



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

10

第7卷 总第76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10期（总第76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: 10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

基于 BIM 技术的道路与桥梁一体化协同设计应用研究 ...

王永鹏 1

适老化住宅建筑的无障碍设计与细节优化 ..... 刘 静 4

挖掘住宅建筑的亮点并将其在室内设计中贯穿及强化 ——

谈滇池高尔夫 L217 室内设计项目 ..... 田 梦 钟 平 徐 静 普华东 8

#### 建筑工程

城市道路交通工程施工质量控制的探讨 ..... 梁葱葱 12

工民建施工中墙体裂缝的诱因及预防措施 ..... 叶兴丽 16

绿色节能理念下建筑暖通施工问题及措施探讨 ..... 马 良 祁俏莉 20

房屋建筑工程防渗漏施工技术关键点的分析 .... 章金辉 24

深入解析建筑施工管理及绿色建筑施工管理策略 ..... 陈水木 28

#### 施工技术

公路养护中绿色施工技术的应用与发展 ..... 郑虎强 32

高速公路养护施工安全管理方法研究 ..... 袁 勇 36

绿色建筑施工技术在建筑工程中的实践探讨 ..... 樊 慧 40

公路桥梁施工监测技术发展趋势与工程实践研究 ..... 宋全龙 44

公路工程施工中灌浆技术的应用分析 ..... 严迎雪 48

#### 工程管理

大数据背景下智能监控在建筑施工安全管理中的应用研究 .....

陆仕安 52

信息化技术在水利工程施工中的应用研究 .....

艾孜买提·阿布都热衣木 56

面向全生命周期的 AI 大模型赋能供热管理数智化升级研究 .....

赵会猛 张奇奇 杨思雨 60

公路工程施工中填石路基施工技术应用分析 .... 马忻仪 64

建筑电气安装工程质量问题及预防措施研究 .... 周益文 68

智能化技术在建设工程管理中的应用前景研究.....  
.....李 月 谷俊义 72

## 机电机械

谈 PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用...王晓荣 75  
筑路养路机械智能化改造与道路养护效率提升研究.....  
.....郭 涛 79

## 石油化工

油气田开发过程中的安全风险识别与防控对策.....  
.....白 涛 83

## 勘察测绘

无人船水下测绘系统的自动化控制与实时数据处理研究  
.....郭晓锋 87  
基于测绘成果的生态整治项目设计与实施研究.....  
.....张继岭 91

## 预算造价

建筑造价影响因素的实证分析与优化建议.....王 俊 95  
论建筑项目土建造价成本管理的控制策略.....牛晓玉 99  
工程预算管理对建筑工程造价控制的作用.....何 琳 103  
论土建工程造价成本管理的控制方法.....于立然 107

## 探讨交流

有色金属矿选矿的清洁生产评价体系构建.....侯君一 111  
老旧泵站设备更新改造方案及效益分析.....  
.....宋 扬 周 洁 115  
电力现货市场条件下水库多目标协同调度方法研究.....  
.....肖卫国 119  
基于多能协同的水风光一体化运行控制策略研究.....  
.....李 杰 123

## 基于 BIM 技术的道路与桥梁一体化协同设计应用研究

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]随着交通基础设施建设向智能化、精细化发展,传统道路与桥梁分段式设计模式已难以满足复杂工程需求。文章提出“道路与桥梁一体化协同设计”新理念,以 BIM (建筑信息模型) 技术为核心支撑,构建涵盖规划、设计、施工全过程的集成化工作平台。通过建立统一数据标准与多专业协同机制,实现结构、路线、地质等多源信息深度融合,提升设计效率与质量。结合某城市快速路改扩建工程案例验证表明,该模式可缩短设计周期 30% 以上,减少专业间错漏碰缺问题 60%,显著增强项目全生命周期管理能力,为智慧交通建设提供技术路径支持。

[关键词]BIM 技术;道路与桥梁;一体化设计;协同设计

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18236 中图分类号: TU17 文献标识码: A

### Research on the Application of Integrated Collaborative Design of Roads and Bridges Based on BIM Technology

WANG Yongpeng

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

**Abstract:** With the development of intelligent and refined transportation infrastructure construction, the traditional segmented design mode of roads and bridges is no longer able to meet the needs of complex engineering. The article proposes a new concept of "integrated collaborative design of roads and bridges", with BIM (Building Information Modeling) technology as the core support, to build an integrated work platform covering the entire process of planning, design, and construction. By establishing a unified data standard and a multi-disciplinary collaboration mechanism, deep integration of multi-source information such as structure, route, geology, etc. can be achieved to improve design efficiency and quality. Based on the verification of a case study of a certain city's expressway renovation and expansion project, this model can shorten the design cycle by more than 30%, reduce errors, omissions, collisions, and deficiencies between specialties by 60%, significantly enhance the project's full lifecycle management capabilities, and provide technical path support for smart transportation construction.

**Keywords:** BIM technology; roads and bridges; integrated design; collaborative design

#### 引言

在新型城镇化和交通强国战略背景下,道路与桥梁工程日益呈现规模大、结构复杂、环境敏感等特点。然而,当前设计实践中仍普遍采用“先路线后结构”的割裂模式,导致专业协同困难、信息传递失真、变更频繁等问题。BIM 技术以其三维可视化、参数化建模与信息集成优势,为解决上述难题提供了新思路。本文突破传统 BIM 仅用于单体桥梁或路段建模的局限,提出“道路与桥梁一体化协同设计”创新框架,强调从项目初期即实现路线线形、桥涵结构、地质条件、管线布置等多专业同步交互与动态优化。该研究不仅丰富了 BIM 在交通工程中的应用内涵,也为推动行业数字化转型提供理论支持与实践范例。

#### 1 BIM 技术支持下的一体化协同设计理论体系构建

##### 1.1 “道路与桥梁一体化协同设计”新理念解析

道路与桥梁一体化协同设计是一种以 BIM 平台为技术底座,打破传统专业分割的设计范式。该模式强调在项目初期即整合路线、结构、地质、排水、交通工程等多个专业团队,在统一数字环境中开展并行设计与动态交互。设计过程中,路线线形的调整可实时驱动桥梁跨径布置与墩台定位,地质条件变化能自动触发基础形式优化建议,各专业模型之间建立逻辑关联而非简单拼接。其核心特征体现为全专业集成,实现信息无缝流转;全过程覆盖,贯穿规划、方案至施工图阶段;全要素关联,将几何形态、

材料属性、施工工艺等数据深度融合。

### 1.2 BIM 模型层级划分与数据标准建立

依据项目阶段需求，采用 LOD 100 至 LOD 400 分级体系，明确各阶段模型精度要求，如概念设计阶段侧重体量与空间关系，施工图阶段则需包含钢筋细节与预埋件信息。制定适用于道路桥梁工程的扩展 IFC 信息编码规则，对构件类型、功能属性、生命周期阶段进行标准化定义。统一采用国家大地坐标系与高程基准，确保全线空间位置一致性，规范单位制与命名规则避免歧义。数据交换依托 IFC 通用格式实现跨平台共享，COBie 标准用于交付运维所需设备信息。轻量化模型通过 WebGL 或专用引擎发布，支持移动端浏览与审查，满足多方参与的信息获取需求。

### 1.3 协同工作机制设计

采用中央模型与本地工作集相结合的模式，所有设计人员基于同一云端主模型开展作业，定期同步更新内容，保证数据唯一性。系统设置角色权限管理，区分建模、审核、查看等操作级别，防止误改与数据泄露。版本控制系统记录每次修改的时间、人员与变更内容，支持回溯与比对。设定周期性的碰撞检测任务，自动识别结构与管线、桥下净空与道路标高等潜在冲突，并生成报告推送相关责任人。设计评审通过在线协同平台进行标注与会签，变更指令自动生成工单并追踪执行状态，形成从发现问题到闭环处理的数字化管理链条，确保设计过程可控、可管、可追溯。

## 2 关键技术实现路径

### 2.1 多源数据融合建模技术

利用无人机倾斜摄影获取的高密度点云数据，结合地面控制测量成果，生成精确到厘米级的数字地形模型 (DTM)，真实反映沿线地貌起伏与地物分布。地质勘探阶段的钻孔数据通过专业插件导入 BIM 平台，依据岩土层理深度与物理参数进行三维插值处理，形成连续的地层分布模型，直观展示软土、岩溶等不良地质区段的空间位置。道路平纵线形设计完成后，其高程与坡度信息作为输入参数驱动桥梁布跨逻辑，桥墩高度根据路线纵断面自动计算生成，实现“路线-结构”联动响应。当某段路基填方过高时，系统可提示转换为桥梁方案，并初步拟定跨径组合。

### 2.2 参数化与自动化设计方法

针对项目特征开发标准化模板库，涵盖不同宽度的道路横断面、常用跨径的预制梁板、桥台桥墩标准形式等，所有构件均设置可调参数如长度、坡度、配筋率等。设计人员调用模板后，仅需修改关键变量即可快速生成符合规范要求的三维实体。借助 Dynamo 可视化编程工具或 Python 脚本语言，实现批量操作自动化，例如沿路线中

心线自动生成侧石、护栏、检查井等附属设施，并根据曲线半径自动调整间距与角度。进一步引入规则引擎构建智能布桥算法，内置通航净空、防洪标高、交叉道路限界、支座安装空间等多项约束条件，在给定起点终点后自动推荐最优跨径布置方案，并标记不满足规范的节点位置。

### 2.3 多专业碰撞检测与优化

基于统一 BIM 模型开展全专业合模审查，利用 Navisworks 或类似软件的干涉检查功能，系统扫描结构主体与地下管线之间的空间关系，识别出电力通道被桩基穿越、通信管道与承台重叠等问题，并生成带坐标标注的冲突报告。桥梁伸缩缝的位置需与路面伸缩装置精确对齐，通过设置关联约束确保两者在同一断面内匹配，避免后期接缝错位引发跳车现象。施工组织模拟中，将临时便道、围挡、塔吊作业范围等要素纳入模型，验证其与永久结构的安全距离，优化场地布局。所有检测结果以颜色编码在三维视图中高亮显示，支持多方在线会审与问题销项管理。

### 2.4 性能模拟与分析集成

将道路路线模型导出至 Civil 3D 进行平纵线形验算，检查视距、超高过渡是否满足规范要求；桥梁结构模型则导入 Midas Civil 等专业软件开展静力、动力及稳定性分析，评估在车辆荷载、风荷载、地震作用下的应力与变形响应。分析结果反馈至原始 BIM 模型，关键指标如最大挠度、裂缝宽度以属性形式挂接构件，实现设计与计算的双向联动。利用 Enscape 或 Twinmotion 进行可视化仿真，模拟不同时间段的光照变化对驾驶员视线的影响，评估夜间照明覆盖效果，优化路灯布置方案。交通流仿真软件接入模型路网，预测高峰时段车流密度与拥堵点。

## 3 工程应用案例分析

### 3.1 工程概况

本研究以某市中心城区快速路改扩建工程为应用案例，项目全长 8.7 公里，采用“主线高架+地面辅道”立体化改造模式，旨在缓解区域交通拥堵。工程包含主线高架桥 3.2 公里，共设标准墩台 156 座，最大跨度达 65m 跨越主河道；匝道桥梁总长 1.5 公里，连接既有立交与周边路网；地面道路同步拓宽至双向六车道，并配套建设雨水、污水、给水、电力、通信等综合管线系统。线路途经多个建成区，地形高差变化显著，最大自然坡度超过 5%，需穿越两处密集居民区、一座城市公园及一条通航河流，环境敏感度高。沿线涉及五处重要交叉口渠化改造，与地铁隧道最小净距不足 8m，施工空间受限。传统设计方式难以统筹复杂的空间关系与多专业接口，极易引发后期变更。项目技术难度大、协调环节多、社会影响广，对设计精度

与协同效率提出极高要求,具备典型性和代表性,适合作为 BIM 一体化协同设计的实践载体。

### 3.2 BIM 一体化协同设计实施过程

为保障项目顺利推进,组建由路线、桥梁、岩土、市政、交安等专业技术人员构成的专职 BIM 团队,统一接受协同流程培训并明确职责分工。技术平台采用 Autodesk 系列软件集成方案,以 Revit 为核心构建桥梁与附属结构模型,Civil 3D 负责道路纵横设计与地形处理,InfraWorks 用于宏观场景整合与方案比选,三者通过动态链接实现数据互通。部署私有云中央模型服务器,所有设计人员基于局域网访问同一主模型文件,采用工作机制划分责任区域,确保模型修改实时同步。设定每周二为固定协同例会日,各专业提交当周模型更新内容,开展合模审查与问题会商。建立分阶段模型交付节点,从 LOD 200 概念方案到 LOD 350 施工图深度逐级完善。所有设计变更通过 BIM 管理系统发起电子工单,记录原因、审批人与执行状态,形成可追溯的数字化管理链条,有效支撑了跨专业高效协作。

### 3.3 应用成效对比分析

设计周期方面,原计划 12 个月完成全部设计任务,实际耗时 8.2 个月即达到施工图出图条件,整体进度提升 31.7%,主要得益于并行作业与自动校核减少返工。质量控制层面,在施工前共识别并解决专业间碰撞问题 47 处,涵盖桥墩侵占地下管线走廊、伸缩缝位置与路面接缝错位、支座检修空间不足等典型问题,较同类未采用一体化设计的项目平均碰撞数量下降约 62%。经济性方面,因设计缺陷导致的现场变更指令减少 73%,预估节约返工成本及相关管理费用约 18%。可视化沟通效果突出,利用 VR 虚拟现实设备组织四次业主汇报会议,沉浸式展示跨河桥梁施工工序、匝道夜间照明效果及交叉口交通组织方案,大幅提高决策效率与满意度。

### 3.4 存在问题与改进方向

不同专业软件间的数据接口存在兼容性问题,如 Civil 3D 中的复杂曲线路径导入 Revit 后出现微小几何偏差,需人工修正,影响建模流畅性。部分资深工程师长期习惯二维 CAD 操作,对三维协同理念接受较慢,初期存在抵触情绪,反映出复合型人才储备不足的问题,后续需加强针对性培训与激励机制。数据安全尚不健全,中央模型集中存储大量敏感信息,缺乏细粒度访问控制与操作审计功能,存在泄露风险。知识产权归属界定模糊,BIM 模型作为成果交付物的责任边界不清,一旦发生设计错误,难以明确责任主体。未来应推动开发国产化集成平台,打破国外软件壁垒;建立企业级 BIM 标准手册与人才认证体系;引入区块链技术实

现模型修改留痕;联合法律机构制定 BIM 成果交付协议范本,从制度与技术双维度完善一体化协同生态。

## 4 一体化协同设计的优势与挑战

道路与桥梁一体化协同设计依托 BIM 技术实现了信息高效共享,所有参与方基于统一数字模型开展工作,确保数据来源唯一、更新实时,有效避免传统模式下的信息滞后与版本混乱。设计过程中集成自动校验功能,可精准识别几何冲突、规范偏差与逻辑错误,显著降低人为疏漏,提升成果质量可控性。三维可视化环境为方案比选提供直观支持,通过渲染、动画及 VR 沉浸式体验辅助决策,增强业主理解与公众参与度。所构建的 BIM 模型具备丰富属性信息,可无缝延伸至施工阶段,用于 4D 进度模拟、5D 成本核算,并为后期运维管理提供 6D 数据基础,推动项目全生命周期数字化。然而,该模式推广仍面临多重挑战,交通行业尚未建立统一的 BIM 执行标准与交付规范,企业需承担较高的软硬件采购与人员培训成本。主流设计软件之间存在兼容障碍,特别是通用平台与专业路桥软件的数据交互不畅,易形成新的“数据孤岛”。模型法律效力缺乏明文界定,一旦出现设计失误,责任归属难以厘清。

## 5 结束语

本研究围绕“基于 BIM 技术的道路与桥梁一体化协同设计”展开系统探讨,提出了将 BIM 从单一建模工具升级为集成化设计范式的创新理念。通过构建统一的数据环境与协同机制,实现了多专业在同一数字平台上并行作业、动态交互与智能优化,有效解决了传统设计中信息割裂、协调低效的问题。工程实践表明,该模式不仅能显著提升设计效率与质量,降低后期变更风险,更为项目全生命周期管理奠定了坚实的数据基础。未来,随着人工智能、云计算与物联网技术的深度融合,BIM 驱动的一体化协同设计将进一步向智能化、自动化迈进。建议行业加快标准体系建设,培育专业人才队伍,推动 BIM 真正成为交通基础设施高质量发展的核心技术引擎。

### [参考文献]

- [1]李枝军,胡皓,徐秀丽,等.基于 BIM 技术的桥梁工程协同毕业设计探索[J].现代职业教育,2024(27):109-112.
- [2]黄伟.基于 BIM 的建筑数字化协同设计应用研究[J].中国建筑装饰装修,2024(24):23.
- [3]王璐.基于 BIM 技术的型钢构件深化设计与施工协同应用研究[J].中国建筑装饰装修,2025(2):26.

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。

## 适老化住宅建筑的无障碍设计与细节优化

刘 静

河北金石建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**我国人口老龄化进程加速使适老化住宅建筑需求不断增长,文章对适老化住宅建筑无障碍设计理念和实践加以探讨并分析当下我国适老化住宅设计存在的主要问题,如通行设计不合理、功能分区不科学、安全防护设施不足、智能化水平低等,参照国内外先进经验提出系统化的适老化住宅无障碍设计策略:建筑外部空间要重视缓坡通道设计和休憩空间合理布置,室内空间设计需加强无障碍通道规划、功能区域高效组织以及细节化处理,卫浴空间和厨房空间优化遵循安全便捷原则并且还要结合智能化技术提高适老居住体验,经案例分析文中详细探讨适老化住宅建筑细节优化方案,像门窗尺寸调整、扶手系统配置、地面防滑处理、照明系统设计以及紧急呼叫系统集成等关键技术点都有涉及且提出因地制宜、多方参与、标准化与个性化相结合的实施路径,研究显示精细化无障碍设计不但能提升老年人居住的安全性和舒适性,而且有助于老年人身心健康和社会参与,这对推动我国适老化住宅建设有重要参考意义。

**[关键词]**适老化住宅; 无障碍设计; 细节优化; 老年人需求; 智能化

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18222 中图分类号: TU241 文献标识码: A

### Barrier Free Design and Detail Optimization of Aging Friendly Residential Buildings

LIU Jing

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

**Abstract:** The accelerated aging process of Chinese population has led to a continuous increase in demand for aging friendly residential buildings. This article explores and analyzes the main problems in the current design of aging friendly residential buildings, such as unreasonable traffic design, unscientific functional zoning, insufficient safety protection facilities, and low level of intelligence. Referring to advanced domestic and foreign experience, a systematic aging friendly residential accessibility design strategy is proposed: the external space of the building should pay attention to the design of gentle slope passages and the reasonable layout of recreational spaces, the indoor space design needs to strengthen the planning of accessible passages, efficient organization of functional areas, and detailed processing, and the optimization of bathroom and kitchen spaces should follow the principles of safety and convenience, and also combine intelligent technology to improve the aging friendly living experience. Through case analysis, this article explores in detail the optimization plan for the details of aging friendly residential buildings, including key technical points such as door and window size adjustment, armrest system configuration, ground anti slip treatment, lighting system design, and emergency call system integration. It proposes an implementation path that is tailored to local conditions, involves multiple parties, and combines standardization and personalization. The research shows that refined barrier free design can not only improve the safety and comfort of elderly people's living, but also contribute to their physical and mental health development and social participation. This has important reference significance for promoting the construction of aging friendly residential buildings in China.

**Keywords:** aging friendly housing; accessibility design; detail optimization; the needs of the elderly; intelligitization

#### 引言

我国近年来人口老龄化趋势持续加剧,国家统计局数据显示到2022年时我国65岁及以上老年人口占比超14%标志着社会步入深度老龄化阶段,这使住宅建筑行业面临新挑战与需求且适老化住宅建筑设计与优化在建筑设计

领域渐渐变成重要议题,由于无障碍设计是解决老年人居住问题的关键部分而它既影响老年人生活质量也直接关系到他们的身心健康和社会参与度,不过我国当下适老化住宅建设存在不少毛病像通行设计不合理、功能分区不科学等在某种程度上限制了老年人独立生活能力,并且智能

化技术迅猛发展使得怎样把先进技术融入适老化住宅设计成了行业关注的重点。

国际上发达国家在适老化住宅设计方面经验丰富,像日本精细空间布局并应用智能设施让老年人居住体验大幅提升,而欧美国家重视整体社区环境规划且着重无障碍设计与自然环境相融合,我国适老化住宅设计起步晚,虽然近年政策支持力度加大但实际成果有待提高,在这样的情况下研究适老化住宅建筑无障碍设计理念和细节优化策略非常重要,总结国内外先进经验并探索本土化实践能给我国适老化住宅建设提供可行的解决办法以更好满足老年人不断增长的居住需求推动建筑行业可持续发展。

## 1 适老化住宅无障碍设计的理论框架

### 1.1 适老化住宅无障碍设计的基本原则

适老化住宅无障碍设计的关键在于经科学规划与人性化细节处理来满足老年人在居住环境里的安全性、便捷性与舒适性需求,由于我国老龄化社会加速发展,60岁以上人口超2.6亿且在总人口占比将近20%,这一态势使得住宅设计有更高要求。适老化住宅设计要遵循“以人为本”原则,即重视功能性的同时也不忽视情感关怀,其中通行无障碍为基础,所以建筑内外空间不要有高差设计,并且合理设置缓坡通道以及门洞尺寸要宽敞,以便轮椅、助行器等辅助设备能正常使用。安全防护原则得贯彻始终,像地面要做防滑处理、配备扶手系统以及整合紧急呼叫系统,这些做法可让老年人遭遇意外伤害的风险有效降低。灵活性原则着重于空间功能的可调整性,从而适应老年人身体状况在不同阶段的变化。此外,应用智能化技术作为重要补充,因为智能家居系统能提高老年人生活便利性。研究显示,现在我国适老化住宅设计大多存在通行不合理、功能分区混乱之类的问题,这既影响老年人日常生活质量也限制他们的社会参与度,所以无障碍设计要注重系统化与精细化相结合,给老年人打造一个符合生理特征且能满足心理需求的居住环境<sup>[1]</sup>。

### 1.2 老年人生理特征与空间需求分析

老年人有着特殊的居住空间需求是由其生理特征决定的,这也是适老化住宅无障碍设计的重要依据。近年来研究显示,老年人身体机能退化主要体现在行动能力下降、感官功能变弱、慢性疾病增多上,像80岁以上的老人就有大概30%存在不同程度行动障碍,这使得住宅无障碍设计要求更高。空间需求方面,老年人对通行区域宽度、地面材质选择、照明系统布置特别敏感,室内空间设计得充分考虑老年人活动范围和频率,客厅作为主要活动场所要有足够让轮椅回转的空间且扶手系统要方便抓握。卫浴

空间要重点关注防滑地面材料应用、淋浴区安全防护设施(如折叠座椅、恒温水龙头),厨房设计要遵循操作便捷原则,台面高度合适、储物空间取用方便以减少弯腰抬手的麻烦。另外,老年人对社交互动的需求也不能忽视,公共休憩空间设计要兼顾私密性和开放性以营造温馨和谐氛围。分析国内外相关数据可知,老年人对居住环境满意度和心理健康关系很大,合理空间布局能明显提高他们的生活幸福感,所以适老化住宅设计需要综合考虑老年人生理特征和心理需求,达成功能与情感关怀的平衡。

### 1.3 国内外适老化住宅无障碍设计标准比较

国内外适老化住宅无障碍设计标准存在差异,这反映出各自社会背景和技术水平有不同特征。早在上世纪七十年代欧美国家就开始制定相关法规,像美国的《公平住房法》就详细规定了住宅无障碍设计具体要求,例如门宽不能窄于81cm、卫生间要装扶手之类的<sup>[2]</sup>。日本作为全球老龄化最严峻的国家之一,其适老化住宅设计标准更为详尽,涉及从建筑结构到家具配置的全面规范。我国适老化住宅设计起步比人家晚,虽然近些年有了《老年人居住建筑设计规范》,但在执行力度和细节深度上还有欠缺,就像国内一些项目缓坡通道设计未周全考虑坡度限制从而实际使用效果不好,并且智能化技术应用方面虽说市场潜力大却没形成统一技术标准。得注意的是国外经验显示适老化住宅设计关键在于把标准化和个性化相结合,例如德国推行的“模块化设计”理念可按老年人具体需求灵活调整空间功能,这个模式值得咱们学习。而且发达国家大多重视多方协作机制,即由政府、企业和社会组织一起参与适老化住宅建设并形成了比较完整的产业链条。数据表明2022年全球适老化住宅市场规模超5000亿美元且智能化产品占比一年比一年多。所以我国推进适老化住宅建设时要进一步完善标准体系、加强技术创新并且要重视因地制宜,探索符合本土需求的设计路径,这样才能全面提升老年人居住体验和生活质量。

## 2 适老化住宅无障碍设计细节优化策略

### 2.1 入口及通行空间的无障碍设计

我国老龄化社会到来使建筑行业把适老化住宅建筑设计当作重要议题,因为国家统计局数据表明到2022年我国65岁及以上人口超2亿且占总人口14.9%且该比例还在涨,在这样的大背景下入口和通行空间的无障碍设计特别关键,入口区域要优先用缓坡设计代替传统台阶且坡度得控制在1:12之内以便让轮椅使用者或行动不便的人能顺畅通行,入口处还得有防滑地面材料并且装上扶手系统且扶手高度要在85~90cm之间才符合人体工程学要

求,在进行通行空间设计时,需充分考量轮椅的转弯半径。主通道宽度宜不小于 1.2m,次通道宽度则不应小于 0.9m,以此确保老年人日常活动既安全又便捷。另外合理安排休憩空间也很重要,像长距离通道可设座椅或者靠墙扶手就能给老年人提供短暂休息的机会,有了这些设计策略不但能提高居住环境实用性而且能让老年人社会参与感增强进而推动适老化住宅建设达到更高水平。

## 2.2 卫浴空间的无障碍设计与安全措施

在适老化住宅里,卫浴空间使用频率很高且安全隐患也很大,近年国内外研究显示老年人跌倒近三成发生在卫浴空间,所以这一区域无障碍设计和安全措施成了研究重点<sup>[3]</sup>。卫浴空间地面要选摩擦系数高的防滑材料且不能有高低落差以减少滑倒风险,淋浴区要装可调高度的花洒并配折叠式座椅方便老人坐着洗澡,马桶区域设 L 型或者 U 型扶手且高度和马桶座圈一样以便老人起身借力,由于有些老人可能需要护理人员帮忙,卫浴空间门宽不能小于 0.8m 才能让轮椅进出,照明设计也不能落下,在镜子前面、淋浴区等关键部位装柔和均匀的光源防止光线不够出意外,整合紧急呼叫系统也很重要,按钮放在伸手就能碰到的地方并且要有防水功能,优化这些设计细节不但能大幅降低老人在卫浴空间的安全风险而且能提高他们的生活质量,从而给适老化住宅普及打下坚实基础。

## 2.3 厨房空间的人体工程学优化

家庭生活的核心区域是厨房,老年人生活便利与否、安全不安全直接受厨房设计是否合理的影响。中国老龄科学研究中心数据表明大概 60% 的老年人还保持着独立烹饪的习惯,所以厨房空间人体工程学方面的优化非常重要。首先得把操作台高度按照老年人平均身高调整一下,一般在 75~85cm 之间比较合适,这样能减少弯腰给身体带来的负担。橱柜设计要遵循“伸手可及”的原则,常用物品放在腰部到肩部这么高的地方,老年人就不用老是踮脚或者下蹲去拿东西了。抽屉和柜门的开启方式也要改进,推拉式的或者按压式的比较好,操作流程会简化些。另外,厨房电器的选择要重视智能化和安全性,像带有自动断电功能的电磁炉、有语音提示功能的微波炉之类的,能让老年人做起来更轻松。地面材料选个耐磨又防滑的,也不要铺门槛或者带凸起的东西,保证走的时候顺畅<sup>[4]</sup>。经过这些优化之后,厨房空间就能更好地满足老年人使用的需要,并且能大大降低操作不当出现安全隐患的风险,从而对适老化住宅整体设计起到很好的支撑作用。

在厨房的布局规划上,要充分考虑老年人行动的便利

性和流畅性。尽量减少不必要的转身和移动距离,将烹饪区、洗涤区和储物区合理分布,形成一个连贯的操作动线。例如,将水槽和炉灶安排在相邻的位置,中间留出足够的操作空间,方便老年人进行洗菜、切菜、烹饪等一系列动作,避免在厨房内来回奔波。同时,厨房的通风和采光也不容忽视。良好的通风可以及时排出烹饪产生的油烟和异味,保持空气清新,减少对老年人呼吸系统的刺激。充足的采光则能让老年人在操作时看得更清楚,降低因光线不足而发生意外的风险。可以在厨房设置窗户,保证自然采光,同时安装性能良好的抽油烟机和排气扇,加强通风效果。此外,厨房的收纳设计也要贴心周到。老年人通常会有较多的厨房用品和杂物,合理的收纳设计可以让厨房更加整洁有序,方便他们取用物品。可以设置多层抽屉、吊柜和地柜,根据物品的使用频率和大小进行分类存放。在抽屉和柜门上安装阻尼装置,避免关闭时产生较大的冲击力,防止夹伤老年人的手指。

## 2.4 智能化辅助系统在适老化住宅中的应用

适老化住宅设计因智能化技术快速发展有了全新思路,《中国智能家居市场年度报告》表明 2022 年中国智能家居市场规模超 5000 亿且适老化产品占比每年都在上升、发展潜力巨大。智能化辅助系统在适老化住宅中应用于环境监测、健康管理和紧急响应这三方面,例如智能传感器能实时监测室内温湿度、空气质量等环境参数并联动空调、空气净化器等设备自动调节以给老年人造舒适居住环境。健康管理方面,智能手环或者可穿戴设备可实时采集老年人心率、血压等生理数据且云端平台会分析,发现异常就向家属或者医疗机构发预警信息。紧急响应系统的一键呼叫装置跟社区医疗中心连着,老年人遇到突发情况按下按钮就能及时得到救助。另外,智能照明系统按照老年人作息规律自动调节亮度,节能环保还能防止夜间被强光刺激。智能化技术这么一应用,适老化住宅功能提升了并且老年人生活安全感与幸福感也大大增强,给未来适老化住宅发展指了路。

## 3 结论

我国人口老龄化挑战是个重要课题需要应对,近年数据显示我国 60 岁及以上人口超 2.6 亿且占总人口比重近 20%,估计到 2025 年这一比例还会再上升,在这样的大背景下,适老化住宅建筑不但数量上有需求,质量方面也有需求,因为研究显示现在适老化住宅设计存在通行有障碍、功能分区乱、智能化水平低等问题,这些是影响老年人居住体验的关键因素,不过借鉴国内外先进经验并结合实际案例分析就能用系统化的无障碍设计策略解决这

些问题以给老年人更安全、便捷、舒服的居住环境,具体来说,优化缓坡通道和休憩空间使建筑外部通行条件变好,室内空间功能分区合理且细节处理得好可大大提高日常生活便利程度,卫浴和厨房空间按安全便捷原则来能更好保障老年人使用需求,智能化技术一应用居住体验就上了更高层次,并且门窗尺寸调整、扶手系统配置、地面防滑处理等细节优化方案既体现设计人性化又能反映出对老年人特殊需求了解得很深,研究着重指出适老化住宅建设要遵循因地制宜、多方参与的原则并将标准化和个性化有机结合起来,这种精细化设计理念既能提高老年人生活质量又可促进他们身心健康与社会参与进而让我国适老化住宅建设达到更高水平,以后随着政策支持和技术进步,适老化住宅建筑能满足老年人多样化需求并且给社会可持续发展注入新活力<sup>[5]</sup>。

#### [参考文献]

- [1]施丽娜.适老化住宅的无障碍设计思考[J].居舍,2024(3):19-22.
  - [2]王传智.无障碍设计在适老化住宅中的应用探索[J].纺织报告,2024(6):122-124.
  - [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]廖宝琴.浅析住宅建筑与节能设计的优化[J].中国新技术新产品,2011(22):195.
  - [5]丁治雄,吴观华,陈智刚.被动式节能下住宅建筑热环境的优化设计与运用[J].建筑结构,2022(15):172.
- 作者简介:刘静(1992.1—),毕业院校:河北建筑工程学院,所学专业:建筑学,当前就职单位:河北金石建筑设计有限公司,职务:建筑设计师,职称级别:中级工程师。

## 挖掘住宅建筑的亮点并将其在室内设计中贯穿及强化

### ——谈滇池高尔夫 L217 室内设计项目

田梦 钟平 徐静 普华东  
 云南省设计院集团有限公司, 云南 昆明 650000

[摘要]文中以昆明滇池高尔夫 L217 独栋别墅项目为例,探讨了如何将建筑独特的空间结构、景观视野等亮点,通过材质呼应、动线引导、功能融合等室内设计策略进行有机延续与强化,从而实现建筑与室内一体化、彰显项目整体品质的设计方法。

[关键词]室内设计;景观延伸;空中花园;中庭;三代同堂

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18229 中图分类号: TU238 文献标识码: A

## Exploration on the Highlights of Residential Buildings and Integrating and Strengthening Them into Interior Design

### — A Discussion on the Interior Design Project of Dianchi Lake Golf L217

TIAN Meng, ZHONG Ping, XU Jing, PU Huadong  
 Yunnan Design Institute Group Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

**Abstract:** Taking the Kunming Dianchi Lake Golf L217 standalone villa project as an example, this article explores how to organically continue and strengthen the unique spatial structure, landscape views, and other highlights of the building through interior design strategies such as material resonance, flow guidance, and functional integration, in order to achieve the integration of architecture and interior design and highlight the overall quality of the project.

**Keywords:** interior design; landscape extension; sky garden; stalls; three generations living under one roof

滇池高尔夫 L217 项目位于昆明滇池高尔夫小区内,自然风光秀丽,气候条件优越。L217 基地西侧朝向西山,东侧面向高尔夫果岭及水系,拥有无可比拟的景观资源。业主为三代同堂家庭。地上三层,地下一层;地上建筑面积约 1,020m<sup>2</sup> (其中主体约 980m<sup>2</sup>, 附属用房 40m<sup>2</sup>), 地下建筑面积约 120m<sup>2</sup>, 户外庭院约 480m<sup>2</sup>。(图 1)

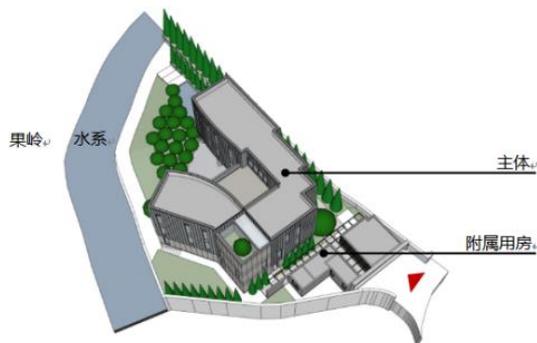


图 1 滇池高尔夫示意图

本项目的核心设计挑战在于:首先,需通过框景、借

景等手法将外部自然景观有机引入室内,使建筑的环境优势转化为日常生活的视觉焦点;其次,须基于原有空间结构,通过流动的布局、材料的呼应,强化建筑自身的形态特色,形成内外一体的空间叙事。同时,设计必须精细平衡三代人的共同生活需求——既要规划开放的共享区域促进家庭互动,也要构筑层次清晰的私密场域保障个体安宁。最终,通过光影塑造、材质肌理与人性化细节,全面提升空间的艺术格调与居住体验,让家成为承载记忆、滋养身心的容器。

#### 1 设计理念

基于项目 L217 得天独厚的景观序列——远山如画、中景舒阔、近水灵动,我们以“自然雅奢”为精神内核,将设计聚焦于“景观与空间的对话”与“建筑室内一体化”。通过大开窗面、流动布局与细腻的材质转换,让远、中、近三重视野层层渗入日常生活,实现景随步移、内外交融。在奢华的基调中注入自然气息与人文温度,最终塑造出一个既与天地对话、亦容纳三代共融的诗意栖居。(图 2)

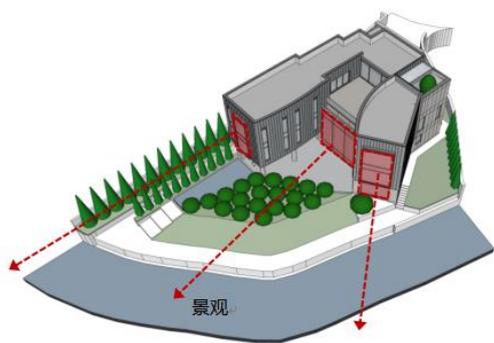


图2 设计理念示意图

在室内设计上我们的策略如下：

景观引入室内：所有主要房间均朝向最佳景观面，采用大面积落地玻璃门窗，如：客厅、餐厅和主要卧室，都设计了整面的玻璃窗，将高尔夫果岭和水系景观引入室内，形成“借景入画”的效果。在三层设计了空中花园，在室内即可看到小庭院。

室内外、室内楼层间有连续性：通过材质、色彩和形式的延续，强化室内外（图3）、一、二层之间的通高空间联系（图4）。如：一层门廊至门厅墙面材质的延续，通高的客厅空间。室内采用与外部环境相协调的自然色调，以原木色、暖石灰石色，搭配软装配饰和家具点亮空间。



图3 室内外的连续性

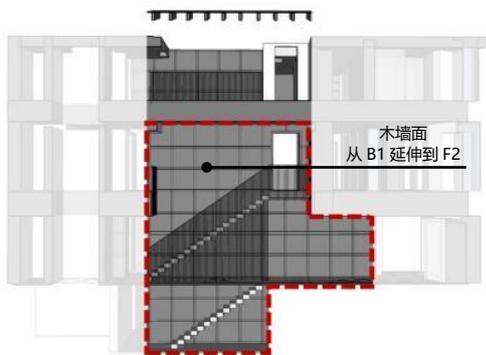


图4 一、二层之间的通高空间联系

## 2 功能分区

一层作为家庭的主要公共区域和对外接待空间，包括户外花园、半室外门廊、门厅、家庭照片厅、客厅、中西餐厅、中西厨房、卫生间以及阿姨用房等功能区域（图5）。客人沿着庭院两侧种着龙柏的小道来到灰空间门廊，步入门厅，一侧有衣帽间，正面是让人驻足的家庭照片展示小厅。另一侧即是空间亮点：2层通高的客厅空间，一盏直径3m的圆环灯吊下，赋予沙发休息区温馨的氛围，宽敞的落地窗吸纳室外自然之景。紧邻通高空间的是中西餐厅与西厨房，长方形西餐桌和圆形中餐桌在一条轴线上，大气地布置在建筑这一翼，朝向室外的植物及观景台。



图5 一层平面

二层主要是起居室、第二代人卧室及儿童卧室（图6）。这一层的设计更加现代简约，符合年轻两代人的审美需求。家庭厅作为二层的公共交流空间，连同交通体系（电梯、楼梯）位于该层中部，连接着两侧的卧室。一侧是第二代的主卧，具有一定序列性，从小起居厅到开放衣帽区、卫生间，直至卧室，内部空间隔而不离又各自成区；卧室侧面一面大玻璃直面外部优美风景。家庭厅另一侧是儿童卧室，内分为学习娱乐区、卧室、卫生间，墙不到顶，空间流动自由，符合孩子活泼的心性。

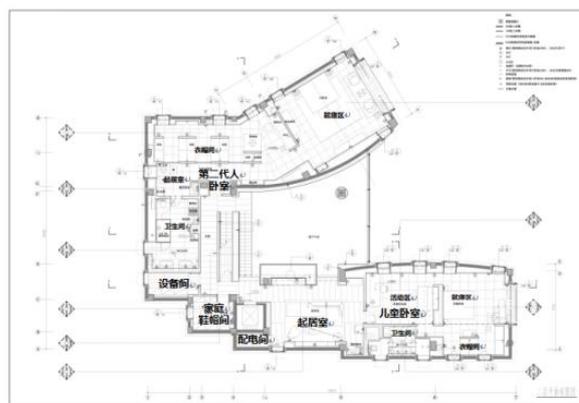


图6 二层平面

三层包括起居室、第一代卧室(内有空中小花园)、儿童卧室(图7)。与二层的布局一样,公共及交通空间连接两翼各一个卧室。第一代卧室内有小起居厅、衣帽间、卫生间,就寝室;特别的是,由于该层是顶层,在主卧内设计了一个见天的方形小庭院,铺碎石,内种松、枫。



图7 三层平面

### 3 建筑亮点在室内设计中的深化

在滇池高尔夫 L217 项目中,设计团队以贯穿各层的楼梯及木墙面、三层主卧室空中小花园为亮点,将建筑特色融入室内。楼梯采用直跑式设计,搭配北美黑胡桃木墙面,形成垂直视觉焦点;空中小花园通过降板处理与防水工艺,打造私密自然空间。两者共同强化空间序列,实现功能与美学的统一。

#### 3.1 楼梯及木墙面

在滇池高尔夫 L217 项目中,楼梯被重塑为空间的艺术核心,以垂直维度串联起建筑的灵魂。设计团队采用三段式直跑楼梯布局,每段踏步以 280mm 宽度与 160mm 高度构成黄金比例,在保证通行舒适性的同时,形成如乐章般的几何韵律。背后的木墙面选用 FSC 认证北美黑胡桃木,经手工刨制呈现出天然纹理的渐变之美,从地下一层的浅棕过渡至二层的深褐,如同记录时光的年轮。技术层面, BIM 三维放样确保 12m 高木墙安装精度达  $\pm 2\text{mm}$ ,特殊防火涂料实现 B1 级阻燃标准,“悬浮式”安装工艺预留 20mm 呼吸缝,巧妙化解热胀冷缩难题。双木墙系统构成视觉交响——首段木墙如丝绸般从地下一层蜿蜒至二层,第二段在二三层转折处形成 45 度角交接,通过隐藏式钢结构实现无缝衔接。当阳光透过天窗洒落,木纹肌理与窗外滇池波光交织,形成“移步换景”的动态画卷,让垂直交通成为空间叙事的诗意载体。(图8)。木质材料的运用成为空间叙事的灵魂载体。设计团队精选 FSC 认证的北美黑胡桃木,通过保留木材的天然节疤与生长纹理,

让每一块木墙都成为记录时光的“自然画布”。从地下一层到二层的木墙面,采用连续拼接工艺,使木纹如溪流般沿着垂直方向自然流淌,形成“空间生长线”的视觉隐喻。这种设计不仅强化了垂直连续性,更通过材料的一致性消解了楼层间的割裂感。当阳光透过天窗洒落,木纹的深浅变化与光影交织,在墙面上投射出动态的“时间刻度”,让使用者能直观感知空间的流动。二三层转折处的木墙交接,通过隐藏式榫卯结构实现无缝过渡,进一步强化了“建筑如树”的有机理念。最终,木质材料以其温润的触感与自然的气质,将各层空间编织成一首凝固的立体诗篇。(图9)。

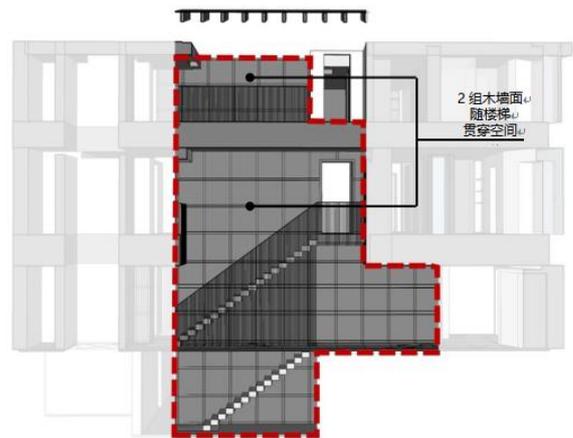


图8 剖面的空间联系性(角度1)



图9 剖面的空间联系性(角度2)

#### 3.2 三层空中小花园

滇池高尔夫 L217 项目的三层主卧室空中小花园,堪称现代居住美学与实用功能完美融合的典范。这一设计以

林语堂先生“宅中有园，园中有屋”的生活哲学为灵感，通过精妙的空间规划和技术创新，为居住者打造了一个兼具私密性、安全性与自然意趣的沉浸式体验空间。

在空间意境营造上，设计团队将空中小花园转化为承载东方生活哲学的微观宇宙。花园通过降板处理形成下沉式庭院，与主卧室起居室、卫生间形成垂直维度的空间对话。黑松的苍劲枝干与红枫的柔美叶影在玻璃幕墙上交叠，构成随时间流动的天然画卷。当主人于起居室品茗时，可透过落地窗欣赏四季更迭的植物韵律；沐浴时，水汽氤氲中瞥见庭院景致，实现“院中有树，树上见天”的意境升华。

技术层面，项目团队攻克了结构承重、防水处理、排水系统和植物选择等难题。采用楼板降板 30cm 结合轻质陶粒混凝土回填，将荷载控制在安全范围内；实施“三涂一布”防水工艺，形成刚柔并济的防护层；设置坡度排水系统连接雨水收集装置；精选耐寒耐旱的黑松与红枫，通过控根器限制根系生长。这些创新使 8 m<sup>2</sup> 的花园在视觉上扩展至 20 m<sup>2</sup> 的景观效果。

空间关系经过精心设计，形成“入口玄关-起居室-花园-卫生间”的环形动线。通过标高变化与材质转换强化层次，在淋浴区设置可切换透明/磨砂模式的雾化玻璃窗，实现私密与景观的灵活切换。这种设计不仅呼应滇池地域文化，更通过植物芳香疗法与视觉疗愈，为三代同堂家庭创造了情感共鸣的载体。

滇池高尔夫 L217 项目通过空中小花园的构建，重新定义了高层住宅的宜居标准，证明在钢筋混凝土丛林中，人类依然可以通过精妙设计找回与自然和谐共生的诗意栖居。

本项目通过对滇池高尔夫 L217 住宅的深度剖析与实践，完整地演绎了如何将建筑本身的景观优势与空间特质，系统性地转化为室内设计的核心语言与体验内核。论文揭示了这一过程并非简单的形式呼应或功能填充，而是通过“自然雅奢”这一理念的贯穿，达成了一次从环境认知到空间营造的创造性整合。

设计的成功首先源于对场地独特景观序列——远山、中景、近水的精准捕捉与策略性引入。其次，项目通过材质、色彩与形式的延续，彻底模糊了建筑与室内、楼层与楼层之间的物理边界。从外至内的材质语汇统一，以及通高空间带来的气韵流动，有力践行了“建筑室内一体化”的设计哲学。这种连续性不仅强化了空间的整体感与仪式感，更在无形中引导了行为与视线，使三代家庭成员既能于开放区域共享天伦，亦能在清晰的动线组织中保有各自

的私密领域。最终，本项目超越了单纯的功能满足与视觉美化，在奢华的基调中注入了人文温度与自然气息。它证明，卓越的住宅室内设计，其最高价值在于创造一种“包容性的诗意”：既能慷慨地接纳自然之壮美，又能细腻地呵护家庭之温情。它不仅是建筑的延续，更是对生活方式的重新定义——将家塑造为一个安顿身体、滋养精神、并与更广阔世界和谐共鸣的场所。此案例为如何在稀缺性自然资源背景下进行高端住宅设计，提供了具有参考价值的思路与方法，即：以谦逊而精准的设计介入，让空间成为人与自然、家庭与社会美好关系的见证与载体。

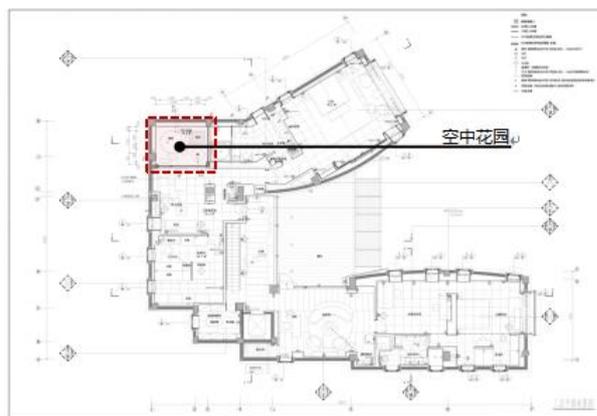


图 10 三层的空中小花园

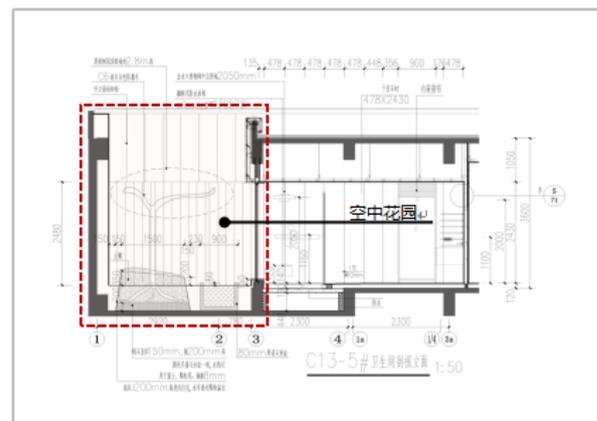


图 11 三层的空中小花园（剖面）

#### [参考文献]

- [1]李玲.色彩在室内设计中的运用[J].教育学,2011(3):89.
- [2]雷英榆.探讨色彩在室内设计中的运用[J].建筑设计及理论,2018(6):78.

作者简介：田梦（1986.1—），毕业院校：南京工业大学，所学专业：建筑，当前工作单位：云南省设计院集团有限公司，职务：建筑师，职称级别：高级工程师。

## 城市道路交通工程施工质量控制的探讨

梁葱葱

广西创新工程咨询有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要]为了提高工程建设的质量,减少施工期间的风险,并且促进城市交通系统实现可持续发展,就需要针对城市道路交通工程在各个施工阶段所设定的控制目标展开系统性的分析,从而清晰地认识到施工质量控制的重要意义。就质量管理来讲,得从人员管理、机械设备的使用情况、材料以及配件的质量状况、施工工艺和技术方法运用等方面,还有施工环境等诸多关键因素着手,细致剖析,从中找出那些可能对施工质量产生影响的潜在问题。在此基础上,制定出既科学又具备可操作性的施工质量控制举措,给工程实践给予一定的参考,以此来保障城市道路交通工程在整个施工过程里能够达成高质量的建设成效,并且可以安全且可靠地运行。

[关键词]城市道路;交通工程;工程施工;质量控制

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18237

中图分类号: U412

文献标识码: A

## Discussion on Quality Control of Urban Road Traffic Engineering Construction

LIANG Congcong

Guangxi Chuangxin Engineering Consulting Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

**Abstract:** In order to improve the quality of engineering construction, reduce risks during construction, and promote sustainable development of urban transportation systems, it is necessary to conduct a systematic analysis of the control objectives set for urban road traffic engineering at various construction stages, in order to clearly recognize the importance of construction quality control. In terms of quality management, it is necessary to start from personnel management, the use of mechanical equipment, the quality status of materials and accessories, the application of construction technology and technical methods, as well as many key factors such as construction environment, and carefully analyze them to identify potential problems that may affect construction quality. On this basis, scientific and operable construction quality control measures are formulated to provide certain reference for engineering practice, in order to ensure that urban road traffic engineering can achieve high-quality construction results throughout the entire construction process, and can operate safely and reliably.

**Keywords:** urban roads; transportation engineering; engineering construction; quality control

### 引言

城市化快速推进,城市道路交通工程建设规模持续扩大,交通需求不断增加,道路功能承载及安全要求也不断提高。在此情形下,施工质量直接影响道路使用寿命、通行效率和交通安全,对城市交通系统正常运转及居民出行体验有重要影响。不过,在实际施工过程中,因施工组织管理不够完善、材料与设备管理不到位、施工工艺控制存在缺陷以及检测验收环节有问题等缘故,城市道路交通工程施工质量经常面临诸多难题,这不但可能致使路面病害多发、维护成本上升,还可能对交通安全和城市形象产生不利影响。要保障城市道路交通工程高质量建设,需在施工全过程构建系统的质量控制体系,包含原材料管理、施

工工艺优化、施工方案设计、工程管理职责落实以及道路养护管理等方面。并且,伴随信息化和智能化技术发展,把现代管理工具和技术手段运用到施工质量控制中,也为提高工程质量开拓了新途径。本文着重对城市道路交通工程施工质量控制的现状、存在问题及改进措施展开系统探讨,剖析其在施工管理实践中的具体应用,为提高城市道路交通工程施工质量并保障道路安全运行给予理论参考和实践指导。

### 1 城市道路交通工程施工质量控制的重要意义

城市道路交通工程施工质量的把控有着极为重要的实际意义以及长远的价值。优质的施工能够确保道路的结构安全,并且延长其使用寿命,降低道路出现病害的情况

以及维修所需的成本,进而提升道路的通行能力以及交通的效率,以此来给城市经济发展以及居民出行给予坚实的保障。施工质量的控制与道路使用的安全息息相关,其能够有效地防范交通事故以及潜在的安全隐患,保护人民的生命财产安全。良好的施工质量是城市形象以及管理水平的一个重要呈现,可以提升公共基础设施建设在社会层面的认可程度以及政府的公信力。并且,科学的质量控制有利于合理地利用工程资源以及施工资金,减少资源的浪费,提高施工管理的效率,推动施工技术水平以及管理能力的提升。在现代城市道路建设当中,随着交通量不断增加以及道路功能变得多样化,施工质量控制的重要性日益凸显出来,它不但会影响道路自身所具有的性能以及使用体验,而且对于城市可持续发展以及交通系统整体的运行都有着深远的影响。

## 2 城市道路交通工程施工质量存在的问题分析

### 2.1 施工组织管理不完善

在城市道路交通工程施工期间,施工组织管理存在不完善的情况,这是影响工程质量的关键问题之一。部分施工单位于项目启动之时,缺少系统的组织规划,对于施工进度、人员配置、设备调度以及资源分配等诸多方面,均欠缺科学合理的安排,致使施工现场管理陷入混乱局面,工作效率也颇为低下。并且,不同施工班组相互间协调不够,信息传递有滞后现象,极易出现重复作业或者工作衔接不顺畅的情形<sup>[1]</sup>。施工管理制度不够健全,责任分工不够清晰明确,监理与施工单位彼此间缺乏有效的沟通交流,质量控制以及安全监管很难切实落实到位。

### 2.2 材料与设备管理不到位

在城市道路交通工程开展施工活动的过程中,材料以及设备管理方面存在诸多不到位的情况,而这些情况已然成为影响工程质量的关键因素之一。部分从事施工的单位,在材料采购、储存以及使用这几个环节当中,都欠缺严格的管理举措,如此一来,便很容易致使原材料的质量处于一种不够稳定的状态,或者其规格根本无法满足设计方面的要求,最终对道路结构的耐久性以及使用性能产生不利影响。与此施工设备在管理上不够规范,设备维护工作做得不到位,又或者设备使用效率不高,这些情况同样会导致施工精度有所降低,并且使得施工进度出现延误的状况。除此之外,材料与设备在领用、运输以及保管这些环节里,还缺乏科学合理的记录方式以及有效的跟踪手段,这样一来,就容易出现材料或设备出现损耗、被浪费,亦或是遭到不当使用的种种情况,这无疑会增加工程的成本开支,并且对施工质量造成一定的影响。

### 2.3 施工工艺控制缺陷

在城市道路交通工程施工期间,施工工艺控制方面存在的缺陷,这可是影响工程质量的关键因素。有一部分施工单位在施工的时候,并没有严格按照设计规范以及工艺要求来操作,如此一来,就使得施工方法不够规范,施工顺序也陷入了一片混乱状态,甚至还出现了关键环节控制力度不够的情形。比如说,在路基处理环节、基层摊铺环节、沥青混凝土施工环节以及排水系统安装环节等等这些环节当中,要是对工艺参数掌握得不够准确,或者施工操作不够规范,那么这将会直接对道路结构的稳定性以及使用寿命产生影响。除此之外,施工人员对于新材料、新工艺的掌握程度不足,再加上现场的工艺指导以及监控不够严格,这也容易致使施工质量出现良莠不齐的局面,进而出现路面不平整、出现裂缝或者发生沉降等一系列问题。

### 2.4 检测与验收环节存在问题

在城市道路交通工程开展施工期间,检测以及验收环节所存在的各类问题,已然成为影响工程质量的关键因素之一。部分施工单位还有监理单位在施工进程当中,对于质量检测并未给予足够的重视,其检测的频次比较低,并且检测所涉及的范围也较为狭窄,整体上缺乏应有的系统性与科学性,如此一来便致使施工当中出现的诸多缺陷很难被及时地察觉到并加以纠正。与此检测所采用的方法以及相关标准在执行方面也不够严格,在部分环节里完全依靠人工凭借经验来进行判断,这就使得测量所获得的精度以及数据所具备的可靠性都大打折扣,进而对工程质量的客观评价产生了不利的影响<sup>[2]</sup>。除此之外,验收程序还存在着一种仅仅流于表面形式的情况,与之相关的记录以及资料往往不够完整,其中充斥着随意性并且存在诸多疏漏之处,这也就无法为后续的养护管理工作给予可靠的依据。

## 3 城市道路交通工程施工质量控制措施

### 3.1 加强施工原材料质量控制

在城市道路交通工程施工进程当中,强化施工原材料质量把控属于确保工程质量极为关键的一个环节。得严把材料采购这一环节,去挑选那些拥有资质认证并且有着良好信誉的供应商,以此来保障原材料能够契合设计规范以及技术标准。接着,在材料进入到施工现场之后,应当构建起完善的检验与抽检相关机制,针对砂石、沥青、水泥、钢材等这些关键材料展开质量方面的检测工作,要能够及时察觉并剔除掉那些不合格的材料,防止它们进入到施工的具体环节之中。与此还得强化材料的储存以及管理工作,合理地安排好堆放的位置,并且采取相应的保护举措,避免材料出现受潮、遭受污染或者受到损坏等情况,进而保

证材料性能的稳定状态。在施工使用的整个过程里面,务必要严格按照设计所规定的配比以及工艺方面的要求来使用材料,并且建立起详尽的使用记录以及追溯体系,方便后续的质量管理以及养护工作能够有所参照。

### 3.2 优化道路交通施工工艺

在城市道路交通工程施工期间,对施工工艺予以优化,这可是提升工程质量的一项关键举措。合理的且科学的施工工艺,一方面能确保道路结构有着良好的稳定性以及不错的耐久性,另一方面也能够促使施工效率得以提高,并且能在很大程度上降低施工过程中所出现的质量方面的问题。在具体落实的时候,得依据道路的具体类型、所用材料的特性、施工时的环境状况以及设计方面的相关要求,去制定出标准化并且具有系统性的施工流程,要清楚地明确每一个工序的操作规范以及质量控制的关键点。就好比在路基处理这个环节、基层摊铺这个环节、沥青混凝土摊铺这个环节以及压实这个环节当中,务必对施工温度、厚度、压实度以及摊铺速度这些方面加以严格把控,以此来保证路面结构可以达到均匀、平整并且密实的状态。与此还需要进一步强化针对新型材料以及新工艺展开的研究工作以及实际的应用情况,借助技术培训以及现场的指导方式来促使施工人员的工艺操作水平有所提升。在施工的过程当中,要把信息化管理手段与之结合起来,对关键工序的各项参数以及施工质量展开实时的监控,一旦发现有偏差的情况就要及时进行调整,进而确保道路施工从开始到结束整个过程都具备规范性以及精确性。

### 3.3 合理进行施工方案设计

在城市道路交通工程施工期间,合理开展施工方案设计属于保障工程品质以及施工效率的关键环节,施工方案的合理性同施工组织的顺利施行、资源的合理配置以及施工风险的有效把控存在直接关联,在方案设计阶段,需要全面考量道路功能定位、设计标准、地质状况、环境要素以及施工设备和技术水准,拟定契合实际情形的施工计划与工序安排,要清晰明确关键工序、质量控制点以及时间节点,合理规划各施工环节的衔接次序,防止施工过程出现冲突与重复作业,施工方案还需兼顾施工安全、环保规定以及施工成本,借助优化资源配置、材料调度以及人员安排,提升施工效率与经济效益,施工方案应当具备一定的灵活性,可依据现场实际状况以及突发情况做出调整,保证施工过程可以顺利推进且不会影响工程质量。

### 3.4 做好工程质量监督管理

强化工程质量监督管理能够实现城市道路交通工程各个环节的严格把控,确保从原材料采购、施工工艺执

行到工程验收的每一个步骤都符合质量标准,进而保证道路交通安全、舒适、耐用。在具体实践中,应建立多层次、全方位的监督网络,包括政府监督、社会监督和企业内部监督,确保质量监督工作无死角。应加大对施工现场的巡查力度,对施工工艺、施工进度、原材料使用等进行实时监督,并建立施工质量档案,记录施工过程中的关键环节和质量问题,以便追溯和整改<sup>[3]</sup>。此外,还应加强对质量监督人员的培训和考核,提高他们的专业水平和业务能力。监督人员要熟悉相关法律法规和技术标准,并具备丰富的实践经验和敏锐的洞察力,以确保能够及时发现和处理质量问题。

### 3.5 强化工程项目负责人职责

在城市道路交通工程施工期间,强化工程项目负责人的职责属于保障施工质量的关键举措。项目负责人身为施工现场的核心管理者,对于施工组织、质量控制、安全管理以及资源调度都负有直接责任,需要全面知晓工程施工的进度、工艺、材料以及设备使用状况,并且要对施工质量承担全部责任。项目负责人应当制定详尽的施工计划以及质量控制方案,明确各个环节的质量要求与检查标准,以此来确保施工过程能够严格依照设计规范和 standards 来执行;需要建立起现场管理制度,定期开展质量检查、工序验收以及技术交底工作,做到及时发现存在的问题并督促相关方面进行整改,与此同时还要协调各个施工班组之间的具体工作,从而保证各项工序可以顺利地衔接起来。项目负责人还需对施工材料、设备以及人员加以监督管理,以确保各类资源得以合理地配置并且能够实现高效的使用。除此之外,项目负责人要强化自身的责任意识,切实落实质量管理方面的职责,建立起质量追溯以及奖惩的相关机制,进而使得责任可以落实到具体的个人身上,达成施工全过程处于可控且规范的状态。

### 3.6 注重道路交通工程养护管理

在城市道路交通工程施工期间,对道路交通工程加以养护管理是一项极为关键的举措,它能够有力地保障道路在后续长期使用中所具备的性能以及施工时所达成的质量状况。当施工全部完成之后,倘若缺少科学且合理的养护管理手段,那么路面结构就很有可能会出现诸如裂缝、沉降、坑槽等一系列问题,甚至排水也会变得不顺畅起来,这些问题统统都会对道路的通行能力以及使用寿命产生颇为不利的影 响。所以说,应当从施工阶段便开始着手把养护管理融入到整体的规划安排当中去,要清晰明确地界定好养护责任以及养护周期,同时还要制定出详尽细致的养护制度与相应的技术规范。养护管理可绝不仅仅只是日

常的巡查以及简单的维护保养工作,它还需要依据路面材料所具有的特性以及交通负荷的具体情况,定期有序地开展路面检测、病害评估以及结构加固等相关处理事宜,对于出现的损坏情况务必要做到及时予以修复<sup>[4]</sup>。与此还得更着重加强对养护人员的培训工作,促使他们的技术水平以及管理能力都能够得以提升,从而切实有效地保证养护工作的开展是科学且规范的。现代的信息化技术同样能够在道路养护管理方面找到用武之地,比如可以去建立道路信息管理系统,借助该系统能够实时地对路况信息以及养护记录进行记录留存,进而为养护决策给予充足的数据方面的支撑。

#### 4 结语

城市道路交通工程施工质量控制属于关键环节,对于保障道路安全、耐久以及通行效率有着重要作用,同时也是城市交通系统达成可持续发展的有力保障。仔细分析施工组织管理、材料与设备使用情况、施工工艺、施工方案设计、项目负责人职责落实以及道路养护管理等方面,便能察觉施工全过程里存在的诸多问题,并且采取具有针对性的控制举措。科学且规范的质量控制可提高道路工程的

结构稳定性以及使用寿命,同时能有效减少施工风险以及维护成本,提升施工效率以及管理水平。往后,伴随信息化以及智能化技术持续发展,把这些先进技术运用到施工质量控制当中,会进一步优化施工流程,强化质量监管能力,为城市道路交通工程建设给予稳固支撑,达成高质量且可持续的城市交通发展目标。

#### [参考文献]

- [1]韩志伟,高超.城市道路交通工程施工质量控制的探讨[J].汽车周刊,2025(3):160-161.
- [2]刘英,张惟鑫.城市道路交通工程全过程质量控制[J].人民公交,2024(10):52-54.
- [3]陈华.城市道路交通工程施工过程中的质量控制措施[J].运输经理世界,2022(3):42-44.
- [4]韩峰.城市道路工程施工及质量控制[J].中国住宅设施,2019(6):108-109.

