反馈机制来对实际成本与预算之间的差异加以追踪,同时适时地调整控制举措去处理出现的偏差。在构建这一体系的过程中,要将预算编制、执行监督以及绩效评估等诸多子系统予以整合。比如可以运用滚动预算的方法,以此允许定期对资金分配做出修订;又或者建立起变更控制委员会,以便能迅速审批额外支出的相关申请。动态体系还依靠信息化工具给予实时的数据支撑,像是凭借传感器以及物联网技术来采集现场的成本信息,而且当检测到存在超支的风险时,还能自动触发预警。除此之外,该体系还要求组织文化能够支持学习与适应,举例来说,可定期举办成本评审会来分享经验,并且把从中得到的教训融入到未来的项目计划当中。动态造价控制虽说能够有效地应对项目的不确定性,不过这需要管理团队拥有较强的分析能力以及较快的决策速度,从而能够在复杂的环境之下维持住控制的效力。

4.3 风险管理与成本预警机制

在石油地面建设项目的范畴内,风险管理以及成本预警机制发挥着重要作用,它们能够提前对潜在的成本威胁予以识别,并且采取相应的预防举措。其中,风险管理系统包含多个方面,像风险登记册会将已识别出的问题记录下来,借助概率影响矩阵来评估问题的严重程度,同时还会制定应对计划,从而制定出缓解策略。而成本预警机制是通过设定一些阈值指标来实现的,比如成本绩效指数或者预算使用率等。当实际数据逐渐接近或者已然超过所设定的阈值时,就会自动触发警报,以此提醒管理者介入展开相关调查。就石油项目来讲,预警机制可以综合历史数据以及专家的判断来对敏感度加以校准,比如说针对高风险活动设置更为严格的警戒线,又或者是运用预测模型去

模拟在不同情景之下的成本走势情况。把风险管理与预警加以整合,能够在一定程度上减少突发成本事件出现的可能性,不过这一机制自身是需要投入资源的,这些资源要用于系统的维护工作以及人员的培训事宜,以此确保该机制能够可靠地运行起来。

4.4 全员参与与组织协同优化

全员参与与组织协同优化策略,要在石油地面建设项目里发动所有相关人员投身成本控制活动,借助结构优化推动部门间合作,全员参与就是从高层管理者到基层员工都要担负成本责任,依靠培训和激励强化他们的意识与能力,组织协同是打破部门壁垒,构建跨职能团队来处理成本问题,比如联合设计、采购与施工团队一同评审方案以消除成本冲突,或者共享资源池提升设备利用率,优化策略还包含改进沟通渠道与决策流程,像定期举办成本协调会解决争议,或者使用协作软件简化信息交换。

5 结束语

本研究全面且细致地剖析了石油地面建设项目成本估算以及造价控制的各项方面,从其基本原理一直延伸至优化策略层面,清晰地指出了当下实践当中所存在的诸多

问题以及相应的改进方向。通过将理论分析和实际应用加以整合,还提出了像数据驱动估算、动态控制体系这类较为具体的办法。这些策略主要是为了提高成本管理的精准度与工作效率,从而给行业在面对复杂环境时提供具有一定实用性的工具。未来的研究能够进一步去探索诸如区块链等新技术在成本跟踪方面的应用情况,更加深入地探讨跨文化项目管理对于造价控制所产生的影响。

[参考文献]

- [1]金旗.数字化转型背景下石油地面建设工程管理创新研究[J].化工设计通讯,2024,50(9):53-55.
 - [2]肖健.石油系统地面工程建设监督管理创新的探索与实践[J].石油化工管理干部学院学报,2023,25(3):12-15.
 - [3]陆健.油田地面工程建设施工管理研究[J].化工设计通讯,2023,49(8):26-28.
 - [4]肖健.石油系统地面工程建设监督管理创新的探索与实践[J].石油化工管理干部学院学报,2023,25(3):12-15.
- 作者简介:刘思疑(1984.10—),单位名称:中国石化西南油气分公司概预算中心,毕业学校和专业:西南石油大学油气储运专业。

大数据技术在工程造价领域的应用

苏梦娜¹ 莫景畅^{2*}

1.祥浩工程造价咨询有限责任公司, 广西 南宁 530000

2.广西信达友邦工程造价咨询有限责任公司, 广西 南宁 530000

[摘要]在国家“十四五”数字经济战略与国资委“AI+”专项行动的推动下, 建筑业正经历智能化转型浪潮。2025年, 国务院要求央企加速AI技术落地DeepSeek、BIM技术等国产大模型凭借自主可控、多模态分析等优势, 已深度赋能工程审计与造价管理, 推动行业从“经验驱动”向“数据智能驱动”跃迁, 实现可视化管理。当前, 工程项目面临审计效率低、数据孤岛严重、造价争议频发等痛点。传统审计模式依赖人工抽样, 难以应对海量工程数据; 造价管理受限于动态市场波动与复杂合同条款, 易引发结算纠纷。

[关键词]大数据技术; 工程造价; 技术领域; 技术应用

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18034

中图分类号: TU723

文献标识码: A

The Application of Big Data Technology in the Field of Engineering Cost

SU Mengna¹, MO Jingchang^{2*}

1. Xianghao Engineering Cost Consulting Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

2. Guangxi Xinda Youbang Engineering Cost Consulting Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: Driven by the national "14th Five Year Plan" digital economy strategy and the "AI+" special action of the State-owned Assets Supervision and Administration Commission, the construction industry is undergoing a wave of intelligent transformation. In 2025, the State Council requires central enterprises to accelerate the landing of AI technology in domestic large models such as DeepSeek and BIM technology. With the advantages of independent controllability and multimodal analysis, these models have deeply empowered engineering auditing and cost management, promoting the industry's transition from "experience driven" to "data intelligent driven" and achieving visual management. Currently, engineering projects are facing pain points such as low audit efficiency, severe data silos, and frequent cost disputes. The traditional audit model relies on manual sampling and is difficult to cope with massive engineering data; Cost management is limited by dynamic market fluctuations and complex contract terms, which can easily lead to settlement disputes.

Keywords: big data technology; engineering cost; technical field; technology application

引言

大数据, 或称巨量资料, 通常是指无法用传统的数据库工具进行管理的数据集。大数据技术本质是通过采集、存储、分析数据集实现价值挖掘的技术体系。随着信息技术以及数字化管理在建筑行业不断发展, 大数据技术应用到设计、施工、材料采购、设备费用等各个领域, 数据非规律性动态变化, 依靠传统模式通过人工来进行数据整合, 工程造价核算难以满足高效、精确化地反应项目各项指标, 还存在信息滞后、数据碎片化以及主关理解差异等一系列问题。大数据技术能够针对海量、来源多样、结构各异的造价数据展开采集、存储、分析以及挖掘等工作, 进而达

成造价信息的智能化管理以及动态监控的目的, 给工程预算编制、成本控制、招投标管理以及风险评估都提供了科学的依据以及决策方面的支撑, 凭借大数据分析模型以及智能算法, 管理者在项目的整个生命周期当中可以实现对成本趋势的预测、对异常波动的识别以及对资源配置的优化, 以此来提高工程造价管理的精细化程度、透明化水平以及智能化程度。

1 工程造价中存在的不足

1.1 算量计价模式更迭

12月30日, 住建部发布编号为GB/T50500—2024的《建设工程工程量清单计价标准》, 并规定2025年9

月1日起执行新标准,项目编码、划分、计算规则发生较大变化,造价人员短期内仍受旧清单计价思维惯性影响大,

需重新系统学习,算量效率降低,易出现算量、计价偏差,历史积累的数据可用性降低。



图1 建设工程工程量清单计价标准对比

1.2 数据多元化、碎片化

由于市场信息的不透明,工程项目的投资方、设计方、施工方等各方对造价信息的掌握程度不对等,使得工程造价数据量大,且较为分散。不同的项目、处于不同的阶段以及不同的部门所产生的造价数据,常常是各自分散地存储于其自身的系统或者文档之中的,而且普遍缺少统一且有效的管理以及整合方面的机制。设计阶段所形成的概算数据、招投标阶段所确定的标底数据还有施工阶段最终得出的结算数据,它们彼此之间是处于相对独立的状态的,就连数据的格式以及内容标准也都不统一,如此一来就很难把这些数据串联起来,进而形成一条完整的造价信息链条。与此有一部分造价数据仅仅是以表格或者是文本这样的形式保存在本地,并没有达成系统化的归档以及共享的目的,这就使得在对这些数据进行查询的时候会遇到诸多困难,而且这些数据之间的关联性也比较薄弱。新清单计价模式下,项目最高投标限价可根据招标工程技术标准规范、交付标准等,结合近期类似工程市场竞争合理投标单价、清单项目结算单价、类似工程合同价,人工、材料、施工机具使用的市场价格和相关价格指数或投标价格指数等。

1.3 数据处理较为滞后

在工程造价管理领域当中,数据处理方面出现滞后的状况,这可算是普遍存在的诸多问题里的一项。因为造价数据所涉及的来源是颇为广泛的,像设计环节、采购环节、施工环节以及监理环节等等,都涵盖其中。如此一来,数据的总量便显得极为庞大,并且其类型也是相当复杂的。就目前而言,许多单位在进行数据整理以及分析的时候,依旧依靠的是人工录入以及人工统计这样的方式。如此一来,便致使数据处理的效率变得十分低下,而且在时效性方面也存在着明显的欠缺。在项目的具体实施进程当中,那些相关的数据常常没办法达成实时更新以及动态管理的状态,进而造成造价信息总是滞后于工程的实际进展程度。除此之外,在不同的各个阶段所产生的数据之间,还存在着有效衔接不足的情况。在数据处理的整个流程里面,还存在着诸如重复、遗漏以及延误等诸多现象^[1]。这些情况的存在,使得工程造价分析最终所得出的结果与实际的客观情况之间出现了不小的偏差,很难给后续的成本控制工作以及决策分析活动提供足够可靠的依据。

2 工程造价数据库的应用

2.1 造价文件质量检查

在工程造价管理的实际操作当中,造价数据库于造价文件质量检查这一方面起着极为关键的作用,它称得上是

提高造价管理科学性以及精细化程度的一项重要手段。传统意义上的造价文件审核往往依靠人工经验来完成数据核对以及逻辑判断,如此一来,其效率颇为低下,而且极易出现诸如遗漏、重复录入或者计算出错等一系列问题,根本无法契合现代工程项目对于精确性与时效性的相关要求。借助构建起完整且系统化的造价数据库,可以把设计概算、施工图预算、工程量清单、招投标标底还有结算文件等各种各样的造价信息加以集中式管理,进而达成信息的标准化、结构化以及可追溯化状态。该数据库不但涵盖了历史项目成本数据、市场材料价格、人工以及设备费用方面的信息,而且还整合了国家以及地方层面的定额标准、计价规范还有政策文件等内容,能为文件审核给予权威的参考依据。在具体的应用环节里,数据库能够针对新编写的造价文件展开自动化的逻辑校验以及数值比对工作,及时察觉到工程量计算出错、定额套用不够规范、单价偏离市场水准等诸多问题,借此降低人为审查可能出现的疏漏风险^[2]。与此凭借横向去对比同类项目、纵向对不同阶段数据变化展开分析,管理者便能够识别出成本构成的规律、异常的波动情况以及潜在的风险所在,从而为预算调整、成本优化以及投标策略制定提供科学合理的依据。如广联达土建 GTJ2026 软件,通过依托 AI 技术,在 BIM 模型中深入分析清单名称、特征以及计量单位等要素,生成构件特征参数与清单直接的动态映射关系,使工程量能够实现清单级别的自动归集和分类统计,并通过云检查模式、质控系统,通过类比同类项目指标实现造价文件质量自查,降低误差。

