



www.viserdata.com

# 工程建设

月刊

ENGINEERING CONSTRUCTION

■ 主办单位: Viser Technology Pte.Ltd.

■ ISSN 2630-5283(online) 2717-5375(print)

万方数据库收录期刊  
RCCSE权威核心学术期刊

2024 10

第7卷 总第68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.



# 工程建设

Engineering Construction

2024年·第7卷·第10期(总第68期)

主办单位: Viser Technology Pte. Ltd.

I S S N: 2630-5283 (online)

2717-5375 (print)

发行周期: 月刊

出版时间: 10月

数据库收录: 万方数据库收录期刊

RCCSE权威核心学术期刊

期刊网址: www.viserdata.com

投稿/查稿邮箱: viser-tech@outlook.com

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

学术主编: 吴 萌

责任编辑: 张健美

学术编委: 严心军 王志甲 王建立

程俊儒 高 昱 初士俊

张高德 刘庆功 张 宽

张迪军 李江宇 史宗亮

高增吉 李占民 李晋阳

魏 刚 肖 泳

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

### 工程管理

- 精细化管理在建筑工程施工中的应用..... 叶仁呈 廖文凯 1
- 民用建筑施工技术和现场施工管理研究..... 汤 磊 4
- 探析海上大型溢油事故处置中的应急船舶管理.. 马洪兵 7
- 对政府投资项目招投标审计的几点思考..... 张雯清 10
- BIM 技术视角下精细化工程造价管理的研究.. 莫景畅 14
- 建筑工程中土建施工的监理质量控制要点探析..... 杨文静 17
- 工民建项目中工程监理应对施工风险的管理策略探析.. 陈 城 20
- 提高建筑工程管理及施工质量控制的有效对策研究.... 姜盛霞 23
- 水利工程中的防渗与排水施工技术探讨..... 杨 洁 26
- 长距离输水压力管线通水试运行关键技术.... 张发强 29
- 住宅建筑施工安全管理工作中 BIM 技术的应用研究.... 康 毅 32
- 数字化时代下的光伏项目建设档案管理研究.. 张 娜 36
- 工程造价跟踪审计在建筑工程全过程中的应用..... 李嘉龙 39
- 建筑工程项目管理风险及其防范措施研究.... 盛璐瑶 42

### 建筑工程

- 装配式建筑工程施工过程中 BIM 技术应用实践..... 杨少博 45
- 情势变更原则在建筑工程施工合同管理中的应用..... 肖 伟 48
- 建筑管道试压智能化监控技术分析..... 张 宝 曲明通 唐慎成 于鸿彬 丁 超 51
- 建筑机电工程设备安装技术的运用..... 黄佐荣 54
- 土木工程施工质量控制与安全管理分析..... 何 毅 57
- 建筑电气智能化弱电工程应用技术研究..... 高靖淇 60
- 浅谈 BIM 技术在建筑机电安装工程中的应用探讨..... 刁 欢 63
- 节能环保技术在土木建筑施工中的运用..... 刘贤贤 66

## 市政工程

- 市政道路工程项目管理中常见问题与对策探讨.....  
..... 滕川 69
- 面向流域生态环境治理的综合开发 EOD 模式研究.....  
..... 宋迎颖 72
- 智能建造技术在市政工程管理中的应用..... 张争 75

## 机械工程

- FFS 重膜包装线常见故障原因分析及处理... 李刚 78
- 机械电气工程的维护及有效管理措施..... 魏鑫 82

## 石油工程

- 关于微生物法在石化行业中处理含油废水的借鉴和探讨  
..... 王成芳 85

## 矿山工程

- 智能化技术在露天矿山采矿和安全管理领域中的应用..  
..... 王东荣 89
- 采矿工程中现代化技术应用的研究与探讨... 栾双红 93
- 煤矿井下干混砂浆吨包的应用.....  
..... 刘东兴 史文明 孙洪雨 96
- 矿山边角矿回收量的影响因素及优化措施... 郗小松 99

## 路桥交通

- 高速公路桥梁工程施工的安全管理策略探析... 常流洋 102
- 公路施工中填石路基施工技术的应用..... 潘存彬 105
- 公路交通工程质量管理现状与优化对策..... 郭丽珠 108

## 勘察测绘

- 无人机航测技术在大比例尺地形图测绘中的应用.....  
..... 开力比努尔·卡哈尔 111
- 测绘导航高精度定位关键技术及应用.....  
..... 刘金 唐广晖 刘勇 114
- 地质矿产勘查及绿色开采技术创新策略探究... 蓝岚 117
- 无人机激光雷达技术在工程测绘中的应用与挑战.....  
..... 雷捷 120
- 多源探测法在地下障碍物探测中的应用研究.....  
..... 刘勇 王绍华 史晓琳 123

## 施工技术

- 公路工程施工中沥青混凝土施工技术探讨... 陈富杰 127

- 基于无损检测的桥梁工程技术应用分析..... 吴大成 130
- 基坑支护施工技术在住宅建筑土木工程中的应用.....  
..... 胥寒月 133
- 型钢混凝土组合结构梁柱节点性能研究.....  
..... 郭东东 樊晶晶 陆磊 杨威 张博 136
- 市政道路桥梁施工中现场施工技术的应用探讨.....  
..... 梁艳丽 139
- 软土地基环境中公路工程施工技术分析..... 邵勇军 142

## 建筑设计

- 海绵城市理念下的建筑与景观设计融合研究.....  
..... 孙全领 145
- 中国古建筑元素在现代建筑设计中的传承与创新.....  
..... 薛亚培 148
- 浅谈超高层建筑的防排烟系统设计..... 赵凯辉 151
- 建筑设计中的可持续性原则及其实施策略... 解通 154
- 自然采光在建筑设计中的应用与效果评估... 王政皓 158
- 绿色建筑评估体系中的设计要素分析..... 贾静 161
- 建筑电气设计中的火灾隐患及其对策研究... 侯彤彤 164
- 超长混凝土结构裂缝在结构设计中的控制方法讨论...  
..... 张兴和 167
- 大中型灌区节水改造中防渗渠道断面优化设计研究...  
..... 王斌 171
- 新时期工业建筑暖通设计中常用的节能措施研究.....  
..... 王艳敏 174
- 框架结构设计在建筑结构设计中的应用..... 商慧婵 177
- 智能建筑设计中的物联网应用研究..... 王雪莲 180

## 节能环保

- 燃煤电厂废水零排放技术研究与实践分析... 黄国强 183
- 大规模新能源项目开发的经济效益与环境效益分析...  
..... 徐可 186
- 生态环境检测及环保技术应用探讨..... 温凌凌 189
- 环保规划评估考核的现状与对策研究..... 钟毅坚 192

## 材料科学

- 高性能硅酸盐水泥基材料的制备与性能优化... 余文 195
- 建筑材料的检测中影响检测结果的关键因素的研究...  
..... 陈龙 198

## 精细化管理在建筑工程施工中的应用

叶仁呈<sup>1</sup> 廖文凯<sup>2</sup>

1. 深圳市深汕国际汽车城(集团)有限公司, 广东 深圳 516473
2. 中国电子系统工程第二建设有限公司, 江苏 无锡 214111

**[摘要]** 建筑工程施工作为现代社会基础设施建设和城市发展的重要组成部分, 对质量、进度、成本和安全等方面的要求越来越高, 但是由于各种因素如工程规模增大、工艺复杂度提高、资源有限和人力管理困难等, 传统的施工管理模式已经难以满足现代建筑项目的需求。在这种情况下, 如何有效地提高施工管理水平, 实现施工过程的优化和升级, 成为建筑行业面临的重要问题。精细化管理正是在这样的背景下应运而生, 它为建筑工程施工管理提供了一种全新的思路和方法, 有助于提升施工项目的整体管理水平和能力, 满足现代建筑项目的各种管理需求和挑战。

**[关键词]** 精细化管理; 建筑工程; 管理; 应用

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13767

中图分类号: TU71

文献标识码: A

## The Application of Fine Management in Construction Engineering

YE Rencheng<sup>1</sup>, LIAO Wenkai<sup>2</sup>

1. Shenzhen Shenshan International Automobile City (Group) Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 516473, China
2. The Second Construction Co., Ltd. of China Electronics System Engineering, Wuxi, Jiangsu, 214111, China

**Abstract:** As an important component of modern infrastructure construction and urban development, construction engineering has increasingly high requirements for quality, schedule, cost, and safety. However, due to various factors such as increased project scale, increased process complexity, limited resources, and difficulties in human resource management, traditional construction management models are no longer able to meet the needs of modern construction projects. In this situation, how to effectively improve the level of construction management, optimize and upgrade the construction process, has become an important issue facing the construction industry. Fine management has emerged in this context, providing a new approach and method for construction project management, helping to improve the overall management level and ability of construction projects, and meeting various management needs and challenges of modern construction projects.

**Keywords:** refined management; architectural engineering; management; application

### 引言

随着社会经济的快速发展和科技的日益进步, 建筑工程施工管理面临着越来越多的挑战和机遇。传统的管理方法和手段已经难以满足现代建筑项目复杂性、多样性和高效性的要求, 精细化管理作为一种全新的管理理念和方法, 逐渐受到建筑行业的关注和重视。它强调对施工过程的全面、系统和精细化管理, 旨在提高施工质量、效率和安全, 满足客户需求实现项目的可持续发展。

### 1 精细化管理在建筑工程施工中的核心价值

#### 1.1 提升施工管理的标准与水准

精细化管理在建筑工程施工中的核心价值首先体现在对施工管理标准与水准的提升。通过精细化管理, 施工团队能够更加系统地规划和执行项目, 确保各项工作流程有序、高效, 这不仅有助于减少施工过程中的错误和遗漏, 提升工程质量还能有效控制项目进度, 确保按计划完成。此外, 精细化管理还促进了团队间的有效沟通和协作, 提高了整体工作效率和响应速度, 从而使施工管理达到更高的专业水平和客户满意度。

#### 1.2 优化工程资金使用效率

精细化管理在建筑工程施工中还显著提高了工程资金的使用效率, 通过对施工过程的精准规划和细致控制, 能够有效避免资金浪费和不必要的开支。这种管理方式下, 每一项投资都被明确地分配和监控, 确保资金得到最大化的价值回报。同时, 通过对供应链和采购的优化, 能够降低材料和资源的成本, 提高资金周转速度。此外, 精细化管理还强调成本的透明化和监控, 使项目负责人能够实时掌握资金使用情况, 及时调整策略, 确保资金高效、合理地运用于各个施工环节。

#### 1.3 弥补施工管理中的短板

精细化管理在建筑工程施工中起到了弥补施工管理中短板的关键作用。传统的施工管理方法可能存在的不足, 如信息不透明、决策滞后、资源分配不均等, 在精细化管理下得到了有力的纠正, 通过精细的数据分析和实时监控, 管理团队能够更准确地识别和解决问题, 避免潜在风险和延误。此外, 精细化管理强调团队的培训和技能提升, 使其具备应对各种复杂情况的能力。这种管理方式不仅提高

了施工质量和效率，还增强了项目的整体控制能力，确保施工过程更加稳定和可靠。

## 2 建筑工程施工管理现状分析

### 2.1 质量控制存在缺陷

在当前的建筑工程施工管理中，质量控制面临着系列的挑战和缺陷。尽管质量是施工过程的核心关注点，但由于各种因素如监管不力、技术标准不统一或执行力不足，导致实际施工中质量控制存在明显的漏洞和偏差。这些问题可能表现为施工质量不稳定，存在明显的缺陷和质量问题，从而影响整体工程的可靠性和安全性。此外，质量控制的不足也可能导致额外的修复成本和延误，对项目的经济效益和进度造成不利影响。

### 2.2 施工效率偏低

目前的建筑工程施工管理中，施工效率普遍偏低。尽管现代技术和设备不断进步，但由于施工过程中存在的诸多问题，如资源分配不合理、工作流程不畅或人力资源管理不当，导致施工效率受到明显制约。这种低效率表现在施工周期延长、资源浪费增加以及项目进度难以控制。低效率不仅增加了项目成本，还可能影响工程质量和客户满意度，对整体施工管理构成了重要挑战。

### 2.3 安全隐患较大

在当前的建筑工程施工管理中，安全隐患问题日益凸显。尽管安全一直是施工管理的核心要素，但由于多种因素如安全培训不足、工作环境不安全或安全规范执行不到位，导致施工现场存在较大的安全风险。这些安全隐患可能导致工人受伤、设备损坏或者意外事故发生，严重时可能威胁到施工人员的生命安全和整体工程的稳定性。安全隐患不仅增加了项目的风险成本，还可能造成法律责任和声誉损失，对施工管理的稳定性和可持续发展构成了重大威胁。

## 3 精细化管理的实际应用

### 3.1 施工质量管理

精细化管理在施工质量管理方面展现出显著的实际应用价值，通过精细化的数据收集、分析和监控，管理团队能够实时追踪施工过程中的关键质量指标，如材料的规格、施工方法的符合度以及成品的完整性等。这种数据驱动的管理方式不仅提高了对质量问题的及时识别和处理能力，还能够预防和减少施工中可能出现的缺陷和错误。此外，精细化管理还强调质量管理的全过程控制，从施工前的设计审查、材料选择到施工中的实时监控和质量验收，确保每一个环节都达到预期的质量标准。这种综合性的质量管理方法不仅提高了施工的整体质量，还增强了客户信心和项目的市场竞争力。

### 3.2 施工安全管理

在施工安全管理方面，精细化管理展现了其在实际应用中的显著优势。通过精细的安全规划、培训和监控机制，精细化管理确保施工现场的安全标准得到严格遵守，这包括对施工人员的安全培训、工作环境的安全评估，以及安

全操作程序的制定和执行。精细化管理通过实时数据收集和分析，能够及时发现和纠正潜在的安全风险和隐患，有效预防意外事故的发生<sup>[1]</sup>。此外，精细化管理还强调安全管理的全员参与和责任共担，通过激励机制和奖惩制度，提高施工人员的安全意识和责任感。这种综合性的安全管理方法不仅确保了施工过程的安全性和稳定性，还提升了整体工程的可靠性和可持续发展能力，为项目的成功实施提供了坚实的保障。

### 3.3 施工效率提升

在施工效率提升方面，精细化管理展现出其深远的实际应用价值。通过精细化的计划与执行，管理团队能够优化资源配置，确保施工过程的流畅进行，这包括对施工流程的精准规划、作业任务的合理分配以及工作方法的优化。精细化管理还注重技术创新和工程手段的应用，如使用先进的施工设备和技术，采用模块化和预制化施工方法，以提高工作效率和质量，通过实时数据监控和分析，管理团队能够及时发现和解决影响施工效率的问题，如工作延误、资源浪费或不必要的等待时间，从而有效提升施工效率。此外，精细化管理还强调团队的协同合作和沟通，通过建立有效的信息共享和决策支持系统，提高施工团队的整体协同效率和响应速度。这种综合性的效率提升策略不仅加快了施工进度，降低了成本，还提升了施工团队的工作满意度和客户满意度，为工程项目的成功完成创造了有利条件。

### 3.4 成本管理与控制

在成本管理与控制方面，精细化管理体现了其在实际应用中的高效性和精确性。精细化管理通过深入的成本分析和预算控制，确保施工项目在预定的预算范围内高效运行，这包括对施工过程中的各项费用进行精确核算、资源的合理配置以及成本效益的持续评估，通过实时的成本监控和分析，管理团队能够及时识别和处理可能导致成本增加的因素，如物料价格波动、工程变更或不必要的浪费。此外，精细化管理强调成本管理的全过程控制，从项目的初步预算编制、成本风险评估，到施工过程中的费用审计和结算，确保每一分成本都能得到合理的使用和控制。精细化管理还注重成本与效益的平衡，通过优化资源配置和 workflows，提高成本效率，实现更好的经济效益。这种综合性的成本管理策略不仅有助于降低项目的总体成本，提高投资回报率，还增强了管理团队的决策能力和执行力，为项目的成功实施提供了坚实的财务支持。

## 4 精细化管理在建筑工程施工管理中的具体实践策略

### 4.1 树立精细化管理理念

在建筑工程施工管理中，树立精细化管理理念是实践精细化管理策略的首要步骤。这一理念鼓励管理团队从整体到细节，从战略到操作，全面提升施工管理的精准度和有效性。首先，精细化管理理念强调的是数据驱动的决策制定，通过深入分析和理解施工项目的各项关键指标和数

据,管理团队能够更准确地把握项目的整体状况,及时识别潜在的风险和机会。其次,这一理念还强调的是系统性的思考和跨部门的协同合作,精细化管理鼓励各个部门和团队之间的紧密合作,共同制定和执行全面、协调的施工计划和策略,确保项目的整体目标得到有效实现。此外,精细化管理理念还注重持续改进和创新。鼓励管理团队不断探索和引入先进的管理方法和工具,不断优化和完善施工管理的各个环节,以适应不断变化的市场环境和客户需求。

#### 4.2 完善精细化管理相关政策体系

完善精细化管理相关政策体系是实践精细化管理策略的关键环节,这需从制度建设、政策制定到执行监督等多个层面,确保精细化管理理念得到系统、全面的贯彻和实施<sup>[2]</sup>。首先,政策体系的完善需要明确精细化管理的核心原则和目标,以确保各项政策与实际施工管理需求相匹配。这包括对施工流程、资源配置、质量控制、成本管理等关键领域的管理政策进行明确和细化,为管理团队提供明确的指导和执行依据。其次,完善政策体系还需要注重政策的灵活性和适应性。考虑到建筑工程的复杂性和多变性,政策体系应具有一定的灵活性,能够根据不同项目、不同环境和不同需求进行调整和优化。此外,政策体系的完善还需要强化执行力度和监督机制。通过建立有效的政策执行、监督和反馈机制,确保精细化管理政策能够得到有效执行,并能够根据实际效果进行及时调整和改进。

#### 4.3 加强施工前的细致筹备与规划

加强施工前的细致筹备与规划是实践精细化管理策略的关键环节,它为整个施工过程奠定了坚实的基础。细致的筹备和规划需要从项目启动、需求分析、资源配置到施工流程的详细设计等多个方面进行全面考虑和规划。首先,对项目的需求和目标进行深入分析,明确项目的核心目标、范围和关键要求,为后续的施工策略和计划提供明确的方向。其次,对施工资源进行精准配置和优化,包括人力、物资、设备等资源的合理分配和利用,确保施工过程的高效进行。在施工流程设计方面,需要详细规划施工的各个环节、工序和关键节点,制定详细的工作计划和时间表,确保施工过程的有序、连续和高效。此外,细致的筹备和规划还需要考虑潜在的风险和挑战,制定相应的应对策略和预案,为项目的顺利进行提供保障。

#### 4.4 强化施工现场的管理与监控

强化施工现场的管理与监控是精细化管理策略实施的关键环节,它直接影响到施工质量、安全和效率的提升。管理与监控应该从多个维度进行,确保施工现场的整体运行达到预定目标。首先,管理团队应确立严格的施工现场管理制度,明确各类工作人员的责任与权限,确保各项施工活动按照预定的计划和标准进行。其次,通过现代化的监控技术和手段,如摄像头、传感器、无人机等,实时监测施工现场的各项活动和指标,及时发现和处理可能的问

题和隐患,确保施工过程的安全、有序和高效进行<sup>[3]</sup>。此外,管理团队还应加强对施工人员的培训和教育,提高他们的安全意识和质量管理能力,确保施工现场的人员素质和作业质量得到有效提升。在管理与监控中,还应注重与相关部门和团队的协同合作,建立有效的信息共享和协作机制,提高施工现场管理的整体效能和响应速度。

#### 4.5 运用现代信息技术支持精细化管理

运用现代信息技术支持精细化管理是推动建筑工程施工管理现代化和智能化的重要手段。在精细化管理策略的实施中,现代信息技术可以作为强大的工具,提升管理效率、优化资源配置、增强决策支持和提高施工质量。首先,通过使用建筑信息模型(BIM)技术,管理团队可以实现对施工过程的全面、精准监控和管理,实时获取施工进度、质量、安全等关键信息,为项目的有效管理提供强大的数据支持。其次,利用物联网(IoT)技术,可以实现对施工现场的实时监控和远程控制,自动化收集和分析施工数据,提高资源利用率和工作效率。此外,通过云计算、大数据和人工智能等技术的应用,可以实现对施工过程的深度分析和预测,识别潜在的风险和机会,优化施工计划和策略,提高施工管理的科学性和精细度。在运用现代信息技术的过程中,还需要注重信息安全和隐私保护,确保施工数据的完整性、可靠性和安全性。

#### 6 结语

精细化管理在建筑工程施工中展现了不可替代的价值和潜力,通过细致的筹备、科学的管理、先进的技术支持和严格的监控,精细化管理不仅提升了施工质量和效率,还加强了项目的安全性和可持续性。在当前快速变化的建筑市场环境,精细化管理为施工团队提供了一个全面、系统的管理方法,有助于应对各种挑战和机会,实现项目的成功实施和长期发展。因此,积极推进和应用精细化管理,不仅是提升建筑工程施工管理水平的必然选择,也是推动建筑行业持续健康发展的关键因素。

#### [参考文献]

- [1]陈鸿远.精细化管理模式在建筑工程管理中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2023(35):45-47.
  - [2]林永毅.探究精细化管理模式在建筑工程施工管理中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2023(13):40-42.
  - [3]徐来.精细化管理在建筑工程管理中的应用[J].中国建筑装饰装修,2023(5):160-162.
- 作者简介:叶仁呈(1992.12—),男,学历:本科,毕业院校:上海理工大学,所学专业:土木工程,目前职称:工程师,目前就职单位:深圳市深汕国际汽车城(集团)有限公司;廖文凯(1992.9—),男,学历:本科,毕业院校:上海理工大学,所学专业:土木工程,目前职称:初级,目前就职单位:中国电子系统工程第二建设有限公司。

# 民用建筑施工技术和现场施工管理研究

汤磊

宁夏回族自治区第四建筑工程有限责任公司, 宁夏 固原 756000

[摘要] 文章针对民用建筑施工技术和现场施工管理进行了深入研究, 旨在提高我国民用建筑施工质量, 降低施工风险, 保障施工安全。首先, 对民用建筑施工技术进行了概述, 分析了各种施工技术的特点及应用。其次, 探讨现场施工管理的重要性, 阐述施工组织设计、施工进度控制、施工现场协调等方面的管理内容。最后, 结合实际案例, 提出了加强民用建筑施工技术和现场施工管理的措施和建议。

[关键词] 民用建筑; 施工技术; 现场施工管理; 施工质量; 施工安全

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13761

中图分类号: TU714

文献标识码: A

## Research on Construction Technology and On-site Construction Management of Civil Buildings

TANG Lei

Ningxia Hui Autonomous Region No. 4 Construction Engineering Co., Ltd., Guyuan, Ningxia, 756000, China

**Abstract:** This article conducts in-depth research on civil construction technology and on-site construction management, aiming to improve the quality of civil construction in China, reduce construction risks, and ensure construction safety. Firstly, an overview of civil construction technology was provided, analyzing the characteristics and applications of various construction techniques. Secondly, the importance of on-site construction management is discussed, and the management contents of construction organization design, construction progress control, and construction-site coordination are elaborated. Finally, based on practical cases, measures and suggestions were proposed to strengthen the construction technology and on-site construction management of civil buildings.

**Keywords:** civil buildings; construction technology; on-site construction management; construction quality; construction safety

### 引言

随着我国经济的快速发展, 民用建筑事业取得了显著成果。然而, 在民用建筑施工过程中, 施工技术和现场施工管理仍存在诸多问题, 如施工质量不稳定、安全事故频发等。为了提高民用建筑施工质量, 降低施工风险, 保障施工安全, 本文对民用建筑施工技术和现场施工管理进行了深入研究。

#### 1 加强建筑工程技术及施工现场管理的重要性

建筑工程技术及施工现场管理是保障建筑工程质量、安全、进度和投资控制的重要手段。在建筑行业中, 施工技术和水平的高低直接影响到工程项目的成功与否。因此, 提升建筑工程技术及施工现场管理对于整个建筑行业的发展具有举足轻重的作用。

随着我国经济的快速发展的背景下, 建筑质量问题日益受到关注。加强建筑工程技术, 提高施工人员的技能水平, 采用先进的施工工艺和设备, 能确保工程质量符合国家标准, 满足人民群众对美好生活的向往。施工现场是一个复杂的环境, 涉及众多施工环节和人员。加强施工现场管理, 严格执行安全规程, 落实安全生产责任制, 能够有效预防事故的发生, 保障施工人员的生命财产安全, 同时良好的施工现场管理还能减少施工过程中的噪音、扬尘、废水等污染, 保护环境<sup>[1]</sup>。施工技术水平的提升, 可以提高工程质量, 降低施工过程中的返工率, 从而加快工程进

度。同时, 施工现场管理的优化, 使施工过程更加顺畅, 减少不必要的延误, 确保工程项目按期完成。

总之, 加强建筑工程技术及施工现场管理对于提高工程质量、保障施工安全、缩短工程进度和控制投资具有重要意义。我们应当充分认识其重要性, 不断推动建筑行业技术进步和管理创新。

### 2 民用建筑施工技术

#### 2.1 地基与基础施工技术

在民用建筑施工过程中, 地基与基础施工技术的应用不仅关系到整个建筑物的稳定性和安全性, 同时也是确保工程质量的基础。我国在地基与基础施工技术方面积累了丰富的经验, 发展出了多种施工方法, 以适应不同的地理环境和工程需求。

桩基施工技术通过将桩打入地下, 将上部建筑的重量通过桩身传递到地下深处, 从而达到分散荷载、提高地基承载力的目的。桩基施工技术包括预制桩和现场浇筑桩两大类。预制桩是在工厂内预先制作好的, 然后运输到施工现场进行打桩; 而现场浇筑桩则是在施工现场直接浇筑而成的。地下室施工技术是民用建筑施工中的重要环节, 它主要包括明挖法、暗挖法和盖挖法等。明挖法是指将地面挖开, 直接开挖地下室的方法, 这种方法施工简单, 但会对地面交通和建筑物造成一定的影响; 暗挖法是在地面不挖开的情况下, 从地下进行开挖, 这种方法对地面环境影



响较小,但施工难度较大;盖挖法是指在地面上先建造一个临时结构,然后在临时结构的掩护下进行地下室的开挖,这种方法施工速度快,但需要建造临时结构,成本较高<sup>[2]</sup>。预压法是通过在地面上堆载材料,提前将地基压实,以提高其承载力;冻结法是通过将地基冻结,使其达到一定的强度,以支持上部建筑的重量;换填法则是将地基中的软弱土层挖掉,然后用砂石等材料填充,以提高地基的稳定性。

总的来说,地基与基础施工技术在民用建筑施工中占有重要地位,我国在桩基施工、地下室施工和地基处理等方面的发展和运用,为我国的民用建筑施工提供了有力的技术支持。

## 2.2 结构施工技术

在民用建筑施工过程中,结构施工技术主要涵盖了模板工程、钢筋工程、混凝土工程以及钢结构工程等方面。

目前,我国在民用建筑施工中广泛采用了多种类型的模板,如钢模板、木模板、塑料模板等模板各自具有独特的优点,能够满足不同的施工需求。钢模板具有较高的强度和稳定性,能够重复使用多次,降低了施工成本;木模板则具有较好的握钉性和可加工性,适用于各种形状的建筑结构;塑料模板则具有轻便、防水、环保等特点,越来越受到青睐。

钢筋是建筑物的骨架,对建筑物的承载能力和安全性起着关键作用。随着施工技术的不断提高,钢筋加工和绑扎技术也得到了长足的发展。现在,施工人员可以采用焊接、绑扎等多种方式进行钢筋连接,确保了连接的牢固性和可靠性。此外,钢筋工程的施工质量也得到了严格的把控,减少了安全隐患。在混凝土工程方面,泵送混凝土和预应力混凝土技术的广泛应用,为民用建筑施工带来了极大的便利。泵送混凝土技术通过高压泵将混凝土输送到施工现场,大大提高了施工效率,减少了人力成本。预应力混凝土技术则通过在混凝土结构中施加预应力,提高了建筑物的承载能力和抗震性能,使得建筑结构更加安全和稳固。随着焊接技术和高强度螺栓连接技术的不断发展,钢结构工程的施工质量和效率得到了极大的提高。焊接技术的高精度和平整度,使得钢结构焊接接头的美观性和牢固性得到了保障。高强度螺栓连接技术则具有安装方便、连接牢固等优点,使得钢结构工程更加快速和安全。