作者简介:梁葱葱(1989.7—),毕业院校:桂林电子科技大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:广西创新工程咨询有限公司,职务:试验检测工程师,职称级别:工程师。

## 工民建施工中墙体裂缝的诱因及预防措施

叶兴丽

天津市北辰区住房和建设服务中心, 天津 300400

[摘要]墙体裂缝属于工民建施工期间较为常见的一种情况,其对建筑物的使用寿命会产生重要影响,是关键的质量问题。文章全面且细致地剖析墙体裂缝的形成原理与各类形态,对温度的变动、材料出现干缩状况、地基产生沉降、施工所采用的工艺、材料自身的质量、设计方面存在的不足以及环境荷载等多种引发因素展开深入研究,并且联合实际施工方面的经验,给出了具有针对性的预防办法,像是对设计方案予以优化、把控材料的质量、使施工工艺规范化、强化地基处理以及施工环境的管理工作等。相关研究说明,综合性较强的预防举措可切实有效地降低墙体裂缝出现的几率。

[关键词]墙体裂缝;工民建施工;裂缝诱因;预防措施

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18231

中图分类号: U455.43

文献标识码: A

## Causes and Preventive Measures of Wall Cracks in Industrial and Civil Construction

YE Xingli

Tianjin Beichen District Housing and Construction Service Center, Tianjin, 300400, China

**Abstract:** Wall cracks are a common situation during the construction period of civil engineering and construction, which can have a significant impact on the service life of buildings and are a key quality issue. The article comprehensively and meticulously analyzes the formation principles and various forms of wall cracks, conducts in-depth research on various triggering factors such as temperature changes, material shrinkage, foundation settlement, construction processes, material quality, design deficiencies, and environmental loads, and combines practical construction experience to provide targeted preventive measures, such as optimizing design schemes, controlling material quality, standardizing construction processes, strengthening foundation treatment, and managing construction environments. Related studies have shown that comprehensive prevention measures can effectively reduce the probability of wall cracks.

**Keywords:** wall cracks; construction of industrial and civil engineering; crack inducing factors; preventive measures

### 引言

随着我国建筑行业不断发展,工民建施工项目规模大、工期紧张且材料种类多样,建筑物质量管理面临新挑战。墙体裂缝作为影响建筑物结构安全与使用性能的关键因素,日益受到工程技术人员及管理部门关注。它影响建筑物外观质量,降低耐久性与使用寿命。近年来研究说明,墙体裂缝产生与设计、材料、施工及环境等多因素有关。系统分析裂缝诱因并提出预防措施,对提高工程质量、保障公共安全很重要。本文依据工民建施工实际案例和理论研究,结合国内外成果,从裂缝形成机理、诱因分析及预防措施三方面探讨,为施工实践提供科学指导和参考。

### 1 工民建墙体裂缝的基本概念与分类

#### 1.1 墙体裂缝的定义及形成机理

墙体裂缝指的是建筑物墙体于施工或者使用进程当

中,因内外诸多因素相互作用而形成的贯穿亦或是表层出现的开裂情况。其形成往往是由结构自重、施工应力、材料干缩、温湿度方面的变化还有外部荷载等多种不同因素共同施加影响所导致的。在墙体施工刚开始的时候,由于砂浆以及混凝土还没有彻底硬化,其自身产生的干缩以及温度发生的变化所引发的应力有可能会超出材料本身的抗拉强度,进而就会出现一些细微的裂缝;随着建筑物的高度逐渐变高或者使用年限不断增长,外部荷载的作用、基础出现沉降以及结构受力不均等情况都可能导致裂缝进一步地扩大,甚至还会贯穿整个墙体。墙体裂缝形成所遵循的机理有着十分显著的多因素耦合的特点,不同施工阶段以及不同墙体类型所呈现出的裂缝特征也存在着较为明显的区别,这就需要在设计以及施工的整个过程当中采用科学合理的控制办法,以此来削减裂缝给建筑物整体

性能所带来的影响。

## 1.2 墙体裂缝的分类

墙体裂缝是工民建项目中比较常见的质量问题,根据墙体裂缝形成原因及位置不同可将其分为结构性裂缝及装饰性裂缝。其中,结构性裂缝主要是发生于墙体结构中,对墙体的危害比较大,会引起外墙的渗漏问题,破坏建筑物的安全及稳定,减短建筑物的使用年限。因此,对于结构性裂缝一定要认真严肃对待,并进行综合有效的治理。装饰性裂缝主要是发生于建筑墙体的外表面,引起装饰层开裂,会影响建筑物外表的美观性,不会影响墙体结构的功能性及安全性,通常只需进行相应的防水修补处理即可。

## 2 工民建施工中墙体裂缝的主要诱因分析

### 2.1 温度变化与材料热胀冷缩影响

在工民建施工期间,温度的变化属于致使墙体出现裂缝的关键因素之一。建筑材料于受热或者受冷之时,会呈现出热胀冷缩这样的情况。一旦墙体结构受到温度的影响,所产生的应力超出材料自身的抗拉或是抗剪强度,那么便会出现裂缝的情况。特别是在混凝土结构以及砂浆抹灰层当中,处于昼夜温差较大亦或是季节温度变化比较明显的地方,墙体的表层就比较容易容易出现收缩裂缝。要是施工当中没有采取温度控制方面的措施,像是遮阳、保温又或者是养护管理得不恰当,同样会加快裂缝产生的速度。除此之外,像结构连接处、门窗洞口周边等这些受约束程度较高的区域,更是容易因为温度应力集中而出现裂缝。所以,在施工的过程里应当充分地去考量材料热膨胀系数和环境温度变化之间的匹配状况,以此来降低裂缝出现的风险。

### 2.2 混凝土及砂浆干缩因素

混凝土以及砂浆在逐步硬化的进程当中,不可避免地会出现体积方面的收缩情况,而这恰恰是墙体裂缝得以形成的关键内部因素之一。干缩这一过程会受到材料配比、水灰比、养护条件等诸多因素的影响,在干缩应力超出材料所具备的抗拉强度之时,裂缝便会由此产生。特别是在大体积混凝土墙体或者砂浆抹灰厚度相对较大的墙面之中,干缩所引发的应力集中状况更是显得格外突出。施工环节不规范、材料配比不够合理、养护工作不到位等情况,均会让干缩裂缝发生的概率进一步增大。对于这一问题而言,需要在施工设计阶段对材料配比加以合理的把控,并且在施工以及养护的整个过程当中严格地去执行温湿度管理相关事宜,唯有如此才能够有效地将干缩裂缝的发生几率降下来。

### 2.3 地基不均匀沉降的影响

地基出现不均匀沉降的情况,这可是工民建墙体产生

裂缝的一个颇为重要的诱发因素。要是建筑物基础所处的土体其承载力呈现出均匀的状态,而且沉降方面存在的差异还比较大的话,那么墙体就会受到非均匀应力的作用,如此一来,墙体就容易出现竖向裂缝、斜向裂缝,或者裂缝不断扩展这样的情况。尤其是在高层建筑或者是多层框架结构当中,由地基沉降所引发的墙体裂缝甚至有可能沿着结构的纵深方向一路贯穿过去,进而对承重性能产生影响。而要是地基处理得不够充分,施工过程中的监测工作又做得不到位,又或者完全忽视了土体本身所具有的差异性,那么这些情况都会使得墙体出现裂缝的风险进一步增加。所以说,在施工正式开始之前,务必要细致地开展地质勘查相关工作,同时做好基础设计方面的各项事宜,并且在施工实施的过程中,还需要采取分步沉降控制的具体措施,唯有如此,才能够确保墙体在受力方面能够保持均匀的状态。

### 2.4 施工工艺与操作不当的影响

施工工艺以及操作水平会直接影响到墙体裂缝的出现情况,在砌筑、抹灰、混凝土浇筑还有养护这些环节中,要是操作不够规范,比如砂浆抹灰的厚度分布不均匀、混凝土浇筑分层安排不合理亦或者是养护的时间不够充足,那么就都可能致使应力产生集中情况并且进而形成裂缝。除此之外,施工的顺序安排得不妥当、模板支撑得不够稳固、施工机械产生的振动幅度过大等情况,同样也能够引发墙体出现局部裂缝的现象。要想把裂缝发生的几率降下来,那么提高施工技术方面的水平、严格依照施工规范以及操作标准来执行,这无疑是非常重要的手段之一。

### 2.5 材料质量不稳定引发的问题

墙体裂缝的形成和建筑材料的质量紧密相关。像砂浆、混凝土以及砖块这类材料,要是质量不够稳定,配比也不合理,或者原材料的性能差异明显,那么墙体在硬化还有使用的时候,就容易出现应力集中的情况,最后产生裂缝。比如,砂浆强度不够,或者含水率过高的情况下,干缩的程度就会变大,应力也很容易超出材料的极限;砖块吸水率不均匀,同样会让墙体受力变得不均匀。在施工期间,务必要严格挑选合格的材料,同时强化质量检验以及配比控制工作,以此来确保墙体的整体性能。

### 2.6 设计阶段考虑不足导致的裂缝风险

墙体出现裂缝的原因还涉及到设计阶段存在的诸多缺陷。在设计环节当中,要是温度变形这一情况有所忽视,又或者没考虑到沉降差异方面的问题,再者对结构连接以及洞口边缘应力集中这些因素缺乏关注,那么就很容易致使出现裂缝的风险。墙体的设计倘若不够合理,结构

布置也不够科学,而且缺少行之有效的构造举措,那么在施工以及后续的使用阶段,就极有可能呈现出明显的裂缝状况。所以说,在施工正式开始之前,应当对设计方案给予充分的评估考量,合理地去布置墙体构造,并且采取一些具有预防作用的措施,像是设置伸缩缝以及构造柱等,以此来保证墙体在实际使用期间能够实现应力的均匀分布状态。

## 2.7 环境因素与外荷载作用

墙体在施工以及使用进程当中,会受到环境条件与外部荷载方面的影响。风荷载、雨水冲刷、地震作用还有季节性的温湿度变化等情况,都会在墙体之上形成附加应力,进而引发裂缝的产生以及进一步的扩展。特别是在气候比较恶劣的条件下,比如在湿度较高且降雨频繁的地区,又或者是风力相对较大的区域,墙体的表面就很容易会出现裂缝的情况,甚至会对结构的安全性都产生影响。所以应当在施工的阶段采取环境控制的相关举措,像是进行遮挡处理、开展保湿养护等工作,并且在设计环节要充分考虑到外荷载对于墙体所产生的影响,以此来保障结构的安全性以及耐久性。

## 3 工民建施工中墙体裂缝的预防措施

### 3.1 加强设计阶段裂缝控制措施

在施工准备阶段,需要充分考量墙体出现裂缝这一潜在的风险因素,针对设计方案予以优化,具体要做到合理安排承重墙与非承重墙的位置,设置伸缩缝以及构造柱等,并且要强化加固节点,以此来保证结构能够均匀受力。与此还应当挑选合适的材料以及施工方法,从而将温度、干缩还有沉降应力等因素给墙体所带来的影响尽可能地减少,从根源处降低墙体裂缝发生的可能性。设计阶段的科学合理性是预防墙体裂缝极为重要的保障措施,也是施工质量管理其中的一个基础环节。

### 3.2 提高材料质量与配比控制

施工期间需对墙体材料质量予以严格把控,要让砂浆、混凝土、砖块以及其他建筑材料都契合标准规定,同时维持稳定的配比与性能状态。若材料质量存在不均匀情况或者配比出现差错,那么就会致使干缩应力集中在一处,进而诱发裂缝产生。所以,在材料采购环节、检测环节以及使用环节都要落实严格管控措施,保障材料性能的一致性,并且在施工过程中运用合理的水灰比以及砂浆配比,以此来提高墙体的整体稳定性以及耐久性。

### 3.3 优化施工工艺与规范操作

施工工艺以及操作规范这两者和墙体裂缝的形成有着直接的关联。在开展砌筑作业、进行抹灰操作以及实

施混凝土浇筑这些过程当中,务必要严格依照工艺方面的要求来执行,要让砂浆的厚度维持在均匀的状态,保证混凝土分层安排得当且合理,并且要确保养护工作做得十分到位<sup>[1]</sup>。与此还需要对施工机械所产生的振动情况加以控制,对于施工的先后顺序也要予以把控,以此来促使墙体的应力分布能够达到均匀的程度,防止出现局部产生裂缝的情况。对施工工艺予以优化,使操作更加规范,这样能够在很大程度上降低施工误差给墙体安全所带来的影响,这无疑属于施工质量管理其中的一个极为重要的环节。

### 3.4 加强地基处理与沉降控制

地基处理属于预防墙体出现裂缝的关键环节之一。在施工正式开始之前,需积极开展细致的地质勘察工作,以便充分掌握土体所具有的承载力以及其沉降特性。在整个施工进程当中,应当运用分步沉降控制的办法,并且采取地基加固的相关措施,以此来保证墙体能够均匀受力。对于那些存在不均匀沉降风险相对较高的地基情况,需要施行基础加固方面的操作,或者采用桩基处理的方式,又或者是实施地基换填等举措,通过这些手段来降低因墙体沉降而引发的裂缝发生的几率。与此在施工全部完成之后,还得持续对地基的沉降状况加以监测,从而能够及时察觉到潜在的裂缝隐患并对其进行妥善处理。

### 3.5 强化施工环境控制(温度、湿度、风速等)

对于预防墙体出现裂缝而言,对施工环境加以控制显得极为关键。应当依据季节的不同以及施工区域所具有的特点,去施行有关温度、湿度还有风速方面的管理举措。比如说可以设置遮阳方面的措施,同时还要有防风的相关举措,另外保湿养护的工作也不能忽视,通过这些措施来避免材料过于迅速地干燥掉,或者是受到环境应力的作用而产生开裂的情况<sup>[2]</sup>。尤其是在那些处于高温环境、低温状况又或者多风地区的场合下,环境控制方面所采取的措施是能够在很大程度上减少温度应力以及干缩应力的集中程度的,进而使得裂缝发生的比率得以降低,从而确保墙体在施工过程中的质量以及日后的耐久性都能得到妥善的保障。

### 3.6 完善施工质量管理体系

健全且完善的施工质量管理体系,乃是预防墙体出现裂缝的一种较为综合性的举措<sup>[3]</sup>。具体而言,要依靠施工现场管理方面的举措、针对工艺的监督手段、对材料开展的检验工作、针对施工人员所进行的培训以及质量评估等相关手段,以此来达成对整个施工过程的全程把控。严格依照施工规范以及质量标准来执行各项操作,敏锐地察觉

到在施工进程当中有可能致使裂缝产生的各类隐患,并且采取具有针对性的相关措施去加以纠正,如此一来便能够有效地提升墙体的整体质量水平。与此还需要把监测以及记录二者结合起来,进而形成一套能够实现可追溯功能的施工档案资料,从而为后续开展的维护工作以及修复工作给予相应的依据参考。

#### 4 结语

墙体出现裂缝的情况在工民建施工当中属于较为普遍的质量问题,其产生的原因和设计、材料、施工以及环境等诸多方面都有关系。仔细分析裂缝形成的原理以及那些主要的诱发因素,便能够清楚不同类型裂缝产生的具体条件以及它们的危害程度究竟如何。在清楚这些情况之后,采取像优化设计方面的方案、把控材料的质量、规范施工的具体工艺、强化地基的处理工作以及施工环境的管理工作等一系列综合性的预防举措,是能够切实有效地降低墙

体裂缝出现的几率的。在未来,随着施工技术持续不断地提升,材料性能也在不断提升,再加上结合智能监测以及科学管理的相关手段,墙体裂缝的预防工作将会变得更加科学且更加精细,从而为高质量的工民建施工给予可靠的保障。

#### [参考文献]

- [1]仇晋伯.工民建施工中墙体裂缝的诱因及其预防措施[J].中国住宅设施,2024(2):130-132.
  - [2]薛甲伟.工民建施工中墙体裂缝的防治对策探讨[J].中国住宅设施,2022(4):160-162.
  - [3]王超超.工民建施工中墙体裂缝的防治对策分析[J].房地产世界,2020(17):123-124.
- 作者简介:叶兴丽(1989.10—),女,汉,籍贯:安徽桐城,天津市北辰区住房和建设服务中心,硕士研究生,建筑与土木工程。

## 绿色节能理念下建筑暖通施工问题及措施探讨

马良<sup>1,2</sup> 祁俏莉<sup>1,2</sup>

1.河北冀科工程项目管理有限公司, 河北 石家庄 050000

2.石家庄市健康建筑技术创新中心, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**在目前建筑领域中,暖通专业有关能耗在全国能耗占比中为10%,暖通专业有关设备也是建筑工程领域中不可缺少的基础性设备。相比较其他专业设备,暖通设备具有更加复杂的安装施工流程、更多的环节步骤,对施工和管理人员专业素养具有更高的要求。建筑暖通专业在安装施工环节容易受到外界环境影响,如果安装施工工艺不科学,会增加暖通设备能耗,产生不必要的能源浪费。本篇文章主要探讨绿色节能理念下建筑暖通施工问题,进而提出有效的应对措施,以此促进我国建筑行业绿色、可持续发展。

**[关键词]**绿色节能理念;建筑暖通施工;问题;措施

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18218

中图分类号: TU96

文献标识码: A

### Discussion on Construction Problems and Measures of Building HVAC under the Concept of Green Energy-saving

MA Liang<sup>1,2</sup>, QI Qiaoli<sup>1,2</sup>

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

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

**Abstract:** In the current construction field, the energy consumption related to HVAC accounts for 10% of the national energy consumption, and HVAC related equipment is also an indispensable basic equipment in the construction engineering field. Compared to other professional equipment, HVAC equipment has a more complex installation and construction process, more steps, and higher requirements for the professional competence of construction and management personnel. The HVAC profession in buildings is easily affected by external environmental factors during installation and construction. If the installation and construction process is not scientific, it will increase the energy consumption of HVAC equipment and generate unnecessary energy waste. This article mainly explores the construction issues of building HVAC under the concept of green energy-saving, and proposes effective measures to promote the green and sustainable development of Chinese construction industry.

**Keywords:** green energy-saving concept; building HVAC construction; problems; measures

基于可持续发展背景下,绿色节能理念逐渐渗透到各个领域,建筑暖通系统作为建筑能耗的主要组成,施工质量以及节能效果可关系到建筑的整体能耗水平。伴随人们生活水平的提高,对建筑室内环境的舒适要求逐渐提升,不断增加建筑暖通系统的规模和复杂程度,但传统的建筑暖通施工一般只重视系统功能性以及安全性,忽视节能以及环保要求<sup>[1]</sup>。施工过程中会存在一系列问题,造成建筑暖通系统能耗过高,不仅增加了建筑的运营成本,进而对环境造成了压力。绿色节能理念重视在建筑全生命周期内,在一定程度上能够节约资源、保护环境以及减少污染,在建筑暖通施工中遵循绿色节

能理念,不仅减少对环境的负面影响,还可提高建筑的品质与竞争力。为此,需要探讨绿色节能理念下建筑暖通施工存在的问题并提出解决措施,这对于推动建筑行业的可持续发展具有重要意义。

#### 1 基于绿色节能理念的暖通施工原则

##### 1.1 经济适用

施工团队在设计阶段需要进行全面规划,有效分析各种暖通系统方案,采用性价比较高的系统,在热源选择应综合考虑当地能源价格、供应稳定性等因素,以此保证在长期运行中满足供热制冷需求。材料的选用也需要遵循经济适用原则,优先选择价格合理且节能效果良好的材料,

如高效保温材料能减少热量散失,虽然前期采购成本可能较高,但从长时间而言可以降低能源消耗,节省运行费用,以免过度追求高端材料导致成本浪费。合理安排施工进度,以免因为工期延误造成成本增加,对施工工艺优化,将施工效率提升,将人工与材料的浪费减少。

### 1.2 安全稳定

施工过程中,应保证施工人员人身安全,进而提供必要的安全防护装备,并予以专业的安全培训,使其了解施工过程中的安全规范以及操作要点。对于材料选择而言,应选择质量合格、符合安全标准的管材、阀门等设备,以免因为材料问题引发安全隐患。对于施工中的电气系统要进行严格的检查以及调试,以免漏电、短路等电气事故发生。在设计阶段充分考虑建筑的实际需求以及使用特点,合理规划系统的布局以及参数,施工过程中依据设计要求安装,保证各个环节的施工质量。除此之外,还要建立完善的调试以及检测机制,完成系统安装后全面调试检测,及时发现并处理潜在的问题,保证系统在投入使用后可以稳定运行。

## 2 绿色节能理念下建筑暖通施工问题

### 2.1 质量管理不到位

部分施工人员缺乏对绿色节能理念的理解,在操作过程中依旧采用传统施工方法,不了解新型节能材料与技术应用,在安装节能型空调系统时因为对设备的调试以及安装把握不准,降低了系统运行效率,不能达到预期节能效果。在施工过程中,缺少严格的质量监督机制,未严格把控施工各环节,部分施工单位为了赶工期在施工中偷工减料,在暖通管道保温层施工中保温材料的厚度与质量不达标,造成能耗损耗<sup>[2]</sup>。质量检验环节同样存在漏洞,不明确检验标准,检验方法不科学,导致一些质量问题难以被发现与解决。设计单位、施工单位以及监理单位间缺少有效沟通,造成施工中与设计方法存在偏差,设计人员可能提出了绿色节能设计理念,但在施工过程中施工人员没有及时和设计人员沟通,不能完全实现设计意图,此种质量管理上的不到位,阻碍了建筑暖通施工在绿色节能方面的发展。

### 2.2 施工管理制度不够完善

暖通施工过程中,涉及多个环节以及众多施工人员,从设备采购、安装调试,每个环节均需要明确责任人。实际过程中会出现责任模糊现象,当设备出现质量问题时,采购人员会将责任推给安装人员,认为是安装不当造成的设备故障;安装人员会强调是设备本身质量问题,此种责任不清情况不仅难以及时解决问题,还会造成资源浪费,

对施工进度延误。基于绿色节能理念下,建筑暖通施工具有相应的标准规范,因为缺少监督机制,难以严格执行标准。施工现场中施工人员为了图方便,未按照节能设计要求进行施工情况,在管道保温施工中没有按照规定厚度与材质操作,造成热量散失严重,不能达到节能效果。随着科技的不断发展,绿色节能技术不断在进步,大部分施工单位的管理制度没有明确规定对施工人员进行定期节能技术培训,施工人员不了解新的节能技术、工艺,依旧采用传统施工方法,不能充分发挥绿色节能技术在建筑暖通施工中的作用,对建筑整体节能水平造成影响。

### 2.3 部分施工人员专业素质不达标

从专业知识层面而言,大部分施工人员缺少对绿色理念并不了解,对于新型节能材料以及技术性能了解有限,施工过程中难以按照实际情况合理选择,在选择保温材料时因为不熟悉不同材料的导热系数、环保性能等参数,会选择保温效果不佳或者不符合环保要求的材料,不仅无法实现节能目标,还会对室内环境造成污染。部分施工人员并未掌握先进的施工工艺,在安装暖通管道时管道连接不紧密,极易出现漏风、漏水等现象,增加系统的能耗,能源利用效率降低。在设备调试阶段因为缺少专业的调试技能,不能使暖通设备达到最佳运行状态,造成能源浪费<sup>[3]</sup>。部分施工人员为了追赶工期,可将施工质量忽视,未按照设计要求以及施工规范操作,严重影响暖通系统的节能性与使用寿命。建筑企业一般重视短期效益,忽视对施工人员培训与再教育,施工人员缺少学习新知识以及新技能机会,难以提升其专业水平。

### 2.4 流程不合理

项目启动前未充分调研建筑整体布局、周边环境和用户实际需求,并未考虑建筑物的朝向、当地的气候条件等因素,造成系统与实际需求不匹配,如北方寒冷地区如果未考虑冬季极端低温,选择供暖设备的功率不足,后期为了保证室内温度就需要加大能源消耗。同时,各施工环节间缺少合理的统筹规划,管道安装与设备调试顺序不合理,可能先进行设备调试,而后才发现管道安装存在问题,不得不重新拆卸与安装管道,不仅延长了工期,还会影响系统的整体性能与节能效果,且不同施工队伍间的协调配合也存在问题,水电安装队伍与暖通施工队伍没有考虑彼此的施工需求,造成管道交叉以及线路冲突等问题。对于绿色节能材料以及设备的检验环节并不严格,会造成不符合节能标准的材料进入施工现场,对整个暖通系统的节能性能产生影响,且部分小的质量问题没有得到及时解决,积累到后期会引发更大的故障。

### 3 绿色节能理念下建筑暖通施工相关措施

#### 3.1 暖通设备安装

施工单位在开展安装工作前,需要进行相关准备工作,需要对施工图纸进行研究审核,保证图纸的设计符合绿色节能要求与现场实际情况。另外,对安装人员进行专业培训,使其了解绿色节能理念下的安装规范以及技术要点,并准备好施工所需的设备材料,严格把控材料质量,保证其符合节能标准。在设计阶段,需要综合考虑建筑的布局、采光以及通风等因素,合理规划暖通设备位置,空调室外机需要安装在通风良好且避免阳光直射的位置,以此将制冷效率提升,减少能耗。为后期的维护服务预留一定的操作空间,安装人员需要按照设计要求进行施工,保证每台设备均有足够的空间进行检修、保养,以免后期维护由于空间不足带来不便<sup>[4]</sup>。与此同时,保证其安装的施工方向与积水盘相同,以此确保顺利排出冷凝水,以免积水造成设备故障或者霉菌滋生,安装过程中使用水平仪等设备确保风机盘管的水平度,并做好管道连接的密封工作,以免出现漏水或者漏风现象。以图1所示,为了防止采暖系统向外部散热情况出现,加强对暖通系统设备的保温和成品保护,并留有相应的孔洞,采用有效的封堵方式。

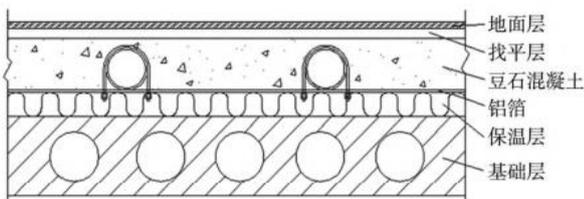


图1 保温层及铝箔反射膜铺设示意

#### 3.2 可行性条件下施工

施工前需要组织专业设计师全面考察建筑整体布局,结合建筑所在地的气候特征计算出建筑所需的采暖与通风负荷。按照不同区域的功能需求规划暖通系统分区,以免过度供热或者制冷,并采用先进的模拟软件模拟暖通系统运行效果,提前发现潜在问题并调整,保证设计方案在可行的基础上实现最大节能。优先选择具有节能认证的环保型材料,以免在能量传输中出现高损耗,并按照实际需求选择合适的空调机组、水泵等,采用高效节能设备,按照实际负荷自动调节运行参数,减少能源消耗,保证设备性能符合设计要求。合理安排施工各个环节,防止因为工序错乱造成重复施工,进行管道安装时提前规划走向布局,将弯头与分支数量减少,提升系统运行效率。强化施工过程中的现场管理,对施工人员进行培训,提高其节能意识以及操作技能,要求施工人员依据施工规范操作。施工中还要实时监测暖通系统的运行参数,系统调试阶段保证各个设备之间协

调工作,以此达到最佳运行效果,实现绿色节能的目标。

#### 3.3 改善空气循环系统设计

合理规划进风口与出风口位置与数量,可以保证室内外空气的有效交换,进风口需要在空气清新的区域处,以免受到污染源的影响;出风口要确保排出的污浊空气不会再次回流,并按照建筑的功能分区以及人员流动调整通风管道的走向与管径,将通风阻力减少,降低风机能耗。另外,可采用智能控制系统,按照实际情况自动调节通风设备的运行,当室内空气质量良好时可降低通风量,减少能源消耗,当空气质量下降时系统会自动增加通风量,确保室内空气清新。在建筑设计阶段,需要考虑自然通风的可能性,借助建筑朝向、外形以及窗户设置,将自然风引导进入,减少对机械通风的依赖,并设置通风中庭、通风塔等结构,加强自然通风效果<sup>[5]</sup>。安装高效的空气过滤设备,可将空气中的灰尘、花粉、细菌等污染物去除,有利于提高室内空气质量。并定期清洗更换过滤设备,采用空气净化技术进一步改善室内空气环境。

#### 3.4 做好建设材料引进管理

按照绿色技能要求明确材料的各项性能指标,优先选择获得相关绿色认证的材料,保证在生产、使用以及回收过程中对环境影响最小,评估材料的节能效率,筛选节能效果明显的产品。在选择供应商时,全面考察信誉、生产能力以及质量控制体系,和具有绿色生产理念的供应商建立长期合作关系,要求供应商提供材料的详细资料,如质量检测报告、节能认证文件,定期评估监督供应商,保证其提供的材料符合要求。在运输过程中采取有效的防护措施,以免损伤材料,选择环保型运输方法,防止运输时出现能源消耗与环境污染。对于储存而言,按照材料的特性,设置专门的仓库,保证储存环境合适,以免材料出现受潮变质。施工过程中,严格按照设计要求与施工规范使用材料,对施工人员进行培训,提升其节约意识与正确使用材料的技能,回收、再利用剩余的材料,减少建筑垃圾的出现。

#### 3.5 合理运用绿色建筑思想施工

设计人员要充分考虑建筑的整体布局与当地的气候条件,按照建筑的朝向预计功能分区计算各区域的冷热负荷,以免过度设计造成能源浪费,通过智能化控制系统按照室内外环境参数调节暖通设备运行。施工过程中严格控制施工质量,减少管道的漏风、漏水现象,合理安排施工顺序,以免因为施工不当造成能源浪费。建筑暖通施工与建筑结构、电气等专业存在一定关系,需要加强各专业之间的沟通协调,设计与施工过程中充分考虑建筑朝向、采光与通风,有机结合暖通系统,实现自然通风与采光的最佳

大化利用。建立完善的运行管理制度,定期对暖通系统维护保养,保证系统的正常运行,并按照实际情况合理调整系统运行参数,实现节能目标。

#### 4 结语

建筑工程施工过程中,建筑是否能够实现节能降耗目标的关键则为暖通工程的设计施工,为了能够有效运行暖通系统需要对其进行科学合理的设计安装,并采取合理的施工工艺和节能措施。除此之外,还要做好整个工程施工的管控工作,整个过程均贯穿绿色节能理念,相关从业人员在施工、设计过程中均需要践行绿色节能理念,保证暖通施工进度和暖通设备安装质量,以此落实建筑整体的节能目标,并为居民提供了舒适健康的体验保证,进而促进我国建筑行业的绿色、可持续发展。

#### [参考文献]

[1]陈永杰.基于绿色节能理念下的建筑暖通施工问题及解

决措施研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025(22):83-85.

[2]曹雅蕊,李云铎.基于绿色节能理念的暖通设计优化研究[J].住宅产业,2024(4):44-46.

[3]索晓蒙,李小争.绿色节能理念下暖通施工问题及措施探讨[J].居舍,2023(26):68-71.

[4]时竹星.绿色节能理念下暖通设计的改善[J].四川建材,2022,48(7):236-237.

[5]石思鹏.绿色节能理念下暖通施工问题及措施探讨[J].工程与建设,2022,36(3):760-762.

作者简介:马良(1987.2—),男,毕业于燕山大学里仁学院,所学专业:建筑环境与设备工程,职务:专业技术负责人,职称:高级职称;祁俏莉(1986.7—),女,毕业于河北工程大学科信学院,所学专业:建筑环境与设备工程,职务:部门经理,职称:高级职称。

## 房屋建筑工程防渗漏施工技术关键点的分析

章金辉

浙江耀厦建设集团有限公司, 浙江 杭州 310000

[摘要]房屋建筑工程是人们日常生活的基础,其质量直接关系到居住环境的舒适性和生活品质。在众多影响建筑工程质量的问题中,渗漏问题尤为突出,近年来也引起了越来越多的关注。渗漏不仅会影响房屋的使用功能,还可能对结构安全造成隐患,带来经济损失。基于此,文中围绕房屋建筑工程渗漏问题的危害、成因及防渗漏技术的关键点进行分析与探讨,旨在为提高房屋建筑工程的施工质量提供参考,从而为人们创造更加安全、舒适和耐久的居住环境。

[关键词]房屋建筑工程;防渗漏施工技术;技术关键点

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18214 中图分类号: TU761 文献标识码: A

### Analysis of Key Points in Anti-leakage Construction Technology for Building Construction Projects

ZHANG Jinhui

Zhejiang Yaosha Construction Group Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

**Abstract:** Building construction engineering is the foundation of people's daily lives, and its quality directly affects the comfort of the living environment and the quality of life. Among the many issues that affect the quality of construction projects, leakage is particularly prominent and has attracted increasing attention in recent years. Leakage not only affects the functional use of the house, but may also pose a safety hazard to the structure, resulting in economic losses. Based on this, the article analyzes and discusses the hazards, causes, and key points of leakage prevention technology in building construction projects, aiming to provide reference for improving the construction quality of building construction projects and creating a safer, more comfortable, and durable living environment for people.

**Keywords:** building construction engineering; anti-leakage construction technology; technical key points

### 引言

在现代建筑工程当中,防渗漏施工属于保障房屋建筑结构安全以及使用功能的一个关键环节,其重要性日益凸显,受到了工程管理者与设计人员的高度关注。随着城市化进程不断推进以及建筑功能朝着多样化方向发展,人们对于建筑居住环境的舒适性以及安全性提出了更高的要求。渗漏问题会对室内环境质量产生影响,而且可能致使结构出现受潮情况,钢筋发生锈蚀,混凝土强度有所下降,甚至会引发长期存在的安全隐患以及造成经济损失。房屋建筑里的渗漏问题一般体现为外墙、屋顶、地下室、管道以及局部节点等处有水分渗入,这些问题产生的原因较为复杂且多种多样,像是施工质量控制方面存在不当之处、材料性能出现退化、结构节点设计不够合理以及受到外部环境长期作用等诸多因素都会导致渗漏问题的出现。针对这些问题展开系统的防渗漏技术研究,掌握各类结构部位的防水施工要点,这不仅能够助力提高建筑工程的质量以

及耐久性,还能为施工管理给予科学依据以及技术支持。本文通过深入剖析房屋建筑工程防渗漏施工技术的关键点,总结出不同部位防水施工的技术要领以及实施重点,希望能够为建筑工程实践提供具备较强可操作性的参考与指导,同时也为提升建筑物长期使用性能以及防渗漏水平给予理论方面的有力支撑。

### 1 房屋建筑工程防渗漏施工的重要性

房屋建筑工程的防渗漏施工属于极为关键的一个环节,其施工质量的好坏会直接影响到建筑物的耐久性、舒适性以及使用寿命。在房屋建筑正式投入使用之后,渗漏问题通常是最为直观且最容易引发业主投诉的问题之一。它既会对室内环境产生影响,也会给居住者的体验带来不利,还极有可能导致墙体出现受潮情况、钢筋发生锈蚀以及混凝土强度有所下降等一系列的结构隐患,进而使得建筑的整体安全性能降低。并且,一旦渗漏问题形成,那么后期的维修工作往往会面临很大的难度,所需的成本也会

非常高,甚至有时还需要对原有的装饰结构加以破坏,如此一来便会造成资源的浪费以及经济方面的损失。所以说,在施工阶段借助科学合理的防渗漏技术以及严格的工艺控制手段,把渗漏隐患从源头处彻底消除掉,这对于提升工程质量水平而言有着不容忽视的重要意义<sup>[1]</sup>。随着建筑功能变得日益多样化,居住品质的要求也在不断提升,防渗漏施工已经不再仅仅是单纯的技术方面的问题了,而逐渐成为了衡量房屋建筑工程施工管理水平以及质量控制能力的一项重要指标,对于提升建筑工程的整体品质、延长建筑的使用年限以及推动建筑行业的健康发展都有着十分重要的实际意义。

## 2 房屋建筑工程渗漏问题产生的主要原因

### 2.1 外墙渗漏的成因

外墙渗漏是房屋建筑工程中常见且复杂的问题,其产生原因多样。在福建省漳州市漳浦县绥安镇鹿溪北路北侧、得仙路东侧的建设项目中,外墙渗漏可能主要源于墙体材料选择不当、基础施工质量不达标、防水层破损或缺失以及设计缺陷等因素。如果外墙所用砖石、混凝土或涂料质量较低,其抗水性能和耐候性不足,容易使墙体渗水;基础施工存在裂缝或密封不严,会使雨水通过墙基连接处渗入建筑内部;防水层施工不规范或在使用过程中受损,也会降低外墙整体防水性能;此外,外墙设计不合理或构造复杂、缺乏有效防水措施,也会增加渗漏风险。

### 2.2 屋顶漏水成因

屋顶作为房屋建筑当中直接受到雨水、日晒以及温差变化等影响的部位,其渗漏方面的问题呈现出发生频次较高且隐蔽性较强的特点。屋顶漏水的产生常常与多种不同因素相互交织叠加关联起来。从一个方面来讲,屋面结构层还有防水层在施工进程当中,要是存在着基层处理得不够平整、含水率把控得不妥当又或者节点部位构造设置不合理等这类问题,那么在后续的使用阶段就容易形成渗水的通道。从另一个方面来看,屋面长时间暴露于自然环境之中,受到紫外线照射、冷热循环以及风雨侵蚀等多种因素的影响,防水材料就容易出现老化、脆裂亦或是黏结性能有所下降等情况,如此一来便使得整体的防水能力受到了削弱。屋面排水不顺畅同样也是致使漏水产生的一个重要诱因。当屋面排水坡度不够充足、落水口出现堵塞情况又或者是积水长期滞留在屋面的时候,防水层就会一直处于高水压的状态之下,而其中哪怕只是微小的缺陷也有可能逐渐演变成明显的渗漏状况。

### 2.3 局部渗漏问题

房屋建筑工程里的局部渗漏问题,往往出现在结构构

造比较复杂或者不同材料相互交接的部位,其成因有着隐蔽性较强、位置较为分散这样的特点。常见的局部渗漏大多聚集在门窗周边、变形缝、施工缝、穿墙管道还有结构节点等地方,这些部位在施工进程当中工序相当繁杂、对细节的要求也很高,要是施工控制做得不够到位,就很容易形成薄弱环节<sup>[2]</sup>。不同材料因为热胀冷缩的性能存在差别,在温度发生改变以及结构出现变形的作用之下,接口部位特别容易产生微裂缝,这就给水分渗入创造了条件。与此施工过程中要是存在工序衔接不够紧密、养护工作不到位或者局部构造做法和设计要求不统一等情况,同样会导致这些部位的防水连续性遭到破坏。

## 3 房屋建筑工程防渗漏技术的关键点

### 3.1 外墙防渗漏技术

外墙防渗漏在房屋建筑工程的防水体系里属于极为关键的一个环节,其相关的技术控制务必要贯穿于结构施工以及装饰施工的整个过程之中。从结构层面来讲,外墙所使用的混凝土或者砌体的密实程度,是直接决定其抗渗性能的关键因素。倘若在施工的时候振捣操作不够到位,砂浆的饱满度也存在欠缺,又或者是养护工作做得不充分,那么就很容易形成贯通孔隙以及毛细通道,如此一来,雨水便会在风压的作用之下慢慢地渗入到墙体的内部。此外,外墙属于那个承受温度变化以及结构变形情况比较突出的部位,像框架梁柱与填充墙相交的地方、预留洞口的位置以及构造节点等这些不同材料交接之处,常常会因为变形出现不协调的情况而产生微裂缝,进而变成渗漏隐患相对集中的区域。再从围护构造方面来分析,要是外墙抹灰层、防水层以及饰面层之间缺乏良好的黏结性能,并且彼此之间协同工作的能力也比较差,在长期受到风雨侵蚀以及冷热循环的作用之后,就容易出现空鼓、开裂或者脱落等一系列的现象,这无疑会进一步削弱整体的防水效果。除此之外,外墙渗漏还往往具备隐蔽性和累积性的特点,刚开始的时候其表现并不会特别明显,然而随着时间推移,水分不断地反复渗透进去,墙体内部的湿度也会随之持续升高,最终对室内的使用环境以及结构的耐久性都会造成影响。

### 3.2 屋顶防渗漏技术

屋顶防渗漏技术属于房屋建筑工程防水体系里极为关键的一个环节,并且还是最容易暴露出问题的环节,其施工质量会直接影响到建筑物的使用功能以及耐久性能。因为屋顶长期都处于外露的状态,需要反复去承受雨水的冲刷、紫外线的照射以及昼夜之间比较大的温差变化,所以防水构造在实际使用的过程当中是比较容易出现性能

衰减的情况的, 所以对于施工技术而言, 其系统性和连续性的要求就比较高了。从结构方面来看, 屋面基层的平整程度、密实程度以及整体的稳定性是防渗漏的基础所在, 要是基层存在着起砂、裂缝或者变形等问题, 那么就很容易破坏防水层的完整性。在屋面构造当中, 防水层和保温层、找平层之间所起到的协同作用是非常重要的, 如果各层之间衔接得不恰当, 在温度发生变化以及受到荷载的作用之下, 就容易产生应力集中, 进而导致防水层出现局部破坏的情况<sup>[3]</sup>。除此之外, 屋面节点部位像女儿墙根部、落水口、伸出屋面的管道以及结构转角处, 受到构造比较复杂以及水流集中这些因素的影响, 往往会成为渗漏隐患相对集中的区域。屋顶渗漏问题通常都具有一定的滞后性, 一旦形成了渗漏情况, 那么其维修的难度是比较大的, 并且还极有可能会反复发生, 进而影响到建筑的整体品质。

### 3.3 局部防渗技术

局部防渗技术在房屋建筑工程防渗漏体系里, 属于最具针对性且复杂性颇高的部分, 其施工质量常常直接左右整体防水效果是否能达成预期。建筑里的局部部位大多聚集在构造颇为复杂、工序交叉频发的区域, 像门窗洞口、施工缝、变形缝、结构转角还有穿墙、穿楼板部位等, 这些位置在结构受力方面、材料性能层面以及施工顺序上都存在着不小的差异, 很容易形成防水方面的薄弱环节。依据工程实践状况来分析, 局部渗漏通常并不是由单一的因素引发的, 而是因为材料交接不够协调、施工偏差不断累积以及结构出现微变形等多种因素共同作用所形成的。倘若局部构造处理缺少整体性与连续性, 防水层在这些节点之处出现中断或者被削弱的情况, 那么水分就会顺着最为薄弱的路径渗进结构内部。局部渗漏还呈现出明显的隐蔽性与反复性特点, 起初不容易被察觉到, 然而一旦水分长时间滞留不动, 就会对周边的结构以及装饰层造成持续不断的破坏, 使得后期维护工作的难度进一步增加。

### 3.4 地下室防渗漏技术

地下室防渗漏技术在房屋建筑工程防渗漏体系里算得上是技术要求极为苛刻、影响因素异常复杂的环节之一, 其施工质量和建筑物的结构安全以及正常使用功能紧密相关。地下室长时间处在地下水、土体湿度还有侧向水压力所构成的作用环境下, 防渗漏一方面要应对静水渗透的情况, 另一方面还得承受因结构变形以及环境变化而产生的不利影响。从结构特性来讲, 地下室一般整体性比较强、构件尺寸偏大, 在混凝土浇筑期间, 要是存在施工缝处理得不够妥当、振捣不够密实或者养护做得不到位等问题, 就很容易形成贯通的渗水通道<sup>[4]</sup>。地下室底板、外墙与顶

板相互交接的部位, 还有后浇带、变形缝这类特殊构造区域, 因为受力情况较为复杂、约束条件也比较差, 常常会成为渗漏问题集中出现的地方。地下环境里的水分渗透有着持续性以及隐蔽性的特点, 防水体系一旦出现薄弱环节, 在水压的作用下, 渗漏状况便会长期存在, 其修复起来难度颇大, 影响的范围也相当广泛。

### 3.5 管道防渗漏技术

管道防渗漏技术在房屋建筑工程防渗漏施工里, 属于那种特别容易被人忽视掉, 然而实际上却有着相当大影响的关键环节, 其施工质量的好坏, 直接跟建筑物能不能正常使用以及室内环境安不安全挂钩。建筑内部的给排水管道、电气管道还有暖通管道等等, 种类繁多, 分布起来也相当复杂, 而且大多得穿过墙体、楼板或者防水层, 这就让管道周边的部位成了防水体系里最为薄弱的区域之一。从结构以及材料特性方面来讲, 管道本体和混凝土或者砌体材料之间存在着颇为明显的物理性能方面的差异, 当遇到温度发生变化、有振动情况出现或者受到使用荷载的作用时, 接口部位就容易出现微小的位移以及缝隙, 如此一来便给水分渗透提供了条件。管道施工往往是穿插在主体结构施工以及装饰施工的过程当中的, 工序衔接起来比较复杂, 要是预留孔洞的尺寸把控得不够恰当、封堵做得不够严密, 又或者是后期施工对已经完成的防水构造造成了破坏, 那么都会使得整体的防渗效果有所降低。管道渗漏问题有着隐蔽性很强、影响范围扩散速度比较快的特点, 一旦发生了这种问题, 往往会沿着管道周边的结构朝着下方或者外侧进行扩散, 进而导致墙体出现返潮现象、楼板发生渗水情况, 甚至还会致使设备遭到损坏。

### 3.6 裂缝控制的技术

裂缝控制技术属于房屋建筑工程防渗漏体系里极为重要且不可或缺的一个环节, 其施工质量对于建筑物结构的整体防水性能以及长期耐久性有着直接的影响。在建筑物开展施工活动以及后续使用期间, 因为混凝土存在收缩情况、温度出现变化、受到荷载的作用以及基础发生沉降等诸多因素共同起作用, 常常会在墙体、楼板、屋顶还有结构节点等部位形成裂缝。而这些裂缝要是贯通或者延伸开来, 那么就会变成水分渗入的关键通道, 大幅度地削弱防水体系所具备的连续性与完整性。从施工技术方面来展开分析, 裂缝产生的原因和材料配比、浇筑工艺、振捣密实度、养护措施以及结构构造设计紧密相关联。比如混凝土含水率过高的状况、砂率设置不合理的情况或者是养护工作不到位的情形, 都有可能引发收缩裂缝的出现; 结构板缝或者变形缝如果处理得不妥当, 那么也会致使裂缝沿

着节点不断地发展下去。与此裂缝控制一方面要涉及到预防微裂缝的产生,另一方面还需要留心裂缝发生之后的监测工作以及局部加固事宜,以此来保证裂缝不会变成长期渗水方面的隐患。

#### 4 结语

房屋建筑工程防渗漏施工技术对于保障建筑质量以及延长其使用寿命有着极为重要的作用。仔细分析外墙、屋顶、地下室、管道还有局部节点等这些关键部位的防渗漏技术能够发现,施工质量的好坏一方面依赖于材料的选择以及施工工艺,另一方面和节点处理的细致程度、结构设计是否合理以及全程的管理都有着紧密的关联。切实落实防渗漏施工技术的关键要点,能够在很大程度上防止水分渗入到建筑内部,减少对建筑结构造成的损害,提升建

筑的耐久性,并且让居住的舒适度得以提高。

#### [参考文献]

- [1]安立全.浅析房屋建筑工程防渗漏施工技术关键点[J].城市建设,2025(13):57-59.
- [2]郑文杰.房屋建筑工程防渗漏施工技术关键点分析[J].石材,2024(12):61-63.
- [3]徐国书.房屋建筑工程防渗漏施工技术关键点分析[J].大众标准化,2024(4):58-60.
- [4]张乐.房屋建筑工程防渗漏施工技术关键点分析[J].中国住宅设施,2021(4):99-100.

作者简介:章金辉(1996.6—),毕业院校:西南科技大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:浙江耀厦建设集团有限公司,职务:质量主管,职称级别:无。

## 深入解析建筑施工管理及绿色建筑施工管理策略

陈水木

广东铭创建设工程有限公司, 广东 茂名 525000

[摘要] 建筑施工管理是一项复杂性、长期性的活动, 从项目规划、立项, 到设计、准备、施工, 最后验收的各个环节, 都需要加强管理寻找施工多方面需求的平衡, 保持全过程监督, 最终保证顺利完成施工。而在可持续发展战略目标的不断推进下, 绿色建筑成为建筑领域的必然发展趋势, 绿色施工也成为未来施工管理的主流方向。因为建筑规模大, 资源消耗多, 环境保护压力大, 如何推动建筑施工管理朝向绿色施工管理转型, 是新时期建筑领域工作的重点内容。本篇文章深入解析建筑施工管理以及绿色建筑施工管理的策略, 以期为建筑事业的发展提供参考。

[关键词] 建筑施工; 管理; 绿色建筑施工管理

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18244 中图分类号: TU201 文献标识码: A

### In Depth Analysis of Construction Management and Green Building Construction Management Strategies

CHEN Shuimu

Guangdong Mingchuang Construction Engineering Co., Ltd., Maoming, Guangdong, 525000, China

**Abstract:** Construction management is a complex and long-term activity. From project planning and approval to design, preparation, construction, and final acceptance, it is necessary to strengthen management and find a balance between various construction needs, maintain full process supervision, and ultimately ensure the smooth completion of construction. With the continuous promotion of sustainable development strategic goals, green building has become an inevitable trend in the field of construction, and green construction has also become the mainstream direction of future construction management. Due to the large scale of construction, high resource consumption, and high pressure on environmental protection, how to promote the transformation of construction management towards green construction management is a key focus of work in the field of architecture in the new era. This article provides an in-depth analysis of construction management and strategies for green building construction management, in order to provide reference for the development of the construction industry.

**Keywords:** construction; management; green building construction management

#### 引言

建筑施工管理是保证建筑工程顺利完成的核心环节, 不仅需要协调给各个工序的实施情况, 保证工程如期完成, 控制施工成本, 还要关注施工质量水平的提升以及减少对周围环境的影响。面对资源短缺、环境污染严重的发展形势, 传统的施工管理模式逐渐凸显出一些不足, 比如资源使用量过高、能源消耗比较大、环境污染问题严重等。在可持续发展战略的引导下, 建筑单位需要遵循绿色理念, 坚持落实绿色建筑施工管理模式, 以实现节能减排、绿色环保的建设目标。

#### 1 绿色建筑施工管理现状分析

绿色建筑施工管理要求减少施工过程中对环境造成的

污染, 实现节能、环保、可持续发展。这要求关注绿色建筑材料的使用, 多使用环保材料以及可再生材料, 并实现材料的循环利用, 同时关注资源的合理配置, 避免浪费, 强调节能设计, 坚持全生命周期管理理念的落实。首先, 绿色建筑施工管理的目标是节能减排, 因为能源供应比较紧张, 所以进行绿色建筑施工需要坚持低能耗的原则, 推行绿色施工技术、节能设备等的使用。其次, 绿色建筑施工管理可以提高土地资源利用率。因为有限的土地资源, 建筑施工面临空间面积的约束, 进行施工管理要关注土地资源的节约以及高效利用。最后, 绿色建筑施工管理的宗旨在于生态环保, 在施工过程中, 噪音、粉尘、废弃物等都会造成环境污染, 进行绿色施工管理需要有效控制这些

污染问题,实施科学的环保措施,尽量减少施工对周围环境的不良影响。

## 2 建筑施工管理策略

### 2.1 安全管理

安全管理是建筑施工管理的关键内容,不仅需要保证施工过程的安全性,也要维护施工人员和环境的安全性。管理人员可以按照工程施工环节,划分每个环节的安全生产工作内容,建立起目标管理责任机制,并确定责任人归属,将每项工程的管理职责和目标落实到具体的个人,激发管理人员的安全意识。通过详细的施工安全管理机制,有效识别和挖掘每个施工环节存在的安全问题,及时进行高危节段的安全筛查,有效排除安全隐患。在每天开始施工前,安排责任管理人员进行筛查当天施工内容中潜在的安全隐患,进行排除与处理,并对施工人员提出示警。同时借助信息化管理技术和系统,完善对安全事故的预警方案,进行有效预测、示警以及应对,实现智能化管理,尽量将安全事故造成的损失控制到最小范围。

### 2.2 质量管理

根据施工质量控制需求,丰富质控方案的内容,提高方案的系统性、全面化。比如建筑外墙材料始终暴露在环境中,受到天气变化的影响较大,如果材料品质较差,可能加剧腐蚀、老化、损坏速度,所以施工时需要选择高品质的材料,并考虑当地的气候条件,强化材料的性能需求。比如高温地区要注意防晒、抗热;严寒地区则要注意防寒;降雨多的区域要注意防潮、防水。管理人员要制定合理的质控方案,严格满足行业、工程以及国家规定的标准要求,并配备专业的质量监督管理人员。由专门的质检人员实时跟踪整个施工过程,监督各个施工环节的落实,实现动态化管理,在每个环节告一段落时,进行严格的质检工作,确保符合质量要求。如果质检不合格,不允许继续进行下一环节的作业。管理人员也要注意配合质检人员定期进行质量检查,与奖惩机制相互映照,对质量管理合格及不合格的环节、责任施工人员、部门等按规定进行奖励与惩罚,有效提升施工人员的质量意识和责任意识,确保可以遵循质控方案进行施工。

### 2.3 进度管理

从项目立项一直到完工验收,细化每个施工阶段和环节的进度控制,设定明确的施工进度目标,每个阶段和环节都有目标,以及汇总成一个大的总施工目标。在项目开始施工之前,确保施工人员以及管理人员详细了解自己所负责的工作内容,了解施工进度规划,对于每个环节应在何时完成施工有明确的认知,并且最好详细到每个月、每

个周乃至每天。根据每日的安排,在当天施工结束后,安排专业人员进行详细的记录,与事先制定的施工进度规划进行比较,评估进度是否达成目标,如果与规划相一致或超前于规划,则直接将记录归档,并做好标记,适当调整后续的施工方案;如果落后于规划,须分析导致进度延误的原因,及时进行解决,明确责任人进行追责,避免相关问题的重复出现。

### 2.4 成本管理

施工成本占比较大的包括人力成本以及材料设备成本。第一,结合施工进度规划以及实际上的施工进度,合理调整施工人员的安排与分布,科学控制施工人员数量,避免人力的浪费。在施工现场也可以使用红外摄像头、无人机等先进设备进行全施工过程的监控,减少人力的使用。同时建立起科学的奖惩机制,通过物质或精神激励措施,激发施工人员的工作积极性,能够提高施工效率。第二,从材料采购、管理到使用的全过程,进行细化管控,减少不必要的成本支出。比如在采购阶段,需要利用信息系统,实时关注和记录市场价格波动,进行同比、环比等综合分析,从而选择性价比最高的供应商采购材料。同时要结合施工地点,考虑材料运输成本,尽量在当地采购材料,建立起长期合作关系,避免价格波动带来成本支出超标的情况。对于各类材料的采购与使用,还需要做好详细记录,可以借助二维码等先进技术,对材料和设备进行批量、单独管理,避免出现遗漏。第三,设备的使用可以考虑租赁设备,仅采购使用频率高的设备,其他偶尔使用的设备都选择租赁方式,并做好定期的维护和保养工作,有助于降低成本。可以在大型设备上安装传感器,借助智能化系统监测设备的运行状态,如有异常及时示警,提醒施工人员处理,这样可以避免人力排查增加的成本。

## 3 绿色建筑施工管理策略

### 3.1 丰富绿色建筑材料的使用

环保建材的使用是落实绿色建筑施工要求的首要点。建议选择绿色环保材料进行施工,比如天然石材、竹材、木材等,这些材料更加符合施工环保标准,而且很多材料属于可再生材料,成本相对较低。比如竹材,性能优良,而且可再生,可用于制作幕墙等建筑结构,而且对于特殊场景也可以选择竹材为主体的建筑形式,比如公园、景区等。比如橡木和软木有良好的隔音和保温性能,进行室内设计使用这些材料,不仅可以帮助调节室内的温湿度,提高舒适度,也能改善空气质量。木材本身有天然的隔音效果,能够显著降低室内的噪声水平,提高舒适度。石膏板也可以选择,环保性能好,具备良好的隔热、防噪、防火

的功能,并且支持回收再利用,可以减少建筑废弃物带来的环境威胁。又比如生态纳米乌金石,耐候性良好,保温性能显著,可用于制作绿色建筑的外立面,能够减少15%左右的空调负荷,因此具备突出的节能降耗效果,可以满足绿色施工要求。

### 3.2 加强绿色施工技术的使用

绿色建筑施工时可以积极引入绿色施工技术,这有助于实现绿色环保要求。比如生态墙体技术和绿色屋顶技术,能够减少热量排放,缓解城市热岛效应,而且绿色植物也能帮助净化空气,改善空气质量。也可以选择太阳能智热技术,借助太阳能的使用,为建筑提供能源支持,减少煤炭等传统能源的使用,也能实现节能减排的目标。绿色施工技术的使用可以显著提高建筑的环保效能,比如选择保温隔热性能良好的材料,可以降低室内温度的变化,减少空调和供暖系统的使用,实现节能减排的目标。而且这样也可以提高建筑使用的舒适度,节约运行成本。空调在夏季制冷时产生的能耗很高,保温隔热材料的使用能够显著减少空调的运行需求,从而减少能耗。还可以在施工设计时优化通风系统设计,提高室内空气循环质量,降低二氧化碳浓度,改善使用舒适度。另外采光系统可以尽量使用自然光线,减少灯具使用需求,或者配合太阳能的使用,节约能耗。最后要关注节能设备的使用,比如节能型空调、节能灯等,也可以减少能源消耗。

### 3.3 关注循环经济理念的落实

循环经济旨在最大化循环使用建筑资源,减少建筑废弃物的产生,降低施工成本,提高经济效益。比如在发电方面,不仅可以使太阳能,有条件的也可以使用风能、水能,都支持循环使用、可再生使用,节约成本且有效提高建筑的环保效能。施工时避免选择一次性施工建材,尽量选择可以循环使用的可再生建材,比如木材、竹材等,不仅成本较低,还支持循环使用。其中,再生木材可进行室内装饰,再生钢筋则支持进行室内加固,废弃砖头等可以处理后用于基建工程的建设。施工管理是还要注意建筑废弃物回收再利用制度的应用与落实,挖掘不同建材的循环使用途径,减少对环境的污染,避免干扰环境的承载能力。如果是有害废弃物,如废旧电池等,需要专门进行无害化处理;无害的废弃物可以回收再利用,如砖头、石膏等,进行分类回收,可以再制作成新的建材,或用于其他建筑领域,如铺设沥青路面等。

### 3.4 打造智能化施工设备体系

在施工时选择智能化施工设备,有助于提高施工效率,也能减少对周围环境的负面影响。比如可以配置环保型智

能型钢筋加工装备,加工效率很高,而且节约原材料的使用,能够提高原材料利用率,因为是智能化控制,还能减少不合格钢筋的制作数量,提高合格率,避免返工,减少废弃物。或者选择智能化环保型混凝土搅拌装备,支持对混凝土配比的智能化控制,通过模拟施工,可以减少预实验需求,同时精确控制加工和搅拌过程,避免浪费,也能减轻环境污染问题。施工时可以使用智能化的施工机器人,减少人力成本需求,避免发生安全事故。或者智能型喷涂机器人,进行喷涂操作的精确度很高,效率很高,也能避免浪费材料,减少环境污染。使用智能化吊装设备可以自行控制吊装高度,不需要人员操作,使得高空作业物资输送更加精确高效,也能减少高空坠物等危险事件的发生。另外,在施工过程中积极使用智能化检测设备,能够实时监测施工现场的空气质量,监督粉尘、噪音的变化,绘制曲线,如果临近标准要求,直接提出预警,提醒管理人员处理。智能化施工设备体系的塑造再提高施工效率和质量,保证施工安全,减少施工污染和能耗等方面存在显著价值。

### 3.5 重视声光粉尘污染的控制

在施工过程中,噪音和光污染需要加以重视,进行有效处理。针对噪声污染,一方面可以选择运行时声音较低的机械设备,减少噪音干扰。另一方面是安排合适的施工时间,做好交叉施工设计,尽量缩短施工工期,避免对周围居民生活造成干扰。另外也可以借助先进设备的使用减轻噪音,如设置隔音墙,做好施工的隔声措施。针对粉尘污染,可以选择更先进的设备,减少混凝土配置、搅拌、灌注等环节的粉尘产生量,或者安装防尘设备,比如通过喷淋措施减少施工粉尘等。在施工现场使用泥浆水处理系统,做好施工场地的清洁、规范,避免出现大量扬尘,降低对周边环境的干扰。对于光污染,避免在夜间进行大规模施工活动,如果确实需要夜间施工,实施严格的灯光管理措施,如使用遮光罩、调整灯光角度等,确保光线不会散射到周围区域。另外还要做好施工垃圾的清除,避免被雨水冲刷导致土壤破坏和水体污染等。避免施工过程污水的排放等,减少对周边环境的影响。最后,安排专业人员定期对施工工地的大气质量、噪声水平、水体污染以及资源消耗等环境指标进行监测,以科学的数据为基础进行施工环境评估,根据实地监测数据及施工环境评估,及时改变施工策略与措施,保证符合绿色施工的目标和要求。

## 4 结语

建筑工程施工管控与绿色建筑施工管理的融合与发展是建筑工程行业稳定发展的重点。建筑工程企业单位需

要注重先进绿色技术手段以及管控经验的运用,注重提升施工建设工作人员的绿色施工技术水准以及综合素养。除此之外,建筑工程企业单位需要积极联合政府部门来提升建筑行业绿色施工管控水准,以此来进一步加快建筑工程行业的绿色发展步伐。建筑工程施工企业可以增强政策引导与社会参与,进一步增大绿色建筑与绿色建筑施工管理的运用力度。

[参考文献]

- [1]万辰鑫.传统建筑施工管理向绿色建筑施工管理转型的策略与路径研究[J].2025 智慧设计与建造经验交流会论文集,2025(6):38-40.  
[2]刘让华.建筑施工管理及绿色建筑施工管理策略研究[J].