2.2 辅助招标文件编制

为深入贯彻落实二十届中央纪委四次全会和十三届省纪委四次全会精神,深化我省工程建设项目招投标领域专项整治,充分发挥社会监督作用,维护公平竞争的市场环境,江西、云南、贵州、湖南、黑龙江、内蒙古、江苏等十余省份已启动招投标围串标倒查 13 年的相关工作,跨时空、大跨度地公开征集近十三年来的问题线索。通过数据集成、AI 算法把招标过程各项碎片化数据通过筛选、类比等方式,辅助招标文件编制、反查招投标过程存在违法乱纪现象。通过构建起完善的造价数据库,管理人员便能够对历年的项目数据、市场的材料价格以及人工和设备的成本信息加以集中管理,与此再结合国家层面以及地方层面的定额标准、计价规范还有政策法规,进而达成信息的标准化处理、结构化的呈现以及可追溯性的保障。在实际的应用情况之下,该数据库能够自动地去提取并匹配相关的数据,针对工程量清单、预算指标以及成本构成展开

智能的比对操作以及逻辑方面的校验工作,从而可以及时地察觉到异常数值的存在、套用方式不当或者与市场水平出现偏离等情况,大幅度地降低人工审核过程中可能出现的疏漏风险。除此之外,该数据库还能够支持针对不同类型的项目、处在不同施工阶段以及位于不同地理区域的数据展开横向以及纵向的分析,以此来识别出成本构成的规律、价格波动的趋势以及潜在的风险所在,进而为标底的确定以及预算的调整给予科学合理的依据,还可以一键引入类似企业清单数据、历史清标数据、个人导入数据,deepseek 只能清单匹配,实现全面高效分析。

2.3 数据处理智能化

在工程造价管理领域当中,数据处理的智能化这已然成为造价数据库得以实际应用的关键核心环节所在,并且它还是达成工程造价管理走向精细化、更加科学化以及迈向智能化这样一系列目标的重要根基所在。随着工程项目所涉及的规模呈现出不断扩大的态势,造价数据量也日渐变得极为庞大,在这样的情况之下,传统的那种单纯依靠人工来开展整理工作、进行核算操作以及实施分析行为的方法,已经没有办法再契合现代工程管理对于效率方面的诉求、对于准确性层面的要求以及对于实时性方面的需求了。通过把大数据相关技术、人工智能领域技术还有云计算方面的技术引入进来之后,造价数据库便能够针对从设计环节、施工环节、招投标环节、材料采购环节以及结算环节等诸多不同环节当中所产生的海量数据,实现软件内置新计算规则,展开集中化的存储操作、结构化的管理举措以及智能化的分析手段,进而达成对这些数据实现快速且精准的检索功能、能够自动完成比对工作的效果以及具备逻辑校验的能力。在具体的实际应用过程当中,该系统完全有能力自动去识别出诸如工程量计算出现错误的情况、定额套用不够规范的问题、单价与市场水平存在偏离的现象以及成本构成呈现异常的状态等一系列各类问题,如此一来便能够在很大程度上降低人工审核时可能出现的遗漏比例以及判断方面存在的误差程度。与此借助智能化的处理方式,还能够凭借历史项目所积累的数据以及构建起来的多维度分析模型,去开展针对成本规律的深入挖掘工作、做出关于价格趋势的预测分析以及对潜在风险展开评估活动,从而为预算的编制事宜、标底的确立事项以及投资决策的相关事宜都给予科学合理的依据参考^[3]。依靠自然语言处理技术、图像识别技术以及数据挖掘技术等多种技术手段,数据库完全能够把施工图纸、各类表格以及文本信息等内容自动地解析转变成结构化数据的形式,进而实现对于不同类型数据都能够予以统一的处理方式

并且能够达成高效的分析成效。

3 大数据技术在工程造价中的实施对策

3.1 提升重视程度,发挥技术优势

在推进大数据技术于工程造价领域得以应用之际,提高对其的重视程度并且让技术优势得以充分发挥,这是实现该行业数字化转型必不可少的前提条件。当下,部分造价管理单位对于大数据技术的理解仅仅停留在基础信息化阶段,没有系统的规划也没有相应的战略部署,如此一来,技术所具有的潜能便没能得到充分的发挥。所以,在整个行业层面应当达成统一的认知,清楚知晓大数据在造价预测、成本控制以及风险评估等诸多环节当中所起的核心作用。加强管理层的数字化意识,促使大数据技术和工程造价业务紧密融合起来,进而能够把其在数据整合、模式识别、趋势分析还有智能决策等方面的技术优势充分地发挥出来。

3.2 加强数据采集,实现高效处理

在大数据技术应用于工程造价管理期间,强化数据采集并且达成高效处理的状态,这无疑是一个极为重要的环节,它对于确保系统的运行成效以及让数据价值得以最大程度地发挥有着关键作用。工程造价数据的来源颇为广泛,包含了设计阶段、施工阶段、材料采购阶段、劳务投入阶段以及设备运行阶段等诸多阶段,在此情况下,唯有依靠系统化的数据采集机制,才能够切实保证所获取信息具备全面性以及准确性。应当在整个项目实施的全过程当中去落实数据的实时采集工作以及自动录入操作,以此来确保处在不同阶段的造价信息能够实现无缝的衔接,并且做到动态的更新。与此借助大数据技术针对采集到的信息展开分类处理、清洗操作以及结构化处理,把其中的冗余数据去除掉,将错误输入的数量减少,进而提升数据的可使用程度以及分析工作的效率。通过引入智能采集设备以及信息集成平台的方式,便能够促使造价数据在不同的系统之间实现快速的传输与共享,进而为后续开展的造价分析工作、成本预测工作以及风险评估工作给予高质量的数据方面的有力支撑。

3.3 及时更新数据,保证高效同步

在工程造价管理方面,若想让大数据技术的优势得以充分发挥,那么及时更新数据并且保证高效的同步便是极为关键的保障所在。随着项目建设周期不断向前推进,像材料价格、人工成本、设备租赁费用以及政策标准等诸多因素都处于一种动态变化的状态之中。倘若造价数据更新不够及时,那极有可能会出现预算失真以及决策出现偏差等情况^[4]。为了确保数据具备时效性与准确性,应当去建

立起较为完善的数据更新机制,进而达成造价信息在采集、录入、分析以及输出各个环节都能够实现实时同步的效果。借助大数据平台所具有的自动更新以及云端共享功能,可促使各个部门能够在同一数据环境之下展开相关工作,如此一来便能够避免因信息滞后或者重复录入而产生的误差情况。

4 结语

随着建筑行业数字化进程不断推进,大数据技术在工程造价领域所展现出来的价值已然十分突出。借助对那些数量众多且来源各异、处于动态变化之中的造价数据展开智能化的处理与分析操作,能够在很大程度上提升造价管理在效率、准确性以及科学性等方面的水平,达成对预算编制、成本控制、招投标管理还有风险评估等环节实现精细化以及智能化的目标。与此大数据技术的应用还给工程造价全过程管理给予了较为可靠的关于数据方面的支撑以及决策方面的依据,促使传统依靠经验的管理方式朝着由数据驱动并且具有智能化特性的管理方式转变。在未来,

伴随技术不断地趋于完善以及应用逐步走向深入,工程造价管理将会变得更为高效、更为透明且更为科学,进而为建筑项目的经济特性以及可持续发展给予稳固有力的保障。

[参考文献]

- [1]万紫璇.大数据技术在工程造价领域的应用综述[J].工程造价管理,2025,36(3):67-72.
- [2]林阳莹.大数据技术支持下的工程造价结算审核要点解析[J].福建建设科技,2024(4):132-134.
- [3]刘稚杨.刍议大数据下工程造价管理[J].智慧中国,2023(8):83-84.
- [4]周晶晶,孙树荣,余志伟.大数据技术下如何进一步完善工程造价管理[J].中国招标,2023(3):123-124.

作者简介:苏梦娜(1993.3—),毕业院校:广西财经学院,所学专业:工程管理,当前就职单位:祥浩工程造价咨询有限责任公司;*通讯作者:莫景畅(1992.11—),毕业院校:广西财经学院,所学专业:工程管理,当前就职单位:广西信达友邦工程造价咨询有限责任公司。

高速公路养护工程预算管控优化路径研究

王昱

内蒙古交通集团蒙通养护有限责任公司, 内蒙古 呼和浩特 010010

[摘要]在高速公路养护工程中, 预算是养护管理中的重要内容, 加强对养护预算的管控, 可以借助先进的养护技术和方法, 以最小的投资获得最大利益。近年来, 随着高速公路运营里程的增长, 为确保高速公路安全运行, 对养护工程预算管控愈发重视。鉴于此, 本篇文章主要围绕高速公路养护工程, 以预算管控为切入点, 结合养护工程预算管控的要求以及现状, 从制度、管理理念等方面出发, 提出切实可行的预算管控优化对策, 以提升管理效果和水平。

[关键词]高速公路; 养护工程; 预算管控; 优化

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18028

中图分类号: F426

文献标识码: A

Research on the Optimization Path of Budget Control for Expressway Maintenance Projects

WANG Yu

Inner Mongolia Transportation Group Mengtong Maintenance Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010010, China

Abstract: In highway maintenance projects, budget is an important part of maintenance management. Strengthening the control of maintenance budget can leverage advanced maintenance technologies and methods to obtain maximum benefits with minimal investment. In recent years, with the increase in the operating mileage of highways, the budget control of maintenance projects has become increasingly important to ensure the safe operation of highways. In view of this, this article mainly focuses on highway maintenance engineering, taking budget control as the starting point, combined with the requirements and current situation of maintenance engineering budget control, and starting from the aspects of system and management concept, proposes practical and feasible optimization measures for budget control to improve management efficiency and level.