总之,结构施工技术在民用建筑施工中具有举足轻重的地位。模板工程、钢筋工程、混凝土工程和钢结构工程等方面的施工技术不断发展,为我国民用建筑施工带来了更高的效率和更好的质量。

## 2.3 屋面施工技术

屋面施工技术直接影响到建筑物的防水、保温、隔热等功能。屋面施工技术的优劣,不仅关系到建筑物的使用寿命,也关系到人们的生命财产安全。

在我国,常用的屋面施工技术包括坡屋面施工、平屋面施工、屋顶绿化等。坡屋面施工技术相对较为成熟,主

要包括木结构屋面和钢筋混凝土结构屋面。木结构屋面以其自然的质感和良好的保温性能受到许多人的喜爱。钢筋混凝土结构屋面则因其坚固耐用而得到广泛应用。平屋面施工技术也在不断进步,尤其是防水层、保温层、隔热层的施工技术。防水层施工要求高度的平整和严密,以防止水分渗透;保温层施工则要求材料具有较好的保温性能,以保证屋内的温暖;隔热层施工则要求材料具有较好的隔热性能,以防止室内温度过高<sup>[3]</sup>。

防水层的选择和施工质量直接影响建筑物的防水效果。在施工过程中,应根据建筑物的结构和用途选择合适的防水材料,如防水卷材、防水涂料等。同时,要注重防水层的施工细节,如搭接处理、收头处理等,确保防水层的连续性和完整性。此外,还需要注意防水层的保护,避免在后续施工中受到损坏。隔热层的设置可以有效降低建筑物的能耗,提高室内舒适度。在选择隔热材料时,应考虑其热阻值、耐久性和环保性能。常见的隔热材料有泡沫混凝土、玻璃纤维等,在施工过程中,要确保隔热层的厚度符合设计要求,且与屋面结构紧密粘结,以提高隔热效果。保温层可以有效减少建筑物的热损失,提高能源利用效率。保温材料的选择应考虑其导热系数、防火性能和环保性能。施工过程中,要确保保温层均匀密实,避免出现空鼓、开裂等现象。此外,还应注意保温层与防水层、隔热层的衔接,确保整个屋面系统的稳定性和耐久性。

## 2.4 结构转换层施工技术

在施工过程中,建筑材料、建筑设备、施工工艺和施工管理等因素都会影响到建筑的质量、安全和进度。因此,掌握先进的民用建筑施工技术对于建筑行业的发展至关重要。结构转换层是指在建筑物的不同部分之间设置一层,用以实现结构形式的转换或功能需求的变化。这种施工技术在现代建筑中广泛应用,如在超高层建筑、复杂建筑和多功能建筑中,通过结构转换层的设置,以提高建筑物的使用效率和灵活性。

在结构转换层施工中,首先需要进行设计和规划。设计时要充分考虑建筑物的使用功能、结构安全、施工技术和经济性等因素,确保转换层结构的合理性和可行性。规划时要明确施工顺序、施工方法和施工周期,以确保施工过程的顺利进行。其次,材料选择是结构转换层施工的关键。转换层结构需要承受上部结构的荷载,并具有良好的变形能力和耐久性。因此,在材料选择上,应根据设计要求和相关标准,选择具有较高强度、良好弹性和抗裂性能的材料,如钢筋、混凝土、钢板。在施工过程中,要严格按照设计要求和施工规范进行操作,确保每个环节的质量。例如,在混凝土浇筑过程中,要控制混凝土的配合比、浇筑速度和养护条件,以保证混凝土的强度和耐久性。同时,在施工过程中要注意安全防护,防止事故的发生;同时还要建立健全项目管理机构,明确各部门和人员的职责和权限,确保施工过程的顺利进行。

总之,通过合理的设计、材料选择、施工工艺、施工组织和管理,可以确保结构转换层施工的质量和安 全,从而推动我国建筑行业的发展。

### 3 现场施工管理

#### 3.1 施工组织管理

施工组织管理主要涵盖施工方案的制定、施工进度 的控制、施工资源的配置等方面。首先,关于施工方案的 制定,施工人员需要全面考虑工程的特性、施工的条件等 因素,制定出科学且可行的施工方案,这是施工组织管理 的重中之重。其次,在施工进度控制方面,可以借助现代 化项目管理的手段,例如计算机软件、网络技术等,实现 对施工进度的实时监控,以确保施工进度在掌控之中。 在施工资源的配置方面,施工人员需要合理调配人力、物 力、财力等资源,以提高施工效率,确保施工的顺利进行。

在施工组织管理中,施工方案的制定是前提,施工进 度的控制是保障,而施工资源的配置则是关键。施工方案 的制定需要根据工程的特性和施工条件,进行科学合理的 规划,确保施工的顺利进行。施工进度的控制,则需要借 助现代化的项目管理手段,实现对施工进度的实时监控, 以确保施工进度按照预定的计划进行。而施工资源的配 置,则是确保施工顺利进行的关键,需要合理调配人力、 物力、财力等资源,以提高施工效率。

总的来说,施工组织管理是现场施工管理的基础,其 主要包括施工方案的制定、施工进度 的控制、施工资源的 配置等方面。只有做好施工组织管理,才能确保施工的顺 利进行,提高施工效率,实现工程的目标。

#### 3.2 质量安全管理

质量安全管理是民用建筑施工过程中的重要环节,直 接影响到工程项目的整体质量和施工现场的安全。为了确 保工程质量,首先要建立健全的质量管理体系。这个体系 应当包括质量管理的各个方面,如质量计划、质量控制、 质量保证和质量改进等。在实际操作中,必须严格执行国 家相关标准,如《建筑工程质量验收统一标准》等,以此 来规范施工过程中的每一个细节<sup>[4]</sup>。同时,还要注重材料 的选择和使用的合理性,确保所有建筑材料、构配件和设 备的质量都能满足设计要求。

安全管理方面,施工现场安全管理制度是确保施工现 场安全的基础。这个制度应当包括施工现场的安全防护、 消防、环境保护、职业健康等多个方面。制定好制度之 后,要加强安全培训,提高施工现场所有人员的安全意识。 安全培训应包括新员工的安全教育、特殊工种的安全技能 培训等,确保每位员工都能掌握必要的安全知识和技能。 此外,施工现场的安全措施也需要得到落实,如佩戴安全 帽、使用安全带、定期检查施工设备等。

在施工现场的监督检查方面,应当建立一套完善的监 督机制。这个机制应当包括定期检查、不定期抽查、施 工过程中的实时监控等方式。通过这些方式,可以及时发 现施

工现场的潜在安全隐患,并采取措施进行整改。对于已经 发生的安全事故,要进行严肃的处理,深入分析事故原因, 总结教训,防止类似事故的再次发生。总的来说,民用建 筑施工过程中的质量安全管理是系统工程,需要从多个方 面进行综合管理。只有这样,才能确保工程质量的优良 和施工现场的安全,为我国民用建筑事业的健康发展提供 有力保障。

#### 3.3 环保管理

环保管理直接关联到周边环境的保护状况。我国对此 有明确的规定和严格的法律法规,要求施工单位必须遵 守,因此,要求施工过程中,必须采取有效措施来降低对 环境的影响,确保施工现场的环保工作得到落实。

噪声、扬尘、废水是施工现场常见的污染源,对周边 环境和居民的生活造成影响。因此,施工单位需要采取一 系列措施来控制这些污染。首先,要合理布局施工现场, 将噪声较大的设备远离居民区,减少对周边环境的影响。 其次,要加强对施工现场扬尘的控制,定期对施工道路进 行洒水,安装防尘网,减少扬尘污染。此外,还要对废 水进行处理,确保达到排放标准后再进行排放,避免对 水环境造成污染。推广绿色施工技术,提高施工现场的 环保水平,是民用建筑施工的重要任务。绿色施工技术 包括节能、环保、低碳等多个方面,如使用节能材料、 节能设备,采用低碳施工工艺等。通过这些技术的应用, 可以降低施工过程中的能耗和污染,提高施工现场的环 保水平。

总的来说,环保管理在民用建筑施工中占有重要地位, 施工单位必须严格执行国家环保法规,采取有效措施降 低施工过程中的污染,提高施工现场的环保水平,以实现 可持续发展的目标。

### 4 结语

民用建筑施工技术及其现场施工管理的研究,对提高 我国民用建筑施工水平具有重要意义。通过本文的研究, 对民用建筑施工技术及其现场施工管理有了更深入的认识, 为今后施工技术和管理方法的创新与发展提供有益借 鉴。在实际施工过程中,要不断总结经验,积极探索新技 术、新管理模式,为我国民用建筑施工事业贡献力量。

#### [参考文献]

- [1] 韩志. 民用建筑施工技术和现场施工管理研究[J]. 居 舍, 2023(13): 151-154.
- [2] 卢炳东. 民用建筑施工技术和现场施工管理研究[J]. 大 众标准化, 2022(13): 79-81.
- [3] 逯菊花. 工业与民用建筑现场施工技术管理研究[J]. 科 技视界, 2021(19): 174-175.
- [4] 于乐群. 工业与民用建筑工程中的现场全过程施工技术 管理研究[J]. 住宅与房地产, 2020(24): 120.

作者简介: 汤磊(1984.7—), 毕业院校: 长安大学, 所 学专业: 土木工程, 当前就职单位名称: 宁夏回族自治区 第四建筑工程有限责任公司, 职务: 项目经理, 职称级别: 中 级。

## 探析海上大型溢油事故处置中的应急船舶管理

马洪兵

长江南京航道工程局, 江苏 南京 210011

[摘要]海上大型溢油事故对海洋生态系统产生毁灭性影响,对海洋生物、鸟类和植被的直接损害,也会对渔业、旅游业等经济活动产生影响,还可能引发公共健康问题,影响周边社区的生活质量和经济稳定。文中分析了海上溢油事故对环境经济的影响,强调了应急船舶在快速反应和事故处置中的关键角色,对当前应急船舶管理现状进行了概述,最后提出了在海上大型溢油事故处置中有效管理应急船舶的关键措施,以保障事故应对的高效性和安全性。

[关键词]海上溢油事故;应急管理;应急船舶;安全管理

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13757

中图分类号: U664.9

文献标识码: A

### Analysis of Emergency Ship Management in the Handling of Large Oil Spill Accidents Offshore

MA Hongbing

Changjiang Nanjing Waterway Engineering Bureau, Nanjing, Jiangsu, 210011, China

**Abstract:** Large scale oil spills at sea have a devastating impact on marine ecosystems, causing direct damage to marine life, birds, and vegetation. They can also have an impact on economic activities such as fisheries and tourism, and may trigger public health issues, affecting the quality of life and economic stability of surrounding communities. The article analyzes the impact of offshore oil spill accidents on the environment and economy, emphasizes the key role of emergency ships in rapid response and accident disposal, summarizes the current status of emergency ship management, and finally proposes key measures for effectively managing emergency ships in the disposal of large-scale offshore oil spill accidents to ensure the efficiency and safety of accident response.

**Keywords:** offshore oil spill accidents; emergency management; emergency vessels; safety management

#### 引言

随着全球海上石油运输和勘探活动的增加,海上溢油事故的风险也在逐步增加。海上大型溢油事故不仅对海洋生态系统造成严重破坏,还对沿海地区的经济活动和人民生活产生深远影响。应对这类事故需要高效的应急管理体系,其中应急船舶作为重要的应急资源,承担着快速响应、事故处置和环境保护的重要角色。

#### 1 海上大型溢油事故概述

##### 1.1 海上大型溢油事故

海上大型溢油事故是指石油船、油轮或油田生产平台等设施发生泄漏或爆炸,导致大量原油进入海洋的突发事件。这类事故不仅对海洋生态系统造成直接而严重的损害,还对沿海地区的经济、社会和生态环境产生深远影响。海上大型溢油事故通常由多种原因引起,主要包括技术故障、设备失效、操作错误、天气恶化和自然灾害等因素<sup>[1]</sup>。例如,船舶在输送石油过程中可能发生船体破裂或装载设备失效,导致大量原油泄漏至海洋;油田生产平台的钻井事故或爆炸也可能造成大规模的溢油事件。这些事故不仅对石油运输和生产设施本身构成威胁,更对海洋生态系统和沿海社区带来长期的负面影响。

##### 1.2 溢油事故的影响

溢油事故对环境、经济和社会产生广泛且深远的影响。

##### 1.3 对海洋生态系统的直接损害

原油泄漏会导致海洋生态系统的生物多样性受到严重威胁。油类物质会附着在海洋表面、岩石、沙滩和沿岸湿地上,对海洋生物产生毒害作用。特别是海洋鸟类、海洋哺乳动物和海洋底栖动物往往成为受害者,它们的生存受到直接威胁,甚至可能引发物种灭绝。

##### 1.4 对渔业资源的影响

溢油事故对渔业活动造成显著影响,尤其是对附近海域的捕捞和养殖。污染的海洋环境使得捕捞的鱼类和贝类受到污染物的污染,降低了其食用价值,甚至可能导致捕捞禁止。这对依赖渔业为生的沿海社区经济和生计造成严重打击。

##### 1.5 对旅游业和沿海经济的影响

油污影响了沿海旅游业的发展和沿海地区其他经济活动的正常进行。海滩油污不仅影响游客的游览体验,还可能导致旅游业的停滞和旅游设施的关闭。沿海城市和经济活动的正常进行也可能因此而受到影响,从而影响当地居民的生活和社会稳定。

##### 1.6 对公共健康的潜在威胁

溢油事故中释放的化学物质可能对周围社区的公共健康构成潜在威胁。油蒸气和其它挥发性有机化合物的排放可能引起空气质量问题,接触油污污染水体可能导致人类

健康问题，如皮肤刺激、呼吸系统疾病等。

## 2 应急船舶在溢油事故中的作用

### 2.1 应急船舶的种类和功能

在海上大型溢油事故中，应急船舶的种类和功能多样，主要包括救援拖船、清洁作业船和泵吸船等。首先，救援拖船通常配备有强大的拖曳能力和救援设备，用于将遇险船只拖离事故现场或协助进行船舶打捞。其次，清洁作业船专门设计用于海面油污的清洁和收集，配备各种清洁设备和分离装置，能够有效收集漂浮在水面的原油。泵吸船则具备强大的泵浦系统，能够将水中的油污抽取到贮存舱内，以减少污染物的进一步扩散。此外，还有多功能应急船舶，集成了清洁、救援、供应等多种功能，以应对复杂的溢油事故现场需求。这些应急船舶在事故发生后能够迅速响应，通过配合协作，有效控制溢油扩散，最大程度减少对海洋生态系统和沿海地区的损害<sup>[2]</sup>。

### 2.2 应急船舶在溢油事故快速反应中的作用

应急船舶在海上大型溢油事故中扮演着至关重要的角色，特别是在快速反应阶段，它们的作用不可替代。应急船舶能够迅速抵达事故现场，这对于尽早控制油污扩散至关重要。一旦事故发生，救援拖船可以立即前往，拖曳受损或遇险的船只远离事故现场，避免进一步油污扩散和次生事故的发生。清洁作业船则能够快速部署，利用各种清洁设备和技术，从海面上清理和收集漂浮的原油，防止油污进一步扩散到更大范围。泵吸船则能够迅速抽取海水中的油污混合物，将其储存或转运到安全地点，防止油污沉积或漂浮，减少对海洋生态系统的直接损害。

应急船舶在事故现场的快速响应不仅限于清理和救援，还包括提供物资和支持。这些船舶可以作为指挥中心和资源供给基地，为救援人员和其他应急工作人员提供必要的支持和后勤保障。它们通常配备有必要的通信设备和医疗设施，确保现场人员的安全和健康，同时通过灵活的物资供给，满足现场应急操作的需求。

最重要的是，应急船舶在溢油事故中的快速响应能力直接影响到事故后果的严重程度和持续时间。它们的有效运用可以最大限度地减少环境污染和经济损失，保护海洋生态系统和沿海社区的可持续发展。因此，建立健全的应急船舶体系，包括规范化的管理和高效的应急响应机制，对于应对海上溢油事故具有重要意义，能为提升应对能力和减轻事故带来的影响提供关键保障。

## 3 当前的应急船舶管理现状

当前的应急船舶管理是一个涉及多方面的复杂系统，它围绕着船舶在非常规操作或危机情况下的响应、调度、监控和恢复等一系列活动。应急船舶管理的主要目的是确保海上交通的安全和流畅，防止海事事故的发生，并有效应对各类突发事件，如船舶碰撞、沉没、火灾、海上污染及人员救援等<sup>[3]</sup>。

在全球范围内，应急船舶管理体系通常由国家海事机构、救助协调中心、船舶公司、港口管理局及相关国际组织共同构成。这些机构配合执行国际海事组织（IMO）制定的各项规范和协议，比如国际海上人命安全公约（SOLAS）、国际海上防止碰撞规则（COLREGS）以及其他地区性和国际条约。

从技术层面看，应急船舶管理需要依赖现代化的导航和通信技术。利用全球定位系统（GPS）、自动识别系统（AIS）和其他电子导航工具，船舶可以实时监测其位置和周边环境，保持与海事监控中心和其他船舶的通信。

人员培训和演习也是应急船舶管理中的重要组成部分。船员和海事救援人员需要接受专业的安全和应急响应训练，包括但不限于生存技能、火灾控制、海上搜救等。这些训练通常要求按照严格的国际标准进行，确保所有参与者在真实的应急情况下能够有效地执行救援计划。每次海事事故发生后，相关机构都会进行详细的事故调查，旨在查明事故原因，评估相关风险，并据此修订和完善现有的安全规程和操作指南。这种持续的改进机制是提升船舶安全管理水平的关键。

同时，随着环保意识的提升和海洋保护的重视，应急船舶管理也开始更加注重环境保护。例如，在处理油污事故时，不仅要迅速有效地进行油污清除，还需最小化对海洋生态环境的影响。这要求应急管理策略必须结合最新的环保技术和方法，如使用生物降解剂和物理障碍设施来控制污染。

应急船舶管理是一个多层面、多技术的综合体系，它要求各方面的协调一致和技术的持续进步。通过不断优化技术应用、强化人员培训、严格执行国际法规和提高环境保护意识，能够有效提升应对海上紧急情况的能力，从而保障海上安全和海洋环境的和谐共处。

## 4 海上大型溢油事故处置中的应急船舶管理措施

### 4.1 应急船舶管理的标准化

标准化的实施能够确保在灾害发生时迅速、有效地调度和运用应急船舶资源，最大限度地减少环境损害并保护海上生态系统。以下将详细探讨应急船舶管理标准化的关键内容和其实施意义。首先，应急船舶管理的标准化包括制定和执行统一的管理程序和准则。这些程序涵盖了应急响应的各个阶段，从溢油事件的初期响应到后续的清理和恢复阶段。例如，标准化的管理程序可以明确应急船舶的调度流程、响应时间要求、人员培训和装备要求等，以确保在紧急情况下能够迅速、有序地部署资源和人力。其次，标准化还涉及应急船舶的技术规范和性能要求。不同类型的应急船舶可能具备不同的功能和适用范围，例如浮油收集船、拖船、化学清洁船等。标准化技术规范可以确保这些船舶在设计、建造和运营时符合国际和行业标准，保证其在应急情况下的可靠性和效率。再者，标准化还包括应急船舶的装备和物资储备管理。在大型溢油事故中，船舶

需要配备特定的应急装备,如油污清理设备、泄漏防控设备、防护装备等。标准化的管理要求确保这些装备的完整性和及时性,以应对突发的溢油事件和海上环境的复杂性挑战。最后,标准化的应急船舶管理还涉及信息管理和协调机制。信息的快速传递和共享对于应急响应至关重要,尤其是在多个部门、组织或国家之间协作时。标准化的信息管理确保相关方能够及时获取最新的情报、风险评估和决策支持,从而有效地调度和管理应急船舶的行动。

#### 4.2 应急船舶管理的信息化

在海上大型溢油事故的应急响应中,信息化管理系统的建立和运用可以极大提升应急处事的效率和精确度。系统首先要能够集成各类应急船舶的基本信息,包括船名、船籍、技术参数、装备情况等。通过数据接口和采集设备,实时获取船舶位置、速度、油料存量等关键数据,确保实时监控和信息反馈。地理信息系统(GIS)技术在应急船舶管理中具有重要作用,能够实现对船舶位置的精准追踪和地图化展示。通过GIS,可以直观地展示船舶分布、运动轨迹和事件发生地点,帮助指挥中心及时做出决策<sup>[4]</sup>。

信息化系统应支持对应急船舶的调度和指挥控制。基于实时数据和预测分析,系统能够优化船舶的路线规划和调度安排,提高应对突发事件的响应速度和效率。同时,系统应具备多种通信手段,保证指挥中心与应急船舶之间的及时有效沟通。

同时,系统应提供数据分析和决策支持功能,通过数据挖掘和模型分析,预测溢油扩散趋势和影响范围,为应急处置提供科学依据。决策支持模块可以根据实时数据和历史案例,提供多种处置方案和评估报告,帮助指挥中心做出权衡决策。信息化系统应具备24/7实时监控能力,能够全面掌握应急船舶的状态和环境变化。一旦发生事故,系统能够迅速启动应急预案,调动资源、协调船舶行动,并实时更新处置进展和风险评估。

信息化系统的安全性和稳定性至关重要,应具备多级权限控制和数据加密保护机制,防止信息泄露和系统攻击。此外,定期组织应急演练和系统检查,提升操作人员的应急响应能力和系统应对能力。

#### 4.3 应急船舶管理的动态化

海上大型溢油事故的应急船舶管理需要具备高度的动态化和灵活性,以应对突发的环境变化和复杂的操作需求。在应急船舶管理的动态化方面,首先需要建立一个有效的监控与响应系统,这包括实时监控溢油事故现场的情况,例如溢油量、泄漏速率、风向海流等环境因素,并迅速传输这些数据至指挥中心。指挥中心应具备快速决策的

能力,能够根据实时数据调整和优化应急响应策略,包括调度应急船舶的位置和数量,确保最大限度地控制和减少溢油对环境的影响。

动态化的应急船舶管理需要建立健全的船舶调度和协调机制。指挥中心应与各类船舶资源及时沟通和协调,包括船东、救援公司和政府机构等。在船舶调度方面,需要根据事故发生地点、溢油扩散情况和救援优先级快速决策,以最短的时间内调派适当类型的应急船舶到达事故现场。此外,应急船舶的船员和操作团队需要接受高效的培训和准备,确保他们能够在高压力和复杂环境下有效地执行任务,包括油污清除、环境监测和船舶操纵等。

动态化的管理还需要强化现场指挥和信息共享机制。现场指挥官应具备丰富的事故处理经验和快速决策能力,能够根据实时情况调整应急船舶的工作任务和策略。信息共享方面,应建立多方位、多层次的信息共享平台,确保所有参与方能够及时获取和共享重要的现场数据和决策信息,以便各方协同作战、高效应对。最后,动态化的应急船舶管理还包括事后的反馈和总结。通过对应急响应过程进行详细的事后评估和总结,可以识别和分析响应过程中存在的问题和不足,进一步完善应急预案和管理流程。这包括技术设备的更新和升级,人员培训的强化,以及组织结构和沟通流程的优化,从而提高未来类似事件的应对能力和效率。

### 5 结束语

有效管理应急船舶对于海上大型溢油事故的快速处置和后续环境恢复至关重要。未来,应急船舶管理需要不断优化和完善,结合新技术和最佳实践,提升应对能力,保障海洋生态环境和经济社会的可持续发展。

#### [参考文献]

- [1]周苏东,明学江,郭恩玥,等.探析海上大型溢油事故处置中的应急船舶管理[J].中国水运(下半月),2023,23(7):21-22.
  - [2]郭彦威.我国海上船舶溢油事故协同治理体系研究[D].天津:天津财经大学,2021.
  - [3]苏鑫.海上船舶溢油事故区域应急物资调度方法研究[D].浙江:宁波大学,2021.
  - [4]李松,陈莹珍,李海伟,等.大型海上船舶溢油事故应急物资联动调度优化研究[J].水道港口,2020,40(6):735-741.
- 作者简介:马洪兵(1976.12—),男,江苏泰兴人,汉,本科学历,沿海一等轮机长,就职于长江南京航道工程局,从事船舶管理和航道疏浚施工工作。

## 对政府投资项目招标投标审计的几点思考

张雯清

乌鲁木齐市政府投资审计中心, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]近年来, 各级党委政府高度重视政府投资审计, 而招标投标是项目建设过程中的关键环节, 明确招标投标活动中主客体的权利、义务及责任, 及时纠正招标投标活动中的违法、违规现象, 确保招标投标活动在遵循公开、公平、公正和诚实信用原则的前提下有序竞争。因此, 关注招标投标领域的突出问题并实施审计, 加强对政府投资项目的监督, 提高政府投资的经济效益和社会效益意义重大。

[关键词]政府投资项目; 招标投标审计; 几点思考

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13753

中图分类号: TU-9

文献标识码: A

### Several Thoughts on the Bidding Audit of Government Investment Project

ZHANG Wenqing

Urumqi Municipal Government Investment Audit Center, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** In recent years, party committees and governments at all levels have attached great importance to government investment audits, and bidding is a key link in the project construction process. It is necessary to clarify the rights, obligations, and responsibilities of the subject and object in bidding activities, timely correct illegal and irregular phenomena in bidding activities, and ensure that bidding activities compete in an orderly manner on the premise of following the principles of openness, fairness, impartiality, and good faith. Therefore, paying attention to prominent issues in the field of bidding and implementing audits, strengthening supervision of government investment projects, and improving the economic and social benefits of government investment are of great significance.