城市开发,2024(13):154-155.

- [3]刘新.建筑施工管理及绿色建筑施工管理分析[J].城市建设理论研究(电子版),2024(35):24-26.  
[4]王正迪.建筑施工管理及绿色建筑施工管理策略的研究[J].第四届工程技术管理与数字化转型学术交流会议论文集,2024(11):158-159.  
[5]李林峰,马鹏.建筑施工管理及绿色建筑施工管理分析[J].建材发展导向,2024,22(20):88-90.

作者简介:陈水木(1988.3—),男,毕业院校:广东石油化工学院,所学专业:土木工程,当前就职单位:广东铭创建设工程有限公司,职务:总监理工程师,职称级别:助理工程师。

## 公路养护中绿色施工技术的应用与发展

郑虎强

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830011

[摘要]随着社会经济的不断发展以及城市交通网络逐步完善,公路养护工程的规模与数量都在持续增长,这使得对施工技术有了更高的环保以及可持续性方面的要求。绿色施工技术在公路养护当中的运用,一方面可以有效减少能源消耗以及环境污染情况,另一方面能提升施工效率以及资源利用率,达成经济、社会还有环境等多方面的效益。文中选取公路养护工程当作研究对象,全面且细致地分析了绿色施工技术所具备的优势、当前的应用状况以及未来的发展趋势,着重对智能化施工、资源循环利用、环保材料的选择以及污染控制等关键的技术手段展开探讨,还针对未来绿色施工的发展走向给出了较为科学合理的展望。研究显示,绿色施工技术的推广应用,既能明显改进施工环境,又能促使公路养护行业朝着高效、低碳以及智能化的方向去发展。

[关键词]公路养护;绿色施工技术;发展趋势

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18239

中图分类号: U444

文献标识码: A

## Application and Development of Green Construction Technology in Highway Maintenance

ZHENG Huqiang

Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830011, China

**Abstract:** With the continuous development of social economy and the gradual improvement of urban transportation network, the scale and quantity of highway maintenance projects are continuously increasing, which has raised higher requirements for environmental protection and sustainability of construction technology. The application of green construction technology in highway maintenance can effectively reduce energy consumption and environmental pollution, and improve construction efficiency and resource utilization, achieving multiple benefits such as economic, social, and environmental benefits. The article selects highway maintenance engineering as the research object, comprehensively and meticulously analyzes the advantages, current application status, and future development trends of green construction technology, focusing on key technical means such as intelligent construction, resource recycling, selection of environmentally friendly materials, and pollution control. It also provides a more scientific and reasonable outlook for the future development direction of green construction. Research shows that the promotion and application of green construction technology can not only significantly improve the construction environment, but also promote the development of the highway maintenance industry towards high efficiency, low carbon, and intelligence.

**Keywords:** highway maintenance; green construction technology; development trend

### 引言

近些年,城市交通建设以及高速公路网络快速拓展,使得公路养护工程数量增多且复杂程度加剧,传统施工模式在资源耗费、环境保护与施工效率方面存在的弊端慢慢显露出来。绿色施工技术的出现,给解决这一难题带来了整体性的思路,其通过在施工全过程对材料、能源以及施工工艺加以优化,尽可能减少施工对环境产生的负面影响,同时提升施工效率以及工程质量。特别是在公路养护这个领域,绿色施工技术的应用不但关乎项目本身的经济性和

环保性,而且会直接对交通安全、社会效益以及区域生态环境的可持续发展产生影响。所以,深入剖析绿色施工技术在公路养护中的应用优势以及发展趋势,对于推动行业技术发展和实现可持续发展有着重要的意义。

### 1 绿色施工技术的核心理念

绿色施工技术的核心思想在于追求资源的高效利用、环境保护和施工过程的可持续性。这一理念强调了在整个施工阶段中应当尽量降低能量的消耗、减少材料的浪费和污染的排放,同时还需要提高项目的质量与效益。绿色施

工推崇选择环境友好且可循环利用的建筑材料,例如再生资本和低碳材料,旨在减轻对自然资源的过度依赖。再者,环保施工也涉及对施工技术的改进,选用先进的节能设备和低排放技术,目的是减少施工给环境带来的负面影响。另外,绿色施工模式同样强调施工过程中生态系统的恢复以及废弃物的有效管理,以促进废弃物的全面循环利用。

## 2 绿色施工技术在公路养护中的优势

### 2.1 环境效益

绿色施工技术在公路养护领域的核心优势体现在显著的环境效益上。通过选用环保型材料、构建废弃物减量体系及优化施工工艺等关键举措,可从源头控制施工对周边生态环境的扰动。以隧道衬砌修复和桥梁支座更换、裂缝修补等具体维护作业为例,采用尾气后处理装置升级的小型液压捣固机、低排放沥青摊铺机等环保设备,结合柴油颗粒过滤器(DPF)和选择性催化还原(SCR)技术,能使废气中氮氧化物和颗粒物排放量降低40%以上;同时配套旋流沉淀+活性炭吸附废水处理系统,对施工产生的含油废水、泥沙废水进行集中处理,处理后的水质可达《污水综合排放标准》(GB8978—1996)一级标准,有效避免水体与土壤污染。这些技术应用精准契合国家“双碳”战略与生态文明建设要求,实现公路养护与生态保护的协同发展。

### 2.2 经济效益

绿色施工技术为公路养护工程带来了全生命周期的经济效益提升。通过材料优化配置、施工流程再造及资源循环利用等技术路径,在保障施工质量的前提下实现成本精准管控。例如在路面大修工程中,采用废旧沥青混合料再生技术,将铣刨回收的旧料经加热、筛分、添加再生剂后重新铺筑,可使天然砂石用量减少60%以上,材料采购成本降低30%~40%;引入BIM技术进行施工模拟与进度管理,结合物联网设备对施工机械运行状态实时监控,能有效减少重复施工、窝工等现象,使施工周期缩短15%~20%,人工成本降低20%左右。从长期效益来看,绿色施工技术可降低养护工程后期病害处理成本40%以上,减少环境治理投入,形成“资源节约-成本优化-效益提升”的良性循环,为公路养护项目提供可持续的经济运行模式。

### 2.3 社会效益

绿色施工技术在公路养护中还彰显出突出的社会效益,主要体现在人居环境改善与施工安全提升两个维度。在施工过程中,通过采用低噪声振捣棒、隔声围挡等降噪设备,结合雾炮机洒水降尘、施工区域全封闭覆盖等措施,

可使施工区域噪声值控制在60dB以下,粉尘浓度降低80%以上,显著改善施工区域及周边居民的生活环境质量,公众对施工项目的支持率提升至90%以上。同时,绿色施工体系强调“安全优先、文明施工”理念,通过推广智能安全帽、安全监测预警系统等技术手段,规范施工流程管理,可使施工人员职业健康风险降低50%以上,安全事故发生率下降60%。这种“生态友好+安全高效”的施工模式,既提升了公路养护行业的社会形象,又为构建和谐施工环境提供了坚实支撑。

## 3 公路养护中绿色施工技术的应用

### 3.1 环保材料的选择与应用

环保材料的精准选型与科学应用是公路养护绿色施工的核心技术支撑。在材料选择过程中,以“低碳化、可循环、高性能”为核心原则,优先选用符合《公路工程环保材料应用技术规范》的新型材料,在保障工程性能的同时最大化降低环境影响。例如在混凝土结构养护中,采用粉煤灰掺量达30%~50%的复合水泥,替代传统硅酸盐水泥,可减少水泥生产过程中60%的二氧化碳排放,同时降低天然石灰石消耗量;在沥青路面预防性养护中,采用废旧轮胎橡胶改性沥青,既实现废旧橡胶的资源化利用,又使路面抗老化性能提升30%,延长使用寿命3~5年。需要注意的是,材料选用需建立“性能-环保-成本”三维评估体系,重点考量耐久性、施工和易性及环境兼容性,通过试验段铺筑验证材料性能,确保其在长期运营中保持稳定,实现材料绿色化与工程可靠性的有机统一。

### 3.2 资源循环利用与再生技术

资源循环利用与再生技术是公路养护绿色施工的关键实践路径,可有效解决传统养护中“废料围城”与资源浪费问题。针对养护施工产生的旧沥青混合料、混凝土废渣、废旧钢材等建筑垃圾,建立“分类回收-破碎筛分-再生加工-二次利用”的全链条处理体系。具体而言,旧路面混凝土经颚式破碎机破碎、振动筛分级后,粒径5~31.5mm的骨料可作为水稳基层填料,粒径小于5mm的石粉可替代部分水泥用于砂浆制备,再生利用率达100%;旧沥青混合料通过间歇式再生设备加热、添加再生剂及新骨料后,可直接铺筑中下面层,再生料掺量可达50%~80%。此外,推广钢结构构件模块化设计与模板重复利用技术,钢模板周转次数从传统的30次提升至80次以上,木材模板用量减少70%。这些技术的应用使养护工程资源利用率提升40%以上,固体废弃物排放量降低90%,为公路养护实现“资源-产品-废弃物-再生资源”的循环经济模式提供了技术保障。

### 3.3 施工过程中的污染控制与管理

施工过程的精细化污染管控是实现公路养护绿色施工的重要保障,需针对粉尘、噪声、废水、固废等主要污染源建立全流程防控体系。在粉尘控制方面,采用“湿法作业+封闭运输+植被覆盖”三重措施,铣刨作业时同步开启雾炮机,运输车辆加盖防雨篷布并安装冲洗装置,裸露施工区域铺设防尘网;在噪声管控方面,合理安排施工时间,敏感区域设置高度不低于2.5m的隔声围挡,选用噪声值低于75dB的低噪声设备;在废水处理方面,构建“沉淀池+隔油池+清水池”三级处理系统,废水经处理后用于洒水降尘,实现水资源循环利用;在固废管理方面,建立分类回收台账,可回收材料交由专业机构处理,不可回收材料运往指定消纳场。

### 3.4 智能化绿色施工技术的应用

智能化技术与绿色施工的深度融合,显著提升了公路养护工程的效率与环境管理水平,构建了“感知-分析-决策-执行”的智能化施工体系。通过搭建物联网监测平台,集成传感器、无人机、高清摄像头等设备,实现对材料消耗、机械能耗、空气质量、施工进度等数据的实时采集;利用大数据分析技术对采集数据进行深度挖掘,精准识别施工过程中的资源浪费与污染超标问题,为施工方案优化提供数据支撑。BIM技术的应用实现了施工全流程可视化管理,通过建立三维模型进行施工模拟,提前规避管线冲突、工序交叉等问题,减少材料浪费15%以上;在养护规划阶段,借助BIM模型对路面病害发展趋势进行预测,制定精准养护方案。此外,推广应用智能压实设备、无人驾驶摊铺设备等智能化施工机械,通过卫星定位与传感器技术实现施工参数的实时调整,使压实度合格率提升至98%以上,减少返工损耗。智能化绿色施工技术的应用,不仅使施工能耗降低20%以上,污染物排放减少30%以上,更实现了施工过程的精准化、高效化管控,为公路养护绿色发展提供了数字化支撑。

## 4 公路养护绿色施工技术的发展趋势

### 4.1 智能化与数字化水平提升

随着新一代信息技术的迭代升级,公路养护绿色施工正朝着“全域感知、智能决策、精准管控”的方向迈进。未来将构建“云-边-端”一体化智能施工平台,云端建立大数据管理中心,整合施工、养护、环境等全生命周期数据;边缘端部署智能网关实现数据实时处理;终端配备智能施工设备、环境监测传感器等硬件设施,实现施工全过程数据采集与控制。人工智能技术将深度应用于施工管理,通过机器学习算法对施工方案进行优化,利用计算机视觉

技术实现安全隐患与污染问题的自动识别,响应时间从传统的24h缩短至1h以内。数字孪生技术将实现养护工程的虚拟映射,通过构建与实体工程同步的数字模型,模拟施工过程中的环境影响与资源消耗,为绿色施工方案制定提供精准预测。智能化与数字化技术的深度应用,将使公路养护施工效率提升30%以上,资源利用率提升50%以上,成为绿色施工技术发展的核心驱动力。

### 4.2 与新技术的融合发展

绿色施工技术与新兴技术的跨界融合,正推动公路养护施工向自动化、精准化、高效化转型。无人机巡检技术已广泛应用于公路病害排查,搭载高清摄像头与红外热像仪的无人机可实现路面裂缝、桥梁结构损伤等病害的快速识别,检测效率较人工提升10倍以上;人工智能分析系统通过深度学习病害特征,识别准确率达95%以上,为养护决策提供精准依据。3D打印技术在小型构件预制中展现出独特优势,采用环保型混凝土材料打印路缘石、排水沟等构件,可减少材料浪费40%,生产效率提升60%。先进材料技术与绿色施工的融合更具突破性,自修复沥青材料通过内置微胶囊技术实现裂缝自动愈合,可减少养护频次50%;光伏路面技术实现交通承载与能源发电双重功能,为公路养护提供清洁能源支持。这些新技术的协同应用,推动绿色施工技术从单一技术应用向多技术集成系统演进,形成“感知-施工-养护-评估”的全链条绿色技术体系。

### 4.3 绿色施工标准与规范体系的完善

完善的标准规范体系是公路养护绿色施工高质量发展的制度保障,近年来国家层面已逐步构建起“法律法规-行业标准-技术规程”的三级标准体系。在国家层面,《绿色建筑评价标准》《公路工程绿色施工技术规范》等法规标准相继出台,明确了绿色施工的总体要求与技术指标;行业层面,针对沥青路面再生、混凝土循环利用等关键技术制定了专项技术规程,规范了技术应用流程;地方层面,结合区域生态特点制定了差异化的实施细则,如西北干旱地区重点强化水资源节约标准,南方水网地区突出水体保护要求。未来标准体系将呈现“全生命周期覆盖、精准化分类管控、国际化协同接轨”的发展趋势,在覆盖施工环节的基础上,进一步延伸至设计、运营、拆除等全生命周期阶段;针对高速公路、农村公路等不同类型项目制定分类标准,提高标准的适用性;积极对接国际绿色施工标准,引入碳足迹核算、生态影响评估等先进理念。标准体系的不断完善将为绿色施工技术的规范化应用提供制度支撑,推动公路养护行业绿色发展水平的整体提升。

#### 4.4 可持续发展与低碳化趋势

低碳化与可持续发展已成为公路养护绿色施工的核心导向,正推动行业从“末端治理”向“源头减排”转型。在低碳材料应用方面,推广低碳水泥、生物基沥青等新型材料,结合碳捕捉技术降低材料生产过程中的碳排放,目标到2030年养护工程材料碳足迹降低30%以上;在节能设备推广方面,普及电动施工机械、太阳能照明设备等节能装备,建立施工机械能耗核算体系,实现施工能耗降低25%以上。全生命周期管理理念将全面融入养护工程,在设计阶段开展碳足迹评估,施工阶段实施低碳技术管控,运营阶段建立长期监测机制,形成全流程低碳管控体系。同时,绿色施工将与生态保护深度融合,推广“公路+生态修复”模式,在养护施工中同步开展边坡绿化、植被恢复等生态工程,实现公路与自然生态的和谐共生。未来,低碳化将与智能化、标准化形成协同发展格局,通过数字技术优化低碳施工方案,借助标准体系规范低碳技术应用,最终实现公路养护工程经济效益、社会效益与生态效益的有机统一。

#### 5 结语

绿色施工技术为公路养护工程注入了可持续发展动力,通过环境效益、经济效益与社会效益的协同提升,实现了公路养护与生态保护的协调发展。在技术应用层面,环保材料选型、资源循环利用、污染精准管控及智能化施

工等关键技术的集成应用,有效解决了传统养护中资源浪费、环境污染等突出问题,显著提升了施工效率与工程质量。展望未来,随着智能化与数字化技术的深度渗透,绿色施工技术将实现从“技术应用”向“体系化发展”的跨越;与无人机、3D打印等新技术的融合应用,将不断拓展绿色施工的技术边界;标准规范体系的逐步完善,将为绿色施工提供更加坚实的制度保障;低碳化与可持续发展理念的全面践行,将推动公路养护行业实现高质量发展。推广应用绿色施工技术,不仅是公路养护行业响应“双碳”战略的必然要求,更是实现交通基础设施可持续发展的关键路径,必将为我国交通强国建设与生态文明建设提供强有力的支撑。

#### [参考文献]

- [1]王晋.公路养护中绿色施工技术的应用与发展趋势[J].时代汽车,2025(20):177-179.
- [2]卞慧芳.绿色施工技术在高速公路养护中的应用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025(15):139-141.
- [3]薛紫文.市政道路工程施工管理及质量控制研究[J].建筑机械,2025(9):16-20.

作者简介:郑虎强(1990.11—),毕业院校:长沙理工大学,所学专业:土木工程,当前工作单位:新疆北新路桥集团股份有限公司,职称级别:工程师。

# 高速公路养护施工安全管理方法研究

袁勇

云南交投公建工程养护有限公司, 云南 大理 650000

[摘要]高速公路养护施工和道路安全以及设施寿命有关,不过其施工环境复杂,安全风险高,文中分析了施工安全管理现状以及主要影响因素,指出安全管理观念薄弱且制度不健全是关键问题,提出强化安全意识、完善制度建设以及优化现场管理的措施,以此提升施工安全水平,给高速公路养护施工提供参考。

[关键词]高速公路; 养护施工; 安全管理

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18225

中图分类号: U41

文献标识码: A

## Research on Safety Management Methods for Expressway Maintenance and Construction

YUAN Yong

Yunnan Communication Investment & Construction Engineering Maintenance Co., Ltd., Dali, Yunnan, 650000, China

**Abstract:** The maintenance and construction of highways are related to road safety and the service life of facilities. However, the construction environment is complex and the safety risks are high. This article analyzes the current situation and main influencing factors of construction safety management, points out that weak safety management concepts and incomplete systems are key issues, and proposes measures to strengthen safety awareness, improve system construction, and optimize on-site management, in order to improve the level of construction safety and provide reference for highway maintenance and construction.

**Keywords:** expressway; maintenance construction; safety management

### 引言

高速公路作为我国交通体系的关键组成部分,其在运营过程中所呈现出的安全状况,会对经济以及社会发展产生直接的影响。时至今日,随着通行量的不断增多以及养护施工任务变得日益复杂起来,施工安全方面的问题也日渐凸显出来。施工事故的发生,不但会给相关方面带来一定的经济损失,而且还极有可能对人员安全构成威胁。所以说,针对高速公路养护施工安全管理的方法展开研究,深入分析其中存在的影响因素以及所面临的问题,并且在此基础上提出行之有效的应对措施,这对于提高施工安全水平、确保道路能够正常通行而言,无疑有着十分重要的意义。

### 1 高速公路养护施工安全管理现状

#### 1.1 施工现场安全管理落实情况

当下,我国高速公路养护施工在安全管理层面虽已收获些许进展,然而整体落实情形依旧存在着颇为显著的不足之处。在实际开展施工活动的过程当中,部分施工单位呈现出安全管理举措不够成体系、执行力度欠缺严格性的状况。比如,施工现场所开展的安全巡检以及隐患排查相关工作,常常只是流于表面形式而已,缺少应有的定期性

与系统性,如此一来便使得潜在的风险难以在及时的时刻得以发现并妥善处置。与此施工现场的管理人员在人员调配事宜、设备使用情况以及施工操作监督等方面,存在着较为强烈的对经验的依赖情况,标准化的流程方面则有所欠缺。虽说国家以及地方都已制定了与之相对应的安全规范以及操作规程,可在基层的施工单位之中,这些规程在贯彻执行方面仍然面临着不少的挑战,像是安全管理记录不够完整、风险评估工作做得不够到位以及应急预案不够健全等一系列问题。这样一种安全管理落实不到位的实际状况,一方面对养护施工的效率形成了制约作用,另一方面也使得事故发生的可能性有所增加,迫切需要借助制度方面的强化举措、技术的应用手段以及管理方面的创新方式来对其加以改进。

#### 1.2 交通标志及警示设置问题

交通标志以及警示设施在高速公路养护施工的安全管理方面占据着极为重要的地位,其设置是否合理会对施工区的交通组织状况以及行车安全产生直接的影响。在实际的施工进程当中,标志设置不够规范、未能及时更新这类情况依旧是比较常见的。有一部分施工现场的警示标志

出现了位置安排不合理、数量不够或者高度低于规定标准等状况,如此一来便致使过往的车辆很难及时地去识别出施工区域所在的位置,进而使得碰撞以及交通事故的风险有所增加。除此之外,在夜间施工的时候,施工区的照明条件以及反光标识都存在不足之处,这就让驾驶员在能见度比较低的情况下很难准确地判断出施工区域的边界范围,从而又进一步加剧了安全隐患的程度。因为标志设置工作缺乏科学且合理的规划安排,所以施工单位在着手设计施工方案的阶段通常都不会充分地去考量车流量的情况、施工段具体的长度以及施工工序所具有的特点等因素,最终导致标志的布置情况和实际施工的实际情况之间存在着一定的偏差。所以说,对施工警示标志予以科学严谨的设置、规范细致的安排并且能够依据实际情况动态地做出调整,这无疑成为了提升高速公路养护施工安全管理水平的一个关键环节。

### 1.3 养护施工人员安全意识状况

养护施工人员的安全意识对施工操作的规范性以及安全管理措施的执行效果有着直接的影响。当下,部分施工人员在安全意识方面存在着一些薄弱之处。具体来讲,部分人员对于安全操作规范的理解不够到位,还存在着侥幸心理,并且过度依靠经验。在高强度的施工任务之下,人员常常因为要赶工期或者受操作习惯的影响而忽视安全规范,比如没有佩戴防护用品、违规操作机械设备又或者是忽略了施工现场的警示标志。管理层在安全教育培训以及日常督查方面所付出的力度是有限的,这也使得施工人员的安全意识没有办法得到有效的强化。施工人员对潜在风险的辨识能力有所欠缺,对于突发状况的应对预案也不够熟悉,如此一来,安全事故的风险便进一步提高了。所以,加强养护施工人员的安全意识建设,培养他们的风险识别能力以及自我保护能力,这是保障高速公路养护施工安全的一个基础环节。

## 2 高速公路养护施工安全影响因素

### 2.1 人为因素

高速公路养护施工的主体是人,所以受到人为因素的影响是比较突出的,由于高速公路工程是基础设施建设当中重要工程,养护施工人员以及管理人员在具体的工作中严格按照要求落实,拒绝盲目施工显得比较重要,施工人员自身如果没有按照既定要求进行施工以及做好管理工作,这就必然会对养护施工安全产生影响,不利于工程顺利开展。

### 2.2 车辆因素

在高速公路养护施工期间,车辆方面的情况有着颇为

突出的影响。施工车辆自身的机械状况怎么样、操作水准如何以及运输调度管理做得怎样,这些都和施工场所存在的安全风险紧密关联着。要是施工车辆自身存有故障方面的隐患,或者没有依照相关规定去开展定期的维护工作,那么就很容易出现设备失去控制、发生碰撞乃至翻车这类事故。与此高速公路正常通行的车辆和施工车辆在作业区域相互之间产生的交互作用,也会使得交通事故的风险有所增加。特别是在施工路段车流量比较大的时候,而且车速还较高的情况之下,如果施工车辆的停放位置、作业的路线以及行驶过程中的控制都没有经过科学合理的规划安排,那么这将会给施工人员以及道路通行的安全带来直接的威胁。所以说,要想把车辆因素所导致的事故减少下来,关键是要有效地去管理施工车辆的运行状况、严格地按照规范来执行各项操作并且对施工交通组织加以优化。

### 2.3 气候及路面因素

高速公路养护施工易受气候以及路面状况的影响。像强降雨、雾霾、积雪或者高温这类恶劣天气,会使得施工现场的能见度降低,还会影响到路面的附着力以及施工材料的性能,如此一来,安全风险便会增大。与此路面状况存在复杂多变的情况,比如坡度、弯道、路面破损的程度以及积水的情形等,这些都会对施工操作起到一定的限制作用。施工人员在雨雪天气或者夜间开展作业的时候,由于视线受到限制,再加上路面比较湿滑,这就就会使施工机械的操作难度有所增加,进而容易发生滑移、碰撞或者误操作方面的事故。路面温度的变化同样会对施工材料的性能产生影响,就好比沥青铺设得不够均匀或者混凝土养护得不够充分,都有可能引发施工安全方面的问题。所以说,施工计划需要充分把气候以及路面的因素都考虑进去,并且要采取具有针对性的防护举措,以此来确保施工的安全性。

## 3 高速公路养护施工安全管理存在的问题

### 3.1 安全管理观念不强

在高速公路养护施工的实际开展过程中,有一部分施工单位以及相关人士对于安全管理方面所持有的观念并不是特别强烈,其安全生产方面的意识相对来说是比较薄弱的。部分处于管理层的人员,在对施工进行安排以及投入相关资源的时候,常常会把过多的关注点放在施工进度以及所能产生的经济效益上,而对于安全投入以及风险防控这两方面却关注得不够充分。施工人员同样存在着依靠自身经验来做事,却忽视了按照规范进行操作的情况,尤其是在工作强度比较高的情况或者是工期较为紧迫的情形之下,就很容易滋生出侥幸的心理,进而使得安全执行力有所下降。这样的一种安全观念不够充足的情况,致使

施工现场的各项安全措施在落实方面做得并不彻底,安全监督以及隐患排查工作也仅仅停留在形式层面,如此一来便增加了发生事故的风险。所以说,要想解决施工安全管理方面存在的问题,那么强化安全理念、提升全体人员的安全意识,这无疑是要首先去做的事情。

### 3.2 安全管理制度不健全

安全管理制度存在不完善的情况,这是制约高速公路养护施工安全的一个颇为重要的问题。从某一方面来讲,部分施工单位虽说制定了安全管理方面的规章制度,然而这些制度却缺乏系统性以及可操作性,如此一来,在实际执行的时候便容易出现一些偏差。从另一方面来讲,施工现场针对规章制度所设立的监督以及考核机制并不完善,这就导致安全管理制度在实际落实过程中困难重重。举例而言,缺少针对施工人员操作行为展开的考核与相应的奖惩举措,又或者是应急预案不够细致且不够科学合理,这些情况都使得制度本身的约束力以及执行效果大打折扣。所以,构建起健全且完备的安全管理制度体系,清晰明确操作标准、职责划分以及应急响应流程等方面内容,这无疑是对施工安全起到重要保障作用的关键所在。

## 4 高速公路养护施工安全管理措施

### 4.1 强化安全管理意识

强化施工单位以及施工人员的安全管理意识,这无疑是在保障高速公路养护施工安全的一个前提条件<sup>[1]</sup>。施工单位要把安全责任纳入到绩效考核的体系当中,借助制度方面的引导、教育培训以及日常的监督等方式,促使管理层还有施工人员能够形成“安全第一”的理念。施工人员在安全规范以及风险控制措施有所理解的基础之上,应当主动去遵守操作规程,以此来提升自身的风险识别能力以及自我保护意识。除此之外,还应当通过定期开展安全教育相关的活动、应急演练以及安全文化建设等举措,营造良好的安全氛围,让安全意识能够内化成为施工行为的一种自觉准则,进而从根源上减少人为因素所导致的安全风险。

### 4.2 完善安全管理制度

完善且成体系的安全管理制度,对于高速公路养护施工而言,其安全方面的保障是极为关键的支撑所在。施工单位需要去制定一套完整的制度体系,这套体系应当包含施工操作规范方面的内容、设备管理的相关规定、应急预案的具体安排、隐患排查的操作流程以及奖惩机制的细则等方面。并且要保证这些制度在实际操作中是能够切实可行的,具备很强的执行力<sup>[2]</sup>。制度里面得把各个岗位的职责清晰地界定好,管理流程也要梳理清楚,安全标准同样

需要明确下来,如此一来,安全管理工作才会有规矩可以遵循。与此还得建立起针对制度的监督以及考核方面的机制,对于出现的违规操作情况以及存在的安全隐患问题,要及时地予以处理,从而促使制度能够实实在在地落实到位,进而提升施工现场在安全管理方面所呈现出的规范性以及实际的效果。

### 4.3 提高安全管理人员水平

施工安全管理人员能力的提升,在保障施工安全方面占据着极为关键的地位。施工单位应当借助专业培训、岗位轮岗以及经验交流等多种途径,促使管理人员在风险识别、施工组织、应急处理以及安全监督等诸多方面,综合能力得以提升。与此还需鼓励管理人员去掌握现代的安全管理技术以及信息化手段,比如施工监控系统还有智能化管理平台,以此来让决策的科学性得以提高,也让现场的控制能力得到增强。高素质的管理人员,一方面能够及时地发现并且化解那些潜在的风险,另一方面又能够在施工现场有效地落实各项安全制度以及管理措施,进而使得事故发生的概率大幅降低。

### 4.4 施工现场安全管理要点

施工现场的安全管理乃是防止事故发生的直接举措,其涉及现场布置、作业流程、施工机械操作以及人员行为规范等诸多方面。施工单位需依据施工段的特点来科学地安排作业区域,要合理地布置机械设备以及材料堆放区,务必要确保施工通道保持畅通的状态<sup>[3]</sup>。在施工进程当中,得严格执行各项操作规程,要对施工人员佩戴防护装备的情况予以监督,还要督促他们规范地操作机械设备,并且要建立起安全巡检以及隐患排查的相关制度。施工现场还应当设置十分醒目的警示标志以及隔离设施,以此来保障施工人员还有通行车辆的安全。与此还需构建施工现场应急响应的机制,以便能够妥善应对各类突发事件,进而提升事故处置的时效性与有效性。

## 5 结语

高速公路养护施工的安全管理,这可是保障道路能够安全通行以及施工可以顺利推进的一个极为重要的环节。仔细去分析施工现场管理的实际状况、那些会对之产生影响的主要因素以及其中存在的种种问题,不难发现,施工安全当下依旧面临着诸多挑战,像是管理方面所秉持的观念比较薄弱、相关制度存在不够健全之处。对于这些所存在的问题,要想有效地应对,那么强化施工人员内心深处的安全意识、进一步去完善安全管理制度并且对施工现场管理加以优化,这几项举措无疑是提高施工安全水准最为关键的办法。本文所做的相关研究,能给高

速公路养护施工带来一套较为系统的安全管理方面的思路, 并且还能作为实践当中的参考依据, 这对于推动施工安全管理朝着更加科学化以及规范化的方向发展是很有帮助的, 同时也能为道路的安全以及养护施工的质量给予有力的保障。

[参考文献]

[1]毛海鹏.大流量高速公路养护施工安全管理研究[J].运输经理世界,2024(32):146-148.

[2]肖顺,王刚.高速公路养护施工安全管理探析[J].黑龙江交通科技,2021,44(10):200-202.

[3]杨发源.高速公路养护施工安全管理对策分析[J].西部交通科技,2021(6):203-205.

作者简介:袁勇(1990.6—),毕业院校:重庆交通大学,所学专业:道路与桥梁,当前就职单位:云南交投公建工程养护有限公司,职务:大理养护项目经理部安全副经理,职称级别:工程师。

## 绿色建筑施工技术在建筑工程中的实践探讨

樊 慧

秦皇岛市容大房地产开发有限公司, 河北 秦皇岛 066000

[摘要]随着社会经济不断发展, 建筑工程规模逐渐扩大, 然而传统施工过程常伴有资源消耗多、环境污染重等问题, 这给可持续发展造成了挑战。为解决此问题, 绿色建筑施工技术出现了, 它的关键点在于施工时达成环境保护、资源节约以及能源高效利用。该技术能提高施工效率和工程质量, 还能促使建筑行业转型, 推动绿色发展。此文全面剖析绿色建筑施工技术在建筑工程里的实际应用情况, 希望能给相关从业者一些参考。

[关键词]绿色建筑; 施工技术; 建筑工程; 实践探讨

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18221 中图分类号: TU745 文献标识码: A

### Exploration and Practice of Green Building Construction Technology in Construction Engineering

FAN Hui

Qinhuangdao Rongda Real Estate Development Co., Ltd., Qinhuangdao, Hebei, 066000, China

**Abstract:** With the continuous development of the social economy, the scale of construction projects is gradually expanding. However, traditional construction processes are often accompanied by problems such as high resource consumption and heavy environmental pollution, which pose challenges to sustainable development. In order to solve this problem, green building construction technology has emerged, which focuses on achieving environmental protection, resource conservation, and efficient energy utilization during construction. This technology can improve construction efficiency and engineering quality, as well as promote the transformation of the construction industry and drive green development. This article comprehensively analyzes the practical application of green building construction technology in construction projects, hoping to provide some reference for practitioners.

**Keywords:** green building; construction technology; construction engineering; practical exploration

#### 引言

全球能源供应日益紧张, 环境问题也愈发严重, 在这样的大背景之下, 建筑行业作为能源消耗以及碳排放的关键领域, 其是否能够实现可持续发展已然成为了社会各方关注的焦点所在。传统的建筑施工模式有着高能耗以及高污染这样的特点, 如此一来, 既造成了数量可观的资源浪费情况, 又给生态环境以及人居环境带来了颇为不利的影 响。在这样的情形下, 绿色建筑施工技术便顺势产生了, 它的目标是借助对施工工艺加以优化、节约能源以及资源、降低环境污染等方式, 达成建筑在整个生命周期里都能够实现可持续发展的目的。绿色施工在关注施工阶段的节能环保状况的还包含了材料选用、能源利用、施工管理以及智能化技术的综合运用等方面的内容, 着重于人与环境能够实现和谐共生的状态。在实际的操作过程中, 绿色建筑施工技术涉及到了像外墙保温、混凝土构件的工业化生产、绿色清洁能源的利用、电器节能、门窗节能以及地面节能

等诸多方面的举措, 这些技术一方面提升了施工的效率以及建筑的质量, 另一方面也大幅度地降低了能耗以及环境负荷的程度。本文会围绕着绿色建筑施工技术所具有的特点、优势以及它在建筑工程当中的具体应用展开较为系统的探讨, 目的在于对它的实践经验予以总结, 从而为建筑行业去推广绿色施工的理念给予一定的参考以及借鉴作用。

#### 1 绿色建筑施工技术的特点

绿色建筑施工技术有着节能环保、资源高效利用以及全过程可持续性等明显的特点, 它的关键之处就在于借助科学技术相关手段达成建筑全生命周期里对环境影响程度的最低化状态。在具体的施工进度当中, 这种技术着重于对能源、材料以及水资源方面予以节约并且实现循环利用, 大力提倡选用环保类型的、能够再生或者可以再循环的建筑材料, 而且还通过改进施工工艺的方式去削减施工废弃物以及污染物的排放量。与此绿色施工把施工现场的环境保护当作重点来关注, 比如要对噪声、粉尘以及污水

的排放加以控制,以此来提升施工环境所具有的清洁程度以及友好程度。从管理这个层面来讲,绿色建筑施工技术把信息化、智能化还有精细化管理的各种手段融合到了一起,依靠 BIM 技术、智能监测技术以及节能设备控制这些方式,达成施工过程中的优化调度以及能耗监测的目的,进而促使施工效率以及管理品质得以提高。除此之外,绿色施工技术还十分强调人与自然之间实现和谐共生的状态,会将生态保护方面的理念融入到工程建设的整个过程中,让施工过程变得更加安全、高效且环保,同时也推动建筑行业朝着绿色低碳以及可持续发展的那个方向去进行转变。

## 2 绿色建筑施工技术在建筑工程中的运用优势

### 2.1 能够节约资源消耗

绿色建筑施工技术于节约资源消耗这一方面彰显出颇为显著的优势,其关键之处就在于借助对施工工艺予以优化、运用高效节能设备以及挑选环保材料这几种方式,达成让建筑在整个建造过程里资源占用量尽可能最小化的成效。在施工环节当中,凭借精确且细致的材料计算以及数字化建模技术(像 BIM 这类技术),是能够切实有效地削减材料方面的浪费情况,促使资源的利用率得以提升的;与此广泛地去应用那些可再生材料、可以循环利用的建筑构件还有高性能的保温材料,如此一来,不但使得原材料的消耗量有所降低,而且还减少了对于自然资源的那种依赖程度。就水资源而言,通过实施雨水收集、中水回用以及节水型的施工工艺等一系列的举措,能够让施工用水实现有效的把控,并且达成循环利用的目的<sup>[1]</sup>。除此之外,绿色施工技术凭借着使用节能机械设备以及智能能耗监测系统,使得施工现场的能源使用状况变得更为可控,工作效率也更高,进而大幅降低了电力、燃油等各类能源的消耗量。

### 2.2 能够提高生态与社会效益

在现代建筑项目施工期间,经常会造成各种各样的环境污染造成不良影响。而通过绿色技术的合理应用,则能够降低对环境的破坏,同时提升污染物管控水平,发挥出绿色技术在提高生态效益方面的优势;此外,随着人们生活水平与生活需求,在推进可持续发展的背景下,人们在建筑环保与舒适等方面也有了更高的标准。而在建筑施工中合理运用绿色技术,则能够有效改善整体条件,提升建筑舒适度。比如通过门窗节能技术的合理利用,不仅可以节约能耗,也可以获取良好的保温作用,为人们提供更加舒适且优质的居住环境,也有助于人体健康,发挥出绿色技术应用中的社会效益优势。

### 2.3 能够优化施工管理

绿色建筑施工技术可对施工管理予以明显优化,其关键优势在于针对施工全过程展开精细化、智能化以及可持续化的控制操作。施工单位借助 BIM 技术、智能监测系统以及施工现场信息化平台这类数字化方式,能够对材料供应情况、人员调度安排、机械运行状态以及能耗管理状况实施实时的监控,达成施工资源的合理安排与动态的优化调整。绿色施工着重于标准化与流程化管理,经由绿色施工方案的编制工作、绿色材料的选用事宜以及节能设备的应用举措等,让施工过程变得更加规范有序、更为安全可靠且效率更高。并且,在施工现场落实绿色文明施工的要求,凭借噪声控制方面的措施、扬尘治理的相关办法以及废弃物分类管理的举措等,既提升了施工环境的质量水平,又减少了施工过程中存在的隐蔽风险以及管理方面的压力。绿色施工技术把管理理念、技术手段和环保措施相互融合起来,使得工程项目在进度把控、质量保证、安全保障以及成本控制这些方面具备更强的可控性与科学性,进而全面提高施工管理的水平,促使建筑工程朝着精细化、低碳化以及高质量的方向不断发展进步。

## 3 绿色建筑施工技术在建筑工程中的运用实践分析

### 3.1 外墙保温技术

外墙保温技术于绿色建筑施工而言,有着极为重要的节能以及环保方面的价值。它的关键之处就在于借助合理的方式来构造外墙系统,进而减少建筑物出现能量损耗的情况,提升室内的热舒适程度。当下广泛被应用的外墙保温方式包含了外保温、内保温还有夹心保温结构等多种形式。在这当中,外保温因为自身保温的连续性表现较好,并且热桥产生的影响也比较小,所以更为主流一些。在施工的进程里面,通过采用高性能的保温材料,像岩棉板、挤塑聚苯板也就是我们常说的 XPS、膨胀聚苯板即 EPS 等这些材料,不但能够有效地阻断热量向外部散失出去,而且还具备不错的防火功能、隔音效果以及耐久性能。与此把先进的施工工艺综合起来运用,比如粘贴法、锚固法以及抹面砂浆增强层等相关技术相互结合着使用,可以较为显著地提升外墙系统的整体稳定性以及保温的效果<sup>[2]</sup>。除此之外,外墙保温技术还会和建筑节能设计相互结合起来,通过去优化墙体的传热系数以及建筑外围护结构的性能,使得建筑物在运行的阶段能够大幅度地减少对于空调、采暖这类能源的需求,从而降低能耗以及对环境所造成的负荷。

### 3.2 混凝土构件工业化

混凝土构件的工业化属于绿色建筑施工技术的关键

构成部分。把传统的现场现浇施工模式转变成工厂化预制以及现场装配这样的建造方式之后,一方面施工效率得以明显提高,另一方面资源消耗以及对环境产生的影响也都得到了有效的削减。在工业化生产的进程当中,预制构件在工厂里面运用标准化、模数化并且精细化的生产工艺,如此一来,既能达成对材料用量的精准把控,又能促使质量稳步提升,与此同时还能减少像模板、砂石这类材料出现的浪费情况。工厂里面的集中生产环境相对来说更为环保,其中的扬尘、噪声还有废水排放均得到了良好的控制。在施工阶段,凭借机械化吊装以及快速装配这两项举措,工期被大幅缩短了,现场湿作业量也相应减少了,而且施工现场对环境所造成的扰动也降低了。除此之外,工业化建造的方式还能够减少对劳动力的需求,提升施工的安全性,并且推动构件的重复利用以及在建筑拆除阶段实现资源回收。

### 3.3 绿色清洁能源技术

绿色清洁能源技术于建筑工程中的运用,乃是推动绿色施工以及低碳发展的一条重要途径。其关键之处就在于要引入可再生能源,并且要采用高效的能源利用系统,借此来削减传统能源的消耗量以及污染的排放情况。在施工阶段以及运营阶段,像太阳能光伏发电这类技术、太阳能热水系统,还有空气源热泵以及地源热泵等清洁能源技术,都得到了较为广泛的运用。这些技术能够把自然能源转变成电力、热能或者冷源,进而达成建筑能源需求部分乃至大部分的自给自足状态,切实有效地降低对化石能源的依靠程度。比如说,在施工现场去布置分布式光伏装置,那么就可以为临时办公区域、监测设备以及部分施工机械给予稳定且清洁的电力供应;而空气源热泵以及地源热泵系统,则会凭借其有着较高能效比的热交换流程,在建筑运营阶段大幅度地降低制冷以及采暖方面的能耗。除此之外,绿色清洁能源技术还能够和建筑节能设计、智能控制系统紧密融合到一起,借助能耗监测、智能调节以及能源梯级利用等方式,达成能源利用的最优状况以及在整个过程当中的节能效果。

### 3.4 电器节电技术

电器节电技术于绿色建筑施工当中有着颇为突出的节能成效,其关键之处就在于借助高效的设备选型方式、智能控制方面的系统以及运行优化的相关策略来达成电能的高效运用,并且将电能浪费的程度尽可能地予以降低。在施工进程里,要是优先去选用国家能效等级相对较高的机械设备、施工照明以及办公设施,那么就能够让单位作业能耗有较为明显的降低幅度;与此要是引入智能配电以

及能耗监控系统,便可以针对施工现场各个用电节点展开实时的监测与细致的分析,进而能够及时察觉到异常的耗电状况并且采取相应的调整举措,从而从源头上削减那些不必要的电能损耗<sup>[3]</sup>。除此之外,运用变频技术、软启动技术等对大型施工设备实施节能改造操作,如此一来便能够有效地降低启动电流以及运行能耗,同时还能提升机械运行时的平稳性以及工作效率。在建筑进入运营阶段之后,通过安装具备光感、声控、时控等功能的智能照明系统,还有对空调、电梯、水泵等设备采用智能调节以及设置节能模式的方式,可以让电器能够自动地与实际的使用需求相匹配,进而避免出现长时间处于空载状态下的运行情况。

### 3.5 门窗节能技术

门窗节能技术于绿色建筑施工当中,是提升建筑围护结构节能性能的一项关键举措。其关键点在于借助高性能门窗材料以及经过优化的结构设计,以此来削减建筑冷热量的损耗,进而提升室内环境的舒适程度。现代节能门窗往往会选用像中空玻璃、Low-E 低辐射镀膜玻璃、断桥铝合金型材或者塑钢型材这类高性能材料。这些材料可有效地将玻璃传热系数以及太阳辐射得热量降下来,如此一来便能大幅度地减少空调以及采暖方面的负荷。在施工的具体进程里,凭借对门窗缝隙密封、防水处理以及框扇安装精度的严格把控,促使门窗在气密性、水密性以及保温性能这几个方面都达成最佳的状态,防止因安装操作不妥当而致使能耗有所增加的情况出现。除此之外,门窗节能技术还会同建筑节能设计相互结合起来,在考量建筑朝向、地区气候条件以及使用需求等多方面因素的基础之上,去合理安排窗洞的位置以及窗墙比,并且借助遮阳系统、智能百叶还有智能开窗装置等手段,进一步地提升能效的水平。

### 3.6 地面节能技术

地面节能技术于绿色建筑施工当中,主要是借助对地面结构加以优化、选用节能材料以及运用先进的施工工艺这些途径,以此来促使建筑能耗得以降低,让居住与使用时的舒适性得到提升。常见的地面节能做法涵盖了地面保温层的施工操作、节能型地暖系统的应用以及耐久节能材料的运用等方面。举例来讲,在建筑的底层部分以及和地基相接触的部位去设置保温层,如此便能够有效地减少建筑与地下之间的热量交换情况,进而降低冬季出现的热损失以及夏季发生的热传递现象;采用像挤塑板(XPS)、聚氨酯保温板这类高性能的保温材料,能够进一步增强地面的隔热能力。在那些采暖需求相对较高的地区,低温辐

射地暖技术被广泛地采用起来,凭借均匀的热量辐射来提高室内的温度,其舒适性颇佳,并且相较于传统的暖气方式而言,还能够节省大量的能源。与此在地面施工的过程中引入节能型砂浆、透水混凝土等新型材料,不但能够让热工性能得以提升,而且还具备防潮、环保、耐久等诸多特点。

#### 4 结语

绿色建筑施工技术于建筑工程当中的实际应用,一方面切实彰显出了节能、环保以及资源高效利用这样的理念,另一方面也给施工管理以及工程质量的提升开拓出了有效的途径。借助外墙保温、混凝土构件工业化、绿色清洁能源、电器节能、门窗节能还有地面节能等一系列的技术手段,建筑工程得以在确保功能与舒适性得以保障的基础之上,达成能耗得以降低、环境所受到的影响得以减小以及施工效率得以提升的良好效果。与此绿色施工技术的广泛推广与深入应用,对于推动建筑行业实现转型升级而言

是很有帮助的,也有利于促使绿色低碳发展理念在实际当中得以落实并开展相关实践。在未来,伴随新材料、新工艺以及智能化管理技术的持续发展与进步,绿色建筑施工技术将会在提升工程质量、优化施工管理以及实现可持续发展等诸多方面发挥出更为关键的作用,进而为建筑行业的高质量发展给予强有力的支撑与保障。

#### [参考文献]

- [1]季顺新.绿色建筑施工技术在建筑工程中的实践分析[J].新城建科技,2024,33(2):43-45.
- [2]龚宣超,郭强.绿色建筑施工技术在建筑工程中的应用探析[J].科技与创新,2025(1):209-211.
- [3]李瑞霞.绿色建筑施工技术在建筑工程中的运用探析[J].建材发展导向,2025,23(1):37-39.

作者简介:樊慧(1996.8—),女,毕业院校:哈尔滨华德大学,学历:本科,所学专业:工程造价,当前就职单位:秦皇岛市容大房地产开发有限公司。

## 公路桥梁施工监测技术发展趋势与工程实践研究

宋全龙

中衡建设(吉林)有限公司, 吉林 长春 130000

**[摘要]**随着我国公路桥梁建设规模逐渐扩大, 结构复杂性也日益增加, 在此背景下, 施工阶段的安全以及质量控制变得愈发重要起来。传统监测方式大多依靠人工测量以及常规仪器, 虽说能够获取桥梁位移、应力以及变形等基本数据, 然而其监测频率比较低, 所获数据还存在滞后情况, 很难满足大型桥梁施工的实际需求。近些年来, 光纤传感、自动化监测、无人机航测、激光扫描以及信息化监测平台等相关技术得到了广泛的应用, 由此实现了数据的连续采集、远程管理以及可视化分析, 促使施工监测朝着智能化与系统化方向不断发展。即便技术在不断取得进步, 施工监测在数据处理、系统集成以及实时预警等诸多方面依旧存在着提升的空间。

**[关键词]**公路桥梁; 施工监测技术; 发展趋势; 工程实践

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18220

中图分类号: TU723

文献标识码: A

### Research on the Development Trend and Engineering Practice of Highway Bridges Construction Monitoring Technology

SONG Quanlong

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

**Abstract:** With the gradual expansion of the construction scale of highway bridges in China and the increasing complexity of their structures, safety and quality control during the construction phase have become increasingly important. Traditional monitoring methods mostly rely on manual measurement and conventional instruments. Although they can obtain basic data such as bridge displacement, stress, and deformation, their monitoring frequency is relatively low, and the obtained data still lags behind, making it difficult to meet the actual needs of large-scale bridge construction. In recent years, technologies such as fiber optic sensing, automated monitoring, unmanned aerial vehicle surveying, laser scanning, and information monitoring platforms have been widely applied, enabling continuous data collection, remote management, and visual analysis, promoting the continuous development of intelligent and systematic construction monitoring. Despite continuous technological advancements, there is still room for improvement in various aspects of construction monitoring, such as data processing, system integration, and real-time warning.

**Keywords:** highway bridges; construction monitoring technology; development trend; engineering practice

#### 引言

随着我国交通基础设施建设快速推进, 公路桥梁在区域交通网络里发挥着极为重要的作用, 其施工质量以及安全性与交通运输效率、公共安全紧密相关。不过, 随着桥梁跨度变得越来越大、墩高不断提升并且施工环境日益复杂起来, 桥梁在施工期间很容易出现位移出现异常、应力出现集中、振动超过标准等问题, 这给工程安全以及施工管理带来了不少挑战。传统的人工测量以及定期观测办法能够给出基础监测数据, 然而存在着监测频率比较低、数据存在滞后情况、空间覆盖范围有限等种种不足之处, 很难满足现代大型桥梁施工对于高精度、连续化以及实时化

监测的要求。近些年来, 光纤传感、自动化监测、无人机航测、激光扫描、信息化平台、大数据分析以及数字孪生等先进技术慢慢应用到了施工监测当中, 达成了从定点、人工观测朝着连续、智能化以及数字化管理转变的效果。这些技术不但提高了数据采集的精度以及效率, 而且为施工风险预测、结构健康评估以及决策优化给予了可靠的支撑。在此基础上, 本文把公路桥梁施工监测技术的发展趋势当作核心内容, 参照工程实践案例, 全面且细致地剖析了现有监测技术的应用实际情况、未来的发展方向以及在工程方面产生的效果, 目的在于给桥梁施工管理提供科学的依据以及技术方面的参考, 促使施工监测朝着更为智能

化以及高效化的方向去发展。

### 1 公路桥梁施工监测技术重要性

公路桥梁施工监测技术在桥梁建设中具有至关重要的作用，它不仅能够通过实时监测关键部位的位移、应力和变形等参数，及时发现异常变化，从而保障施工安全和结构健康，预防事故发生；还可通过非破坏性检测和传感器网络对材料、结构设计及施工工艺进行动态验证，实现数据驱动的质量管理，提高施工精度；此外，长期积累的监测数据为桥梁全生命周期管理提供科学依据，有助于识别潜在损伤、优化养护和延长使用寿命；现代监测技术如GNSS定位和无线传输具备高精度和强适应性，可满足复杂环境和高效监测的需求，实现全天候实时监控，减少人工干预；同时，其应用符合行业规范和智能建造的发展趋势，有助于推动桥梁管理从被动应急向主动预防转型。

## 2 公路桥梁施工监测技术现状

### 2.1 传统监测技术

常规的公路桥梁施工监测，大多依靠人工测量以及常规仪器来开展观测工作，这里所涉及的仪器设备包含了水准仪、全站仪、经纬仪、应力应变计、位移计还有裂缝计等。其具体的操作流程是通过人工手动布设测点、按照固定时间间隔进行观测并且依靠人工来完成数据记录，如此便能获取到桥梁在施工期间关于变形情况、应力状况、线形状态以及基础稳定性等方面的关键数据。这些传统的监测手段经过长时间的工程实践，已然形成了一套相对成熟的监测模式，具备操作起来较为简便、所用设备的成本较低以及测量所得的数据较为直观等特性，基本上可以满足一般桥梁在施工阶段对于基本安全控制方面的需求<sup>[1]</sup>。不过，因为观测的频次会受到人工方面的诸多因素所限制，所以监测所得到的数据往往会呈现出离散性的特点以及滞后的状况，没办法达成对整个施工过程进行全过程且连续化实时监测的目标；与此在面临复杂多变的地形条件、恶劣不堪的施工环境或者特殊复杂的施工工况时，传统这种监测方式在数据所能覆盖的范围、精度保持的稳定性以及作业开展的效率等方面都存在着十分明显的欠缺之处，很难去契合现代大型桥梁施工对于高精度以及高时效监测信息的那种需求情况。

### 2.2 光纤传感与自动化监测

光纤传感以及自动化监测技术于公路桥梁施工这一领域获得了颇为广泛的运用，其最为关键的特点在于借助光纤传感器针对应力、应变、温度、位移等极为重要的参数展开连续且稳定的高精度实时采集活动，并且凭借自动化监测系统达成数据的远程传输以及智能化处理目的。光

纤传感器有着抗电磁干扰能力较为出色、灵敏度颇高、能够长期埋设以及耐腐蚀性能较好等诸多优势，特别适合在桥梁施工阶段用于结构健康监测方面的工作。有了自动化监测系统的助力，光纤传感数据便可以实现全天候的自动采集以及实时更新，由此极大地提升监测的效率以及数据所具有的时效性。与此监测平台往往具备数据可视化呈现、趋势分析以及自动存储等多种功能，能够直观地展示出施工进度中结构状态所发生的种种变化情况。

### 2.3 无人机与激光扫描技术

无人机以及激光扫描技术在公路桥梁施工监测方面的应用变得日益普遍起来，已然成为提高监测效率以及获取空间数据能力的关键手段。无人机凭借其灵活的飞行平台以及高清影像设备，能够针对桥梁施工现场展开快速且较为全面的航拍与巡查工作，进而获取到诸如结构表面状况、施工进度、构件形态等方面的信息，在高空作业区域、复杂地形或者难以让人靠近的位置，它所具有的优势是十分明显的<sup>[2]</sup>。激光扫描技术借助高速激光束对目标实施瞬时测距的操作，可以生成精度颇高的三维点云数据，全方位地呈现出桥梁结构的几何形态、线形变化以及变形特征，从而给施工阶段开展结构比对以及形变分析提供了较为可靠的依据。

### 2.4 信息化监测平台应用

信息化监测平台于公路桥梁施工监测方面的应用，已然成为提高监测管理效率以及挖掘数据价值的关键途径。凭借物联网、大数据、云计算等现代信息技术，该平台能把现场各式各样的传感器、测量设备以及监测终端整合成一个统一的数据采集与管理平台，达成监测数据的自动汇总、实时传输、集中存储以及可视化展示的效果。此平台一般拥有数据曲线分析、历史记录查询、结构状态评估以及施工风险提示等多种功能，能够直观地呈现出施工进度中桥梁结构的整体变化走向，从而为决策层及时了解工程状态给予有力支撑。

## 3 公路桥梁施工监测技术发展趋势

### 3.1 智能化与自动化趋势

在公路桥梁施工监测这块领域当中，智能化以及自动化正在快速地从原本的被动观测朝着主动感知去转变，并且从离线分析也在向着实时决策的方向加速转型，在施工现场，正越来越多地布置各式各样的智能传感网络，这里面包含了MEMS传感器、无线传感器节点还有光纤阵列等等，并且依靠着边缘计算以及物联网来把海量的时序数据及时地汇聚起来，以此来支撑起近实时的响应。与此基于机器学习所构建的异常检测与预测模型正逐步取代经

验判断,进而实现对振动、位移、应变等各类信号的自动识别以及风险等级划分,这就为维护决策提供了量化的依据。数字孪生和 BIM 与监测系统相互深度融合,让物理结构和它的虚拟映射可以同步地发展演变,如此一来便能够支持施工过程的可视化仿真、损伤定位以及对未来状态的预测,最终把监测结果直接转变为施工控制与管理决策方面的输入。无人巡检、自主监测终端以及自动化数据处理流水线逐渐普及开来,这使得监测的时间分辨率以及空间覆盖率都得到了明显的提高,进而让针对突发工况的响应从“事后才发现”的情况转变成了“事前就能够发出预警”的状态。并且在这个过程中,行业正朝着平台化、标准化以及模块化的监测服务方向去发展,越来越多的监测项目开始采用云端集中管理的方式以及可视化大屏,从而为多专业、多项目的统一调度给予有力的支撑。

### 3.2 信息融合与大数据分析

随着传感器类型变得多样起来,而且监测手段也在快速地发展,公路桥梁在施工阶段所产生的数据就展现出了多源化、实时化以及海量化的特点。信息融合还有大数据分析慢慢变成了提升监测价值的一个十分重要的方向。多源信息融合着重于把光纤传感数据、全站仪测量得出的结果、无人机所获取的三维点云、激光扫描模型以及环境数据等这些不同类型的数据统一起来进行处理。借助时空匹配、数据清洗以及特征重构等一系列的操作,进而达成对结构状态的一种综合性的判读目的,以此来规避单一监测手段所存在的那些局限性。大数据分析技术会去构建时序模型、结构响应特征库以及多维度关联分析算法,能够从极为庞杂的数据当中识别出潜在的结构变化规律,提取出关键的影响因子,还能生成更为可靠的关于趋势的判断依据以及预警依据<sup>[3]</sup>。当把机器学习与深度学习模型结合起来之后,数据分析就能够进一步实现对施工阶段变形模式、受力路径的变化情况以及潜在异常的智能识别与预测了,使得监测从以往传统的那种单纯的“结果呈现”状态转变为“模式挖掘”以及“风险预测”这样全新的状态。

### 3.3 数字孪生与智能预警

在公路桥梁施工监测领域当中,数字孪生技术以及智能预警正逐步构建起高度协同的监测体系。数字孪生借助建立起与桥梁结构物理实体极为一致的虚拟模型,达成施工全程的实时映射以及动态更新,把现场传感器所采集到的应力、应变、位移、振动还有环境数据等,同三维几何模型、施工进度模型相互融合起来,进而给出可视化的、可交互的、可预测的桥梁行为模拟。这一虚拟与现实构成的闭环,不但让工程管理人员可以直观地掌握结构的状

态以及施工所带来的影响,而且还能凭借模拟不同的施工方案以及负载工况来评估结构的响应情况,从而为风险决策给予量化的依据。智能预警系统在这样的基础之上,联合规则库、阈值设定以及机器学习算法,针对监测数据展开实时分析,实现对异常的识别、趋势的预测以及风险等级的划分,使得潜在的结构异常、施工超载或者环境影响能够在早期阶段就被发现并且加以标注。

### 3.4 高精度传感技术发展

高精度传感技术于公路桥梁施工监测而言,占据着极为关键的地位,其不断发展,监测数据的准确性、可靠性以及时效性均得到了颇为明显的提升。随着光纤光栅传感器、MEMS 微机电传感器、超宽带无线传感器还有高分辨率激光测距设备陆续得到应用,施工期间的应力、应变、位移、振动以及环境参数,皆能达成微小量级的精准捕捉,充分契合大型桥梁结构在施工进程当中对于精细监测所提出的种种需求。高精度传感器自身有着高灵敏度以及低噪声这样的特性,而且即便处于复杂的环境之下,依旧能够维持稳定且持久的监测性能,如此一来,桥梁结构出现的微变形以及早期异常情况便能够被及时察觉到<sup>[4]</sup>。与之多传感器融合技术不断向前发展,有力推动了不同类型的传感器之间数据的互补以及误差的校正,借助对空间与时间展开联合分析的方式,监测结果的可靠性以及可解释性都得以提高。高精度传感技术的发展,还给施工监测的自动化、智能化以及数字化给予了数据方面的坚实基础,让监测系统能够胜任实时动态分析、趋势预测以及结构安全评估等相关事宜,进而为现代公路桥梁施工赋予了从定点观测到全局精细化管理的技术助力,促使监测手段朝着高精度、连续化以及智慧化的方向快速地发展演变。

### 4 工程实践研究

在公路桥梁施工期间,借助将先进的监测技术同具体施工项目相融合的方式,形成了由理论指导与现场应用构成的闭环体系。在实际操作当中,施工监测所涵盖的范围很广,包含了像基础支撑体系、桥墩、梁体以及索塔等关键构件的位移情况、应力状况、振动状态以及温度方面的变化情况,而且还会涉及到施工进度、环境条件还有荷载工况给结构响应带来的综合影响。通过运用诸如光纤传感器、MEMS 微型传感器、无人机航测以及激光扫描等多种不同来源的监测手段,并且结合信息化监测平台来达成数据的实时采集、传输以及可视化分析的目的,工程团队便能够精准地掌握施工阶段的结构状态以及关键节点的变化趋向。实践方面的研究显示,系统化的数据采集工作以及多维度的分析做法,不但可以将桥梁施工里潜在的结

构异常情况和施工风险给揭示出来,而且还能够为施工方案的调整给予量化的依据,进而实现对施工过程的精细化管理。与此随着工程案例不断积累并加以分析,监测方案得以优化、数据处理流程变得更为完善以及跨学科协作模式也得到了验证,这为后续的桥梁施工项目提供了能够被复制的经验和技术方面的参考,促使施工监测从单纯的注重安全控制朝着全生命周期管理以及智能化决策支持的方向去转变,充分展现了现代施工监测技术在工程实践中的应用价值以及发展潜力。

## 5 结语

公路桥梁施工监测技术正逐步从传统的依靠人工观测的方式朝着智能化以及数字化的方向去发展。像光纤传感、无人机、激光扫描还有信息化平台这类技术在实际应用当中,使得监测所获取的数据在精度方面以及实时性方面都得到了相应的提高,进而为施工期间的安全保障以及管理决策给予了有力的支持。从工程实践的情况来看,先进的监测技术能够有效地对结构的变化情况以及施工过

程中存在的风险予以掌握,从而促使施工质量得以提升。虽说技术已经取得了一定程度的进步,不过在数据融合、系统集成以及实时预警等诸多方面依旧有着可以进一步提升的空间。在未来,伴随智能化与数字化技术不断地向前发展,施工监测将会变得更加高效且更加可靠。

## [参考文献]

- [1]郭枫,李雅鑫,关瀚峰,等.BIM技术在公路桥梁施工监测中的应用[J].工程技术研究,2025,10(9):202-204.
- [2]唐涛,蔡华俊.公路桥梁施工中应变监测相关技术研究[J].四川水泥,2021(10):263-264.
- [3]刘亚飞.BIM技术在公路桥梁施工模拟及监测中的应用研究[D].石家庄:石家庄铁道大学,2020.
- [4]明照通.基于激光扫描技术的高速公路桥梁施工监测方法研究[J].建设机械技术与管理,2025,38(5):45-46.