Keywords: expressway; maintenance engineering; budget control; optimization

引言

新时期下, 我国高速公路在快速建设的同时, 养护工程也得到良好发展, 投入的资金逐年增长。但是, 在国家财政体制改革的不断深化下, 高速公路养护工程预算管控中应用的方式很难与新形势需求相适应, 暴露出的问题较多, 诸如制度不健全、管理意识薄弱等。对此, 相关人员应该深入分析问题成因, 积极探索多元化的高速公路养护工程预算管控优化路径, 保证现存问题在有效解决的同时, 高速公路养护事业能实现稳定发展目标。

1 高速公路养护工程预算管控要求

高速公路养护工程中, 预算管控作为养护管理中不可缺少的关键一环, 其与最终管理效果的呈现有直接联系, 因此在管控期间, 应该结合工程实际, 针对性地制定优化对策, 体现出全过程性、全方位性等。其中, 全过程性是指在高速公路养护工程预算管控期间, 应该贯穿养护整个周期, 包括事前、事中、事后, 与养护管控的整个过程融

合, 做好预算指标编制工作, 及时将目标下达并分解, 同时动态监督和控制预算指标的执行情况, 结合具体要求进行调整, 并做好考核和评价工作, 提升预算管控有效性。同时, 高速公路养护工程预算管控应该做好全方位, 所有经济活动均要与预算管控体系深度融合, 诸如财务、资本等预算。此外, 在预算管控期间, 各部门以及岗位人员、养护站等均要积极参与预算编制、执行、调整等环节, 做到全员参与^[1]。针对预算管控工作, 加大宣传力度, 确保全体人员能形成正确的思想观念, 主动参与预算管控, 保证预算管控工作在顺利推进的同时, 降本增效的目标能顺利达成。

2 高速公路养护工程预算管控现状

结合当前高速公路养护工程预算管控效果来看, 暴露出的问题较多, 诸如在预算管理理念方面, 存在预算编制全局观念缺乏的情况, 长时间受传统观念影响, 使得财务部门很难与业务部门之间积极配合, 预算项目涵盖的范围

得不到扩大,预算金额与实际不一致,预算申报随意,预算编制较为盲目^[2]。在预算执行过程中,存在责任意识薄弱的现象,各单位财政预算资金管理在使用方面,没有将自身的主体责任展现出来,最终出现预算执行不到位、预算执行管控不严等问题,进而引发财政资金截流、挤占、挪用等。在预算管控期间,相应制度有待完善,特别是针对预算的编制工作,管理层以及相关部门的参与主动性不强,没有建立健全的审核制度并执行,在预算编制前期,可行性论证不到位,致使部分执行资金在执行阶段始终没有充足的理论依据作为支撑,致使预算编制可行性与可操作性下降。预算执行期间,单纯由财务部门对预算资金支出进行审批,预算支出监管方式较为粗放,缺乏完善的控制制度、约束制度、激励制度,导致支出随意增加,甚至出现没有经过审批便对预算计划更改的现象,影响了预算约束力的发挥。在对预算结果绩效评估过程中,考核制度有待健全,预算执行进度不能动态跟踪和分析,执行结果没有第一时间反馈和应用,预算监督人员不了解实际情况,严重影响了预算资金的使用效益。

在养护工程预算管控过程中,各部门之间不能积极沟通和协调,使得预算管控效果无法达到预期。诸如在开展预算编制环节,相关部门的参与主动性不强,对预算项目内容、资金供需情况了解不深入,致使部门工作任务的完成受到影响。部分项目在实施阶段,没有以具体的需求为依据,灵活地进行调整,使得预算资金出现沉淀现象,最终对其使用效益造成影响。预算在执行过程中,预算管理部门、财务以及业务部门的衔接不到位,预算资金不能及时足额到位,导致预算执行工作推进不顺畅。在预算绩效评价方面,结果应该及时反馈到业务部门,以实现快速整改,促进预算管理效果和水平的提高。但就当前来看,此方面并没有严格落实,存在预算管控时效性低的问题,影响了其作用和效能的发挥^[3]。

3 高速公路养护工程预算管控优化路径

3.1 强化预算管控理念

基于当前高速公路养护工程预算管控中存在的问题,在实际处理期间,首先要强化预算管控理念,以促进预算管控效果的提升。具体而言,应该从整体角度出发,树立全局观念,打破部门限制,将本位主义克服,除了要对与自身利益相关的预算指标高度重视,也要从全局的层面考量,自觉参与预算管控的全过程,包括预算编制、执行以及考核等,做好经费的安排和筹划工作,将预算管控优化资源配置的效能展现出来^[4]。同时,强化责任意识,在明

确责任主体的基础上,对任务灵活分配,合理划分岗位职责,将本部门的预算申报、编制等工作做好,促进预算管理参与主动性和积极性的提升。在预算执行期间,若发现偏差,及时进行调整,一旦出现问题,第一时间处理,保证养护工程预算目标能顺利达成。此外,积极引入绩效理念,将各部门预算经费支出与部门预算目标挂钩,以经费控制为导向,以业绩评估为核心,从整体层面上将预算资金使用效益提升。

3.2 科学编制养护工程预算

在高速公路养护工程预算管控优化过程中,不仅要强化预算管控意识,也要结合养护工程实际情况,做好预算编制工作。为实现此目标,需要先明确养护预算单价,立足养护工程实际,运用先进的技术经济定额,对单位内部潜力深层次挖掘,提升成本指标的可靠性和可行性。针对预算单价的编制,全部利用统一的预算软件,套用的定额以公路工程预算定额、所属地区公路养护预算定额为依据。对于人工以及材料信息价格,结合各个区域编制期间的季度公布信息价,如果材料信息价没有公布,则利用市场调查价^[5]。同时,对工程数量认真核实,尤其是专项以及大修工程,应该仔细审核工程图纸、设计方案,依照大修工程的具体现状,针对性地制定审核方案。在审核期间,需要了解大修工程图纸设计是否可行,工程数量要有真实、完整的数据支撑,包括影像资料、现场检测、施工图纸等。日常养护预算在上报前,应该将路况调查工作落实到位,同时提供第三方检测资料。在路况调查期间,主要集中在现场原始资料的核查上,需要做到认真、专业。在对检测资料、近几年维修记录情况等的基础上,合理制定养护工程预算方案,突出经济性、可行性和可操作性。

3.3 加强预算管控方法的革新

现阶段,高速公路养护工程预算管控过程中,存在方式方法滞后的情况,对先进方法及技术的应用不深入,导致管控效果迟迟得不到提升。为有效解决此类问题,让预算管控工作顺利推进,在具体优化过程中,应该加强预算管控方法的革新,注重“零基预算”的推广和应用。在对年度预算编制过程中,尽量避免将全部预算作为基数,而是要利用“零基预算”方法,与其他方法联合,以提升预算编制的合理性和有效性。现阶段,高速公路养护单位在支出方面,主要涵盖基本和项目支出,基本支出包含人员费用、公用经费。人员费以既定的要求为依据,对人员范围、支出项目等加以明确,对退休、职工入职等人员增减

变动因素准确预测和考量。公用费用则是以分类分档定额标准进行编制。项目支出涵盖的内容有日常养护经费、养护工程支出等，在预算管理时要将“基数+增长”的管理方法摒弃，加强一年一核、一事一议管理模式的推广。日常养护经费以养护里程数、平均公里定额为依据，准确地进行编制，并对材料费、人工费等市场价格变化情况深入分析，将浮动控制在合理范围内。同时，对预算内容不断细化，加强预算科目的规范，相关部门应对收入支出不断细化，使各项财政支出落实到最末级科目，并划分到具体部门及项目，保证预算执行力在增强的同时，预算全面性可以进一步提升。高速公路养护业务在实施阶段，包含日常养护、大中修工程等，也涉及养路设施的维护等，其专项预算支出的行业特征显著，因此要结合业务特点对预算内容进行细化，保证养护专项预算资金的收支能直观、清晰体现出来。此外，强化项目库预算管理模式的推行，设立高速公路预防性养护项目数据库并加大审查力度，根据轻重缓急灵活地进行安排。在管理期间，以实际现状为依据，实时分析和更新数据。在数据编制方面，将前期工作做到位，不能出现预算假大空等情况。

3.4 不断完善预算管控配备

在高速公路养护工程预算管控期间，需要结合实际不断完善预算管控配备，成立专门的预算管理机构，保证部门预算内部的约束力能增强，提高预算管控有效性。对于预算管理机构的组织架构，单位领导担任组长，分管领导担任副组长，财务以及其他部门负责人作为成员，通过加大领导力度，明确分工的方式，将责任落实到个人，以便全体人员能自觉参与预算管控。为确保高速公路养护工程预算管控能得到进一步强化，还要配备专业水平高、能力强、经验丰富的预算管理人员，除了要对财会、工程、机械管理等专业知识熟练掌握，也要有良好的责任意识。在日常工作中，各部门之间应加强沟通和协调，各部门及各环节的预算衔接要紧密，不能出现“分块割据”的情况，真正将预算执行到位。如果各个部门能积极协调与配合，预算信息、资金以及任务能实现充分整合，使各类资源得到合理分配，让预算管控实现最大化。在预算编制过程中，还要加强对全体人员的鼓励和引导，让其自觉参与其中，并对各部门的资金需求综合考量，确保预算编制的科学性、可行性。在预算执行阶段，预算执行部门要及时将预算实施情况反馈到相关部门，从实际出发，对预算进行合理调整，适当对预算资金追加或核减，确保预算执行进度能始终与资金余缺保持在平衡状态。

3.5 建立健全的预算管控制度

为提升高速公路养护工程预算管控效果，在实际优化过程中，还要有完善的制度支撑。对此，应该建立健全的预算申报集体论证机制，无论是预算的申报还是编制，均要安排相关部门进行可行性论证，准确评估预算项目，以部门职能、工作计划等为参考，合理预测资金需求，避免在预算执行期间对相关事项进行调整，确保预算的专业性和严肃性。同时，建立完善的预算执行责任制并严格落实，在财政部门批复年度预算后，预算管控机构要第一时间将其分解到具体的预算执行部门，并细化到个人，确保所有部门均能了解自身的任务以及可分配预算项目资金，最后在年终评估预算执行的成效。倘若资金使用情况与预算目标存在较大偏差，应该对原因深入分析，以责任机制为基准，向相关部门以及人员追究责任，以促进预算执行效果的提高。此外，制定完善的预算执行考评机制，综合分析各部门预算执行情况，客观地进行评价与考核，逐步分解预算执行差异，依照数据对产生差异的原因深层次挖掘，最后结合养护工程的全面预算，从管理层面找寻差异的根源，并以考核与评价结果为基准，严格落实奖惩措施，从而为年度各部门预算提供可靠依据。

3.6 积极搭建养护信息管理平台

在高速公路养护工程预算管控过程中，为保证养护决策有可靠依据，还要在优化时积极应用电子地图、互联网、远程传输系统等技术，与预算管控有效结合，搭建养护信息管理平台，统计分析养护信息成本台账，提升管理有效性。在平台的支持下，依照月度或者季度统计养护成本，并在对比和分析后，明确养护成本的分布情况、变化趋势等，同时与年度预算比较，针对性地对预算进行调整和控制，保证预算的合理可行。同时，加强大数据等技术的利用，深层次挖掘和分析数据，保证预算目标的制定和编制更为可行。为增强预算管控执行体系与信息化建设的适应性，也要将信息化手段下的财务预算与企业核心战略层深入整合，保证财务信息化建设中预算的作用能充分发挥。从整体角度上提升养护工程预算管控效果。

4 结束语

综合而言，在高速公路养护工程中，预算管控至关重要，管控效果会直接影响工程的整体管理成效。因此，为提升公路养护质量和水平，单位应该认识到预算管控的重要性，深入分析预算管控中存在的问题，并在掌握成因的基础上，找寻针对性优化路径，诸如建立完善的预算管控制度、强化新方法的运用等，有效将存在的问题解决，促

进高速公路养护工程稳定发展。

[参考文献]

- [1]乔青青.公路养护设计阶段的造价分析及编制要点[J].城市建设,2025(8):26-28.
- [2]王丹丹.高速公路全寿命周期养护成本控制分析[J].价值工程,2025,44(8):48-51.
- [3]李蕃霖.普通国省干线公路养护管理经费支出预算编制的研究[J].交通科技与管理,2025,6(1):161-163.