**Keywords:** government investment projects; bidding audit; several thoughts

#### 引言

由于工程招标投标环节牵扯到各方的经济利益, 极易产生违法违规问题, 是审计部门监督的重点, 如何积极防范舞弊和改进招标投标工作, 已经成为政府投资审计和监管领域的重要课题。

#### 1 招标投标领域的突出问题

##### 1.1 招标投标领域的突出问题。

(1) “化整为零”规避招标投标。现行的招投标, 许多单位只注重主体项目的招投标, 却忽视了附属工程和追加工程的招投标, 或有意化大为小, 最常见的是采取“甩项”和“化整为零”。“甩项”即将附属工程以及追加工程量等不纳入主体项目共同招投标, 而这些被“甩项”的工程量究竟占整个工程总量的占比又没有限制标准, 进而这一部分被甩项的工程量就失去了应有的监管。<sup>[1]</sup>“化整为零”是将单位工程中, 原本由一家施工单位即可完成的项目有意分成几个标段, 使其合同金额在政府规定必须招投标的规定限额以下, 规避招投标。

(2) 邀请招标取代公开招标。公开招标是体现招投标“公开、公平、公正和诚实信用”原则的重要环节, 是执行《招标投标法》的关键所在。邀请招标虽然能在一定程度上能简化程序, 减少招标成本, 但也存在不够公开透明的弊端。有的单位在操作过程中, 为了照顾特定关系,

把本应公开招标的项目, 实行邀请招标, 只邀请特定的法人或组织投标, 限制、排斥其他法人或组织参与投标, 为其邀请的投标人减轻竞争压力, 创造中标条件。

(3) 搞假招标暗中确定中标人。特别是采用综合评分法的招投标方式, 有些单位为了使意向单位中标, 根据意向单位的企业情况量身定做招标文件, 使其中标; 或者故意选择几个无意承建的单位参与陪衬, 使意向单位轻易中标; 或者将一个完整的工程项目分解成许多块, 将高利润部分让内定单位中标。

(4) 投标人相互串通进行围标。由于招投标市场体制机制不完善, 工程承包商通过挂靠等方式可以取得多份投标授权函, 表面上是多家投标人, 实际上是一个承建方。或者一些关系较好的投标人组成临时联盟, 相互串通投标报价, 帮助联盟中的一个投标人取胜, 这次你中标, 下次我中标, 轮流坐庄, 利益均沾, 从而排挤其他投标人的公平竞争, 使国家利益受损。

(5) 假借或挂靠企业资质参与投标。《招标投标法》明确规定, 不得假借资质或以他人名义参与招投标报名。但在实际报名和资格审查过程中, 相关规定及程序操作并没有严格执行, 审核过程也缺少相应的制约措施, 一些技术力量薄弱的企业参加了投标, 导致招投标本身择优的目的没有达到, 这也是造成后期工程质量出现问题的主要原因。<sup>[2]</sup>

(6) 投标人与招标人、评委串通招标。一方面建设单位与关系人串通,在编制招标文件时加入有利于关系人的内容,为关系人创造有利的竞争条件。另一方面招标文件不够规范,在执行过程中有一定的自由空间,而评委在技术评标的评审过程中,打“人情分”现象时有发生,专家结构不够合理,专家质量参差不齐,对技术标的理解不够深、评标结果科学性受到人为因素影响大。

(7) 以不合理的低价中标后又通过各种变更获利。《招标投标法》第二十三条规定“投标人不得以低于成本价竞标”,然而在我们的工程审计过程当中,时常发现有些施工单位为了取得项目,不惜用低于成本的中标价承包工程,但企业最终的目的是追求利润的最大化,这就使施工单位在获得项目后又想尽一切办法与建设单位、监理单位相互勾结,促成设计变更,致使工程结算价大大突破中标价,损害国家利益。

## 1.2 产生问题的原因

(1) 违法成本低。根据《招标投标法》的规定,对于通过项目拆分、规避招标,或者投标人串通投标的行为,处以合同价款千分之五至千分之十的罚款。值得注意的是,即使罚款金额达到最高标准,也仅为合同总价款的1%,对于通过违规操作能够获取20%-30%高额利润的投标人,这样的罚款无法产生足够的威慑效果。而且,即便发生违法行为,也未必会受到严格惩罚,领导的意图在其中扮演了重要角色。至于行政处分,由于大多是在单位内部进行,往往流于形式,难以对违法者形成实质性的约束。

(2) 政府行政不规范。许多政府投资项目,前期手续不齐全的情况下就已启动,导致直接发包或事后补办招投标手续的现象屡见不鲜,为其他开发商提供了负面的示范作用,进一步助长了违规操作的蔓延。例如,某些项目在主体工程完工数年后,前期手续仍未办齐,不仅破坏了正常的市场秩序,亦极大削弱了工程建设的规范性。此外,政府主管部门的低效办事风气也对违规操作产生了推波助澜的影响。手续办理的繁琐拖延,使得部分开发商选择绕过正常程序,边办手续边进行建设,由此进一步恶化了违法行为的蔓延。<sup>[3]</sup>

(3) 评标方法欠科学。目前招投标中,评标主要采用的是综合评标法,投标人的报价被平均计算,并以此为基础评定报价得分,对得分比重高达60%-70%的项目来说,报价越接近于平均值的投标人,越容易中标。反之,资质较好的投标人,若其报价偏低,则难以胜出。这虽然简化了评标流程,却削弱了竞争机制的有效性,导致无法真正实现优质企业的胜出,科学的评标方法应当包括更多技术性考量,以更全面地评估投标单位的实际能力。

(4) 法规、制度不完善。中标企业中,影响项目执行的关键因素,如人员调动、施工能力等,得不到有效监管。对于中标后的跟踪监督机制,尚未形成完备的体系,

从而使违规行为得以持续。此外,投标人资格审核标准存在漏洞,几乎任何具有民事行为能力的人,只要借用其他企业的资质,并持有授权书,就可以以该企业名义进行投标。这一制度上的缺陷,给虚假投标、围标和陪标等行为留下了可操作的空间。如果仅通过形式上的合法性审核,而忽略了企业实际履行能力,市场秩序将难以维持。

## 2 招投标审计的意义及存在的问题

### 2.1 建设工程招投标审计的意义。

对工程招投标进行审计,一是可以促进工程招投标工作公开、公正、公平地进行,防止一些别有用心者操纵招投标;二是可以避免不必要的损失,招标文件中的错误和漏洞,在执行过程中会引起招投标双方的争议,而招投标审计有助于及时发现、纠正错误。三是工程建设领域是腐败的高发地,招投标工作又决定着工程的承发包,对招投标实施审计,有助于遏制工程建设人员的腐败行为。

### 2.2 目前招投标审计存在的问题。

(1) 相关法律法规衔接不够严密,影响审计执法效力。我国与招投标审计相关的法律法规有《招标投标法》《审计法》《合同法》等都是审计依据,但法与法之间的衔接不够严密,实际使用的适用性存在冲突和争议。根据《审计法》第二十二条及《审计法实施条例》第二十条的规定,审计机关有权对政府投资和以政府投资为主的建设项目在建设管理、招投标情况、工程价款、监理的执行等方面实施监督,而《招标投标法》《合同法》明确执法部门是法院和工商行政管理部门,并未规定审计机关也是执法主体之一,《审计法》也未明确规定,因此审计处理处罚行为的依据,在法律诉讼中能否得到支持,就成为问题。

(2) 投标单位的报价方式多种多样,造成审计难度加大。由于现阶段对建设项目招投标工作的审计一般都在事后进行,即使审计发现签订的承包合同存在问题时,依据《合同法》的规定,固定总价合同以及固定单价合同一经签订便具有法律效力,即便出现工程量高估冒算、建设材料价格变动等问题,审计机关也不能核减造价,只能是揭示、披露问题,从而导致审计处理难。

(3) 管理部门“多头”似管非管,导致审计风险增加。近年来,建筑市场有了较大发展,但没有形成良好的秩序,建设项目从建议书到竣工验收交付使用,参与管理的部门很多,有发改委、建设局、规划局等行政主管部门,而这些部门的管理范围又不明确,从而造成“多头管理”“似管非管”。甚至有的部门以不正当方式推荐施工单位,这就很难保证招投标的公正性。同时有些企业为了中标不择手段,不惜一切代价恶意竞争扰乱招投标秩序,这些也给招投标审计工作增加了风险。

## 3 招投标环节的审计方法

### 3.1 规避招投标的审计

在审计拆分项目、划分标段等方式逃避公开招标等此

类行为时,相关文件的核查至关重要,尤其是工程规模是否符合公开招标的要求。对于那些总造价超过法定限额的项目,必须遵循公开招标的规定,任何通过项目拆分或标段划分以规避招标的行为都应引起审计的关注。所采用的审计方法包括对工程立项文件、项目总预算及招标文件的审查,确保没有违规拆分行为。还需进一步检查是否存在将公开招标转为邀请招标的情况,特别是邀请招标是否通过了法定审批程序,且投标邀请是否发给了至少三家具备资质的法人或其他组织,若发现资料不符,需展开深入审查并提出整改意见。

### 3.2 明招暗定的审计

审计招标表面进行但实际早已内定中标人的“明招暗定”现象时,关键在于核实招标公告是否按规定发布于国家指定媒介,如报刊或信息网络中,且公告内容是否完整。评标标准和程序是否公平公正,也是审计的核心关注点之一,任何对潜在投标人的不合理排斥都应引起重视。在评分环节,需核查评委打分是否严格遵循评分细则,招标过程中的记录需要确保其真实性,避免内容自相矛盾。对于定标,审计人员需检查是否依据评标报告中的中标候选人择优选定,项目开工及合同签订时间节点是否符合规范也需一并核查,以确保未出现违规操作。<sup>[4]</sup>

### 3.3 围标串标的审计

围标串标指的是投标单位通过协商串通来固定中标者,从而破坏了公平竞争。对这种行为进行审计时,应从招标代理机构的保证金专户入手,核实缴纳保证金的单位名称是否与开户行或投标人一致。如若发现保证金退还环节存在异常,比如通过现金支付或转账至储蓄账户,或一人代领多家企业的保证金,那么串标行为基本可以确定。此外,技术标部分的投标文件也应重点审查,尤其是施工方案、人员配备、施工进度等内容是否存在雷同。如果多个投标文件中的数据、描述几乎相同,围标行为基本可以成立。在确认串标现象后,需进一步延伸审计,调查投标单位之间是否存在关联性。

### 3.4 借照挂靠的审计

审计借照挂靠时,应从施工企业的银行账户入手,核查银行账单、对账单及原始凭证,判断是否存在支付工程款、管理费或协作费等异常交易。中标企业的投标文件需被仔细审查,确保其响应招标文件的实质性要求,且资质符合相关规定。中标企业的经济实力及施工履历也需进行详细核实,以避免挂靠现象。在施工现场,审计人员还需对现场管理人员、技术人员及设备的配备进行核对,确保其与投标文件承诺一致,并将姓名与执业编号记录备案。通过审查合同内容及金额,审计人员可以进一步确认是否存在非法转包或分包行为。

### 3.5 评标人员徇私舞弊的审计

审计评标人员徇私舞弊行为,应从评标委员会的组成

及其人员来源着手,确认人数是否符合规定,评标人员与投标人之间是否存在利益冲突。评标过程的公平性至关重要,评分是否严格按照招标文件中的标准与程序进行,需被仔细核查。评分结果必须经由所有评委签字确认,若发现评分波动异常,需对评分记录进行复核,并与评委核实评分依据。在审查评标报告时,审计人员应确保推荐的中标候选人客观合规,若发现异常评分,应进一步展开调查,确认是否存在徇私舞弊的行为。

## 4 招投标审计的几点思考

### 4.1 注重招投标的经济责任审计

招投标审计是个复杂的系统工程,牵涉的利益主体是多方面的,往往审计发现的问题认定存在一定的难度,同时招投标审计也是评价领导干部经济责任审计中的重要内容。因此招投标审计要分清存在问题的责任主体,重点审计招标方、投标方、招标代理机构及评标委员应负的经济责任和法律责任,并根据《招投标法》移送主管部门予以相应的处理处罚。<sup>[5]</sup>

### 4.2 注重招投标的经济腐败审计

招投标市场是腐败行为的多发地带,从近年来招投标审计中发现,招投标工作从报名、资格预审、开标评标过程以及监督等环节都存在错位和不作为现象,暴露出招投标工作体制和管理机制的不完善不健全,存在漏洞和薄弱环节是腐败滋生的主要原因。工程项目招投标审计坚持“查处与防范并举,以防范为主”的方针,从招投标制度入手,实施以审计机关为主,纪检监察、检察等其他监督部门全程紧密配合协作的审计查处机制。

### 4.3 注重招投标的绩效审计

招投标作为一种特殊的商品交易方式,它的成熟度比一般商品交易成熟度更高,更强调规范性和综合性,招投标的最终目标是追求项目投资综合效益的最大化,对建设项目成本控制起到关键作用,因此,对招投标的审计就需要重视招投标的效益目标。按传统审计模式,主要对项目招标合法性和合规性审计,这种审计无疑无法解决招投标的效益性,而且目前招投标活动中正是因为存在片面追求招标的合法性,容易产生以合法形式掩盖非法目的,而使招投标效益更加低下的弊病。招投标的绩效审计可以扭转仅强调招标过程而不看招标结果的这种评价方式,着重关注招标的经济性和效益性指标。通过招投标效益审计的尝试,促进审计向高级阶段发展。

### 4.4 注重招投标的全过程审计

建设工程项目招投标包括招标、投标、评标、中标四个阶段,而且这四个阶段既是腐败的频发环节又是影响工程结算的重要环节。传统的审计方式往往都是事后介入,发现了问题却几乎无法整改。为了纠正这种现象,审计关口必须前移,要有效地杜绝招投标出现的各种违法违规以及腐败问题,必须实行事前、事中、事后的全程同步审计监督,



使招投标中的每一个环节，都置于审计部门的监督之下。

#### 4.5 注重于招投标的计算机审计

随着审计环境越来越复杂，审计工作量越来越大，计算机审计是信息化环境下崭新的审计方式，有助于拓宽审计视野，提升审计计算方法，提高审计效率，将计算机应用到招投标审计是审计发展的必然趋势。

##### [参考文献]

- [1] 颜韬. 乡镇政府投资项目管理中存在的问题及审计建议[J]. 审计月刊, 2024(2): 44-45.  
[2] 阮智通. 政府投资效益低下的表现形式及应对策略[J]. 审计月刊, 2023(6): 37-38.

[3] 阎卫东, 周杰. 政府投资项目全过程造价动态化管控体系研究[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版), 2022, 24(6): 571-577.

[4] 徐相行, 胡永春, 潘晶晶. 政府投资项目低价中标高价结算现象原因分析[J]. 审计月刊, 2021(11): 49-51.

[5] 李迪. 关于加强企业招投标管理和防范廉政风险的探讨[J]. 电力设备管理, 2021(8): 187-188.

作者简介: 张雯清(1977.1—), 毕业院校: 云南大学, 所学专业: 工程管理, 当前就职单位名称: 乌鲁木齐市政府投资审计中心, 就职单位职务: 副高级工程师, 职称级别: 正高。

# BIM 技术视角下精细化工程造价管理的研究

莫景畅

广西信达友邦工程造价咨询有限责任公司, 广西 南宁 530000

[摘要]传统的工程造价管理方法通常依赖手工计算和静态数据,这导致了信息不一致、数据滞后和计算误差等问题。BIM 技术通过建立全面的三维建筑模型,提供了实时的数据集成和可视化功能,有效地解决了这些问题。随着建筑行业对精细化管理的需求增加,BIM 技术的应用显得尤为重要,它推动了造价管理的现代化,提高了项目管理的精度和效率。

[关键词]BIM 技术;精细化;工程造价管理

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13746

中图分类号: TU724

文献标识码: A

## Research on Fine Engineering Cost Management from the Perspective of BIM Technology

MO Jingchang

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

**Abstract:** Traditional engineering cost management methods often rely on manual calculations and static data, which leads to problems such as inconsistent information, data lag, and calculation errors. BIM technology provides real-time data integration and visualization functions by establishing comprehensive 3D building models, effectively solving these problems. With the increasing demand for refined management in the construction industry, the application of BIM technology has become particularly important, promoting the modernization of cost management and improving the accuracy and efficiency of project management.

**Keywords:** BIM technology; refinement; engineering cost management

### 引言

工程造价管理在现代建筑项目中至关重要,而传统的方法已难以满足日益复杂的需求。建筑信息模型(BIM)技术的出现,为工程造价管理提供了全新的解决方案。BIM 技术通过集成设计、施工和运营数据,实现了信息的实时更新和精确分析,为提高造价管理的效率和准确性开辟了新路径。

### 1 BIM 技术和精细化工程造价管理概述

#### 1.1 BIM 技术概述

建筑信息模型(BIM, Building Information Modeling)是一种数字化技术,通过创建和管理建筑物的三维数字模型来提高建筑项目的效率与效果。BIM 技术不仅支持建筑设计、施工和运营管理的全过程,而且通过集成建筑物的各类信息(如结构、材料、成本、时间进度等)实现信息的共享和协作。BIM 技术的核心在于其三维建模能力,通过在虚拟环境中建立详尽的建筑模型,项目各方可以更直观地理解和分析建筑设计,提高设计精度减少错误和冲突<sup>[1]</sup>。随着 BIM 技术的发展,它已经从最初的设计阶段扩展到整个建筑生命周期,包括施工阶段的进度管理、成本控制和维护管理等。BIM 模型能够动态更新,实时反映设计和施工的变化,促进信息的透明化和决策的科学化。通过这种技术,项目团队能够在建造前发现潜在问题优化设计方案,从而降低成本和缩短工期。BIM 技术的推广和应用正在改变传统建筑行业的运作模式,提高了项目的整体

效率和质量,为工程管理带来了新的机遇和挑战。

#### 1.2 工程造价精细化概述

工程造价精细化管理是一种通过细化和优化各项造价控制措施来提高工程成本控制效果的管理方法,这种管理模式强调对工程项目成本的详细分析与控制,从而在项目实施的每一个阶段都能准确掌握费用变化并进行有效管理。精细化管理的核心在于将造价管理细分到具体的工作任务和资源使用中,通过详细的预算编制、成本预测与控制以及变更管理,实现对项目整体造价的精确把控。精细化工程造价管理不仅关注整体造价,还注重对各个环节的成本进行分解和优化,包括设计阶段的成本评估、施工阶段的成本控制和运营阶段的维护费用管理。通过建立科学的造价管理体系和使用先进的管理工具,可以提高成本预测的准确性,减少预算超支的风险。精细化管理还注重数据的实时更新和反馈,确保在项目实施过程中能够迅速应对各种变化做出合理的调整。

### 2 BIM 技术在工程造价精细化管理中的应用价值

#### 2.1 数据集成处理

BIM 技术在数据集成处理方面展现出显著的应用价值,通过建立一个综合的三维建筑模型,BIM 技术将设计、施工、运营等阶段的各类数据汇集于一个统一平台。这种集成处理能力使得各个专业团队能够在共享的模型中进行协作,减少了信息孤岛和数据重复的风险。在实际应用中,BIM 模型集成了建筑设计、结构分析、施工计划、

成本预算等信息,这种信息整合不仅提高了数据的准确性,还使得项目各方能够实时访问和更新数据,确保所有决策基于最新的信息。通过集成处理,项目团队可以更好地识别潜在的设计冲突和施工问题及时进行调整,减少了由于信息不一致导致的错误和返工。此外,数据集成处理还支持更精确的成本预测和控制,通过将材料、人工、设备等费用信息与 BIM 模型中的实际需求对接,项目管理人员能够实现更细致的成本分析和预算调整,从而提高了工程造价的管理效率和精确度。

## 2.2 信息可视化

信息可视化是 BIM 技术的重要应用之一,它通过将复杂的建筑数据转化为直观的图形和三维模型,显著提升了信息的理解和沟通效率,通过 BIM 模型,设计图纸、施工进度、成本预算等各类数据可以在三维环境中以清晰、易于理解的形式展示,使得项目参与者能够更直观地了解建筑项目的各个方面。可视化的优势在于它能够帮助项目团队快速识别设计问题和施工冲突,在传统的二维图纸中,很多设计细节难以直观呈现,而 BIM 技术通过三维模型使这些细节一目了然,从而避免了潜在的错误和遗漏。此外,动态模拟和虚拟漫游功能可以让各方在施工前预览实际效果和施工过程,进行预演和优化,进一步减少了设计变更和施工风险。信息可视化还增强了与客户和利益相关者的沟通,通过直观的模型展示,客户可以更清晰地了解项目的最终效果,从而做出更准确的决策和调整。这种透明化的沟通方式提高了客户满意度,并且在项目的后期管理中也提供了有效的参考依据。

## 2.3 计算准确

BIM 技术在提升计算准确性方面具有显著优势,通过创建精确的三维建筑模型,BIM 能够自动生成详尽的工程数据,包括材料用量、结构尺寸和施工成本等。这种自动化的数据生成和处理大大减少了手动计算的错误,提高了各类计算结果的准确性。BIM 模型集成了建筑设计的各个方面,使得各种计算可以基于最新的设计数据进行。例如,材料数量计算、成本估算和结构分析都可以直接从模型中提取数据,避免了因数据输入错误或遗漏导致的误差。模型中的实时更新功能确保了所有计算结果始终反映最新的设计变更,进一步提高了准确性。此外,BIM 技术的参数化建模功能允许用户设置不同的计算参数,并自动调整模型中的相关数据。这种灵活的计算方式支持更加精确地分析和优化,尤其在进行复杂的工程计算时,可以显著提升计算的准确性和可靠性。

# 3 BIM 技术在工程造价精细化管理中的应用

## 3.1 BIM 技术在造价估算中的应用

BIM 技术在造价估算中的应用极大地提高了估算的准确性和效率,通过在三维模型中集成详细的建筑设计数据,BIM 技术能够自动生成详尽的材料清单和工程量,从

而为造价估算提供准确的基础。模型中的每一个构件和系统都能通过预设的参数和标准进行成本计算,减少了传统手工估算中的误差和遗漏。在实际操作中,BIM 技术允许项目团队在设计阶段实时进行成本估算,设计变更会立即反映在模型中,系统自动更新相关的成本数据,确保估算结果始终与实际设计保持一致。这种实时更新功能使得项目经理能够在设计过程中快速评估不同方案的成本影响,从而做出更加合理的决策。此外,BIM 技术支持与造价软件的集成,进一步提升了估算的精确度和效率,通过与专业的造价管理工具对接,BIM 模型中的数据可以直接导入到造价软件中进行分析和计算,缩短了估算时间并降低了人为错误的风险。

## 3.2 BIM 技术在工程预算中的应用

BIM 技术在工程预算中的应用显著提高了预算编制的准确性和效率,通过构建详细的三维建筑模型,BIM 技术能够提供精准的工程量清单和材料需求数据,为预算编制提供可靠的基础,这些数据直接从模型中提取,消除了传统预算编制过程中可能出现的误差和遗漏。在预算编制过程中,BIM 技术的动态更新功能允许项目团队实时调整预算<sup>[2]</sup>。设计变更或施工方案的调整会即时反映在模型中,预算数据随之更新,确保预算始终与项目实际情况保持一致。这种实时同步的能力使得预算管理更加灵活,有助于控制项目成本并预防预算超支。此外,BIM 技术还支持对不同预算方案的比较和优化,通过在模型中模拟不同的设计或施工方案,项目团队可以评估各方案的成本效益,从而选择最具性价比的方案。这种分析能力不仅提升了预算编制的科学性,还增强了决策的准确性。

## 3.3 BIM 技术在合同管理中的应用

BIM 技术在合同管理中的应用大幅提升了合同执行的透明度和效率,通过建立一个详细的三维建筑模型,BIM 技术为合同管理提供了清晰的视觉参考,使得合同条款和要求可以直观地与实际设计和施工进度进行对照,这种可视化能力帮助各方准确理解合同内容,减少了由于信息不对称导致的纠纷和误解。在合同管理过程中,BIM 技术还支持实时监控和管理合同履行情况,模型中的数据与合同条款关联,允许项目团队跟踪合同的执行进度、成本支出和变更情况。实时更新的模型能够反映合同的实际执行状态,帮助识别潜在的合同风险并进行及时调整。此外,BIM 技术的集成能力促进了各方的信息共享和沟通,合同变更、进度报告和成本调整等信息可以通过 BIM 平台进行集中管理和共享,确保所有相关方都能获取最新的合同信息和项目状态。这种信息的透明化不仅提高了合同管理的效率,还增强了项目团队之间的协作。

## 3.4 BIM 技术在成本控制与调整中的应用

BIM 技术在成本控制与调整中的应用显著增强了项目的经济管理能力,通过三维模型中的精确数据,BIM 技

术提供了一个实时、动态的成本管理平台,使得成本控制不仅更加准确,还能及时响应项目变更。模型中的详细信息,包括材料用量、施工方法和工程进度均可实时更新,从而实时反映项目的实际成本状态。在成本控制方面,BIM技术通过集成施工进度和预算数据,使得成本监控变得更加直观和实时。项目团队可以利用BIM模型进行成本预测和分析,及时发现与预算不符的情况并采取纠正措施,通过对比实际支出与预算数据,BIM能够帮助管理者识别潜在的超支风险,实施有效的成本控制策略。对于成本调整,BIM技术的灵活性允许对设计变更或施工方案进行快速成本重新评估。模型中的实时数据使得对变更的影响进行快速分析成为可能,确保调整后的成本反映真实情况。这种动态调整能力帮助项目团队在面对设计或施工方案调整时,能够迅速做出经济决策,从而减少不必要的费用支出。

#### 4 基于BIM技术的工程造价精细化管理策略

##### 4.1 强化对工作人员的培训

强化对工作人员的培训是实现基于BIM技术的工程造价精细化管理的关键策略之一。随着BIM技术的广泛应用,其操作和管理复杂性要求项目团队具备专业的技术能力。系统化的培训可以帮助工作人员全面掌握BIM工具的使用方法和最佳实践,从而有效提升其在项目中的应用水平。培训内容应包括BIM技术的基础知识、模型创建与管理、数据分析与应用等方面,确保工作人员对BIM系统的各个功能有深入的理解。实际操作技能的培训同样重要,通过模拟项目场景和实际案例,帮助团队成员熟悉BIM模型的操作流程和常见问题的解决方法。此外,培训还应关注人员的持续学习和技能更新,随着技术的发展,新的功能和应用不断推出。定期的培训和技能提升计划可以帮助工作人员跟上技术的变化,保持竞争力,并有效应对不断变化的项目需求。

##### 4.2 完善绩效考核制度

完善绩效考核制度是提升基于BIM技术的工程造价精细化管理效果的重要举措。一个科学合理的绩效考核制度不仅能激励员工的工作积极性,还能确保BIM技术在项目中的有效应用。绩效考核应从多个维度进行设计,包括技术能力、工作效率、数据准确性和团队协作等方面<sup>[3]</sup>。首先,考核制度应明确BIM技术应用的关键指标,如模型精度、成本控制的准确性和工程变更的响应速度,这些指标能够客观反映员工在实际操作中的表现,为绩效评估提供可靠依据。其次,应结合具体的项目目标和实际需求,制定相应的考核标准和评估方法,确保绩效考核与项目的

实际要求紧密对接。此外,绩效考核制度还应注重员工的持续发展和反馈机制,定期的绩效评估应结合员工的培训需求,提供针对性的改进建议和培训支持。通过建立反馈机制,员工能够及时了解自身的优劣势,调整工作方法,提高工作效率。

##### 4.3 实现信息共享

实现信息共享是基于BIM技术的工程造价精细化管理的核心策略之一。通过建立统一的信息平台,各项目参与方能够实时访问和更新关键数据,从而提高协作效率和决策准确性。BIM技术提供的集成模型不仅包含设计、施工和成本信息,还支持各类数据的集中管理,确保所有相关方能够获取最新的项目信息。信息共享的实现首先依赖于建立完善的数据管理和沟通机制,通过将BIM模型与项目管理系统、成本管理工具等系统集成,各方可以无缝访问和同步数据,避免了信息孤岛和重复劳动。实时更新的模型确保了数据的一致性和准确性,使得设计变更、进度调整和控制成本等决策能够基于最新信息做出。此外,为了有效推动信息共享,项目团队应建立明确的数据共享协议和权限管理制度,确保数据的安全性和隐私保护。定期的沟通会议和报告机制也有助于确保信息的及时传递和反馈,促进各方的协作和问题解决。

#### 5 结语

BIM技术在工程造价精细化管理中的应用展示了显著的优势,通过数据集成处理、信息可视化、准确计算以及在预算、合同管理和成本控制等方面的应用,BIM技术极大地提升了项目管理的效率和精确性。为了最大化这些优势,强化对工作人员的培训、完善绩效考核制度和实现信息共享成为关键策略。未来,随着技术的不断发展和应用的深化,BIM技术将在工程造价管理中发挥更加重要的作用。持续创新和优化应用策略,将进一步推动工程管理向更高水平迈进,助力实现项目的经济效益和管理目标。

#### [参考文献]

- [1] 逯云芳,张琼. BIM技术视角下精细化工程造价管理研究[J]. 广西开放大学学报, 2024, 35(2): 87-91.
  - [2] 周文俊. 基于BIM技术的工程造价精细化管理研究[J]. 房地产世界, 2023(22): 96-98.
  - [3] 赖震宇. BIM应用下建筑工程造价精细化管理策略[J]. 北方建筑, 2023, 8(5): 57-61.
- 作者简介: 莫景畅(1992.11—), 毕业院校: 广西财经学院, 所学专业: 工程管理, 当前就职单位: 广西信达友邦工程造价咨询有限责任公司。

## 建筑工程中土建施工的监理质量控制要点探析

杨文静

乌鲁木齐市头屯河区燕山街 369 号绿谷学府 4 号楼 2104 室, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 在建筑工程领域, 土建施工监理质量控制是保障工程进展和完工质量的重要环节。在启动土建施工前, 必要的准备工作至关重要, 包括方案制定、资源准备等工作, 确保施工顺利展开。施工过程中, 监理需时刻关注现场情况, 协调各方合作, 及时发现问题并采取解决措施, 以确保工程质量和安全。而施工结束后的验收阶段更尤为关键, 通过严格检查和验证来确认工程达标, 保证符合设计要求。

[关键词] 建筑工程; 土建施工; 监理; 质量控制

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13742

中图分类号: TU712

文献标识码: A

### Analysis of Key Points for Quality Control of Civil Construction Supervision in Construction Engineering

YANG Wenjing

Room 2104, Building 4, Green Valley Academy, No. 369 Yanshan Street, Toutunhe District, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** In the field of construction engineering, quality control of civil construction supervision is an important link to ensure the progress and completion quality of the project. Before starting civil construction, necessary preparation work is crucial, including scheme formulation, resource preparation, etc., to ensure the smooth progress of construction. During the construction process, the supervisor needs to constantly monitor the on-site situation, coordinate cooperation among all parties, promptly identify problems and take measures to solve them, in order to ensure the quality and safety of the project. The acceptance stage after the completion of construction is particularly crucial, as strict inspection and verification are carried out to confirm that the project meets the design requirements.