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

# 公路工程施工中灌浆技术的应用分析

严迎雪

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]公路承载我国大部分交通运输流量,对于我国交通建设具有重要意义,但公路路面在施工过程中会出现相关问题,从而缩短了公路的使用寿命。伴随科学技术的不断发展,人类对公路工程的施工技术以及施工质量也提出了更高的要求,来保证公路的正常使用,确保人类的生命财产安全。在公路工程施工过程中,灌浆技术属于一项应用较多的技术,此次研究主要分析公路工程施工中灌浆技术的应用,以此更好地提升工程整体质量。

[关键词]公路工程;灌浆技术;应用分析

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18216

中图分类号: U445

文献标识码: A

## Application Analysis of Grouting Technology in Highway Engineering Construction

YAN Yingxue

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

**Abstract:** Highways carry the majority of Chinese transportation flow and are of great significance to the country's transportation construction. However, related problems may arise during the construction process of highway pavements, which can shorten the service life of highways. With the continuous development of science and technology, humans have put forward higher requirements for the construction technology and quality of highway engineering to ensure the normal use of highways and the safety of human life and property. In the construction process of highway engineering, grouting technology is a widely used technique. This study mainly analyzes the application of grouting technology in highway engineering construction to better improve the overall quality of the project.

**Keywords:** highway engineering; grouting technology; application analysis

公路在整个运行阶段中会有很多外部干扰因素产生,造成严重病害问题,最为典型的沉陷问题。通常情况下,应选择压力灌浆技术进行病害处理达到效果,使得公路快速恢复正常运行。压力灌浆则是通过压力,通过钻孔把事先配比好的浆液灌入到土体孔隙中,挤出土体之中存在的自由水以及空气,使得浆液凝结后可以和土地结合为完整的整体,进而将土地的强度、水稳定性提升,在一定程度上改善物理力学的性质,将沉陷病害问题有效解决<sup>[1]</sup>。与此同时,此种路基施工技术还具备较多的优点,因此被广泛应用于实际公路建设中。

### 1 灌浆技术的原理

灌浆技术原理则是通过压力设备将调配好的浆液注入到路径孔隙、裂缝中,路径在长时间使用以及外部荷载作用下,会形成一定程度的孔隙裂缝,从而对路基的稳定性与承载能力产生影响。注入浆液后会填充空隙,和周围土体形成一个整体,加强路径的密实度与强度,伴随浆液凝固会将松散的土颗粒黏结在一起,将路基力学性能改善,

使其更好承受路面传来的压力。对于土壤结构,灌浆技术可改变土壤的物理性质,不同类型的土壤具有不同颗粒组成以及孔隙率,浆液注入土壤中会置换出土壤空隙中的水分空气,使得土壤颗粒进行重新排列。浆液中的凝结核在土壤颗粒间形成胶结作用,将土壤的内聚力以及内摩擦角提高,加强土壤的承载能力以及抗变形能力。与此同时,路面基层是路面结构的主要组成,质量会影响路面使用性能,通过灌浆可填充基层中的空隙以及裂缝,以免水分渗入,将基层不均匀沉降减少,为路面铺设提供稳定的基础。

### 2 公路工程施工方案

#### 2.1 处理区域及灌浆孔布设

在公路工程施工中,处理区域与灌浆孔的布设至关重要。由于本工程回填土质量未达到标准,施工需以回填土为主要处理对象。开挖过程中应加强对回填土施工质量的控制,若其质量不达标,将直接影响公路的整体稳定性与耐久性。因此,在灌浆施工中必须重点针对回填土进行加固处理<sup>[2]</sup>。在进行处理区域的确定以及灌浆孔布设中,施

工团队应按照回填土具体情况进行规划,保证灌浆作业可以改善回填土的性能,将密实度与承载能力,为公路工程后续施工以及长期使用奠定基础。此次施工选择普通硅酸盐水泥材料,浆液密度  $1.6\sim 1.8\text{g}/\text{cm}^3$ ,详细参数见表 1。

表 1 压力灌浆孔设计参数

项目	孔数(孔·排 <sup>-1</sup> )	孔数总量(孔)	孔距(m)	孔深(m)
参数	10	220	2.5	4

## 2.2 工艺流程

灌浆施工工艺流程为:①灌浆孔测量放样。施工人员应按照设计要求在处理区域准确测放灌浆孔位,并做好标记,为后续施工提供定位依据。②安装并固定钻机。将钻机运输到指定灌浆孔位置,确保其安装牢固,以免在钻孔过程中发生晃动,对成孔质量产生影响。③调整钻机参数。根据公路工程的具体要求以及现场的地质条件调整钻机的角度以及深度参数,确保钻孔符合设计标准。④钻孔作业。依据预定参数将钻机启动,而后进行钻孔,在钻孔中密切关注钻进情况,对可能出现的问题及时进行处理。⑤外管下孔。将预先准备好的外管,缓慢放入钻孔中,并确保外管位置准确无误。⑥浆液材料。将水泥、水等原料按照设计配合比进行搅拌,配制符合施工性能要求的灌浆浆液。⑦内管下孔。在外管内部安装好内管,为灌浆作业提前做好准备。⑧灌浆处理。通过内管将制备好的浆液注入到钻孔中,填充土壤空隙,加强土体的强度与稳定性。⑨浆液补灌。检查灌浆效果,如存在不饱满的地方,应及时补灌,确保灌浆质量。⑩清理处理。灌浆作业完成后应清理施工现场,整理回收多余的材料与设备,确保施工现场的整洁。

## 3 公路工程施工中灌浆技术施工内容

### 3.1 测量放样

公路工程施工中测量放样属于关键环节,测量放样前需要详细勘察施工区域的原始地形、地貌,对相关收集。按照设计图纸以及现场控制点采用测量设备,对灌浆孔的位置进行确定,将控制点引入施工现场,建立施工控制网,确保测量的准确可靠性<sup>[3]</sup>。在测量过程中需要做好标记,确定编号、深度等参数,测量中严格按照测量规范操作,并多次复核测量数据,以免出现误差。此外,对测量中的各项数据记录,完成测样后需要经过严格的质量检验,保证各灌浆孔的位置以及间距等符合要求,从而确保公路工程的整体质量。

### 3.2 钻孔

施工团队需要按照公路工程设计要求以及地质勘察

报告确定钻孔位置以及深度,全面调试钻孔设备,保证设备性能良好,且准备好相关材料与工具,为钻孔作业的顺利进行奠定基础。钻孔中需要严格把控各项参数,采用合适的钻头以及钻进速度,按照不同地质条件调整。软土地层适当降低钻进速度,以免出现坍塌;对于硬岩地层选择合适的钻头并提升钻进压力,确保钻孔效率。与此同时,密切关注钻孔垂直度,通过先进的测量仪器进行监测,对偏差及时纠正,保证钻孔垂直度符合设计标准。钻进中还需进行泥浆护壁工作,泥浆具备稳定孔壁、携带钻渣作用,合理控制泥浆比重以及黏度等指标,按照地质情况与钻孔深度进行调整,将孔内钻渣进行及时清理,以免钻渣堆积对钻孔质量产生影响。完成钻孔后需要进行严格质量检查,对钻孔深度、孔径与垂直度等质保检查,确保钻孔质量满足灌浆施工的需要。

### 3.3 外管下孔

外管下孔前需全面仔细检查钻孔,保证孔径、孔深以及垂直度符合设计要求,将孔内的杂物清理,确保外管顺利下放,质量检验外管,检查管径、壁厚、连接位置等位置是否达标,确保外管强度以及密封性良好。外管下放过程中应采用适合的方法与专用设备。通常需使用专用起吊设备缓慢吊运外管,并保持其垂直状态,避免与孔壁发生碰撞。下放时需安排专人进行监测,实时掌握下放深度和垂直度;每下放一定长度应及时固定外管,防止其在孔内晃动<sup>[4]</sup>。当外管下放至设计深度后,应将外管固定并密封,一般采用水泥浆或其他密封材料填充管壁与孔壁之间的空隙,以增强外管的稳定性,并需检查外管连接部位是否牢固,防止灌浆过程中出现漏浆现象。完成外管下孔后需进行全面检查验收,检查外管下放深度、垂直度、固定情况等各项指标,满足设计标准后方可进行后续灌浆作业。

### 3.4 浆液调制

调制浆液前需要按照设计要求与现场情况选择原材料,并对原材料进行质量检验,保证其性能符合标准。在浆液调配中准确控制配合比,将公路工程的具体要求、地质条件等进行综合考虑,对水泥与水比例、添加剂用量进行确定。如果配合比不准确会造成浆液性能不佳,并采用专业的搅拌设备确保浆液搅拌均匀,搅拌时间通常要持续数分钟,让各种成分充分融合,搅拌中还要观察浆液的状态是否符合要求。调制好的浆液要具备良好的流动性、稳定性以及凝胶时间,如果发现参数不符合要求,需要及时调整,保证灌装效果。

### 3.5 清孔

清孔工作通常在钻孔完成后、灌装开始前,清孔的主

要目的是将钻孔内的杂质去除,确保钻孔清洁度。钻孔方法按照钻孔方式以及地层情况不同主要为换浆清孔法,向孔内注入新鲜泥浆,有效置换孔内含有大量钻渣泥浆,此种方法操作简单,有效降低孔内泥浆的含砂率。清空中需要严格控制各项指标,孔内泥浆比重、粘度以及含砂率属于重要的控制参数,泥浆比重过大会增加灌浆难度与成本,比重过小会出现塌孔,通常情况下公路工程中清孔后的泥浆比重应在 1.03~1.10 之间。

#### 4 压力罐装施工技术要求

##### 4.1 施工材料

水泥作为压力罐装施工的关键材料,一般选择硅酸盐水泥,水泥需要具备良好的安定性以及凝结时间,安定性不良会造成灌浆体后期膨胀开裂,对公路结构稳定性产生影响。选择细料时,应选用坚硬的天然砂,将含泥量控制在 3% 以内。合适的砂粒径能保证灌浆料的和易性,在压力作用下更好地填充孔隙<sup>[5]</sup>。为改善灌浆料性能,通常需添加外加剂,其减水剂的应用可减少灌浆料用水量,提升其流动性与强度,防止出现收缩裂缝。与此同时,水的质量也不容忽视,需要采用清洁、无污染的饮用水,污水、含硫酸盐等有害物质的水会对水泥水化反应产生影响,将灌浆料的性能降低。材料进场时需要进行严格检验,保证其质量符合要求,储存过程中做好防潮、防雨等措施,以免材料变质。

##### 4.2 施工机具设备

钻机作为压力罐装施工前期钻孔的关键设备,可按照施工要求在公路指定位置钻出孔洞,为后续灌浆做好准备。不同地质条件对钻机要求不同,软土地质应选择扭矩较小、转速较快的钻机,确保钻孔效率和孔壁稳定性。岩石地质需要采用高功率、大扭矩的钻机,确保可以穿透坚硬岩石。另外,钻孔深度、直径以及垂直度均需要符合设计标准,不然会对灌浆效果产生影响。除此之外,灌浆泵是压力罐装施工中输送浆液的核心设备,将配置好的浆液通过管道输送到钻孔中,并增加相应的压力,使得浆液充分填充孔洞。灌浆泵性能可直接影响灌浆质量,流量与压力需要按照不同施工阶段进行调整,灌装初期可以适当降低压力,增大流量;灌浆后期需要密实浆液,将压力提高,以免影响工程进度。

##### 4.3 制浆

制浆基础内容为材料选择,应选择质量稳定和强度等级符合设计要求的產品,并对其进行严格检验,保证各项指标达标。对于外加剂需要按照工程的具体需求以及地质条件合理选用,其性能与质量同样需要经过严格把控,应

采用清洁、无杂质的水,以免水中的有害物质影响浆液性能。此外,制浆过程需要按照操作规范,依据设计配合比正确称量各种材料,控制误差在极小范围内,将水泥、外加剂等干料充分搅拌,而后缓慢加入水,一边加水一边搅拌,保证浆液的均匀性以及稳定性,一般机械搅拌时间应大于规定时间,保证浆液结块。完成制浆后检测浆液,检测浆液的密度、粘度、析水率,当各项指标均符合设计要求时浆液才能用于压力罐装施工,在储存以及运输浆液时要采取有效的措施防止浆液离析和沉淀,保证浆液在使用时性能稳定。

##### 4.4 灌浆压力与方法

确定灌浆压力需要考虑多方面因素,不同的地质基层其孔隙率、渗透率差异较大,在松散砂质土层中,以免浆液过度扩散,通常控制在 0.3~0.5MPa。另外,灌浆深度也会对压力大小产生影响,深度越深说明浆液输送阻力越大,因此所需压力则越高。灌浆法根据灌浆孔中灌浆程序的不同,主要分为一次灌浆法以及分段灌浆法,一次灌浆法用于地质条件相对均匀路段,一次性将浆液灌入到钻孔内,操作简单以及施工效率高。施工过程中需要保证灌浆管底端到达孔底,而后缓慢注入浆液,直至孔口返浆;分段灌浆主要用于较深或地质条件复杂的情况,将钻孔按照一定长度分段,逐段进行灌浆。每段灌浆前需要对此段进行清洗以及压水试验,确保灌浆效果。灌浆过程中从孔底开始逐渐向上灌浆,每段灌浆完成后需要等待一定时间,待浆液凝固后再进行下一阶段施工。此外还有纯压式灌浆,将浆液直接压入钻孔,操作简单,可用于吸浆量大、有大裂隙的地层。公路工程中,如地基存在较大缝隙,纯压式能快速填充缝隙,提升地基的稳定性。

##### 4.5 钻孔

钻孔前需要进行准确测量以及定位,技术人员应按照设计图纸,并与现场实际情况结合,采用专业测量工具确定钻孔具体位置与深度,严格控制定位误差,保证压力罐装的正确性。而后按照公路工程的地质条件以及设计要求选择合适的钻机,软土地层可用轻便且机动性能好的钻机,坚硬岩石地层需要采用大功率、高转速钻机,并定期检查以及维护钻孔设备,保证性能稳定。钻孔过程中,需要控制钻进速度以及方向,如果速度过快容易造成偏差,过慢会降低施工效率。通常情况下,按照地层情况合理调整钻进速度,并做好钻进方向监控,及时调整偏差,确保钻孔的垂直度以及方向准确性。

##### 4.6 灌浆施工结束标准

以灌浆压力方面而言,当灌浆压力达到预算设置的设

计压力,在此压力下保持压力稳定,以此作为结束标准,一般需要维持 10~15min,只有压力稳定才能确保浆液充分填充到孔隙与裂缝中,使得灌浆达到预期效果。以灌浆量角度分析,单位时间内的灌浆量会逐渐减少,达到设计规定的最小灌浆量时考虑结束灌浆,当灌浆量降低到每分钟 10L,表示孔隙基本被填满,继续灌浆会造成浪费,从而对周围土体产生不良影响。

## 5 结语

就目前而言,我国公路施工中灌浆技术逐渐成为一项处理地基加固、裂缝修复及防渗堵漏等关键问题的常见施工技术,并对公路的施工进度以及整体质量起到关键作用,此技术通过相关设备进行压力灌入施工,充分挤出土体内部的空气、水分,有效提升路基结构强度,将病害问题消除,消除公路病害问题,保证高速公路运行效果。

## [参考文献]

- [1]谢志丹.灌浆加固技术在公路桥梁隧道施工中的应用[J].工程技术研究,2025,10(20):59-61.
  - [2]杨鹏鹏.公路桥隧工程施工灌浆法加固技术应用分析[J].运输经理世界,2025(22):77-79.
  - [3]樊海剑.公路施工中灌浆技术的应用研究[J].四川建材,2022,48(3):152-153.
  - [4]赵宏伟.公路桥梁隧道施工中灌浆法的应用[J].运输经理世界,2021(5):101-102.
  - [5]于春生.公路桥梁隧道工程施工中灌浆法加固技术要点研究[J].建筑技术开发,2020,47(8):28-29.
- 作者简介:严迎雪(1995.9—),女,毕业院校:成都理工大学;所学专业:土木工程,当前就职单位:新疆北新路桥集团股份有限公司,职务:材料员,职称级别:助理工程师。

# 大数据背景下智能监控在建筑施工安全管理中的应用研究

陆仕安

四川川交路桥有限责任公司, 四川 广汉 618300

[摘要]随着信息技术的飞速发展,大数据与智能监控技术在建筑施工领域的应用日益广泛。本文深入探讨了大数据背景下智能监控在建筑施工安全管理中的应用,分析了传统建筑施工安全管理的现状与问题,阐述了智能监控技术的原理、架构及优势,通过智能监控技术的应用,能够有效提升建筑施工安全管理水平,降低安全事故发生率,保障施工人员生命安全与企业经济效益。

[关键词]大数据;智能监控;建筑施工安全

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18243 中图分类号: TU714 文献标识码: A

## Research on the Application of Intelligent Monitoring in Construction Safety Management under the Background of Big Data

LU Shi'an

Sichuan Chuanjiao Road & Bridge Co., Ltd., Guanghan, Sichuan, 618300, China

**Abstract:** With the rapid development of information technology, the application of big data and intelligent monitoring technology in the field of construction is becoming increasingly widespread. This article deeply explores the application of intelligent monitoring in construction safety management under the background of big data, analyzes the current situation and problems of traditional construction safety management, and elaborates on the principles, architecture, and advantages of intelligent monitoring technology. Through the application of intelligent monitoring technology, it can effectively improve the level of construction safety management, reduce the incidence of safety accidents, and ensure the safety of construction personnel and the economic benefits of enterprises.

**Keywords:** big data; intelligent monitoring; construction safety

### 1 建筑施工安全管理现状与问题

#### 1.1 传统安全管理模式的特点

传统建筑施工安全管理主要依靠安全管理人员定期到施工现场进行巡查,通过肉眼观察、询问施工人员等方式收集安全信息。在管理过程中,多依据过往经验制定安全管理制度与措施,缺乏对施工现场实时动态信息的全面掌握与科学分析。例如,在脚手架搭建安全检查中,主要依靠管理人员现场检查脚手架的搭建是否符合规范,对于脚手架在使用过程中的实时受力情况、变形情况等动态信息难以获取。

#### 1.2 存在的问题分析

##### 1.2.1 信息采集不全面

人工巡查有不少局限。时间上,只能按照既定的时段去巡查,没办法做到时刻盯着。空间上,施工现场又大又复杂,人根本没法把每个小角落都检查到。而且人精力有限,巡查时间长了就容易累,注意力很难一直那么集中。

所以,施工现场的每个角落、每个作业环节,都没办法持续、全面地采集信息。施工现场安全隐患可不少,比如高处作业搭的防护设施,要是有点松动,就可能让人高空坠落;电气设备运行的时候,电流电压要是异常,很难发现;施工机械的零件磨损、机械故障这些问题,在这么复杂的环境里,靠传统的人工巡查,很容易漏掉一些隐患。

##### 1.2.2 数据分析能力不足

在当前的建筑施工安全管理领域,收集到的安全信息主要以传统的纸质文档或简易电子表格形式记录。这种记录方式存在诸多弊端,最为突出的是严重缺乏专业且高效的数据分析工具与先进技术。在施工现场,每日产生的大量安全数据,从工人的安全培训记录、设备的日常检查情况,到施工区域的环境监测数值等,因记录形式的局限,难以运用复杂算法与专业软件进行深度挖掘与系统分析。如此一来,便无法精准洞察数据背后潜藏的安全规律与趋势,如特定季节施工事故的高发类型、不同施工阶段易出

现的安全隐患等。最终致使安全管理决策在制定时,严重匮乏数据的有力支撑,更多只能依靠管理人员过往积累的经验进行主观判断,大大增加了安全管理工作的不确定性与风险系数。

## 2 大数据背景下智能监控技术概述

### 2.1 智能监控技术的原理

智能监控技术基于物联网、传感器、大数据、人工智能等技术,通过在施工现场部署各类传感器设备,如摄像头、温湿度传感器、烟雾传感器、位移传感器等,实时采集施工现场的环境数据、设备运行数据、人员行为数据等信息。这些数据通过无线通信网络传输至数据处理中心,利用大数据分析技术对数据进行清洗、存储、分析与挖掘,再借助人工智能算法实现对施工安全隐患的自动识别、预警与处理。

### 2.2 系统架构与组成

智能监控系统主要由感知层、传输层、数据层和应用层组成。感知层负责采集施工现场的各类数据,包括各种传感器和摄像头等设备;传输层通过有线或无线通信网络将感知层采集到的数据传输至数据层;数据层对传输过来的数据进行存储、管理与分析,构建数据库与数据仓库,并利用大数据分析技术进行数据处理;应用层则为用户提供各种应用功能,如安全监测、预警报警、数据分析报表等,通过可视化界面展示给安全管理人员。

### 2.3 与传统监控方式的对比优势

#### 2.3.1 实时性更强

智能监控系统借助先进的传感器与物联网技术,可对施工现场数据展开全方位实时采集。这些数据涵盖设备运行状态、人员流动轨迹、环境参数等多个维度。采集完成后,数据通过高速网络以毫秒级的速度及时传输至数据处理中心。在数据处理中心,运用大数据分析算法与云计算技术,对海量数据进行深度挖掘与精准分析。安全管理人员只需通过监控终端,即可实时查看施工现场的最新情况,无论是施工区域的全景画面,还是设备的细微运行状态,都能清晰呈现,相比传统监控方式,在信息获取的时效性上实现了质的飞跃。

#### 2.3.2 精准度更高

借助大数据分析人工智能技术,智能监控系统宛如一位不知疲倦且洞察力超凡的“数据侦探”,能够对采集到的海量繁杂数据展开抽丝剥茧般的深度分析。它运用先进的算法模型,从多维数据中精准识别出安全隐患的类型,诸如高空坠物风险、电气短路隐患等;还能精确锁定隐患所处位置,是在某楼层的特定区域,还是某段关键施工结

构处;并且对隐患的严重程度进行量化评估,是轻微瑕疵,还是可能引发重大事故的严重问题。

#### 2.3.3 数据处理能力更强大

传统监控方式产生的数据较为单一,多为简单的视频图像,或是少量设备运行时产生的基础参数。受限于技术条件,这些数据缺乏有效的处理手段,难以深入挖掘其中潜藏的价值,仅能提供一些表面信息,无法为建筑施工安全管理带来更具深度的洞察。而智能监控系统则截然不同,凭借先进的传感器网络与采集技术,它能够广泛收集海量的多源异构数据,涵盖施工现场的人员流动轨迹、设备运行状态的精细数据、环境参数的实时变化等各类信息。并且,借助大数据技术强大的存储能力,这些数据得以妥善保存,后续还能通过复杂的分析算法与挖掘技术,从纷繁复杂的数据中精准提取出有价值的信息,像是潜在的安全隐患征兆、频繁出现安全问题的区域与时段等,为安全管理决策提供全面、详实的数据支持,助力管理者做出更具前瞻性与针对性的决策。

## 3 智能监控在建筑施工安全管理中的应用场景

### 3.1 人员安全管理

#### 3.1.1 人员定位与轨迹追踪

在大数据时代,借助先进的物联网技术,可在施工人员佩戴的安全帽或工作证件内巧妙嵌入高精度定位芯片。运用蓝牙、WiFi或GPS等定位技术,构建起一张全方位、无死角的定位网络,以此实时且精准地采集施工人员于施工现场的位置信息,并完整细致地记录下他们的行动轨迹。安全管理人员只需登录监控系统,便能在操作界面上清晰查看每一位施工人员的实时位置,如同拥有一双“透视眼”,将施工现场的人员分布尽收眼底。当施工现场突发紧急情况,如火灾、坍塌等,可快速锁定人员位置,救援队伍能第一时间奔赴现场实施救援,极大提高救援效率,为挽救生命争取宝贵时间。同时,通过对人员行动轨迹进行深度数据挖掘与分析,能够敏锐察觉施工人员是否存在违规进入危险区域的行为。

#### 3.1.2 行为分析与违规预警

在施工现场的关键点位,部署高清摄像头,以全面采集施工人员的作业行为视频。借助先进的人工智能图像识别技术,对源源不断输入的视频流进行逐帧分析。该技术能够精准识别施工人员是否存在违规操作行为,比如在高处作业时未系安全带,在禁止区域进行违规动火作业,以及在严禁烟火的施工现场吸烟等。一旦系统捕捉到违规行为,便会在瞬间触发预警机制,立即向相关管理人员的移动终端推送预警信息,详细告知违规行为发生的具体时间、

地点以及违规类型。相关人员收到通知后,能够迅速前往现场进行纠正。

### 3.2 设备安全管理

#### 3.2.1 施工机械运行状态监测

在塔吊、起重机、升降机等大型施工机械的关键部位,如起重臂、回转支承、液压系统管路等,分别安装压力传感器、温度传感器、转速传感器等多种类型的传感器。这些传感器能够高频次、高精度地实时采集施工机械的运行状态参数,像起重量精确到千克级、运行速度精确到每秒米数、油温与油压精确到具体数值单位等。系统会运用复杂的算法对收集到的海量参数进行深度分析,以此来精准判断施工机械是否处于正常运行状态。一旦参数超出预先设定的正常范围,智能监控系统便会立即启动预警机制,通过声光警报、手机短信推送、系统弹窗等多种方式,及时提醒操作人员和维修人员进行检查与维护。

#### 3.2.2 设备故障预测与维护

利用大数据分析技术对施工机械的历史运行数据展开深度剖析,从设备的启动频率、运行时长、负载变化等多维度数据入手,运用数据挖掘算法和机器学习模型,建立起精准的设备故障预测模型。借助智能传感器与物联网技术,实现对设备运行数据的实时采集与传输,将这些实时数据与预先构建的模型进行高频次比对。一旦数据偏离正常范围,系统便能迅速发出预警,精准预测设备可能出现的故障类型、故障时间以及故障部位。基于此,施工方能够提前合理安排专业维修人员,根据预测结果准备相应的维修工具与零部件,有条不紊地进行设备维护。这一举措不仅能够有效避免设备突发故障,防止因设备停机导致施工进度延误,减少工期延误带来的高额成本,还能通过预防性维护,延长设备使用寿命,降低设备维修成本。

### 3.3 环境安全管理

#### 3.3.1 施工现场环境参数监测

在施工现场精心部署温湿度传感器、空气质量传感器、噪声传感器等一系列先进设备,以此实现对施工现场环境参数的全方位实时监测。所监测的参数极为丰富,涵盖了温度、湿度、PM2.5、PM10 以及噪声等多个关键指标。系统具备精准的阈值设定功能,一旦环境参数超出适宜施工的既定范围,便会迅速发出预警信号。这一预警信号会以醒目的方式呈现于监控终端,同时可能伴有声音提示,从而有效提醒施工人员及时采取相应的防护措施,或者灵活调整施工计划。

#### 3.3.2 自然灾害预警与防范

结合气象数据与地理信息系统(GIS),智能监控系

统可对施工现场可能面临的自然灾害,如暴雨、大风、地震等实施精准预警。通过与气象部门建立实时数据对接通道,系统能够高频次获取最新气象信息。在数据分析模型的助力下,一旦预测到恶劣天气即将来临,系统便会立即通过多种渠道,如短信、施工管理 APP 推送等,向施工单位发送预警通知,促使其及时做好防范措施,像对临时设施进行全面加固,果断暂停室外高空作业等。

## 4 应用过程中的挑战与对策

### 4.1 数据安全与隐私保护问题

#### 4.1.1 面临的风险

智能监控系统在运行过程中,犹如一个庞大的信息收集器,源源不断地汇聚着海量的施工现场数据。这些数据涵盖面极广,包含施工人员详细的个人信息,如姓名、身份证号、联系方式等;设备运行数据则细致到设备的运转速率、能耗情况、故障预警参数等;还有施工现场全方位的视频图像,从整体的场地布局到关键施工环节的特写画面。然而,这些数据一旦暴露在风险之下,面临泄露、篡改或恶意攻击,将会产生极为严重的后果。施工人员的隐私安全首当其冲,黑客极有可能凭借高超的技术手段,突破智能监控系统的安全防线,非法获取施工人员的身份信息,进而将其用于诈骗、身份盗用等各类非法活动。而设备运行数据被恶意篡改后,会使基于数据判断设备运行状态的机制完全失效,导致对设备故障的判断出现重大失误,极有可能引发安全事故,危及施工人员的生命安全,同时也会对项目的正常施工进度造成严重阻碍,延误工期,给企业带来巨大的经济损失。

#### 4.1.2 应对策略

为强化数据安全,首要任务是构建一套全面且细致的数据安全管理制度。在这份制度中,需清晰界定数据采集、存储、传输、使用等各个环节的安全责任归属,做到责任到人,避免出现管理漏洞。在用户权限管理方面,设置严格的权限体系势在必行。依据不同人员的岗位职责与实际工作需求,精准分配相应的数据访问权限。此外,要定期对系统展开全面的安全漏洞检测与修复工作。借助专业的漏洞扫描工具,如 Nessus 等,定期扫描系统,及时发现潜在的安全隐患,并迅速进行修复。同时,安装防火墙、入侵检测系统等必要的安全防护设备,构建起多层次的安全防护体系。防火墙能够阻挡外部非法网络访问,入侵检测系统则可实时监测系统活动,一旦发现异常行为立即发出警报,全方位保障系统的安全稳定运行。

### 4.2 技术成本与复杂性

智能监控系统的建设与运行需要投入一定的技术成

本,包括硬件设备采购费用、软件系统开发与授权费用、数据存储与处理费用、系统维护与升级费用等。智能监控系统涉及到物联网、大数据、人工智能等多种先进技术,技术复杂性较高。在系统建设与实施过程中,需要专业的技术人员进行系统设计、安装调试、运行维护等工作。

对于技术成本问题,建筑企业可以根据自身实际需求,选择合适的智能监控系统解决方案,避免过度追求高端配置与复杂功能,造成资源浪费。同时,可以与设备供应商、软件开发商等进行协商,争取更优惠的价格与合作条件。此外,政府部门可以出台相关政策,对采用智能监控技术提升施工安全管理水平的建筑企业给予一定的资金补贴或税收优惠。在技术复杂性方面,建筑企业应加强对技术人才的培养与引进,通过内部培训、外部招聘等方式,组建一支专业的技术团队。同时,加强与高校、科研机构的合作,借助外部技术力量解决系统建设与运行过程中的技术难题。

## 5 结语

随着科技的不断进步,大数据背景下的智能监控技术

在建筑施工安全管理领域将迎来更广阔的发展空间。未来,智能监控系统将朝着更加智能化、集成化、人性化的方向发展,随着5G技术的普及,智能监控系统的数据传输速度将更快、稳定性将更高,能够实现更高效的数据采集与处理。相信在未来,智能监控技术将成为建筑施工安全管理的核心技术,为建筑行业的安全生产与可持续发展提供强有力的保障。

## [参考文献]

- [1]周祥征.数字化安全在建筑工地安全管理中的应用探究[J].智能建筑与工程机械,2024,6(9):78-80.
- [2]王海峰.大数据技术在建筑安全智能监控管理中的应用[J].新城建科技,2024(1):1.
- [3]陈锦荣.新城建背景下建筑质量安全管理智能化应用研究[J].掌研科技,2024(1):1.

作者简介:陆仕安(1976.8—),性别:男,学历:本科,毕业院校:中南大学,所学专业:安全工程师,目前职称:高级安全工程师。

## 信息化技术在水利工程施工中的应用研究

艾孜买提·阿布都热衣木  
新疆鸿源润泽建设工程有限公司, 新疆 伊犁 835200

**[摘要]**随着信息技术不断发展,水利工程施工面临环境复杂、规模庞大的情况,管理难度也在增加。信息化技术借助数据采集、分析以及可视化手段,让施工过程在高效、精确方面得以实现,还能加强安全管理。建设信息模型(BIM)、物联网(IoT)、大数据以及云计算等技术可对施工流程予以优化,提升质量,降低成本,同时辅助施工决策与安全控制。文章对水利工程施工信息化技术体系加以梳理,对其在勘察测量、施工计划与管理、质量与安全控制等环节的应用展开分析,并且探讨数字孪生与全生命周期信息化管理的发展趋势,给高效、智能的施工提供参考。

**[关键词]**水利工程; 施工管理; 信息化技术

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18235 中图分类号: TV5 文献标识码: A

### Research on the Application of Information Technology in Water Conservancy Engineering Construction

AIZIMAITI Abudureyimu  
Xinjiang Hongyuan Runze Construction Engineering Co., Ltd., Yili, Xinjiang, 835200, China

**Abstract:** With the continuous development of information technology, water conservancy engineering construction is facing complex environments and large-scale situations, and the difficulty of management is also increasing. Information technology utilizes data collection, analysis, and visualization methods to achieve efficient and precise construction processes, while also strengthening safety management. Technologies such as Building Information Modeling (BIM), Internet of Things (IoT), big data, and cloud computing can optimize the construction process, improve quality, reduce costs, and assist in construction decision-making and safety control. The article summarizes the information technology system of water conservancy engineering construction, analyzes its application in survey and measurement, construction planning and management, quality and safety control, and explores the development trend of digital twin and full life cycle information management, providing reference for efficient and intelligent construction.

**Keywords:** water conservancy engineering; construction management; information technology

#### 引言

水利工程施工涵盖了勘察设计、施工管理以及质量控制等诸多环节。伴随着工程规模变得越来越大,施工环境也日益复杂起来,在这样的情况之下,传统的管理方式已经很难再契合高效且安全方面的需求了。信息化技术借助数字化以及智能化管理的方式,能够达成施工全流程都可可视化的状态,进而对进度、成本还有安全风险予以精准把控,以此来提升施工的效率以及质量水平。本文全面且细致地对施工信息化技术体系加以梳理,同时对其在各个核心环节的具体应用情况展开阐述,另外还深入探讨了数字孪生以及全生命周期信息化管理的发展走向,从而给水利工程施工迈向智能化给予一定的参考依据。

#### 1 信息化技术的重要性

随着信息化的发展,它的功能变得越来越强大,不仅可以帮助我们更好地获取、处理和分析相关的资料,还可以帮助我们做出更明智的决定。因此,在当今这个信息驱动的世界里,信息化技术已经成为了不可或缺的一部分,尤其是对于水利工程的施工和管理来说。随着水利工程施工的日益复杂,采用信息化技术不仅有助于减少人力成本,而且有助于改善施工流程,从而极大地降低了劳动强度,同时也有助于保证项目的顺利完成。此外,信息化技术也有助于收集和处理各种各样的数据,从而有助于深入了解项目的实际情况,从而实现项目的有序推进、优化和完善。通过运用先进的信息化技术,可以准确地识别和评价与水利工程施工有关的各种技术,从而极大地改善了建筑工程

的总体质量,极大地降低了建筑施工的成本,并且可以极大地减少了建筑施工过程中的繁琐和耗时,从而为项目的顺利实现奠定了坚实的基础。结合实时监测、风险评估等,有效地把握施工现场的实时状况,及时采取有效的措施,有效地防止或减少安全事件的出现,从而有效地改善水利工程的施工质量。因此,信息化技术对于水利工程的建设和运营至关重要。

## 2 水利工程施工信息化技术体系

### 2.1 建设信息模型(BIM)技术

建设信息模型(BIM)技术算得上是水利工程施工信息化方面的核心技术其中的一个,其借助数字化呈现出来的三维模型,把工程设计、施工以及管理紧密地融合到了一起,进而让施工全流程达成数据化、可视化以及智能化的状态具备了可能性。在施工这个阶段当中,BIM技术一方面可提前对施工过程予以模拟,以此来优化施工方案,另一方面还能够针对施工进度、资源使用状况以及成本方面展开精准的预测与管理操作。凭借BIM平台,管理人员能够较为直观地去查看施工现场各类各样的信息,像是结构尺寸的具体情况、材料使用的实际状况以及施工工艺的相关要求等,如此一来便能提前对潜在的问题加以识别,并且采取具有针对性的举措,从而使得返工率以及施工风险都得以显著地降低。除此之外,BIM技术和其他诸如物联网以及大数据这类信息化手段相结合之后,能够实现施工过程进行动态的监控以及做出智能的决策,进而提升工程施工管理在科学性以及效率方面的表现。通过信息的共享以及协同开展工作的方式,BIM技术有效地打破了传统施工管理所存在的信息孤岛这一状况,给水利工程施工带来了全新的数字化管理模式,由此也大幅度地提升了施工组织的效率以及工程质量的水平。

### 2.2 物联网(IoT)技术

物联网技术于水利工程施工的应用,重点在于针对施工现场环境、设备运行状况以及人员状态展开实时监测与管理方面。借助部署各式各样的传感器以及智能监控装置,施工管理人员便能实时抓取水位情况、土壤湿度状况、气象条件以及施工机械状态等关键数据信息,并且可通过无线网络把这些数据传输至管理平台,进而开展集中化的分析工作。此项技术一方面能够达成对施工现场的远程监控目的,另一方面还能够对潜在的风险予以及时的预警提示,以此提升施工的安全性。在那种地形复杂且施工环境存在高风险的状况下,物联网技术凭借数据驱动的管理模式,促使施工操作变得更为精细化以及更具科学性。把数据分析与智能算法结合起来,管理人员就能够对施工计划加

以优化,合理地调配各类资源,同时可对施工进度、成本以及质量实施全程的监控操作,最终实现高效、高质量且安全可控的施工管理目标。物联网技术的引入,给水利工程施工带来了较为可靠的技术支撑。

### 2.3 大数据与云计算技术

大数据以及云计算技术于水利工程施工当中有着颇为关键的作用,其可针对施工期间产生的海量数据展开高效且有序的收集工作,同时还能妥善存储这些数据,并且对其进行详尽的分析,进而为施工相关的决策事宜给予具备科学性的依据。在施工现场,各式各样的数据像地质方面的信息、气象领域的数据、施工的具体进度、材料的实际使用状况以及设备所处的状态等等,会借助传感器、无人机开展测绘作业以及信息化管理平台来实时地予以采集,随后将这些采集到的数据汇总到云端数据库里面进行存储与相应的处理操作。凭借云计算平台,管理人员能够不分时间地点随意访问施工数据,达成数据共享以及协同管理的目的,以此提升施工信息所具有的透明程度以及可控的水平。与此大数据分析可通过挖掘历史数据以及实时数据的方式,察觉施工进程里存在的潜在风险、出现的资源浪费情形以及存在的进度瓶颈问题,进而为施工方案的优化事宜给出依据。就好比说,借助施工进度预测模型以及资源优化算法,管理者便能够科学合理地调配施工机械还有劳动力,提高施工的效率,降低相关成本,并且在复杂的环境状况下维持施工的安全状态。大数据和云计算技术相互融合之后,使得施工管理达成了从依靠经验做出判断到由数据驱动的智能转变,大幅提升了水利工程施工在精细化管理方面的水平,为工程的质量得以保障以及施工效率的提高给予了强有力的支撑。

## 3 信息化技术在水利工程施工各环节的应用

### 3.1 勘察与测量阶段

在水利工程开展施工的勘察以及测量这一阶段当中,信息化技术加以应用以后,可大幅提升施工准备工作所具有的精度以及效率水平。借助去建设信息模型也就是我们常说的BIM,再加上无人机测绘技术这两者,管理人员在施工正式开始之前,便能够顺利完成那种精度颇高的地形建模操作,同时也能够达成三维数字化方面的分析工作,进而直观且清晰地呈现出像地形的起伏状况、河道的流向情况、地质的具体条件等这些极为关键的信息内容,由此便能够为施工方案的设计环节以及风险评估相关事宜给予较为可靠的、可供参考的数据方面的有力支撑。与此物联网传感器以及激光扫描设备均能够实时地去采集施工现场的环境数据,像是土壤的含水量情况、坡度出现的变

化状况还有气象方面的各种条件等,进而达成对施工环境进行全方位感知的目标。在对所采集到的数据展开细致分析之后,便能够提前察觉到潜在存在的各类问题,比如地基存在不均匀沉降的风险,又或者是施工区域内有容易发生塌方的那些点位,这无疑能够为施工单位去制定具有针对性的施工措施给出相应的依据。信息化技术还能够把测量所获取的数据同施工计划以及资源管理平台有效地整合到一起,进而实现施工准备工作在数字化、协同化以及智能化管理层面的推进,如此一来便能够进一步提升施工前期科学决策的能力,降低施工过程中可能出现的风险,同时也为整个施工流程的高效组织以及精准执行筑牢了坚实的基础。

### 3.2 施工计划与施工管理阶段

在施工计划以及施工管理这个阶段当中,信息化技术借助数字化管理平台来达成对施工进度、资源还有成本的精细化把控。建设信息模型可直观呈现施工各个阶段的任务安排以及关键节点,给管理者送上可视化的施工计划,让各施工单位能同步知晓施工进度与资源需求状况。物联网技术同智能监控系统相结合之后,使得施工现场的设备运行状态、人员分布情形以及材料使用情况都能够实时予以采集并且反馈到管理平台,从而实现对施工进度的动态监控与调整操作。与此大数据分析技术能够针对施工历史数据、环境条件以及资源使用情况展开深度挖掘,为施工方案的优化以及资源调度事宜给出科学方面的依据。在复杂的环境之下,信息化技术对于协调多工序施工任务是有帮助的,其可合理安排劳动力以及设备调配工作,以此提高施工效率,而且还能及时察觉并处理施工过程中有可能出现的瓶颈问题,保证工程依照计划且高质量地向前推进。施工计划和管理的数字化以及智能化,既减轻了人工管理方面的负担,又大幅度提升了施工组织效率以及决策的科学性,为工程顺利竣工提供了坚实的保障。

### 3.3 施工质量与安全管理阶段

施工质量以及安全管理属于水利工程施工的关键环节,其与工程的可靠性以及长期运行安全有着直接关联。信息化技术于该阶段的应用,主要呈现于实时监测、智能分析以及风险预警等层面。借助物联网传感器同 BIM 平台相结合的方式,施工管理人员能够针对施工材料、结构参数还有施工工艺展开全程监控,以此保证施工质量能够契合设计要求。实时数据采集可即时呈现出施工现场的环境变化情况,比如水位出现波动、地质产生沉降或者设备处于异常状态,进而为管理人员给予科学决策方面的依据<sup>[1]</sup>。大数据分析以及智能算法能够在海量的数据当中挖掘出

潜在的风险,对施工质量问题加以预测,并且给出具有针对性的改进方案。与此安全管理系统可对施工人员的操作行为、施工机械的运行状况以及施工环境实施动态监控,达成早期预警以及自动报警的功能,由此切实有效地防止事故的发生。信息化技术在施工质量以及安全管理当中的运用,让施工过程变得更为透明、可控,提升了施工效率,降低了安全隐患,保障了工程质量以及施工人员的生命安全,为水利工程的高标准建设给予了强有力的支撑。

## 4 水利工程施工信息化发展趋势

### 4.1 数字孪生与智能化施工技术

数字孪生技术属于水利工程施工信息化方面出现的新趋向,其借助构建工程实体同数字模型之间的双向映射关系,达成施工全流程的虚拟仿真以及动态管理。数字孪生模型不但可实时呈现施工现场的实际状况,而且能凭借模拟各类施工方案的效果,对施工组织以及施工工艺加以优化,以此提升施工效率与工程质量。处于高风险且复杂的环境之下,数字孪生技术能够提前察觉潜在的问题,像是土石方滑移风险、堤坝沉降异常等情况,进而为施工管理给予科学的依据。与此将智能化施工技术与数字孪生模型相结合,能够实现对自动化施工机械的精准操控、施工资源的优化调度以及施工进度的动态把控,从而为施工过程给予全方位的支持<sup>[2]</sup>。数字孪生与智能化施工技术相融合,促使水利工程施工朝着更为智能化、精细化以及安全化的方向去发展,同时也为施工管理带来了全新的技术手段以及实践模式。

### 4.2 全生命周期信息化管理

全生命周期信息化管理乃是水利工程施工朝着数字化以及智能化转变的关键趋向所在。凭借着手建设信息模型、物联网、大数据还有云计算等诸多技术手段,把工程从勘察设计环节一直延伸至施工管理乃至运维管理的各个不同环节都涵盖到信息化管理体系当中,进而达成对数据的持续不断地采集工作、细致的分析以及有效的应用目的。全生命周期管理一方面能够在施工阶段切实提升效率并提高质量,另一方面在运维阶段还可实现对运行状况的智能监控功能、风险预警作用以及资源优化效果,以此来促使工程设施的使用寿命得以延长<sup>[3]</sup>。当信息化手段得到全方位的应用之后,工程管理便形成了一个完整的闭环状态,管理决策也会变得更加科学合理,施工过程则会更加透明且处于可控制的状态,如此一来便有力地保障了工程所具备的安全性以及可持续发展的特性。全生命周期信息化管理后续的发展态势,将会驱动水利工程施工管理模式从单纯的施工管理逐步朝着系统化、智能化并且是全流程

管理的方向去演进发展,进而为高质量的水利工程建设筑牢坚实的基础支撑。

## 5 结语

信息化技术在水利工程施工里的运用,一方面让施工管理的效率以及精度都得以提高,另一方面还使得施工的质量与安全水准获得了颇为显著的提升。从建设信息模型也就是 BIM,再到物联网即 IoT,直至大数据以及云计算,信息化技术已经涵盖了水利工程施工当中的那些核心环节,进而达成了施工管理朝着数字化、智能化还有精细化的方向去实现的目标。信息化的相关手段对施工组织以及资源配置进行了优化处理,使得成本有所降低。伴随数字孪生以及全生命周期管理理念不断得到推广,水利工程施工管理会朝着越发智能化、科学化并且高效化的趋向持续发展。在未来,信息化技术还会持

续地推动施工管理模式展开创新活动,以此来为达成高质量且可持续的水利工程建设目标给予稳固可靠的技术方面的有力支持。

## 【参考文献】

- [1]管魁.水利工程施工管理中信息化技术的应用分析[J].黑龙江水利科技,2024,52(2):131-133.
- [2]李良琦.信息化技术在水利工程施工管理中的应用研究[J].中国管理信息化,2021,24(14):84-85.
- [3]郭杰.信息化技术在水利工程管理中的应用[J].工程技术研究,2023,8(13):162-164.

作者简介:艾孜买提·阿布都热衣木(1988.11—),毕业院校:新疆工业高等专科学校,所学专业:工程测量技术,当前就职单位名称:新疆鸿源润泽建设工程有限公司,职务:项目经理,职称级别:水利中级职称。

# 面向全生命周期的 AI 大模型赋能供热管理数智化升级研究

赵会猛 张奇奇 杨思雨

石家庄华电供热集团有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]在电力行业发展速度不断加快的新时期下,传统供热模式已经很难满足行业现代化发展需求,尤其是在安全管控、热源调配、服务响应等方面,面临的现实挑战较多。对此,供热企业应该加强新技术的应用,包括人工智能、大数据等,搭建智慧工作体系,实现供热的全过程管理。鉴于此,本篇文章重点研究面向全生命周期的 AI 大模型赋能供热管理数智化升级,结合当前供热管理情况,提出切实可行的数智化升级对策。以提升管理有效性。

[关键词]全生命周期; AI 大模型; 供热管理数; 数智化升级

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18228

中图分类号: F49

文献标识码: A

## Research on Empowering Heating Management with AI Large Models for the Whole Life Cycle and Upgrading Digitalization

ZHAO Huimeng, ZHANG Qiqi, YANG Siyu

Shijiazhuang Huadian Heating Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** In the new era of accelerating development in the power industry, traditional heating models are no longer able to meet the modernization needs of the industry, especially in terms of safety control, heat source allocation, and service response, facing many practical challenges. In this regard, heating enterprises should strengthen the application of new technologies, including artificial intelligence, big data, etc., build a smart work system, and achieve full process management of heating. In view of this, this article focuses on researching AI big models for the entire life cycle to empower the digital upgrading of heating management. Based on the current heating management situation, practical and feasible digital upgrading strategies are proposed, in order to enhance management effectiveness.

**Keywords:** whole life cycle; AI big model; heating management quantity; digitalization upgrade

### 引言

现阶段,供热行业普遍存在服务响应滞后、人工成本高、能源浪费严重等发展困境,阻碍了行业的可持续发展。加强 AI 大模型的运用,与供热管理的全生命周期整合,在自然语言处理、图像识别等技术辅助下,客服响应速度、员工培训效率、系统节能率等均能有效提升。并且, AI 大模型涵盖智能客服、企业知识管理等重要场景,有助于传统热网的升级改造,为行业破解困局提供技术支持。

#### 1 供热管理现状与数智化升级必要性

供热服务业务与民生息息相关,在供暖季期间,话务量的不断增多,工作人员通常需要处理海量的用户基础数据、历史工单数据、话务录音文件数据等,在高强度的工作环境下,人工坐席在填写工单期间,很容易因为业务熟悉度不足、信息更新缺乏及时性等而出现录入困难、填单错误等情况,致使工单处理不及时。并且,因为话务及工

单量较多,工单处理超时、延迟现象不可避免,使得二次投诉率上升。在客户回访方面,由于人力有限,很难实现工单 100% 回访,最终对客户满意度的提高造成影响,降低了用户的体验感。供热企业内部各业务系统在运行过程中,存在信息共享不及时、互通障碍等现象,诸如同一投诉问题在不同部门间可能出现重复生成多条工单的问题,导致维修人员的重复工作增多。此外,由于人力不足,质检人员很难对全部工单进行准确性、合规性检查,问题无法在第一时间发现和处理,最终为客户服务及公司管理埋下较大隐患<sup>[1]</sup>。

针对上述问题,需要全生命周期管理为导向,强化 AI 大模型的运用,加快供热管理数智化升级速度,保证供热管理的各个环节均能实现高效、智能、统一,将以往重复工作、响应滞后等问题减少。在人工智能、大数据等技术的支持下,问题能被及时发现和处理,有助于服务质

量的提升。

## 2 面向全生命周期的 AI 大模型赋能供热管理数智化升级原则

以全生命周期为依托,借助 AI 大模型进行供热管理数智化升级期间,需要严格遵循先进性、适用性、开放性原则,保证系统在平稳运行的同时,供热管理效果和水平能提高<sup>[2]</sup>。

(1) 先进性。在系统设计环节,从使用者的角度出发,对其需求充分了解,着力将以往信息孤岛问题解决。同时,快速对历史数据信息进行获取,并通过深层次的挖掘和分析,搭建智能的供热数据助手平台,对数据目录、标准进行统一,确保数据之间能实现融合互通,提高数据的利用率。

(2) 开放性。在平台搭建过程中,需要保证各子系统的数据信息实现共享、互联互通,包括稽查系统、客服系统、收费系统等,以企业统一平台数据接口为基准,实现对整个平台的开放和共享。

(3) 适用性。平台的搭建应该与供热行业的管理情况、发展需求相适应,使企业生产经营管理需求得到满足。同时,与现有系统的各类资源充分融合,实现平滑过渡。在平台测试阶段,各项业务始终保持连续、稳定,数据的处理要满足行业标准和规范<sup>[3]</sup>。

(4) 安全性。建立信息通信、数据存储的规范标准,对信息系统、工控系统的安全技术体系不断优化,确保安全管理及安全技术能同步推进,让系统始终处在安全、稳定、可靠的运行环境。

(5) 兼容性。平台能与现有软件平台兼容,不仅能做到远程自动升级,也可以为后台的维护提供便利。同时,平台要与现有终端设备兼容,包括耳麦、话机等。

## 3 面向全生命周期的 AI 大模型赋能供热管理数智化升级

### 3.1 供热 AI 大模型底座

面向全生命周期,在 AI 大模型赋能下,搭建私有化 AI 基础能力平台,并体现高效性、安全性以及统一性。在平台搭建中,在供热 AI 大模型底座建设大模型、高性能的文本向量化模型,将私有化环境下的高效部署、优化工作快速完成。同时,使用模型引擎平台技术,对异构模型实例进行统一资源调度、全生命周期管理以及性能监测等。结合供热管理要求,构建并部署具有低延迟、高吞吐量的能力聚合代理,以此作为大模型服务的统一网关,提供标准化的服务接口以及智能路由,实现访问的精细化控制及多维度监控。

### 3.2 供热数据中枢平台

在 AI 大模型赋能下,构建供热数据中枢平台,将供热企业信息孤岛问题彻底解决。并且,与现有生产和经营业务系统对接,进行多元数据的融合处理,确保企业内的数据能实现互联互通,形成企业内部数据资源,为数据的合理的应用提供保障。在数据源的管理上,首先结合不同部门的实际情况搭建数据库,对用户所需数据相关信息进行存储。在本集群的数据库环境中,创建数据源,设置对应账号及密码,只对该用户开放数据库的全部权限,内容涵盖数据源参数、数据来源、所属用户等。在数据源的查询上,依照关键字对数据源、名称等进行筛选,展示名称、涵盖关键字的数据信息,支持创建及录入的数据库修改、删除等操作。在数据集成方面,做到实时、离线、整库等环节的同步,支持提交和管理 CDC 实时同步任务,提供依照任务名称搜索功能,通过精细化的配置管理内部源节点等,对任务的具体内容灵活定义。在数据服务上,具体涵盖 API 列表、应用列表、API 管理、调用记录、标签管理、数据集管理、访问策略与流量控制等方面。对于数据仓库,需要合理规划和设计,包含原始数据层、数据公共层、中央企业数据层等。对于画像分析,使用大数据、AI 人工智能技术,以诉求人的基本信息、服务情况、生产缺陷等为依据,合理地对用户进行画像。小区画像则根据小区温度、影响因素、用热习惯、服务需求等,对服务小区、重点服务单元等准确识别,以为后续决策的制定提供可靠依据<sup>[4]</sup>。

### 3.3 供热智能算法引擎

在供热管理数智化升级过程中,尝试将 AI 能力全面融合其中,保证传统人工操作模式能逐步朝着智能、高效管理的方向迈进。在此过程中,以业务痛点为依据,利用先进的 OCR 识别、图像智能分析、AI 校准技术,制定切实可行的覆盖关键业务环节的智能化解决方案。在图像处理算法应用中,以实际业务数据为基准,通过对数据难度的分级处理,在简单且非歧义的场景下,对重复的图像精准识别,保证生产巡检、用户站空置巡检、接断管处理、缺陷处理等任务中,一线人员重复上传照片作弊的问题能得到有效处理。对于开关栓的照片,利用智能图像分析,准确判断其与历史图像是否出现重复,保证同一照片不会出现多次上传的情况,让数据保持真实、可靠。用户在实名和认证期间,平台支持对上传照片自动、快速审核,对图片中是否涵盖身份证进行检测,确保认证数据准确、真实,将人工审核的工作量减少,有效对用户体验进行优化<sup>[5]</sup>。

### 3.4 供热智能知识库

利用知识工程的方法,对企业积累的非结构化、半结构化专业知识文档进行深层次处理,建设并利用先进智能分段算法、信息抽取技术,对文本向量化模型合理利用,以实现高维向量表征,让结构化数据和向量索引在数据库知识存储系统中保存。同时,强化与各个部门的对接,全方位对现有知识文档、政策信息等内容进行整合、梳理,整个过程尽可能做到标准化、规范化。同时,以具体需求为依据,不断更新、维护、同步,实现智能数据信息的稳定、安全运行。在对知识库管理过程中,支持批量导入主流格式文档,系统自动解析文档内容并建立索引,提供对知识库内数据精细化管理的功能,用户可以在线预览已经导入数据的数据结果,查看数据来源,根据数据条目进行相应的增加、删减更改等操作。针对有导入的数据信息系统,应具备自动化处理流水线,包括智能文本分段、生成向量索引等,整个过程不需要人工干预,可以使数据的处理更为高效和一致。

### 3.5 供热智能体平台

基于 AI 大模型搭建供热智能体平台,实现快速检索,提升知识召回的准确性和相关性。同时,建设并优化面向大模型的提示词工程,引导模型以召回的知识为基础,生成高质量且与业务需求相符合的响应。定义并提供标准化的应用程序接口、服务接口,输出平台封装好的智能化能力,包括自动化文本摘要、关键信息抽取等。在用户和权限控制方面,提供完善的用户和权限管理体系,支持多租户隔离,以角色的访问控制为依据,对用户访问管理使用不同知识库的权限合理分配。此外,提供丰富的前置功能节点,涵盖 AI 对话、引导式对话、知识库搜索、智能问题分类等内容。

### 3.6 智能服务大厅

为实现线下业务全线上化,可以通过 AI 大模型创建智能服务大厅,将业务办理、智能核检、闭环服务等全部整合到平台上,提高服务效率和水平。对于缴费、在线报停、报修申请等既有功能,进一步优化和完善。新增补贴申请、余额提现等功能,并对电子合同、测温申请等功能入口适当增加。为确保手机号码的真实性,使业务办理过程中输入的手机号能使用户本人持有且有效的号码,系统可以通过 API 接口发送短信验证码。

(1) 对现有功能不断优化。针对现有功能,包括我要缴费、在线报停等,根据实际情况进行适当优化和完善,将各功能的作用和价值充分发挥出来。针对我要缴费功能,平台提供线上缴费入口,为用户暖费的查询提供便利,并提供线上缴费功能。平台需为用户提供提交供热报停申请

功能,支持实名认证、电子签名、预约上门、预约提醒等,后台自动流转审批流程,实时对审核结果进行反馈,以保证全流程能做到闭环管理。在已报停的情况下,平台用户在线发起恢复申请,系统将原报停记录关联,及时触发恢复流程,自动对供热状态进行更新,及时推送通知提醒,以便业务能保持连续,让整个操作过程更为透明。同时,平台支持用户通过身份证、房屋地址等信息查询相应的供热账户卡号,为业务办理、缴费操作提供便利。平台内置智能客服机器人,支持 7×24 小时在线问答,覆盖常见业务问题解答、知识库检索等功能,使服务响应速度加快。此外,平台设置知识服务模块,提供相关文章资讯及视频课程内容,通过关键词检索、分类展示等,使用户的自助服务能力增强。

(2) 新建功能。平台新增信息修改功能,用户可以在线对个人联系方式进行修改。系统设置补贴审批以及审核机制,使信息变更做到合法合规,不会因为误差而出现相应风险。针对补贴审批及发放审核功能,用户可以在线提交政府供热补贴申请资料,系统对基本信息自动校验,而后推送给后台人员进行审批,让整个流程实现可视化,促进信息反馈效率的提高。

(3) 适老化模式。平台提供适老化设计的老年模式,整个界面简洁明了,字体放大,按钮尺寸合理,操作方法简单,满足老年用户的各项操作需求。

### 3.7 智能客服系统

此系统涵盖智能呼叫中心、智能语音服务专席、智能回访、智能质检等多个环节。

(1) 智能呼叫中心。用户来电后先进入智能语音服务专席,如需要再进入呼叫中心,则由坐席人员接听。同时,对坐席状态进一步细化,包括整理状态等,迭代坐席监控功能,包括整理状态过长高量提醒等。

(2) 智能语音服务专席。此模块涵盖运营面板、智能语音服务专席配置、知识库管理、场景实例管理等多项内容。其中,智能语音服务专席满足全局策略配置功能,至少包含工作时间、转人工等待等。依照知识库智能匹配技术,实现客服响应的精准、高效。

(3) 智能回访。提供智能回访任务执行情况的数据展示、预警以及分析,通过数据展示及统计,快速判断智能回访的运营情况。对于智能回访任务管理,具备新建、编辑、删除等功能,结合回访任务的名称、时间等,随时搜索查看执行情况。

(4) 智能质检。建立完善的质检规则配置体系,党建智能质检模型,设置手动智能质检、任务列表下载等多

项任务。任务结束后,支持生成质检结果报表、任务统计报表等,最后对结果进行展示。

#### 4 结束语

综合而言,供热行业的发展与人们的生活息息相关,因此在绿色低碳转型的大背景下,社会各界对行业的关注度也明显提升。为满足人们日益增大的用热需求,供热企业在对自身规模不断扩大的同时,也要加大供热管理力度,深入分析当前存在的问题,同时从全生命周期的角度出发,积极运用 AI 大模型,与供热管理的各环节有效结合,实现行业的数智化升级,从而为行业的可持续发展打下坚实基础。

#### [参考文献]

[1]魏灿赢,梁思奇.基于智慧供热系统的集中供热节能优

化技术研究[J].中国战略新兴产业,2025(33):48-51.