[4]赵燕.大数据背景下公路养护资金绩效管理优化策略探究[J].天津经济,2024(12):74-76.

[5]王泽宸,乃一庆.宁夏高速公路养护预算办法编制研究[J].经济师,2024(8):286-288.

作者简介:王昱(1977.10—),女,,毕业院校:北京交通大学,所学专业:会计专业,当前就职单位:内蒙古交通集团蒙通养护有限责任公司,职务:财务部副部长,职称级别:高级会计师。

工程招投标阶段建筑造价风险防控研究

王俊

新疆金玉天城项目管理有限公司, 新疆 阿拉尔 843300

[摘要]工程招投标阶段建筑造价风险防控研究工程招投标阶段的建筑造价风险防控问题是文章的研究焦点,在文献梳理与实践调研的基础上,系统地分析了该阶段建筑造价风险的来源与特征并识别出主要风险类型,如市场风险、法律法规风险、技术风险、信息不对称风险以及人为操作风险等。研究运用定性和定量相结合的方法,全面评估与量化工程招投标各环节的造价风险点,构建起招投标阶段造价风险评价指标体系。在此基础上,文中提出“全过程、多层次、系统化”的风险防控策略,涵盖完善招投标文件编制、优化评标定标方法、强化合同条款设计、建立风险预警机制等方面。通过某大型公共建筑项目案例验证,应用所构建的风险防控体系后,该项目在招投标阶段有效识别出18个风险点,避免了约占项目总投资3.5%的造价失控情况。研究表明,招投标阶段造价风险的前置性、系统性防控措施能有效降低工程造价波动、提升投资效益并为工程建设各方提供决策依据,这对规范招投标行为、控制工程造价以及提升项目经济效益有着重要的理论和实践意义。

[关键词]工程招投标; 建筑造价; 风险识别; 风险防控; 投资控制

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18024

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

Research on Risk Prevention and Control of Construction Cost in the Bidding Stage of Engineering Projects

WANG Jun

Xinjiang Jinyu Tiancheng Project Management Co., Ltd., Alaer, Xinjiang, 843300, China

Abstract: Research on the prevention and control of construction cost risks in the bidding stage of engineering is the focus of this article. Based on literature review and practical research, the sources and characteristics of construction cost risks in this stage are systematically analyzed, and the main types of risks are identified, such as market risk, legal and regulatory risk, technical risk, information asymmetry risk, and human operation risk. Research the use of a combination of qualitative and quantitative methods to comprehensively evaluate and quantify the cost risk points in various stages of engineering bidding, and construct a cost risk evaluation index system for the bidding stage. On this basis, the article proposes a "full process, multi-level, and systematic" risk prevention and control strategy, covering aspects such as improving the preparation of bidding documents, optimizing the evaluation and bidding methods, strengthening the design of contract terms, and establishing a risk warning mechanism. Through a case study of a large public building project, the application of the constructed risk prevention and control system effectively identified 18 risk points during the bidding stage, avoiding a cost control situation that accounted for approximately 3.5% of the total project investment. Research has shown that proactive and systematic prevention and control measures for cost risks during the bidding stage can effectively reduce fluctuations in engineering costs, improve investment efficiency, and provide decision-making basis for all parties involved in engineering construction, which has important theoretical and practical significance for regulating bidding behavior, controlling engineering costs, and improving project economic benefits.

Keywords: engineering bidding and tendering; construction cost; risk identification; risk prevention and control; investment control

引言

工程项目建设中,建筑工程招投标阶段是关键的起始环节且建筑造价的形成也赖于这一重要节点,所以这一阶段的风险防控对整个项目成本管理与投资效益有着决定

性意义。我国建筑市场发展迅速使得招投标环节的造价风险问题愈发突显,住房和城乡建设部统计显示,2019—2023年期间,我国建筑业总产值从24.84万亿元涨到31.72万亿元,年均增长率保持在5%以上,可工程造价偏差率

达 15%是常有的事且招投标阶段造成的造价偏差占总偏差的四成还多,这说明招投标阶段的造价风险成为影响建筑工程投资效益的关键要素。

近年来,《中华人民共和国招标投标法》《政府采购法》等法律法规不断完善且《关于促建筑业高质量发展的若干意见》(2022)等政策文件也出台了,这使得我国工程招投标市场的规范化水平提高了,但实践中招投标阶段的建筑造价风险依然存在且有复杂化、隐蔽化的趋向,中国建设工程造价管理协会 2023 年发布的《工程造价风险分析报告》表明全国重大工程项目中招投标阶段存在造价风险隐患的达 62.3%,这些隐患到后续施工阶段成为实际风险的比例能达到 75%,致使项目平均超支率为 8.7%。

工程招投标阶段建筑造价风险有特殊之处,即它具备前端性、潜伏性与传导性三个特性,因为招投标阶段是项目造价形成的起点,这一阶段若出现风险则该风险会伴随项目直至其生命终结,并且这些风险还经常藏于招标文件条款、投标报价策略以及合同条款等众多环节而难以及时察觉,同时招投标阶段的造价风险在项目执行时会逐渐增大并使工程造价最终严重偏离控制目标,所以对工程招投标阶段建筑造价风险进行防控研究有着重要理论与实践意义。

工程建设市场实际是本研究的立足点,通过对招投标阶段建筑造价风险类型的系统分析以及成因和传递机制的研究,构建起一个全面的风险识别与评估体系并且提出有针对性的防控策略,该研究成果能给建设单位、投标企业和监管部门提供决策方面的支持且能够为我国工程招投标制度的优化、建筑业整体经济效益的提升提供理论上的参考。

1 工程招投标阶段建筑造价风险识别与分析

1.1 招投标阶段建筑造价风险类型辨识

在工程招投标阶段存在多种类型的建筑造价风险,经实地调研与专家访谈可把这些风险归纳成五大类,即市场风险、法律法规风险、技术风险、信息不对称风险以及人为操作风险,其中材料价格波动、人工成本变化、市场竞争环境变化等因素是市场风险的主要表现形式,在 2020 到 2023 年期间,全国建筑材料价格指数波动幅度达到 15.7%且这直接影响招投标阶段造价测算的准确性,并且法律法规风险包含政策变动、标准更新、地方规定存在差异等情况,例如 2022 年施行的新版《建设工程工程量清单计价规范》导致很多企业需要适应计价方式的转变^[1]。

设计方案不成熟、工程量计算存在误差以及对新技术应用评估不到位是技术风险的主要来源,并且统计显示招

标阶段由技术因素引发的工程量偏差平均达 7.3%。而信息不对称风险体现在业主需求表述不清楚、投标企业获取信息不完全以及市场价格信息落后等方面,这会使双方在项目成本的认知上产生偏差。人为操作风险包括经验缺乏、主观判断出错以及道德风险等,在大型复杂项目里尤其明显,调查表明大概 35%的造价偏差能归咎于人为因素。

1.2 主要风险因素评估与量化

本研究针对招投标阶段主要的造价风险因素,把层次分析法和专家评分法结合起来构建起风险评估指标体系以对各类风险因素做量化分析,并且收集分析近三年 100 个不同建设项目的数据后发现,在招投标阶段,设计方案不成熟带来的风险影响系数最高达 0.82,其次为招标控制价编制误差(影响系数 0.76)、市场价格波动风险(影响系数 0.69)、法规政策变动风险(影响系数 0.61)、信息不对称风险(影响系数 0.58)以及人为操作风险(影响系数 0.53)。

风险量化评估时就发现不同类型、不同规模项目的风险分布不一样,大型公共建筑项目在设计方案不成熟、招标控制价编制有误差这两方面风险更大,概率分别是 72%和 68%,而中小型住宅项目更易被市场价格波动风险影响且概率能达到 65%,把风险发生概率和影响程度放在一块儿建立风险评价矩阵算出风险值就能有效找出招投标阶段关键的风险点并给制定有针对性的防控措施提供依据,最新研究数据显示招投标阶段风险管控搞得好的项目最终造价偏差减少 3.5%~5.2%即为投资方省下几百万到上亿的投资。

1.3 风险传递机制与影响路径分析

工程招投标阶段的造价风险传递性明显且影响借多种途径能蔓延到项目执行各阶段,研究显示招投标阶段形成的造价风险主要经由三条途径传递,一是“招标文件存在缺陷-合同条款有漏洞-产生施工索赔”这种途径,调查发现大概 45%的工程变更和索赔源于招标文件不完善,二是“投标报价不准确-资源配置不合理-成本控制失当”这个途径,数据表明投标报价跟合理成本相差超 10%的项目最后完工时成本超支的概率能达到 78%,三是“风险分担不合理-合作关系紧张-工期拖延且质量下滑”这一途径,这一途径不但影响造价还致使项目整体绩效降低^[2]。

风险传递有明显放大效应,初始时 1%的造价风险到项目执行时也许会被放大到 3%~5%,例如有个综合体项目,招标时若忽视地质条件风险会使投标报价低大概 2%,而在施工时因地质问题产生的额外成本最后却达到了合同价的 6.7%,并且分析风险传递机制能发现不同风险因

素相互作用,比如设计不成熟和市场价格波动这两种风险叠加起来会让项目造价风险增加幅度比单一风险影响总和还要多出 30%以上,所以了解这个风险传递机制和影响途径是招投标阶段做好前置性风险防控的关键,能让决策者识别风险来源、打断传递链从而减少风险放大效应。

2 工程招投标阶段建筑造价风险防控策略

2.1 招标文件编制与审核优化策略

招投标活动以招标文件为核心依据,其质量直接关系到造价风险的控制效果,所以要采用如下策略来优化招标文件编制工作:首先要加深前期调研程度,保证工程量清单和设计图纸相一致,因为研究表明,若前期调研充分,清单误差率能从传统的 8%~12%降到 3%以下。其次要推行招标文件编制模式,即把标准化和精细化相结合,并且对关键项目详细设定技术要求和计价依据,尤其要明确界定工程材料规格、施工工艺等关键要素,从而防止后期出现争议。

与此同时,得建立起多层次审核机制以达成技术、经济、法律等多个维度交叉审核的目标,并且 2023 年行业调查表明,实行包含内部审核、专家评审、第三方咨询这三级审核机制的项目,招标文件质量评分平均提升了 23%且相关造价风险发生率也降低了大概 40%,另外招标控制价合理性评估系统也得建立起来并综合运用市场价格数据库、历史案例库和风险因素库以提高控制价编制的科学性与准确性,因为实践显示,依据大数据分析来编制控制价,造价偏差能被控制在 $\pm 3\%$ 以内,比传统方法的 $\pm 7\%$ 水平好很多。

2.2 投标报价精准化与合理化技术

在招投标阶段防控造价风险的关键在于使投标报价既精准又合理,首先要运用像 BIM 技术与造价软件这种数字化工具来提高投标测算的精确度,因为二者集成后能自动提取和计算工程量,从而把传统人工计量 5%左右的误差率降到 1.5%以下,其次要构建项目成本结构模型以精细分析直接成本、间接成本以及利润空间并根据企业的资源状况和项目的特性打造出差异化竞争优势,有数据表明采用结构化成本模型的企业投标后最终项目的盈利率平均比同行高 3.2 个百分点。