**Keywords:** construction engineering; civil construction; supervision; quality control

#### 引言

建筑工程质量的优劣直接影响着人们的居住环境和社会的整体进步, 因此, 监理质量控制建筑工程中扮演着关键的角色。针对土建施工而言, 监理质量控制涉及诸多要点, 需要在施工前、施工中以及施工后进行全方位考量和实施。在准备阶段, 应充分考虑施工方案的合理性和资源的合理分配, 确保施工计划的顺利进行。在施工过程中, 监理应持续关注施工现场的情况, 确保工程按照设计要求和标准进行。而验收阶段则需要严格按照规定程序进行, 以验证工程质量的达标情况。

#### 1 施工前的准备工作

##### 1.1 设计文件的审查

在土建施工过程中, 监理工程师担负着重要职责。其中之一是对施工图纸和技术资料进行详尽审查。这一阶段的文件设计精确度对项目的品质和安全性具有决定性作用。通过仔细的审核过程, 监理工程师能够确保工程设计文档符合相关法律规范, 并满足工程的具体需求, 从而预防由设计不足引发的工程质量瑕疵和安全风险。在审核阶段, 工程师需要具备深厚的专业知识和实践经验, 以便准确评估所审查的设计提案的可行性和合理性。此外, 他们还需要与设计专家保持紧密的协作关系, 就潜在缺陷进行

及时的交流和商讨, 以实施有效的调整和优化。监理工程师的工作对于确保施工的顺利进行、工程质量的优秀以及最终项目的安全性至关重要<sup>[1]</sup>。

##### 1.2 施工单位的资质审查

在履行监督职能过程中, 监理工程师负责精确评估参与工程建设的承包商资格。在这一关键阶段, 施工主体的能力和条件是确保工程进度顺利和成果品质优良的决定性因素。通过详尽的审查程序, 监理工程师验证施工单位是否具备完成工程所需的法定资质和专业能力, 以确保工程按照既定设计规格书和相关标准进行施工。在工程项目审查阶段, 监理工程师需要全面评估施工单位的技术能力、管理水平和过往工程业绩, 以确保施工单位具备完成工程项目的充分资质。此外, 在工程项目中, 监理专业人士需要与施工方保持紧密的交流, 以了解施工过程中的挑战和难题, 并为其提供适宜的协助和引导。监理工程师的工作对于确保施工的顺利进行、工程质量的优秀以及最终项目的安全性至关重要。

##### 1.3 施工人员的上岗培训

在执行监理任务的过程中, 监理工程师负责仔细验证从事现场施工人员的职业资格证明。这一环节中, 施工人员的专业技能和安全意识直接影响工程施工的质量和安

全。监理工程师通过审查上岗证书来鉴定施工人员是否具备必要的技能与知识,以确保他们能够熟练操作施工设备并遵循施工规范与制度。在审核过程中,监理工程师需对施工人员的职业培训、工作经验及资格证书进行严格审查,以确认其是否拥有必要的专业能力和素质,从而保障工程建设的施工质量。此外,监理工程师还需要关注施工人员的安全意识和应急反应能力,并确保他们严格遵循安全操作规范,采取必要的安全保护措施,以规避施工过程中可能出现的意外事故<sup>[2]</sup>。

#### 1.4 施工材料的把关

在工程项目的实施阶段,负责监督的工程技术人员承担着严格审核所入场材料品质的主要职责。这项任务极为重要,因为选用的建筑材料质量直接影响到建设项目的坚固性与可靠性。监理工程师需要确保进场材料符合相关国家标准和设计要求,以满足工程的技术要求和建设规范。通过实施质量检查,监理工程师能够及时辨识并剔除不符合标准的材料,从而在施工过程中降低质量问题和安全风险的出现。在材料检验过程中,监理工程师需要对物质外观、物理特性及化学组成等各相关要素进行细致审查,以保证其各项性能指标达到预定的规范标准。此外,监理工程师必须对材料包装、搬运和储存进行严格监控,以保证材料在启用前储存条件满足规定标准,防止潮湿、损坏或污染等因素损害其性能。

### 2 施工过程中的监控

#### 2.1 施工工艺的监督

监理工程师在工程建设中扮演着至关重要的角色,除了对进场材料进行质量检查外,还需要监督施工单位的施工工艺是否符合设计和规范要求。施工工艺的合规性直接关系到工程质量和安全,因此监理工程师必须时刻保持警惕,确保施工过程中每一个细节都符合设计方案和相应标准。监理工程师需要深入了解工程设计图纸,掌握工程施工的具体要求,从而能够准确地监督施工单位的操作过程。在实际监督工作中,监理工程师需要密切关注施工现场的各项工艺操作,确保每一个工序都按照规范要求进行。如果发现施工工艺存在不符合要求的情况,监理工程师应及时指出并要求施工单位进行纠正,以避免后续工程质量问题的发生。

#### 2.2 工序质量的检查

监理工程师在监督工程施工过程中扮演着不可或缺的角色,除了定期进行抽查外,还需要对施工现场的各个工序进行详细的检查。这些工序涉及到不同的工艺流程和操作步骤,需要监理工程师具备全面的专业知识和经验。通过定期抽查和检查工序质量,监理工程师可以发现施工过程中存在的问题和不足,并及时采取有效的措施加以解决。在抽查和检查中,监理工程师需要准确判断各项工序是否符合相关标准和规范要求,确保施工质量和安全

可控。此外,监理工程师还需要与施工单位建立良好的沟通和协调机制,及时反馈检查结果并提出改进建议。通过积极的监督和检查工作,监理工程师可以提升工程建设的质量水平,确保工程按照设计方案顺利进行并达到预期效果。监理工程师的专业监督能力和细致的工作态度是保障工程质量和安全的重要保障<sup>[3]</sup>。

#### 2.3 技术交底的落实

在工程施工前,监理工程师有责任核实技术交底的实施情况。技术交底是确保施工人员理解工艺和质量要求的重要环节,因此监理工程师必须对其充分重视。在进行技术交底时,施工单位需向施工人员详细介绍工程背景、设计要求、施工方法等关键信息,以确保施工过程中不存在误解或疑惑。监理工程师应当审查技术交底会议记录和相关文件,确认信息传达是否准确完整,并及时纠正可能存在的问题。此外,监理工程师还需与施工单位密切合作,协助解决技术交底出现的困难或争议,确保施工人员对工程要求有清晰的认识。通过有效的技术交底工作,监理工程师可以提升施工人员的专业水平和工作效率,从而保证工程的顺利进行和质量达标。监理工程师的严谨态度和专业知识是保障技术交底工作顺利展开的关键因素,为工程施工的高质量提供坚实保障。

#### 2.4 现场安全生产的监管

监理工程师在工程施工过程中扮演着至关重要的角色,其中安全生产监督尤为重要。他们需要全面监督和检查施工现场的安全生产状况,确保施工单位严格执行各项安全生产措施。监理工程师应当对施工现场的安全管理制度进行评估和审核,并定期组织安全教育培训,提升施工人员的安全意识和应急处置能力。此外,监理工程师还应对施工单位的安全设备和防护措施进行检查,及时发现并纠正安全隐患,确保施工现场环境符合安全要求。在发现安全问题时,监理工程师应当及时向相关部门报告并督促施工单位采取有效措施进行整改。通过持续的安全监督和检查工作,监理工程师可以有效预防和减少安全事故的发生,保障工程施工全过程中人员和财产的安全。监理工程师的专业知识和责任心是确保施工现场安全生产的重要保障,为工程的顺利进行提供了坚实基础<sup>[4]</sup>。

### 3 施工后的验收

#### 3.1 质量资料的核查

在竣工阶段,监理工程师的责任之一是对竣工工程的质量资料进行全面核查。这项任务至关重要,因为竣工资料的完整性和准确性直接影响到工程验收结果的有效性。监理工程师需要仔细审查各项工程质量文件、检测报告和其他相关资料,以确保这些资料不仅包含全部必要信息,而且准确无误。他们应当对施工单位提供的竣工图纸、材料报告、施工日志等资料进行逐一比对,确认工程实际情况与资料记录是否一致。在核查过程中,监理工程师也需

留意可能存在的疏漏或错误，并提出及时的整改建议。除了核对文件资料外，监理工程师还需要对工程实际质量进行抽查和实地检查，在保障资料真实性的同时，也确保工程质量符合规范标准。他们秉持专业态度，对每个细节进行严格把控，以保证竣工工程质量可靠可信。监理工程师的审核工作不仅是对竣工工程的一种监督，更是为项目后续运营和维护提供了坚实的基础。通过认真核查竣工工程质量资料，监理工程师能够确保工程的质量可追溯可控制，为建设单位提供可靠的技术支持和法律依据。

### 3.2 实际工程质量的检测

监理工程师在工程竣工阶段，承担着对实际工程质量进行检测的重要责任。根据相关规定和标准，他们需准确、客观地评估工程的质量状况，并如实地反映给建设单位。这个过程中，监理工程师会利用现代化的检测设备和技术手段，全面检验工程结构及装饰装修等方面的质量情况，确保工程符合设计要求和相关标准。监理工程师需要具备专业的知识和经验，能够对各项检测数据进行科学分析和判断，发现潜在质量问题并及时提出解决方案。除了定性评价工程质量外，监理工程师还需要定量评估各项指标，例如结构强度、材料质量、施工工艺等，为建设单位提供全面的质量评估报告。监理工程师必须保持客观和公正的原则，确保检测结果真实可信，为建设单位提供准确的工程质量信息。同时，监理工程师还需密切关注工程建设过程出现的质量异常情况，积极协助建设单位及时处理，以保障工程质量和建设安全。通过严谨的检测工作，监理工程师为建设单位提供有力的技术支持，促进工程质量的持续改进和提升。在检测过程中，监理工程师既是质量监督员，也是技术顾问，致力于确保工程质量符合规范标准，为建设项目的成功完工提供坚实保障<sup>[5]</sup>。

### 3.3 竣工报告的审查

监理工程师在接收施工单位提交的竣工报告后，承担起审查工作的重要责任。他们需要仔细研究报告中详细记录的工程完成情况，核实各项施工工序是否符合设计要求和施工规范。审查过程中，监理工程师会对工程质量、工程安全以及环境保护等多个方面进行全面评估，确保工程达到验收标准。此外，监理工程师也会对工程竣工时的技术资料和证明文件进行认真审查，以验证其真实性和完整性。在审查过程中，监理工程师需准确把握验收条件的相关规定和要求，严格按照标准程序进行操作，确保审查工

作的严谨和准确性。同时，监理工程师还需根据实际情况提出必要的意见和建议，为建设单位提供质量改进和问题解决的指导。审查工作的结果将直接影响工程的验收情况，因此监理工程师需要保持专业严谨的态度，坚守职业操守，确保审查结果客观公正。通过审查工作，监理工程师不仅是工程质量的监督者，更是建设单位的技术支持，为工程竣工阶段的顺利验收提供必要保障。

### 3.4 质量问题的整改

监理工程师在检查工程质量时，发现任何问题或不符合规范的地方都将进行详细记录并及时通知施工单位。根据检测结果，监理工程师将要求施工单位对出现的问题进行全面分析，并提出整改方案。重点关注工程中存在的质量缺陷或安全隐患，并明确整改要求和期限。同时，监理工程师还会建议施工单位采取必要的措施和调整工艺流程，确保问题得以彻底解决。在整改过程中，监理工程师会不断跟进和督促，确保整改措施的有效实施。他们会定期检查施工现场，核实整改情况，直至所有问题全部得到解决为止。

## 4 结语

土建施工的监理质量控制建筑工程中扮演着关键角色，对于确保工程质量、安全性和进度的达成至关重要。监理工程师通过加强施工前的全面准备工作，包括审核设计文件、材料评估和技术方案制定，确保施工的顺利进行。在施工过程中，监理工程师将严格监控各项施工活动，确保按照规范进行，并随时处理可能出现的问题和风险。而在施工结束后，进行仔细、详尽的验收工作也是不可或缺的一环，以确认工程符合相关标准和要求。

### [参考文献]

- [1]王成. 建筑工程中土建施工的监理质量控制[J]. 产品可靠性报告, 2024(3): 62-64.
  - [2]葛涛生. 建筑工程中土建施工的监理质量控制要点探究[J]. 四川建材, 2023, 49(8): 214-216.
  - [3]李霖霖, 曹树胜. 建筑工程中土建施工的监理质量控制要点探析[J]. 居业, 2022(7): 124-126.
  - [4]吴海军. 建筑工程中土建施工的监理质量控制要点[J]. 中国建筑金属结构, 2021(12): 29-30.
  - [5]陈福气. 建筑工程中土建施工的监理质量控制要点[J]. 城市建筑, 2020, 17(36): 184-186.
- 作者简介：杨文静（1986.7—），毕业院校：新疆广播电视大学，所学专业：播音与主持，职称级别：中级。

# 工民建项目中工程监理应对施工风险的管理策略探析

陈 城

新疆泽强工程项目管理有限公司克拉玛依分公司, 新疆 克拉玛依 834000

**[摘要]**随着工民建项目规模的不断扩大和施工难度的增加,工程监理在施工风险管理中的作用变得尤为重要。在工民建项目中,工程监理针对施工风险需要实施有效管理策略。在下文中首先对工民建工程施工过程中普遍存在的风险种类进行了分析,并探讨它们可能对建设项目的具体作用和后果;针对潜在风险,制定了监督管理方案,涵盖了风险的识别、评估、控制措施的制定与执行,以及风险应急预案的准备环节;结合实际分析,对监理工作执行特定策略的效果及面临的挑战进行了深度讨论,深入剖析监理工作中的风险管理策略,目的是为工民建项目的施工风险控制提供理论根基与操作指南。

**[关键词]**工民建项目;工程监理;施工风险;风险管理策略

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13735

中图分类号: TU753

文献标识码: A

## Exploration on Management Strategies for Engineering Supervision to Address Construction Risks in Industrial and Civil Construction Projects

CHEN Cheng

Karamay Branch of Xinjiang Zeqiang Engineering Project Management Co., Ltd., Karamay, Xinjiang, 834000, China

**Abstract:** With the continuous expansion of the scale of industrial and civil construction projects and the increasing difficulty of construction, the role of engineering supervision in construction risk management has become particularly important. In civil engineering projects, engineering supervisors need to implement effective management strategies for construction risks. In the following text, the common types of risks in the construction process of industrial and civil engineering are analyzed, and their specific roles and consequences for construction projects are discussed; A supervision management plan has been developed to address potential risks, covering risk identification, assessment, development and implementation of control measures, as well as the preparation of risk emergency plans; Based on practical analysis, a deep discussion was conducted on the effectiveness and challenges of implementing specific strategies in supervision work, and the risk management strategies in supervision work were thoroughly analyzed, so as to provide theoretical basis and operational guidance for the construction risk control of industrial and civil construction projects.

**Keywords:** industrial and civil construction projects; engineering supervision; construction risk; risk management strategy

### 引言

随着工程规模的逐步扩大和施工技术的持续发展,施工过程中所遭遇的风险因素逐步呈现出多样化和复杂化的趋势,不仅可能出现工程造价上升的情况,而且可能对工程项目的品质和进度产生不利影响,严重时还可能引发安全事故。在风险管理过程中,工程监理扮演了关键角色,它确保了施工过程中的各种潜在风险得到有效的预防和应对,进而维护了工程的流畅推进及其质量的稳定性。本篇论文旨在分析在工民建项目中,工程监理如何针对施工风险制定管理策略,目的是为该行业工作者提供有价值的参考资料和指导。

### 1 工民建项目施工风险类型及影响

#### 1.1 风险类型概述

在建筑和民用工程项目的实施过程中,多样且交织的风险因素会对工程进度、品质及人员安全带来潜在的危害,并可能在较大程度上对项目的财务收益产生负面影响。工程技术风险涵盖了因技术方案缺陷、工艺手段不当或设备

失效等原因所诱发的各类问题,技术上的不完善,如设计细节的疏漏,施工手段与现场条件的不匹配,以及设施随时间推移出现的磨损或故障,都可能是施工效率降低和产品质量问题的根源。施工组织风险涉及到项目的管理和协调,包括施工计划不合理、资源配置不当、分包商管理不到位等。组织结构上的若干难题可能导致工程建设进程的推迟、资源的无效消耗以及协调工作的障碍<sup>[1]</sup>。

在建筑作业的过程中,自然环境的诸多不确定性,例如极端气候条件、地质状况的演变以及潜在的环境污染,均可能对工程进度、质量带来负面影响,并导致环境安全事件的发生。施工安全管理中,人员管理风险是一项关键考量,涵盖安全教育缺失、安全认知不足、操作程序不严谨等因素,这些因素潜藏着引发安全事故及影响工程质量的风险。在工民建项目中,涉及技术、组织、环境及人员等多个维度的风险类型,工程监理人员需在施工全程对这些风险进行适宜的识别与管控,确保项目流程的无缝衔接及目标的达成。



## 1.2 风险对项目的潜在影响

工民建项目中,存在多方面潜在影响的各类施工风险,对项目产生深远作用,项目的质量和安全性可能会受到技术风险的直接影响。在当前情境下,重新规划与建筑施工的必要调整,带来了成本的增加与工期的延长,不仅如此,此类变更还可能引起安全事件,危及参与施工的工人及未来使用者的安全。在建筑施工过程中,若设备发生故障,或是技术人员操作不当,都可能引发严重的质量问题,进而对整个项目的质量及使用寿命产生不利影响。在建筑施工活动中,若遭遇资源分配不周或遭遇原材料供给短缺,以及劳动力不足的问题,则会导致施工环节的流畅性受挫,并可能触发连带的连锁反应。分包商的管理不善可能会引起工作质量的不稳定,这种情况会对整个工程的质量带来负面影响,进而导致工期的推迟和额外管理费用的增加<sup>[2]</sup>。

项目的顺利进行可能受到环境风险因素的显著威胁,自然灾害,诸如暴雨与强风,可能引发施工地的安全问题,导致建设活动的中断及设备损失。地下水位的变化、土壤的稳定性变化,这些地质条件的变动,都可能对施工过程造成困难,进而影响到工程结构的稳定性,并可能导致施工成本的增加。施工安全与工程质量的集中集中在人员管理上,施工若由未经完全训练的人员执行,规范操作的缺失可能导致意外事件的发生,安全意识不足导致工地事故频发,不仅威胁施工人员安全,还可能招致法律责任,引发工程停工及经济损失。工民建项目在施工过程中,潜在地遭受风险因素的广泛影响,这些风险涉及质量保障、人员安全、进度控制以及财务收益等多个领域。为了应对可能出现的风险,监理工程师需制订一套完整的风险应对计划,以最大限度减少风险对项目执行的损害,保障项目的顺利进行及其长期的稳定运作。

## 2 工程监理的风险管理策略

### 2.1 风险识别与评估

在建筑领域中,对于工业、民用和基础设施建设的項目,成功推进的保障依赖于对潜在风险的准确辨识与全面评价,项目目标的风险识别涉及对项目各维度的综合审视,旨在发现可能对其目标产生影响的潜在风险因素。团队在项目执行过程中,需从技术、管理、环境、人员等多角度进行全面风险评估,以识别可能对项目进展产生不良影响的各类风险要素。项目组需对技术提案进行细致的检视,评估其合理及实施可能性,并对可能遭遇的技术挑战和不确定性进行预判,诸如新技术采纳可能引致的技术失误风险,施工设备是否符合工程标准,以及施工人员技术能力是否达到要求等问题<sup>[3]</sup>。

施工团队的组织架构需要进行有效性评估,涉及人员配置的充足性以及培训和安全意识的完善性。环境风险识别涉及对施工环境及其变化的评估,包括地质条件、天气情况及环境保护要求。为了对潜在的地质灾害进行提前判

断,一群专业人员需对某施工区域内的地质状况进行详尽探究,这包括评估土壤的固定特性与地下水平衡情况。在施工阶段,必须监测和分析环保措施的有效执行,以保证对环境的潜在影响处于可管理的限度之内,并预防可能触犯环保法律所带来的法律责任和社会影响。

人员风险识别涉及对施工团队在技术能力、实践经验以及安全警觉性方面的评估,团队必须对施工人员的资格与经验进行全面审查,以确保其满足工程标准。在进行施工活动期间,对从事相关工作的人员开展安全知识和技能的系统教育,以及制定和执行严格的安全管理策略,是必不可少的,这样可以有效地提升施工现场的安全性,减少不安全事件的发生频率。风险识别工作结束之后,随之而来的是对所识别风险的量化与质化分析阶段,旨在对风险因素进行量化分析和排序。在进行风险评估时,必须深入探讨风险可能对项目的时间安排、财务预算、品质控制及安全维护等方面产生的影响,并据此制订出一系列针对性的应对措施。在全面评估风险的可能性和潜在影响的基础上,团队应编制一系列风险缓解方案,这些方案旨在减少风险对项目进展的负面作用,并确保项目能够持续稳定地推进。在工民建项目管理的流程中,对风险的识别与评估扮演着至关重要的角色,通过风险识别与评估的系统化和科学化,项目团队可以精确地洞察潜在风险,并预先规划出有效的应对方案,确保项目能够顺畅执行并最终达成目标。该程序不但能减少项目潜在的风险,而且对提高整个项目管理层次及其应对风险的能力具有正面效应。

### 2.2 风险控制措施

在工民建项目中,风险控制措施是确保项目顺利推进的关键环节,其核心目标是通过采取系统化、科学化的管理措施,降低识别出的风险对项目目标的影响。预防、减轻以及应对。为了防止风险的出现,采取了一系列旨在优化管理流程、执行规范化操作的前瞻性策略。涉及严格的设计审查和技术评价的诸多方案,旨在精炼施工计划与操作流程,同时对技术团队进行专业训练。对施工方案的优化,包含了对施工方法、材料选择和工艺流程的合理化改进,目的是降低因施工不当所带来的风险,加强人员培训涉及对施工队伍进行专业技能的提升和安全知识的普及,此举旨在增强其作业时的操作能力及对安全的认知,进而减少由于操作失误或安全漏洞导致的风险。在风险事件发生之际,采取的减轻策略主要针对项目管理与施工流程进行调整,以降低不良影响的程度。为降低施工过程中可能出现的质量风险,一套完善的质量管理体系至关重要,该体系通过确立精确的质量控制规范与操作程序,保障工程质量达到预定的标准,项目进度的动态跟踪与调整是包括在项目进度控制中的关键环节。这一过程确保了工程能够按照既定计划顺利执行,同时避免了由于进度延误而产生的额外风险,实施预算监管与费用评定,严格控制成本,

预防预算超出所带来的财务短缺及风险<sup>[4]</sup>。

应急响应措施是在风险发生时迅速采取的行动,以减少风险对项目的实际影响。这些措施包括建立应急响应计划、组建应急响应团队,以及制定应急预案。例如,针对自然灾害、设备故障、人员事故等类型的风险,制定具体的应对预案,通过提前的准备工作和模拟演练,增强团队的应对突发事件的处理技能,旨在最大限度减少潜在风险带来的损害。在推行风险管理方案的过程中,须对方案实施持续性的观察与评价,项目管理团队需周期性地评估并更新风险控制措施,以保证其能够配合项目的进展以及适应外界环境的变化。为项目构建一个能动的风险管理机构,以便迅速辨识与解决新兴风险,从而增强项目在面对多种不确定元素时的调整与抵御风险的能力。在工民建项目中,风险控制措施起到了关键作用,通过有效实施预防措施、缓解措施以及应急响应措施,可以系统化地管理和控制风险,从而确保项目的顺利进行和最终的成功。采取特定手段后,项目组得以减轻风险因素对既定项目目标的潜在作用,增强项目管理效能及对风险的抵抗力,以确保项目达成高品质与高效率的成果。

### 2.3 风险应急预案

制定周全的风险应对计划,能在遭遇突发状况时快速做出响应,并通过周密的准备与模拟训练,最大限度地减少项目的潜在损害,保障工程按计划推进。应急预案包含了对潜在风险的辨识、建立预警机制、应对措施的实施、所需资源的合理分配以及在紧急状况后的恢复方案等全方位的内容,其特点体现在全面性、目的性和功能性的结合上。应急预案的构建旨在对潜在风险进行全面识别与评估,以降低可能造成的损害。针对可能出现的地震、洪水等自然灾害,技术设备可能出现的故障如设备损坏、施工质量不佳,以及人为导致的安全生产事故和违反施工规定等风险因素,均需进行周密的分析。识别潜在风险之后,便可筹划特定应急策略,以便于风险事件出现时,能够快速且高效地进行处理。针对设备潜在的故障风险,应急预案须涵盖备用设备的调用策略及技术支持办法;在应对突发事件时,应急预案需明确列出急救步骤及后续事故管理程序,以保障事故响应的效率和效果<sup>[5]</sup>。

构建预警机制,奠定及时而高效应急响应之基石,监测装置、警报机制以及信息传递路径等构成预警体系,其功能在于对实时数据进行监控,以便及时识别风险并触发应急措施。安装尖端监测设备是构建预警系统的一部分,该系统依赖于定期对设备的审视与保养,以保障其持续有

效运作。制定沟通方案,以便在紧急状况下,项目组及其相关部门能即刻建立联络,并有效传递风险资讯及应对策略。快速且协同地应对意外事件是应急响应的关键,在突发情况下,应对措施需要明确各方的责任,构建专门的应急机构,并制定详细的操作流程。在构建应急响应团队时,应确保包含项目管理的专业人士、技术领域的专家、负责安全事务的专员,以及提供后勤保障的支持人员。这些成员将分别承担其专业领域的应急职责,针对各类突发状况,制定周密的应急响应计划,内容涵盖事故上报、现场管理、伤者救治、资源分配以及情报传递等多个方面。在紧急状况下,通过确定明确的责任分配和详细的活动流程,能够维持应对措施的高效性与协同性。

### 3 结语

在工民建项目中,工程监理的任务是对施工过程中可能出现的风险进行系统的识别与评估,实施有效的风险控制措施,制定全面的应急预案,并通过不断的优化调整来提高管理效率。监理单位采取特定措施,能够显著增强对项目风险的控制能力,确保工程项目的品质、安全及进度维持在既定标准内,进而促使项目按预定计划顺利完成,实现既定目标。总而言之,工程项目想要成功建设,其中工程监理风险管控是不可或缺的,监理人员只有对所有风险进行掌握、规避和预防,才能够确保工程项目施工的安全性,使工程项目能够顺利竣工。另外,工程监理也应该不断提升自身的专业素质和技能,学习各种风险的先进应对措施,进而提高工程项目施工建设过程的整体安全性,提高社会效益和经济效益。

#### [参考文献]

- [1]杨帆. 建筑工程施工风险分析及安全监理工作探讨[J]. 建筑与预算, 2024(2): 31-33.
  - [2]余丽敏. 探究建筑工程施工安全监理的风险管理与防范措施[J]. 居舍, 2022(4): 115-117.
  - [3]纪东宇. 关于建筑工程监理的安全管理浅析[J]. 居舍, 2019(20): 116.
  - [4]智立斌. 建筑工程监理的作用及控制措施研究[J]. 门窗, 2019(11): 63.
  - [5]王旭高. 对建筑工程施工监理工作的探究运用[J]. 居舍, 2019(6): 132.
- 作者简介: 陈城(1967.8—), 毕业院校: 乌鲁木齐职业大学, 所学专业: 工民建, 当前就职单位名称: 新疆泽强工程项目管理有限公司克拉玛依分公司, 就职单位职务: 专业监理工程师, 职称级别: 助理工程师。

# 提高建筑工程管理及施工质量控制的有效对策研究

姜盛霞

新疆兵团水利水电工程集团有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 建筑工程的大量建设促使人们对于其质量有了更高的要求与关注度, 因此, 提高建筑工程管理及施工质量控制势在必行, 从而为建筑行业施工质量的提升提供帮助。文章阐述了一系列针对建筑工程施工质量提升的具体策略, 包括管理流程的改进、技术应用的增强、质量检查体系的完备以及现场监管的加强, 旨在通过这些方案来提高整个建筑施工过程的质量水平。通过深入剖析及针对性的策略探讨, 为建筑行业的工程质量控制, 提供了实际操作的准则与理论上的强化。

[关键词] 建筑工程管理; 施工质量控制; 有效对策

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13734

中图分类号: TU745

文献标识码: A

## Research on Effective Countermeasures for Improving Construction Project Management and Construction Quality Control

JIANG Shengxia

Xinjiang Bingtuan Water Resources and Hydropower Engineering Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** The large-scale construction of construction projects has led to higher requirements and attention to their quality. Therefore, it is imperative to improve the management and construction quality control of construction projects, in order to provide assistance for the improvement of construction quality in the construction industry. The article elaborates on a series of specific strategies for improving the quality of construction projects, including improving management processes, enhancing technical applications, perfecting quality inspection systems, and strengthening on-site supervision. The aim is to improve the overall quality level of the construction process through these plans. Through in-depth analysis and targeted strategy exploration, practical operational guidelines and theoretical reinforcement have been provided for engineering quality control in the construction industry.