[2]邓敬莲.人工智能驱动下供热系统动态调控模型与节能效益量化研究[J].黑龙江科学,2025,16(16):162-164.

[3]隋志杰.大数据技术在热网优化运行中的应用效果分析[J].科技视界,2025,15(19):15-18.

[4]李天翔.利用人工智能算法实现供热系统节能降耗的技术路径[J].大众标准化,2025(12):54-56.

[5]刘丹.人工智能技术在供热企业客服管理领域的创新应用[J].智慧中国,2023(9):82-83.

作者简介:赵会猛(1993.10—),男,华北电力大学,过程装备与控制工程,石家庄华电供热集团有限公司,计划经营部,见习助理,经济师。

## 公路工程施工中填石路基施工技术应用分析

马忻仪

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]对于公路工程来说,填石路基施工技术应用效果和建设质量,直接影响其自身的使用耐久性,为了有效提高工程项目的  
基础承载力,提高路基的稳定性,相关团队要结合公路工程施工实际情况,针对填石路基施工技术,进行深度和全面的分析  
研究。本篇文章详细分析填石路基的施工特点,并以此作为基础条件,结合实际工程案例,进一步探索公路工程施工中填石  
路基施工技术应用策略与优化方案。

[关键词]公路工程;填石路基施工技术;施工特点;施工规模

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18219 中图分类号: U416 文献标识码: A

## Application Analysis of Stone Filling Roadbed Construction Technology in Highway Engineering Construction

MA Xinyi

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

**Abstract:** For highway engineering, the application effect and construction quality of stone filled subgrade construction technology directly affect its own durability. In order to effectively improve the foundation bearing capacity of the engineering project and enhance the stability of the subgrade, relevant teams should conduct in-depth and comprehensive analysis and research on the construction technology of stone filled subgrade based on the actual situation of highway engineering construction. This article provides a detailed analysis of the construction characteristics of stone filled roadbeds, and based on this, combined with practical engineering cases, further explores the application strategies and optimization plans of stone filled roadbed construction technology in highway engineering construction.

**Keywords:** highway engineering; construction technology of stone filled roadbed; construction characteristics; construction scale

城市化建设进程不断推动,我国基础交通的建设速度也随之提高,公路工程的施工规模不断扩大,在此种发展环境下,对于施工技术的选择不仅要求技术应用效果,还要从环境保护、施工经济性等相关方面综合分析。相对传统施工技术来说,填石路基施工技术的优势和特点更加明显,将该技术投入到公路工程施工中,能够完成施工质量、施工进度、成本控制以及安全稳定等相关方面的优化,因此施工团队要加以重视。

### 1 填石路基施工特点

#### 1.1 施工规模大

在公路工程施工中,填石路基施工的特点之一是施工规模较大,尤其在道路建设以及公路扩建项目施工期间,填石路基施工通常需要较大的施工范畴。其核心原因是由于填石路基施工技术的应用目的,是为公路工程基础层以及支撑层提供稳定的施工条件,确保公路工程能够承担较

大的交通压力以及荷载。

第一,对于公路工程来说,如果施工规模和范畴相对较大,则意味着在施工期间需要大量的原材料,尤其填石路基施工技术在应用时,对于石料需求量极大,只有保证足够的石料,才能确保施工能够顺利开展。以上施工现状与实际情况要求建设团队,要建立科学合理的原材料采购和供应链管理结构体系,有效了解施工资源以及原材料的开采、运输、储存等相关方面专业知识,确保原材料能够及时供应<sup>[1]</sup>。

第二,如果施工工程规模较大,则需要安排充足的施工设备,以及人力资源。现阶段,公路工程施工中,如果使用填石路基施工技术,其较大的施工规模需要大型土石方机械设备,比如:推土机、挖掘机、原材料装载机,只有这样才能快捷、高效、安全的完成工程项目,原材料铺设和后续施工。另外,专业的机械设备需要搭配技术人员进行操作和设备管理,所以在规模较大的填石路基施工

应用期间,要科学合理的搭配人力资源以及硬件设备,从根本上保证工程项目施工进度和建设质量。

### 1.2 重复性高

相对其他施工环节和施工技术来说,填石路基施工技术自身具有一定重复性,尤其在相同类型的公路建设工程和施工项目中,此种重复性的施工优势和特点,能够确保施工团队根据自身建设经验和技术应用特点,完成项目施工,以此有效提高施工效率,减少施工时间。在填石路基施工应用期间,通常需要针对原材料进行科学选择,并根据施工方案和现场实际情况,选择适合的原材料种类与参数规格。在填充时,施工团队要根据提前设置的施工方案和标准进行后续操作,比如:根据设计方案,明确原材料填充厚度以及分层铺设方式,保证原材料铺设的均匀性。而填石路基施工方法自身所具有的重复性特点,能够保证施工团队重复之前施工经验和流程,提高施工效率<sup>[2]</sup>。

除此之外,技术自身所具有的重复性特点,还表现在后续施工压实和表面平整等相关环节中,施工团队利用振动压路设备,针对建设区域进行压实操作,以此提高原材料填充的密实度和道路自身的承载能力。另外,施工团队还要根据设计方案,按照适当运行速度进行压实操作,保证路基结构的稳定性。在平整时,团队还要注意路基自身的平整度和建设质量,保证道路行驶的安全性与舒适性。

## 2 工程案例

### 2.1 工程背景

本次研究案例工程为某地区高速公路改扩建工程,该工程全长为 6km,预计设计为双向四车道一级高速公路,车辆时速为 80km/h,其中部分公路工程由于施工地区沿线存在大量花岗石山体开发原材料,因此结合施工区域自然环境特点进行方案优化。本次将使用填石路基施工技术,有效代替传统土石混填施工方法,不仅有效实现就地取材,还能够降低成本,满足路基基础承载力的施工要求。

### 2.2 施工准备

#### 2.2.1 材料特点试验

结合案例工程施工特点,以及建设区域的施工原材料在准备环节,需对所开挖的花岗岩原材料进行材料特点实验。以此明确填充原材料自身所具有的物理特点和力学性能,为后续压实、填充等相关环节提供参数和信息支持,材料实验结果如表 1 所示<sup>[3]</sup>。

#### 2.2.2 设备选型

由于案例地区施工范围较大,所选择的材料为花岗岩,因此在设备选择上需选择大吨位,强振动的压实设备,并且在设备运行规格、核心参数的选择和设定上,由于该项目所选择的填充原材料单体颗粒直径较大,因此要结合施工实际情况合理选择。设备参数如表 2 所示。

表 1 材料实验结果

试验项目	试验方法	试验结果	规范要求	是否合格
颗粒级配	筛分法	粒径>200mm 占比 35%; 60~200mm 占比 40%; 20~60mm 占比 15%; <20mm 占比 10%	级配连续,无显著离析	合格
含泥量	水洗法	2.3%	≤5%	合格
天然含水率	烘干法	6.8%	接近最佳含水率(7.0%)	合格
最佳含水率	重型击实试验	7.0%	-	-
最大干密度	重型击实试验	2.35g/cm <sup>3</sup>	-	-
洛杉矶磨耗率	洛杉矶磨耗试验	18.5%	≤30%(一级公路填石路基)	合格
抗压强度	单轴抗压试验	饱和抗压强度 65MPa	≥30MPa	合格

表 2 设备选型

设备类型	型号规格	核心参数	数量(台)	主要用途
装载机	徐工 LW500FV	额定载重量 5t,斗容 3.0m <sup>3</sup>	4	填料装载、摊铺平整
自卸汽车	重汽 HOWO 70 矿用	额定载重量 30t,车厢容积 20m <sup>3</sup>	12	填料运输(运距 0.8~1.5km)
推土机	山推 SD22	额定功率 162kW,推土板宽度 3.7m	2	填料初平、大粒径石料推平
平地机	徐工 GR180	刮刀长度 4.2m,最大作业宽度 6.0m	1	路基顶面精平(路床层)
压路机	徐工 XS365	工作质量 36t,激振力 680kN,振幅 2.0~2.5mm	2	主压实(下路堤、上路堤)
压路机	徐工 XS263J	工作质量 26t,激振力 420kN,振幅 1.5~2.0mm	1	辅助压实(路床层、边坡码砌)
冲击夯	本田 HR2160	冲击能量 20kJ	3	边角、桥台背等狭小区域压实

## 2.3 填石路基施工技术核心数据

### 2.3.1 分层填筑

根据案例地区施工特点,结合压路机震动力度以及填充原材料单体颗粒直径,道路在施工过程中,为保证施工效果,本次将选择分层填筑法,其中下路堤分层厚度应小于 60cm;上路堤分层厚度应小于 50cm;路床分层厚度应小于 30cm。在分层浇筑期间,每层填筑区域施工前,需在路基施工区域两侧进行位置标注并挂线,详细标注每层厚度的标准控制线。原材料分层浇筑后,需选择适合的摊铺方式,通常情况下,公路工程如果采用填石路基施工技术,摊铺方式则选择水平分层、纵向推进原则,要求原材料装载机与摊铺机相互配合,针对单体颗粒直径大于 500mm 的原材料进行现场破碎。摊铺时,应利用人工将大颗粒直径原材料均匀的摊铺在道路下层,小颗粒原材料填充缝隙,避免缝隙过大,导致路基不稳。分层填筑数据如表 3 所示。

### 2.3.2 分层压实

在分层填筑完成后,为保证施工效果,需进行分层压实。填石路基施工技术的压实操作主要采用初压、负压和终压三级工艺技术。不同的填筑结构层,所选择的设备、型号以及压实频率各不相同。因此结合案例地区施工特点,需选择沉降差监测法,确保压实度。分层压实数据如表 4 所示。

## 2.4 施工效果

该项目选择填石路基施工技术后,经过相关机构进行质量检测,道路的压实度合格率达到 100%其中上路低合格率,超过 94%路床合格率超过 96%。路基顶部结构面

平整率达到 100%,边坡合格率达到 100%。投入使用后,进行数据跟踪调查,发现路基在长时间经受交通压力后,沉降量小于 15mm,进一步满足一级公路路基对于稳定性、安全性等相关方面的要求<sup>[4]</sup>。

## 3 填石路基施工技术应用策略

### 3.1 地基处理技术

在填石路基施工技术环节中,地基处理环节是重要构成部分,尤其针对软土地基或复杂的施工地质条件时,地基处理技术的重要性更加明显,该环节的主要目的是提高公路工程的地基自身承载力和结构稳定性,保证路基结构能够长时间承担交通压力与车流量荷载。常见的地基处理方式主要包含换填法,合成材料法、排水固结法,以及预压法等。

换填法通常应用于地质条件较差的施工区域,该方法主要通过挖掘软土结构层,并向土质结构层填充高质量的材料,有效提高地基自身的基础承载力。合成材料法主要通过道路地基表面铺设土工布或者土工栅栏,有效提高地基自身的抗碱度、抗拉性以及结构稳定性,从根本上避免路基出现明显的下沉或移动等相关现象。排水固结法在应用在软土地基或者过于饱和的地基环境,其优势更显著,因为使用该方法时所搭配的排水管道以及沙井等相关设施,能够加速地基的排水速度,减少地基沉降出现概率,从根本上提高道路地基的基础稳定性。预压法主要应用于需要长时间关注沉降的施工区域,此种类型的道路施工环境相对复杂,并且土质结构十分松软,所以通常选择堆载法或真空预压法,加速道路地基的固结。

表 3 分层浇筑数据

桩号范围	分层编号	设计层厚 (cm)	实际摊铺厚度 (cm)	填料用量 (m <sup>3</sup> )	摊铺时间 (h)
K1852+000-K1852+100	下路堤 3 层	60	58	1440	4.5
K1852+100-K1852+200	下路堤 3 层	60	59	1460	4.2

表 4 分层压实数据

填筑层次	压实阶段	设备型号	行驶速度 (km/h)	激振力 (kN)	压实遍数 (遍)	控制指标 (沉降差)
下路堤	初压	徐工 SD22 推土机	2.0~2.5	-	2	表面平整,无明显推移
下路堤	复压	徐工 XS365 压路机	1.5~2.0	680	6~8	相邻 2 遍沉降差≤5mm
下路堤	终压	徐工 XS365 压路机	2.0~2.5	680	2	最终沉降差≤3mm
上路堤	初压	徐工 SD22 推土机	2.0~2.5	-	2	表面平整,无明显推移
上路堤	复压	徐工 XS365 压路机	1.5~2.0	680	5~7	相邻 2 遍沉降差≤4mm
上路堤	终压	徐工 XS263J 压路机	2.0~2.5	420	2	最终沉降差≤2mm
路床	初压	徐工 GR180 平地机	3.0~3.5	-	1	表面平整度≤5mm/3m
路床	复压	徐工 XS263J 压路机	1.5~2.0	420	4~6	相邻 2 遍沉降差≤3mm
路床	终压	徐工 XS263J 压路机	2.0~2.5	420	2	最终沉降差≤1mm

结合以上地基处理技术可知,不同的施工方法,所对应的施工环境和施工条件各不相同,所以在实际建设和施工期间,要结合具体地质条件和设计方案进行优化处理,保证道路路基的稳定系数和安全性?

### 3.2 排水技术

对于公路工程来说,良好的排水系统能够有效避免路基内部出现积水现象,防止路基结构由于水分不断侵蚀,导致软化和沉降,所以在公路工程施工期间,想要展现出填石路基施工技术的优势和特点,不仅要重视地基处理环节,还要关注排水技术的应用效果。现阶段排水技术主要包含路面排水、地下排水、截水沟等多种施工形式。其中路面排水主要通过设定科学合理的路面、横坡角度以及纵坡角度,使表面积水能够快速排出路面,尤其在降雨量较大或者雨季的特殊天气下,该技术能够避免路面水分长时间滞留。地下排水主要通过针对路基内部结构设置凹槽、渗沟以及管道,有效排出渗入到路基内部的水分,始终保持路基结构的干燥性和安全性。除此之外,截水沟还能够有效阻断路面表面的水流进入到路基内部,有效减轻路基的排水压力<sup>[5]</sup>。

以上排水技术,根据公路工程施工特点和标准要求科学调整与合理使用,能够延长路基的使用寿命,保障公路长时间承担交通压力。另外,为保证排水技术和应用系统能够长时间展现出应有的作用,在排水技术实际操作时,要严格按照预期设计方案要求,设计适合的排水设施和方法,并且在排水施工完成后,要针对该系统进行定期维护和检查,从根本上防止排水硬件设施出现损坏,导致排水效果无法达到标准要求。

### 3.3 边坡防护技术

针对山区或者地质过于复杂的道路施工区域,边坡防护技术的合理选择十分重要,高效率、高质量的边坡防护,能够有效提高公路工程施工的安全性。目前常见的边坡防护技术主要包含种植树木、建立挡土墙以及锚固技术等。树木种植所建立的护坡从本质上来看,是一种自然生态环

保型的边坡防护技术,该技术主要要针对边坡施工区域种植耐寒、根系相对发达的树木或植被,有效防止边坡出现水土流失现象,并且种植树木还能够美化自然环境,解决道路建设期间环境保护的施工问题<sup>[6]</sup>。挡土墙是目前常用的边坡防护结构,通常安装在边坡下部,主要起到道路支撑,防止边坡滑动或坍塌的建设作用,挡土墙在设计方案中需要根据边坡的高度、坡度,以及土壤结构体自身的属性进行参数计算,保证挡土墙应用效果。锚固技术则是通过在边坡内部设置锚杆或锚索,将边坡土体与稳定岩层连接在一起,从而增强边坡的整体稳定性,锚固技术适用于高陡边坡防护,可显著提高边坡的抗滑能力。

## 4 结束语

总之,高速公路进行路基工程建设期间,想要保证施工效果,则要全面把握路基拓宽和施工技术,有效提高建设质量。对此,相关团队要结合公路工程施工需求,选择填石路基施工技术,在实际工作中充分发挥技术的作用。

### [参考文献]

- [1]田俊.公路工程项目建设中填石路基施工技术应用研究[J].时代汽车,2025(13):187-189.
- [2]李佳根.公路工程施工中填石路基施工技术的应用探究[J].交通科技与管理,2025,6(7):38-40.
- [3]乔晓倩.公路工程施工中填石路基施工技术应用研究[J].运输经理世界,2024(30):13-15.
- [4]杜松标,阚超.公路工程施工中填石路基施工技术的要求及应用探究[J].工程建设与设计,2024(14):179-181.
- [5]李雪峰.公路工程施工中填石路基施工技术及应用实践分析[J].居业,2024(4):43-45.
- [6]苗国军.公路工程路基施工中挡土墙技术的应用分析[J].科技创新与生产力,2023,44(5):121-123.

作者简介:马忻仪(1991.4—),女,毕业院校:西南财经大学天府学院,所学专业:工程造价,当前就职单位新疆北新路桥集团股份有限公司,职务:投标专员,职称级别:给排水中级工程师。

## 建筑电气安装工程质量问题及预防措施研究

周益文<sup>1,2</sup>

1.河北冀科工程项目管理有限公司,河北 石家庄 050000

2.石家庄市健康建筑技术创新中心,河北 石家庄 050000

[摘要]开展建筑电气安装工程质量问题及预防措施研究,本篇文章从建筑电气安装现状进行讨论,以某项目为案例研究当前电气安装存在的问题,通过综合性分析,给出电气安装技术应用措施,解决当前施工存在的问题,以此保证建筑电气系统运行的稳定性与安全性。

[关键词]建筑电气系统;电气安装;安装质量研究分析

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18217

中图分类号: TU85

文献标识码: A

## Research on Quality Problems and Preventive Measures of Building Electrical Installation Engineering

ZHOU Yiwen<sup>1,2</sup>

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

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

**Abstract:** This article discusses the quality problems and preventive measures of building electrical installation engineering. Based on the current situation of building electrical installation, a case study of a certain project is conducted to investigate the existing problems in electrical installation. Through comprehensive analysis, measures for the application of electrical installation technology are proposed to solve the current construction problems and ensure the stability and safety of building electrical system operation.

**Keywords:** building electrical system; electrical installation; analysis of installation quality research

### 引言

城市化飞速发展推动了建筑行业的发展与进步,尤其是电气安装,朝着信息化与自动化的方向发展。建筑工程中电气系统安装是最为重要的工程内容,尤其是电气安装,包括电气设备、器材以及配电线缆等安装,此时应用多种技术,包括计算机技术以及现代机电技术等,提升了安装质量,并保证在要求工期范围内完成安装施工。

### 1 建筑电气安装工程质量现状

在开展建筑电气系统建设的过程中,电气安装技术的应用较为广泛。对电气安装进行研究与分析,可以看电气安装全过程较为复杂,且安装技术与资源存在综合性的特点。对电气安装现状进行研究与分析,安装工程程序与工序较为复杂,需消耗大量的时间资源,在进行业务处理的过程中,需认真对待各项安装细节与工程内容,保证安装的严谨性与细致性,而且从安装工程的实际情况来看,涉及范围较为广泛,其质量控制与验收监管存在一定难度,无法保证安装质量。

同时,在开展电气安装的过程中,存在安全隐患,受到诸多因素的影响,防控工作存在难度,因此需对安装全过程进行监测,这也是当前电气安装工程重点研究内容<sup>[1]</sup>。在对电气安装进行研究与分析的过程中,会受到诸多因素的干扰,导致对电气安装造成负面影响,造成施工质量问题以及机械故障问题等,安全事故频发。

从上述电气安装现状来看,整体施工综合性较强,存在安全风险、机械故障以及质量问题等,因此需对电气安装技术进行深入研究与分析,并进行升级处理,降低不良因素对安装质量、效率与安全性造成的不良影响。

### 2 建筑电气中电气安装问题

#### 2.1 工程概况

某建筑工程共设计7栋高层建筑,最高层数为26层,高度为79.00m,并配有1个配套用房,其高度为4.95m。在进行建设的过程中,设计1层地下结构,为居民提供停车服务,并将部分设备布置在地下结构之中,提升建筑服务质量,也提升了土地资源的有效利用率。同时为给居民

提供良好的服务,设计人员将公共架空休闲空间、通信接入机房、环网室、发电机房、预留充电桩变配电房、物业管理用房、公共配电间、住宅变配电房、社区工作用房、居民活动用房、生活垃圾收集点、公共厕所、商业服务网点、物业管理用房以及居家养老服务点等服务用房分散布置在各个高层建筑1层和2层,

## 2.2 存在问题分析

对某建设项目的电气安装技术进行研究与分析,发现技术应用与安装施工存在问题,对安装质量、效率与安全性造成不良影响。从本次工程项目施工来看,工程较为复杂,且工程量较多,整体工期较长,受到图纸设计、技术应用问题的影响,导致无法有效控制工程质量。同时,在开展安装的过程中,技术交底不彻底,施工人员并未按照电气安装技术要求开展施工,全过程缺乏规范性,且施工人员对于技术掌握不良、缺乏工作经验,也降低了安装质量,延长工期<sup>[2]</sup>。

## 3 建筑电气安装工程质量问题预防措施

### 3.1 构建 BIM 技术模型建立

为解决本工程存在的图纸与施工不规范的问题,本工程决定应用 BIM 技术,并建立 BIM 模型,为电气安装提供方向与思路,具体应用如下所示:

#### 3.1.1 BIM 技术模型构建思路

BIM 为建筑信息模型技术,此项技术应用较为广泛,将其落实到电气安装的全过程中,为图纸设计与安装方案提供指导,以此保证安装质量与安装效率。在 BIM 技术的支持下,可以将本次工程项目的基本信息输入到 BIM 系统之中,并建立 BIM 模型,展现建筑电气结构,尤其是电气设备的空间布局、具体位置,并为安装施工提供技术保障,保证施工质量与施工效率。

在开展电气安装的过程中,将技术参数与基本信息参数输入至 BIM 技术软件之中,以此为基础建立三维可视化模型,并提取电气暗转图层,对安装全过程进行模拟,确定安装节点与安全风险。此外,本次电气安装来说,存在设备与墙体结构交叉情况,因此设计人员在建立 BIM 模型的过程中,综合分析墙体结构信息,确定电气设备具体位置,可保证安装位置精准性,并保证安装图纸与技术方案的科学性与可行性。

#### 3.1.2 识别图层

在 BIM 技术的支持下,实现了图层识别的目的。此过程主要是利用 BIM 技术对施工图纸进行识别,并将其作为 BIM 模型搭建的基础,随后利用 ALCM 图层识别算法,以此获取更为精准的电气安装场景的图层信息,可保

证图层信息的精准性<sup>[3]</sup>。在 ALCM 图层识别算法的支持下,可检测图层信息,并匹配特征元素,完成图层识别,在此过程中,需计算特征元素匹配度 (Score),计算公式如下所示:

$$Score = \begin{cases} 0(\exists NC = false) \\ \frac{N(SC = True)+1}{N(SC)+1} (\neq \exists NC = false) \end{cases} \quad (1)$$

在公式 (1) 中, Score 表示特征元素匹配度;  $\exists$  表示逻辑符号“等同”; NC 表示必要条件; SC 表示充分条件; false 表示错误匹配;  $N(SC = True)$  表示满足匹配条件的图层特征元素数量;  $N(SC)$  表示充分条件匹配数量。利用公式 (1) 进行计算,对计算结果进行研究与分析,可明确各图层特征元素的具体情况,同时在得分结果的支持下,实现图层识别的目的,进而保证 BIM 模型的精准性。

#### 3.1.3 提取墙体结构数据参数

在提取墙体结构数据参数的过程中,利用离散点对电气安装情景图层进行划分,将其规范化分为不同的网格,此时需将离散点数据与墙体结构数据进行匹配。为保证网格划分的精准性,需计算网格宽与高度等数据参数,计算公式如下所示:

$$W = X_{\max} - X_{\min} \quad (2)$$

$$H = Y_{\max} - Y_{\min} \quad (3)$$

在公式 (2) 和公式 (3) 中, W 表示网格宽度;  $X_{\max}$  表示网格横向坐标最大值;  $X_{\min}$  表示网格横向坐标最小值; H 表示网格宽度高度;  $Y_{\max}$  表示网格纵向坐标最大值;  $Y_{\min}$  表示网格纵向坐标最小值。在确定网格宽度与高度之后,还需计算墙体结构轮廓图层的物理量,计算最终墙体结构数据,将其展现在 BIM 模型之中,确定电气安装场景,保证安装精准性,为后续安装提供指导,避免电气设备与墙体结构碰撞。

## 3.2 配电柜安装管理

在开展电气安装的过程中,配电柜安装公式其中最为重要的安装环节,需做好管控,以此保证安装质量与安装效率,避免发生安装事故。在进行配电柜安装的过程中,配电柜与基础型钢连接应用镀锌螺栓,此时保证螺栓连接的紧固性,质量管理人员在开展检测的过程中,需重点检测连接件的紧固性,并保证零件齐全。在进行安装的过程中,为保证安装全过程的安全性,需做好接地处理,保证安装安全性的同时,还可保证后期运行的安全性与稳定性,同时还需合理选择接地零线,材料质量,在安装之前,考

虑到其运行环境,需提前对线路等进行防腐处理,此时可应用镀锌处理方式,需保证镀锌的全面性,不得出现漏镀的问题。

对于本次工程来说,在进行安装的过程中,合理选择配电柜设备,保证综合性能,保证运行安全性、可靠性与稳定性,同时还需考虑后期维修与养护的便捷性。此外,在进行安装的过程中,对基础型钢的安装进行精细化控制,将安装误差控制在一定范围内,具体如表 1 所示<sup>[4]</sup>。在完成安装之后,需对安装质量进行验收,包括配电柜门锁、网门、柜门开关灵活度等,完成验收工作之后,对电缆管扣以及预留孔洞进行处理,保证整体结构的完整性与质量。

表 1 基础型钢安装运行偏差

指标	每米允许偏差 (mm)	全长允许偏差 (mm)
水平度	1	5
不直度	1	5
不平行度	/	5

### 3.3 电气设备线路安装管理

在进行电气安装的过程中,包括母线与配电线安装,此时为保证电气设备运行质量,保证电气系统运行的安全性与稳定性,管理人员需对施工全过程进行质量管理,尤其是安装细节,保证安装的精准性与可靠性。

在进行母线安装的过程中,管理人员需对母线进行严格检查,保证质量,此时需检查合格证以及基本参数(型号、尺寸以及加工工艺等)等,保证满足电气设备运行需求,保证质量满足施工要求之后可进场,进一步保障电气系统运行的安全性与稳定性<sup>[5]</sup>。在进行安装的过程中,为保证安装质量与安装规范性,需应用相应吊具,在安装吊架的过程中,对吊架与母排位置与状态进行控制,保证母排保持垂直状态,同时需对细节进行控制,尤其母线接地直径,其不得小于 4mm。此外,在开展安装的过程中,还需保障端头的密封性,为后续运行的安全性提供保障。

### 3.4 灯具插座安装管理

本次建筑工程为住宅项目,因此在进行电气安装的过程中,需做好灯具插座的安装。在系统安装之前,需明确开关、插座与灯具的具体位置,此时设计人员需考虑到后期应用,保证灯具插座的服务质量。在开展安装施工的过程中,需对安装误差进行严格控制,并控制盒框与开关盒之间的距离,保证整体安装质量与工程效率。在进行此项工程施工的过程中,也需积极利用 BIM 技术,明确建筑混凝土现浇板结构数据尺寸,进而确定安装的具体位置,需要注意的一点是,施工人员需做好防锈蚀处理,以此保

证运行质量。

### 3.5 强化材料与设备质量控制

对于安装来说,建筑工程的电气装置系统实施建设的关键环节是重视材料设备的严整性,其中所存在的较为典型的是由于导线电阻超过容许值、电缆的绝缘性较差以及配电箱的结构强度不达标等,造成系统的建设稳定性受到影响,同时也会成为安全隐患发生的诱发点。为此,要建立全过程材料管理系统。

**源头控制:** 优先选用具备国家认证资质的供应商,确保进场材料具备合格证及检测报告等相关证明资料,严防无证产品进场。例如对进场前电缆的抗压强度、导线截面尺寸进行抽检等。

**现场抽检:** 我们规范了检验程序,以材料的外观及性能为主,一旦出现钢管壁厚不足或者镀锌层脱落的情况,立即更换并记录厂商的信用情况。

**贮存规划:** 物资应当分类放置,储存于通风干燥区域,避免潮湿与机械性损坏。电线应当卷放置,不能扭曲变形。

通过上述这些环节处理,就可以有效减少由材料缺陷造成的问题,从而为后续建设工作提供良好的保障。

### 3.6 提升施工人员专业技能与规范操作

在电工装置安装任务中,工作人员的水平是其中一个较为重要的指标。从目前我国电工行业整体情况来看,出现人员不平衡现象是非常常见的,如:电工人员技术性强、理论掌握薄弱,此类情况的发生造成了输电干线安排失误等问题。调整目前现状,实现系统提升水平的方法如下。

**开展梯度培养:** 针对不同岗位的需求设定不同的教学内容,初级职员学习电缆弯曲半径规则,高级职员重点掌握并学习使用 BIM 先行排布技术,并且用真实的案例指导,如以“死管”为案例,传授管带的排布标准。

**实训仿真:** 在实训基地创造一定情景进行模拟训练,如线夹接线头焊接,操作技能训练;虚拟现实仿真高空作业体验,强化安全生产和应急处理能力。

**考核认证:** 实施持证上岗,定期对理论(如电气代码)及实践(如接地电阻测试)培训考核,未通过者重新制定课程。持续培训能减少员工素质的差异性,杜绝误操误动现象,使作业满足标准。

### 3.7 优化施工流程与现场管理

工艺流程管理优化是解决施工质量问题的有效途径。施工过程中往往因为一些无序工作流程需要返工处理,如路基工点线行与土建工程之间的碰撞问题。立足于优化流程,应着重关注如下几个方面:

确定审批对象——分为事前监管审批(前置审批)和

事后监督审批（后置审批）。

优化审批权属配置。

优化审批方法配置。

健全前置审批措施。

完善后置审批手段。

**BIM 技术的使用：**管线通过三维模型来预测管线的走向，找出碰撞点，从而避免后期的拆除修改，如超高建筑预设强弱电箱体位置，减少墙体上开孔。

标准化作业程序为撰写不同层级施工方案，明确需要开展的作业工作内容，譬如线路、接地接线等；采用“作业任务单”方式，在完成每一步时须经过验收人员签名确认。

**动态监控：**采用物联网传感器对施工现场的环境进行实时动态监测（如湿度、温度等），动态改变生产参数。建立问题反馈机制，如在施工现场发现问题后则停工返工整改。通过改进优化流程可以减小工作周期、节约成本，并提高项目的初期验收合格率。

#### 4 结语

综上所述，开展建筑电气安装工程质量问题及预防措施研究，在进行建筑工程项目建设的过程中，需强化电气

系统安装，保证安装质量与工程进度。在进行建筑电气系统安装的过程中，电气安装技术在其中发挥着重要的作用和价值，此时可积极应用 BIM 技术，确定技术参数与安装数据，随后以此为基础开展配电柜、电气设备线路以及灯具插座安装，以此保证安装质量与安装全过程的安全性。

#### [参考文献]

- [1]胡岳强.电气安装技术在建筑电气中的应用难点与优化措施[J].光源与照明,2024(11):198-200.
- [2]宁博.建筑电气施工中电气安装技术的应用分析[J].中国厨卫,2024,23(8):305-307.
- [3]赵子鹏.建筑电气中电气安装技术的应用分析[J].中国科技期刊数据库 工业 A,2024(6):181-184.
- [4]谢明,王栋.建筑电气施工中电气安装技术的运用[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(1):66-69.
- [5]龚成.建筑电气施工中电气安装技术要点研究[J].门窗,2024(1):211-213.

作者简介：周益文（1988.2—），男，郑州大学，电气工程及其自动化，河北冀科工程项目管理有限公司，部门经理，高级工程师。

## 智能化技术在建设工程管理中的应用前景研究

李月 谷俊义

陕西西咸新区泾河新城城市建设投资有限公司, 陕西 西安 713700

[摘要] 建筑工程规模持续扩大, 技术复杂性也不断增加, 在此情况下, 智能化技术在工程管理方面的应用变得日益重要起来。本文仔细分析了当前智能化技术在建设工程管理中的实际应用状况, 并且对智能化技术未来的整体发展趋势作出展望, 希望能够借助较为全面且细致的研究, 给建设工程管理智能化技术应用领域给予一定的理论支撑以及实践方面的指引。

[关键词] 智能化技术; 建设工程管理; 技术应用; 应用前景

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18242 中图分类号: TU714 文献标识码: A

### Research on the Application Prospects of Intelligent Technology in Construction Project Management

LI Yue, GU Junyi

Shaanxi Xixian New Area Jinghe New City Urban Construction Investment Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 713700, China

**Abstract:** With the continuous expansion of construction projects and the increasing complexity of technology, the application of intelligent technology in project management has become increasingly important. This article carefully analyzes the actual application status of intelligent technology in construction project management, and looks forward to the overall development trend of intelligent technology in the future. It is hoped that through comprehensive and detailed research, it can provide theoretical support and practical guidance for the application of intelligent technology in construction project management.

**Keywords:** intelligent technology; construction project management; technology application; application prospects

#### 引言

随着建筑行业规模持续扩大, 工程技术变得愈发复杂, 传统施工管理模式很难满足现代建筑项目对精细化、系统化、高效化管理的要求。近些年来, 智能化技术发展迅猛, 给建筑工程管理带来了新的解决思路, 借助信息化、数字化、自动化手段达成设计、施工、监理以及运维各环节的高效协同。建筑信息模型(BIM)、智能施工设备、施工机器人、物联网以及远程监控系统等技术的应用, 不但能提高工程进度控制、成本管理、质量监督以及安全防护的效率, 还能实现施工全过程数据的可视化、可追溯以及可分析, 进而优化决策与管理流程。与此同时, 智能化技术在推动绿色施工、节能减排以及可持续发展方面也凸显出明显优势, 为建筑行业现代化转型给予了有力支撑。不过, 智能化技术在实际应用当中依旧面临着技术集成、标准化、数据安全、人才培养以及技术接受度等诸多挑战, 这促使行业和学术界对其应用模式、发展策略以及未来前景展开深入研究。本文着重探讨智能化技术在建设工程管理中的应用现状、面临问题以及应对策略, 并且分析其未来的发

展趋势, 期望为建筑工程管理的智能化、信息化以及高效化给予理论参考与实践指导。

#### 1 智能化工程管理技术应用的必要性

智能化工程管理技术的应用十分必要, 其主要表现在提升工程管理效率、保证工程质量以及优化资源配置等方面。随着建筑工程规模逐渐扩大, 工程技术也变得越来越复杂, 传统的人工管理模式已经很难满足现代建筑项目对于精细化、系统化管理的需求。智能化技术借助数字化、信息化的手段, 把设计、施工、监测、运维等各个环节有机地整合到一起, 达成信息的实时共享以及高效传递, 如此一来便能有效地减少人为出现的疏漏以及管理方面的失误。同时智能化工程管理还能够针对施工进度、成本控制、安全风险以及质量监督等方面展开全方位的动态监控与分析, 以此提高决策的科学性与准确性。在环境保护以及节能减排方面, 智能化技术同样可以通过数据分析来优化施工方案以及能源使用情况, 进而降低资源的浪费, 提升项目的可持续发展水平。除此之外, 随着建筑行业对于工程管理标准化以及精细化要求的不断提升, 智能化技术

能够给企业带来竞争优势,增强管理的规范性以及透明度。因此,应用智能化工程管理技术既是提升工程项目管理水平的现实需求,也是推动建筑行业实现现代化发展的必然趋势。

## 2 智能化技术在建筑工程管理中的应用现状

### 2.1 建筑信息模型的应用

建筑信息模型于建筑工程管理方面的应用已然成为推动行业朝着数字化、智能化方向发展的重要核心技术之一。BIM 技术借助对建筑整个生命周期展开数字化建模的操作,把设计环节、施工环节以及运维环节等各个环节所涉及的信息都整合到同一个平台之上,进而使数据实现可视化呈现,能够开展分析并能够进行共享,由此给工程管理给予了强劲的技术支撑。在设计阶段, BIM 能够极为精准地将建筑构件所具有的几何信息还有性能参数都表达出来,如此便有利于开展碰撞检测相关工作、优化方案设计、进行成本估算等,能够一定程度上减少设计变更的出现,也能避免资源出现不必要的浪费。到了施工阶段, BIM 依靠施工模拟操作、制定进度计划以及对施工方案加以优化等一系列举措,实现了对施工过程较为细致的管理,进而促使施工效率得以提高,同时也一定程度上增强了施工质量的可控性<sup>[1]</sup>。而在运维阶段, BIM 会提供一个完整的设施信息数据库,这为后续的维护以及管理工作提供了比较可靠的依据。同时 BIM 所具备的可视化功能使得项目的各个参与方都能够较为直观地了解工程的实际进展情况以及潜在的各类风险情况,从而能够提升彼此之间的沟通效率,大幅提升协作水平。

### 2.2 智能化施工设备与机器人技术

智能化施工设备以及机器人技术在建筑工程管理方面的应用,正一点点地改变传统的施工方式,让施工效率以及施工质量都显著提高。智能化施工设备涵盖了像自动化起重机、混凝土泵送系统、无人驾驶施工机械等设备,这些设备可凭借传感器、GPS 定位系统还有自动控制系统达成精确的操作,有效降低人为操作带来的误差,进而提升施工的安全性以及精确度。还有各类建筑施工机器人,比如砌墙机器人、喷涂机器人以及钢筋加工机器人,借助程序化的操作能够完成具有高度重复性且需高精度的施工任务,既节省了相当多的人力成本,又切实有效地减少了施工过程中存在的高强度体力劳动,降低了安全风险。智能化施工设备与机器人技术的应用还能够达成对施工过程的实时监测以及数据采集,从而给项目管理者提供有关施工进度、质量状态以及设备运行状况的直观数据,以此来助力科学决策以及施工优化。这些技术在特殊环境或

者高难度施工条件之下所具有的优势特别明显,像是在高空作业、隧道施工以及复杂结构安装等场景当中,智能化设备和机器人能够确保施工的连续性以及安全性。

### 2.3 物联网与远程监控系统

物联网以及远程监控系统在建筑工程管理方面的应用,正逐步改变着传统的项目管理模式,使得施工现场的可视化程度以及智能化水平得以提升。借助于在施工现场布置各类传感器、RFID 标签、智能摄像头还有环境监测设备,物联网系统可实时收集施工进度、设备状态、材料使用、安全风险以及环境参数等各类数据,并且把所获取的信息上传至云端平台加以集中管理与分析。远程监控系统能够让项目管理人员借助电脑或者移动终端随时了解施工现场的状况,达到对施工进度、施工质量以及安全管理的实时监督与远程操控,进而大幅提升管理效率以及响应速度<sup>[2]</sup>。物联网与远程监控系统不但能够给予精准的数据支持,助力施工方案的优化以及资源调度,而且能在出现异常情况如设备故障、环境超标或者安全隐患时及时发出预警,由此降低事故风险以及施工成本。

## 3 智能化技术面临的挑战与应对策略

### 3.1 技术集成与标准化问题

智能化技术在建筑工程管理中的推广运用,面临着技术集成以及标准化层面的诸多难题。建筑工程涵盖设计、施工、监理、运维等诸多环节,而各个环节所采用的智能化技术与软件系统往往来源各异,这就存在着数据格式、接口协议以及功能模块的不兼容情况,进而致使各类系统难以达成无缝对接与信息共享,对智能化管理的整体成效造成限制。当下智能化技术在建筑行业的运用缺少统一的技术标准与规范,不同的企业与项目在系统选型、数据管理、设备接口以及施工流程等方面存在差别,极易引发管理混乱以及资源浪费的现象。部分智能化设备与软件的功能模块还未完全成熟,在系统集成过程中有可能出现数据延迟、信息丢失或者控制异常等状况,这无疑又增加了施工的风险。针对这些情况,应当积极去推动行业标准化建设工作,制定统一的数据格式、接口规范以及技术应用指南,以此来促使不同系统的兼容与互联。与此同时要强化系统集成能力,借助建立集中数据管理平台以及信息中枢,达成多系统、多设备的数据汇集与智能分析,进而提升智能化技术在建筑工程管理中的协同效率与可靠性。

### 3.2 数据安全与隐私保护

随着智能化技术在建筑工程管理中的深入应用,项目过程中产生和传输的大量数据及敏感信息面临着前所未有的安全与隐私风险。黑客攻击、数据泄露以及非法访问

等安全事件不仅可能导致企业产生直接经济损失,还会严重影响企业的声誉和管理效率,甚至对项目的正常运行造成干扰。因此,企业必须建立健全数据安全机制,通过数据加密、访问权限控制、网络防护以及实时监测等手段保障信息安全。同时,应严格遵守相关隐私保护法规,确保客户、员工及合作方的个人信息得到合法、妥善的处理<sup>[3]</sup>。为增强全员的数据安全意识和操作规范,还需定期开展信息安全培训与宣传教育,使员工充分理解数据保护的重要性,从而在智能化管理环境下有效防范风险,保障项目数据的安全性、完整性与可靠性。

### 3.3 人才培养与技术接受度

在建筑工程管理领域广泛运用智能化技术之时,人才培养以及技术接受度方面存在的问题已然变成迫切需要处理的关键难题。智能化技术涵盖 BIM 建模、物联网、大数据分析、施工机器人操作等多学科交织的知识内容,然而现有的建筑工程管理人员在信息化以及智能化技能方面普遍都存在欠缺,很难完整地掌握并高效地运用相关技术。如此一来,不但对智能化技术的推广运用形成了限制,而且还极有可能导致在施工进程中技术所具备的功能无法充分发挥,或者出现管理效率下滑的情况。同时,部分施工人员还有管理者对于新技术的接受程度相对较低,对于智能化系统的操作流程、生效机制以及风险防控措施都缺少相应的理解与信任,很容易滋生出抵触心理,进而对技术在实际工程项目当中的落实成效产生影响。此外,高水平的智能化人才储备量不足,专业培训体系还不完善,这就导致企业在实施智能化项目的时候可能会面临技术支持以及操作指导欠缺的困境。为了能够应对这些挑战,在企业以及行业层面应当建立起系统化的培训机制,借助理论学习与实践操作相互融合的方式,提升管理人员以及一线施工人员对于智能化技术的应用能力;与此同时还应当通过宣传智能化技术所具有的优势以及成功的案例,强化从业人员对于智能化技术的认知水平与信心,以此来提高技术的接受度。

### 4 智能化技术在建筑工程管理中的发展前景

智能化技术在建筑工程管理领域所呈现出的发展前景颇为广阔,其在未来可能在提升工程效率、优化管理模式以及推动行业现代化等诸多方面发挥出愈发重要的作用。伴随信息技术、人工智能、大数据以及物联网等各项技术的不断发展,建筑行业将会逐步达成从传统的人工管理模式朝着数字化、智能化管理模式的全面转变。在未来,建筑信息模型(BIM)、施工机器人、智能化施工设备还

有远程监控系统将会更为紧密地融合在一起,以此来实现工程在整个生命周期内的协同管理,使得设计环节、施工环节、监理环节以及运维环节当中的信息可以实现高度的互通,进而提升工程决策的科学性以及实时性。与此同时,智能化技术在施工质量控制、安全管理、成本优化以及进度监控等方面的应用程度将会进一步加深,借助数据分析以及预测模型能够提前对风险加以识别,进而优化施工方案,达成施工过程的精细化以及可视化管理<sup>[4]</sup>。除此之外,随着行业标准化体系逐渐趋于完善以及人才队伍的不断发展壮大,智能化技术的普及程度以及应用深度会持续提升,进而强化建筑企业的核心竞争力。从可持续发展的角度看,智能化技术还将会推动绿色施工以及节能减排的开展,促使建筑工程向着高效、环保、智慧化的态势发展。

### 5 结语

智能化技术于建筑工程管理方面的运用,可提高施工效率,优化资源配置,保证工程质量与安全,并且推动工程管理朝着数字化、精细化以及绿色化方向发展,虽然在技术集成、标准化、数据安全以及人才培养等方面存在一些挑战,不过随着信息技术、人工智能、大数据以及物联网等技术不断发展,这些问题有望得到妥善解决。未来,智能化技术将会在工程全生命周期管理、施工过程优化、风险控制以及可持续发展等方面发挥关键作用,为建筑行业的现代化与高效化管理提供有力支撑,也为企业在激烈市场竞争中提升核心竞争力创造条件。因此,积极推广智能化技术在建筑工程管理中的应用,不仅能够提高施工效率、保证工程质量,还能推动管理方式向数字化、智能化方向转变,从而提升整个建筑行业的现代化水平,成为行业发展的必然趋势和重要方向。

#### [参考文献]

- [1]郭保成.智能化技术在建设工程管理中的应用前景研究[C].重庆市大数据和人工智能产业协会:重庆建筑编辑部:重庆市建筑协会,2025.
- [2]刘议文.智能化技术在电力工程信息化建设中的应用研究[J].张江科技评论,2025(6):54-56.
- [3]卢华堂,丁鼎.智能化技术在电力工程信息化建设中的应用研究[J].自动化应用,2024,65(2):111-113.
- [4]罗凡.电力工程建设中的信息化与智能化技术应用研究[C].中国建筑金属结构:杂志社有限公司,2024.

作者简介:李月(1992.9—),毕业院校:西北工业大学,所学专业:工程管理,当前就职单位:陕西西咸新区泾河新城城市建设投资有限公司,职称级别:工程师。

## 谈 PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用

王晓荣

江西省化学工业设计院, 江西 南昌 330002

**[摘要]**可编程逻辑控制器(PLC)技术在工业自动化领域占据重要地位,于电气工程自动化控制方面有着不可或缺的作用。PLC 凭借其极高的可靠性、灵活性以及可编程性,让电气设备的控制变得更加精准且高效,大幅度提高了系统的运行效率与安全性。全面剖析了 PLC 技术的工作原理及其在各类电气工程场景里的应用情况,像开关控制系统、电气设备集中管理、机床设备自动化还有工业机器人控制等,并且深入探讨了 PLC 系统设计与实施所遵循的基本原则、硬件选型的方式、程序设计的具体方法以及运行维护的相关策略。与此结合现代工业的发展趋势,对 PLC 与工业物联网、智能制造以及人工智能技术相融合的应用前景予以展望,给电气工程自动化控制的发展给予参考与借鉴。

**[关键词]**自动化控制; 电气工程; PLC 技术

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18227 中图分类号: TP271 文献标识码: A

### Application of PLC Technology in Electrical Engineering Automation Control

WANG Xiaorong

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

**Abstract:** Programmable Logic Controller (PLC) technology occupies an important position in the field of industrial automation and plays an indispensable role in electrical engineering automation control. PLC, with its extremely high reliability, flexibility, and programmability, makes the control of electrical equipment more precise and efficient, greatly improving the operational efficiency and safety of the system. A comprehensive analysis was conducted on the working principle of PLC technology and its application in various electrical engineering scenarios, such as switch control systems, centralized management of electrical equipment, automation of machine tool equipment, and industrial robot control. In addition, the basic principles followed in the design and implementation of PLC systems, hardware selection methods, specific methods of program design, and relevant strategies for operation and maintenance were deeply explored. Combining with the development trend of modern industry, this article looks forward to the application prospects of the integration of PLC with industrial Internet of Things, intelligent manufacturing, and artificial intelligence technology, providing reference and inspiration for the development of electrical engineering automation control.

**Keywords:** automation control; electrical engineering; PLC technology

### 引言

随着工业化进程不断推进,电气工程在现代生产系统里已然占据极为重要的核心位置,其自动化水平的高低,对企业生产效率、能源利用率以及安全保障能力有着直接的影响。传统的电气控制系统因为自身结构比较复杂、调试起来存在较大难度且缺乏足够的灵活性,所以已经很难满足现代工业生产对于高效、安全以及智能化控制方面的需求了。PLC 技术应运而生,给电气工程自动化控制带来了全新的解决办法。本文通过对 PLC 技术原理及特点展开系统的分析,同时结合它在电气工程各类具体场景中的应用情况,深入探讨 PLC 系统的具体设计以及实施方

法,并且对其未来的发展趋势做出一定的展望,希望能够为自动化控制技术的发展给予相应的理论以及实践方面的有力支持。

### 1 PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用

#### 1.1 PLC 在开关控制系统中的应用

在电气工程领域当中,开关控制系统属于最为基础并且极为关键的一个环节,它的核心要务在于达成电能的可靠且有效的分配以及精准无误的控制,以此来保障各类设备都能够依照预先设定好的逻辑去安全且稳定地开展运行活动。传统的开关控制系统大多依靠机械继电器以及接触器等装置,这样的方式不但会占据相当大的空间,而且

在逻辑扩展方面存在一定的局限性,其调试以及维护所耗费的成本也相对偏高。PLC(可编程逻辑控制器)技术借助数字化控制的方式,把开关操作的逻辑以程序的形式予以实现,进而使得系统可以快速且精确地对输入信号做出响应,并且凭借逻辑运算来达成复杂的控制策略以及条件判断。在大型配电系统里面,PLC能够依据对电流、电压以及负荷状态所进行的实时监测情况,自动地去调节断路器的开合状态,如此一来便能够保证电力供应具备稳定性以及设备拥有安全性。与此PLC系统还能够记录下开关操作的历史状态,它支持远程监控、报警以及数据分析等功能,进而为运维人员给予详尽的参考信息,方便他们开展故障排查以及维护管理工作。凭借这种高度数字化、可编程并且十分灵活的控制方式,开关控制系统不但达成了较高的可靠性以及较高的效率,而且还为后续智能化以及自动化系统的升级奠定了稳固的基础,使得整个电气工程系统的运行管理水平以及安全保障能力都得到了颇为显著的提升。

### 1.2 PLC在电气设备集中管理系统中的应用

在当下现代工业生产的环境当中,电气设备的种类是相当繁杂的,其数量更是极为可观。要是采取分散的方式来对这些设备加以管理,那么效率肯定是极其低下的,并且还特别容易滋生出安全隐患。PLC技术在电气设备集中管理系统里得以应用之后,凭借着统一的控制平台,能够把各类设备的运行状态给实时地采集起来,然后对其进行细致的分析以及妥善的处理,进而达成集中监控以及有效管理的目的。PLC自身具备这样的能力,那就是能够接收由传感器、仪表以及其他控制单元所发出的各类信号,而后依据预先设定好的程序逻辑来展开实时的调节与控制工作,如此一来便能够确保整个设备群能够协同一致地运行起来。比如说,在那些大型的厂房或者生产车间里面,PLC完全有能力同时去控制动力设备、输送系统、照明设施以及环境调节设施等。集中管理这种方式,一方面降低了人力成本的支出,另一方面也使得系统的响应速度以及控制精度都得到了提高。当出现异常情况的时候,PLC能够立马去执行预先设定好的保护策略,自动地切断电源或者是切换到备用设备上,以此来防止设备遭受损坏以及避免生产事故的发生。

### 1.3 PLC在机床设备自动化控制中的应用

机床设备于现代制造业而言极为重要,其加工精度、稳定性以及生产效率会对产品质量以及企业竞争力产生直接影响。传统机床往往采用手动操作或者继电器控制的方式,存在操作较为繁琐、响应速度较慢且容易出错等问

题。PLC技术在机床自动化控制方面的应用,凭借程序逻辑达成对电机、液压系统、刀具以及送料装置的精准控制,让机床可依照设定工艺实现自动运行。在实际运用当中,PLC能实时采集位置传感器、速度传感器以及负载信息,结合预设的加工程序展开闭环控制,以此确保加工精度与工件一致性。并且,PLC能够实现多台机床的联网控制,进而形成自动化生产线,使得生产流程更为连贯、高效且安全。借助PLC的模块化以及灵活编程特性,机床控制系统能够迅速适应不同的加工任务与工艺要求,由此大幅提升生产效率与设备利用率,同时降低操作风险以及维护成本。

### 1.4 PLC在工业机器人控制中的应用

工业机器人于现代制造系统当中有着广泛的应用,其操作较为复杂,动作执行迅速,对于精度的要求颇高。传统的机器人控制往往依靠专用控制器来完成,如此一来,编程过程会变得复杂起来,而且扩展性方面存在欠缺。PLC技术在工业机器人控制当中的运用,借助标准化的接口以及程序逻辑,达成对机器人运动情况、抓取操作以及作业流程的集中式控制。PLC可以实时地接收到来自机器人关节传感器、视觉系统还有环境检测装置所发出的信号,并且依据预设的逻辑去计算出精确无误的控制指令,以此来实现对机器人位置、速度以及力矩的精准控制。在生产线的运行过程中,PLC不但能够对多台机器人协同开展工作的状态加以协调,而且还能够与输送带、装配设备以及检测系统形成联动,进而实现全自动化的生产以及装配作业。与此PLC所具备的可编程特性,能够让作业流程得以快速地进行调整,从而应对不同产品在生产方面的需求,提升生产的灵活性。通过引入PLC控制这一方式,工业机器人系统在提高操作精度以及效率之余,还达成了安全监控以及故障诊断的相关功能,进而为智能制造给予了可靠的技术方面的保障。

## 2 PLC系统设计与实施

### 2.1 控制系统设计原则

PLC控制系统在设计之时,应当遵循可靠性、灵活性以及可扩展性方面的原则。一开始,系统的整个设计务必要保证其运行状态的稳定性与安全性,要确保无论处于何种工况之下,设备都能够实现可靠地开展工作的。接着,该系统得具备较为灵活的逻辑控制方面的能力,能够依据生产工艺的具体情况以及管理方面的实际需求来对程序做出相应的调整,并且不用对硬件实施大幅度的修改操作。除此之外,在设计环节还需要充分考虑到未来的扩展性这一因素,让系统在增添设备或者功能模

块的时候可以达成平滑的升级效果。合理的控制系统设计还涵盖了对电气布线予以优化处理、保障信号传输的安全无虞以及制定冗余策略等内容,通过这些举措来降低设备出现故障的比率以及在运行过程中所面临的风险。在实际的工程项目当中,控制系统的设计往往需要综合现场环境的实际条件、设备所具有的特性以及生产方面的具体需求等方面的情况,展开全面且细致的评估工作以及模拟测试,以此来确保设计方案具备可行性并且可靠性十足。

## 2.2 PLC 硬件选型与配置

PLC 硬件选型与配置属于系统设计当中的关键环节。依据控制对象所呈现出的复杂程度以及规模状况,得去挑选与之相适配的 PLC 型号,要考量处理器的性能状况,还得确定输入输出通道的具体数量,并且要选定通信接口的类型。对于小型单机控制系统而言,可选用模块化的小型 PLC;然而要是碰到复杂生产线或者多设备集中管理这样的系统,那就得选用高性能 PLC,而且往往还需要配备扩展模块。与此输入输出模块的类型务必要按照控制对象的信号特性来予以配置,像数字量、模拟量还有高速脉冲输入输出模块等等这些都考虑进去。电源模块的稳定性怎么样、抗干扰的能力如何,以及通信模块的兼容性状况如何,这些都是硬件选型过程中极为重要的衡量指标。合理的硬件配置能够确保系统可以稳定地运行下去,还能给系统的后续升级以及维护工作带来诸多便利条件。

## 2.3 PLC 程序设计方法

PLC 程序设计属于系统达成自动化控制的关键环节,其状况会直接影响到系统的可靠性以及运行效率。就常用程序设计方法来讲,有梯形图(也就是 Ladder Diagram)、功能块(即 Function Block)还有结构化文本(也就是 Structured Text)等等。梯形图有着直观且易于理解的特点,对于传统继电器逻辑的转换而言是适用的;功能块这种方法可以模块化地去实现复杂的控制逻辑,方便程序的重复利用以及后续维护工作;而结构化文本比较适合用来处理复杂算法以及相关数据操作事宜,与高级控制系统较为契合<sup>[1]</sup>。在开展程序设计工作的整个过程当中,务必要严格依照逻辑要清晰、结构需合理以及冗余设计要足够充分这样的原则来行事,以此确保程序可以在多种多样的工况情形之下都能够稳定地运行起来,并且还要便于后续的调试操作以及升级事宜。除此之外,程序设计的时候还应当把故障处理以及异常状态管理这些方面都考虑进去,进而促使系统具备自诊断功能以及

安全保护方面的功效。

## 2.4 系统调试与运行维护

系统调试以及运行维护在 PLC 的应用进程里属于必不可少的环节。就调试阶段而言,其中应当涵盖程序功能方面的验证工作、针对输入输出信号所开展的测试事宜、有关逻辑联动的测试内容还有系统安全层面的测试项目等等,务必要保证各个模块在运行之时能够契合设计方面的要求。而在运行维护这个过程当中,得要对 PLC 系统实施定期的检查操作、做好程序的备份事宜、对硬件的状态予以监测以及展开故障的排查工作,从而能够及时地将潜在的问题给发现出来并且加以妥善解决<sup>[2]</sup>。除此之外,还应当着手建立起系统运行的相关记录以及维护方面的档案资料,如此一来便于开展长期性的性能分析以及后续优化举措。凭借科学合理的调试与维护管理手段,能够促使 PLC 系统的寿命得以延长,让设备的利用率获得提升,与此同时还能使生产方面的风险以及运行的成本都相应降低下来,进而确保自动化控制这一系统能够实现长期且稳定可靠的运行状态。

## 3 PLC 技术发展趋势与展望

随着工业 4.0 以及智能制造快速向前发展,PLC 技术呈现出朝着高性能化、智能化还有网络化方向发展的态势。高性能 PLC 拥有更快的处理速度以及更强的数据处理能力,能够对复杂算法予以支持,同时也可助力多设备协同控制<sup>[3]</sup>。PLC 和工业物联网(IIoT)相结合之后,设备便能够借助网络来实时地交换数据,进而达成远程监控以及管理的目的,由此促使生产的柔性以及响应能力得以提升。与此 PLC 与人工智能技术相互融合这一情况,正有力地推动着智能化生产系统不断发展。PLC 能够与机器学习算法相结合,以此来对控制策略加以优化,进而实现预测性维护、故障自诊断以及生产效率的提升。在未来,PLC 不但是自动化控制领域当中极为关键的核心工具,而且还会成为智能制造、数字化工厂以及绿色能源管理方面不可或缺的重要支撑技术,从而为电气工程自动化控制的创新以及发展筑牢坚实的基础。

## 4 结语

PLC 技术属于电气工程自动化控制当中的核心手段范畴,它有着较高的可靠性、很强的灵活性以及不错的可编程性,所以该技术在诸如开关控制方面、电气设备集中管理领域、机床自动化相关领域以及工业机器人控制等诸多领域均得到了颇为广泛的运用。经过科学合理的系统设计以及妥善的实施操作,PLC 能够在很大程度上提高控制系统的运行效率,同时还能增强系统的安全性并提升其

可维护性。伴随智能制造以及工业物联网不断发展向前, PLC 技术会持续不断地进行进化, 与人工智能以及数字化技术相互融合且深度融合, 进而达成更为高效、更智能且更安全的电气工程自动化控制效果, 从而为现代工业生产给予强有力的保障。

#### [参考文献]

[1]陈显灵.PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用[J].