通过运用风险补偿系数法来优化报价策略,对于不同风险等级的工作内容设置不同的风险系数,从而提升报价的科学性与抗风险能力,统计 2021—2023 年相关项目的数据显示,合理运用风险补偿系数的投标方案在具有竞争力之余能使合同执行阶段出现亏损的概率降低 43%,另外也能利用情景模拟分析技术对多种市场状况以及项目

执行情况开展前瞻性评估以得出最优报价策略,实践中发现投标报价精确化不但利于企业拿到合同而且能保障项目实施的经济性并给后续造价控制打下稳固根基^[3]。

2.3 风险分担机制设计与合同管理

在工程招投标阶段,合理风险分担机制的建立是造价风险防控的重要保障,要依据“由最能管控与承担风险的一方负责风险”的原则设计科学的风险分配方案,防止传统合同里风险过度向承包方转移或者业主方过度承担的情况发生,研究显示,风险分担机制平衡后能使项目总成本减少 5%~8%,所以要在合同条款里明确各类潜在风险的责任主体、触发条件、索赔程序和补偿标准,尤其针对材料价格波动、工程变更、不可抗力这些高频风险因素设置调价机制,并且引入激励相容机制,设置合理的奖惩条款以引导各方主动避险、优化方案,这几年的实践表明,采用目标成本加激励的合同模式,索赔频率能有效降低 32%,并且项目质量和工期履约率也能得到提升,另外还要建立动态合同管理系统,实现风险监测、预警和应对的全程管理,为各方提供风险防控方面的信息支持和决策依据。

3 工程招投标阶段建筑造价风险防控实证研究

3.1 典型案例分析与风险防控效果评价

为了验证本研究提出的风险防控策略的实际效果,选取 2021—2022 年某省会城市一个投资大概 12.6 亿的大型公共文化建筑项目作典型案例,该项目招投标时用了本研究构建的风险防控体系且全过程风险管控下来成果相当显著。招标文件编制阶段,项目团队找出 18 个关键风险点,如工程量清单描述不清晰、材料规格要求不清楚、工期界线不明朗之类的问题并有针对性地做了修正,在评标定标的时候用综合评估法代替传统的最低价中标法从而有效地避开了恶意低价竞标的风险并且加强合同条款的设计以明确设计变更、材料调差等潜在风险的责任分担机制,最终该项目招投标阶段风险防控策略实际效果验证完毕。经测算,该项目防住造价失控金额约为 4410 万,是项目总投资的 3.5%,比行业平均水平还高(中国建筑业协会 2022 年的数据显示行业平均控制比例是 2.3%),这足以证明本研究提出的风险防控策略在实际工程里既适用又有效。

3.2 风险防控模型构建与应用验证

本研究在前期研究和案例实践的基础上构建起工程招投标阶段建筑造价风险防控模型,该模型以“风险识别-风险评估-风险应对-风险监控”这种闭环管理思路为依托且层次分析法(AHP)和模糊综合评价方法被融入其中,其核心架构包含风险源识别层、风险评估层以及风

险应对层这三个层次,并且风险评估运用风险指数(RI)计算方法。

$$RI=P \times I \times D$$

风险发生概率用 P 表示、风险影响程度用 I 表示、风险可检测性用 D 表示,若 RI 不小于 0.6 就启动高级风险应对机制^[4]。2023 年在商业综合体(投资 5.8 亿)、医疗建筑(投资 7.2 亿)、基础设施项目(投资 9.5 亿)这三个不同类型工程项目上进行了模型应用验证,结果发现,用了这个模型后,招投标阶段商业综合体项目识别出 15 处风险点、医疗建筑项目识别出 21 处风险点、基础设施项目识别出 19 处风险点,实施相应的防控措施之后,项目造价控制得很好,造价偏差率商业综合体项目控制在 2.1%、医疗建筑项目控制在 1.8%、基础设施项目控制在 2.4%,均比住建部 2022 年统计的行业平均水平 3.6% 要低,实证研究显示这个风险防控模型适应性强且很有实用价值,能有效提高工程招投标阶段对造价风险的防控能力。

4 结论

工程招投标阶段的建筑造价风险防控问题是本研究系统分析与实证研究的对象且得出一系列有价值结论。工程招投标阶段是建筑造价风险防控的关键,其风险防控效果直接关系到项目全生命周期投资效益。研究发现,招投标阶段风险主要源于市场波动、法律法规变化、技术条件不确定、信息不对称和人为操作等因素,并且构建“全过程、多层次、系统化”风险防控体系(如完善招投标文件编制、优化评标定标方法、强化合同条款设计、建立风险预警机制等)能有效识别和防控造价风险。经实证分析,合理运用风险防控策略可达到大概 3.5% 的造价风险防控效益,比行业平均水平高很多。

本研究构建的风险防控模型在实际工程里有着很强的适用性与有效性,该模型以“风险识别-风险评估-风险应对-风险监控”这种闭环管理思路为依托且把层次分析法和模糊综合评价方法相结合,从而给工程招投标实践提供了科学的工具与方法方面的支撑^[5]。中国建筑业协会最新数据显示,2022 年我国建筑业总产值达 30.26 万亿元,跟上一相比增长了 6.4%,这么大的市场规模下,要是能防控住 1% 的造价风险,产生的经济效益会非常巨大,所以本研究对提升建筑工程投资效益、规范招投标市场秩序、推动建筑业高质量发展有着重要的理论意义与实用价值。以后的研究可以进一步探究招投标阶段造价风险防控中信息化、智能化技术的应用以及风险防控体系和企业内部控制体系协同机制,从而给行业发展提供更为全面的理论指导与实践参考。

[参考文献]

- [1]王敏.造价控制在工程招投标阶段的研究与应用[J].绿色环保建材,2017(11):184.
 - [2]李晓婉.建筑工程招投标阶段造价控制研究[J].地产,2019(23):51.
 - [3]贺晋军.建筑工程招投标阶段造价控制研究[J].建材技术与应用,2018(5):45-47.
 - [4]冀果果.建筑工程招投标阶段的造价控制研究[J].中国招标,2018(46):32-33.
 - [5]张桂枝.建筑工程招投标阶段的造价控制研究[J].东方企业文化,2014(18):255.
- 作者简介:王俊(1983.4—),女,国家开放大学,工程造价,新疆金玉天城项目管理有限公司,工程造价,初级职称。

供配电系统电气自动化控制技术的研究

王德全

中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司, 四川 成都 610031

[摘要]供配电系统包括供电与配电的两个组成部分,供配电系统在长期使用的环境下很难彻底避免电气故障的形成。将电气自动化控制技术合理应用于供配电系统的勘察设计、运维管理、故障检修等环节,符合降本增效的可持续发展要求,可在最大限度内保证电气设备的正常使用。基于此,本篇文章探讨电气自动化控制技术在供配电系统中的应用路径及其优化方案。

[关键词]供配电系统;电气自动化控制;技术应用

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18040

中图分类号: TM711

文献标识码: A

Research on the Application of Electrical Automation Control Technology in Power Supply and Distribution Systems

WANG Dequan

PowerChina Chengdu Engineering Corporation Limited, Chengdu, Sichuan, 610031, China

Abstract: The power supply and distribution system consists of two components: power supply and distribution. It is difficult for the power supply and distribution system to completely avoid the formation of electrical faults in long-term use. Reasonably applying electrical automation control technology to the survey and design, operation and maintenance management, and fault repair of power supply and distribution systems meets the sustainable development requirements of cost reduction and efficiency improvement, and can ensure the normal use of electrical equipment to the maximum extent possible. Based on this, this article explores the application path and optimization scheme of electrical automation control technology in power supply and distribution systems.

Keywords: power supply and distribution systems; electrical automation control; technology application

引言

电气自动化控制的本质在于利用计算机软件及物联网设备来监测电气设备的运行状况,将供配电设备的保护与调节纳入自动化、智能化的企业管理范围。与传统的供配电系统运维管理方式相比,引进电气自动化控制理念的供配电系统运维管理成效更加显著,在维护人员安全、财产完整的基础上起到优化资源配置的作用。因此如何将电气自动化控制技术应用用于供配电系统的运维管理领域,应成为电气控制模式创新的关键。

1 电气自动化控制技术的基本功能

1.1 保护功能

电气自动化控制的宗旨在于保证电气安全使用,在供配电系统的设计、运维、检修等环节引进自动控制理念,确保电气设备能够长时间运行于安全可靠的空间环境。由此可见,保护功能应当视为电气自动化控制的核心功能。例如对于继电保护装置而言,采用电气自动化的智能保护模式可显著延长装置的使用寿命,并且起到改善继电保护

系统稳定性、可靠性与实时性的作用,有效降低供电中断事故的发生率。

1.2 控制功能

电气自动化控制技术兼具保护与控制的双重功能,其中的电气控制功能应当置于关键地位。企业技术人员在计算机自动控制中心的辅助下,可通过观察人机交互的显示界面来观察系统各终端电气设备的使用情况,从而确保了企业人员做到及时、准确发现电气使用异常,并能够在最短的时间里采取有效的处置方法^[1]。自动化、智能化的供配电运行控制方案具有广泛的适用性,即便是在极端恶劣的空间环境下,也能够保证供配电设备的正常传输。

1.3 监测功能

电气自动化控制技术不仅具备系统安全保障的功能,其还能够针对终端电气设备实施远程监控,使得电气设备的运行隐患获得早期排查与解决。随着当前时期的物联网技术迅速发展,供配电系统中的电气运行监控模式正在朝着物联网、云计算、大数据为主的人工智能方向转型,显

示了物联网技术应用于电气自动化控制的良好成效^[2]。供配电系统一旦出现了使用异常,与之连接的物联网传感器就会发出自动告警信号,从而提醒工作人员对其采取必要的故障处置措施。此外,电气自动化控制的技术手段还能够应用于远程抄表管理,确保企业人员做到全面掌握某一区域电网用户的耗电指标变化,为供配电企业节约了宝贵的人力成本。

2 电气自动化控制技术对于供配电系统的重要性

2.1 提升供配电控制的数智化水平

供配电系统的保护与控制模式应体现智能化、自动化的转型,其本质就是节约电气自动化系统的运维资源,并能够改善供配电设备的使用状态。电气自动化控制技术与供配电系统的有机结合,对于提升供配电运维管理的数智化水平形成显著的影响,在节约供配电系统运维时间成本、人力资源成本的前提下降低了故障发生率。现阶段的供配电企业由于大力推广了电气自动化控制技术,因此可以显著节约企业的运维资源,促进供配电企业的成本效益实现持续提升^[3]。

2.2 优化供配电运维检修的资源配置

在传统的供配电系统运维以及故障检修方式下,企业技术人员通常需要手动检测电气故障点,然后对于供配电设备的故障进行处理,进而导致供配电系统的运维与养护成本过高^[4]。相比而言,引进电气自动化控制技术的供配电设备运维与检修效率更高,能够优化企业资源配置,符合精细化的供配电运维检修发展趋势。从以上角度进行分析,供配电设备如果要实现安全可靠地运行,则不能够缺少电气自动化理念的全面渗透。企业人员能够遵循配网运维检修的规章制度,明确相关机构的职责与权限,从而在最大程度上降低配网检修、定期维护等方面的成本。