**Keywords:** construction project management; construction quality control; effective countermeasures

### 引言

建筑项目的品质保证, 是确保建筑物结构安全、持久耐用及满足功能需求的关键环节。因而, 施工过程中的质量监督是工程管理的中中之重, 建筑行业的进步带动了施工质量标准的提升, 从而对建筑施工的质量要求日益严格。例如, 在质量管理实践中, 存在多种挑战, 包括流程缺陷、技术发展迟缓, 以及监督不力等问题。面对挑战, 必须加强建筑工程管理, 以及提升施工质量控制的有效性, 这显得格外关键。本篇论文旨在分析当前存在的问题, 并提出改进建筑工程管理流程、提升技术应用、健全质量检查体系以及增强现场监管的具体措施, 以期为提高施工质量问题提供一套有效的解决策略。

### 1 建筑工程管理现状

当前, 在建筑工程管理领域, 遭遇了众多由行业外部及内部环境变动所引发的根本性挑战。在项目管理中, 流程的标准化水平不足, 这引起了不同阶段间的配合问题, 进而干扰了工程的总体进度和质量监管。在建筑行业中, 部分项目在实施阶段未能有效融入诸如建筑信息模型(BIM)和智能监控系统等现代科技, 导致施工技术和工具仍停留于传统模式, 从而影响了数据采集与实时监控的效率<sup>[1]</sup>。

部分管理和施工人员专业技能及经验欠缺, 导致难以处理施工中出现的复杂难题, 这凸显了他们在专业发展和技能培训方面的不足。当前建筑工程管理所面临的诸多问题已对施工质量和效率产生了严重影响, 因此, 采取有效措施对整个系统进行优化已变得迫在眉睫。为了应对这些挑战, 不仅要优化对建筑工程的管理流程、技术应用、质量控制以及人员培训进行优化, 而且必须促进各方之间的沟通与合作, 从而提升整体的管理水平和施工品质。

## 2 提高建筑工程管理及施工质量控制的有效对策

### 2.1 优化管理流程

在项目管理领域, 通过构建并改进标准化流程, 是实现效率提升和质量保证的核心途径。统一的管理标准和操作流程的制定, 确保了项目各阶段之间的高效连接, 降低了由于信息不对称或操作不统一而产生的误差。这包括明确各阶段的任务和责任, 设立科学的进度控制节点, 以及规范化的质量检验和验收标准。

应用如建筑信息模型等现代科技, 成为提高管理水平的显著手段。三维可视化的设计方案和施工过程可以通过BIM技术得到优化, 这样可以减少施工图纸的设计变更, 并提升工程的可控性。借助建筑信息模型技术, 我们能够对建筑工地上状况进行即时数据采集, 并对资源进行有

效分配与施工进度进行精确监控,这极大提升了决策过程的精准性与作业效率。项目管理的有效改善可通过建立完善的信息化系统实现,该系统有助于优化现有的管理流程。项目管理信息系统(PMIS)能够汇总项目的各项数据资料,实现对项目状况、财务状况以及进度的即时更新与反馈,该系统为基于数据的决策制定与问题解析提供了支持。为了使管理流程得以顺畅执行,涉及对相关人员进行专业技能提升与综合素质培养的的必要措施,对项目、施工及技术领域的专业人员进行系统化培训,可以显著提高其专业能力和技术水平,进而有效地执行管理程序,并应对施工过程中出现的技术难题。优化管理流程,需重视项目各方之间的信息共享与协调配合,强化沟通机制的构建,定期举行协调会议,构筑起沟通的桥梁并建立反馈机制,能显著降低设计上的改动和施工过程中的争议,从而提高项目的整体执行效率<sup>[2]</sup>。通过标准化流程、现代技术应用、信息系统建设、人员培训和沟通机制的优化,可以显著提升建筑工程的管理水平,促进工程质量和效率的提升。

## 2.2 加强技术应用的对策

在技术管理领域,建筑信息模型技术的广泛采纳,构成了加强该管理过程的关键战略。利用BIM技术,我们能够构建三维数字模型,为设计、施工至运营的每个阶段提供全过程的可视化呈现。运用该技术,可以在建筑施工前进行详尽的虚拟构建及剖析,以便提前发掘建筑设计中可能存在的瑕疵与抵触,进而改进施工计划,降低现场调整次数,有效缩减项目开支并缩短工程周期。利用BIM技术,能够对施工现场的实时数据进行监控,从而精确获取进度、成本及质量信息,辅助管理者作出及时决策。利用无人机迅速搜集建设场地的高清影像与相关资料,借助激光扫描技术,准确获得三维信息,以此比较设计图与实际建设之间的差异,保障工程的精确实施。利用特定技术手段,对建筑工地实施全程监控,并针对采集的数据进行分析,借此提升工程质量。

自动化技术在智能化施工设备中的应用,对强化技术应用具有重要意义。自动化混凝土搅拌机、激光定位设备等智能化施工设备的应用,有效地提升了施工的精确度,并降低了由人工操作引起的偏差,自动化施工技术的应用,可有效缩短工期,提高施工效率,同时减少安全隐患的存在。在技术应用领域,数据驱动的决策支持系统扮演着关键角色,对于提高决策效率具有不可忽视的作用。利用DSS系统整合施工现场的即时数据,通过该系统对数据进行分析与预测,为管理者提供科学决策的依据,这有助于管理者合理调配资源、修订施工方案,并迅速处理施工过程中出现的问题。在建筑工程领域,通过引入BIM技术,结合无人机和激光扫描等现代科技,以及智能化施工设备,辅以数据驱动的决策支持系统,不仅显著提高了技术标准,还优化了施工的质量和效率,进而达到了工程管理的高效化<sup>[3]</sup>。

## 2.3 完善质量检查机制的对策

建筑工程的质量确保,依赖于覆盖设计、施工至竣工全过程的质量检查机制,该机制包括标准化管理、技术应用、培训及整改反馈等多个环节,质量管理的根本在于建立并完善质量检查流程,这是构建高效质量体系的基础性工作。在项目的不同阶段,确立一系列质量控制节点,如设计阶段的审查、物料的验收程序、施工过程的监管以及最终的竣工验收,均是必不可少的步骤。在质量管理的各个环节中,应制订周密的操作指南与基准,明文规定检查的负责人及其应达到的准则,保障质量监控的每一部分均遵循既定规则。借助于周密的检查程序,我们得以甄别并规避潜在的质量缺陷,从根源上杜绝质量风险,对质量检查人员进行的培训及其管理工作的加强,是至关重要的环节。质量检查人员须精通专业技能,并深度掌握施工的相关标准与规范,对于检查人员而言,定期举行的专业课程,是确保其综合能力素质的必备手段,该培训课程不仅涵括了最新的建筑施工技术和行业标准,而且重点增强参与者的问题识别与解决方面的技能。通过结合实际案例的深入分析以及实操演练,本课程旨在提升参与者在实际工作中的操作技能及问题应对策略,检查结果的精确性与可靠性直接受到具备专业技能的质量检查人员的影响,同时这些人员需要持续更新其知识储备。

通过构建全面的检查记录及报告体系,质量控制过程将获得显著增强,在每次的审查过程中,必须详尽地记录下所识别出的缺陷、实施的补救方案以及改进后的成效。这些记录不仅有助于跟进问题的处理流程,同时为未来质量提升提供了关键数据支持,分析定期进行的检查记录,归纳其中频繁出现的疑问及累积的经验教训,能够助力持续改进检查流程并提高质量管理的效率<sup>[4]</sup>。引入尖端技术与高精度检测设备,是提高检查精度及其效率的关键举措。采用高精度的测量工具和无损检测技术,可以对建筑工程的质量进行精确评估,及时识别并解决潜在的质量隐患。运用这些技术方法,可以降低人为要素对检测数据的影响,同时增强检测流程的效率及精确度。在质量控制体系的架构内,反馈循环与改进措施的有机结合,构成了确保流程高效运作的核心要素。在审查环节所识别出的缺陷,需迅速通报至具体负责人,并基于此制订周全的改进计划,实施整改措施的过程中,应对其执行状况进行连续监控,以保证所识别出的各种问题能得到根本性的处理。定期对施工过程中暴露的显著问题进行梳理,并实时对质量监控系统进行调整完善,能够有效促进整体建设质量的提升。通过采取一系列行动,构建起覆盖全面的质量监控网络,保证建筑工程在施工过程中满足既定规范与条件。

## 2.4 强化现场监督的对策

为确保建筑工程项目的质量与施工安全,关键在于加强现场的监控力度,这一措施对工程的成功推进起到了决

定性的作用。现场监管工作在及时识别并解决现场难题的同时,亦有助于推动施工人员严格按照规范操作,进而确保工程进度的连续性和顺畅性。现场监管职能的明确界定,是加强监管力度的根本前提,监督人员需明确自身职责,涵盖实时监控工程现场、识别与解决质量问题,以及追踪工程进度等。赋予监督人员充足职权,以便其能够及时中断违规操作,保障施工活动遵循既定设计及规范顺利进行,监督人员的主要任务是监控施工队伍的操作过程,确保施工技术达到既定标准,所用材料满足特定要求,并且实施有效的现场安全措施。现场监督的强化,依赖于监督制度和流程的构建与完善,这是关键环节之一。为了增强监督工作的成效,必须制订一个周全的现场监管方案,明确监管的频率、涉及的具体事项以及采取的操作步骤。针对工程项目,制定涵盖整个施工流程的方案,该流程包括前期准备、施工监理以及最终的验收环节,规范化与系统化相结合的监督程序,能有序推动监督工作,同时提升其效率。现场监管活动需整合进项目管理框架之中,以构建一个闭环的信息反馈与处理流程,在现场监督工作中,技术手段的运用起到了至关重要的作用<sup>[5]</sup>。

例如,引入先进的监控技术,包括视频监控、无人机巡检以及实时数据采集系统,以此提升监督工作的精准度和拓宽其覆盖范围。此等技术手段,能够对建筑施工的现场状况进行实时跟踪,并记录、分析施工中出现的各类问题,从而为施工质量的管理提供了坚实的辅助。监督人员通过应用先进技术手段,能够全面掌握施工现场的具体情况,从而及时识别并解决可能存在的问题。监督人员的专业素质和培训也是强化现场监督的重要因素。现场监督人员应具备扎实的专业知识和丰富的实践经验,以便准确判断施工过程中的问题。因此必须拥有扎实的专业基础与详实的操作经验,定期举办专业进修课程,有助于监督人员刷新其知识体系与技术储备,从而有效提升他们的问题侦查及解决技巧。监督人员需通过包含最新施工规范、安全操作规程及技术应用的培训,以保证其能够适应持续更新的施工环境和技术标准。现场监督的有效性,在很大程度上取决于沟通与协调机制的建立,现场监管人员须与施工队伍、设计师、项目管理层等各方维持有效沟通,确保监

督信息流畅及反馈问题得以及时解决,定期构建沟通桥梁与信息交流中枢,能显著提升各方协同工作的效率,对施工进度中出现的问题予以及时缓解,防止由信息障碍引发的工程质量隐患,为了提升现场监管的效果,必须构建一个能够高效解决监督过程中发现问题的机制。现场监管过程中所识别出的缺陷,需迅速向负责人员通报,并且拟定出周全的改进计划,对于已经确定的改进方案,实施过程中应接受连续的监控评估,以保障各项难题得到彻底的解决。定期对监督过程中所揭示的主要问题进行了汇总与评估,能够对监督机制及工作流程进行改进,从而有利于提高整体的监督成效与工程建设质量。采取一系列办法,成功构建起一个涵盖广泛、执行高效的现场监管网络,该体系使得建筑工程在施工阶段能够保持质量的稳定可控与作业安全,进而显著提升工程品质与项目完成率。

### 3 结语

流程优化、技术应用加强、质量检查机制完善以及现场监督强化,实施特定手段,能极大提升建筑项目在施工与管理方面的水平,同时还能有效降低潜在的质量隐患及风险,保障工程按期完成并达到既定的高品质标准。建筑工程管理和施工质量控制提升,需依赖于管理者、施工人员、技术专家及监管部门之间的协作努力,通过实施一系列对策,方可实现这一目标。

#### [参考文献]

- [1]朱文博.提高建筑工程管理与施工质量控制有效途径的研究[J].新城建科技,2024,33(3):163-165.
  - [2]李汶泽.提高建筑工程管理及施工质量控制的有效策略研究[J].建材发展导向,2024,22(5):25-27.
  - [3]王靖宇.提高建筑工程管理及施工质量控制的有效策略探讨[J].四川建材,2024,50(2):209-210.
  - [4]王积良.提高建筑工程管理及施工质量控制的有效策略探讨[J].新城建科技,2023,32(24):69-71.
  - [5]刘铁成.提高建筑工程管理及施工质量控制的有效途径[J].城市建设理论研究(电子版),2023(35):51-53.
- 作者简介:姜盛霞(1994.1—),毕业院校:国家开放大学,所学专业:土木工程,当前就职单位名称:新疆兵团水利水电工程集团有限公司,职称级别:工程师。

# 水利工程中的防渗与排水施工技术探讨

杨洁

新疆鸿源润泽建设工程有限公司, 新疆 伊犁 835200

**[摘要]**在我国,水利工程领域的防渗与排水技术不断发展。防渗技术主要致力于防止水体渗漏,从而保障水坝、水库等重要工程的安全性。然而,施工质量与材料耐久性仍然面临一定的挑战。排水技术在水库、排水系统及污水处理厂中同样发挥着关键作用,有效的排水系统能够防止水分对工程结构的潜在损害。在小型水利设施中,如农田和城市排水系统,尽管排水技术提升了土地利用率和排水能力,设计与维护问题仍时有发生。文章对防渗与排水施工技术的实际应用进行了探讨,并分析了常见问题及其解决策略,为水利工程的设计与施工提供了实用的指导。

**[关键词]**水利工程;防渗技术;排水技术

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13732

中图分类号: TV543

文献标识码: A

## Discussion on Anti-seepage and Drainage Construction Technology in Hydraulic Engineering

YANG Jie

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

**Abstract:** In China, anti-seepage and drainage technologies in the field of water conservancy engineering are constantly developing. The anti-seepage technology is mainly aimed at preventing water leakage, thereby ensuring the safety of important projects such as dams and reservoirs. However, construction quality and material durability still face certain challenges. Drainage technology also plays a crucial role in reservoirs, drainage systems, and sewage treatment plants. Effective drainage systems can prevent potential damage to engineering structures caused by moisture. In small-scale water conservancy facilities such as farmland and urban drainage systems, although drainage technology has improved land use efficiency and drainage capacity, design and maintenance issues still occur from time to time. The article explores the practical application of anti-seepage and drainage construction techniques, analyzes common problems and their solutions, and provides practical guidance for the design and construction of water conservancy projects.

**Keywords:** water conservancy engineering; anti-seepage technology; drainage technology

### 引言

在水利工程中,防渗与排水施工技术是保障工程安全与稳定运行的核心要素。随着工程规模的扩大以及技术要求的提升,如何高效地应用这些技术以确保工程的长期稳定性和安全性,成为实施过程中的关键问题。防渗技术的主要目标是防止水体渗透,以避免土壤侵蚀及结构损坏,这在大坝及水库等关键设施中尤为重要。同时,排水技术着重于及时排除多余的水分,以防止积水对工程结构造成负面影响,例如基础沉降或渗漏。有效的防渗与排水措施不仅提升了水利工程的运行效率,还能延长其使用寿命。本文将详细探讨这些技术在水利工程中的应用方法,分析常见的施工问题及其解决策略,以提供对相关工程设计与施工的实用参考。

### 1 水利工程中的防渗与排水施工技术的重要性

在水利工程中,防渗与排水施工技术扮演着至关重要的角色,对工程的安全性、经济效益及环境保护产生直接影响。防渗技术的核心目标是控制水流渗透,从而防止水体流失、土壤侵蚀以及结构损坏。这些技术不仅显著延长了工程的使用寿命,还能降低维护成本,并优化水资源的

利用。在大型工程如水坝、水库和渠道中,防渗处理保障了水体的稳定储存,有效防止了水流侵蚀引起的土壤不稳定。对于小型设施如蓄水池和水槽,防渗措施也同样关键,因为渗漏可能导致水资源浪费和环境问题。排水技术负责及时清除多余的水分,以防积水对工程设施及周边环境造成负面影响。在水库和水坝中,排水系统的设计与实施对于控制水位、减轻洪水风险以及防止水体污染至关重要。同时,先进的排水技术在城市排水系统和农田排水工程中能够有效减少水涝灾害、提升土地利用效率,并改善灌溉条件。

### 2 防渗施工技术应用

#### 2.1 大型水利工程中的应用

##### 2.1.1 水坝与水库

在大型水利工程中,水坝与水库的防渗施工技术对确保工程结构的稳定性及水资源的有效管理具有关键意义。水坝的防渗技术包括土工膜、混凝土防渗层及防渗墙的应用。这些措施旨在有效阻止水体渗透,避免水流侵蚀导致坝基及周围土壤出现结构问题。土工膜在坝基与坝体之间形成隔离层,控制水流的渗透。混凝土防渗层通过提升坝体的密实性,进一步降低渗透风险。此外,在坝基设置防

渗墙,有助于截断地下水,减少长期水压带来的潜在风险。水库的防渗施工同样重要,主要集中于库底及库坡的处理,以防止水体通过底部或侧面渗漏,从而影响库容稳定性及周边土壤的安全。在水库底部,通常铺设多层防渗材料,如黏土衬垫和土工布,构建坚固的防渗屏障<sup>[1]</sup>。同时,通过对库区周围土壤的适当压实及配置合理的排水系统,能够有效防止水库溢流对环境产生不利影响。

### 2.1.2 渠道与排水系统

在大型水利工程中,渠道及排水系统的防渗施工技术对水资源的有效利用与环境保护至关重要。作为主要的水流输送通道,渠道的防渗措施直接影响水体流失与土壤侵蚀。为了减少渠道中的水体渗漏,采用了多种防渗技术。通常,在渠道底部及侧壁铺设防渗膜或土工布,这些材料凭借其优异的抗渗透性能,有效阻止水体渗透到渠道结构中,从而降低水体流失。此外,混凝土或钢筋混凝土衬砌的应用也十分广泛,旨在增强渠道壁面的防渗效果。这种衬砌不仅防止水流渗透,还提升了渠道的结构稳定性与耐久性。在排水系统的防渗施工中,保证排水设施的有效性与安全性同样重要。排水系统包括排水沟、集水井及排水管道,其防渗处理的目标是防止水体在排水过程中泄漏,并避免外部水体对系统正常运作造成影响。为实现这一目标,排水沟及集水井通常采用混凝土衬砌或防渗涂料以防止水体渗透。优质的塑料管材或混凝土管材则用于排水管道,这些材料具有良好的密封性能,能有效防止水体泄漏。同时,强化对管道接头的密封处理,确保整个排水系统的密闭性及功能性。

## 2.2 小型水利设施中的应用

### 2.2.1 农田水利工程

在小型水利设施中,尤其是农田水利工程,防渗施工技术至关重要。其对灌溉效果和土壤长期肥力的影响是否直接显而易见?防渗施工的主要目标就是阻止灌溉过程中水体渗漏,进而提升水资源的利用效率,减少水分流失对作物生长的负面影响。常用的防渗技术包括防渗膜、土工布以及土壤改良措施等。通常,防渗膜会被铺设在农田水渠或蓄水池的底部及侧壁,这种材料因其优异的抗渗透性能,可以有效地阻挡水分渗漏。难道仅凭防渗膜就能确保万无一失?为了进一步减少水分流失,常常需要通过加固措施,例如固定膜边缘或缝合接头,来提高防渗膜的效果。另一种常用的防渗材料是土工布,其良好的透水性与过滤性不仅能防止土壤颗粒的流失,还能促使水分均匀分布在土壤中,这对于灌溉系统的稳定性和效率至关重要。根据土壤类型和地质条件,合理选择土壤改良措施也是非常必要的。难道改良土壤就不能显著提升防渗效果?例如,通过添加黏土或其他防渗剂,土壤的防渗能力可以大大提高。这些改良措施不仅增强了土壤的水分保持能力,还减少了水分渗漏,从而保证灌溉水能够有效渗透到农田中,

支持作物的健康成长与发展。

### 2.2.2 小型蓄水池与水槽

在建设小型水利设施如蓄水池和水槽时,防渗施工技术对于提升水资源利用效率及保障设施的长期稳定性至关重要。储存和调节农业灌溉水是这些设施的主要功能,防渗性能则直接影响着水资源的使用效率以及经济效益。为避免水分渗透进土壤从而导致水资源浪费,通常在蓄水池或水槽的底部及侧壁铺设防渗膜或土工布。然而,选择合适的防渗材料时,岂能不考虑地质条件和使用需求的具体情况?在防渗施工中,混凝土或钢筋混凝土的作用尤为关键。通过优化混凝土的配比,或者添加防水剂,密实性能够显著提高,从而增强防渗效果<sup>[2]</sup>。施工过程中,表面光滑且无缝隙的混凝土,能否有效防止裂缝或接缝处的渗漏,成为确保防渗效果的关键。为了维持防渗性能的长期稳定性,定期检查和维护蓄水池或水槽无疑是必要的。这不仅有助于应对长期使用或环境变化所带来的挑战,还能确保设施的整体稳定性得以持续。

## 3 排水施工技术应用

### 3.1 大型水利工程中的应用

#### 3.1.1 水库与水坝的排水系统

在大型水利工程中,排水系统在保障水库和水坝结构的安全与功能稳定方面起着至关重要的作用。设计和施工此类系统的核心目标是有效管理水库与水坝内部的水量,避免水位过高而引发潜在风险,并控制坝基及其周边区域的地下水压力。现代排水系统通常包括多个层次的设施,如排水孔、排水沟、集水池以及排水泵等。作为基础排水系统的核心组件,排水孔被布置在坝体的不同层次,旨在引导内部渗水,降低渗透压力。这些排水孔往往配备过滤装置,是否能防止泥沙等固体物质堵塞排水通道,直接影响排水的效果。排水沟则用于收集并引导来自水库及坝体表面的地表水与降水,防止水流对坝体的侵蚀,以确保坝体的长期稳定。位于系统末端的集水池,负责暂时储存排出的水,并通过排水泵将其输送到远离坝体的安全区域。智能监测设备也是现代排水系统的一部分,它们能够实时追踪水坝的水位变化、排水流量及渗透压力等关键指标,为维护与调整提供数据支持。在系统设计过程中,如何全面考虑坝体的地质条件、气候变化及水库的运营需求,是确保系统在各种环境条件下有效运作的关键所在。

#### 3.1.2 水处理厂与污水处理系统

在大型水利工程中,水处理厂及污水处理系统的排水施工技术具有至关重要的作用,直接关系到污水处理效率及环境保护效果。设计这些系统时,重点在于高效收集、运输及处理污水,以避免对环境的污染。排水系统通常包含进水管网、处理槽、沉淀池、污泥处理设备及排水泵站等多个组件,每一部分都需精心设计和施工,以确保系统的可靠性及长期稳定性。进水管网负责将污水从源头输送

至处理厂，其设计要求使用耐腐蚀材料并选择适当管径，以应对污水流量的变化。处理槽内的物理、化学及生物处理工艺需要经过精确设计，以确保处理后的水质符合排放标准。沉淀池的设计应优化污水流速与沉淀效率，以实现固体颗粒的有效分离<sup>[3]</sup>。污泥处理设备负责处理过程中产生的污泥，包括浓缩、脱水及干化步骤，以减少污泥体积并简化处置流程。排水泵站则将处理后的水排放至排水渠或自然水体，在设计时需考虑流量波动及系统整体压力要求。现代排水系统还集成了智能监控技术，这些技术能够实时跟踪污水处理过程中的流量、压力及水质参数，并根据实际情况及时调整处理工艺及排水策略，以满足不断变化的处理需求。

### 3.2 小型水利设施中的应用

#### 3.2.1 农田排水系统

在小型水利设施的建设中，农田排水系统施工技术对水分管理、作物生长及农业生产的稳定性起着至关重要的作用。该系统的核心功能在于有效排除多余的地表水与地下水，避免土壤过度饱和，保护作物根系的健全，进而提升农田的生产效率。通常，农田排水系统由沟渠、管道和排水井构成。沟渠的作用在于收集并排放地表水，管道则负责将水引至集中排水点，而排水井则用于抽取地下水，以降低地下水位。在设计阶段，全面考虑土壤类型、地形地貌及水文条件，是确定排水设施布局和规格的关键。对于沙质土壤，往往需要密集布置排水管道，而在黏土区域，可能需要设计更宽的沟渠和更深的排水井。此外，排水系统的设计还应与农田灌溉系统协调，以实现水资源的最优配置。施工过程中，质量控制至关重要，尤其是沟渠和管道的坡度必须符合设计标准，以避免出现水流不畅或淤积问题。定期维护对于系统的长期顺畅运行至关重要，尤其是清理沟渠和管道中的沉积物。现代技术的应用，如遥感监测和智能排水控制系统，能够实时监控农田水分状况，并自动调节排水量，从而进一步提升系统的效率与可靠性。

#### 3.2.2 城市排水系统

在小型水利设施的建设中，城市排水系统的施工技术对于提升城市防洪能力、优化污水处理效果以及改善环境卫生至关重要。城市排水系统分为雨水排水和污水排水两部分，每部分的施工都有其独特的技术要求和应用场景。雨水排水系统的首要任务是收集并排放降雨后的地表水，以防止城市内涝和积水的发生。在施工过程中，通常需要进行管道沟槽的开挖、排水管道的铺设，并安装检查井和雨水口等设施，以确保雨水能够顺利流入排水网络。在城市密集区域，管网设计应基于地形和土地利用情况，合理布置管道，并设置适当的坡度和排水设施，避免水流滞留或倒流。管道材料的选择则需综合考虑排水量、腐蚀性及土壤条件，常用材料包括塑料管、混凝土管和钢管。污水排水系统的主要功能是处理生活污水和工业废水，施工时

必须严格遵循环保标准和排放要求。该系统通常由污水管道、污水泵站以及污水处理厂组成。在管道施工中，确保无渗漏至关重要；而污水泵站则需配备合适的泵组和控制系統，以保障污水能够高效地输送至处理厂。污水处理厂的设计应充分考虑污水的性质及处理能力，以确保整个处理过程符合环境保护法规，从而避免对水体和土壤造成二次污染。

### 4 防渗与排水施工中的常见问题及对策

在防渗与排水施工中，常见的问题可能会严重影响工程的长期稳定性和功能性。防渗施工中，主要的挑战包括材料选择不当、施工工艺不规范，以及接缝处理不彻底。如果所选的防渗材料不符合工程标准或存在老化问题，防渗效果可能达不到预期。此外，若施工中接缝处理不够完善，可能导致水体渗漏，从而削弱整体防渗能力。为了确保防渗性能的可靠性，必须选用符合标准且高质量的材料，并严格按照施工规范操作，确保所有接缝和连接处得到妥善处理，以降低渗漏风险。在排水施工中，设计缺陷、管道堵塞或渗漏，以及设备故障是常见问题。设计中的不足可能导致排水系统无法有效排除积水，从而引发内涝。施工阶段，如果管道连接不够紧密，渗漏或管道破裂的风险随之增加。此外，设备故障可能干扰系统的正常运行，进而降低排水能力。为了解决这些问题，设计阶段应充分考虑实际条件，并合理规划排水管网。在施工中，严格执行质量控制标准，确保管道连接牢固且设备正常运作。通过定期对排水系统进行维护和检查，及时修复故障，能够有效保持系统的长期稳定性。

### 5 结语

在水利工程中，防渗与排水施工技术对确保工程的安全性和有效性至关重要。对现有技术应用及其面临的挑战进行深入分析发现，尽管我国在这些领域已经取得了一定进展，但在应对复杂工程环境和动态需求方面，仍存在需要进一步优化的技术手段与施工方法。未来的研究应重点关注提高防渗材料的性能、改进排水系统的设计，并强化施工质量管理，以克服当前的技术瓶颈和实际问题。通过持续的技术创新和实践经验积累，可以促进水利工程的高效运行及可持续发展，进而实现水资源的合理利用与保护。

#### [参考文献]

- [1]高剑,思泽山.水利工程防渗技术及施工方法[J].水上安全,2024(10):154-156.
- [2]刘东.水利工程电排站防渗排水布置与施工技术[J].云南水力发电,2022,38(8):206-209.
- [3]刘博成.浅埋深条件下渠道防渗施工排水技术分析[J].农业科技与信息,2019(19):109-110.