中国设备工程,2025(9):223-225.

[2]林海涛.PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用研究[J].电气技术与经济,2024(5):301-303.

[3]于建勇.PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用[J].大众标准化,2023(22):159-161.

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

## 筑路养路机械智能化改造与道路养护效率提升研究

郭涛

山西省交通新技术发展有限公司, 山西 太原 030012

[摘要]文中全面且细致地探讨了在筑路养路机械领域推行智能化改造的实际必要性,其主要目的是克服传统作业模式所存在的技术方面的诸多局限。文中还对构成智能化改造核心部分的技术体系展开了详尽分析,这里所说的技术体系包含有状态感知与数据采集方面的相关技术、物联网通信技术以及大数据智能决策技术等诸多关键构成要素。文章重点阐述了智能化改造借助驱动作业过程朝着精准自动化的方向发展、推动养护模式从被动修复转变为更加积极主动的预防模式、达成资源与施工之间的协同优化效果,以及构建起能够为全生命周期管理提供决策支持的系统等一系列不同途径,从而对提升道路养护效率起到了内在作用原理。

[关键词]筑路养路机械;智能化改造;道路养护效率;主动预防

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18215

中图分类号: U491

文献标识码: A

### Research on Intelligent Transformation of Road Construction and Maintenance Machinery and Improvement of Road Maintenance Efficiency

GUO Tao

Shanxi Provincial Transportation New Technology Development Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030012, China

**Abstract:** This article comprehensively and meticulously explores the practical necessity of promoting intelligent transformation in the field of road construction and maintenance machinery, with the main purpose of overcoming the many technical limitations of traditional operation modes. The article also provides a detailed analysis of the technical system that constitutes the core part of intelligent transformation, which includes various key components such as state perception and data collection technologies, Internet of Things communication technology, and big data intelligent decision-making technology. The article focuses on the development of intelligent transformation towards precise automation through driving the operation process, promoting the transformation of maintenance mode from passive repair to a more proactive prevention mode, achieving collaborative optimization effects between resources and construction, and building a system that can provide decision support for the entire life cycle management. These various approaches play an inherent role in improving road maintenance efficiency.

**Keywords:** road construction and maintenance machinery; intelligent transformation; road maintenance efficiency; proactive prevention

#### 引言

为提高段管理部门对工务机械段大型养路机械维修保养、定检、年检过程数据及时掌控和精准定位,帮助检修人员借助智能手机终端能够随时、随处及时获取大型养路机械维修部件的检修规则和标准,使维修作业人员在现场都能按规则维修作业,以提高大型养路机械维修的质量和进度。对于筑路养路机械智能化改造而言,对其内涵予以深入探究,对其技术构成加以细致剖析,对其提升养护效率的机理给予详尽阐述,以及对其推进进程当中所面临诸多挑战展开全面审视,这些无疑都具备颇为重要的理论

价值,并且还存在着不容忽视的现实紧迫性。

#### 1 筑路养路机械发展现状与智能化改造必要性

##### 1.1 传统筑路养路机械的技术局限性与面临的挑战

传统筑路养路机械以往的发展重点在于提升单一环节的机械动力以及基本功能,其操作很大程度上依靠人员个人技能和现场经验,使得作业质量的稳定性难以得到保障。面对复杂的路面损害以及不断演进的材料工艺,传统机械缺少实时感知状态并动态调整参数的自适应能力,在沥青路面就地热再生或者精密铣刨等作业当中,控制精度常常无法达到高标准。养护过程中产生的大量设备运行、

材料消耗以及环境数据大多处于未得到有效利用的状态,形成了信息孤岛。随着劳动力成本的上升以及熟练工人短缺问题的凸显,对人力的高度依赖进一步加剧了成本压力以及作业的不确定性,同时还伴随着明显的安全风险。这些技术局限以及外部挑战共同构成了推动行业变革的刚性需求。

## 1.2 智能化改造的内涵、发展趋势与战略意义

筑路养路机械智能化改造的核心要义在于借助先进传感、物联网、大数据、人工智能以及自动控制技术的深度融合,给机械设备赋予环境感知、实时分析、自主决策以及精准执行的能力,达成从单机智能到机群协同、从被动响应到主动干预的根本性转变。这一发展趋向正向着装备高度信息化、施工过程数字化以及养护决策科学化的方向推进<sup>[1]</sup>。从战略层面来考量,推动智能化改造对于提升行业整体效能有着多方面的意义,其可直接提高作业效率与质量,降低全生命周期成本,还是保障大规模路网长期性能安全、实现资源优化配置以及节能减排的重要支撑,并且能为培育高端装备制造新动能创造契机。所以,主动开展智能化改造已然成为行业面对未来可持续发展的必然抉择。

## 2 筑路养路机械智能化改造的核心技术体系

### 2.1 状态感知与数据采集技术

高精度且可靠的状态感知以及数据采集技术属于智能化体系中的神经末梢部分,其构成了所有上层智能应用在物理层面的基础。该技术所涉及的范畴包含了针对机械设备自身健康状态的监测,举例来讲,能够借助振动、油液还有温度压力传感器来实时获取发动机以及液压系统的关键参数,进而达成故障预警的目的。与此它还涵盖了对道路状况的全方位感知,综合运用激光雷达、视觉传感器、多频谱成像等多种技术,以此实现对路面平整度、裂缝分布情况、车辙深度等各项指标的非接触式且快速的检测操作。环境参数与地理信息的同步采集同样能为决策给予上下文方面的参考。这些来自不同源头且具有不同结构的数据能够实时且可靠地获取到,它们共同构成了用来描绘机械道路环境动态场景数字孪生体的数据来源。

### 2.2 物联网与机群协同通信技术

在完成前端数据采集之后,要达成数据在设备内部、设备彼此之间以及和云端之间的高速且稳定的传输,这就得依靠物联网以及机群协同通信方面的技术了。通过在各类机械装备上面去部署智能终端还有通信模块,并且借助5G或者专用无线网络等相关技术,便能够构建起一个能够覆盖整个施工现场的较为可靠的通信网络。而这个网络

能够让单台智能机械实时地上传数据并且接收指令,同时也为实现多台机械协同作业打下了相应的基础。比如,沥青摊铺机、压路机以及运输车能够组合成移动自组织网络,它们能够实时地共享位置、速度还有材料温度等方面的数据,凭借协同算法来自动地调整作业的节奏,以此来保证施工的连续性以及质量的均匀性,从而减少在传统模式下因为沟通不够顺畅而造成的效率方面的损失。

### 2.3 大数据分析 with 智能决策技术

要想让汇聚起来的海量且多维度的数据所蕴含的价值得以充分释放,那就得依靠大数据分析以及智能决策技术了。在这一技术层面,其主要的任务是要对那些原始数据展开一系列的操作,包括数据的清洗工作、数据的融合处理,还有对数据进行较为细致的挖掘分析,从而从中提取出能够表征设备健康状况不断劣化的规律、路面性能逐渐衰变的趋势等相关联的有效特征以及知识模型。借助像机器学习这类的人工智能算法,是能够去建立起路面损害的自动识别模型的,同时还能对路面性能的发展走向做出预测,并且能够对针对特定状况所制定的经济高效的养护方案予以优化。这些智能决策模型是可以被封装起来并部署到云端或者是边缘设备之上的,进而形成能够支撑养护管理工作的智慧大脑,不断地输出有关优化作业计划、预警可能出现的故障、评估相关效果以及配置资源等方面的智能建议,最终这些智能建议会作用于物理作业的执行环节,形成一个完整的闭环。

## 3 智能化改造对道路养护效率的提升机理

### 3.1 作业过程的精准化与自动化

智能化改造借助把高精度感知以及智能控制算法融入执行机构的方式,达成了对关键作业参数的闭环实时控制,进而促使作业过程朝着精准化与自动化方向发展。就像装备有智能控制系统的沥青摊铺机,它可自动调节熨平板参数来应对路基干扰,以此保证摊铺厚度与平整度契合设计要求,降低返工和浪费情况的发生。智能压路机会依据实时压实度数据动态地调整碾压参数,在防止出现过压状况之余还能确保质量的均匀性。作业自动化水平得以提高,在夜间或者恶劣环境之下,能够延长有效作业时间,并且自动化所带来的作业一致性也大幅度提升了工程质量的可靠性。

### 3.2 养护模式的变革:从被动修复到主动预防

传统道路养护按照损坏发现后再去修复这样的被动逻辑来开展,如此一来,其养护时机往往会出现滞后的状况,并且成本也会变得颇为高昂。而智能化改造所产生的全时全域路况感知以及预测方面的能力,正在促使养护模

式朝着监测预警干预这种主动预防的方式发生转变。借助固定或者移动的传感网络,路网的健康状况能够得到持续不断的监控,其中早期出现的病害也能够被及时地识别出来。把历史数据和衰变模型综合起来,大数据平台便可以预测出路面性能的发展趋势,还能科学地去评估不同预防性养护措施在长期当中所能产生的效益。进而当路面仅仅是出现功能性衰减的早期阶段,便能够以相对较小的代价来实施精准的干预举措,以此有效地延缓大修期的到来,最终使得全生命周期的总成本得以降低。这样的模式变革,已经把养护工作从单纯的应急抢险转变成了具有可预测性的资产管理相关活动。

### 3.3 资源调配与施工组织的协同优化

智能化改造所构建起的全要素数字化映射以及实时信息交互的能力,给资源的高效调配以及施工动态协同带来了相应的工具。管理者能够凭借集成平台实时知晓所有机械的位置、状态还有进度情况,同时还能对材料库存以及运输动态加以监控,并且结合环境信息达成对人机料资源的精准预测与调度<sup>[2]</sup>。当设备因为出现故障而处于闲置状态的时候,系统可以迅速分派新的任务;当施工进度滞后之时,能够及时从临近的点调配资源给予增援。这样一种基于全局实时信息展开的敏捷调度方式,最大程度地消减了设备等待、材料脱节等一系列效率方面的损失,使得整个施工现场仿佛成为一个有机的整体一样协同开展运作,施工组织也得以从原本静态的经验安排转变成由动态数据驱动优化流程。

### 3.4 全生命周期管理与决策支持

超越单次作业范畴,智能化改造借助对规划设计建设养护运营全过程数据链加以贯通,进而为达成道路资产全生命周期精益管理筑牢根基。持续检测所获取的数据能够形成资产独一无二的数字健康档案,此档案服务于日常养护工作,并且还能对中长期大修规划以及资金预算给予客观且量化的依据。决策者能够凭借全生命周期成本分析模型,去比较不同策略在长时间内针对资产残值以及社会成本所产生的总体影响,由此作出更为科学且经济的抉择。这种从全生命周期角度出发的管理模式,保证了有限的养护资金能够获得最大的长期回报,这正是智能化改造提高养护效率于战略层面的高度体现。

## 4 推进智能化改造面临的挑战与对策

### 4.1 技术集成与系统可靠性挑战

虽说单项技术已经较为成熟,然而要将多种技术有机地集成到工况极为恶劣的工程机械当中,并且保证它能够长期稳定地运行,这无疑是一个相当复杂的难题。不同的

供应商所提供的软硬件之间往往存在着兼容性方面的问题,而系统集成度不够高的情况很可能会导致故障点有所增加。应对之策主要在于积极鼓励产学研展开合作,共同致力于研发具有高可靠性的、一体化的专用硬件以及开放式的软件平台,同时加大对在恶劣工况之下系统耐久性方面的测试力度,借助模块化设计来提高系统的可维护性,并且建立起完善的故障诊断以及远程维护相关体系。

### 4.2 初期投入成本与经济性分析

智能化改造涉及增加数量可观的传感、计算以及通信模块方面的投入,这对于众多养护单位而言,无疑会形成一定的财务方面的压力<sup>[3]</sup>。不过,得从整个生命周期的总成本这个角度来展开相应的评估工作。政府部门还有行业机构需要积极开展深入的研究,并且发布有关智能化养护投入产出的具体案例,要将它在提升效率、节约能耗以及延长设备和道路寿命等方面所具有的长期综合效益予以量化,以此助力建立起正确的成本效益观念。去探索像设备租赁、服务付费这类创新模式,同样可以在一定程度上降低前期的资金门槛。

### 4.3 行业标准体系与数据互联互通

当下,在筑路养路机械智能化这个领域当中,缺少统一的数据格式、通信协议、接口规范以及性能评价标准,这就使得不同品牌、不同型号的设备之间很难达成数据共享以及协同作业,进而形成了一种新的“数据壁垒”。要加快构建起涵盖数据采集、传输、处理、应用各个环节的行业标准体系,这是推动该产业实现规模化发展极为关键的前提条件。相关的标准化组织需要联合龙头企业以及科研院所一道加快对关键标准的制定工作,并且做好推广事宜,重点先去解决感知数据格式、设备间的通信、数据安全等方面的基础共性问题,同时鼓励开展开放接口以及开源生态的建设工作,从而为不同来源的设备与系统可以“讲同一种语言”、实现互联互通与互操作扫除各种障碍。

### 4.4 专业技术人才培养与组织变革

智能化养护系统要想实现有效运营维护,其数据价值要得到充分挖掘,这就需要有那种既了解机械、道路工程,又对信息技术、数据分析很熟悉的复合型专业技术人才。然而当下行业在这样的人才储备方面存在很大缺口,这促使高等院校去调整相关专业的课程设置,强化跨学科人才培养<sup>[4]</sup>。企业也要加大对现有技术人员的转型培训投入,还可与职业院校展开合作,开展定向人才培养工作。与此养护单位的管理组织架构以及业务流程也都得做出相应改变,以适应数据驱动决策这种新模式,比如设立数据管

理中心,优化跨部门协作流程,培育数据驱动的管理文化,以此来保证技术投资可切实转化成组织能力以及运营效益的实际提升。

### 5 结束语

筑路养路机械开展智能化改造,这无疑是对传统模式所处瓶颈的一次有力应对,更是引领整个行业朝着高质量发展方向迈进的深刻变革举措。在本研究当中,本文对智能化改造的技术体系构成展开了较为系统的梳理工作,同时将其内在逻辑也给揭示了出来。具体而言,智能化能够赋予作业更为精准的状态,促使驱动模式从被动转向主动预防,达成资源协同方面的优化效果,并且还能对全生命周期管理起到支撑作用,进而从多个维度全面提升养护工作的效率。不过,要迈向全面智能化的状态,那么就还得去克服诸如技术集成方面的问题、成本所带来的压力、标准存在的缺失情况以及人才出现的短缺等一系列挑战。展望未来的发展态势,就需要产业界、学术界以及政府部门共同携手发力,持续不断地攻克技术层面的瓶颈问题,加

速构建起开放的产业生态以及相应的标准体系,并且要着重关注人才培养以及组织创新等方面的工作。只有这样去做,才能够充分地发挥出智能化改造所蕴含的潜能,推动我国的道路养护事业迈向一个更加安全、高效、经济并且可持续发展的全新阶段。

### [参考文献]

- [1]万铁军.大型养路机械司机技能大师工作室[J].铁道工务,2025,3(2):97-100.
- [2]汪雄.应急抢险中公路养护机械设备的调度与安全标准化管理[J].大众标准化,2025(19):101-103.
- [3]温景玺.大型养路机械车轮多边形故障的声学检测研究[J].铁道工务,2025,3(5):76-80.
- [4]张发荣.基于EN15085标准的大型养路机械焊接工艺智能化系统开发[J].科技视界,2021(17):87-89.

作者简介:郭涛(1988.9—),毕业院校:太原科技大学,所学专业:机械设计制造及自动化,当前就职单位:山西省交通新技术发展有限公司,职称级别:副高级工程师。

## 油气田开发过程中的安全风险识别与防控对策

白涛

中国石油新疆油田分公司百口泉采油厂, 新疆 克拉玛依 834000

[摘要]随着全球能源需求持续增长, 油气资源开发所面临的安全生产形势愈发严峻, 其安全挑战也日益变得复杂起来。油气田开发包含了钻井、采油、集输以及储运等诸多环节, 在每一个环节当中都存在着一定的潜在安全风险。文章全面且细致地分析了油气田地质方面的情况、设备设施相关状况以及自然环境等主要的风险类型, 提出了把定性分析、定量分析以及信息化手段综合起来运用的风险识别办法, 还构建起了一套系统化的防控策略体系, 该体系涵盖了安全管理体系的建设工作、隐患排查以及动态监测方面的内容、针对高风险作业的管控措施以及员工安全素质与安全文化的提升举措。研究得出, 科学合理且完备的风险识别与防控体系能够在很大程度上有效地降低事故发生的频率, 与此同时还能提高油气田的运营工作效率, 增加其经济效益。

[关键词]油气田开发; 安全风险识别; 风险防控体系

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18238

中图分类号: F27

文献标识码: A

## Safety Risk Identification and Prevention Measures in the Process of Oil And Gas Field Development

BAI Tao

Baikouquan Oil Production Plant of PetroChina Xinjiang Oilfield Company, Karamay, Xinjiang, 834000, China

**Abstract:** With the continuous growth of global energy demand, the safety production situation faced by oil and gas resource development is becoming increasingly severe, and its safety challenges are becoming increasingly complex. The development of oil and gas fields involves many links such as drilling, oil extraction, gathering and transportation, and storage and transportation, each of which has certain potential safety risks. The article comprehensively and meticulously analyzes the geological conditions of oil and gas fields, equipment and facility related conditions, as well as the main types of risks in the natural environment. It proposes a risk identification method that integrates qualitative analysis, quantitative analysis, and information technology. It also constructs a systematic prevention and control strategy system, which covers the construction of a safety management system, hidden danger investigation, dynamic monitoring, control measures for high-risk operations, and measures to improve employee safety quality and safety culture. Research has shown that a scientifically sound and comprehensive risk identification and prevention system can effectively reduce the frequency of accidents, while also improving the operational efficiency of oil and gas fields and increasing their economic benefits.

**Keywords:** oil and gas field development; safety risk identification; risk prevention and control system

### 引言

油气田开发属于能源生产其中的一个重要环节, 其技术层面较为复杂, 所需投资额度颇为可观, 而且安全方面所存在的风险也颇高。伴随深层以及复杂地质油气田的不断开发, 其生产环境呈现出高风险、多变以及系统性的诸多特征。只要发生事故, 往往会致使人员出现严重伤亡情况, 设备遭到损坏, 同时还会引发环境污染问题。近些年来, 国内外油气田安全事故频频发生, 这无疑凸显出科学开展风险管理工作的必要性。本文通过对油气田开发的关

键环节加以梳理, 对潜在的风险类型及其成因展开分析, 再结合定性、定量以及智能化等多种方法来开展风险识别工作, 并且还提出了系统化的防控策略体系, 希望能够为油气田安全生产管理给予具备可操作性的理论方面的指导以及实践方面的方案。

### 1 油气田开发过程中的安全风险分析

#### 1.1 油气田开发的主要环节与工艺特征

油气田开发乃是个多环节且工序繁杂的系统工程, 其中包含钻井、完井、采油、集输还有储运等诸多关键环节。

在钻井这个阶段,得在地质状况颇为复杂的条件下开展精准的钻探工作,同时还要施行完井方面的举措,以此来确保井筒能够保持稳定状态,进而促使油气得以高效地采收。到了采油阶段,所涉及的是抽油机或者注水井的相关作业,这就要求对井口的压力以及各项生产参数加以严格的把控,从而保证能够持续不断地有产能产出。而在集输以及储运阶段,涉及到的是原油以及天然气的输送事宜、分离操作、储存安排以及运输流程,每个环节都离不开数量众多的设备设施以及管线系统的支撑。油气田开发所呈现出的工艺特点,就是对技术装备有着极高的依赖程度,作业环境也异常复杂,而且各个工序之间是紧密相连、环环相扣的,任何一个环节要是出现些许偏差,都有可能给整体的生产安全带来不利的影响。除此之外,随着非常规油气资源开发工作的推进,作业所处的深度、所面临的压力以及温度条件的极端性又进一步提升了风险的不确定性,如此一来,油气田开发过程当中安全管理的复杂程度以及其必要性便得到了明显的强化。

## 1.2 油气田安全风险的类型与成因

### 1.2.1 地质条件复杂引发的风险

油气田所处地质条件差异显著,断层、褶皱、地层压力异常等情况屡见不鲜。这些复杂地质条件可能引发井壁坍塌、地层泄漏等问题,不仅影响油井正常生产,还可能导致严重安全事故。例如,在深层油藏开发时,过高的地层压力可能致使油井突然喷发,进而造成人员伤亡与环境污染。

### 1.2.2 设备设施故障风险

油气田生产高度依赖抽油机、注水泵、输油管道等大量设备设施。在长期运行过程中,设备易出现磨损、老化、腐蚀等状况。若维护保养不及时,极有可能引发设备故障,导致生产中甚至引发安全事故。例如,输油管道因腐蚀穿孔,可能引发原油泄漏,进而引发火灾与爆炸。

### 1.2.3 自然环境与外部干扰风险

油气田在开发期间,自然环境条件以及外部干扰均会对之产生影响,像气候变化、地震、洪水、台风还有地表环境出现的突发性变化等这类情况都包含在内。这些环境方面的因素,有可能直接或者间接地对生产设施的安全运行造成影响。就好比说,强风或者暴雨这类情形就有可能致使井口设施遭受损坏,又或者是让输油管道出现泄漏的情况;极端高温亦或是低温这样的环境状况,也极有可能引发设备出现失效的状况,或者使得操作过程中出现误差。除此之外,油气田所处区域的地质条件以及其周边的环境,同样会对作业安全形成潜在的威胁。比如地震所引发的地

层发生移动这种情况,就有可能对井口封隔设备造成破坏;而地表出现沉降或者遭遇洪水的话,则有可能致使输油管道发生破裂。自然环境以及外部干扰所带来的风险,具备突发性以及不可控性的特点,其产生的影响范围往往是比较广泛的,并且后果也比较严重。所以,在油气田的安全管理方面,就需要去做充分的环境风险评估工作,同时还要去设计应急预案,以此来减轻可能出现的潜在损失,进而保障人员以及设施的安全。

## 2 油气田开发过程中的安全风险识别

### 2.1 风险识别的原则与总体思路

油气田开发过程中的安全风险识别,需遵循系统性、科学性以及可操作性这几个原则。其一方面要涵盖整个生产环节,另一方面还得着重于那些重点环节以及关键风险因素。系统性这一方面来讲,风险识别得贯穿于油气田从钻井一直到储运的整个生命周期当中,要全面且细致地去分析各个阶段有可能会产生的各类隐患以及潜在事故类型,以此来保证风险识别所涉及的范围是足够的,并且完整无缺。就科学性这个层面而言,在开展识别工作的过程中,要依据实际的数据以及相关的技术标准,同时还要结合以往的历史事故案例还有生产方面的经验,运用合理的方式来针对风险展开分类、评估以及排序等工作,防止因主观判断而出现的种种偏差情况。至于可操作性,它要求风险识别所取得的成果能够给安全管理决策给予可执行的依据,方便在后续的防控措施里得以切实落地并实施。从总体的思路角度来讲,风险识别应当采用“自上而下、分层推进”这样的一种方式,也就是说要从油气田开发的总体环节开始着手,然后一步步地深入到具体的作业岗位以及操作环节当中去,并且要结合风险源、作业条件以及环境因素等多个方面的情况,针对每一个潜在的风险都进行细致的识别并且做好相应的记录工作,从而为定量分析以及防控策略的制定提供基础的数据支撑以及科学的依据参考。

### 2.2 定性与定量风险识别方法

油气田安全风险识别的方法主要有定性分析以及定量分析这两种形式,在实际的应用过程当中,它们是相互起到补充作用的。定性分析往往是凭借专家评审、对作业经验加以总结、分析事故案例等方式,针对风险类型、风险源还有潜在的危害展开系统的梳理工作,进而形成风险清单并完成优先级的排序,这种方法特别适合于地质条件较为复杂、数据不够充足或者处于新开发阶段的油气田开展风险识别相关的工作。定量分析则是依靠统计数据、概率模型、故障树分析或者是风险矩阵这类工具,去对事故发

生的可能性、可能会造成的损失以及风险等级做出相应的计算与量化处理,如此便能够给高风险作业给予精确的控制参数以及决策方面的依据。在实际的操作环节当中,把定性分析所具有的全面性同定量分析所具备的精确性相结合起来,既能保证风险识别不会遗漏掉关键的因素,又能科学地去评估风险的严重程度以及发生的可能性,进而为防控策略的制定给予数据方面的有力支撑以及科学合理的依据。

### 2.3 各阶段典型风险识别结果

在油气田开发进程里,各个不同环节都存在着各式各样的安全风险,并且这些风险所呈现出的特征以及发生的概率会随着作业阶段的不同而有所差异。就钻井阶段而言,其主要面临的是一些诸如地层压力出现异常情况、井壁发生坍塌状况以及钻具遭遇卡钻等问题所带来的风险。到了采油集输阶段,其主要存在的风险就包括抽油机还有泵站设备出现故障的情况、管道遭受腐蚀的现象以及井口压力出现波动等状况。而在储运以及管线这个环节当中,其风险主要集中在管道出现泄漏情况、储罐发生火灾事故、出现环境污染问题以及受到外部干扰等方面。借助将定性分析与定量分析相结合并运用信息化手段来开展综合识别的方式,就能够对各个环节所潜在的风险展开系统的梳理以及等级方面的评估,进而为相关企业制定具有针对性的防控措施给出科学合理的依据,最终达成油气田开发全过程处于安全可控的状态并且使风险得以最小化的成效。

## 3 油气田开发安全风险防控策略体系建设

### 3.1 构建系统化安全管理体系

油气田安全管理体系的构建对于实现全流程安全防护而言,是其核心基础所在。这一系统化的安全管理体系需要覆盖油气田开发的所有环节以及各个作业岗位,把安全管理理念、制度规范、技术标准与操作规程有机地整合到一起,进而形成层级清晰分明、责任明确清楚、可执行力度强的管理架构。在开展体系建设工作期间,要明确企业管理层、部门主管以及现场操作人员各自的安全职责,同时建立起横向的协调机制以及纵向的汇报机制,以此来保障安全信息能够在各个环节之间高效且顺畅地流通起来<sup>[1]</sup>。除此之外,安全管理体系务必要和油气田生产计划、设备维护计划以及应急响应机制紧密结合起来,达成预防性管理与动态监控的有机统一状态。借助系统化的管理体系建设举措,油气田开发过程当中各类潜在风险便能够得到有效的识别、合理的分类以及持续的跟踪,进而将安全管理理念切实转化为具有可操作性的防控措施,由此全面提升企业的整体安全水平。

### 3.2 隐患排查与动态风险监测机制

隐患排查以及动态风险监测乃是达成油气田安全可控的重要举措。借助定期与不定期开展的隐患排查工作,便能够及时察觉到设备出现的老化情况、管道存在的腐蚀状况、井口压力呈现出的异常状态以及操作环节出现的不规范等问题,并且通过实施分类记录、剖析产生原因以及制定相应的整改措施,进而把风险扼杀在还未完全形成的阶段。与此再结合信息化监测方面的技术,就可以达成对井口压力、泵站运行的具体状态、管道流量还有环境条件的实时数据采集以及动态分析的目的,以此来针对潜在的风险展开持续不断的评估活动并发出预警信号<sup>[2]</sup>。动态风险监测所构建起来的这一机制,不但加快了对突发风险做出响应的速度,而且还可以依据生产数据的变化情况去调整防控的相关措施,从而促使安全管理从静态管理模式逐步转变为动态管理模式。凭借隐患排查和动态监测相互间有机地结合起来,油气田企业便能够构建起一个以防患于未然为主导、防控措施相互融合并且能够依据实际情况动态调整的安全管理闭环体系,大幅度地降低事故发生的几率。

### 3.3 高风险作业安全管控

在油气田开发进程里,像钻井、注水、井口作业还有管道维修这类高风险作业环节,往往是极易诱发安全事故的地方。所以,针对这些高风险作业加以严格的管控就显得格外重要了。管控举措需要把审批、操作、监督以及应急响应等整个流程都纳入进来。在审批这个环节当中,得严格按照高风险作业审批的相关制度来执行,要把作业的具体条件、操作方面的要求以及安全防护方面的措施都给明确清楚。在操作环节,应当安排专业的人员,要遵守标准化的作业规程,并且要运用先进的监控设备来实时对作业的状态进行监测<sup>[3]</sup>。在监督环节,借助现场的监控手段、巡视检查的方式以及对数据展开分析等途径,对作业的整个过程予以监管。在应急响应环节,得构建起完善的应急预案以及快速响应的机制,以此来应对可能出现的突发安全事件。通过针对高风险作业实行全方位的管控,能够把事故的风险降到最低限度,从而保障油气田生产的平稳与安全。

### 3.4 提升员工安全意识与文化建设

员工安全意识以及企业安全文化在油气田安全管理体系当中占据着极为重要的地位。安全意识的提升不能仅仅依靠培训教育这它还涉及到制度的执行情况、对风险案例展开的分析以及对操作规范所进行的强化举措。企业需要构建起系统的培训体系,依据不同的岗位以及不同的风险等级来开展专业的培训工作,以此保证员工能够对操作

流程较为熟悉,并且能够掌握风险应对以及应急处置的相关能力。与此要借助安全宣传、典型案例的警示作用以及奖惩机制,把安全理念逐步转化为员工的行为习惯,促使安全管理从单纯依靠制度的约束逐渐转变为员工自觉去遵循的状态。通过在安全素质以及文化这两方面同时加以提升,能够有效地降低人为因素所带来的风险,进而达成安全生产的可持续发展目标。

#### 4 结语

油气田开发涵盖诸多环节、工序繁杂且作业环境复杂多变,其面临的安全风险呈现出多样、复杂以及突发的特点。对各个环节的风险类型及其成因加以分析,并且综合运用定性、定量以及信息化等手段来识别风险,便能够构建起科学且较为完备的评估体系。在这样的体系基础之上,构建系统化的安全管理机制、推行隐患排查并开展动态监测工作、强化针对高风险作业的管控举措以及提高员工的安全素质与安全文化水平,这些对于保障开发全程的安全

而言是极为关键的。科学的风险识别以及防控体系不但能够使事故发生的比率得以降低,而且还有助于提升生产方面的效率、对资源利用加以优化、确保环境的安全,进而为油气田企业给予实践层面的指导,推动整个行业朝着安全可持续发展的方向前进。

#### [参考文献]

- [1]袁文熙.夯实油田开发生产过程本质安全基础的对策及效果[J].石化技术,2025,32(4):390-392.
  - [2]朱凡求.油田气开发的综合风险评估与管理框架[J].现代职业安全,2023(11):48-53.
  - [3]张光玺.油田油气生产安全环保风险及管控措施探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(18):59-61.
- 作者简介:白涛(1988.4—),毕业院校:中国石油大学(华东),所学专业:石油工程,当前就职单位名称:中国石油新疆油田分公司百口泉采油厂,就职单位职务:生产运行部二级主管,职称级别:中级工程师。

## 无人船水下测绘系统的自动化控制与实时数据处理研究

郭晓锋

辽宁省自然资源事务服务中心, 辽宁 沈阳 110000

[摘要]随着海洋开发以及水域监测方面的需求不断增加,传统水下测绘往往依靠有人船或者人工来进行操作,这就存在着效率比较低、成本偏高、数据更新速度慢以及安全性较差等一系列问题。无人船(USV)能够借助自动航行控制以及多传感器数据采集,达成自主测绘以及实时数据处理的目的,可快速对水下地形信息加以整合、分析并且更新,以此来提升测绘的效率与精度。虽说国内外在相关研究上已经取得了一定的进展,然而在数据同步、实时处理以及高精度建模等方面依旧面临着诸多挑战。所以说,针对无人船水下测绘系统的自动化控制以及实时数据处理展开研究,对于提高测绘精度与效率而言有着极为重要的意义。

[关键词]无人船水下测绘系统;自动化控制;实时数据处理

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18240

中图分类号: P229

文献标识码: A

### Research on Automation Control and Real time Data Processing of Unmanned Ship Underwater Surveying System

GUO Xiaofeng

Liaoning Natural Resources Affairs Service Center, Shenyang, Liaoning, 110000, China

**Abstract:** With the increasing demand for ocean development and water monitoring, traditional underwater surveying often relies on manned ships or manual operations, which has a series of problems such as low efficiency, high cost, slow data update speed, and poor safety. Unmanned vessels (USVs) can achieve autonomous surveying and real-time data processing through automatic navigation control and multi-sensor data collection. They can quickly integrate, analyze, and update underwater terrain information to improve surveying efficiency and accuracy. Although some progress has been made in related research both domestically and internationally, there are still many challenges in data synchronization, real-time processing, and high-precision modeling. Therefore, conducting research on the automation control and real-time data processing of unmanned underwater surveying systems is of great significance for improving surveying accuracy and efficiency.

**Keywords:** unmanned ship underwater surveying system; automated control; real time data processing

#### 引言

随着水下工程、海洋资源开发以及水域环境监测等方面需求持续增长,高效且精确的水下测绘技术已然成为相关领域的关键支撑手段。传统水下测绘一般依靠人工操作或者有人船来开展作业,存在作业周期偏长、成本较高、数据更新不够及时以及作业安全性偏低等诸多问题,很难满足现代水下测绘对于实时性、精度以及自动化程度的要求。无人船属于新兴的水下测绘平台,其借助搭载多种类型的传感器,结合自动化控制系统以及智能化数据处理技术,达成了水下测绘的自主作业以及高效信息采集,为破解传统测绘方式的局限性开拓了有效途径。特别是在复杂水域环境当中,无人船可凭借自动航行控制、路径规划以

及多传感器数据融合,达成测区的完整覆盖,并且依靠实时数据处理与分析技术对采集到的信息实施即时整合、异常检测以及动态反馈,进而为三维地形建模、环境监测以及水下工程决策给予可靠依据。当下,国内外在无人船水下测绘系统的自动化控制以及实时数据处理层面已经获取了一定的研究成果,然而在数据同步、实时处理效率、异常数据自动校正以及高精度三维建模等环节依旧存在着技术瓶颈。所以,针对无人船水下测绘系统的自动化控制策略、数据采集与处理办法以及实时数据分析与反馈机制展开系统性研究,一方面有助于提高测绘精度和作业效率,另一方面也为水下测绘系统的智能化发展提供理论依据和技术支撑,有着重要的学术价值和工程应用意义。

## 1 无人船水下测绘系统的特点

无人船水下测绘系统具有高效性、灵活性和适应复杂水域的能力。搭载多波束测深仪,可实现条带状覆盖测量,一次作业即可生成大量测深点数据,作业效率相比传统单波束设备大幅提升,例如 2022 年广东省大湾区智能无人船集群仅用 55d 完成 2700 平方公里海域测绘,效率提升近五倍。系统采用轻量化设计,如 1.6m 碳纤维船体,便于搬运和操作,适合浅滩、暗礁等复杂环境。通过 GNSS 定位、姿态传感器及声速剖面数据同步采集,可精确重建海底三维地形,并实现水下地形与水上建筑物同步测绘<sup>[1]</sup>。无人船具备良好的环境适应性,采用喷泵式推进器和三体船型设计,能够防止水草、渔网缠绕,最大航速可达 6m/s,并通过 GNSS 双天线与惯性导航系统实时调整动力,保证航行稳定,减少测量误差。同时,相比传统船载测绘,无人船可降低 30% 以上的作业成本,且无需人员值守,实现高效、低成本和精确的水下测绘作业。

## 2 无人船水下测绘数据采集与处理

### 2.1 数据采集策略与同步技术

在无人船水下测绘系统里,数据采集策略以及同步技术属于极为关键的环节,其对于保障测绘精度以及信息完整性而言有着重要作用。无人船一般会搭载多种多样的水下传感器,像声呐、多波束测深仪、惯性导航系统还有水质传感器等等。这些设备会在不一样的频率以及不一样的分辨率状况下去采集数量众多且类型各异的数据。要保证测绘数据具备科学性以及可靠性,那就得去制定合理的数据采集策略,这里面包含了航行路径方面的规划、采样频率的设置、传感器的布置还有作业时间的安排等诸多方面,以此来达成能够覆盖测区、减少数据出现冗余并且提升空间分辨率这样的目的。与此因为会有多个传感器一同开展工作,并且它们各自的采集速率还各不相同,所以数据同步技术就显得格外重要了。借助精确的时间戳、统一的数据接口以及数据融合算法,便可以把各类传感器所采集到的数据予以实时的整合,进而保证信息能够保持一致性以及具备可比性。

### 2.2 数据预处理与滤波方法

在无人船水下测绘系统里,数据预处理以及滤波方法属于极为关键的环节,其能够对测绘数据的准确性与可靠性起到决定性作用。水下环境是复杂的,在此环境下,像声呐、多波束测深仪还有惯性导航系统这类传感器在采集数据的时候,往往会受到噪声、干扰、信号衰减以及传感器漂移等因素的影响,进而使得原始数据出现误差以及异常值。所以,有必要针对采集到的数据展开系统的预处理

工作,具体而言,要开展时间同步、数据格式转换、坐标统一以及缺失数据填补等一系列的操作,以此来保障不同传感器所采集的数据能够在同一参考框架之下展开分析与融合。借助滤波方法对数据实施噪声抑制以及信号平滑处理同样是必不可少的环节。常用的滤波方法涵盖了卡尔曼滤波、均值滤波、中值滤波以及自适应滤波等多种,这些方法能够依据数据的具体特性有效地将随机噪声去除掉,与此同时还能保留真实的地形以及水体特征方面的信息。就多波束测深数据来讲,还得考虑到回声重叠、散射效应以及船体姿态变化所带来的误差,通过多传感器融合以及滤波算法来进行优化处理,最终生成高精度且连续性很好的水下地形数据。

### 2.3 水下地形建模与可视化技术

在无人船水下测绘系统当中,水下地形建模以及可视化技术算得上是极为关键的一环,它能够把采集到的海量水下数据转变成那种直观且具备分析价值的成果。借助对多波束测深仪、侧扫声呐还有惯性导航系统所采集的原始数据展开相应的处理操作,便能够构建起精度颇高的三维水下地形模型,进而达成对海底或者水体底质地貌较为完整的描绘。在整个建模的过程里面,得要针对原始数据去做诸如坐标统一、误差修正以及空间插值等一系列的操作,如此一来才能够确保模型具备连续性并且有着较高的精度,与此同时还会运用滤波以及噪声抑制技术来消除环境干扰以及传感器误差给数据所带来的影响。依据经过处理之后的数据,可以选用 TIN(三角不规则网)、DEM(数字高程模型)亦或是点云技术去生成三维地形模型,然后再配合上纹理映射、颜色编码以及光照模拟等这些可视化的手段,促使水下地形信息能够在二维或者三维的界面上清晰直观地展现出来<sup>[2]</sup>。可视化技术一方面能够让研究人员较为轻松地识别出地形特征,分析水下障碍物的分布情况以及沉积物的变化状况,另一方面还能够对沉船探测、水下工程选址、管线铺设等诸多应用给予有力支持,从而为工程决策给出科学方面的依据。而且要是把动态交互技术以及虚拟现实增强技术相互结合起来的话,那么就能够实现对测区进行交互式的观察以及模拟操作,进一步提升数据应用的直观性以及实用性。

## 3 实时数据处理与分析方法

### 3.1 数据传输与通信技术

在无人船水下测绘系统里,数据传输以及通信技术乃是达成实时数据处理还有动态监控的关键环节所在。因水下环境存在信号衰减速度快、传播速度较为缓慢以及有多路径干扰等诸多特点,传统的无线通信方式于水下应用受

到诸多限制,所以无人船往往采取把声学通信、水面无线通信以及有线光纤通信相互结合起来的方式,以此来保证测绘数据可高效且稳定地完成传输事宜。声学通信技术在水下长距离数据传输方面适用,不过其带宽有一定限度,主要用来传输关键控制指令以及简化后的测量数据;水面无线通信以及卫星链路则应用于无人船与岸基控制中心之间进行大数据传输,进而达成远程监控以及指令下发的目的;在特定的环境下,有线光纤通信能够用于实现高精度且连续性的实时数据传输。要保证多源传感器数据在实时传输进程当中具备一致性与完整性,得采用数据打包、时间戳同步、信号编码以及误码校正等相关技术,防止出现数据丢失以及传输延迟的情况。与此结合分布式网络架构以及缓存机制,能够实现数据的动态调度以及负载均衡,确保实时数据处理系统可以快速获取到最新的测量信息,给后续的数据分析、异常检测以及决策支持给予可靠的保障,进而在一定程度上提升无人船水下测绘系统的实时性、准确性以及整体作业效率。

### 3.2 实时数据处理架构

在无人船水下测绘系统当中,实时数据处理架构充当着实现高效且可靠数据分析以及动态监控的关键支柱。这一架构往往运用分层式的设计方式,涵盖数据采集层、数据传输层、数据处理层以及应用展示层等多个层面。其中,数据采集层主要负责去接收由多种不同传感器所发出的原始水深数据、声呐数据、惯性导航数据以及环境参数方面的数据;数据传输层则是借助水下声学通信手段、水面无线链路或者光纤通信方式,把数据实时地传送到相应的处理平台,并且在此过程中还会开展初步的时间同步工作以及数据校验操作<sup>[3]</sup>。数据处理层属于整个架构的核心部分,其依靠高性能计算单元以及并行处理算法针对所采集到的数据展开实时的清洗、滤波、融合以及分析等一系列处理,从而达成对水下地形状况、障碍物分布情况以及动态环境变化情况的快速精准识别。此层还能够对智能算法予以支持,像是异常检测、数据预测以及优化计算等算法均可以嵌入其中,进而促使测绘结果可实现动态更新并且能及时地反馈到控制系统当中。应用展示层会将经过处理之后的结果以可视化的形式予以呈现,具体包含三维地形建模、动态监控界面以及统计分析图表等方面内容,以此来为操作人员以及决策者给予直观且可靠的信息方面的有力支撑。

### 3.3 自动异常检测与校正

在无人船水下测绘系统当中,自动异常检测以及校正属于极为关键的环节,其对于确保数据准确性以及测绘可

靠性有着重要作用。因为水下环境本身复杂且多变,在开展测量工作期间,常常会受到诸如声呐信号干扰、传感器出现漂移情况、船体姿态发生变化还有水流产生扰动等诸多因素的影响,进而使得所采集到的数据会出现异常点、存在噪声又或者是出现缺失数据等情况。为了能够及时察觉并妥善处理这些问题,系统有必要构建起自动化的异常检测机制,借助对传感器数据展开实时分析与比对的操作,达成对异常值予以快速识别的目的。常用的方法涵盖了统计学分析、依据阈值来做出的异常判断、滤波算法以及机器学习模型等,这些方法能够凭借历史数据以及实时数据模式来识别异常,同时还能区分出噪声与真实地形变化。当检测到异常数据之后,校正机制会针对数据实施自动修正操作,比如运用插值方法去填补缺失数据、依靠滤波算法对噪声加以平滑处理、或者将多传感器数据综合起来进行融合矫正,以此确保数据具备连续性以及较高的精度。自动异常检测与校正这一举措,一方面提高了测绘数据的可靠性与可用性,另一方面也削减了人工干预的程度,提升了无人船系统在复杂水域环境下自主作业的能力,为实时数据分析、三维地形建模以及后续决策都打下了较为稳健的数据根基,保障了整个水下测绘过程的科学性与效率。

### 3.4 测绘结果动态更新与反馈机制

在无人船水下测绘系统当中,测绘结果的动态更新以及反馈机制属于达成实时监控、快速做出决策并且实现高效作业的关键保障所在。此机制会把所采集到的水深方面的数据、声呐相关信息还有惯性导航的数据实时地传送到数据处理平台,在处理这一层面针对这些数据展开融合操作、滤波处理以及分析工作,进而生成最新的水下地形模型以及测绘方面的成果。动态更新这项功能可确保系统能够随时体现出水体底部环境所发生的种种变化,像沉积物出现堆积情况、障碍物发生移动状况或者受到水流的影响等,以此让测绘数据一直维持在最新的状态。在这样的基础之上,反馈机制会把分析所得的结果及时地传达给无人船控制系统以及操作人员,进而实现对航行的路径、测量的策略以及采样频率的动态化调整操作。借助闭环反馈这种方式,系统不但能够对测绘任务的执行效率加以优化,而且在出现数据存在异常或者环境发生变化的时候还能够迅速地采取校正的相关措施,从而保证测绘的精度以及作业的安全性。除此之外,结合可视化界面以及预警系统这两者,操作人员便可以直观地去监控测区的地形所发生的各种变化以及数据的质量状况,及时地察觉到潜在存在的问题并据此对任务计划做出相应的调整。

#### 4 结语

无人船水下测绘系统借助自动化控制以及实时数据处理手段,达成了针对水下环境的高效且精准测量目的,给传统测绘方式所存在的效率偏低、成本偏高以及数据存在滞后等种种问题给出了行之有效的解决办法。该系统经由多传感器数据采集、实时处理操作、异常检测环节以及动态反馈机制,一方面提升了水下地形建模与可视化的精度水平,另一方面强化了无人船自主作业以及决策方面的实力。虽说在数据同步、实时处理效率以及高精度建模这些方面依旧存在着技术层面的诸多挑战,然而伴随自动控制算法、传感器技术以及智能数据分析等相关领域不断发展进步,无人船水下测绘系统的应用所能拓展的前景是十

分宽广的。

#### [参考文献]

- [1] 闫炳华.水下测绘无人船超声测量系统研制[D].山东:齐鲁工业大学,2024.
- [2] 杨瀚,许佳宾,黄鹤,等.无人船测绘系统对大宁水库的水下地形测绘[J].北京测绘,2017(2):51-54.
- [3] 郎超,李勋,何蒙.浅析无人水下智能测量系统的应用[J].中国军转民,2025(11):42-43.

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。

## 基于测绘成果的生态整治项目设计与实施研究

张继岭

梁山县自然资源和规划局, 山东 济宁 272600

[摘要]生态整治乃是改善环境状况、对土地资源加以优化以及推动可持续发展进程的关键举措。凭借测绘所获取的成果,运用遥感技术、GIS(地理信息系统)、无人机测绘手段以及大数据相关技术,针对区域的地形情况、水文状况、土壤特性以及植被分布展开分析,以此为河流修复工作、田间灌排系统的优化事宜以及土地整治活动给予科学层面的依据。选取典型区域当作实例,给出生态整治方面的设计方案以及具体的实施办法。经验证明,这种方法能够在恢复生态功能、优化资源配置等方面取得成效,同时还能生态工程的决策过程提供相应的参考依据。

[关键词]测绘成果;生态整治;项目设计;工程实施

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18213

中图分类号: F323

文献标识码: A

### Research on the Design and Implementation of Ecological Remediation Projects Based on Surveying and Mapping Results

ZHANG Jiling

Liangshan County Natural Resources and Planning Bureau, Jining, Shandong, 272600, China

**Abstract:** Ecological remediation is a key measure to improve environmental conditions, optimize land resources, and promote sustainable development. Based on the results obtained from surveying and mapping, remote sensing technology, GIS (Geographic Information System), unmanned aerial vehicle surveying methods, and big data related technologies are used to analyze the terrain, hydrological conditions, soil characteristics, and vegetation distribution of the region, providing scientific basis for river restoration work, optimization of field irrigation and drainage systems, and land consolidation activities. Select typical areas as examples and provide design plans and specific implementation methods for ecological remediation. Experience has shown that this method can achieve results in restoring ecological functions, optimizing resource allocation, and providing corresponding reference for the decision-making process of ecological engineering.

**Keywords:** surveying and mapping results; ecological remediation; project design; engineering implementation

#### 引言

生态环境不断恶化以及土地资源被过度开发利用,使得生态整治变成了区域可持续发展极为关键的一项任务。传统的整治方式大多只是单一的工程形式,往往缺少系统的规划安排,也缺乏科学的依据支持,所以其实际的效果是十分有限的。现代的测绘技术能够获取到地形、水文、土壤还有植被等方面的信息,从而给科学生态整治给予了数据方面的有力支撑。本研究依照测绘所取得的成果,提出了针对河流修复、田间灌排以及土地整治的系统设计方案与具体的实施办法,并且还建立了相应的效果监测体系,以此来达成生态功能、生产功能以及生活功能的协调并发展态势,进而为区域生态治理工作提供一定的参考借鉴价值。

#### 1 生态整治项目设计理念与方法

生态型整治是对研究区域内的田、水、路、林、村、城(镇)进行综合整治。受以往单一类型整治项目实施的惯性制约以及当前各部门的职责分工约束,各地区对整治生态化的重要性认识不足,对整治生态化如何实施不清晰,如整治生态化的实施主体、资金来源、实施要求、竣工验收、与相关部门的衔接等机制尚需健全。如何践行生态保护理念解决工程建设与生态保护相冲突的主要矛盾是生态化整治的切入点与结合点。在具体的设计阶段当中,要对田、水、路、林、村、城(镇)的空间布局以及生态功能分区加以统筹规划,既要考虑到生态系统完整的特性,又要兼顾区域功能的协调性,防止因单一的工程措施而引发破坏情况。其设计理念不能仅仅着眼于生态功能的恢复,

还应当将社会以及经济效益一并纳入考虑范围,以此达成环境、社会还有经济方面的多目标协同。就实施机制而言,需要清晰明确各级管理部门、设计单位、施工单位以及社区居民各自所承担的职责,从而保证项目从设计环节一直到竣工完成的整个过程都是处于可控且可追溯的状态,并且要把财政、政策以及社会资本整合起来,形成多元化的资金保障体系。在方法层面,要充分借助测绘成果、遥感、GIS 以及大数据等技术手段,针对地形、水文、土壤、植被以及生态敏感区展开全面细致的分析,以此为整治方案提供科学合理的依据,同时结合区域的实际状况来提出具有针对性的工程措施,比如河流生态修复、梯级农田渍水净化、生态型田间灌排系统等,进而实现生态、生产与生活功能的协同提升。与此还要建立起动态管理与监测的相关机制,长时间去跟踪项目的实施效果,及时地进行调整与优化,以此确保生态目标能够得以实现并且让系统可以持续发展下去。

## 2 测绘成果获取与生态现状分析

### 2.1 测绘数据类型与获取方法

测绘数据在生态整治设计以及实施环节当中充当着极为重要的基础角色,而其精准与否会直接对方案的科学性产生影响。此项研究主要运用了遥感影像、GIS 空间数据还有无人机航测数据。其中,遥感影像能够给出区域地表覆盖情况、植被状况以及水体变化方面的宏观层面信息,这便于开展快速的监测工作以及进行动态的分析。GIS 数据是用于针对地形、土地利用情况、道路走向以及河流分布等方面展开空间分析的,它能够给方案布局给予科学层面的参考依据。与此还会通过实地踏勘的方式来对测绘结果加以核实,以此确保数据具备完整性且是可靠的,从而为生态现状分析以及设计相关事宜筑牢基础。

### 2.2 研究区域生态现状分析

对区域生态现状展开分析乃是制定科学整治方案的关键环节所在。借助测绘所获取的相关成果,此项研究针对区域的地形地貌状况、水文方面的条件、土壤的具体类型、植被的覆盖情形、耕地的质量状况以及生态敏感区域等展开了较为系统的分析工作。经过分析可以发现,该区域存在着诸如河道出现侵蚀现象、存在水土流失情况、低产耕地的分布呈现出较为集中的态势、部分湿地出现了退化状况以及局部区域的生态功能有所衰退等诸多问题。河流水系受到了人工改道以及沿岸建设活动的影响,其河道断面发生了颇为明显的改变,水质以及生态功能都出现了下降的情况,迫切需要采取生态修复方面的相应措施。土地利用类型在分布上极不均匀,部分区域农田极为密集,然而林地以及湿地资源却显得不足,生态廊道也并不连贯,

这使得生物多样性受到了一定程度的制约。土壤质量存在显著的差异,低产地带大多集中在河谷平原以及丘陵边坡区域,这些地方容易受到水土流失以及渍涝等情况的影响。植被覆盖率从整体上看是比较低的,特别是河岸带以及农田边缘区域,其生态功能更是相对薄弱。综合各项分析情况来看,该区域的生态系统整体呈现出一种脆弱的状态,急需依靠科学的规划以及相关的工程措施来达成生态功能的恢复与优化,进而为土地整治以及乡村的可持续发展给予基础性的支撑。

### 2.3 生态环境问题诊断与数据可视化

在对生态现状展开分析的基础之上,针对区域生态方面存在的各类问题予以诊断,同时对其进行可视化方面的处理操作,如此一来便能够较为清晰地呈现出不同环境问题在空间上的具体分布情况,以及这些环境问题各自所产生的影响程度。借助 GIS 平台这一工具,对地形、水文、土壤、植被还有土地利用等诸多来源的数据展开空间叠加方面的操作以及相关分析工作,进而生成出污染分布的具体图表、低产地的分布情况图表、湿地退化状况的图表以及生态敏感区的分布图表,以此给决策者带来直观且易于理解的参考信息内容。在整个分析工作的开展过程中,针对各类生态问题实施了分级管理的相关举措,把处于高风险状态的区域优先考虑进去,将其纳入到整治计划当中,并且通过运用可视化的方式方法,展示出了潜在的水土保持要点所在位置、河岸生态恢复的重点区域以及田间灌排系统需要进行优化的区域范围,进而为后续的设计工作以及相关的工程措施落实提供科学且可量化的指导方向。

## 3 基于测绘成果的生态整治设计与工程措施

### 3.1 河流生态修复设计

河流生态修复设计在生态整治方面占据着重要地位,其关键之处就在于恢复河道原本的自然形态,对水质加以改善,并且要提升沿岸的生态功能。依照测绘所取得的成果,此项研究针对河道地形、水文方面的条件以及沿岸的生态敏感区域展开精准分析,进而拿出了关于河道缓冲带还有生态护岸的设计方案。河道缓冲带的宽度、植被的类型以及种植的密度,都是依据河流流域的具体特征、坡度情况以及土壤条件来开展科学规划工作的,如此一来便能够起到减缓水土流失的作用,还能够截留径流当中的污染物,与此同时还能提升河岸的生物多样性。生态护岸在设计之时会综合考虑原有的岸线形态以及流速的相关特征,选用像鹅卵石护岸、植生袋以及生物格构护岸这类自然化的护岸材料与构造,如此既能确保岸线处于稳定的状态,又能促使岸带的生态功能得以提升。并且还会借助测绘数

据来分析河道的关键断面以及洪水可能产生的影响区域,合理安排退水区和湿地沉降区,进而达成洪水调节、径流净化以及生态景观三者的有机结合。这一设计方案充分借助数字化测绘数据来对工程布局给予指导,以此实现生态保护、河流安全以及景观美学的协调统一,从而为区域水系生态功能的恢复工作提供科学方面的依据。

### 3.2 生态型田间灌排系统设计

田间灌排系统对于农田生态功能以及农业可持续发展而言,是一项极为关键的工程。借助测绘所获取的数据,此项研究针对地形坡度、水源分布状况以及土壤渗透性展开了细致分析,进而提出将大田智慧灌溉与生态型排水系统相互融合的设计方案。智慧灌溉系统凭借地块高程方面的数据以及对灌溉需求所做的分析,达成按实际需要定量供水的目标,如此一来,既能提升水资源的利用效率,又能避免因水分过量而引发的地力流失情况。在排水系统的具体设计方面,则要综合考虑区域的水文特征,借助生态化的排水渠道、湿地滞蓄区以及梯级渗滤系统来实现多种功能的调控,一方面可有效解决农田出现积水的问题,另一方面还在排水的过程当中完成水质的净化工作,并且能够开展生态景观的构建活动。这一设计方案在确保农业生产效率得以维持的基础上,依靠生态型的结构进一步强化了农田微环境的稳定性以及生物多样性,最终促使农田生态、生产以及环境保护朝着协同发展的方向迈进。

### 3.3 土地整治生态化设计思路

土地整治生态化设计作为区域可持续发展的重要环节,其主要目的在于提高土地利用效率,保护生态环境,并且恢复自然功能。在开展设计工作的时候,依据测绘成果来细致分析地形、坡度、土壤类型以及水文条件等方面的情况,进而达成土地利用分区以及功能优化的目的。整治所秉持的思路着重于生态优先、因地制宜,把农田、林地、湿地以及生态廊道有机地组合起来,以此保证水土得以保持,景观连通性良好,生态服务功能能够得到最大程度的发挥。在规划布局方面,优先对低产耕地、退化土地还有河道边缘区域加以整合,借助微地形调整以及生态护坡等举措,提升地块的排水能力以及土壤的质量,与此通过绿化以及水系建设来恢复生态连通性。整治设计不但关注工程的可操作性,而且强调长期的生态效益,凭借科学的设计让土地的生产功能和生态功能都得到提升,从而为区域生态治理以及乡村振兴给出可持续性的方案。

## 4 生态整治项目实施与效果评估

### 4.1 实施方案与施工组织

生态整治项目实施方案的设计属于关键环节,其重要

性在于能确保工程可顺利推进,同时让生态目标得以实现。在具体落实的过程中,本研究依照测绘所取得的成果以及预先制定的设计方案,制定出具备科学性且合理的施工组织计划,把工程项目依据河流生态修复、田间灌排系统建设、土地整治划分成若干阶段来依次推进<sup>[1]</sup>。在施工组织这块,要清晰明确各个工程单位、监理单位还有生态管理部门各自所承担的职责以及相应的分工情况,还需建立起信息共享以及沟通方面的机制,以此来确保施工进度能够和生态保护的目标保持同步状态。施工计划会综合考虑季节性水文方面出现的变化情况、农作物生长所经历的周期以及生态敏感期的安排情况,如此一来,既能有效避免对生态环境造成干扰,又能充分保证施工的效率以及工程质量。与此借助施工模拟以及风险评估等相关手段,对施工路线以及作业顺序加以优化,进而确保机械作业、材料运输以及工程布置等工作都能做到科学且有条不紊地开展,从而为项目能够顺利完成给予组织层面的有力保障。

### 4.2 施工过程管理与动态调整

施工过程管理属于保障生态整治成效的关键环节,需要在施工进度里针对环境、工程质量以及进度展开全方位的监控。依据测绘成果以及前期的设计分析状况,施工管理会联合现场监测以及动态调整机制,针对河道修复、田间灌排系统还有土地整治工程予以实时的跟踪与管理。通过监测施工区的土壤湿度、地表水位、植被覆盖以及施工机械作业的具体情况,可及时察觉到潜在的风险或者施工方面的偏差,进而对施工方案、作业顺序以及材料使用做出相应的调整,以此来确保工程能够与生态环境达成协调发展的状态<sup>[2]</sup>。动态调整机制能够让工程可以适应现场所发生的各种变化,达成施工灵活性与生态保护相统一的目标,进而为整治项目的顺利开展以及生态目标的达成给予稳固可靠的保障。

### 4.3 效果监测与评价指标体系

生态整治项目效果监测与评价是检验整治成效以及优化管理的重要环节,本研究构建了科学的评价指标体系,涉及生态、生产和社会三个方面,在生态效益层面,借助植被覆盖率变化、水质改善、湿地恢复以及生物多样性指标来评估生态功能提升状况,在生产效益层面,着重监测耕地排水改良效果、农业产量以及水资源利用效率,在社会效益层面,依据居民满意度、环境改善感受以及乡村景观提升情况展开综合评估<sup>[3]</sup>。评价过程依靠测绘成果、遥感影像以及实地监测数据,经由量化分析与可视化呈现,给项目实施效果给予科学依据,同时

把评价结果与设计目标作比较,找出项目实施里的不足之处与优化空间,为后续管理、工程调整以及区域生态规划给予决策支持。

## 5 结语

依据测绘成果来给出生态整治的系统设计以及实施的具体办法,借助遥感、GIS、无人机测绘还有大数据等相关技术,给河流修复、田间灌排以及土地整治都给予科学方面的依据。在设计的时候会把生态、生产以及生活这几方面的功能都考虑进去,在施工的过程当中依靠科学的组织形式以及动态的管理模式来保证项目可以顺利地推进,针对效果评估而言则要建立起相应的指标体系,以此达成能够量化的监测效果。相关研究说明,这种方法是能够有效地恢复生态功能的,同时还能对资源配置加以优化,

让生态系统的可持续性得以增强,进而为未来的生态整治项目起到一定的参考作用。

## [参考文献]

- [1]陈泽云.河道整治项目中的生态护坡设计方案研究[J].水利科学与寒区工程,2024,7(11):54-57.
- [2]王发艳,潘明伟,杨琪.浅议农村土地整治项目规划设计——以都匀市为例[J].农村实用技术,2023(3):122-123.
- [3]邓波,景佳乐.土地整治生态化设计研究[J].山西建筑,2020,46(22):14-15.