2.3 降低供配电设备的故障发生率

供配电系统所在的使用环境较为特殊,供配电设备在整个生命周期的范围内都有可能发生故障,则需要专业技术人员对其采取故障排查与处置的措施。目前在电气自动化控制技术的支撑下,供配电设备的故障排查难度得以显著降低,技术人员可利用物联网的自动传感仪器来排查供配电故障点,客观上起到了缩短设备检修时间、快速恢复供电、保障用户安全等作用,对于提升供配电系统用户的满意度也会形成突出的影响。电气自动化技术能够支持配网检修人员精准锁定电气故障点,对于全面排除配网运行中的常见隐患具有良好的实施成效,有力推动了配网维修以及设备检测的工作效率提升。

3 电气自动化控制技术在供配电系统中的应用要点

3.1 采集配网用户信息

供配电系统的用户规模庞大,采集供配电系统用户信息的操作难度也是较大的。相关部门只有充分重视电气自动化控制的技术手段采用,其才能够在根源上降低配网用户信息的采集与分析难度,使得企业人员做到全面了解配网用户的基本情况因素。在实际工作中,配网企业采集用户信息的操作过程有可能受到地形地貌、自然气候、人为失误等多个方面的不利影响,客观上需要相关负责人员充分利用大数据的建模辅助工具,通过建构一体化、动态化的用户信息采集模型加以改进。配网数据采集的相关负责人员还应重视计算机数据库的存储作用发挥,进一步加强对配网用户档案的更新与维护,推动配网用户信息的采集、分析与共享工作朝着自动化的方向转变。引入人工智能的远程自动化抄表技术,切实防止企业人员在抄表过程中发生关键数据的遗漏或者错误,有效预防盗电事故的发生^[5]。

3.2 诊断与检修设备故障

经过长期使用的供配电设备很难避免发生故障,电气自动化控制技术在诊断与处理系统故障方面发挥了不可替代的作用。为快速恢复供配电系统的正常使用,技术人员首先需要明确供配电设备的故障点,然后对于发生故障的设备构件进行更换或者修复。例如在低压配电柜出现使用故障时,技术人员需要在第一时间利用自动传感仪器来检测故障点,并需要迅速切断低压配网的故障区域电源,在妥善隔离低压配电柜故障的基础上降低配网运行损失,确保该区域用户能够快速恢复供电。配电箱以及配电柜的设备故障发生率相对较高,从而决定了供配电企业的负责人员对其需要保持高度的警惕性。企业技术人员应遵循因地制宜的设备故障诊断以及运维养护原则,针对损耗程度比较显著的电网终端设备采取动态监测的改进方案。

3.3 电网结构设计与动态控制

配网结构设计的合理性直接关系到整个供配电系统的使用效能实现,优化电网结构的布局设计应当建立在电气自动化控制的基础上。当前时期的供配电企业应进一步加强对电网终端设备的远程控制管理,秉持防患于未然的指导思想,将动态控制的基本原则贯穿于电网运行的全过程。配网结构的设计方案丰富多样,企业人员需结合配网用户提供的反馈信息,采取因地制宜的设计优化思路。同时需要全面加强针对配网运行过程的远程监测预警,突破事后处置故障的做法,将供配电系统的安全预警关口进行有效地前移。将 PLC 的可编程逻辑控制器引进供配电系

统，在发送与传输逻辑控制指令的前提下维护供电稳定，确保配网各终端设备都能够实时接收自动控制指令，经反馈得出更加完整而准确的运行状态信息。

4 电气自动化控制技术在供配电系统中的完善路径

4.1 引进物联网的传感检测仪器

物联网传感器具有物物互联的性质，智慧用电安全管理平台能够将维保企业、监管部门、配网用户连接成为有机的统一体^[6]。为发挥物联网技术在保障供配电系统安全使用方面的作用，最关键的就是要突破部门边界，构建远程一体化的自动传感监测控制平台。具体针对高压柜、变压器、配电柜以及配电箱等核心设备在实施远程自动化监测的过程中，相关部门应准确把握供配电终端设备的使用异常，做到详细了解供配电设备的安全隐患及其风险等级。

物联网原理下的供配电监控管理平台还能够整合碎片化的资源，集成了数据挖掘、信息存储、档案资料共享的多个方面功能，有效消除供配电系统的自动化监测盲区。此外，“中压电源的自动控制系统”应当配合物联网传感器而共同发挥作用，该系统具体涉及到如下的使用要求：

系统处于正常运行时，两路市电的电源投入供电，对于主母线应当采用单母线分段运行的模式，母联开关与两路油机的进线开关处于分闸位置；两路市电的其中任何一路市电电源失电时，需立即断开故障电源开关，确保母联开关闭合，然后由另外一路市电电源供电。

如下图 1，为物联网传感监测设备在供配电系统中的应用方案：

4.2 妥善切断与隔离故障区域

供配电系统在发生故障的状态下，系统检修人员应迅速隔离故障设备，以防表现为故障范围扩大的现象。具体需要利用自动化的电气故障隔离开关，企业技术人员应当在准确排查故障点的基础上采取果断的隔离措施，然后再去更换或维修电气故障部件。在供配电系统的检修实施阶段，应当切断供配电系统的电源开关，以避免检修作业人员发生触电伤害的事故。智能变配电系统主要采用嵌入式的人工智能技术，有机融合了多种智能组件以及数字化监测控制设备。该系统除具备传统的配电系统功能之外，还具有远程调度、设备老化分析、故障快速诊断、设备资产管理等复杂多样的功能，其可以确保在更短时间里切断故障设备的电源装置，以期实现有序恢复配网运行的目的。



图 1 物联网传感监测设备在供配电系统中的应用方案

技术人员在准确识别故障线路、故障设备的同时,应快速切断电源并采取有效的故障排除方案,并能够迅速排除配网的安全使用故障。引进自动化的故障线路隔离方案,企业需要全面加强防火安全检查,针对供电系统的重点部位需配备防雷接地的安全保护设施,避免供电设备在遇到明火、静电或者雷击的情况下发生重大事故。除了以上的技术创新措施之外,现阶段的供配电企业人员还应全面加强针对设备老化、腐蚀、绝缘失效等风险的监测管理。相比于事后处置的供配电运行管理模式而言,引进事前预警控制的理念更加有助于供配电设备保持长期的安全可靠使用。如下图2,为电气故障隔离开关:



图2 电气故障隔离开关

4.3 加强供配电设备的远程巡察管控

智能供电系统的重要功能就在于远程自动化监控,供配电企业目前有必要加强针对该领域的技术研发投入,将物联网与云计算等先进技术手段引进供配电设备的智能化巡察管理。供配电企业人员还要做到准确把握特定区域用户的用电频率、用电高峰时段、常见故障的应急处置方案等因素,加强对配网基础设施的定期巡查力度。在电网用电高峰到来时,应及时开启人工智能的自动保护控制装置,使得配网资源获得最优化的配置与利用。此外,供配电企业的相关工序人员应当增进沟通,构建一体化的工序衔接保障机制,充分利用供配电远程自动控制的数据库

平台来促进部门协同。

加强针对供电网络终端设备的远程巡察,还应当体现在人工智能数据中心的智慧化运维目标实现。具体需要通过智能设备来实施大数据监测分析,采用前置化的控制逻辑理念作为支撑,可以针对配网能源的消耗趋势进行准确的评估。当前时期的供配电企业还应当进一步加强电网统筹调度以及智能管理,严格落实错峰用电管理的规章制度。供配电系统应当能够自动判断用户用电的波谷期,以此为依据自动开启数据中心的储能充电机制。智能设备还可以针对远程数据中心的供电质量、断电时间、断电时长、断电次数进行全方位的采集汇总,形成“日常供电报告”,发挥故障预判与状态监测的双重功能。在保障企业正常生产运行的同时,维护配网用户的人身安全与财产权益。

5 结束语

综上所述,供配电系统的电气自动化控制技术集成了保护与控制的两项基本元素,为供电设备的安全运行提供了有力的保障。当前背景下的供配电系统应用领域逐步扩大,体现了电气自动化控制贯穿于供配电系统全寿命周期的意义所在。为了进一步发挥电气自动化控制技术的功能,重点就是要加强对供配电设备的运行监测,做到及时、准确察觉供配电设备在使用阶段的风险。并需要重视物联网的自动传感仪器采用,依托人工智能技术提升供配电系统的可靠性,在根源上降低供配电设备的故障发生率。

[参考文献]

- [1]许素玲.基于力控FCPower的智能供配电系统功能设计与开发[J].价值工程,2025,44(25):153-159.
- [2]盖峰.基于物联网技术的采油厂供配电系统远程控制方法[J].电气时代,2025(8):89-91.
- [3]郭盛涛.数据驱动技术在电气自动化供配电节能系统中的应用[J].自动化应用,2025,66(10):197-199.
- [4]周晨馨.供配电系统中的自动化技术分析[J].集成电路应用,2025,42(5):344-345.
- [5]杨珂,俞英麒.供配电系统电气自动化控制技术的研究[J].中国新通信,2023,25(8):56-58.
- [6]张轶,郎凯,宋海涛,等.供配电系统中电气自动化技术的应用[J].电工技术,2022(2):93-95.

作者简介:王德全(1982.2—),西华大学,就职单位:中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司工程分公司,职务:设备物资部,设备技术岗,职称:中级工程师。

小型办公建筑 VRV 空调系统运行能效提升策略

冯 探

石家庄市建筑设计院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]小型办公建筑 VRV (Variable Refrigerant Volume) 空调系统运行能效的提升是此文的研究内容, 通过监测分析某典型小型办公建筑 VRV 系统的实际运行数据, 发现该系统在运行时存在负荷率低、能效比下滑、控制策略不合理的状况, 在分析这些问题的基础上提出包含优化系统配置、改进运行控制策略以及强化设备维护管理的综合提升方案, 研究运用实测与模拟相融合的方法构建起 VRV 系统能耗预测模型, 并且对比优化前后系统性能参数的变化来验证所提策略的有效性, 结果显示合理调整室内外机组配比能使系统冷媒管路压降减少 5%~8%, 依据负荷预测的启停控制策略可让系统能耗降低 12%~15%, 对水泵和风机加装变频技术进行改造能达到 10%~20%的节能效果, 定期清洗维护换热器可使系统制冷系数 (COP) 提升 8%~10%, 这一研究成果给小型办公建筑 VRV 空调系统节能运行提供技术支撑与实践指导, 对提高建筑能源利用效率有重要的参考意义。

[关键词]VRV 空调系统; 小型办公建筑; 能效提升; 运行控制策略; 节能改造

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18017

中图分类号: TU834.25

文献标识码: A

Strategies for Improving Energy Efficiency of VRV Air Conditioning Systems in Small Office Buildings

FENG Tan

Shijiazhuang Architectural Design Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: The improvement of operational energy efficiency of VRV (Variable Refrigerant Volume) air conditioning system in small office buildings is the research content of this article. Through monitoring and analyzing the actual operational data of a typical small office building VRV system, it was found that the system has low load rate, decreased energy efficiency ratio, and unreasonable control strategy during operation. Based on the analysis of these problems, a comprehensive improvement plan including optimizing system configuration, improving operational control strategy, and strengthening equipment maintenance management was proposed. The method of combining actual measurement and simulation was used to construct VRV The system energy consumption prediction model was used to verify the effectiveness of the proposed strategy by comparing the changes in system performance parameters before and after optimization. The results showed that adjusting the ratio of indoor and outdoor units can reduce the pressure drop of the refrigerant pipeline by 5% ~ 8%. The start stop control strategy based on load prediction can reduce system energy consumption by 12% ~15%. The retrofitting of water pumps and fans with frequency conversion technology can achieve energy-saving effects of 10% ~20%. Regular cleaning and maintenance of heat exchangers can increase the system's coefficient of performance (COP) by 8% ~ 10%. This research achievement provides technical support and practical guidance for energy-saving operation of VRV air conditioning systems in small office buildings, and has important reference significance for improving building energy utilization efficiency.