作者简介：杨洁（1994.3—），毕业院校：新疆农业大学科学技术学院，所学专业：水利水电工程，当前就职单位：新疆鸿源润泽建设工程有限公司，造价员，水利中级工程师、二级水利建造师。



# 长距离输水压力管线通水试运行关键技术

张发强

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830002

**[摘要]**长距离输水工程是解决地区水资源分布不均衡、缓解地方缺水问题的有效途径之一。在这类工程中,压力管线扮演着至关重要的角色,其通水试运行的成功与否直接关系到整个工程的安全性和经济效益。文章侧重于深入分析长距离输水压力管线在通水试运行阶段所涉及的关键技术和要点,旨在为今后的类似工程提供技术上的参考和借鉴。只有通过对这些关键环节的充分理解和实践经验的积累,才能确保长距离输水工程的平稳运行和长期效益的实现。

**[关键词]**长距离输水;压力管线;通水试运行;关键技术

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13731

中图分类号: TV672

文献标识码: A

## Key Technology for Trial Operation of Long-distance Water Transmission Pressure Pipelines

ZHANG Faqiang

XPCC Surveying and Designing Institute Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830002, China

**Abstract:** Long distance water transmission projects are one of the effective ways to solve the uneven distribution of regional water resources and alleviate local water shortage problems. In such projects, pressure pipelines play a crucial role, and the success of their water trial operation directly affects the safety and economic benefits of the entire project. The article focuses on in-depth analysis of the key technologies and key points involved in the trial operation stage of long-distance water transmission pressure pipelines, aiming to provide technical references and inspirations for similar projects in the future. Only by fully understanding these key links and accumulating practical experience can the smooth operation and long-term benefits of long-distance water transmission projects be ensured.

**Keywords:** long-distance water transportation; pressure pipelines; water trial operation; key technology

### 引言

长距离输水工程在解决广泛的缺水问题上发挥着重要作用,但由于其规模巨大、技术复杂和投入巨大,不容有任何差错。压力管线通水试运行环节对确保各个步骤协调顺畅、及时发现并解决潜在问题至关重要。对长距离输水压力管线通水试运行过程中的关键技术进行深入剖析,有助于为未来类似工程提供有益参考。只有通过对这些技术要点的全面理解和有效实施,我们才能确保长距离输水工程的可靠性和高效运行,从而充分发挥其在缓解地方水资源紧缺挑战中的作用。下文就是针对长距离输水压力管线通水试运行的重要性以及关键技术进行分析和探讨,希望能够促进我国长距离输水领域的健康发展进步,为社会的建设增添力量。

### 1 压力管线通水试运行的重要性

通水试运行是验证压力管线工程质量、检测运行安全性和稳定性的至关重要的环节,通过这一步骤可以让运营团队熟悉系统操作流程,理解各项设备的运行特点和规范。同时,通水试运行还能及早发现和解决可能存在的问题,确保管线工程在正式投入运行前达到预定的安全和稳定水平。只有充分重视通水试运行的实施和结果分析,才能有效保障长距离输水工程的可靠性和顺利运行,最大限度地发挥其应有作用<sup>[1]</sup>。

### 2 通水试运行关键技术分析

#### 2.1 管线预冲洗

管线预冲洗工作是输水工程中至关重要的环节,旨在彻底清除管道内积聚的杂物、沉积物以及其他杂质,确保输水通畅,维护水质安全。预冲洗过程需要严格执行相关规程和操作流程,以保证其有效性和高效性。首先,需充分了解管道系统的结构特点和输水情况,确定合适的预冲洗方案和周期。其次,选用合适的清洗介质和工具,如高压水流或特殊清洗液,对管道进行彻底冲洗,并及时清理排放管口,避免污染环境。此外,应当定期监测清洗效果,确保管道内部达到预期的清洁度标准。管线预冲洗不仅有助于维护输水系统的正常运行,还可以延长管道使用寿命,减少故障频率,提升运行效率。通过定期进行预冲洗工作,还可以有效防止水质受到外界污染的影响,保障输水水质符合相关标准和规定。因此,在输水工程的建设和运维过程中,强调管线预冲洗的必要性和重要性,使其成为管道维护和管理的基础工作之一。管线预冲洗作为输水工程中关键的环节之一,对于确保输水通畅、水质安全至关重要。只有加强对预冲洗工作的重视和管理,才能有效地提高输水系统的运行可靠性和稳定性,以满足人们对清洁、安全饮用水的需求。

#### 2.2 压力试验

管线试压是对输水系统的关键步骤之一,旨在确保管

道的密封性和承压能力,以防止漏水和意外事故发生。分区试压是一种有效的方式,可以对不同部位的管道进行有针对性的检测和评估,保证管道系统的整体运行质量。试压过程中,首先需要对待试压的管线进行仔细检查,确保橡胶圈、管道配件和管道本身的完好性和适配性。在进行分区试压前,需要制定详细的试压方案,并明确每个区域的试压压力和持续时间,以便全面评估管道在不同工况下的表现。选用合适的试压设备和工具,如试压泵和压力表,对各个区域依次施加规定的试压压力,监测其试压过程中的压力变化和泄漏情况。同时,应及时记录试压数据,包括试压结果、试验时间等信息,为后续分析和处理提供依据。通过对管线进行严格的分区试压,可以及时发现管道存在的问题和隐患,采取必要的措施进行修复和处理,以确保输水系统的安全可靠性。只有保证管道的密封性和承压能力达到标准要求,才能保障输水系统长期稳定、高效地运行。因此,在输水系统建设和维护中,分区试压是不可或缺的环节,需要严格执行相关规程和安全操作流程,以保障输水系统的正常运行和用户的安全用水需求<sup>[2]</sup>。

### 2.3 水压逐步提升

在进行管线试压的通水过程中,逐渐增压是必不可少的步骤。这一逐步增压的方法可以有效地观察管线在压力逐渐升高的情况下的反应,帮助工程人员及时发现潜在问题,避免因压力突变而导致管道破裂或泄漏的风险。在开始增压之前,首先需要确保管线系统内部无空气和杂质,以避免对试压结果的干扰。然后,通过调节试压设备逐渐向管线施加压力,同时监测管线的变化情况,包括管道本身是否出现变形、管道配件是否松动以及橡胶圈是否密封等方面的情况。逐步增压的过程中,工程人员需要密切观察管线周围是否有异常现象,如渗水、异响或变形等,并及时做好记录和标记。逐渐增压的方法可以有效控制试压过程中的压力变化,减少管道受到突发压力而造成的损坏风险。通过这种方法,工程人员可以判断管线是否能够承受规定的试压压力,评估管道系统的安全性和稳定性,为后续的使用提供可靠的保障。在试压过程中,逐步增压不仅可以帮助提高管线试验的准确性和可靠性,还可以最大程度地减少管道在试压过程中可能出现的问题和意外情况。因此,对于管线试压工作来说,采取逐步增压的方法是一项非常重要且有效的技术手段,有助于确保管线系统在运行中的安全性和可靠性。

### 2.4 温度应力监测

在管线运行过程中,持续的温度监测是至关重要的一项工作。通过对管线周围环境和管道本身的温度进行监测和分析,可以全面评估温度变化对管线结构的影响,及时发现潜在问题并采取必要措施进行调整和修复。温度是影响管线系统稳定性和安全性的重要因素之一。持续的温度监测可以帮助工程人员了解管道所处环境的温度变化趋

势,判断管线是否存在受热膨胀或冷缩收缩等情况。特别是在极端气候条件下,管线所受到的温度影响更为显著,因此及时监测温度变化对管线结构的影响至关重要。通过对管线进行持续的温度监测,工程人员可以提前发现管线可能出现的温度变形、应力集中、裂纹等问题,并针对性地选择合适的措施来加以解决。在长期运行过程中,管线的温度监测还能帮助评估管道的使用寿命和性能变化,为管线维护和管理提供科学依据。除了对管线本身的温度监测外,还需对管线周围环境的温度进行监测,了解外部环境因素对管线的影响。例如,在地下管线运行中,地下水位变化、土壤温度波动等因素都可能对管线温度造成影响,因此需要全面考虑环境因素,综合评估管线结构的安全性和稳定性<sup>[3]</sup>。

### 2.5 管线稳定性监测

对管线在实际运行中的稳定性进行监测是管道工程领域中至关重要的任务之一。通过对管线进行全面细致的监测,可以及时发现并评估管线可能存在的局部变形、位移等问题,确保管道系统的正常运行和安全性。管线的稳定性直接关系到整个管道系统的可靠性和持久性。在管线运行过程中,由于外界环境变化、介质流动等因素的影响,管线极易出现局部变形、腐蚀、位移等现象。因此,对管线进行定期、系统的稳定性监测是维护管道结构健康的必要手段之一。通过应用先进的监测技术和设备,如激光测量、超声波探测、应变计等,可以对管线的各项参数进行实时监测和记录。例如,利用高精度激光扫描技术,可以对管线表面的几何形状进行精确测量,及时识别出管道是否存在变形或位移等问题。除了使用先进技术设备外,还需建立完善的管线稳定性监测系统,包括监测方案设计、数据采集与处理、异常报警与响应等环节。通过建立科学规范的稳定性监测流程,可以提高对管线稳定性问题的有效监控和管理能力,降低管线事故发生的风险。

## 3 通水试运行的风险管理

### 3.1 风险评估

在管道工程即将通水试运行之际,全面的风险评估是不可或缺的重要环节。为确保管道系统的设计与建设达到预期标准,进行通水试验运行至关重要。以某城市的输水管道建设项目为例,此环节的实施帮助团队及时发现了管道设计中的小问题并进行了修正,保障了未来管道运行的安全性。在此基础上,风险评估的开展需要系统性的分析,以深入理解和识别潜在的风险因素。首先,对工程的蓝图及设计规范的审查是核心步骤。以某跨国的大型输送管道项目为例,审查过程中发现了图纸中的一处设计失误,通过及时调整避免了潜在的泄露风险。审查中还需确保管道材料的质量与强度满足工程要求,这直接关系到管道的安全运行。此外,管道的工艺流程也需符合规范,例如某地区供水管道的改造项目中,因安装工艺的问题导致了多处

泄漏，好在及时发现并修复，确保了项目的顺利进行<sup>[4]</sup>。

### 3.2 应急措施制定

在制定管道系统实施清水试验的应急响应计划时，我们需要考虑到工程完整性的保障，涵盖所有可能的紧急事件，例如泄露和管道损坏等。此类计划旨在确保在突发事件发生时，我们能够迅速且有序地做出反应。在管道系统实施前，进行清水试验时，制定应急响应计划至关重要。以某城市的大型供水管道系统为例，该工程在实施前制定了详细的应急计划。在该计划中，首先明确了责任人员的具体职责，并建立了高效的信息通报机制和沟通渠道。责任人员接受了专业培训，熟悉了紧急应对措施和处理流程。应急计划的制定过程中，全面的危险识别和风险评估是不可或缺的环节。以该供水管道系统为例，通过对地质、环境、施工因素等进行全面评估，识别出了潜在的泄露风险。基于评估结果，针对性地制定了处理措施，并筹备了足够的应急物资和设备。例如，针对潜在的泄露事件，配备了高压封堵设备和快速响应队伍，能够在短时间内到达现场进行应急处理，迅速封堵泄漏并关闭相关阀门，最大程度减少损失。

### 3.3 专业团队培训

专业培训是增强团队在紧急事件中应对能力的关键行动，针对的是负责管道运营维护的团队成员，在实施培训时，必须着重提升团队成员在面临各类突发状况时的实际操作能力，这涵盖了应对突发泄漏、管线破裂等典型紧急问题的处理手段及程序，在培训过程中，参训者需掌握涉及法规政策领域的知识要点，同时，培育对工作场所安全的高度警觉性，并通过对实际操作的精细训练，以提升技能水平。团队成员必须熟悉各类事故的独特属性及应急响应的基本原则，并熟练操作各类应急装备和工具，以便在紧急状况下能够迅速且高效地作出适宜应对，在培训过程中，应重点加强团队间协作效能的增进措施，借助模拟训练以及实际操作，加强团队成员间的互动和合作，从而构建出高效的团队协作机制<sup>[5]</sup>。

### 3.4 沟通协调机制

构建一个健全的沟通与协调机制对于组织内工作流程的无缝衔接至关重要。在当代，各行业迫切需要快速、高效地传递数据和信息，这已成为核心要求之一。有效的沟通框架不仅能提高任务执行效率，还有助于降低误会和

对抗的产生。首要任务是确立各部门及工作人员的具体职责与权限界限，以保障信息依照既定流程进行传输与集中。同时，构建恰当的交互路径与实施手段显得尤为关键。运用先进的通讯技术和相应的软件平台，可以实现即时的信息交流和文件的数据共享，从而促进知识的快速传播与共进。建立有效的团队沟通与协调框架需要重视团队成员在沟通技巧与意识层面的培育。此外，构筑一个无障碍沟通的平台也是至关重要。在这个平台上，鼓励个体积极呈现各自的见解与创新思维，并通过集体对话来深入分析疑难点，共同寻找有效的解决途径。举例来说，某公司实施了一套涵盖各部门的数字化沟通平台，通过此平台，员工可以即时分享和获取所需信息，大大提高了工作效率和协作效果。同时，公司也提供了定期的沟通技巧培训，使团队成员在沟通方面得到不断的提升和改进。这些措施共同帮助公司构建了具有高效沟通与协调机制的工作环境。

## 4 结语

通过上文的分析探讨能够了解到，长距离输水压力管线通水试运行是确保工程顺利投运的关键保证。经过全面分析各项关键技术，并在实践中不断探索，可显著提升输水管线的安全性和效率。持续提升技术水平，加强风险管理措施，有助于确保长距离输水工程的安全稳定运行。仅当足够重视通水试运行的全过程管理和结果评估，才能有效保障管线工程的正常运转，最大程度地发挥其设计初衷和功能目标。

### [参考文献]

- [1] 罗一. 长距离输水压力管线通水试运行关键技术[J]. 工程建设与设计, 2024(5): 229-232.
  - [2] 褚海波. 长距离输水工程压力管线流量压力调节信息化控制[J]. 陕西水利, 2021(8): 175-176.
  - [3] 刘召. 压力管线与气瓶绕线式防爆裂预警技术研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2020.
  - [4] 杨选富, 邓卫斌. 长距离输水系统压力管道水锤波速问题实验研究[J]. 地下水, 2019, 41(5): 210-212.
  - [5] 刘苏亚, 贾会民, 宋利, 刘长根. 长距离输水管线试通水操作措施[J]. 河南水利与南水北调, 2017, 46(8): 45-46.
- 作者简介: 张发强(1990.10—), 毕业院校: 塔里木大学, 所学专业: 农业水利工程, 当前工作单位: 新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司, 职称级别: 工程师。

# 住宅建筑施工安全管理工作中 BIM 技术的应用研究

康毅

四川川交路桥有限责任公司, 四川 广汉 618300

[摘要] 建筑施工过程中涉及大量的高风险作业, 安全事故频发, 给企业和社会带来了巨大的经济损失和人员伤亡。传统的施工安全管理方法以人为检查为主, 缺乏科学性和系统性, 导致管理效率低、信息不对称等问题频繁出现。随着信息技术的飞速发展, 建筑信息模型 (BIM) 技术作为一种新兴的数字化管理工具, 逐渐在施工安全管理中得到应用。BIM 技术通过三维建模、信息集成和施工模拟等功能, 使施工过程的安全管理更加直观、高效, 为降低施工风险提供了科学支持。本文基于 BIM 技术在住宅建筑施工安全管理中的应用, 探讨其在提升安全管理效率、减少安全事故方面的作用, 并分析其未来的应用前景。

[关键词] BIM 技术; 住宅建筑; 施工安全管理; 可视化; 风险预测

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13723

中图分类号: TU17

文献标识码: A

## Application Research on BIM Technology in Safety Management of Residential Construction

KANG Yi

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

**Abstract:** The construction process involves a large number of high-risk operations, and safety accidents occur frequently, causing huge economic losses and casualties to enterprises and society. The traditional construction safety management methods mainly rely on manual inspection, lacking scientific and systematic approaches, resulting in frequent issues such as low management efficiency and information asymmetry. With the rapid development of information technology, Building Information Modeling (BIM) technology, as an emerging digital management tool, is gradually being applied in construction safety management. BIM technology, through functions such as 3D modeling, information integration, and construction simulation, makes the safety management of the construction process more intuitive and efficient, providing scientific support for reducing construction risks. This article is based on the application of BIM technology in residential construction safety management, exploring its role in improving safety management efficiency and reducing safety accidents, and analyzing its future application prospects.

**Keywords:** BIM technology; residential buildings; construction safety management; visualization; risk prediction

### 引言

近年来, 全球建筑行业迅速扩张, 城市化进程加快, 特别是在住宅建筑领域, 由于工地规模庞大、人员流动频繁、安全隐患多发, 国家对建筑施工安全的要求也不断提高, 建筑企业面临着严格的法律法规和行业标准, 如何通过更先进的技术手段确保施工安全成为了亟待解决的问题。基于此, BIM 技术作为一种新兴的建筑信息管理工具逐渐进入施工安全管理领域。

### 1 BIM 技术概述

BIM (Building Information Modeling) 技术是一种基于三维数字化模型的创新技术, 广泛应用于建筑行业, 能够集成建筑项目从初步设计到最终维护的全部信息。BIM 技术的发展历程可追溯到 20 世纪 90 年代初期。从最初的二维图纸设计工具逐渐演变为三维建模技术, BIM 技术为建筑行业带来了巨大的变革。而三维 BIM 模型通过可视化和多维度信息集成, 使设计和施工方案更加直观、可控。随着信息技术的不断发展, BIM 逐渐扩展为一种涵盖建筑全生命周期的综合性技术平台, 不仅支持三维建模, 还可以集成建筑物的结构、材料、造价、进度、安全等多方面信息。经

过几十年的发展, BIM 技术已在全球建筑行业中得到广泛应用, 并逐渐成为提高工程质量和效率的重要工具。

传统的建筑项目往往存在信息孤岛问题, 各方使用的工具和数据难以兼容, 而 BIM 技术通过集成各方数据, 实现信息的无缝衔接, 使各参与方能实时了解项目的进展, 减少了因信息不对称导致的施工问题<sup>[1]</sup>。BIM 技术具备强大的可模拟功能, 能够对施工过程进行动态仿真, 提前预见施工中的潜在问题, 优化施工方案, 从而提升工程安全性和施工质量。BIM 技术还通过数据整合和分析能力提高了施工管理的精确性, 有效减少了项目中可能出现的错误与偏差, 使施工进度得以优化, 减少返工和浪费。

目前, BIM 技术已广泛应用于全球建筑领域, 涵盖从建筑设计、施工到运营维护的全生命周期。特别是在施工阶段, BIM 技术通过施工预案模拟、风险预测、信息共享等手段, 有效提升了施工效率和管理水平。BIM 技术还能通过集成多维度信息帮助施工方更好地控制成本和进度, 避免工期延误与成本超支。

### 2 建筑施工安全管理工作中 BIM 技术的应用价值

建筑施工安全管理的目标是最大限度地减少或消除

施工过程中可能出现的安全风险,而BIM技术通过信息集成和可视化功能,不仅能够优化安全管理的各个环节,还能够通过模拟和预测功能提前识别潜在的施工风险,帮助各方及时采取应对措施。

### 2.1 有助于施工信息共享,提高施工安全管控工作效率

BIM技术通过三维建模和信息集成的优势,能够实现施工信息的实时共享,极大地提高了施工安全管理的工作效率。在BIM环境中,所有项目相关方,包括设计、施工、监理和业主等,可以通过共享的三维模型同时访问和更新项目信息,避免了因信息延迟或错误传递导致的安全隐患。基于BIM技术的实时更新功能,任何与施工安全相关的变化都能立即反映到系统中,确保施工各方能够在第一时间获得最新的安全数据。

### 2.2 有助于构建完整的施工预案,实现施工一体化

施工安全预案是确保施工过程安全进行的重要工具,而BIM技术通过其可视化、可模拟的特点,可以构建出更加完整和精细的施工预案,管理者可以在施工开始前对整个施工过程进行三维模拟和分析,识别出潜在的安全风险并提前制定应对措施。通过BIM模型的三维展示功能,可以将安全措施、施工进度和资源分配等因素综合考虑,使施工预案更加符合实际施工需求,减少了因不合理预案导致的安全事故风险<sup>[2]</sup>。同时,BIM技术还能通过数据反馈和持续优化,动态调整安全预案,使其与施工实际情况保持一致,提高施工安全管理的灵活性和准确性。

### 2.3 有助于缩短建筑施工周期,提高施工安全性

在传统的施工模式下,由于信息沟通不畅、施工方案不完善等原因,常常会出现工期延误或返工现象,而这些现象也会增加施工中的安全风险。通过BIM技术的精细化管理,施工方能够在施工前准确规划各个环节的安全措施,并通过三维模拟提前发现和解决可能影响施工进度的安全隐患。通过BIM模型的动态更新功能,施工方可以实时监控施工进度,及时调整施工方案,确保施工安全和效率的同步提高。此外,BIM技术还能通过集成物联网等技术,实现对施工设备、人员的实时监控和管理,减少因人为因素导致的施工安全问题,从而进一步缩短施工周期并提高施工安全性。

## 3 BIM技术在住宅建筑施工安全管理中的应用

BIM技术在住宅建筑施工安全管理中的应用日益广泛,通过将BIM技术与施工安全管理的各个环节紧密结合,施工方能够更有效地识别和管理施工中的安全风险,提高施工现场的安全性和管理效率。

### 3.1 BIM技术与施工安全管理的融合

BIM技术通过其信息集成和可视化功能,将施工现场的所有信息(包括施工设计、施工进度、施工资源、安全措施等)集成在一个统一的平台上。BIM技术通过与其他管理工具(如进度管理软件、安全评估系统等)的集成,实现了施工安全管理的自动化和智能化。例如,BIM技术

可以通过与物联网传感器的结合,实现对施工现场的实时监控,自动检测施工中的安全隐患并发出预警信息,从而提高安全管理的效率和准确性<sup>[3]</sup>。施工方可以通过对历史数据的分析,预测施工过程中的潜在安全风险,并制定相应的应对措施。

### 3.2 BIM技术在施工安全管理中的具体应用

BIM技术在施工安全管理中的具体应用主要体现在施工安全方案的可视化与模拟、施工风险预测与预警、安全防护措施的模拟与优化以及安全事故的分析与复盘等方面。

#### 3.2.1 施工安全方案的可视化与模拟

通过BIM模型,施工方可以将施工现场的三维模型、施工步骤、安全措施等内容直观地展示出来,施工方可以在施工前对安全方案进行动态模拟,发现潜在的安全隐患并提前制定应对措施。施工方可以通过BIM模型模拟不同的施工流程和措施,分析其对施工安全和效率的影响,并选择最佳的施工方案,提高施工安全方案的科学性和合理性。

#### 3.2.2 施工风险预测与预警

通过BIM技术的三维建模和数据分析功能,施工方可以在施工前对整个施工过程中的安全风险进行全面预测,并提前制定应对措施。施工方可以通过对BIM模型的动态更新,实时监控施工中的安全状况。一旦出现安全风险,BIM系统会自动发出预警信息,提醒管理人员采取相应的措施,能够极大地提高施工安全管理的响应速度,减少因安全隐患导致的事故发生率。

#### 3.2.3 安全防护措施的模拟与优化

通过BIM模型,施工方可以在施工前对各种安全防护措施(如防护栏杆、脚手架等)进行三维模拟,确保这些防护措施的合理性和有效性。施工方可以通过BIM模型模拟不同的脚手架搭设方案,分析其对施工安全和效率的影响,并选择最佳的搭设方案。此外,BIM技术还可以通过与物联网技术结合,实时监控施工现场的安全防护措施,及时发现和解决施工中的安全隐患,有效提高施工现场的安全性,减少因安全防护措施不当导致的安全事故。

#### 3.2.4 安全事故的分析与复盘

在施工过程中,难免会发生一些安全事故,而通过BIM技术,施工方可以对事故发生的全过程进行详细的回溯和分析。例如,施工方可以通过BIM模型重现事故发生时的施工场景,分析事故的原因和责任归属<sup>[4]</sup>。此外,BIM技术还可以通过数据分析工具,总结历史安全事故的规律,为未来的施工项目提供借鉴,不仅能够帮助施工方及时解决事故中的问题,还能够为后续的施工安全管理提供宝贵的经验教训,减少类似事故的再次发生。

## 4 BIM技术应用对施工安全管理的影响分析

### 4.1 BIM技术对施工安全管理模式的改变

传统的安全管理方式多依赖于纸质文件、现场巡查及施工人员的经验,而BIM技术引入了数字化、可视化和信

息共享的管理方式,提升了管理的科学性与系统性。通过 BIM 平台,管理者可以实时查看项目的三维模型,展示建筑的结构和布局,还可以叠加进度、安全措施等信息,使施工现场的安全风险一目了然。通过施工模拟,安全管理人员可以在施工开始前预测和评估可能出现的安全问题,并对不同的施工方案进行比较,从而制定出最优的安全预案。模拟施工中的人员流动、设备使用和物料搬运等安全问题,能够提前制定相应的安全防护措施,大幅度减少安全事故的发生概率。通过 BIM 平台,各方可以实时获取和更新施工现场的安全信息,打破了信息孤岛,减少了传统安全管理中信息传递不及时导致的安全隐患。

#### 4.2 BIM 技术对施工人员安全意识的提升

传统的安全教育多依赖于纸质材料和讲解,无法直观地展示施工中的潜在风险,容易导致施工人员忽视安全问题。而通过 BIM 技术,施工人员可以在施工前通过三维模型直接了解施工中的关键风险点和安全措施,施工人员能够更加深刻地认识到遵守安全规范的重要性。同时,BIM 模型的动态性也能够实时展示施工现场的变化,使施工人员能够随时了解最新的安全要求,从而在工作中时刻保持高度的安全意识<sup>[5]</sup>。BIM 技术通过数据的积累和分析,能够帮助管理人员定期评估施工人员的安全操作记录,从而有针对性地进行培训和教育。