作者简介:张继岭(1986.5—),男,毕业院校:曲阜师范大学,学历:大学本科,当前就职单位:梁山县自然资源和规划局,职务:助理工程师,及所在职务的年限:助理10年(15年1月聘),职称级别:初级。

## 建筑造价影响因素的实证分析与优化建议

王俊

新疆金玉天城项目管理有限公司, 新疆 阿拉尔 843300

**[摘要]**建筑造价影响因素的实证分析与优化建议建筑造价影响因素是本研究的研究对象,采用文献研究、问卷调查和实证分析等方法对其构成体系与作用机制展开系统的探讨。先构建起涵盖设计因素、施工因素、管理因素、市场因素和政策因素这五个维度的建筑造价影响因素评价指标体系,接着依据全国范围内348份有效调查问卷的数据,用因子分析法和多元回归分析方法开展实证研究。结果显示,在造价控制方面影响最显著的是设计阶段的方案优化,贡献率达26.7%,施工管理水平和材料采购策略次之,贡献率分别是21.3%和18.6%,并且项目管理团队的专业能力与经验以及市场价格波动对造价也有重要影响,贡献率为17.8%和15.6%。根据研究发现,文章给出了优化建筑设计方案、强化全过程造价管理、引进信息化技术手段、构建战略采购体系以及完善风险预警机制等有针对性的建议,希望能给工程建设项目的造价控制带来理论上的指导与实践中的参考,推动建筑业可持续健康发展。

**[关键词]**建筑造价;影响因素;实证分析;造价控制;优化策略

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18234 中图分类号: TU984 文献标识码: A

### Empirical Analysis and Optimization Suggestions on Factors Affecting Construction Cost

WANG Jun

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

**Abstract:** Empirical analysis and optimization suggestions on factors affecting construction cost. The factors affecting construction cost are the research object of this study, and a systematic exploration of their composition system and mechanism of action is carried out through literature research, questionnaire survey, and empirical analysis. Firstly, establish an evaluation index system for building cost influencing factors that covers five dimensions: design factors, construction factors, management factors, market factors, and policy factors. Then, based on data from 348 valid survey questionnaires nationwide, conduct empirical research using factor analysis and multiple regression analysis methods. The results showed that the most significant impact on cost control was the optimization of the design phase, with a contribution rate of 26.7%. Construction management level and material procurement strategy came in second, with contribution rates of 21.3% and 18.6%, respectively. The professional ability and experience of the project management team, as well as market price fluctuations, also had a significant impact on cost, with contribution rates of 17.8% and 15.6%, respectively. According to research findings, the article provides targeted suggestions such as optimizing architectural design schemes, strengthening whole process cost management, introducing information technology means, building strategic procurement systems, and improving risk warning mechanisms. It is hoped that these suggestions can provide theoretical guidance and practical references for cost control in engineering construction projects, and promote sustainable and healthy development of the construction industry.

**Keywords:** construction cost; influencing factors; empirical analysis; cost control; optimization strategy

#### 引言

国民经济的支柱产业建筑业在中国经济发展中起着极为关键的作用,国家统计局数据显示,2022年中国建筑业总产值达31.02万亿元,GDP占比约26.7%,从业人员超5400万,但一直以来建筑工程造价控制都是行业面临的核心挑战且与项目投资效益、企业竞争力直接相关,

近五年原材料价格波动更剧烈、劳动力成本一直在上升、技术标准不断提高使得建筑造价总体呈上升态势,全国建筑工程造价指数从2018年的105.2涨到2022年的118.7,年均增长率为3.1%左右,这种状况让业界急需深入了解影响建筑造价的关键因素以达成更精准的造价预测和有效控制。

在项目的全生命周期里,资源投入以建筑造价形式体现并受多种因素综合影响。传统研究往往只专注于单一因素或者从静态角度分析造价,没有系统地考察各因素动态作用机制以及它们相对的重要性。本研究立足中国建筑市场的实际情况,运用实证研究方法,从设计、施工、材料、管理和市场等多方面切入构建起一个完整的造价影响因素评价体系,再借助大样本数据进行分析以揭示各因素的作用大小和相互关系。研究成果补上了现有理论的短板,还给建筑项目在各个阶段的造价控制提供有针对性的实践指导,这对提高建筑行业整体成本效益、推动行业高质量发展意义重大。

## 1 建筑造价影响因素的理论基础与研究方法

### 1.1 建筑造价影响因素的分类体系

建筑造价的影响因素按照性质与作用阶段的不同能分成内部因素和外部因素两类,其中内部因素大体包含项目自身特征和建设过程里可控的要素,具体可细分为设计、施工、管理等因素,设计因素涉及建筑功能定位、空间布局、结构形式、建筑材料的选择、建筑标准等方面,施工因素涵盖施工工艺、技术水平、组织效率、现场管理、质量控制等,管理因素主要是项目组织结构、管理团队专业能力、协调机制、信息传递效率、风险管控水平等,项目参与方一般能通过主动干预来优化调整这些内部因素。

所谓外部因素是指那些项目团队难以直接掌控的市场环境与政策条件,其中主要包括市场方面的因素,像原材料价格波动、人工成本变化、设备租赁费用、市场供需状况、行业竞争态势等都属于市场因素,而政策方面的因素包含建设法规标准、税费政策、金融政策、环保要求、区域发展规划等,近几年随着“双碳”政策推行且建筑工业化也在转型,绿色建筑标准和装配式建筑政策对造价的影响愈发突出,从2019年到2023年这五年间装配式建筑平均造价比传统建筑高大概8%~15%并且运维成本降低了12%~20%,全生命周期成本方面逐渐有了优势,这一分类体系给深入剖析各因素对建筑造价影响机制和作用强度提供了理论框架。

### 1.2 实证分析的数据来源与研究方法

本研究运用混合研究法把定性分析与定量研究相结合以得到全面且精准的实证数据,其主要数据来源于三个方面,其一为面向全国27个省市建筑企业、设计院、造价咨询公司和业主单位专业人员开展的问卷调查,共收得有效问卷348份,受访者平均从业时长为8.7年,其中高级职称人员比例达32.6%,其二为35个典型建筑项目造价资料的案例分析,这些项目类型有住宅、商业、公共建

筑和工业建筑等,总建筑面积大概427万 $m^2$ ,总投资额约为285亿元,其三为20位行业资深专家深度访谈所获质性数据,专家来自工程管理学者、大型建筑企业高管、政府监管部门负责人等不同背景<sup>[1]</sup>。

在研究方法方面,主要是采用因子分析法和多元回归分析法,先用因子分析法把众多或许会影响建筑造价的因素做降维处理以提取出主要影响因子,接着运用多元回归分析方法构建各关键因素跟造价的数量关系模型来识别各因素影响的程度和作用的方向,并且研究还结合层次分析法(AHP)来确定各因素权重,借助方差分析(ANOVA)检验不同类型的项目之间影响因素的差异性从而让研究结论更加可靠和普适。

### 1.3 影响因素的量化指标体系构建

本研究依据理论分析与预调研成果构建起一个有5个一级指标、28个二级指标的建筑造价影响因素量化评价体系,其中设计因素借助设计复杂度指数、标准化程度、功能空间比等指标来量化,施工因素靠工期指标、施工难度系数、技术成熟度等指标来表征,材料成本通过主材价格指数、材料损耗率、采购规模等指标来衡量,管理因素依照管理团队经验值、信息化水平指数、协调效率系数等指标来评估,市场因素则按照区域价格指数、市场竞争度、供需平衡指数等指标来表征,并且各个指标的量化值都由客观数据和专家评分共同获取,从而保证指标体系的科学性与可操作性。

## 2 建筑造价关键影响因素的实证分析

### 2.1 设计阶段的影响因素分析

建筑造价形成的key环节是设计阶段,因为实证分析表明,在影响最终造价的所有因素里,设计因素的影响力最大,达到26.7%。在设计阶段众多影响造价的关键要素当中,建筑方案复杂度的影响尤为突出,其回归系数高达0.58( $p < 0.01$ ),数据显示,建筑形体复杂度指数每增加0.1,建筑单方造价平均就会增加7.2%,像2019—2022年期间完工的那些造型独特的文化建筑公共项目,由于立面设计复杂,造价平均提高了12.3%,并且标准化设计程度跟造价是明显负相关的,标准化率每提升10%,造价能降低3.5%~5.1%。

功能空间布局是否合理以及结构体系的选择都是关键影响因素,研究表明功能空间布局合理可优化使用面积与建筑面积之比,该比值每提高0.05单位面积造价就能降低大概2.8%,结构体系中传统现浇结构跟钢结构相比材料成本低是肯定的,在钢结构里材料成本要高大约25%~30%,不过工期能缩短20%~25%且整体造价会增

加大概 15%，装配式混凝土结构在现有技术下造价比传统结构高 8%~15%，但是产业链成熟程度提高、规模效应显现后这一差距每年都在变小，而且调查表明 BIM 技术在设计阶段应用能有效找出设计冲突并优化方案，使设计变更率平均降低 12.6%，从而让工程造价减少约 3.8%。

## 2.2 施工阶段的影响因素分析

建筑造价实现主要靠施工阶段，实证研究显示这一阶段影响总造价的因素贡献率达 21.3%，其中施工工艺和技术水平是影响最大的因素且回归系数达 0.46 ( $p < 0.01$ )，数据表明使用先进施工技术的项目跟用传统施工方法的相比平均能节省工期 18.3%、减少人工成本 13.5%，虽然设备投入会多出约 8.7%但总体造价还是能降低 4.2%~6.8%，并且在 2020—2023 年这期间更明显，随着建筑机械化、自动化程度提高，大型住宅项目的机械化率每提升 10% 就能减少人工成本大概 7.5%、缩短工期大约 6.2%。

另一关键影响因素是施工组织与现场管理质量，研究表明优秀的施工组织方案能有效提升资源利用率并削减窝工和返工现象且管理效率指数每增加 0.1 施工阶段成本就可降低大概 2.3%，数据还显示施工现场管理水平评分每涨 1 分（满分 10 分）时材料损耗率平均下降 1.7 个百分点并且施工质量缺陷率也降低 2.2 个百分点进而返工和维修成本得以减少，并且工期的影响也不能小觑因为工期太短会因赶工而增加大约 6%~12% 的额外成本，工期延长的话每延长 10% 间接费用就会增加约 3.5%~5.2%，需要注意的是施工安全管理等级每提升一个等级（总共五个等级）虽然前期投入会上涨约 1.2% 但安全事故率能减少大概 15.7% 长远来看总造价也能降低约 1.8%。

## 2.3 材料与人工成本的影响分析

建筑造价的主体部分由材料和人工成本共同构成，实证分析表明这两个因素对总造价有 18.6% 的影响度<sup>[2]</sup>。就材料因素而言，主要建筑材料价格波动对造价影响明显，2019-2023 年期间钢材价格波动幅度达 38.2%、混凝土价格波动幅度为 21.5%，这使得工程造价随之变动 7.8%~12.3%。研究数据表明，材料采购策略和时机的选择对造价控制非常关键，采用集中采购模式的项目比分散采购平均能节省材料成本 8.3%，而与战略合作伙伴合作的项目在原材料价格大涨时价格上涨幅度平均比市场低 7.6 个百分点。

在人工成本方面，近五年建筑业劳动力成本每年平均上涨 8.2%，这一涨幅远超通胀率，并且数据分析表明不同技术等级工人之间的工资差距在增大，其中高技能工人工资增长了 12.1% 而普通工人只增长了 6.8%。劳务分包

模式给人工成本带来显著影响，因为专业劳务企业分包模式与临时用工模式相比效率要高 15.7%，虽然其单位人工成本高 10.3%，但总体人工成本能降大约 5.2%。需要注意的是，建筑工业化水平每提升 10 个百分点，现场所需人工量就减少大概 13.6% 并且对专业技术人员的需求增加 8.2%，整体人工成本也会下降约 4.5%。调查还显示，智能建造技术应用程度每升一个等级（总共 5 个等级），人工投入就能减少大概 9.7% 且设备和技术成本会增加约 7.2%，不过净效益依然是正的。

## 2.4 管理和市场因素的影响程度评估

建筑造价受管理和市场因素的综合影响达到 33.4%，其中管理因素贡献了 17.8%，市场因素贡献了 15.6%。在管理因素中，项目管理团队的专业能力和经验是关键影响变量，因为团队管理经验指数每增加 0.1，工程造价优化率就会提升大概 3.2%<sup>[3]</sup>。实证数据表明，采用全过程工程咨询的项目和传统管理模式相比平均能节省造价 5.7%，并且信息化管理程度每提升 10%，项目管理成本可降低约 4.1% 且施工阶段变更率也能减少大概 9.2%。

在市场因素这块儿，区域市场的竞争程度以及价格水平给造价带来很大影响，竞争度指数每涨 0.1，造价平均就会降 2.8%，而且 2020 到 2023 年的时候，一线城市的建筑工程造价跟四线城市相差 26.7%，这差距还有变大之势，并且市场供需关系的波动也是影响造价的关键因素，建设达到高峰时，劳动力和材料缺货，价格就上涨，使得工程造价平均增加 6.5%，另外宏观经济环境对造价也有间接却长远的影响，因为实证数据显示地区 GDP 增长率跟建筑造价有显著的 0.63 的正相关性，这意味着区域经济发展水平影响着建筑市场价格的整体形成机制。

## 3 建筑造价优化的策略建议

### 3.1 设计阶段的造价控制策略

建筑造价控制中设计阶段是关键节点，因其决策影响后续 70%-80% 的项目总成本，本研究实证分析表明设计方案优化对造价控制的贡献率达 26.7% 之高而其他因素远不及此，所以有效的设计阶段造价控制策略需包含如下内容：推行价值工程方法，在保证功能需求的基础上系统地评估设计方案的经济性，因为中国建筑业协会 2023 年的数据称应用价值工程的项目平均能降 10%~15% 的造价。加强设计限额管理，构建以目标成本为导向的设计评审机制，让设计各阶段严格控制在投资限额之内。采用建筑信息模型（BIM）技术，靠参数化设计使设计方案与造价实现实时关联分析，住建部 2022 年的统计显示 BIM 技术在设计阶段应用可减少约 30% 的设计变更并节省 3%~

5%的造价。

### 3.2 施工阶段的成本优化方案

建筑造价在施工阶段实际发生的量最大,研究显示施工管理水平和材料采购策略这两者对造价的实际发生有着高达 39.9%的总贡献率,所以针对施工阶段的成本优化有如下方案:其一,优化施工组织设计以及工艺选择,通过对比施工方案的技术经济性来选出施工工艺和方法中最好的那个,因为中国建筑科学研究院 2021 年的研究表明工艺选择合理能将施工成本降低 8%~12%。其二,推行“工厂化生产、装配化施工”模式以实施精益建造管理从而减少现场施工浪费并且提高资源利用效率。其三,建立战略采购与供应链管理体系,用集中采购、长期战略合作等手段把材料成本降下来,有数据表明大型建筑企业采用战略采购后材料成本平均降低了 7%~10%<sup>[4]</sup>。其四,构建实时成本监控系统,借助物联网和大数据技术让施工过程资源消耗的管理可视化以便及时发现成本偏差并予以纠正。

### 3.3 全过程造价管理的整合建议

全过程造价管理这一关键环节把设计和施工连接起来,所以得建立起一个贯穿项目全生命周期的一体化造价管理机制。要先建立项目成本分解结构(CBS)和工作分解结构(WBS)之间的对应关系以达成造价管理与项目进度、质量管理的协同,然后构建起运用 BIM、大数据、云计算等技术的数字化造价管理平台来实现造价信息的动态更新与共享。住建部 2023 年的统计显示,全过程数字化造价管理被采用的项目造价精确度能提高 15%~20%且成本超支率可被控制在 3%以内。还得加强造价管理专业团队建设,提高造价工程师的数字化应用能力以及全过程管理水平,从而形成专业协同的造价管理生态。

## 4 结论

本研究经由实证分析揭示出建筑造价影响因素的关键构成与相对重要性,结果显示造价控制受设计阶段方案优化的影响最为显著(贡献率达 26.7%),其次为施工管理水平(21.3%)、材料采购策略(18.6%),并且项目管

理团队能力和市场价格波动这两个因素也不容小觑(分别为 17.8%、15.6%),依据上述发现本研究提出从设计、施工以及全过程管理三个维度优化造价的策略,在当下中国建筑业转型升级的关键时刻,项目造价控制面临材料价格波动加剧、人工成本持续攀升、绿色建筑与新技术应用等诸多新挑战,国家统计局数据显示 2020 到 2023 年建筑材料价格波动幅度达 15%~20%且人工成本每年平均增长率为 8.5%左右,这些都让造价控制更难了。

建筑行业面临诸多挑战,需要从传统的被动的事后控制转变为全过程的主动管理并且从单纯的追求成本控制转变成创造价值,未来造价管理的发展主要体现在三个方面即数字化转型、绿色低碳以及全寿命周期成本管理。首先得加快数字化转型步伐,把 BIM、人工智能、大数据等技术深度融入造价管理全过程以达成造价管控的智能化与精准化,其次要重视绿色低碳理念,在项目前期就要充分考虑建筑全寿命周期成本并平衡好初始投资和长期运营成本之间的关系,再次要构建起跨专业协同的造价管理体系,打破设计、施工、运维等环节的信息壁垒从而实现造价数据的无缝衔接与共享,实施这些策略能有效优化建筑造价构成、提升投资效益并推动建筑业实现高质量发展<sup>[5]</sup>。

### [参考文献]

- [1]张秀娟.建筑企业价值影响因素的实证分析[J].运城学院学报,2014(3):64-67.
- [2]成会鹏.建筑工程管理影响因素分析及优化建议[J].经贸实践,2017(15):221.
- [3]陈建锋.建筑工程造价的影响因素分析[J].建材与装饰,2017(20):130-131.
- [4]艾巨泉.分析影响建筑工程造价的主要因素及优化措施[J].江西建材,2016(8):261-265.
- [5]杨泽众.茶馆建筑工程造价影响因素及优化分析[J].福建茶叶,2020(12):118-119.

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。

## 论建筑项目土建造价成本管理的控制策略

牛晓玉

河北慧德工程项目管理有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]工程造价的前身是“建筑工程概预算”,指建筑开展前期统计固定资产投入费用和需要消耗的资产,包括土建工程范围内的建设、恢复及维修等费用,所以做好建筑项目土建造价成本管控是非常重要的。管理人员应更新管理理念,顺应时代发展潮流,借助物联网、人工智能等现代化技术手段,辅助决策阶段、设计阶段、招投标阶段及施工阶段土建造价成本管控,将土建工程成本控制在预算范围内,达成成本控制目标,促使建筑项目创造较高的经济效益和社会效益。本篇文章着重分析建筑项目土建造价成本管理的控制策略。

[关键词]建筑项目;土建造价;成本管理

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18233 中图分类号: TU723 文献标识码: A

### Discussion on Control Strategies for Cost Management in Civil Engineering Construction Projects

NIU Xiaoyu

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

**Abstract:** The predecessor of construction cost is "construction project budgeting," which refers to the preliminary statistical calculation of fixed asset investment costs and asset consumption required for construction projects. This includes expenses related to construction, restoration, and maintenance within the scope of civil engineering. Therefore, effective cost control for civil engineering in construction projects is crucial. Managers should update their management concepts, align with the trends of modern development, and leverage modern technological tools such as the Internet of Things and artificial intelligence to assist in cost control during the decision-making, design, bidding, and construction phases. By keeping civil engineering costs within budget limits and achieving cost control objectives, construction projects can generate higher economic and social benefits. This article focuses on analyzing the control strategies for civil engineering cost management in construction projects.

**Keywords:** construction project; civil engineering cost; cost management

### 引言

土建工程造价成本管理是建筑项目管理的重点内容,对于保障企业经济效益有积极的促进作用。管理人员需要基于建筑项目资料、相关规范要求、土建工程施工方案及施工现场实际情况等,综合考虑可能影响土建造价成本的因素,并预测土建造价成本的合理区间,制定可行性的工程预算方案及成本控制目标,以便管理人员有目的性、有针对性地管控土建施工的各个环节、各个方面,规避超预算现象,降低工程总成本。

#### 1 建筑项目土建造价成本管理的控制体系

##### 1.1 明确土建内容

土建工程是建筑项目的基本组成部分,其施工进度、施工质量、施工成本直接决定该项目的经济效益和社会效益。为保障土建施工质量的同时尽量降低土建造价,需要

明确土建内容,结合相关规范要求及建筑项目特点,制定并有效落实成本管理计划。具体而言,土建内容包括以下几方面,即:

制定土建施工方案。施工单位应在前期准备阶段详细了解建筑项目的基本情况、施工现场环境、地质勘察信息等,综合考虑可能影响土建施工的因素,如地形地貌、地质条件、气候条件等,按照相关规范要求,科学合理地制定土建施工方案,明确施工技术、工程量、施工流程、施工工艺及注意事项等,为后续规范化、标准化及科学化施工提供参考依据。

合理安排土建工期。由于土建施工可能受气候环境变化影响,需要基于工程量合理安排土建工期,通过科学分配人力、物力、财力,集中进行土建施工,在一段时间内顺利完成施工任务,避免出现质量隐患或安全隐患,导致

建筑项目建设预期难以达成或者土建造价成本增加。

加强建材施用控制。施工材料是土建施工的基本组成部分,其采购是否合理、使用是否规范直接影响土建造价成本。为高质高效地完成土建工程,需要高度关注材料采购与使用。材料采购方面需要了解建材市场行情变化,结合土建施工需要,科学制定材料采购计划,比较不同供应商提供的材料,选择高质量、高性价比的土建材料。材料使用方面应依据施工方案配置不同种类的施工材料,满足施工需求,避免造成材料浪费。

加强施工现场监督。土建施工过程中存在诸多不确定因素,可能给施工工艺操作带来负面影响,导致施工质量不佳或施工成本增加。组织相关工作人员负责土建施工现场监督,及时识别负面影响,制定并实施针对性处理措施,创造良好的施工现场环境,保障土建施工顺利向前推进。

### 1.2 建立组织机构

切实有效执行建筑项目土建造价成本管理的前提条件是建立完善的组织机构,通过确立参与成本管理的部门,并且明确各部门的职责与权限,以便各部门之间进行有效沟通,基于建筑项目土建工程的基本情况、相关规范要求及土建造价要求等,统筹规划,制定成本管理计划,有针对性地管控土建工程设计、招投标、施工作业等阶段,在保证土建施工质量的前提下尽可能地降低土建造价成本,努力实现建筑项目效益最大化。对于组织机构的建立,还可以通过抽调相关部门的工作人员,组建土建造价成本管控的团队或者小组,全权负责成本管理职责,并制定责任制,将具体的管理职责落实到管理人员的身上,使之采用ERP系统等方法或手段进行土建造价成本管控,将成本控制在预算范围内。

### 1.3 完善管理制度

建筑项目土建造价成本管理工作执行的过程中可能受人员等因素影响,导致管理效果不佳。为提高土建造价成本管控的有效性,应构建健全的、完善的成本管理制度,充分发挥约束作用和规范作用。相关管理人员一方面深入研究建筑项目相关的政策法规,明确土建工程建设的标准及要求;另一方面总结以往土建造价成本管理经验的,明确可能出现的管理问题或者管理漏洞。在此基础上结合成本管理属性、特点及作用等,科学合理地制定成本管理制度,明确管理目的、管理内容、管理细则等,规范土建造价成本管理,促使该项工作有依有据、科学合理地落实,充分发挥管理作用,如对土建造价成本予以核算,保证各类开支均控制在预算范围内;提前预警可能出现的风险因素,调整施工方案,保障土建施工顺利向前推进,避免发生超

预算现象。

### 1.4 加强信息化建设

建筑项目土建造价成本管理内容较多,且比较琐碎,这在一定程度上增加管理人员工作难度,容易出现成本管控不到位等情况,导致成本管控效果不达预期。重视并推进成本管理信息化建设,根据土建造价成本管理的特点,运用信息化技术手段构建成本管理系统,实时采集土建施工相关数据信息,并运用数据处理功能进行数据整合分析,及时发现影响土建造价成本的因素,以便管理人员有侧重性、有针对性地落实成本管理工作,提高管理效益。例如依托互联网技术将现场设备连接到云端服务器,实时监控施工现场,采集土建施工相关数据信息,传输至监控中心,以便管理人员远程监测与控制,避免工程变更、材料浪费等情况发生,将土建造价成本控制在预算范围。

## 2 建筑项目土建造价成本管理的控制策略

### 2.1 科学编制工程预算与成本控制目标

有效落实建筑项目土建造价成本管理,充分发挥管理效能,避免出现超预算现象发生,需要科学编制工程预算与成本控制目标,为成本管控工作指明方向。由业务能力较强的工作人员负责预算编制,要求其做好前期调研工作,包括了解建筑项目土建工程的工程量、相关规范要求、建材市场行情变化等,综合考量,依据土建工程建设标准,科学合理地制定成本控制目标。在此基础上细化土建工程,明确各个施工环节资源配置情况,编制与之相匹配的工程预算方案。

为提高工程预算编制与成本控制目标的科学性、合理性,具体工作过程中工作人员应采用大数据技术构建土建造价预测模型,通过预测土建造价变化区间,为成本控制目标设置及工程预算方案制定提供参考依据。对于土建造价预测模型的构建,应利用大数据技术广泛搜集建筑项目土建工程相关的数据信息,包括材料价格、气候条件、地质条件、机械设备等,整合分析数据信息,识别不同建筑项目土建工程的共性与差异,进而生成土建造价预测模型。将本次建筑项目土建工程的工程量、施工技术、地形地貌、地质条件等方面数据信息导入预测模型,利用机器学习算法进行整合分析,生成关于本次建筑项目土建造价预测报告,指导工作人员有针对性地进行工程预算编制与成本控制目标设置,为后续有效落实土建造价成本管控工作创造条件。

### 2.2 优化设计阶段土建造价成本的管控

建筑项目土建工程设计方案是指导土建施工的范本,直接影响土建施工质量,间接影响土建造价成本管控效果。

为达成成本控制目标,需要管理人员对土建工程设计阶段予以管控。从切实有效控制土建造价成本的角度出发,跟踪了解设计方案规划与制定的全过程,要求设计人员综合考量施工质量、施工成本和施工进度等方面,科学选用施工材料、技术工艺、机械设备等,从而提高工程量准确性。为进一步优化设计阶段土建造价成本管控效益,应依据价值工程理论,完善设计部署,如优化设计建筑通风、建筑采光、使用功能、周边环境协调性等;分析建筑项目与成本之间的关系,优化调整建筑细节,以此保证建筑项目科学性和合理性的同时求得最低总成本。

### 2.3 加强招投标阶段土建造价成本管控

建筑项目土建造价成本管理的有效控制,力求实现利益最大化,应正确认识招投标工作的重要性,按照相关招投标制度要求,安排业务能力较强的工作人员搜集整合建筑项目土建工程相关资料,统筹规划,科学编制完整的、适应的招标文件,邀请优秀施工单位参与投标,通过组织专家进行评标,选择最为适合的施工单位,建立合作关系,使之全权负责建筑项目土建施工,在保证土建施工质量的同时,尽可能地将施工成本控制预算范围内,达成成本控制目标。实际土建工程招投标活动开展可能受到多种因素影响,如政策因素、人员因素等,出现恶意中标等情况,直接影响土建造价成本管控效果。为实现成本控制目标,应利用人工智能等现代化技术手段辅助招投标工作。

在开展招标工作的过程中相关工作人员应利用人工智能技术进行自然语言处理,对招标文件的文本予以深入且全面的解读,提取建筑项目关键要素,如工程量、施工方案、技术方案、工程造价等。再与标准数据库对比分析,快速评估和判断工作人员编制的招标文件是否合理、可行,提出修改意见,以便工作人员有针对性地修改文件内容,提高招标文件的有效性和可行性。在评标过程中利用人工智能技术的深度学习算法筛选、整理及应用历史招投标数据信息,构建评分模型,之后将本次评标的标准及投标方案信息导入模型,自动识别投标方案的潜在风险点,如技术方案不够完善、工程报价异常、施工计划不够科学等,通过公平公正、客观合理的评价,选择最优投标方案,为评审人员制定科学的中标决策提供参考依据。又因为投标价格直接影响土建造价成本,采用 AI 技术搜集和分析历史建筑项目投标价格,确定建筑项目土建工程报价的合理区间,以此为参考对投标活动中投标价格予以监控,避免出现报价过高或者过低的情况。如若存在报价过低的情况,利用 AI 技术进行智能诊断,预测可能出现的潜在风险,警示工作人员注意控制报价,避免出现后续费用增高的情况。

### 2.4 落实施工阶段土建造价成本的管控

土建施工阶段造价较高,如若不加强成本管控,则可能出现资源浪费的情况,导致工程成本增加,影响建筑项目的经济效益。管理人员应进驻施工现场,详细查看建筑项目资料、巡视施工现场实际情况,结合相关规范要求,综合分析土建施工可能存在的负面影响,如材料因素、设备因素、人员因素等,制定并实施针对性的成本管控计划。由于施工材料费用占土建工程总投资的 65%左右,直接影响土建造价成本,因此管理人员应参照预算方案对施工材料采购与使用予以严格管控。一方面需要采购人员借助信息化技术搜集施工材料相关的数据信息,并对数据信息予以处理,了解土建施工需要的原材料的种类及报价,综合考虑,制定可行的采购计划,通过与供应商有效沟通,选择高质量、高性价比的施工材料,有效控制材料费用。另一方面要求施工人员根据土建施工方案及图纸,准备及规范使用施工材料,尽可能地避免施工材料浪费。根据土建施工需求确定需要应用的机械设备,如挖掘机、压实机等,通过了解不同厂家的报价,综合对比,选择最为适合的厂家,与之签订供货合同,提供型号适合且报价合理的机械设备。

施工人员作为土建施工的主体,其施工操作行为直接决定施工质量达标与否。为避免出现返工等情况,增加土建造价成本,应在施工准备阶段组织开展技术交底活动,详细向施工人员说明施工技术要点、施工流程、施工工艺及注意事项等,促使施工人员熟练掌握施工技术,严格按照施工标准进行土建施工。与此同时,为及时发现并处理质量隐患,采用物联网技术,将配套设施安装在施工现场,实时采集土建施工相关数据信息,如设备运行数据、施工人员施工效率、物料消耗情况等,将数据传输至监控中心,运用数据处理功能对土建施工数据信息予以整合分析,客观反映土建施工状况,以便管理人员动态调整成本管控工作,充分发挥管理效能,实现成本管理目标。例如,整合处理数据,识别机械设备异常,立即发出预警信号,促使管理人员快速响应维修需求,安排维修人员对存在异常的机械设备予以检查与处理,消除负面影响,促使机械设备保持最佳运行状态,避免出现停工或者设备无法使用情况,将土建造价成本控制在预算范围内。例如,识别物料异常消耗的情况,并自动生成优化物料采购与配置的方案,以便管理人员有针对性地管控施工材料,避免供应链风险发生的同时规避超预算现象。

### 3 结束语

综上所述,在当今建筑市场竞争激烈的环境下,为了

实现建筑企业的健康发展,必须提高企业的核心竞争力,加强建筑项目土建工程全过程的造价成本管控力度,通过依托现代化技术手段跟踪管控设计、招投标及现场施工等环节,优化配置、合理运用资源,将工程成本控制在预算范围,实现成本控制目标,达成建筑项目利益最大化的目的。

#### [参考文献]

- [1]陆婉玲.土建工程造价预结算与施工成本管理问题的探究[J].居业,2025(9):166-168.  
[2]李亚琳.智能化技术在土建工程造价管理中的应用路径

研究[J].居业,2025(7):208-210.

- [3]谢佳琼.土建工程造价成本管理的控制方法分析[J].福建建设科技,2024(5):136-137.  
[4]温芯星.关于土建工程造价成本管理的控制方法分析[J].绿色环保建材,2021(11):138-139.  
[5]崔书华,刘建印,冯良,等.建筑项目土建造价成本管理的控制策略[J].江西建材,2021(5):237-239.

作者简介:牛晓玉(1990.5—),女,毕业院校:河北科技大学,专业:工程管理,所在公司:河北慧德工程项目管理有限公司,职务:土建组主管,职称:中级工程师。

## 工程预算管理对建筑工程造价控制的作用

何琳

河北建研高科科技有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]在建筑工程项目建设期间,工程预算管理能立足项目实际,全面预测、规划、控制以及分析成本,以实现对工程造价的有效控制。近年来,建筑行业市场竞争激烈程度不断加剧,加之客户需求的不断变化,企业需要加大管理力度,全面提升管理水平,灵活应对各类挑战。为实现此目标,可以加强过程预算管理的应用,对工程成本严格管控,实现工程经济以及社会效益最大化。鉴于此,本篇文章主要以建筑工程造价控制为切入点,深入分析工程预算管理在其中的作用。

[关键词]工程预算管理;建筑工程造价控制;作用

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18232 中图分类号: TU723 文献标识码: A

## The Role of Engineering Budget Management in Cost Control of Construction Projects

HE Lin

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

**Abstract:** During the construction period of a building project, project budget management can be based on the actual situation of the project, comprehensively predict, plan, control, and analyze costs, in order to achieve effective control of project costs. In recent years, the competition in the construction industry market has been intensifying, coupled with the constantly changing demands of customers. Enterprises need to increase their management efforts, comprehensively improve their management level, and flexibly respond to various challenges. To achieve this goal, it is possible to strengthen the application of process budget management, strictly control engineering costs, and maximize the economic and social benefits of the project. In view of this, this article mainly takes the cost control of construction projects as the starting point, and deeply analyzes the role of project budget management in it.

**Keywords:** engineering budget management; cost control of construction projects; role

### 引言

新时期下,建筑行业发展速度在不断加快的同时,竞争也日益激烈,企业若想在市场中获得更大份额,需要对工程成本严格控制。在建筑工程造价控制期间,工程预算管理在其中发挥重要作用,其准确性、有效性与企业核心竞争力有直接联系。故而,相关人员应该对工程预算管理深入研究,明确其具体作用,同时从工程实际出发,制定合理的应用对策,保证造价控制效果在提升的同时,建筑工程能实现高质量发展。

### 1 建筑工程预算与造价控制的关系

在建筑工程建设中,工程预算和造价控制之间有密切联系。从工程总价控制的角度分析,工程预算是其基础,通过预算,可以确定工程造价,并且对造价有效控制。在预算编制过程中,需要从工程整体角度出发,全方位分析和预测项目成本。在此环节,项目管理人员能及时发现成本控制中存在的不足或问题,有针对性地制定解决对策,

以提升造价控制有效性<sup>[1]</sup>。

通过建筑工程预算,能为工程造价控制提供可靠的参考依据。诸如结合工程项目实际,将预算成本和实际成本对比,项目管理人员能第一时间找出成本偏差,并在偏差原因的深入分析下,制定切实可行的应对措施,以便工程造价成本能始终处在预算范围内,有效控制超支风险,促进工程经济效益的提升。

## 2 工程预算管理对建筑工程造价控制的作用

### 2.1 确保施工图设计可行性和科学性

在建筑工程项目建设期间,施工图纸作为书面依据,其作用不言而喻。但是,部分设计人员在对施工图纸设计过程中,多采用相关项目的历史数据,没有在项目前期对施工场地进行全方位的勘察,广泛搜集与项目有关的资料信息,导致设计缺乏合理性和可操作性,施工期间出现诸多问题。加强工程预算管理的应用,上述问题能有效规避。立足工程实际,编制详细的预算方案,可以促进设计分析

效率的提高,避免图纸设计中出现错误。并且,通过对施工图纸的仔细、严格核查,了解设计标准是否与行业相关规定和标准一致,能在施工前将设计中的缺陷或者隐患,有针对性地制定解决办法,进一步优化施工方案,确保施工作业在正常推进的同时,施工成本的控制效果能达到最佳,从整体角度上提升造价管理有效性<sup>[2]</sup>。

## 2.2 实现对工程造价的科学控制

若想保证建筑工程项目有序进行,需要制定一份细致、完整的策划书。同理,在进行建筑工程造价控制期间,可以依靠工程预算,使造价控制更为科学。针对造价控制,可以将工程预算作为起点,各项经济活动的开展均以预算为基准,包括企业贷款、合同签订等。通过此种方式,造价控制的科学性能提升。在项目计划制定前,管理人员应该对项目的总体建设成本充分考量,以免出现造价控制不到位的情况<sup>[3]</sup>。同时,以施工合同为依据,结合具体的内容和要求,将项目资金合理分配给各建设部门,以便预算效果能达到预期,为后续工程建设打好基础。此外,预算还考虑了材料的使用效率,根据项目要求选择合适的施工技术,合理对材料进行配比,对材料的充分使用大有裨益,能防止材料出现损耗的情况。在设备成本方面,工程预算管理能以施工需求、设备性能以及价格等因素为参考,选择与工程相适应的设备型号,采用租赁、购买等形式,有效对设备的成本进行控制。在设备的维护、保养等方面,同样加强重视,确保设备的运行能始终保持稳定,降低设备故障出现概率,避免成本增大。通过对工程成本的精准预算,企业能对施工期间所需的资源精准把握,灵活地进行分配和应用,从源头遏制成本超支、浪费等现象。

## 2.3 促进建筑工程规范施工

工程预算管理除了是企业顺利施工的重要工具,也是保证施工质量和进度的依据。针对建筑工程而言,其具有施工环节多、工序复杂、技术要求高等特点,因此需要将工程预算管理的指导作用发挥出来。通过预算管理,企业能对施工过程进行全面控制,尤其是预算方案,能对施工起到指导和规范的作用,以便各施工环节能以既定的标准和计划推进。通过此方式,施工活动的实施能始终保持稳定和连续,同时也可以将施工操作不合理引发的施工质量问题、进度延误等风险降低。并且,结合工程项目实际制定详细的预算,可以合理规划各项费用,帮助企业精准掌握施工阶段需要的各类资源,包括人力、财力等,使资源的分配更为合理,防止资源出现闲置、浪费等问题。此外,工程预算管理对施工组织、流程的优化有促进作用,将施工速度加快,让项目在规定时间内高质量完成。诸如,如

果施工任务需要应用的劳动力多,此时可以借助工程预算管理对人力资源进行提前预测以及规划,以便施工人员的数量、技能水平能达到施工标准,从源头避免出现劳动力过剩或者紧张的情况<sup>[4]</sup>。

## 2.4 可以实现资金的充分利用

工程预算编制工作包含的内容颇多,涉及的范围广,专业的不同,划分上比较复杂,为避免出现问题,实现对工程造价的有效控制,应该加强工程预算管理,有效分配和使用资金,减少资金的滥用、浪费等。以建筑工程预算成果文件为基准,可以对各阶段的资金需求了然于心,结合工程实际灵活地调整,以达到对施工成本合理控制的目的。

## 2.5 促进工程竣工结算水平的提升

在建筑工程中,竣工结算是收尾环节,与项目成效和产出有直接联系。在此环节,可以加强工程预算管理,以便结算工作能正常进行。具体而言,根据工程实际,收集和整理与之相关的资料,输入计算机系统中保存,为后续资料查询和使用提供便利,保证时间成本在节约的同时,工程造价能得到控制。同时,通过严格的工程预算管理,对竣工结算工作严格审查,保证实际支出额度和工程造价不会出现偏差过大的问题。针对审查期间发现的问题,及早发现并处理。

## 3 工程预算管理在建筑工程造价控制中作用的发挥对策

鉴于工程预算管理在建筑工程造价控制中的作用,为将其充分发挥,提升造价控制有效性,让项目在既定的成本内高质量完成。

### 3.1 做好预算编制工作

在建筑工程造价控制期间,工程预算编制作为不可缺少的重要环节,为实现工程预算的有效管理,需要在前期安排专业人员对施工现场进行全方位调研,收集与工程项目有关的资料信息,内容涵盖周边环境、地质条件等。对于复杂地质区域,施工作业可能使基础处理成本增大。对此,前期应该精准、合理地进行评估,并加强先进预算编制方法的运用,包括 BIM 技术等,实现三维可视化建模,对工程量准确计算,保证传统手工计算的误差彻底规避。依靠 BIM 技术,可以根据具体情况进行灵活调整,与设计变更相适应,保证预算能够做到实时、动态更新。同时,定额及价格信息也要做到合理,定额应与本地实际施工水平相贴合,价格信息则要以近期市场行情为基准,不能因为材料价格波动幅度大或人工费用调整而出现预算偏差。诸如,针对钢材价格,如果出现波动的情况,预算编制期间不能合理、准确地进行评估,施工过程中不可避免会出

现超支现象。故而,相关人员应该将预算编制工作做到位,提升编制的准确性、科学性,以便后续工程造价能得到有效控制,让预算成为造价控制的重要依据<sup>[5]</sup>。

### 3.2 加强预算执行过程的监督和控制

建筑工程施工作业具有环节多、周期长的特点,预算执行阶段出现偏差的概率较高。对此,应该建立健全的动态监督和控制体系。具体而言,设立专门的工程造价监控小组,将工程造价、施工技术人员等包含在内,对施工进度、预算执行情况定期或不定期检查,保证异常情况能及时发现和处理。诸如,每月对比实际进度和计划进度,对资金使用情况深入分析,了解是否有超预算的情况。同时,加强信息化技术的利用,实现动态跟踪。通过借助项目管理软件,将施工进度、材料采购等各类数据信息输入软件中,通过与预算数据的对比和分析,找出异常现象。诸如,若发现某一阶段材料采购超出预算,需第一时间查明原因,确定是否与材料价格上涨、采购量超标等因素有关,针对性地制定解决对策。此外,建筑工程施工期间,不可避免会出现设计变更、施工方案调整等情况,每项变更均要经过造价评估,超出预算部分要对原因详细说明,上报给上级审批,保证预算不会出现失控的情况,让造价始终稳定在可控范围内。

### 3.3 建立健全的预算管理机制

在建筑工程预算管理过程中,需要有完善的制度支撑,以促进预算管理效果和准确性的提高。在管理期间,对预算编制、执行、考核等各个环节加强重视,合理对职责加以划分,明确各环节的操作流程,并根据实际情况进行优化与完善,保证预算管理的整个链条能更为有序和高效,让各个环节做到无缝衔接,可以积极协调和配合。同时,制定清晰、健全的预算编制流程及标准,将预算编制方法、依据、时间节点等内容涵盖在内,以便预算编制工作能将实际情况真实、精准反映出来,提升工作的合理性、规范性,使预算管理高效执行,从整体角度上提高预算管理水平。

### 3.4 重视预算审核和结算环节

预算审核与竣工结算是工程造价控制的收尾环节,需要给予高度重视。在预算审核过程中,聘请专业第三方机构或专家团队全方位审核预算,将关注点放在工程量计算准确性、定额套用合理性、取费标准合规性等检查上。诸如,在审核过程中,如果发现预算中某项工程量计算结果存在错误,出现多计的情况,此时要第一时间纠正和处理,保证不会发生资金大量浪费的情况。在竣工结算阶段,应该以合同条款、施工图纸、变更签证等各项资料为依据,

逐项对费用进行核实。针对施工单位多报工程量、不合理索赔等问题,应该予以剔除。并且,对隐蔽工程验收记录密切关注,尤其是结算的主要依据。比如:对于地下防水工程,在验收过程中,如果出现记录不完整,竣工结算期间可能有争议发生,因此要格外注意。在竣工结算后,对造价进行深入分析和总结,通过将实际造价和预算比较,分析二者出现偏差的具体原因,积极总结经验和教训,为后续项目的顺利开展提供保障。通过严格的审核,可以将造价漏洞堵住,让造价控制更为完整和有效。

### 3.5 积极应用先进预算管理方法和技术

为提升工程预算管理有效性,让造价得到合理控制,还应该加强先进预算管理方法和技术的应用。在实际管理过程中,利用信息技术搭建预算管理系统,在云计算、大数据等手段的辅助下,对预算数据实时更新和共享,保证预算管理工作在顺利进行的同时,整个过程能更为准确和高效。通过对先进技术的运用,预算管理人员的工作压力和负担能够减轻,以往复杂的手工操作流程能得到简化,同时也可以避免人为错误,让预算管理真正做到准确无误。诸如,通过对数据分析工具的合理利用,可以短时间内对预算偏差进行识别,根据实际情况优化和调整;依靠云端协作平台,相关人员可以远程对预算信息进行查看,节约工作时间,促进工作效率的提升。

### 3.6 全面提升预算编制人员水平

为将工程预算管理的作用充分发挥出来,在工程造价控制过程中,应该全面提高预算编制人员的综合能力与水平,定期组织人员进行培训,内容涵盖预算编制理论知识、实务操作、行业最新发展趋势、预算管理软件使用等各个方面。通过系统、专业的培训,相关人员的技能水平、综合素质均能得到提升,可以更好地融入工程预算管理中。在培训学习期间,需要制定明确的计划以及目标,对培训的方式及时间灵活安排,同时邀请行业内资深专家或经验丰富的预算管理人员进行讲解,定期组织人员进行实地考察和案例分析,以保证其实践能力可以不断提高。

## 4 结束语

综合而言,工程预算管理通过事前、事中、事后全过程的介入,为造价控制提供了全方位的保障。通过采取做好预算编制工作、积极应用先进预算管理方法和技术等措施,预算管理能力和水平不仅能提升,还能实现对造价的有效控制,达到建筑工程效益最大化的目标。因此,企业应该给予工程预算管理高度重视,在现有措施的基础上,尝试将更多新方法、新理念应用在管理中,以便项目在顺利进行的同时,建筑工程的可持续发展进程能得

到深入推进。

[参考文献]

- [1]杨金梅.工程预算在建筑工程造价控制中的应用[J].价值工程,2025,44(18):106-108.
- [2]曾雪云.工程预算与造价管理在建筑与房地产经济发展中的影响及策略研究[J].建筑与预算,2025(5):52-54.
- [3]韦陈柳.建筑工程造价控制中工程预算的有效应用探究[J].建材发展导向,2025,23(9):91-93.
- [4]李萌.建筑工程造价控制中工程预算管理应用[J].四川建材,2025,51(2):214-216.
- [5]楚中杰.工程预算管理对建筑工程造价控制的作用[J].销售与管理,2024(32):120-122.

作者简介：何琳（1992.10—），女，毕业院校：河北工业大学城市学院，所学专业：土木工程，当前就职单位：河北建研高科科技有限公司，职务：造价咨询部工程师，职称级别：工程师。

## 论土建工程造价成本管理的控制方法

于立然

河北慧德工程项目管理有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]伴随着我国改革开放的持续深入,城市现代化建设步伐也不断加快,这也增加了土建工程项目数量,工程建设规模明显扩大。在土建工程项目建设过程中,为了有效保证工程项目的经济效益,在项目实施期间应加大造价成本管理力度,严格控制工程成本支出,提升工程造价管理水平。为了实现此目标,土建工程建设单位应深刻认识到造价成本管理的重要性,明确影响工程造价的主要因素,并有针对性的采取控制方法,使造价成本得到严格管控,进一步保证土建工程项目的投资效益,促进我国建筑行业的经济发展。

[关键词]土建工程; 造价成本管理; 控制方法

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18230 中图分类号: TU723 文献标识码: A

### Discussion on the Control Methods of Cost Management in Civil Engineering Projects

YU Liran

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

**Abstract:** With the continuous deepening of Chinese reform and opening up, the pace of urban modernization construction has also been accelerating, which has increased the number of civil engineering projects and significantly expanded the scale of engineering construction. In the process of civil engineering project construction, in order to effectively ensure the economic benefits of the project, the cost management should be strengthened during the project implementation period, and the engineering cost expenditure should be strictly controlled to improve the level of engineering cost management. In order to achieve this goal, civil engineering construction units should deeply recognize the importance of cost management, clarify the main factors that affect project cost, and adopt targeted control methods to strictly control cost, further ensure the investment efficiency of civil engineering projects, and promote the economic development of Chinese construction industry.

**Keywords:** civil engineering; cost management; control methods

#### 引言

对于土建工程项目而言,在造价成本管理过程中,应在工程估算的基础上,做好具体的策划工作,确保有效控制项目投资,使土建工程的各项成本支出得到严格控制,使工程项目的投资效益得到提升。因此,对于土建工程项目的造价管理人员,应采取科学合理的控制方法,使造价成本管理工作得到优化,提升工程造价管控成效,提高土建工程项目的经济效益。

#### 1 土建工程造价成本管理的重要性

对于建筑企业来说,其均以经济效益的提升作为主要发展目标,通过加强工程项目的成本管控,可以使企业自身的经济效益得到提高,使企业在市场竞争中占据更多优势,保障企业的长期稳定发展。所以,在土建工程项目实施过程中,建设单位应高度重视工程造价成本管理,使项目实施期间的

资源损耗得到降低,保证企业的经济收益。具体来说,从土建工程项目角度展开分析,在实际开展相关建设项目时,主要采取竞标方式,不仅要保证工程施工质量,还需要严格控制工程成本支出,以此来有效提升竞标成功率。因此,在土建工程项目实施期间,工程造价成本管理发挥出了重要作用,需要管理人员严格管控工程各项环节的成本支出,有效把控工程施工材料、设备以及人工等方面的成本,做好市场调研工作,合理编制造价预算表。与此同时,建设单位还应结合土建工程项目的实际情况,深入分析影响工程造价的主要因素,并采取科学有效的控制策略,使造价成本管控效果得到提高,保障企业自身的经济效益,促进企业的可持续发展<sup>[1]</sup>。

#### 2 土建工程造价成本管理的主要控制方法

##### 2.1 重视设计招投标阶段造价成本管控

在土建工程项目实施过程中,工程设计对造价成本具

有直接影响,因此在设计工程方案时,应对土建工程的经济性和功能性充分考虑,并确保具有良好的通风和采光条件,有效协调周边环境,提升土建工程的性价比。在土建工程设计阶段,为了使工程造价成本管控效果得到提升,应对价值工程理论合理运用,使各项设计部署得到完善,并深入分析产品功能和成本间的关系,以此来得到最佳成本方案。在实践中,应有效收集资料,并科学拟定可行方案,对设计方案展开综合评价,具体包括经济评价与技术评价,对方案价值展开计算,从而选择最优方案,避免出现成本偏差问题。在土建工程项目的招投标阶段,造价管理人员应对造价成本预算工作加大重视,并要采用先进的科学技术手段,对工程预算合理展开模拟与展示,使人员工作压力得到缓解,进一步保证成本预算编制的准确性。例如,在工程造价成本管理期间,管理人员可以运用 BIM 技术,合理构建数据模型,确保在造价成本预算工作中,对数据成本进行直观展示,保证成本预算工作的精细化开展。通过建立模型,可以帮助管理人员对成本情况充分了解,使工程招投标阶段的不可控问题得到有效规避,为后续工程造价成本管理工作开展打好基础<sup>[2]</sup>。

## 2.2 严格管控土建工程施工材料和设备

在土建工程项目的造价成本管理中,应对工程施工材料和设备成本支出加大管控力度,使工程的整体成本支出得到节省。在管理工程材料成本时,应合理选择材料供应商,加强市场调研工作,做到货比三家,有效保证材料性价比。在此期间,工程建设单位应明确材料供应商的资质情况,并做好材料质量检验工作,在保证材料质量的基础上,合理选择价格适宜的材料。与此同时,应合理优化材料的运输工作,做好运输路线的规划和设计,使材料在运输期间的损耗得到减少。在材料运输到施工现场后,应严格建立材料管理制度,做好材料的存储管理,采取有效的保护措施,避免材料质量受到影响。对于土建工程项目的施工设备,应加强设备成本管理,严格管控施工设备的租赁和采购费用。建设单位应结合土建工程项目的实际情况,对工程施工期间的设备使用建立管理制度,优化施工设备的采购与租赁工作,并要做好设备维护和保养工作,使设备故障问题的发生概率得到降低,减少施工设备的维修成本。

## 2.3 加强土建工程施工过程监督和管理

在土建工程项目的施工阶段,应严格监管工程施工过程,有效控制工程的施工成本。对于土建工程的造价管理

人员,应合理规划成本管理工作,采取科学有效的成本管理措施,使工程造价成本管理水平得到提升。为了实现此目标,建设单位应科学合理的构建成本管理制度,并要保证制度的严格落实,合理优化土建工程的各项施工环节,严格监督工程各个节点的成本预算工作,确保成本预算的严格执行。在此过程中,建设单位应有效培养施工人员的思想意识,使其深刻认识成本控制的重要性,并在土建工程项目中采取有效的控制措施,提升造价成本控制水平。在实际管控施工成本时,管理人员应做好现场施工工作的监督与管理,有效控制影响施工成本的各项因素,全面加强成本预算工作,避免产生不必要的成本支出。在施工阶段的造价成本控制工作中,造价管理人员应全面评估各类风险因素,并要合理制定应对预案,使不确定性因素所带来的成本影响得到降低,尤其针对施工单位的索赔事项,需要提前采取应对措施,使索赔纠纷事件的发生概率得到降低,使索赔金额得到减少。与此同时,在工程施工阶段,应建立起完善的成本管控体系,有效监管各项施工作业,确保及时发现问题,并采取有效的解决对策,使土建工程的工期拖延、材料浪费等问题得到有效解决。在此期间,还应高度重视现场签证工作,使签证流程得到合理优化,做好对签证数据的复核工作。除此之外,在土建工程施工中,一旦发现工程造价超出预期,应对超预算问题的产生原因展开分析,并要合理优化未施工部分的设计,使工程成本空间得到简化。对于工程造价管理人员,在工程施工期间应有效总结经验教训,为之后类似的工程项目实施提供参考依据。管理人员还应加强项目决算,从合法、合规、合理等层面严格管控各项成本支出,确保有效评估工程项目收益,为工程造价管理提供参考依据,使土建工程项目的整体造价管理水平得到提高<sup>[3]</sup>。

## 2.4 建立工程造价成本信息共享平台

在土建工程项目的造价成本管控过程中,应合理构建信息共享平台,有效估算工程成本,为后续的成本控制提供参考依据,使土建工程造价成本管理成效得到提升。随着我国科学技术的快速发展,在土建工程造价成本管理期间应引进先进的信息化技术,确保有效整合信息资源,并展开数据分析,为成本控制提供指导,使工程造价成本得到有效管控。通过有效实施平台共享,可以对土建工程项目造价成本信息有效分享,为工程前期决策阶段的成本控制提供造价指标,使建设单位能够精准定位决策,做好资金筹集工作,为土建工程项目实施打好基础。与此同时,

工程造价管理人员应合理运用先进的造价软件,借助大数据与云计算等技术手段,实现精细化的造价管理。在有效共享与更新造价信息后,可以使土建工程造价管理工作效率得到提升,在运用云计算后,可以有效增强计算能力,确保可以高效分析与处理海量造价数据,为工程造价决策制定提供参考依据。除此之外,通过合理运用大数据分析技术,可以对造价数据规律有效总结,并明确数据趋势,确保更为精准的预测与管控工程造价。例如,在对工程历史造价数据展开分析后,可以对施工材料的价格变化展开预测,为采购工作开展提供参考数据,合理制定采购策略,使材料采购成本得到有效控制。在对比同类工程的造价数据后,可以通过数据分析对出现造价偏差的成因加以明确,及时采取调整策略,使工程造价得到降低<sup>[4]</sup>。

### 2.5 科学合理的编制工程造价预算

在土建工程项目的造价成本管理中,应做好工程造价预算的编制工作,合理制定成本预算,为成本控制提供指导,确保获得精细化的预算数据。在土建工程造价成本管控期间,应加强成本估算和预算编制,合理安排专业人员,有效开展预算编制工作,做好预算编制的调研与审核,使预算编制的科学性与合理性得到提升。与此同时,对于工程造价管理人员,应结合土建工程项目的实际情况,科学合理的制定成本控制目标,深入分析土建工程的固定成本和不可控成本,根据工程招投标情况,科学合理的制定成本控制目标。在造价成本管理和控制过程中,管理人员应健全成本控制规章制度,为土建工程施工合理制定预算,严格控制工程环境、材料、人员等成本预算,确保与土建工程需求相符合。在实际编制工程造价预算时,管理人员应做好施工区域的现场调研工作,充分考察现场自然环境,并了解地域特征,合理优化施工环境,保障工程施工作业的顺利开展。对于施工环境,具体包括两种类型,分别是内部与外部环境,其中对于内部环境,应合理优化现场布局,明确材料摆设情况,并确定设备安卸情况。在实际管控内部环境时,可以采取人为干预方式,使环境管理效果得到提升。在项目设计阶段,一旦由于内部环境变化导致工程设计出现偏差问题,将会对工程成本的管控效果产生影响。此外,在工程现场管理过程中,应合理构建长效机制,保证工程项目的系统化运行,确保及时控制与解决相关施工问题。对于外部环境,主要与水文、地貌、天气等因素有关,会导致施工环境发生变化。对于外部环境带来的影响,通常无法依靠人力加以抗拒和避免。

### 2.6 建立土建工程造价成本管理制度

在土建工程造价成本管理过程中,需要结合工程实际情况,合理构建成本管理制度,对各部门的管理职责加以划分,有效总结市场运行规律,强化工程造价管理工作,从而建立起完善的造价管理体系。对于土建工程造价管理人员,应分别从宏观、微观层面,对工程业主、监理、设计、施工单位间的关系加以协调,确保充分遵循市场规则,明确市场发展动态,为各个部门合理构建协调联系制度,使工程造价管理制度得到完善。为了确保规范化和标准化的开展工程施工工作,可以运用矩阵组织形式,使合同管理、人员管理得到强化,有效发挥出各职能部门的重要作用。在建立管理制度后,可以在有纠纷问题出现后,第一时间找到责任人,确保动态化的管理工程造价,有效整合企业资源,实现动态化管理目标。在实际构建工程成本管理制度时,应确保具有明文规定,使成本管控得到强化,有效控制工程成本审核、应用等过程,使成本管控制度得到完善。与此同时,应深入分析工程造价成本的可行性,对工程地理因素、经济条件展开分析,合理编制工程预算报表,确保报表具有较高的科学性与操作性。造价管理人员应对预防制度合理编制,在出现突发事故,或者自然环境发生变化后,应提前预留成本,科学合理的制定决策,避免造成施工停滞问题。

### 2.7 提高工程造价成本管理人员素养

对于土建工程造价成本管控,造价管理人员的专业素养对工程造价管理效果具有重要影响,因此需要有效加强造价管理人员的专业培训,使其充分掌握造价管理方面的知识和技能,全面强化造价管理工作。对于建设单位而言,应组织造价管理人员有效开展专业培训活动,并要加强思想工作,使其深刻认识到自身工作的重要性,明确自身的工作职责,全身心地投入到工程造价成本管理工作中,提升工程造价管理水平。与此同时,对于成本管理人员,其应保持良好的职业操守,并要具有良好的道德意识,提高自身责任意识,端正工作态度,采取先进的管理技术方法,提升工程造价管理工作质量<sup>[5]</sup>。

### 3 结束语

综上所述,在土建工程项目建设期间,为了使工程项目的投资效益得到提高,应加强工程造价成本管控,使各项成本支出得到严格控制,提高工程造价成本管理水平。在实际控制工程造价成本时,应建立起完善的造价管理制度,严格管控工程施工材料和设备成本,合理编制工程造

价预算,建立成本信息共享平台,严格监督和管理工程施工过程,确保有效把控工程造价成本,提高成本控制效果,使成本支出得到减少,提升土建工程项目的经济效益,推动我国土建工程行业的高质量发展。

[参考文献]

[1]王志枫.土建工程造价预结算与施工成本管理问题的探析[J].建筑 建材 装饰,2023(22):22-24.  
[2]赵培毅.探析土建工程造价的预结算审核方法[J].四川 建材,2024,50(4):214-215.

[3]吴思涵.全过程工程咨询模式对土建工程造价管理效率的影响[J].建材与装饰,2025,21(27):67-69.

[4]方忠学,方福学.土建工程全过程造价管理中的风险识别与应对机制研究[J].工程技术研究,2025,7(12):218-220.

[5]李勇.土建工程造价结算及施工成本管理问题分析[J].现代装饰,2025,604(5):190-192.