Keywords: VRV air conditioning system; small office buildings; energy efficiency improvement; operational control strategy; energy saving renovation

引言

全球能源危机和环境问题愈发凸显使建筑节能被世界各国重点关注, 因为全球总能耗中建筑能耗占比约 40% 且建筑总能耗里空调系统能耗占比为 40%~60%, 中国建

筑节能协会统计过, 2020—2023 年中国建筑能耗每年平均增长率为 5.2% 且办公建筑空调系统能耗增长特别明显, 在各种空调系统里变冷媒流量 (Variable Refrigerant Volume, VRV) 空调系统因灵活、舒适、节能而在小型办

公建筑里的应用越来越广，最新市场调研数据表明到2022年时VRV系统在中国小型办公建筑里的渗透率达65%比2018年增加了近20个百分点。

VRV空调系统是一种由一台室外机管控多台室内机来达成分区调节与个性化控制的高效多联式空调系统，理论上其节能性较传统中央空调要好15%~30%，但在实际运用时，VRV系统的运行能效往往达不到设计预期，因为中国制冷空调工业协会2021年调查报告显示，实际运行中的VRV系统能效比(EER)平均比额定值低20%~35%，系统配置不合理、运行参数设置不恰当、维护管理不到位等诸多方面因素造成了这么大的差距，并且在小型办公建筑里，由于专业管理人员少、负荷特性复杂等因素，VRV系统的能效损失问题更严重。

VRV系统方面，目前的研究大多着眼于设计优化、部件改进等，却忽视了对系统实际运行时能效提升策略的关注，针对这种情况，本文对某个典型小型办公建筑的VRV系统进行了为期一年的实测与分析，从而识别出运行中能效的损失点，并且从系统配置优化、压缩机控制策略调整、电子膨胀阀精确调控以及室内外机协同运行等多个角度给出了有针对性的提升策略，通过研究不仅揭示了VRV系统实际运行时能效损失的原理，还提供操作性很强的优化方案，这为小型办公建筑空调系统的节能运行提供了科学依据和技术指导。

在对小型办公建筑VRV空调系统的应用特点以及能耗构成进行分析后，要依据实测数据探究系统运行参数和能效之间的关系并对典型运行问题带来的能效损失加以评估，然后从系统配置优化和控制策略改进这两个方面提出能效提升的技术方案且通过对比实验来验证各策略的节能效果，这一研究结果在提高小型办公建筑VRV空调系统能源利用效率、削减建筑运行成本以及减少碳排放上有着重要的实践意义和应用价值。

2 VRV空调系统运行现状及能效问题分析

2.1 小型办公建筑VRV空调系统应用特点

小型办公建筑(建筑面积一般在5000m²以内)应用VRV空调系统有很明显的特性，因为这种建筑功能分区多种多样，办公区、会议室、接待区等功能不同的区域冷热负荷需求差别巨大且负荷波动十分频繁，2022年中国建筑科学研究院调研数据显示小型办公建筑空调系统平均运行负荷率仅在45%~60%之间而负荷波动系数能达到0.65，并且小型办公建筑往往没有专业的能源管理团队，所以VRV系统大多由非专业人士操作维护，系统参数设定经验化、随意化的现象比比皆是，另外由于投资受限，

小型办公建筑设计VRV系统时常存在重视舒适性而不重视节能性的倾向且系统容量普遍过大，2021年节能监测数据表明我国小型办公建筑VRV系统平均容量冗余率为25%~35%比大型公共建筑的15%~20%高不少。

这类建筑的VRV系统运行模式固定且使用强度不均。调查表明，核心办公区全天使用而会议室、培训室等房间使用率不到40%，从而使系统整体负荷率低能耗却比较高，这些共同构成小型办公建筑VRV空调系统的应用环境并且是制定性能提升策略的依据^[1]。

2.2 VRV系统能耗构成及影响因素

表1展示了VRV空调系统的能耗构成与各部分所占比例，在对30栋小型办公建筑VRV系统能耗监测数据加以统计分析之后明确了各个组件的能耗占比以及主要影响因素。

表1 VRV空调系统能耗构成及主要影响因素

系统组件	能耗占比(%)	主要影响因素
室外机组压缩机	65~75	冷凝压力、蒸发压力、系统负荷率、冷媒过热度
室外机组风机	8~12	冷凝温度设定、环境温度、风机效率、散热器结垢程度
室内机组风机	10~15	风机类型、送风温度设定、风量控制策略
控制系统及其他	3~7	控制精度、传感器灵敏度、系统复杂度

VRV系统的能耗受两类关键因素影响，一类是像室外气象条件、建筑围护结构特性以及室内热扰项变化这类外部环境因素，另一类是诸如制冷剂充注量、压缩机启停频率、电子膨胀阀开度、室内外机组匹配比之类的内部控制参数，并且研究显示在小型办公建筑里不合理地设置控制参数会使VRV系统能耗增加15%~30%，部分负荷运行的时候尤其如此，因为那时压缩机频繁启停和电子膨胀阀调节不当是能效损失的主要原因，近三年实测数据特别能体现这一点。

2.3 运行参数与能效关系实测分析

本研究为明确VRV系统运行参数和能效之间的关系，对一栋建筑面积3200m²的典型小型办公建筑开展了为期12个月的监测，结果表明系统能效比(EER)与部分负荷率有着明显的非线性关系，当系统负荷率处于40%~70%区间时EER达到最佳值，若负荷率小于30%或者大于85%，EER会大幅降低且最大降幅能达到45%，这一结果跟2020年国际能源署(IEA)发布的VRV系统性能

报告结论大致相同。

系统 EER 还被蒸发温度和冷凝温度这两个关键参数所影响,实测数据显示在确保舒适性的条件下蒸发温度每增加 1℃ 系统 EER 就能提升 2.5%~3.5% 且冷凝温度每减少 1℃ 系统 EER 也能提高 2%~3%, 但实际运行时由于控制策略不妥,系统蒸发温度大多偏低,平均比设计值低 2.5℃, 而冷凝温度却很高,平均比设计值高 3.2℃, 从而能效损失相当严重, 并且制冷剂充注量有偏差也很重要, 因为监测显示系统制冷剂充注量平均离最优值有 15% 的差距, 大概造成 10% 的能效损失。

2.4 典型运行问题及能效损失评估

长期监测与分析样本建筑 VRV 系统的运行状态后识别出四类典型运行问题以及这些问题给能效带来的影响, 首先系统容量配置不合理, 具体体现为室内外机匹配比例失调且总容量过大, 实测数据表明样本建筑 VRV 系统室内外机匹配比平均值达 130% (推荐的 120% 是上限), 系统总容量比实际最大负荷大概多 25%, 从而全年平均负荷率只有 38% (这远低于能效最优区间), 于是能效损失了约 12%。

压缩机控制策略不当会导致启停频繁且变频范围受限, 数据记录表明过渡季节时压缩机平均每小时启停 4.5 次, 推荐值是每小时不超过 2 次, 所以这个次数明显过高, 并且变频范围大多在 30Hz~45Hz 之间, 没有充分利用 20Hz~90Hz 的全频率范围, 从而造成了大概 15% 的能效损失, 另外电子膨胀阀调节不够精确, 过热度控制偏差平均达到正负 5℃, 这也致使约 8% 的能效损失了。

室内外机协同性差主要体现在送风温度设定不合理以及除霜控制不当上, 供暖模式时室内送风温度平均被设定成 40℃, 这比舒适的 35℃ 要高, 并且除霜太频繁, 平均每 3 个小时就一次而不是建议的 4~6 个小时一次, 这两个方面共同影响造成了大概 10% 的能效损失, 综合评估一下就能看出这些问题加起来让系统能效损失了大约 45%, 跟理论上的最优性能有着很大差别, 这说明小型办公建筑 VRV 系统节能潜力巨大^[2]。

3 VRV 空调系统能效提升关键技术

3.1 基于负荷特性的系统优化配置

小型办公建筑负荷特性复杂多变, 而以负荷特性为基础对系统进行优化配置是提高 VRV 系统能效的根本举措, 通过研究对样本建筑全年冷热负荷特性精细分析并用频率分布法确定最优系统容量, 结果显示系统总容量从原设计值降低 15% 且室内外机匹配比从 130% 调到 115% 时系统年平均负荷率就能提升到 55% 进而进入能效最优区间,

并且采取功能分区的系统布局策略把使用时段与温度需求相近的区域放在同一个系统中能将部分负荷运行时间减少大概 25%。

小型办公建筑有其特点, 基于这些特点引入“核心-外围”分区设计理念, 把全天运行的核心办公区和间歇使用的会议室、培训室等区域放在不同系统中, 实测发现这种配置方式能使系统冷媒管路压降减少 5%~8% 且让系统整体能效提高约 10%, 这一优化配置策略不但适合新建项目, 在既有建筑改造时也有很强的指导意义。

3.2 压缩机变频控制策略优化

在 VRV 系统里, 压缩机是最主要的耗能部件, 所以其控制策略对系统能效起着决定性作用。有研究人员根据实测数据开发出一种自适应变频控制策略, 该策略能够实时监测室内温度偏差、变化速率以及室外环境参数并动态调整压缩机的运行频率。这一策略运用了模糊 PID 控制算法, 把传统单一的温度偏差控制拓展成多参数综合控制, 从而有效减少压缩机频繁启停和频率波动的情况。测试结果显示, 控制策略优化后, 压缩机启停频次降低了 65%, 运行频率范围也从原来的拓展到了 20Hz~85Hz^[3]。

小型办公建筑负荷波动大, 针对这一特点引入了基于负荷预测的启停控制策略, 该策略借助历史负荷数据与短期预测模型预先调整压缩机运行状态以防止负荷突变造成频繁启停的情况, 实测数据表明这一策略能将系统能耗降低 12%~15% 且在部分负荷条件下效果更佳, 与此同时压缩机平均运行寿命有望延长 20%~30% 从而间接让系统维护成本随之降低, 如图 1 所示。