#### 4.3 BIM 技术对施工安全管理效率的提升

传统的施工安全管理往往需要大量的人工检查和协调工作,而 BIM 技术通过数字化手段减少了对人工操作的依赖。物联网设备与 BIM 平台的结合,施工管理者可以在施工现场布设传感器,实时监控施工人员、设备和环境的安全状态。一旦发现异常情况,系统会自动报警并发出安全预警,管理者能够及时采取措施。传统的安全管理常常因为信息传递不及时、信息缺失而导致安全事故,而 BIM 平台的实时信息更新功能大大提升了施工安全管理的响应速度和效率。通过对历史事故数据的分析,BIM 技术可以帮助管理者预测未来施工中可能出现的安全问题,不仅提高了施工管理的效率,还大大降低了安全事故的发生概率。

#### 4.4 BIM 技术在住宅施工安全管理中的经济效益分析

BIM 技术在提高施工安全管理效率的同时,施工安全管理更加精细化和系统化,有效减少了安全事故的发生。根据相关研究,安全事故的发生率每降低 1%,能够直接减少施工成本的约 5%,减少了因事故导致的停工、维修及赔偿等成本。传统的安全管理方式由于缺乏信息集成,常常导致施工过程中出现设计与实际不符、资源分配不合理等问题,进而增加返工率。而 BIM 技术通过三维建模和信息集成功能,能够精确地指导施工过程,减少了返工和材料浪费,从而降低了施工成本。BIM 技术的实时监控和数据分析功能,有效提高了施工进度的可控性,避免了因安全问题导致的工期延误。根据相关统计,BIM 技术的应

用能够将住宅施工周期缩短约 10%-15%,从而减少因延误工期带来的经济损失。

### 5 BIM 技术在住宅建筑施工安全管理中的应用展望

#### 5.1 BIM 技术在施工安全管理中进一步发展的方向

随着 BIM 技术的不断成熟和普及,BIM 技术将进一步与人工智能(AI)和大数据技术相结合,提升施工安全管理的智能化水平。大数据技术的应用将使得 BIM 系统能够更好地积累和分析施工过程中的历史数据,从而为安全管理提供更加精确的决策支持。未来的 BIM 技术将不再仅仅局限于宏观的施工安全管理,而是能够深入到每一个具体的施工环节,例如设备操作安全、材料堆放安全等。未来,BIM 技术将更加注重与其他管理工具的无缝集成,实现施工过程的全面数字化管理。

#### 5.2 BIM 与其他信息技术的结合(如大数据、物联网等)

BIM 技术的未来发展离不开与其他信息技术的结合,尤其是大数据、物联网(IoT)和云计算技术。大数据技术可以对施工过程中的海量数据进行实时分析,帮助管理者及时发现潜在的安全问题。例如,通过分析施工现场的传感器数据,管理者可以提前预判设备的故障风险,并及时安排维修,从而避免设备故障导致的安全事故。在施工现场布设物联网传感器,管理者可以实时监控施工人员、设备和环境的安全状况,一旦发现异常,物联网系统将自动将数据传输至 BIM 平台,管理者可以通过 BIM 模型实时查看异常情况,并及时采取相应的安全措施。云计算技术可以为 BIM 平台提供强大的计算和存储能力,使得 BIM 系统能够处理和存储施工过程中的海量数据,从而为管理者提供更加全面的安全信息。

#### 5.3 政策与标准对 BIM 技术应用的促进

未来,随着各国政府对建筑行业信息化管理的要求不断提高,BIM 技术的应用标准和政策将逐步完善和规范。多个国家已经出台了建筑信息模型(BIM)的应用指南,明确了 BIM 技术在设计、施工、运营等阶段的应用要求。部分国家的政府已经开始将 BIM 技术作为公共建筑项目的强制性要求,从而推动施工企业在项目中应用 BIM 技术。未来,随着政策的进一步推动,BIM 技术将在住宅建筑施工安全管理中发挥更加重要的作用。

#### 5.4 BIM 技术在未来住宅建筑施工安全管理中的潜力

随着信息技术的不断进步和 BIM 技术的逐步完善,BIM 技术将通过与智能化技术的结合,实现住宅建筑施工的全流程自动化管理。未来,BIM 技术将不仅仅用于施工安全管理,还将贯穿于建筑项目的整个生命周期,包括设计、施工、运营和维护等阶段,从而提升建筑项目的整体管理水平。BIM 系统可以通过积累和分析大量的施工数据,预测施工中的安全风险,并提供相应的应对措施。未来,BIM 技术将成为住宅建筑施工安全管理的标准工具,为建筑行业的数字化转型提供强大的技术支撑。

## 6 结语

BIM 技术在住宅建筑施工安全管理中的应用, 施工企业能够有效预防安全事故, 提升施工安全管理的效率和质量。本文通过对 BIM 技术在住宅建筑施工中的具体应用分析, 揭示了其在信息共享、风险预测、施工预案优化等方面的优势, 为传统安全管理模式的转型提供了新思路。同时, 随着信息技术的不断发展, BIM 技术与物联网、大数据等新兴技术的结合, 未来在施工安全管理中将发挥更加重要的作用。施工企业应积极顺应技术发展的趋势, 加强 BIM 技术的应用, 以实现施工安全管理的现代化和智能化。未来, BIM 技术不仅将在施工阶段为安全管理提供支持, 还将在建筑的全生命周期中发挥更加深远的作用, 推动建筑行业的整体安全水平不断提升。

### [参考文献]

[1] 马传政, 谭雅文, 贾世龙. BIM 技术在装配式建筑施工

安全管理中的应用研究[J]. 辽宁省交通高等专科学校学报, 2023, 25(5): 26-31.

[2] 刘远. BIM 技术在建筑施工安全管理中应用的思考[J]. 工程技术研究, 2020, 5(6): 179-180.

[3] 周杨, 刘梦梦, 王宝雨, 等. 基于 BIM 技术与风险评估体系的装配式建筑施工安全管理研究[J]. 建筑结构, 2023, 53(2): 2089-2093.

[4] 徐冬梅. 基于建筑信息模型技术的建筑工程施工安全管理研究[J]. 建筑与预算, 2024(4): 73-75.

[5] 樊刚. BIM 技术在建筑施工现场管理中的应用[J]. 建材发展导向, 2024, 22(12): 61-63.

作者简介: 康毅(1969.9—), 男, 学历: 本科, 毕业院校: 西安交通大学, 所学专业: 土木工程, 目前职称: 安全工程师, 目前就职单位: 四川川交路桥有限责任公司河北分公司。

# 数字化时代下的光伏项目建设档案管理研究

张娜

辽宁龙源新能源发展有限公司, 辽宁 沈阳 110000

**[摘要]** 光伏发电作为应对全球能源危机与环境污染的关键技术, 近年来取得了显著进展。从设计到建设再到运维, 光伏项目涉及大量档案信息, 如设计图纸、施工记录、设备资料及运维报告, 这些档案不仅需要在项目实施阶段得到有效管理, 还必须在整个项目生命周期内进行长期保存与维护。传统的纸质档案管理方法在面对海量数据、复杂流程及频繁操作时, 暴露出数据丢失、检索效率低下及信息安全隐患等问题。随着信息技术的迅速发展, 数字化管理技术为光伏项目档案管理带来了创新解决方案, 通过引入数字化档案管理系统, 传统的存储与管理方式得以改变, 数据处理的效率和准确性显著提高, 数字化转型也带来了诸如数据安全与隐私保护、系统集成与兼容性等新的挑战。深入研究并探索适应数字化时代的档案管理策略, 对于确保光伏项目的顺利实施与长期运营至关重要。

**[关键词]** 数字化时代下; 光伏项目; 档案管理

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13721

中图分类号: G353

文献标识码: A

## Research on Archive Management of Photovoltaic Project Construction in the Digital Age

ZHANG Na

Liaoning Longyuan New Energy Development Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

**Abstract:** Photovoltaic power generation, as a key technology to address the global energy crisis and environmental pollution, has made significant progress in recent years. From design to construction to operation and maintenance, photovoltaic projects involve a large amount of archival information, such as design drawings, construction records, equipment data, and operation and maintenance reports. These archives not only need to be effectively managed during the project implementation phase, but also must be preserved and maintained for a long time throughout the entire project lifecycle. Traditional paper-based archive management methods have exposed problems such as data loss, low retrieval efficiency, and information security risks when facing massive amounts of data, complex processes, and frequent operations. With the rapid development of information technology, digital management technology has brought innovative solutions for photovoltaic project archive management. By introducing digital archive management systems, traditional storage and management methods have been changed, and the efficiency and accuracy of data processing have been significantly improved. Digital transformation has also brought new challenges such as data security and privacy protection, system integration and compatibility. It is crucial to conduct in-depth research and explore archive management strategies that adapt to the digital age to ensure the smooth implementation and long-term operation of photovoltaic projects.

**Keywords:** in the digital age; photovoltaic projects; archive management

### 引言

光伏发电以清洁、可再生的特性在全球范围内得到广泛应用, 随着光伏项目规模的不断扩大以及技术水平的提升, 项目管理的复杂性随之显著增加。在此过程中作为项目管理的关键环节, 档案管理的效率和准确性直接影响到项目的实施与运维。进入数字化时代, 传统的纸质档案管理模式已无法再满足当前发展的需求。因此, 推动光伏项目档案管理的数字化转型, 并提升其效率及准确性显得尤为重要。通过探讨数字化时代光伏项目建设档案管理的现状及面临的挑战, 同时提出相应的优化措施。为光伏项目档案管理的数字化转型提供理论依据与实践指导。

#### 1 光伏项目建设档案管理的现状

光伏项目建设中的档案管理直接影响项目的实施顺利程度及后续运维效果。当前光伏项目在档案管理方面面

临诸多严峻挑战, 传统的纸质档案管理方式已经无法适应数字化时代的需求, 纸质档案不仅需要占用大量存储空间, 检索效率也显著较低, 同时因自然灾害或人为失误而遭受的损毁问题时有发生。信息在传递过程中, 特别是在涉及多个参与方的项目中容易受到干扰, 档案的丢失或滞后现象时常出现<sup>[1]</sup>。尽管引入电子档案管理系统的尝试已有部分光伏企业展开, 但系统的普及程度及应用深度仍显不足, 纸质档案与电子档案混合存在的模式, 往往会引发信息同步不一致及数据冗余的问题。同时数据标准化、系统集成以及用户操作界面的设计方面, 现有电子档案管理系统仍需进一步改进, 以提升管理效率和用户体验。

#### 2 数字化时代对档案管理的影响

数字化时代对档案管理的影响深远且广泛, 显著提升了档案管理效率与准确性。相比传统纸质档案的繁琐存储、



查找及维护过程,电子档案系统使存储、检索与更新变得更加迅速且高效,通过数据库技术和信息检索系统,所需信息能够在极短的时间内被找到,从而大幅度提升了工作效率。各种档案信息统一存储于一个系统中,确保了数据的完整性与一致性,此集中管理的方式减少了信息重复录入的现象,并有效避免了数据丢失或错误传递的问题,从而提高了档案的可靠性。配备详细操作日志记录功能的电子档案系统,使每一个文件的操作历史能够被追踪,从而增强了档案的可追溯性。档案安全性的提高得益于先进的加密技术和权限控制措施,有效地防止了未授权访问及数据泄露的风险。尽管数字化时代带来了这些显著进步,挑战仍然存在。需要大量技术资源和资金投入的是数据存储与管理,而在数据安全与隐私保护方面也面临着巨大的压力。如何有效整合不同系统确保数据的长期保存,并防止技术过时,成为了数字化档案管理中亟待解决的问题。

### 3 光伏项目档案管理数字化转型

#### 3.1 数字化管理平台的设计与应用

光伏项目档案管理的数字化转型过程中,需要构建一个高效且可靠的数字化管理平台。设计该平台时以用户需求为中心是首要考虑的,确保涵盖全面功能模块,如档案的数字化存储、信息检索、版本管理与权限控制等,不仅有助于档案存储的数字化也能够实现对档案全生命周期的全面掌控。不同用户群体的需求需要被充分考虑,权限设置必须灵活调整,能够满足各个操作角色的不同需求。科学合理的功能布局,能够使用户高效完成日常管理工作,个性化设置的支持则有助于应对不同项目的特殊要求。在应用过程中平台的实施应逐步推进,确保数据迁移与系统集成能够顺利完成。初期一些试点项目可被选为系统应用的评估对象,从而验证平台的功能和稳定性。系统全面上线之后,技术支持与维护机制必须及时建立,以确保平台在实际使用中的持续稳定运行。平台的有效性与可持续发展,需要通过定期的系统更新与功能优化加以保障。随着光伏行业的迅猛发展,新技术的引入与功能的持续改进,应不断被实施,以进一步提升档案管理的智能化水平,确保平台能够始终满足行业的最新需求。

#### 3.2 档案管理系统的技术需求

在光伏项目的数字化档案管理中,明确技术需求并进行有效实施成为系统成功应用的关键。强大的数据存储与处理能力是系统必须具备的,以应对大量档案数据的高效存储和快速检索,为了应对大规模数据处理,分布式架构的采用至关重要,这种架构不仅提供了高可用性还具备良好的扩展性,系统的高可靠性备份机制必须被严格配置,以确保在系统故障或自然灾害发生时,数据能够被迅速恢复。文档管理与版本控制功能,也成为数字化档案管理系统核心需求之一,每次修改的详细日志应被自动记录,系统需具备自动识别和处理不同版本文件的功能,用户不

仅能够查看还能恢复历史版本,通过这一方式不仅文档管理流程得以规范,档案的变更历史也能被有效追溯,进而为项目管理和审计提供充足依据。数据安全与隐私保护必须被高度重视,严格的访问控制是必要措施之一,通过多层次的权限管理,未经授权的访问与数据泄露能够被有效阻,数据的存储与传输应采用高级加密技术加以保护。定期进行安全审计与漏洞扫描,也需被持续执行,以确保系统的整体安全性。一个友好的用户界面应被设计,兼容多种设备和操作系统以满足不同用户的需求,简洁、直观的界面不仅降低了操作复杂度,功能的自定义设置也为不同项目的档案管理需求提供了支持。档案管理系统与企业资源计划(ERP)系统、项目管理系统等相关系统的数据接口应被无缝对接,信息流的自动流转由此得以实现,从而整体管理效率得到提升。

#### 3.3 数据安全与隐私保护

在光伏项目档案管理系统中,数据安全与隐私保护被视为核心要素,直接影响系统的可信度与合规性。系统架构设计应首先确保多层次的安全防护措施被有效实施。网络层面的安全防护,如先进的防火墙与入侵检测系统必须被配置,防止恶意攻击及未经授权的访问。传输过程中的信息加密,则需使用传输层安全(TLS)协议,确保数据在传输中的机密性与完整性。敏感数据包括用户信息与项目文件,必须通过加密算法处理,高级加密标准(AES)应被用于保护存储介质上的数据,防止非法访问或泄露,备份的数据也需加密存储,且定期进行安全审计确保数据的长期安全性。在用户访问控制方面,多层次的权限管理机制需被严格执行,通过角色权限控制(RBAC)与最小权限原则,用户只能访问与其工作职责相关的档案,从而有效降低了内部数据泄露的可能性,并保障了系统操作的合规性。为了进一步提高账户安全性,用户身份认证应采用多因素认证(MFA),以防止未经授权的登录。系统必须严格遵守相关的数据保护法规,如《通用数据保护条例》(GDPR)或《个人信息保护法》(PIPL),所有用户数据的收集、存储与处理必须在法律框架内进行,并且数据处理政策需对用户透明。允许用户自主设置数据访问权限,并提供数据修改或删除功能,能够充分保障用户的隐私权利。不仅依赖于技术手段,数据安全与隐私保护也需要通过组织内部的管理措施来落实。安全培训与意识提升活动必须定期开展,以提高员工的安全意识,减少人为错误与内部威胁。与此同时事件响应机制也需建立,以便在发生数据泄露或其他安全事件时能够迅速采取行动,确保系统的正常运行与数据的安全维护。

### 4 光伏项目建设档案管理的优化措施

#### 4.1 档案管理流程的优化

光伏项目建设档案管理的优化,必须对现有的流程进行全面的审视与改进,通过系统化的优化可以显著提升档

案处理的效率,同时确保信息的准确性与完整性。首先应当对当前的管理流程进行梳理,以识别其中存在的瓶颈与冗余环节。尤其是传统纸质档案管理中,繁琐的手工操作与信息传递往往导致数据出错,并且可能延误处理时间,通过引入自动化工具与流程管理系统,操作步骤能够被简化,人工干预则会大大减少<sup>[2]</sup>。在优化档案管理流程中,必须建立统一的档案分类、编码以及存储标准,档案管理因此会更加系统化,数据混乱的现象也会随之减少,通过制定详细的操作规程与文档模板,档案的创建、修改、存储以及归档过程会严格遵循相同的标准,从而降低了出错与遗漏的可能性。现代档案管理系统通过自动化实现从上传、审批到存储的各个环节的实时处理与跟踪,极大地提升了处理效率,系统还应具备自动化的数据备份功能,以确保数据在发生故障或损坏时不会丢失,保证档案信息的长期保存。设计简洁直观的用户界面,使档案管理的操作更加便捷,提供多种搜索与过滤功能能够帮助用户快速定位所需的档案信息。对于新流程与系统的培训则是保证优化成功实施的关键,通过有效的培训,员工对新流程的熟悉程度会得到显著提升,确保新流程的顺利执行。通过对流程实施效果的定期评估,潜在的问题能够被及时发现并进行调整,以确保档案管理流程得到持续的优化与提升。

#### 4.2 智能化管理技术的引入

智能化管理技术的引入,使得光伏项目建设档案管理实现了显著的提升与转变,特别是先进的数据处理与分析能力的应用,档案管理的自动化水平大幅度提高。人工智能(AI)技术在文档分类与信息提取中的应用,通过自然语言处理(NLP)与机器学习算法,系统能够自动识别并分类各类档案文件同时提取关键信息,人工操作的需求与错误率因此大大降低。大数据分析技术的应用通过分析大量档案数据,系统能够识别潜在的管理问题并发现优化机会,数据挖掘技术帮助发现重复记录和信息缺失等问题并提供改进建议,不仅提升了档案管理的准确性还为数据驱动的决策提供了支持,最终提升了整体管理的效率。智能搜索与自动化报告生成工具通过先进的检索算法与语义理解能力,智能搜索引擎能够快速定位所需档案,显著缩短了查找信息的时间,自动化报告生成工具能实时汇总档案数据,生成详细的报告与统计图表为决策提供支持,帮助管理人员及时掌握项目进展与档案状态<sup>[3]</sup>。结合人工智能与行为分析技术,系统可以实时监控用户行为,自动识别异常活动并采取必要的安全措施,权限管理功能能够根据用户角色与操作需求动态调整权限设置,档案的安全性与合规性因此得到了保障。为了使智能化管理技术发挥出最大优势,系统在部署与运维时需具备高度的灵活性与扩展性。支持与其他管理系统的集成,确保数据流通顺畅,同时根据实际需求进行功能扩展与升级,是智能化系统持

续适应不断变化的管理需求与技术环境的重要前提。

#### 4.3 数据存储与检索的高效化

在光伏项目建设档案管理中,提升数据存储与检索效率是关键。首先,高效的数据存储依赖于现代技术,分布式文件系统通过将数据分布到多个节点,提供高吞吐量和容错能力,确保数据的稳定性和安全性,云存储则提供了弹性扩展和按需付费的优点,有效应对数据量的增长和变化的存储需求。全文检索技术和搜索引擎优化(SEO)可以快速索引和定位存储中的信息,提高检索速度和准确性,系统通过高效的索引结构,如倒排索引和布尔检索模型,能够迅速在大量数据中找到相关文件并支持多条件查询。智能搜索引擎结合自然语言处理(NLP)技术,能理解用户的查询意图,提供更精准的搜索结果从而提升用户体验。数据预处理技术通过对频繁访问的档案进行预加载,减少了检索延迟,而缓存机制将常用的查询结果存储在高速缓存中,显著降低了数据访问的响应时间,提升系统性能。数据分类与标签化也是提高检索效率的关键,通过智能分类和标签标注,系统能够按类别和标签组织档案,减少数据冗余和检索时间。标准化的数据分类与元数据管理确保了档案信息的结构化,为后续检索提供了清晰的框架。

#### 5 结语

随着光伏项目规模的扩展与技术的进步,档案管理的数字化转型已变得尤为重要,提升项目管理效率和质量的核心即在于此。在数字化时代,随着智能化管理技术的引入以及数据存储与检索的优化,档案管理的创新与发展得到了显著推动,通过对档案管理流程的优化、智能技术的广泛应用以及数据处理效率的不断提高,不仅工作效率和精准度得以大幅提升,系统的安全性和可靠性也随之增强。面对迅速变化的技术环境以及日益复杂的项目需求,档案管理系统的调整和升级显得必不可少。系统必须结合实际应用需求持续跟踪技术前沿,以确保优化措施的有效实施从而应对未来的挑战,确保系统的长期稳定性与高效性。展望未来,数字化档案管理将在光伏项目的实施与运营中持续发挥关键作用,为项目的成功奠定坚实基础。

#### 【参考文献】

- [1]童玉玲.光伏产业档案管理工作存在的问题与思考[J].兰台内外,2022(9):58-60.
- [2]聂莹.“碳达峰、碳中和”背景下光伏发电建设项目档案管理研究与实践[J].兰台世界,2023(6):109-112.
- [3]郭文斌.山地光伏电站项目施工阶段管理优化研究[D].内蒙古:内蒙古大学,2020.

作者简介:张娜(1988.1—),毕业院校:东北电力大学,所学专业:电力系统及其自动化,当前就职单位:辽宁龙源新能源发展有限公司,职务:专职档案员,职称级别:中级。

## 工程造价跟踪审计在建筑工程全过程中的应用

李嘉龙

新疆邦利工程项目管理咨询有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

**[摘要]**随着建筑行业的迅猛发展工程项目的规模与复杂性持续增加,对造价管理提出了更高的要求,传统的造价管理方法已经无法满足现代工程项目的需要,尤其是在项目实施阶段如何有效控制与管理工程造价成为关键问题,由此工程造价跟踪审计应运而生。通过对工程各阶段的详细审查,它确保预算的合理性与实际支出的合规性,从而成为工程管理中不可或缺的一部分。涵盖从设计、招标、施工到竣工结算全过程的工程造价跟踪审计,涉及对各阶段费用的核查与分析。通过这种审计方法预算偏差与费用不合理的问题能够被及时识别并纠正,防范因资金管理不善而引发的项目风险。在当前经济环境下,市场价格波动与政策调整进一步增加了工程造价控制的难度,这使得跟踪审计的重要性愈加突出,必须不断改进审计方法与技术并提升审计人员的专业能力,确保工程项目的顺利推进及资金的高效利用。

**[关键词]**全过程跟踪; 审计; 建筑; 工程造价

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13719

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

## Application of Engineering Cost Tracking Audit in the Whole Process of Construction Projects

LI Jialong

Xinjiang Bangli Engineering Project Management Consulting Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** With the rapid development of the construction industry, the scale and complexity of engineering projects continue to increase, which puts higher demands on cost management. Traditional cost management methods can no longer meet the needs of modern engineering projects, especially in the implementation stage, how to effectively control and manage engineering costs has become a key issue. Therefore, engineering cost tracking audit has emerged. Through a detailed review of each stage of the project, it ensures the rationality of the budget and the compliance of actual expenditures, thus becoming an indispensable part of project management. The engineering cost tracking audit covers the entire process from design, bidding, construction to final settlement, involving the verification and analysis of costs at each stage. Through this audit method, budget deviations and unreasonable expenses can be identified and corrected in a timely manner, preventing project risks caused by poor fund management. In the current economic environment, market price fluctuations and policy adjustments have further increased the difficulty of engineering cost control, making the importance of tracking audits increasingly prominent. It is necessary to continuously improve audit methods and techniques and enhance the professional abilities of auditors to ensure the smooth progress of engineering projects and efficient utilization of funds.

**Keywords:** whole process tracking; audit; construction; engineering cost

在建筑工程项目中,造价管理的复杂性及重要性日益显著。随着工程规模的不断扩大以及技术的不断进步,预算编制与管理已不足以满足项目造价控制的需求,而是必须在各个阶段进行详细的跟踪审计。作为一种有效的管理工具,工程造价跟踪审计通过严格审查项目各阶段的费用,确保预算与实际支出的对齐,从而降低风险并提高资金使用效率。本文将探讨工程造价跟踪审计在建筑工程全过程中的应用,分析在不同阶段的作用与挑战并提出相应对策,以为工程管理提供有益的参考与指导。

### 1 工程造价跟踪审计的优势

#### 1.1 提高资金使用效率

在提升资金使用效率方面工程造价跟踪审计发挥了重要作用,通过对各环节资金流动的实时监督与评估,审计使资金的合理分配与使用得以保障,预算超支或资源浪费的现象能够被迅速识别,必要的调整措施得以及时采取

避免了不必要的成本增加。提供了关键的数据支持的跟踪审计,帮助各方做出更为精准和针对性的决策,进而有效提升了项目的财务管理水平。

#### 1.2 降低造价风险

在降低造价风险方面,工程造价跟踪审计通过持续监控和审查项目每个阶段的费用,使潜在的造价问题能够被及时识别与纠正,有效地防止了预算超支或隐性成本的积累,审计的重点在于对工程变更的监控,确保了每一项费用的合理性与合规性,这种审计方式不仅减少了因决策失误或信息不对称引发的风险,还通过细致的费用审查和变更管理,使项目成本得到了更加有效的控制,显著降低了风险水平。此举在确保项目经济效益的同时,还增强了对资金流动的透明度与掌控力。

#### 1.3 提高工程管理的规范性

在提高工程管理规范性方面,工程造价跟踪审计展现

了显著的效果,通过对项目费用与支出的严格审核确保了所有财务活动均遵循既定程序,从而避免了随意及不规范的操作。明确的预算标准与执行规范帮助了这一审计方法的制定,使每一笔开支都具有完整的记录并符合合同要求,提升了财务透明度的制度化方式,促使了项目团队遵循标准化流程,从而有效提高了整体工程的管理水平与操作规范性。

## 2 全过程跟踪审计的主要内容

### 2.1 工程量计算

在全过程跟踪审计中工程量计算起着关键作用,与项目预算、合同履行及最终财务结算密切相关,涉及到所有实际完成工作的数量的精确测量与记录,包括建筑物的结构、装置以及材料使用量等,这一过程要求施工细节的每一项都被详细记录,并确保计算符合合同规定及实际施工情况。逐项核查工程量,审计人员以确认计算结果是否符合合同要求。施工现场的实际测量与设计图纸中的工程量进行比对可以避免遗漏或重复计算。例如,建筑物每层及每部分的面积与体积都需精准计算,并与合同中的约定进行核对,由于计算不准确而产生的预算误差可通过这种核查得到有效预防,从而减少资金浪费及工程费用争议。设计变更或现场条件的变化可能会导致工程量的调整,经过适当审核和批准确保每一项变更不会引发额外费用增加<sup>[1]</sup>。审计人员验证所有变更的依据和批准文件,确保费用调整的合理性与合法性,并将这些调整纳入最终的费用结算中。为提升项目财务管理质量,审计人员还应检查工程量计算过程中的记录与凭证,包括施工记录、材料清单及费用报表等。通过细致的核查及时发现和纠正计算误差或记录不准确的问题,可以确保预算与实际工作量一致从而有效控制财务风险,提高项目管理水平。

### 2.2 定额单价审核

在全过程跟踪审计中,定额单价审核办涉及对工程项目中各项工作内容的定额单价进行细致检查,确保这些单价符合行业标准并反映实际市场条件。核对合同中的定额单价以及对实际施工中的单价进行对比与分析,均为审核的必要环节,目的是验证其合理性与准确性。通过定额单价审核,价格异常、虚高费用或市场波动的影响能够被识别,预算可因此进行及时调整确保资金的合理使用,这一过程有助于控制项目成本,避免因定价不当引发的后续争议,从而提升项目的整体经济效益。有效的单价审核不仅确保了预算的合理性,还推动了工程项目经济管理水平的提高。