作者简介:于立然(1989.3—),女,毕业院校:河北工业大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:河北慧德工程项目管理有限公司,职务:预算员,职称级别:中级。

## 有色金属矿选矿的清洁生产评价体系构建

侯君一

新疆维吾尔自治区地质局哈密地质大队, 新疆 哈密 839000

**[摘要]**有色金属矿开展选矿工作, 在社会经济发展提供重要原材料过程当中, 也带来了严重环境问题, 据统计数据表明, 我国有色金属选矿厂平均回水利用率仅仅为 65%, 这一数据远低于国际先进水平 85%; 我国有色金属选矿时吨矿新鲜水耗为 8~15m<sup>3</sup>, 尽管如此国际先进水平是 5~8m<sup>3</sup>, 除此之外, 每年还会产生大量尾矿等废弃物, 这些废弃物对土壤水体以及空气造成了不同程度污染, 因而构建科学合理有色金属矿选矿清洁生产评价体系, 对于推动该行业实现绿色可持续发展而言具有十分必要意义。

**[关键词]**有色金属矿; 选矿; 清洁生产; 评价体系; 层次分析法

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18241 中图分类号: X38 文献标识码: A

## Construction of Clean Production Evaluation System for Nonferrous Metal Mineral Processing

HOU Junyi

Hami Geological Brigade of Xinjiang Uygur Autonomous Region Geological Bureau, Hami, Xinjiang, 839000, China

**Abstract:** The beneficiation of non-ferrous metal mines has brought serious environmental problems in the process of providing important raw materials for social and economic development. According to statistical data, the average utilization rate of return water in Chinese non-ferrous metal beneficiation plants is only 65%, which is far below the international advanced level of 85%; During the beneficiation of non-ferrous metals in China, the fresh water consumption per ton of ore is 8~15 cubic meters. Despite this, the international advanced level is 5~8 cubic meters. In addition, a large amount of tailings and other waste are generated every year, which cause varying degrees of pollution to soil, water, and air. Therefore, building a scientific and reasonable evaluation system for clean production of non-ferrous metal ore beneficiation is of great significance for promoting the green and sustainable development of the industry.

**Keywords:** nonferrous metal ores; mineral processing; clean production; evaluation system; analytic hierarchy process

### 引言

本文旨在构建有色金属矿选矿的清洁生产评价体系。通过分析行业现状, 确定资源能源利用、污染物排放、生产工艺等评价指标, 运用层次分析法等建立模型。数据显示, 我国选矿厂平均回水利用率 65%, 国际先进水平 85%, 该体系可提升资源利用率, 减少污染, 为行业清洁生产提供科学依据, 具有重要现实意义。

### 1 构建评价体系的现状分析

#### 1.1 行业清洁生产现状

目前, 我国有色金属矿选矿行业在清洁生产方面取了一定进展, 部分大型企业选用了先进生产工艺以及环保设备, 资源利用效率有所提高, 污染物排放到了一定程度控制, 但从整体状况来看, 行业清洁生产水平参差不齐, 中小型企业由于资金技术等方面存在限制, 清洁生产实施力

度不够, 除了前面所提到回水利用率和吨矿新鲜水耗数据之外, 在能源消耗方面, 我国有色金属选矿综合能耗平均为每吨矿 35~50kg 标准煤, 而国际领先企业能够把能耗控制在 25~35kg 标准煤, 在尾矿综合利用方面, 我国平均利用率仅仅为 20% 左右, 这一数据远低于一些发达国家 50% 以上水平<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 存在的问题

生产工艺落后乃是制约矿业实现清洁化转型关键瓶颈之一, 当下, 依旧存在大量企业沿用数十年前传统选矿工艺, 这些工艺往往在破碎磨矿方面能耗颇高分选效率较低药剂用量较为粗放, 进而致使有价值金属矿物未能以充分解离以及回收, 资源综合利用率长期处于低位徘徊状态, 更为严重是, 落后工艺还伴随着巨大环境代价: 浮选尾矿当中含有大量残留化学药剂以及重金属离子, 废水毒性较

高且难以进行回用；细粒尾矿和矿泥堆存不仅会占用土还存在扬尘与渗滤液污染风险，但是诸多企业鉴于资金限制或者技术惯性，在升级高性能破碎设备引入高效浮选柱采用智能控制系统等现代化改造方面投入不足，从而致使整个行业面临资源浪费与污染排放双重压力。

企业环保意识薄弱以及制度体系不健全同样严重阻碍了清洁生产推广，部分矿山企业仍旧固守“重产量轻环保”落后观念，盲目追求短期经济效益，而忽视环境管理以及长效可持续发展，与此同时，适用于不同矿种规模以及工艺路线清洁生产评价标准尚未完善，企业在开展节能减排资源化实践时缺乏系统可操作技术导则以及绩效评估依据，除此以外相关监管机制也存在覆盖不全执行力度不足等方面问题，对污染排放资源消耗约束偏软现象，难以对企业形成强有力外部驱动。

## 2 评价体系的指标确定

### 2.1 资源能源利用指标

在矿业与冶金工业朝着绿色转型进程当中，开展一套包含水资源利用率能源消耗系数以及选矿回收率科学且能够进行量化关键绩效指标（KPI）体系建立工作，这是去衡量并推动生产过程当中资源效率评估企业资源综合利用水平以及可持续发展能力核心基础所在<sup>[2]</sup>。其中，水资源利用率指是循环用水量与总用水量（循环用水量加上新鲜水用量）比值，它所反映是企业节水技术运用以及水管理方面水平，国内企业可以通过构建分级水网络系统来提高这一指标，国际先进水平达到 88%~92%，需要依靠高效节水工艺废水回用技术以及精细化水平衡管理来实现；能源消耗系数指是生产单位产品（每吨矿石或者金属）折算为标准煤之后能耗总量，它体现了工艺流程设备能效以及能源管理能力，企业借助引入余热回收系统智能变频设备等方式能够降低该指标，目标应当设定为每吨矿消耗 30kg 克标准煤以下，同时还需要淘汰高耗能设备并且运用智能化能源监控系统；选矿回收率是精矿中有效成分质量与原矿中该成分总质量百分比，是衡量资源提取效率根本指标，技术成熟矿产可以通过优化药剂制度引入智能控

制系统来提升，复杂共伴生矿产需要结合工艺优化与技术经济评价来确定合理目标，其提升关键在于碎磨工艺优化高效捕收剂开发以及先进自动控制技术应用，这三者协同发挥作用能够帮助企业提高资源效率降低成本并且增强可持续竞争力。不同矿种资源能源核心指标实际应用值对比见表 1，可直观体现各矿种技术水平差异：

### 2.2 污染物排放指标

在矿业与冶金工业环境管理以及可持续发展实践开展过程当中，对于废水废气以及固体废物实施科学量化管控工作是至关重要这直接与企业环境合规性生态影响以及社会责任履行等方面产生关联，废水排放量通常所指的是在选矿过程里，单位时间内不能够进行回用而需要向外排放水量，是以立方米每小时（m<sup>3</sup>/h）来进行计量，在国内某一年处理 1000 万 t 矿石大型铅锌矿于 2023 年完成了闭路水循环改造工作，通过增设处理能力为 500m<sup>3</sup>/h 高效澄清池以及超滤膜系统，把外排废水从 75m<sup>3</sup>/h 降低至 32m<sup>3</sup>/h，远远低于 50m<sup>3</sup>/h 限值，一年减少排放大约 28 万 t，同时水体扰动风险降低了 60%，提高水循环利用率以及减少新水取用是控制该指标关键所在，不同规模选厂应当设定差异化限值：大型选厂（年处理量 > 1000 万 t）适宜低于 50m<sup>3</sup>/h，中型选厂（300~1000 万 t）为 30~50m<sup>3</sup>/h，小型选厂（< 300 万 t）应当控制在 20m<sup>3</sup>/h 以下，以此来推动企业选用高效浓密过滤以及膜分离等节水技术。

废气当中污染物浓度是衡量大气污染控制效果核心指标，特别是在冶炼和焙烧过程中，二氧化硫和粉尘排放是最为关键<sup>[3]</sup>。某年产 20 万吨阴极铜冶炼厂运用双碱法脱硫工艺（NaOH+Ca(OH)<sub>2</sub> 循环吸收）之后，二氧化硫排放浓度从 520mg/m<sup>3</sup> 降低至 180mg/m<sup>3</sup>，低于 300mg/m<sup>3</sup> 通用标准，一年减排大约 800t；其焙烧车间配备了 12000 m<sup>2</sup> 布袋除尘系统，粉尘浓度从 45mg/m<sup>3</sup> 降低至 7mg/m<sup>3</sup>，满足 10mg/m<sup>3</sup> 以下限值，周边 PM2.5 年均浓度下降了 12μg/m<sup>3</sup>，这就要求企业必须配备高效脱硫（如双碱法活性炭吸附）以及除尘设施（如布袋除尘电除尘），从而实现清洁排放。

表 1 国内典型矿种资源能源核心指标实际应用值（2024 年数据）

矿种类型	水资源利用率 (%)	能源消耗系数 (kg 标煤/吨矿)	选矿回收率 (%)	原矿品位	年处理规模 (万 t)	关键技术措施
大型铜矿	83~85	27~30	85~88	0.45~0.60	1200~1800	智能浮选控制、三级水网络回用
大型铁矿	78~82	25~28	88~92	28~35	1800~2500	余热回收、高压辊磨工艺
中型金矿	75~78	32~35	80~83	2.5~3.2 (g/t)	300~500	炭浸法优化、废水循环利用
复杂多金属矿	70~73	38~42	78~82	1.5~2.0	500~800	阶段磨矿-阶段选别、新型药剂

尾矿作为选矿产生主要固体废物,其排放量以及有害成分含量直接对长期环境风险产生影响,在某年产生 800 万 t 尾矿铁矿通过“尾矿再选回收铁精矿+剩余尾矿制膏体充填采空区”工艺,将资源化利用率从 30%提高至 65%,外排量从 560 万 t/年降低至 280 万 t/年,尾矿库堆存压力减少了 50%,并且,尾矿有害成分需要符合《危险废物鉴别标准》(GB 5085.3—2007)毒性浸出限值,铅镉、砷铬分别不超过 0.05mg/L、0.01mg/L、0.05mg/L、1.5mg/L,该铁矿尾矿浸出检测结果为铅 0.03mg/L、镉 0.008mg/L、砷低 0.02mg/L、铬 0.8mg/L,有效抑制了雨水淋溶所导致污染物迁移,避免了持久性环境污染。不同规模选厂污染物排放指标实际控制值对比见表 2,可体现差异化管控成效:

### 2.3 生产工艺指标

在对现代矿业与冶金企业生产工艺先进性予以评价时,需要去构建一个涵盖多个维度综合评估体系,其中自动化水平以及资源综合利用效率是核心考量维度<sup>[4]</sup>。在自动化水平这一方面通过运用集成 DCS、PLC 以及智能优化算法控制工艺,能够实现破碎磨矿浮选等关键工序精准闭环控制,国内某镍矿引入智能磨矿控制系统之后,磨矿产品粒度合格率到了极大程度提升,人工干预频次以及电耗药耗均有所下降,浮选环节凭借 DCS 系统对气量与液位进行调控,也提高了生产稳定性,在评价过程中,应当优先把采用智能传感器关键设备联网率 $\geq 90\%$ 并且具备自优化能力生产线当作考量对象,这是因为其能够减少人工操作不稳定因素,提升生产效率以及流程稳定性,并且实现节能降耗;在资源综合利用效率这一方面尾矿综合利用率(也就是资源化利用尾矿量占总产生量百分比)是关键指标,国内某企业把金矿尾矿用于生产建材,某煤矿利用洗煤矸石充填采空区,均实现了环境效益与经济效益双赢,将该指标目标值设定为 50%以上,能够推动企业突破传统尾矿库堆存模式,加大尾矿再选膏体充填等技术研发应用,减少固体废物排放以及环境足迹,同时把废弃物转化为新经济来源。

## 3 评价体系的模型建立与应用

### 3.1 模型构建方式

有色金属矿选矿清洁生产水平评价属于一项系统性工程,运用层次分析法能够有效构建起科学合理评价模型,该模型要明确目标层,也就是有色金属矿选矿过程中清洁生产水平综合评价,它作为整个分析体系最终指向,在此基础上,进一步去确定准则层,主要涵盖资源能源利用污染物排放以及生产工艺等关键维度,这些准则从不同方面反映出清洁生产核心要求,共同为目标层实现提供支撑。

在准则层之下设立方案层,方案层由一系列具体且可操作评价指标所组成,单位产品能耗水资源循环利用率以及废水废气排放浓度固体废物产生量工艺设备先进性等,这些指标直接与生产实际相关联,方便进行数据采集以及量化分析,通过邀请行业专家进行打分,依据他们专业经验对各层次指标间相对重要性做出判断,进而构建判断矩阵并计算出各指标在相应层次中权重分配,以此确保权重设置具备较高权威性以及客观性<sup>[5]</sup>。

在完成权重确定之后,需要对每个具体指标进行量化评分,通常可以依据国家标准行业规范或者企业历史数据来设定评分标准,把实际监测或者统计值转化为统一尺度分数,最后通过加权求和方式,将各指标分与其对应权重相乘之后累加,从而到最终综合评价总分,根据事先划分清洁生产等级标准,譬如一级(国际先进)、二级(国内先进)、三级(国内基本)等,就能够判断该选矿企业清洁生产实际水平,为管理决策以及改进方向提供清晰依据。

### 3.2 模型应用实例

以某有色金属矿选矿厂为例,我们基于已建立清洁生产水平评价体系对其展开实际评价,该厂部分关键指标数据如下:回水利用率为 70%,吨矿新鲜水耗达到 12 立方米,综合能耗为每吨矿 40kg 标准煤,选矿回收率处于 80%水平,在环境排放方面,其废水排放量为每小时 60m<sup>3</sup>,废气中二氧化硫浓度为 350mg/m<sup>3</sup>,粉尘浓度为 15mg/m<sup>3</sup>,而尾矿综合利用率仅为 30%,这些实际运行数据被逐一纳入评价模型,通过指标量化与加权计算,出该企业综合分处于较低区间。

表 2 国内不同规模选厂污染物排放指标实际控制值(2024 年数据)

选厂规模	废水排放量 (m <sup>3</sup> /h)	废气二氧化硫浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	废气粉尘浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	尾矿铅浸出值 (mg/L)	尾矿镉浸出值 (mg/L)	尾矿资源化利用率 (%)
大型(>1000 万 t/年)	32~45	150~220	6~9	0.02~0.04	0.006~0.009	60~70
中型(300~1000 万 t/年)	25~35	220~280	8~12	0.03~0.05	0.008~0.012	45~55
小型(<300 万 t/年)	12~20	280~350	10~15	0.04~0.06	0.010~0.015	30~40

根据评价结果,该选矿厂被判定为清洁生产水平较低企业,尤其在资源循环利用以及污染物控制方面存在明显短板,这一结果反映出企业在生产过程资源效率环境管理以及技术先进性上还有较大提升空间,针对评价所揭示问题,我们提出了一系列改进建议:首要是采取技术和管理措施进一步提高回水利用率,降低新鲜水消耗;同时还应当重点对破碎分选等核心工序进行工艺优化以及设备更新,以降低能耗并提高回收率;不仅如此还需要加强废气治理设施建设与运行管理,特别是对二氧化硫和粉尘实施高效净化,并推进废水处理与回用系统改造升级<sup>[6]</sup>。

企业根据建议制定了详细整改方案并积极推进实施,经过一段时间技改和管理提升,各项指标呈现出显著改善:回水利用率大幅提高,吨矿水耗和综合能耗明显下降,选矿回收率到提升,废气污染物排放浓度有效降低,尾矿综合利用途径也到进一步拓展,最终通过复评看到企业综合分显著提高,清洁生产水平实现了阶段性跃升,展现出循环经济和绿色矿山良好发展态势。

#### 4 结语

构建的有色金属选矿清洁生产评价体系,可全面反映企业清洁生产水平。通过该体系能找出企业存在的问题,

为改进提供方向。未来,随着技术进步,需不断完善指标和模型,推动行业向更高水平清洁生产迈进,实现经济效益与环境效益统一。

#### 【参考文献】

- [1]周李蕾.选矿厂废水的清洁生产技术研究——以四川某铅锌矿选矿厂为例[J].四川有色金属,2020(4):50-55.
  - [2]贾潇寅.双柳矿选煤厂清洁生产管理研究[D].北京:北京化工大学,2020.
  - [3]景泽蓉.清洁生产技术 in 洗选厂的应用探讨[J].石化技术,2020,27(2):284.
  - [4]胡振,伍红强,黄神龙,等.黄沙坪铅锌矿无石灰清洁生产选矿新工艺研究[J].现代矿业,2020,36(2):81-83.
  - [5]孙旭春.清洁生产技术 in 洗选厂的应用与实践[J].清洗世界,2019,35(8):48-49.
  - [6]周李蕾.清洁生产技术 in 会理锌矿选矿厂应用后产生的效益分析[J].四川有色金属,2017(4):56-59.
- 作者简介:侯君一(1976.5—),毕业院校:南方冶金学院(江西理工大学),所学专业:选矿,当前就职单位名称:新疆维吾尔自治区地质局哈密地质大队,就职单位职务:矿业公司副总经理(地质矿产开发院副院长),职称级别:副高。

## 老旧泵站设备更新改造方案及效益分析

宋扬 周洁

扬州水利建筑工程有限责任公司, 江苏 扬州 225000

[摘要]随着城市不断发展以及用水需求持续增加,不少泵站由于设备较为陈旧、工作效率低下、能耗偏高且故障频发,这不仅对水资源的利用造成了影响,还给泵站运行安全带来了隐患。本论文深入分析了老旧泵站在设备性能方面、工艺流程层面以及管理水平等方面所存在的诸多问题,同时给出了设备更新以及智能化改造的相关方案,希望能为提升泵站运行效率、实现节能降耗以及加强安全管理等工作提供一定的参考。

[关键词]老旧泵站设备;更新改造方案;效益分析

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18226 中图分类号: TU991 文献标识码: A

## Renovation and Benefit Analysis of Old Pump Station Equipment

SONG Yang, ZHOU Jie

Yangzhou Water Conservancy Construction Engineering Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225000, China

**Abstract:** With the continuous development of cities and the increasing demand for water, many pumping stations have outdated equipment, low work efficiency, high energy consumption, and frequent failures. This not only affects the utilization of water resources, but also poses hidden dangers to the operation safety of pumping stations. This paper deeply analyzes the many problems existing in the equipment performance, process flow, and management level of old pumping stations, and provides relevant plans for equipment updates and intelligent transformation, so as to provide some reference for improving the operating efficiency of pumping stations, achieving energy conservation and consumption reduction and strengthening safety management.

**Keywords:** old pump station equipment; update and renovate the plan; benefit analysis

### 引言

随着我国城市化的进程不断推进,工业、农业用水的需求也在持续增长,在这样的情况之下,泵站作为水资源调配、供水排水以及城市防涝的重要基础设施,其运行状况直接关系到水系统的安全性、可靠性和效率。长期以来我国许多泵站建成的时间比较早,设备出现陈旧老化的状况,技术水平也比较落后,存在能耗高、运行效率低、维护成本高以及故障率高等一系列的问题,这些问题严重制约了泵站的持续高效运行以及水资源的优化利用。与此传统泵站大多依靠人工操作和经验管理,缺乏系统化、智能化的监控和调度手段,这使得泵站在应对突发事件、负荷波动以及节能调控等方面存在明显的不足之处。在国家节能减排、绿色发展以及智慧水务建设的大背景之下,老旧泵站的更新改造不但是提升水务基础设施运行质量的迫切需求,而且是实现节能降耗、环境保护以及安全管理现代化的重要途径。本文把老旧泵站当作研究对象,从现状

分析开始着手,系统地提出设备更新和工艺优化方案,着重探讨自动化和智能化控制系统的应用,并且对改造后的节能效果、运行效率、维护成本、安全性以及综合经济效益展开全面的分析,期望能为泵站更新改造提供科学依据,推动泵站朝着高效、节能、安全、智能化的方向发展,为城市水务系统的可持续运营以及管理现代化给予理论支持与实践参考。

### 1 老旧泵站现状分析

老旧泵站的现状主要表现为两类:一类因年久失修或功能落后,亟需改造或已被淘汰。这些泵站普遍存在安全隐患和功能退化问题,尤其是位于河道中的泵站,因设施破损和维护不足,不仅自身运行不稳定,还可能在汛期影响行洪安全;机电设备老化导致运行效率低、故障频发,甚至无法满足灌溉或供水需求<sup>[1]</sup>。在城市居民区,老旧二次供水泵房常伴随高能耗、噪音扰民及水质风险,造成能源浪费和生活困扰。此外,一些完成历史使命的泵站逐渐

闲置,不仅造成土地资源浪费,也未能为社区或周边居民提供有效服务。

## 2 老旧泵站设备更新改造方案设计

### 2.1 改造目标与原则

老旧泵站设备更新改造的目的是要提高泵站的运行效率以及可靠性,保证在不同的工况之下可稳稳当且高效地达成供水或者排水的任务,与此同时把能耗以及运行成本降下来,达成经济效益与社会效益双双提升的成效。在改造期间,得依照安全可靠、节能环保、经济合理还有可持续发展的原则来开展工作。安全可靠指的是所有的改造设备以及系统都得符合国家以及行业相关的规范要求,确保泵站在运行以及维护的过程当中风险是能够被控制住的;节能环保要求去选用高效节能泵以及配套设备,然后结合智能控制系统来对运行参数加以优化,从而降低能源的消耗以及对环境产生的影响;经济合理要求在满足技术以及运行需求的情况之下,合理地把控投资成本以及运行费用,保证改造方案具备不错的经济性;可持续发展着重指出设计方案得有前瞻性,能够契合未来技术升级以及运行扩展的需求,同时还需引入自动化以及智能化的管理手段,以此提高泵站的运维效率以及管理水平。

### 2.2 设备选型与技术参数

在老旧泵站设备更新改造期间,设备选型和技术参数的确定属于极为关键的环节,其对于泵站能够高效且安全地运行有着决定性作用。在开展选型工作的时候,要依据泵站的实际运行状况来做出选择,这里面实际运行状况包含流量、扬程、水质特性以及运行频率等多个方面,要挑选那种性能较为稳定、工作效率高并且还节能环保的泵型以及配套设备。与此还得充分考量设备的耐腐蚀程度、耐磨性能以及应对极端工况的能力,通过这样的方式来促使设备的使用寿命得以延长,并且让维护成本能够有所降低。从技术参数这个角度来讲,需要清楚明确泵的额定流量、扬程、功率、效率等各项指标,另外电机的型号、功率匹配情况以及防护等级等方面也要搞清楚,如此一来才能保证各个设备之间可以协调一致地运行,并且能够符合自动化控制以及远程监控所提出的接口方面的要求。除此之外,像阀门、管路、控制柜以及附属装置在进行选型时,同样需要和泵的性能参数相互匹配起来,以此来确保整个系统的稳定性以及可靠性都能够得到保障<sup>[2]</sup>。在整个设备选型的过程当中,应当优先去采用国内外那些已经比较成熟的知名品牌以及先进的技术,既要在经济性方面予以考虑,

也要把可靠性放在重要位置上,进而确保经过更新改造之后的泵站不但能够满足当下的运行需求,而且还能够为未来有可能出现的扩容以及智能化升级储备相应的技术条件,最终达成节能降耗、运行高效以及管理智能化这样一系列的目标。

### 2.3 改造工艺流程设计

在老旧泵站设备更新改造期间,改造工艺流程设计属于确保整个泵站改造能够科学、合理且顺利推进的关键环节。该设计应当把泵站现有的结构以及运行条件当作基础,同时与更新后的设备性能参数相结合,对进水、提升、排放等各个环节的流程路径予以合理安排,以此来保证水力运行能够平稳且高效地开展。在设计进程当中,得清晰明确每一个环节的操作顺序、控制方式以及关键节点,像泵组切换、阀门调节、排水管网衔接以及溢流保护等方面都得涵盖到,进而保障系统在改造期间以及改造完成后都具备连续性与安全性。与此还需要全面考量施工阶段的临时水流管理情况以及停运给供水或者排水所带来的影响,去设计必要的旁通或者是临时设施,借此降低施工对泵站正常运行所产生的干扰。在工艺流程里,还需融入自动化控制以及监测方面的手段,借助实时监测流量、压力、水位以及泵机运行状态等方式,达成对泵站运行的优化调节以及远程管理的目标。

### 2.4 自动化及智能化控制系统设计

在老旧泵站设备更新改造这一过程中,自动化及智能化控制系统的设计无疑属于极为重要的一环,其对于提升泵站的运行效率以及管理水平而言有着不容忽视的作用。该系统务必要达成对泵站设备加以集中监控并实现远程管理的目标,针对泵的启停、流量调节、水位控制、阀门操作还有故障报警等诸多关键环节展开实时的监测活动,并且能够实施智能调节举措,从而保证泵站能够在各类不同的工况之下均能实现安全且稳定的运行状态。在开展系统设计工作的时候,必须要紧密贴合泵站的实际运行特性,充分运用可编程控制技术、监控与数据采集技术以及传感器和物联网技术等多种技术手段,对水位、压力、流量、电流、电压等一系列的运行参数做到实时的采集、详尽的分析以及有效的反馈控制操作。与此该系统还应当具备故障诊断、预警提示、历史数据记录以及远程操作等多项功能,以此来助力运维人员能够及时地察觉到异常状况,进而有效降低人工巡检以及维护方面的相关成本支出<sup>[3]</sup>。在整个设计工作的进程当中,还需格外关注系统的扩展性以及兼

容性方面的情况,以便为未来的智能化升级以及与城市水务信息化管理平台顺利对接做好相应的技术准备工作。

### 3 改造效果及效益分析

#### 3.1 节能降耗分析

老旧泵站设备完成更新改造之后,其节能降耗成效颇为显著。通过优化泵机选型、更新高效节能设备并引入智能化控制系统,泵站单位水量能耗出现明显下降的情况。新型泵机在设计效率、流量匹配以及功率利用等方面相较于旧设备有着更为出色的表现,它能够依据实时负荷自动对运行状态做出调整,以此避免出现过度启停以及能源浪费的现象,并且还能优化泵组切换策略,缩减空载运行所花费的时间。在对管路系统加以优化以及对阀门控制予以改进的基础之上,水力损失得以有效降低,进而使得泵站在不同的工况之下都能够以最佳效率的状态来开展运行工作。智能化控制系统借助实时监测水位、流量以及泵机运行参数,对泵站运行实施自动调节操作,进一步减少了能源的消耗量。改造后的泵站还通过合理规划运行方案以及采用削峰填谷的运行方式,实现了用电成本的优化,最终达成了节能降耗以及经济效益的双重提升,为泵站的可持续运行给予了可靠的保障。

#### 3.2 运行效率提升分析

对老旧泵站展开设备更新以及系统改造等一系列操作之后,泵站的运行效率有了颇为明显的提升。新设备选用的是高效节能泵,并且还采用了经过优化后的水力设计,如此一来,泵站便能够在不同的负荷条件之下都维持着较高的工作效率,能量损失得以减少,与其供水或者排水的能力也得到了提高。引入自动化以及智能化控制系统,使得泵机的启停、流量调节、水位控制还有阀门操作都能够达成精确的控制,可以依据实时的水位情况以及流量需求来自动地对运行状态做出调整,防止设备出现空载或者是过载运行的状况,进而提高整体的运行效率。在对管路和阀门布局加以优化的基础之上,水力损失以及管网阻力都得到了有效的降低,这就让泵站在长时间连续运行的过程中依旧能够保持稳定的高效状态。改造还对泵组切换以及调度策略进行了优化,借助科学的运行管理手段,实现多泵的协调运行以及负荷的均衡分配,从而进一步提升泵站的整体运行效率。

#### 3.3 设备维护成本降低分析

对老旧泵站展开设备更新以及系统改造工作之后,泵站的设备维护成本出现了颇为明显的降低情况。新安装的

高效节能泵还有其配套设备,在设计环节以及制造流程当中都展现出了更高的可靠性,其耐磨性能以及耐腐蚀性能也都相当不错,相较于旧设备而言,其故障率要低得多,如此一来便使得维修的频次得以减少,同时也让突发性的停机事件有所降低。智能化控制系统投入使用以后,能够对泵机的运行状态、振动状况、温度情况以及电流等相关关键参数予以实时监测,并且可以针对潜在故障给出提前预警,运维人员能够依据系统的提示来开展计划性维护,进而防止因为设备突发故障而产生的大修成本以及生产方面的损失<sup>[4]</sup>。除此之外,将管路、阀门以及辅助设施进行优化处理并采用标准化设计之后,也能够让日常检修以及更换配件的操作变得更加简单,进而提高维护工作的效率。改造完成后的泵站借助系统化以及数字化的运行管理模式,使得人工巡检以及现场操作的工作量都相应减少了,人力成本也因此得以降低,与此设备的使用寿命也得以延长,从整体上实现了维护成本的大幅度下降,为泵站实现长期稳定的运行以及经济效益的提升筑牢了可靠的保障。

#### 3.4 环境与安全效益评估

老旧泵站更新改造于环境保护以及安全运行层面收获了颇为显著的成效。运用高效节能设备并优化水力系统设计,泵站运行时能耗有所降低,噪声与振动水平得以把控,对周边环境的影响也变小了。管路和阀门优化布局后,泄漏与溢流风险减少,能防止水资源浪费以及二次污染。引入自动化与智能化控制系统,泵站可实时监测水位、流量、压力以及设备运行状态,对异常情况快速预警且自动调节,降低了人工操作失误引发的安全隐患,提升系统应对突发事件的能力。改造期间还完善了电气、机械以及操作平台的安全防护举措,像防触电、防火、防滑等措施以及紧急停机装置的配置,保障了操作人员与设备的安全。

#### 3.5 综合经济效益评价

老旧泵站更新改造于综合经济效益层面有出色表现,其经济收益涉及多个方面,如节能降耗、运行效率提升以及维护成本降低等。经由更换高效节能泵并优化管路系统,单位水量能耗出现明显下滑,用电成本以及能源支出均大幅缩减。与此优化后的泵组调度以及自动化控制系统使得泵站整体运行效率得以提高,有效降低了设备空载运行状况以及能源浪费情况,进而使运行费用有所降低。设备更新加上智能化管理,减少了突发故障的发生频率以及维护次数,降低了维修成本以及停机所造成的损失,还延长了

设备的使用寿命,减少了长期投资方面的支出。泵站改造在环境与安全方面的改进,也减少了因环境污染或者安全事故可能引发的经济损失。

#### 4 结语

老旧泵站设备更新以及系统改造,能大幅提升泵站运行效率,降低能耗与维护成本,还能改善环境影响,提高运行安全性。改造方案优化了泵站工艺流程和设备选型,引入自动化、智能化控制系统,实现泵站运行精准调控与远程管理,提高泵站可靠性与管理水平。综合分析显示,泵站更新改造在经济效益、社会效益、环境效益方面都有明显优势,给老旧泵站可持续运行与水务设施现代化管理提供有力保障,也给类似泵站改造提供可参考经验与方案。

#### [参考文献]

- [1]陈怀银.景电工程泵站电气设备老化特征研究[J].产品可靠性报告,2025(9):233-235.
- [2]韩强.高扬程泵站机电设备故障诊断与处理研究[J].全面腐蚀控制,2025,39(8):79-82.
- [3]李庆芳.泵站设备安装施工中无损检测质量控制技术的应用[J].全面腐蚀控制,2025,39(6):51-53.
- [4]程颢.泵站电气设备优化改造技术及案例分析[J].中国设备工程,2024(17):119-121.

作者简介:宋扬(1979.9—),男,毕业院校:南京工程学院,所学专业:工程管理,当前工作单位:扬州水利建筑工程有限责任公司,职务:工程管理人员,职称级别:工程师。

## 电力现货市场条件下水库多目标协同调度方法研究

肖卫国

大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂, 甘肃 陇南 746412

**[摘要]**随着我国电力体制改革不断向前推进,电力现货市场也在逐步发展起来,水电资源调度所处的环境变得更为复杂且充满动态变化,在这样的大背景之下,水库调度既要考虑到发电方面的需求,又要兼顾防洪的要求,同时还要关注生态保护的相关事宜,并且要在市场价格出现波动的情况下达成经济效益的最大化,这就形成了一个多目标协同方面的问题。本论文深入分析了水库调度当中存在的关键难点,像目标之间存在冲突、市场存在着不确定性以及水文情况和设备运行状况较为复杂等情况,依据这些情况构建了一个能够兼顾发电、防洪以及生态保护需求的多目标优化模型,提出了多目标协同调度的方法以及相应的决策支持体系。相关研究说明,该方法在确保防洪以及生态不受影响的前提之下,可以让发电收益得以提升,进而实现水库调度综合效益的优化,能为电力现货市场环境下水库调度工作提供科学方面的参考以及技术层面的有力支撑。

**[关键词]**水库调度;多目标协同;电力现货市场

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18224

中图分类号: TM73

文献标识码: A

### Research on Multi-objective Collaborative Scheduling Method for Reservoirs under the Conditions of Electricity Spot Market

XIAO Weiguo

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

**Abstract:** With the continuous advancement of Chinese power system reform, the spot market for electricity is also gradually developing. The environment in which hydropower resources are dispatched has become more complex and dynamic. Against this backdrop, reservoir dispatch needs to consider both the demand for power generation and flood control, as well as related issues of ecological protection. It is also necessary to maximize economic benefits in the face of market price fluctuations, which has formed a multi-objective coordination problem. This paper deeply analyzes the key difficulties in reservoir scheduling, such as conflicts between objectives, market uncertainties, and complex hydrological and equipment operation conditions. Based on these situations, a multi-objective optimization model that can balance power generation, flood control, and ecological protection needs is constructed, and a multi-objective collaborative scheduling method and corresponding decision support system are proposed. Related studies have shown that this method can increase power generation revenue while ensuring flood control and ecological integrity, thereby optimizing the comprehensive benefits of reservoir scheduling, which can provide scientific references and strong technical support for reservoir scheduling work in the electricity spot market environment.

**Keywords:** reservoir operation; multi-objective collaboration; electricity spot market

#### 引言

水电在我国能源结构里占据着重要位置,它一方面肩负着清洁能源供给的重任,另一方面在防洪以及生态保护方面也起到极为关键的作用。伴随电力现货市场不断发展起来,水库调度碰到了环境较为复杂、约束呈现多元化的诸多挑战,以往那种以发电当作核心的调度模式,已然很难去满足多目标方面的各种需求了。在实际开展调度工作的时候,得把发电、防洪还有生态保护等方面都兼顾到,

然而这些不同的目标之间,在时空尺度、优先级以及约束条件等诸多方面均存在着一定的差异,这无疑使得决策的复杂性进一步增加了。与此电力市场价格不停地出现波动,这就给水电的经济性提出了全新的要求,得依据市场的变化情况来对发电策略做出相应的调整,从而达成收益最大化的目标。所以说,针对电力现货市场条件之下的水库多目标协同调度展开相关研究,这对于提高水电的综合利用效率、保障防洪安全以及维持生态平衡而言,都有着十分

重要的意义,还能够推动整个行业的可持续发展。本文紧扣调度所存在的难点,深入剖析目标之间的冲突情况、市场所具有的不确定性以及水文与设备运行方面的复杂性等问题,并且还给出了多目标优化模型、智能算法以及决策支持体系等相关内容,以此为水库调度给予科学的方法以及技术方面的有力支撑。

## 1 水库多目标协同调度难点分析

### 1.1 多目标冲突

发电目标需维持高水位,防洪目标则要预降水位,二者在水位控制上相互矛盾。生态保护目标对水位变化、下泄流量有特定要求,与发电、防洪目标的协调难度大。例如,在枯水期为保障发电,水库水位较高,可能影响下游河道生态需水;而在汛期防洪提前泄洪,又可能打破生态系统的水位平衡。这种目标间的冲突,给水库调度带来极大挑战。伴随电力现货市场的引入,水库调度得同时考虑电价波动所引发的发电收益最大化这一需求,如此一来,原本就颇为复杂的那些目标协调方面的问题便显得更为突出了。不同的目标其对应的时间尺度以及空间要求是不一样的,就好比防洪方面的要求是在汛期之内要短时间内大幅度地去调节水位,然而生态保护以及发电这两个目标则更着重于长期的稳定性和连续性,这无疑又给调度方案的制定增加了不少的难度。多目标冲突的情况存在,这就逼迫着调度管理者在实际的操作过程当中必须要在发电效益、防洪安全还有生态保护这几个方面不断地去做动态的权衡,从而保证水库能够实现综合效益的最大化。

### 1.2 市场环境的不确定性

在电力现货市场这样的大背景之下,水库调度所面临的市场环境呈现出极为显著的不确定性特点,这种不确定性主要聚焦在电价方面会有所波动,同时市场交易机制也存在着不稳定的状况。电力现货市场的价格是依据供需关系的变化而不断波动的,而且价格的高峰与低谷常常会在较短的时间内出现较为剧烈的变动情况,这就要求水库在开展调度工作的过程当中,必须要把实时经济效益最大化这一方面和传统的水文目标这两者之间的平衡给妥善兼顾到。从另一个角度来看,市场交易周期跟水文过程所对应的时间尺度是不相匹配的,发电调度决策往往需要在很短的时间里面就要完成,然而水库水位的调整涉及到诸如入库流量、水库容量以及下泄流量等诸多物理方面的约束条件,这使得调度方案很难能够快速地去适应市场的变化情况。除此之外,市场参与者的行为、需求侧的响应情况以及政策调控等方面也都存在着不确定性,这些因素都进一步增加了水库调度工作的复杂程度。在这样的一种背景

情况之下,传统的那种基于静态计划或者依靠经验来开展调度的方法是没办法有效地去应对价格波动所带来的经济性方面的约束要求的,所以必须要引入预测以及智能优化的相关手段,通过构建市场价格预测的模型并且制定滚动调度的策略,从而促使水库调度能够在动态的电力市场条件之下达成多目标的协同效果并实现效益的最大化。

### 1.3 水文与运行条件复杂性

水库调度一方面会受到市场环境方面的影响,另一方面还受限于水文条件以及水电设备运行所呈现出的复杂状况。水文条件存在诸多不确定性,其主要表现在降水量在时间与空间分布上存在差异,还有流域径流响应情况不够均匀等方面,这些因素会对入库流量预测的精确度以及水位调控方案是否可行产生直接影响。枯水期和汛期在水文方面存在明显差异,这就要求调度方案具备一定的灵活性与适应性,与此水库设备的运行状态、机组的调节能力以及水力方面的约束情况也会对调度方案的可行性形成限制。尤其是在开展多水库联合调度或者系统联动运行工作的时候,水库之间水量的传递情况、上下游水位的控制状况以及发电机组启动与停机的相关条件都会使得调度决策变得更加复杂。除此之外,水库调度还需要充分考虑长期运行的安全性以及设备的经济寿命情况,要是单纯依据短期经济效益来制定调度方案,那么就有可能导致设备出现过载现象或者过度调节的情况,进而对系统的整体稳定性造成不利影响。所以,水库调度务必要在复杂的水文条件以及设备运行约束条件之下,全面兼顾发电、防洪以及生态等多重目标,以此来达成科学、稳定且高效的运行方案。

## 2 水库调度目标与指标体系

### 2.1 发电目标

水库调度有着诸多目标,其中发电效益最大化当属其重要目标之一。这一目标所呈现出来的意义并不仅仅在于发电量能够有所提升,而且还涉及到要和电力现货市场的价格达成有效的契合,进而促使经济收益得以最大程度地优化。在开展调度工作的过程当中,务必要全面且细致地考量水库自身的蓄水能力、机组的运行效率以及历史流量所呈现出的规律等方面的情况,并且依据这些情况来合理地安排机组的启停事宜以及水位调节的具体策略,以此确保水库可以在不同的时间段里都能够较较好地适应市场价格出现的波动状况,从而让发电收益得以提高。除此之外,发电这一目标在设定的时候还需要同时兼顾到长期运行时所应有的稳定性,不能因为短期高峰时期的调度操作而致使机组频繁地进行启停动作或者出现设备过载的状

况,不然的话就会影响到设备的使用寿命以及整个系统的安全性。在实际的调度工作当中,发电目标往往会和防洪目标以及生态保护目标之间产生一定的冲突,所以必须要在相关的模型当中借助权重分配的方式或者是多目标优化的方法来达成一种综合性的平衡状态,从而使得水库调度既能够保障发电方面具备良好的经济性,又不会违背其他的各项约束条件,最终实现可持续的运行状态。

## 2.2 防洪目标

防洪安全作为水库调度所遵循的关键约束条件之一,其主要目的在于全力保障下游地区以及水库自身的安全,有效防止洪水给相关区域带来损失。在开展调度工作的整个过程当中,得依据汛期预报情况以及降雨预测状况,去合理把控水库水位以及下泄流量,还要留出足够的防洪库容,从而保证在出现极端降雨事件的时候,能够做到快速做出反应并且对水量加以调节。与此防洪目标还规定调度方案要具备动态调整的能力,能够妥善应对突发洪水以及入库流量方面的变化,尽力降低洪水给下游生态环境以及社会活动所带来的影响。防洪目标的达成往往涉及到时间的敏感性以及水位方面的约束,所以需要在不一样的水文条件之下制定出具有差异化特点的调度策略,以此来确保在洪水期间水库能够保持安全状态,并且满足下游防洪的需求。鉴于防洪目标和发电目标在水位控制方面存在着矛盾,所以调度方案必须要在安全性以及经济效益这两个方面去做相应的权衡,让水库可以兼顾防洪安全以及其他运行目标,最终实现综合效益的优化。

## 2.3 生态保护目标

生态保护已然成为现代水库调度所着重关注的一个重要目标,其主要表现在如下方面:要切实保障下游河道有着生态方面的需水要求得以满足,要着力维持水位以及流量呈现出一定的稳定性状态,还要努力去改善水生生物所处的栖息环境状况。在制定调度方案的时候,务必要依据河道生态的实际需求情况,对水库下泄的流量加以合理安排,同时也要对水位变化的幅度予以妥善安排,从而确保生态系统不管是在枯水期还是在汛期,都能够获取到必要的水资源方面的有力支持。生态保护这一目标和发电以及防洪这两个目标在水位控制这件事情上常常会存在着一定的冲突情况<sup>[1]</sup>。比如说,在枯水期的时候,较高的水位对于发电而言是较为有利的,然而这却有可能可能会对生态需水产生不利的影响;而在汛期,若提前进行泄洪操作,虽说可以在一定程度上起到防洪的作用,可是却可能会对河道生态平衡造成破坏。所以在开展调度工作的整个过程当中,必须要将生态指标予以量化处理,并且将其

纳入到优化模型当中,借助多目标优化算法来达成生态保护和其他各个目标之间的相互协调。在实际的操作环节当中,生态保护这个目标还需要综合参考长期生态监测所获取的数据信息以及环境变化所呈现出趋势走向,动态地去对下泄策略做出相应的调整,进而实现水库调度和生态系统健康之间能够达成可持续性的平衡状态。

## 3 多目标调度模型与优化方法

### 3.1 多目标优化模型构建

多目标优化模型乃是达成水库调度协同的关键工具,在构建该模型之时,务必要兼顾发电、防洪以及生态保护等诸多目标。得要清晰明确各个目标的数学表达形态,像发电量或者收益函数、防洪风险的量化指标还有生态需水或者是生态流量方面的约束等<sup>[2]</sup>。接着,要把各个目标借助权重系数或者 Pareto 最优的方法予以综合,进而形成能够供优化算法去求解的多目标函数体系。与此模型还应当考虑到水库运行的各种约束情况,比如水位的上下限限制、机组流量所处的范围、上下游水量传递的约束以及水库联合调度的约束等等,以此来保障求解方案具备可行性。在应对不确定性这模型需要与流量预测、气象预报以及市场价格的波动相结合起来,通过开展情景分析、运用随机优化或者鲁棒优化的方法,提升模型自身的适应性以及鲁棒性,从而让调度方案在遭遇复杂的水文以及市场环境状况下,仍然可以达成目标协同并且实现综合效益的最优化状态。

### 3.2 多目标优化方法

水库调度存在多目标优化问题,可结合智能优化算法、权重法以及滚动优化策略来解决。智能优化算法像遗传算法、粒子群优化算法还有多目标蚁群算法,可在复杂约束和非线性情况下去找 Pareto 最优解,给出多种调度决策方案。权重法和层次分析法能对不同目标的重要程度加以量化,让调度方案依据季节、市场价格以及水文条件去调整优先级<sup>[3]</sup>。滚动优化和动态调度策略通过预测未来若干时间步并实时做出调整,达成短期快速响应和长期综合优化的平衡。实际运用时,这些方法相互配合,能充分运用历史数据和实时信息,迅速生成符合多目标约束的调度方案,依据市场变化和人文条件进行动态优化,提升水库调度的科学性与经济性。

## 4 结语

在电力现货市场的环境之下,水库调度面临着多目标协同方面颇为复杂的挑战,其中涉及到诸如发电、防洪以及生态保护等一系列相互之间存在制约关系的目标。本文对调度所存在的难点展开了分析,像目标出现冲突的情况、

市场呈现出的不确定性还有水文以及设备运行方面的复杂状况等都包含在内,并且还明确指出了水库调度在现代能源市场以及生态环境这种大背景之下的核心关键问题。在此基础上,搭建起了多目标优化的模型,通过智能优化算法实现发电收益、防洪安全以及生态保护之间的动态平衡与综合优化。研究得出的成果显示,在确保安全以及生态能够得到保障的前提条件之下,这种方法是能够切实有效地提升经济效益的,同时也给水库调度朝着科学化方向发展以及实现可持续发展给出了行得通的路径。未来的相关研究可以进一步去拓展到多水库联合调度、跨流域优化以及和智能电网以及能源互联网相融合的调度策略等方面,进而为我国水电行业实现高质量的发展给予相应的

技术方面的有力支撑。

#### [参考文献]

- [1]周曼,仇红亚.以三峡为核心的水库群多目标联合调度[J].水利水电快报,2025,46(10):96-100.
- [2]王彪.水库防洪调度多目标之间运行方式研究——以小中甸水库为例[J].小水电,2025(3):9-10.
- [3]彭冲.基于人工智能的水库调度与水力发电优化调控[J].智慧中国,2025(5):110-111.

作者简介:肖卫国(1982.1—),性别:男,毕业院校:河海大学,所学专业:水文与水资源工程专业,当前工作单位:大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂,职务:集控中心主任助理,职称级别:工程师。

## 基于多能协同的水风光一体化运行控制策略研究

李杰

嘉陵江亭子口水利水电开发有限公司, 四川 广元 628400

[摘要]处于能源结构转型以及可再生能源大规模发展这样的大背景之下,把水电、风电还有光伏发电整合起来所形成的多能互补系统,已然变成了提高能源利用效率以及保障电网能够安全且稳定地运行的一条极为重要的途径。本研究着重关注水风光一体化系统的运行控制方面的问题,仔细分析了水力发电所具备的灵活调节的能力还有风光发电呈现出的随机波动性的这些核心特性,同时对多能源在时间以及空间维度上互补耦合的内在机理也做了相应的阐释。在这样的基础之上,论文搭建起了一个控制框架,其总体目标是要最大限度地消纳可再生能源,要保证系统在安全的状态下也能实现经济运行,这是一个分层分级的控制框架,并且还设计出了多时间尺度下协调运行的模式。

[关键词]水风光一体化;多能协同;运行控制;互补机理;分层调度

DOI: 10.33142/aem.v7i10.18223 中图分类号: TM732 文献标识码: A

## Research on Integrated Operation Control Strategy of Water, Wind and Solar Energy Based on Multi-energy Collaboration

LI Jie

Jialingjiang Tingzikou Water Conservancy and Hydropower Development Co., Ltd., Guangyuan, Sichuan, 628400, China

**Abstract:** Against the backdrop of energy structure transformation and large-scale development of renewable energy, the integration of hydropower, wind power, and photovoltaic power generation to form a multi energy complementary system has become an extremely important way to improve energy utilization efficiency and ensure the safe and stable operation of the power grid. This study focuses on the operational control issues of the water injection wind solar integrated system, carefully analyzing the flexible adjustment capability of hydropower and the core characteristics of random fluctuations exhibited by wind solar power generation. At the same time, the internal mechanism of complementary coupling of multiple energy sources in time and space dimensions is also explained accordingly. On this basis, the paper constructs a control framework with the overall goal of maximizing the consumption of renewable energy and ensuring that the system can operate economically in a safe state, which is a hierarchical control framework, and a coordinated operation mode at multiple time scales is also designed.

**Keywords:** integration of water, wind, and solar energy; multi-functional collaboration; operation control; complementary mechanism; hierarchical scheduling

### 引言

在全球能源转型和应对气候变化的背景下,中国作为全球最大的能源生产国和消费国<sup>[1]</sup>,面临着能源结构转型的紧迫任务。为实现碳达峰、碳中和目标<sup>[2]</sup>,大力发展风电、光伏等清洁能源已成为必然选择。风电以及光伏发电所具备的间歇性、波动性特点,再加上其反调峰特性,这无疑给电力系统的功率平衡以及安全稳定运行造成了极为严峻且前所未有的挑战。在这个情况之下,那些拥有调节水库的水电站,由于其能够实现快速启停,出力调节的范围也较为宽广,并且在调峰调频方面的性能表现得相当

优越,所以它被当作是平抑风光波动极为关键的灵活性资源。将水能、风能、光能等多种不同类型的异质能源展开一体化的开发工作,同时让它们协同运行起来,这已然成为解决可再生能源消纳方面难题的必然之举,对于相关的运行控制策略展开研究,其有着颇为重要的理论价值,同时也存在着不容忽视的现实紧迫性。

### 1 水风光一体化系统特性分析

#### 1.1 水力发电的运行特性与调节优势

水力发电的运行特性受到诸多因素的显著影响,其中就包括水库库容、来水预测精度以及电站综合运用要求等

等,它能够给予稳定且持续的基荷电能,然而其更为突出的长处在于有着极为出色的灵活调节能力。那些具备年调节或者多年调节能力的水电站,可借助水库蓄放水这一方式达成对电能的时空重新分配,如此一来便能够在较长的时间跨度里参与到系统的电量平衡工作当中;至于拥有日调节以及以上能力的水电站,则可迅速对负荷变化或者风光功率波动做出反应,于分钟乃至秒级的时间尺度上给出调峰、调频以及事故备用等一系列辅助服务。这样从秒级一直到年度的宽泛时间尺度调节能力,乃是水电所独具的优势,也为平抑风光发电那种剧烈的波动打下了颇为坚实的物理方面的基础。

### 1.2 风电与光伏发电的出力特性与不确定性

风电以及光伏发电的出力情况是完全依靠自然气象条件来决定的,这就使得它们有着十分突出的随机性、波动性还有间歇性的特点。风电出力会随着风速按照三次方的方式发生变化,存在明显日变化和季节变化的规律,在短时间内还可能出现大幅度爬坡或者骤然下降的情况;光伏发电具备典型的昼发夜停以及午间出力比较大的日周期特性,而且很容易受到云层移动的影响,进而产生快速的波动情况。这两种电源的出力状况不但很难精准预测,而且其预测误差会随着时长的增加而变得更为显著,这给电力系统的实时功率平衡造成了巨大的压力。所以,怎样去量化并且妥善应对风光出力的不确定性,是设计水风光一体化运行控制策略的时候必须要去攻克的关键科学难题。

### 1.3 多能互补的时空耦合机理

水风光一体化系统的价值在于水、风、光三种能源在时间与空间方面存在的互补特性。从时间维度来讲,水电有快速调节的能力,可弥补风光出力出现的短期波动情况。而且水库具备蓄能功能,在风光资源丰富的时候能够蓄水,当资源匮乏之际便放水发电,以此达成能量在较长周期内的转移效果。就空间维度而言,我国西部地区一般同时拥有丰富的水能、风能以及太阳能资源,不过这些资源的分布并非完全同步,这种地理分布方面的差异给跨区域的多能互补提供了条件。多能互补的时空耦合机理主要是借助不同能源出力特性在时序上的错位以及空间上的差异,经由优化调度让其相互补充,进而从系统整体层面形成比单一能源叠加更为平滑、可靠且经济的总出力曲线。

## 2 水风光一体化运行控制目标与框架

### 2.1 总体控制目标

水风光一体化运行控制所确立的总体目标,实则是一个将安全性、经济性以及清洁性等多种价值导向都纳入其

中的复合体系。其最为关键的目标在于要切实保障电力系统能够安全且稳定地运行起来,务必要确保能够满足系统功率在实时状态下达成平衡这样一项基本的要求。在这一基础已经打好的情况之下,控制策略着重去努力实现最大限度地消纳风电以及光伏发电,尽力把弃风弃光这类现象减少到最低程度。与此在控制的整个过程当中,还必须要充分考虑到运行时的经济性方面的情况,竭尽全力去降低这个一体化系统整体的综合运行成本。除此之外,控制目标还得兼顾水力发电自身所存在的综合利用方面的各种需求,像防洪、灌溉、供水还有生态流量保障等这些约束条件也都需要一并予以考虑。

### 2.2 分层分级控制框架设计

为了切实有效地对上述多个目标加以协调并促使其达成,有必要去构建起一个明晰且合理的水风光一体化分层分级控制框架。这个框架一般能够划分成三个层级:处在最顶层的是协同优化决策层,它属于一体化范畴,主要承担着在较长的时间跨度里制定水电站水库中长期运行计划以及风光电站预期发电计划的任务<sup>[1]</sup>;处于中间位置的是区域协调控制层,它的关键职责在于把上一层所做出的决策进一步细化成更为详尽的调度指令,同时还要负责对在日内的运行过程当中所出现的预测偏差以及局部不平衡的相关问题;位于最底层的是厂站本地自动控制层,在这一层当中,各个电站会依据所接收到的调度指令或者本地的测量信号,以较快的速度并且较为精准地去执行有关功率调节的命令。

### 2.3 多时间尺度协调运行模式

水风光一体化系统运行控制需贯穿从规划年直至实时的完整时间序列,形成多时间尺度紧密相连的协调运行模式。在年度以及月度等中长期尺度方面,关键任务在于制定水库的长期调度曲线,预留足够调节库容来应对风光资源的季节性变化情况。在日尺度层面,依据最新的风光以及负荷短期预测,开展日前发电计划编制工作,优化确定次日各电站的计划出力情况。在日内以及实时尺度层面,主要借助水电的自动发电控制能力,滚动修正计划内容,实时平抑由于风光预测误差以及负荷波动所引发的功率偏差情况。这三个时间尺度的运行模式彼此嵌套,信息前馈与反馈相互交织,一同构成一个动态调整的闭环控制流程。

## 3 多能协同运行控制策略研究

### 3.1 中长期电量平衡与水库调度策略

中长期时间尺度着重关注电能总量的平衡情况以及水库能量的战略储备事宜。此策略的关键点在于科学合理

地制定水库的蓄放水计划,让水库的蓄能状态能够与预期的风光资源变化趋势实现较好匹配。当风能和太阳能资源预计会比较丰富的时候,可适当安排水电减少发电或者多蓄水,优先去利用风光电能;而要是风光资源预计会匮乏的时候,那么就要加大水电的出力程度。在这个过程中,得依靠长序列的历史数据、预测模型,同时还要考量风险的优化方法,以此来制定出既能兼顾预期效益又能具备风险抵御能力的水库调度规则,进而为短期运行的灵活性给予充足的调节容量空间。

### 3.2 短期日前计划与出力优化分配策略

短期日前发电计划的编制工作,这在中长期规划以及实时运行之间起到关键的衔接作用。该优化问题一般把系统总运行成本要尽可能小或者弃风弃光量要尽可能少当作目标函数。其约束条件涵盖了系统功率需要保持平衡、水电发电所用的水量还有水库库容的动态情况、机组出力的上下限以及网络安全方面的约束等等<sup>[2]</sup>。因为风光预测会存在一定误差,为了提高计划的鲁棒性,常常会运用随机优化或者是鲁棒优化的方法。优化得出的结果,不但能够给出各个电站的计划数值,而且更为重要的是能明确水电在平抑风光波动时的预期调节任务。出力优化分配策略是否有效,完全依赖于预测的精度以及优化模型的适应性情况。

### 3.3 实时平衡与水电快速调节策略

实时运行这个阶段所面临的关键挑战在于要处理那种分钟级甚至秒级的功率不平衡情况,在此之时,维持系统瞬时平衡的重担便主要由具备快速调节能力的水电机组来肩负了。实时平衡策略是依靠自动发电控制系统来施行的,该系统会不停地去监测系统频率或者联络线功率出现的偏差情况,并且会给水电机组发出相应的调整指令。水电站自身有着响应速度比较快以及调节精度较高的优势,所以它可以较为有效地去跟踪风光呈现出那种快速波动状况。为了尽可能地将水电的调节效能发挥到最大,或许得依据实时风光出力的具体情形来动态地去调整水电的工作点,同时要留出足够多的双向调节容量。

### 3.4 信息交互与协同控制流程

高效且可靠的信息交互在其中充当着极为关键的角色,它好比是实现上述多时间尺度以及分层分级控制策略协同执行的神经系统。整个协同控制流程是从数据采集开始的,在各个电站当中分布着各式各样的测量装置,这些装置会实时地把多源数据上传到一体化调度平台。平台里面的高级应用软件凭借这些数据来完成预测以及优化决策方面的相关工作。之后,决策指令会通过调度数据网络

传达至各个电站的控制系统,而电站的执行结果以及运行状态又会反馈回调度中心,如此便形成了一个闭环。这一流程对信息流有着严格的要求,即信息流必须要保持畅通无阻、准确无误并且传递要及时。在设计协同控制流程的时候,务必要明确各个环节的时序要求以及异常处理机制,从而确保调度人员可以清晰地掌握全局的运行状态。

## 4 策略实施的支撑条件分析

### 4.1 一体化调度平台与技术支持

水风光一体化运行控制策略要顺利落地实施,得依靠一个功能颇为强大且能融合各类数据的一体化调度平台当作技术方面的承载工具<sup>[3]</sup>。这个平台要把水电监控系统、新能源功率预测系统以及能量管理系统等诸多系统的各项核心功能都给集成起来。并且,该平台务必要备有较为先进的应用软件,像那些考虑了多能互补特性所涉及的中长期优化调度功能、短期安全约束经济调度功能以及实时自动发电控制功能等高级功能模块都得包含在内。与此要想让调度决策得以优化,那么提升风光功率预测的精度便是其基础所在。除此之外,这个平台还得具备较强的仿真推演以及决策支持的能力,能够针对各种各样的可能场景展开模拟分析。

### 4.2 市场机制与政策保障

必须构建与之相适应的电力市场机制与政策环境。在现货市场里,一体化运营主体能够作为一个整体去参与报价,借助水电所具备的灵活性来对冲风光出力方面存在的不确定性风险。辅助服务市场应当合理地体现出水电所提供的调峰、调频等服务所具有的价值,要建立起成本传导机制。从政策层面来讲,需要对可再生能源配额制以及绿色电力证书交易制度加以完善。与此针对那些承担着重要调节任务的水电站,应当着手研究并建立与之相应的生态补偿或者容量补偿机制。市场机制和政策保障发挥共同的作用,这能够为水风光协同运行给予持久且强劲的内在经济驱动力。

### 4.3 通信与数据安全要求

水风光一体化系统在广泛互联以及高度自动化的进程当中,其通信网络和数据安全面临着颇为严峻的考验。数量众多且实时更新的数据得在调度中心和电站之间实现高速并且可靠的传输,这就要求构建起覆盖范围较为完备且具备高可靠性特点的电力专用通信网络。就数据安全来讲,务必要建立起严谨的数据分级分类保护方面的制度,并且运用加密传输、访问控制这类技术手段<sup>[4]</sup>。与此还得强化针对一体化调度平台以及各类终端设备的安全防护举措,制定出详尽周全的网络安全应急预案,以此来抵御

有可能出现的网络攻击情况。

#### 4.4 对现有电网运行模式的适应性分析

水风光一体化运行控制新模式的引入,会对我国现有的电网运行模式产生影响。在技术层面,新模式要求调度机构有更强的跨区域协调优化能力。在管理层面,一体化运行可能涉及跨省跨区的利益协调,需要建立更有效的利益分配机制。在运行习惯上,需要改变传统的调度思维与工作流程。新模式的成功推广依靠通过试点示范积累经验,逐步完善技术标准与管理规范,实现向新型电力系统运行模式的平稳过渡。

#### 5 结束语

本研究围绕水风光一体化系统的运行控制问题展开了系统性探讨,从分析电源特性与互补机理出发,构建了多层次、多时间尺度的协同控制目标框架。研究提出的系列化控制策略及支撑条件分析,初步形成了一个相对完整的策略体系。水风光一体化协同运行是提升可再生能源消纳水平的有效路径,但其成功实施是技术、市场、管理协

同演进的结果。未来控制策略会朝着智能化、市场化方向发展。

#### [参考文献]

- [1]付德志,周佳,李亮,等.流域水风光一体化基地电源配置模式研究[J].人民长江,2025,56(9):242-251.
- [2]王进,曹辉,徐杨,等.水风光系统极端运行场景识别及调度方法研究[J].人民长江,2025,12(8):1-11.
- [3]曹海,许誉骞,张迪,等.“双碳”目标下西南地区水风光能源协同发展对策[J].水利水电技术(中英文),2025,56(2):733-739.
- [4]吴双杰,赵乔,余安琪,等.基于误差补偿机制的流域梯级水风光一体化多时间尺度滚动优化调度[J].水利水电技术(中英文),2025,12(8):1-16.

作者简介:李杰(1987.6—),男,毕业院校:西安交通大学,所学专业:热能与动力工程,当前就职单位:嘉陵江亭子口水利水电开发有限公司,职务:运维部总值长,职称级别:中级工程师。

# 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](http://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](http://www.viserdata.com)

ISSN 2661-4405



9 772661 440259