3.3 电子膨胀阀开度精确调控技术

制冷剂流量和系统过热度直接受电子膨胀阀 (EEV) 开度控制的影响, 所以这是影响 VRV 系统性能的关键要素, 传统 EEV 控制大多以单一过热度参数为基础, 因此难以适应小型办公建筑复杂多变的负荷情况。一种基于多参数耦合的 EEV 精确调控技术被研发出来, 这一技术综合考虑蒸发温度、过热度、压缩机频率和负荷率等因素, 并建立起 EEV 开度与系统能效的多维映射关系, 它运用自学习算法, 可依据系统运行的历史数据持续优化控制参数, 使过热度控制精度达到 $\pm 1.5^\circ\text{C}$, 与传统控制相比提升了 70%。

部分负荷运行条件下, 人们研究引入“脉冲调制开度控制”方法, 不再直接调整电子膨胀阀 (EEV) 开度而是改变其开启时间比例, 从而有效解决小流量时 EEV 控制精度不够的难题, 经实验验证, 优化 EEV 控制技术后, 系统能效系数 (COP) 可提升 5%~7%, 在低负荷工况下改善更明显, 过热度波动幅度降低 65%。

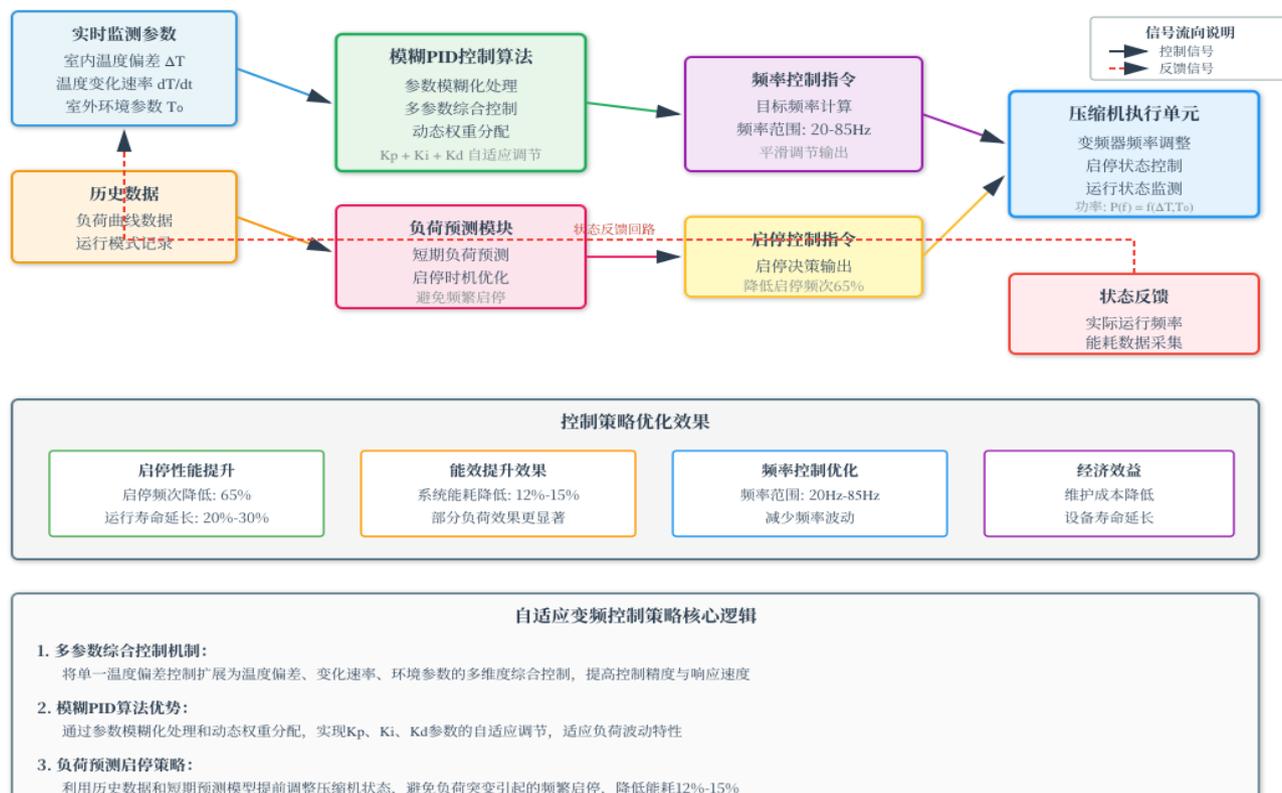


图1 压缩机自适应变频控制策略优化机制

3.4 室内外机协同运行策略

VRV 系统能效提升中室内外机协同运行是重要一环,研究提出基于温度梯度的送风温度动态调控策略,该策略依据室内温度与设定温度的差值动态调整送风温度以避免传统固定送风温度带来的能源浪费,在制冷模式下送风温度每提高 1℃系统能耗就能降低大概 3%,供暖模式下送风温度每降低 1℃系统能耗可减少约 2.5%,测试结果显示动态送风温度策略平均比固定送风温度策略节能 8%~10%且室内舒适性也得以提升。

寒冷地区冬季除霜是个难题,针对这一问题研发出依据热泵运行效率的智能除霜控制策略,该策略能实时监测室外换热器表面温度、环境温度、压缩机功率等参数以精准判定除霜启动时机从而防止不必要的除霜操作,其运用数据驱动的决策模型把除霜间隔时间由固定值改成动态值,在确保换热效率的基础上将除霜频次降低了大约 35%,实测数据表明在寒冷地区使用优化后的除霜控制策略供暖能耗可降低 12%~18%且室内温度波动也减少了从而使用户的舒适体验得到提升^[4]。

4 VRV 空调系统运行能效提升综合策略及验证

4.1 基于实时负荷的自适应控制策略

小型办公建筑 VRV 系统存在部分负荷率低的情况,

针对这一问题,本研究开发出基于实时负荷的自适应控制策略,该策略依托建筑管理系统(BMS)实时采集室内温度、湿度以及人员密度等参数并结合气象预报数据以预测未来 24h 建筑冷热负荷的变化趋向,建筑能源管理领域的近期数据显示 2020—2023 年期间小型办公建筑使用自适应控制后平均能效提升 18.7%,控制系统运用模糊逻辑算法动态地调整压缩机运行频率、电子膨胀阀开度以及风机转速从而使系统运行状态与实际负荷精确匹配,避免过度供冷或者供热造成的能源浪费且保障室内环境舒适度。

4.2 多目标优化调控算法设计

本研究设计了一个多目标优化调控算法,这个算法能综合考虑能耗最小化、舒适度最大化以及延长设备寿命这三个目标,其利用加权目标函数并按照建筑使用的特性动态地调整各个目标的权重。构建的数学模型把制冷量、功率消耗、室内 PMV 指标还有设备使用周期这些关键变量都涵盖进去了。中国制冷空调行业协会 2022 年的报告显示,在 VRV 系统中多目标优化控制的应用率从 2019 年的 28%增长到了 2023 年的 47%,而这一算法借助粒子群优化(PSO)方法求出最优运行参数组合以达成系统 COP 提升与用户舒适度之间的平衡并且依靠压缩机均衡运行策略来延长关键部件的使用寿命。

4.3 云平台远程监控与智能诊断

基于云平台的 VRV 系统远程监控与智能诊断平台被研究构建起来,能够实现实时监测系统运行状态、分析数据以及预警故障,其采用边缘计算和云服务相结合的架构,本地完成基本数据处理而云端执行复杂分析任务,从而有效减轻网络传输压力。智能楼宇研究协会 2023 年发布数据表明,中国商业建筑智能监控平台的应用率达 65.3%,且年均增长率保持在 8.2%^[5]。平台集成的智能诊断模块以深度学习算法为基础,通过对系统运行参数波动模式的分析,能提前 14~21d 预测潜在故障并主动发出维护提示,使被动维修变为预测性维护,进而让系统非计划停机时间大大降低。

5 结论

本次研究对小型办公建筑 VRV 空调系统运行能效提升这一问题进行了系统性探究,且提出与验证多项创新策略,其中基于实时负荷的自适应控制策略可让系统供给与实际需求精确匹配,从而大幅削减部分负荷运行能耗,而多目标优化调控算法能在保障舒适度的基础上达成系统运行参数的最优组合,此外云平台远程监控与智能诊断技术改变了传统被动维修模式以延长设备使用寿命,经案例

验证,综合运用这些策略能使 VRV 系统能效提高 22.6% 且经济效益与环境效益都很显著,本研究结果给小型办公建筑 VRV 系统节能运行提供了可施行的技术方案与实践经验对推动建筑节能减排目标的实现很有价值,以后的研究会进一步探寻人工智能技术在空调系统运行优化方面的深度应用。

[参考文献]

- [1]薛庆琳.提升公共建筑暖通空调系统能效的策略[J].四川建材,2024(11):237-238.
- [2]宜小芳.公共建筑中暖通空调系统能效提升策略分析[J].建材发展导向,2024(11):48-50.
- [3]李汶芊.公共建筑中暖通空调系统效能提升策略分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023(26):193-195.
- [4]常泉珏.公共建筑中暖通空调系统效能提升策略分析[J].建材与装饰,2018(47):47-48.
- [5]叶耀蔚.公共建筑中暖通空调系统效能提升策略分析[J].智能建筑与智慧城市,2018(7):26-27.

作者简介:冯探(1991.4—),毕业院校:石家庄铁道大学,所学专业:建筑环境与设备工程,当前就职单位:石家庄市建筑设计院有限责任公司,职称级别:高级工程师。

征 稿

《建筑工程与管理》由新加坡Viser Technology Ptd Ltd主办，ISSN: 2661-4405 (印刷)。本刊长期以来注重质量，编排规范，选稿较严格，学术水平较高，深受高校教师及科研院所研究人员青睐。期刊是一个开放获取刊，致力于出版建筑领域的高质量学术论文。同时为建筑工程技术人员和专业人士提供一个交流和信息交换平台，文章被万方数据库等权威数据库收录。

《建筑工程与管理》秉承科学精神，以促进学术交流、科技进步，提高工程建设水平为宗旨，为推动建筑设计、建筑材料、建筑技术、城市规划、市政园林等领域的科研、设计、施工方面的最新研究成果与工程实践总结服务。

《建筑工程与管理》期刊的主要栏目有：

建筑设计、建筑工程、施工技术、材料科学、工程管理、市政园林、机电机械、城乡规划、石油化工、勘察测绘、节能环保、预算造价等。

鼓励建筑界各领域的专业技术人员和管理人员以及大专院校相关专业的师生和科研人员来稿，有关国家科技计划、自然科学基金和各种部门、地方、院所科技基金资助项目的文章优先发布。

征文格式与要求：

(1) 论文要求：论点新颖，论证充分；设想可行，结论可靠；条理分明，书写清楚，用字规范，上交电子文件（word格式）。

(2) 论文格式：题目、作者姓名、工作单位、省份及邮政编码、中英文内容摘要（150字符-300字符为宜）及关键词（3-5组为宜）、正文、参考文献。（附个人简介、邮箱、联系方式及详细收件地址，如：省、市、区、路）。

(3) 论文篇幅：字符数要求在5000-8000字符之间。

投稿网址：www.viserdata.com



Viser Technology Pte. Ltd.

公司地址

195 Pearl's Hill Terrace, #02-41, Singapore 168976

官方网站

www.viserdata.com

ISSN 2661-4405



9 772661 440259