### 2.3 施工费用审计

在全过程跟踪审计中,施工费用审计占据了不可或缺的地位,主要任务是对施工阶段所有费用进行详细检查,每项费用支出包括材料采购、劳动力成本以及机械使用费用,都需要在审计过程中进行仔细核对,确保这些费用符合合同条款并且拥有真实可靠的凭证。施工费用审计不仅

关注实际支出的合规性,还需评估费用的合理性,防止由于采购价格虚高或劳务费用不合理而导致的成本浪费。通过系统化的费用审查,异常支出能够被及时发现并纠正不规范的支出行为,从而确保项目资金的有效管理。

## 3 工程造价跟踪审计在各阶段的应用

### 3.1 投资决策阶段的跟踪审计

在投资决策阶段的跟踪审计是确保项目投资的合理性与可行性,此阶段审计人员需对项目的初步预算、投资估算及财务预测进行详细审查,重点在于核实项目资金需求是否经过严格的市场调研和科学的成本预测,避免因信息不全或估算误差引发的投资风险<sup>[2]</sup>。投资决策中的风险因素,如市场波动与政策变动对投资回报的潜在影响也会被评估,详细的审查确保了每一笔投入都经过充分考虑,从而为项目实施奠定了坚实的财务基础。

### 3.2 设计阶段的跟踪审计

在设计阶段的跟踪审计中,审计人员的主要任务是对设计方案的经济性与技术可行性进行评估,涉及对设计图纸、技术规范及相关成本的全面检查,此阶段重点在于确保设计方案不仅满足功能需求还能在预算范围内保持合理性。设计图纸的准确测量和计算将会被审计人员检查,确保所有设计细节符合实际施工条件,同时设计中的材料规格和工艺要求需核实是否与市场价格一致,防止因过度设计或不切实际的要求导致预算超支。所有设计调整必须经过适当的审批程序,审计人员会对变更的成本影响进行合理评估。通过这些审查,设计阶段的跟踪审计能够有效避免设计错误或不合理的成本安排,确保设计方案既符合技术要求,又能控制在预算内为后续施工阶段奠定坚实基础。

### 3.3 招标与合同阶段的跟踪审计

在招标与合同阶段的跟踪审计中,主要着眼于确保招标过程的公平性及合同条款的合理性,此阶段的审计包括对招标文件、投标报价及其计算依据的详细审核,以确认所有参与者在公平条件下进行竞标。审计人员会核实招标程序是否遵循相关法律法规,检查是否存在不正当操作或利益冲突,深入分析中标单位的报价确保合理性与竞争性,防止报价过高或不符合市场行情情况导致成本超支。合同签订方面的审查也将全面进行,审计人员需确保合同条款明确、详细且符合合同法及项目需求,重点包括合同中的费用预算、工期安排、质量要求等,确认这些条款经过合理协商和调整,避免出现不公平条款或隐含费用。通过这种细致的审计方法,招标和合同过程中的潜在问题能够被早期发现并解决,从而降低项目的财务和法律风险为后续施工阶段奠定坚实的基础。

### 3.4 施工阶段的跟踪审计

在施工阶段的跟踪审计中,主要负责对实际施工过程中的费用及活动进行全面监控与核查,此阶段的审计不仅需关注施工进度是否按计划推进,还要对施工费用是否符

合预算及合同要求进行检查。施工现场将定期进行检查, 审计人员核实际完成的工作量是否与报告中的数据一致, 材料采购、设备使用、劳动力成本等各项支出的详细审查也包含在审计范围内, 确保费用的真实性与合理性, 此外施工过程中出现的变更与追加费用亦需审查, 确认这些变动是否经过适当审批且费用调整是否符合实际情况<sup>[3]</sup>。通过这种审计方式, 施工中的潜在问题能够被及时发现并纠正, 从而避免因管理不善引发预算超支或工程质量问题, 有助于确保项目按计划顺利完成保障施工的整体质量与财务稳定。

### 3.5 竣工结算阶段的跟踪审计

竣工结算阶段的跟踪审计中, 核心目标是确保最终结算的准确性与公正性, 在这一阶段审计工作主要集中于对施工完成后的所有费用进行详尽的审核, 包括材料成本、劳务费用及设备使用费用等, 审计人员需要确认这些费用是否与实际完成的工作量相符。竣工报告及结算单据将被逐项核对, 确保每项费用都有明确的凭证和合理的计算依据。同时审查工程变更、额外支出及合同中的调整条款也是审计的重要环节, 此过程中将验证这些调整是否遵循了合法程序, 并确保费用结算符合合同规定<sup>[4]</sup>。通过这一审计过程任何潜在的结算错误或不当支出都能够被及时识别并纠正从而确保结算结果的准确性, 详细的审计为项目的最终结算及财务收尾提供了可靠的保障, 并维护了项目的财务稳定。

## 4 工程造价跟踪审计中的难点与对策

### 4.1 审计资料的获取与准确性

在工程造价跟踪审计过程中, 确保审计资料的完整性与准确性是一项重要且具有挑战性的任务, 大量文档和数据, 如合同文件、施工记录、费用发票以及工程量清单等需要从不同渠道汇集, 这些资料通常分散于多个部门和系统中, 可能存在信息不一致、数据遗漏或更新不及时的风险。面对这些挑战, 系统化的资料管理流程的建立是首要步骤, 所有相关文件应统一存档于一个平台便追踪与核对。同时, 与项目管理团队的定期沟通, 获取工程进展与费用变动的最新信息, 从而确保数据的实时更新必不可少, 文件审查制度的严格实施对所有提交的资料进行详细核对, 以识别并纠正可能的错误或不一致之处应被严格执行。

### 4.2 审计人员专业能力的提升

在工程造价跟踪审计中审计人员的专业能力对确保审计质量至关重要, 建筑行业的快速发展及技术进步, 要求审计人员不断更新知识与技能以应对日益复杂的审计任务, 对最新法规、标准及行业规范的掌握乃是必备技能, 对现代审计技术与工具, 如 BIM 技术及数据分析软件的熟练使用也不可或缺。为提升审计人员的专业能力, 企业应

实施系统性的培训计划, 定期组织相关的专业培训及学习活动, 以便审计人员能够及时了解行业动态与技术进展。行业会议与研讨会的参与, 亦是提高专业能力的重要途径, 这不仅促进了与同行的经验交流, 还能够获得解决实际问题的宝贵经验, 进一步地出色的沟通与分析能力的具备亦是必需的, 以准确解读数据并识别潜在问题。

### 4.3 审计技术工具的更新

在工程造价跟踪审计过程中, 审计技术工具的更新对提升审计效率与准确性至关重要, 科技的迅猛进步使传统审计方法逐渐难以应对复杂工程项目的的需求, 引进和更新先进技术工具变得愈加必要。例如, 现代审计工具如数据分析软件、建筑信息建模 (BIM) 系统以及电子数据管理平台等, 能够显著提升数据处理与分析的效率。关注行业内的新兴技术, 企业需要有效更新审计技术工具, 符合审计需求的先进设备与软件的引进应成为重点。此外现有工具的定期评估, 确保满足当前审计要求并在必要时进行升级或更换亦为重要步骤。同时, 企业应为审计人员提供相应的培训, 使其能够熟练掌握这些新工具的操作方法。

## 5 结语

在建筑项目顺利推进的过程中, 至关重要的作用由工程造价跟踪审计发挥, 通过对设计阶段至竣工结算阶段的详细审查, 审计人员得以有效识别并解决潜在问题确保资金使用的合理性, 并合同条款得以遵守。预算的控制与资金浪费的避免, 不仅受到审计的有力帮助还能使工程管理的透明度与规范性得到提升。尽管审计过程中面临诸多挑战, 例如资料获取的困难、审计人员专业能力的提升需求以及技术工具的更新, 但这些挑战通过采取适当的对策能够被有效克服。项目成功实施的坚实保障, 正是由全面的跟踪审计提供的, 未来类似项目的管理也从中积累了宝贵的经验与教训。审计流程的持续优化与审计质量的提高, 将有助于更好地应对不断变化的工程需求与市场环境。

### [参考文献]

- [1] 李一哲. 建筑工程造价全过程标准化跟踪审计的应用[J]. 江苏建材, 2024(1): 136-138.
  - [2] 强云芳. 全过程跟踪审计在建筑工程造价中的应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2019(11): 29.
  - [3] 丁凯. 建筑工程造价跟踪审计在建筑工程全过程中的应用[J]. 居业, 2021(4): 110-111.
  - [4] 陈瑞霞. 全过程跟踪审计在建筑工程造价中的应用[J]. 居舍, 2021(30): 143-144.
- 作者简介: 李嘉龙 (1995. 3—), 毕业院校: 新疆建设职业技术学院, 所学专业: 工程造价, 当前就职单位名称: 新疆邦利工程项目管理咨询有限公司, 就职单位职务: 项目经理, 职称级别: 中级职称。

# 建筑工程项目管理风险及其防范措施研究

盛璐瑶

新疆生产建设兵团第十二师政府投资项目代建中心, 新疆 乌鲁木齐 830000

**[摘要]** 在当今现代社会, 随着经济不断发展和城市化进程持续推进, 建筑工程项目的重要性日益凸显。这些项目不仅承载着经济活力、社会需求和人们对美好生活的向往, 同时也面临着诸多不确定性带来的风险挑战。因此, 有效管理建筑工程项目中的各种风险, 确保项目顺利推进并实现目标, 是工程管理领域至关重要的任务。只有通过科学合理的风险管理措施, 项目才能够稳步推进, 取得预期成果, 实现经济效益和社会效益的双丰收。

**[关键词]** 建筑工程项目; 管理风险; 防范措施; 研究策略

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13709

中图分类号: TU198

文献标识码: A

## Research on Risks and Preventive Measures in Construction Project Management

SHENG Luyao

Government Investment Project Construction Center of the 12th Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** In today's modern society, with the continuous development of the economy and the continuous advancement of urbanization, the importance of construction projects is becoming increasingly prominent. These projects not only carry economic vitality, social needs, and people's aspirations for a better life, but also face many risks and challenges brought by uncertainty. Therefore, effectively managing various risks in construction projects, ensuring smooth project progress and achieving goals, is a crucial task in the field of engineering management. Only through scientific and reasonable risk management measures can the project steadily advance, achieve expected results, and achieve a double harvest of economic and social benefits.

**Keywords:** construction project; managing risks; preventive measures; research strategy

### 引言

随着城市化进程的加速, 建筑业得到了快速发展, 随之而来的是大量的建筑工程项目, 在建筑工程施工中涉及的内容与范围较广泛, 为工程质量管理带来了一定的难度。科学合理的建筑工程质量管理方法对工程施工的质量效率与安全具有重要影响, 能够使建筑企业实现经济效益最优化发展。由于项目的复杂性及众多的不确定因素, 项目管理面临许多风险。本文旨在探讨建筑工程项目的管理风险及其防范措施研究策略。

### 1 建筑工程项目的风险分析

#### 1.1 决策风险

在项目决策阶段, 风险主要源自投资决策的失误, 可能出现市场调研不足导致的市场变化未被充分考虑、依据不准确导致的资源配置错误等问题。此外, 对竞争对手动态的误判、市场需求的错误预测, 以及战略定位的偏差也可能带来风险。决策者在进行项目决策时需警惕这些潜在风险, 加强对各方面情况的全面了解和他分析, 以减少因决策失误而带来的不利影响<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 设计与规划风险

在设计阶段, 冒出的风险往往体现在设计的不合理性和设计深度不足, 这些问题可能在后续施工过程中引发频

繁的设计变更。这类变更不仅影响建设进度, 延迟工期, 还会导致项目预算的超支, 从而增加整体成本。此外, 设计阶段若未能充分考虑到施工可行性和施工人员的实际操作需求, 很可能造成后期现场管理的困扰。因此, 保持持续的沟通与反馈机制, 以确保设计与实施之间的紧密联系, 是降低此类风险的有效方法。

#### 1.3 施工风险

在施工过程中, 可能会出现工期延误、质量不达标, 以及安全事故等一系列问题, 这些问题都会对项目的进展和顺利进行产生不利影响。工期延误可能会导致整个项目的推迟交付, 给相关方带来诸多不便, 同时也会增加成本。质量不达标会影响项目的可持续性和长期运行效果, 可能需要额外的修复和改进工作。而安全事故更是可能对现场人员造成伤害, 对整个项目形象和进度造成极大负面影响。因此, 在施工过程中, 积极采取有效的预防措施和监控手段至关重要。

#### 1.4 外部环境风险

项目的实施过程中, 政策变化、法律法规调整以及自然灾害等因素对进度和效果的影响不容小觑。政策的变动可能导致资金支持或资源配置的变化, 使得项目规划需要随之调整。而法律法规的更新则可能要求项目符合新的标

准,增加合规成本,甚至延迟项目的推进。在自然灾害发生时,如洪水、地震等,可能对施工现场造成直接损害,迫使团队进行紧急应对。这些不可预见的外部因素要求项目管理者具备灵活的应变能力与全面的风险评估策略,以确保项目能够克服挑战,顺利完成<sup>[2]</sup>。

### 1.5 经济风险

资金不足和物价波动是项目管理中常见的挑战。经济环境的不确定性可能导致资金来源的减少,甚至出现无法按时支付的情况。这不仅会影响项目的正常推进,增加延期的风险,还可能引发成本超支的情况。例如,原材料价格的急剧上涨会导致预算被迫调整,超出预期的开支直接侵蚀了利润空间。同时,现金流的不稳定会导致资金链断裂,使得项目在关键时刻遭遇困境,无法进行必要的施工或采购,对整体进度造成重大影响。因此,提前识别并制定应对策略是确保项目顺利实施的关键。

## 2 建筑工程项目管理的风险防范措施

### 2.1 提高决策阶段的准确性

在当前瞬息万变的市场环境中,充分的市场调研显得尤为重要。开展系统而全面的市场调研,能够帮助投资者深入了解行业发展趋势、消费者需求以及竞争对手的动态。通过使用定量和定性的方法,收集相关数据,将为项目的可行性提供坚实的基础。科学分析投资项目的前景与效益是决策过程中不可或缺的一部分。首先,分析项目的市场潜力,包括目标市场的规模、增长率以及市场份额等因素,可以为投资者提供一个清晰的市场定位。其次,通过财务预测,如投资回报率、净现值和内部收益率等指标,可以量化项目的经济效益,从而帮助决策者更好地评估其可持续性。进一步而言,合理的风险评估也是决策科学性的核心。识别潜在风险,例如市场风险、政策变化及技术更新等,可为制定应对策略提供依据,降低投资的不确定性。此外,对项目团队及其实施能力的深入评估,也是提高项目成功率的重要环节<sup>[3]</sup>。

### 2.2 加强设计与规划管理

在现代设计过程中,优化设计方案尤为关键,它不仅能提升设计质量,还能确保最终成果符合实际需求。首先,通过采用先进的设计工具和技术,我们可以在设计初期进行多次迭代评估,及时发现和解决潜在问题。这种前期的细致准备将大大降低后续修改的难度,节省资源和时间。与此同时,在优化过程中,应重视用户反馈与市场调研的重要性。通过与用户进行深入访谈、问卷调查等形式,能够准确把握目标群体的真实需求。从而,在设计中融入他们的想法,实现功能与美观的完美结合,以提升用户体验和满意度。此外,加强与设计单位的沟通与协作,是确保设计方案顺利实施的重要环节。通过定期召开项目会议、制定清晰的沟通机制,可以让各方及时了解设计进展,讨论存在的问题,并迅速做出调整。这种开放式的合作方式,

有助于构建信任关系,激发团队创造力,从而推动设计工作的高效开展。同时,设计方案中应注重可实施性,确保预算限制、时间安排及技术要求等各方面都得到充分考量。在此基础上,设计单位还应与施工团队密切合作,提前规划实施细节,确保最终设计能够顺利转化为现实。通过这样的综合措施,可以大幅提升设计质量,使其更贴合实际需求,为项目的成功奠定坚实的基础。

### 2.3 强化施工现场管理

在现代化工程建设中,制定严格的管理制度和规范操作流程是确保工程高效、安全运行的前提条件。合理的管理规定和严谨的操作规程能有效降低各类风险,促进项目的有序开展与顺利实施。每一项目都应根据其特性及可能面临的风险定制详细操作规程。操作规程不应仅限于施工工艺和技术参数,还应包括安全生产要求、现场应急处置机制、质量检验标准等。确保每一位员工都能理解并遵守,同时建立监督考核机制确保执行效果的一致性和有效性。质量是建筑项目的根基,从建筑材料的源头把控到施工工艺的全过程监控至关重要。引入先进检测技术,对钢筋焊接强度、混凝土配合比、防水材料耐久性等进行定期、定量测试,建立质量反馈循环,即时纠正不符合规范的偏差,并通过数据分析优化改进方案,以提高整体工程质量水平<sup>[4]</sup>。

从领导层的安全责任落实、定期安全教育培训,到现场日常安全检查、应急演练等,多管齐下提升全员安全生产意识。采用信息化手段实时监测作业环境的安全指标,对于发现的问题迅速响应处理,确保安全生产零风险。在任何工程项目中,预防并非唯一途径。一旦遭遇紧急情况,快速反应与合理调配资源尤为关键。建立完善的应急指挥体系,确保事故发生后能第一时间得到识别与响应。预案应包含各类突发事件的分类、响应等级设定、资源配置指引以及事后总结与修正措施等。借助模拟演练加强团队协作能力和决策效率。利用现代信息技术手段如远程监控设备、物联网应用等,构建智能工地管理系统。实时收集现场图像、设备运行数据、质量检测结果等信息,并与项目管理信息系统集成,通过大数据分析识别潜在风险点,预测并提前干预。此举不仅提高工作效率,也为决策者提供了依据进行精细化管理和风险控制。

### 2.4 关注外部环境变化

在当今快速变化的商业环境中,企业或项目的成功往往不仅仅取决于自身的技术和市场竞争能力,还深刻地依赖于外部政策与环境的变化,以及能否及时有效地应对突发的自然灾害等因素。这就要求我们持续保持对内外部动态的全面了解和深度洞察,以便适时调控行动方向,规避潜在风险,确保项目稳健发展。在全球一体化的背景之下,各国和地区间的政策导向、行业法规频繁修订,这对企业的合规性、成本效益分析乃至市场拓展战略均有直接影响。

为了维持竞争力,项目领导者应建立一个高效的情报采集与分析系统,以追踪相关政策变动、经济趋势以及市场动态。定期组织跨部门工作坊或培训会议,讨论如何解读新法规、预测未来趋势并对现有策略进行微调或重新制定。这不仅需要内部的紧密合作,还需要外部专业咨询的介入,以便获取更广阔的信息视野<sup>[5]</sup>。

随着国际经贸往来的增强,法律环境的日臻复杂化,项目的运营与发展不可避免地面临着法规壁垒、关税变化、贸易管制等挑战。项目团队应当建立起法律与合规管理体系,定期对业务流程进行风险评估,并针对发现的问题采取改进措施。此外,与法律顾问团队密切合作,共同策划合规策略,比如利用离岸金融、跨境融资工具降低财务风险,或调整商务模式以适应新的监管要求。通过这种方式,项目可以在遵循全球各主要国家和地区法律的前提下,实现最大化利益的获取,从而稳健推进项目进展。

### 2.5 强化风险管理意识

在项目执行过程中,培养项目团队成员的风险意识和构建完善的风系统管理体系是至关重要的步骤。这不仅能够有效提高项目的顺利进行概率,而且对于规避可能的不确定性和损失起到关键作用。项目团队成员对风险的敏感度与其工作业绩息息相关。因此,培养团队成员的风险意识成为首要任务。首先,在组织内部开展风险管理相关培训活动,强调项目不确定性与变化的本质,并教育团队认识到风险并不仅仅是威胁,也是机遇。例如,通过案例分析、情景演练等方式让成员意识到风险识别、评估和管理能力的重要性,以及如何在早期阶段预防风险的发生或最小化风险的潜在影响<sup>[6]</sup>。

为了更好地管理风险,需要建立一个完整且系统化的风险管理框架,包括但不限于:风险识别、风险分析、风险评估、风险缓解策略设定、风险监控与审计等环节。风险识别需要利用多样化的工具和技术手段来获取信息,例如,通过专家会议、数据分析、趋势研究等形式,全方位捕捉项目运行中的可能隐患。而风险评估则需进一步量化各潜在风险的可能性与后果严重性,以科学的决策依据为基础选择适当的控制或减轻措施。在风险管理框架下制定的策略应具有灵活性和适应性。针对每个特定的风险类别(例如市场波动、技术问题、人员变动等),设计出针对性解决方法。同时,采用敏捷管理实践可以增强整个项目的弹性和对环境变化的反应速度,例如采用敏捷开发方式可以及时根据客户反馈调整产品特性,减少因市场需求改变导致的风险。

### 3 应对策略与建议

在当今复杂的项目管理环境中,通过数据分析与风险

评估手段,能够有效识别和预测潜在风险,为风险防范提供坚实的基础。首先,运用数据分析技术,可以对历史数据进行深入挖掘,从中提取出关键指标和趋势,使团队提前洞察可能出现的风险点。这种前瞻性的视角,可以使我们及时调整策略,减少项目实施过程中可能遭遇的损失。针对不同层面的风险类型,制定切实可行的应对措施至关重要。例如,对于市场风险,可以通过定期市场调研和灵活调整预算来应对;对于技术风险,则可以设置阶段性评估,以确保技术方案的可行性和有效性。与此同时,为了确保各项措施的顺利执行,我们需要建立完善的沟通机制,使所有团队成员了解并参与到风险管理的各个环节,从而提升执行力和响应速度。建立一支高素质的项目管理团队,是提升风险应对能力的重要举措。团队成员不仅应具备专业的知识和技能,还需培养灾难应对的心理素质与高效合作的意识。通过定期培训和讨论,增强团队的凝聚力,让每位成员都能发挥其最大潜力<sup>[7]</sup>。

### 4 结语

建筑工程项目管理风险及其防范措施研究策略对于确保项目的顺利进行具有重要意义。通过提高决策阶段的准确性、加强设计与规划管理、强化施工现场管理、关注外部环境变化以及强化风险管理意识等措施,可以有效降低项目风险。同时,建立风险预警机制、制定针对性的应对措施、加强团队建设和引入第三方机构等策略,有助于提高项目的风险管理水平,确保项目的顺利实施。

#### [参考文献]

- [1]梁晓华,王东亮. 建筑工程项目风险管理及应对策略研究[J]. 城市建设理论研究(电子版),2024(16):60-62.
- [2]刘小龙. 建筑工程项目财务管理风险及规避策略思考研究[J]. 财讯,2024(10):159-161.
- [3]刘保川. 建筑工程项目管理的风险识别解析[J]. 新城建科技,2024,33(4):174-176.
- [4]潘红燕. 简谈建筑工程项目管理风险及其防范措施[J]. 大众标准化,2023(24):102-104.
- [5]朱慧君. 关于建筑工程项目财务管理风险及其规避措施的探讨[J]. 质量与市场,2023(17):34-36.
- [6]温咏. 建筑工程项目管理中的风险识别与应对[J]. 广西城镇建设,2023(5):51-54.
- [7]官光明. 建筑工程项目施工管理风险及其防范策略[J]. 砖瓦,2022(9):106-107.

作者简介:盛璐瑶(1997.10—),毕业院校:上海城建职业学院,所学专业:园林工程技术,当前就职单位名称:新疆生产建设兵团第十二师政府投资项目代建中心,就职单位职务:项目管理工作人员,职称级别:助理级。



## 装配式建筑工程施工过程中 BIM 技术应用实践

杨少博

中电科建设发展有限公司, 河北 石家庄 050299

**[摘要]**传统建筑行业中,设计、施工和运营往往是各自独立进行的,信息孤岛现象普遍存在,造成了设计与施工之间的协调困难、信息传递不畅等问题。而装配式建筑作为一种全新的建筑方式,对设计、施工和运营提出了更高的要求,BIM技术的应用成为了解决这些问题的关键所在。通过BIM技术,可以将建筑项目的各个阶段有机地连接起来,实现设计与施工的无缝衔接、信息的全面共享,从而提高了项目的整体管理水平和效率。因此,BIM技术在装配式建筑项目中的应用具有重要的意义和价值。

**[关键词]**装配式建筑; BIM; 工程施工

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13764

中图分类号: TU17

文献标识码: A

### Application Practice of BIM Technology in the Construction Process of Prefabricated Building Engineering

YANG Shaobo

China Electronics Technology Construction Development Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050299, China

**Abstract:** In the traditional construction industry, design, construction, and operation are often carried out independently, and the phenomenon of information silos is common, resulting in difficulties in coordination and poor information transmission between design and construction. As a new construction method, prefabricated buildings have higher requirements for design, construction, and operation, and the application of BIM technology has become the key to solving these problems. Through BIM technology, various stages of a construction project can be organically connected, achieving seamless integration between design and construction, comprehensive sharing of information, and improving the overall management level and efficiency of the project. Therefore, the application of BIM technology in prefabricated building projects is of great significance and value.

**Keywords:** prefabricated building; BIM; engineering construction

#### 引言

随着全球建筑行业的不断发展,装配式建筑作为一种新型的建筑方式,逐渐受到了广泛关注和应用。相较于传统建筑方式,装配式建筑具有诸多优势,例如施工速度快、质量可控、资源节约等,因而受到了业界的青睐。在装配式建筑的设计和施工过程中,也面临着诸多挑战和问题,例如设计与施工的协调、信息的管理与共享等。因此,如何运用先进的技术手段解决这些问题,提高装配式建筑项目的质量和效率,成为当前亟待解决的重要问题之一。基于此,BIM(Building Information Modeling)技术应运而生,成为了解决装配式建筑问题的有效工具之一。

#### 1 装配式建筑的特点

##### 1.1 功能多样化

装配式建筑的特点之一是功能多样化。传统建筑往往受限于施工方法和材料的限制,导致功能性设计受到一定程度的局限。装配式建筑通过模块化设计和标准化构件的应用,使得建筑结构更加灵活多变。这种模块化设计能够满足不同功能需求,例如办公空间、住宅区域、商业设施等,且能够根据需要进行扩展或改变布局。同时,功

能多样化也意味着建筑的适应性更强,能够更好地适应不同的使用环境和需求变化,为用户提供更加舒适和实用的空间体验。这种特点使得装配式建筑在满足多样化功能需求的同时,也为未来的建筑更新和改造提供了更大的便利性和灵活性。

##### 1.2 施工装配化

装配式建筑的另一个显著特点是施工装配化。传统建筑施工通常采用现场浇筑、砌砖等传统工艺,需要大量的现场人工操作和时间,装配式建筑采用的是预制构件和模块化设计,这意味着大部分建筑元素在工厂内进行预制和加工,然后在现场进行组装安装。这种装配化的施工方式有诸多优势:一是提高了施工效率,节约了施工时间,可以大大缩短工程周期;二是减少了现场施工对环境的影响,降低了施工噪音和粉尘污染,提高了施工现场的安全性和整洁度;三是提高了施工质量,预制构件在工厂环境下受到更加严格的质量控制,避免了施工现场因为天气、施工技术等因素带来的质量问题。因此,施工装配化不仅提升了施工效率和质量,也符合现代工业化生产的趋势,为建筑行业的可持续发展提供了新的解决方案。

## 2 BIM 技术应用于装配式建筑的优势

### 2.1 可视化

BIM 技术在装配式建筑中的应用带来了诸多优势，其中之一便是可视化。通过 BIM 技术，建筑团队可以将整个建筑项目以三维模型的形式呈现出来，包括建筑的结构、构件、系统等各个方面的信息。这种可视化呈现不仅使得设计师、工程师和业主能够更直观地理解建筑的外观和内部结构，还能够设计阶段就对建筑进行全面的审查和评估。设计团队可以通过旋转、缩放、分层等操作，深入了解建筑的每个细节，从而及时发现并解决设计中的问题，避免了传统设计中因为缺乏全面的视觉信息而导致的错误和纠正成本的增加。此外，可视化也使得建筑团队之间的沟通更加高效。设计师、工程师、施工团队等各个参与方都可以在同一个 BIM 平台上查看和修改建筑模型，减少了信息传递和误解带来的沟通障碍，提高了团队的协作效率。因此，可视化是 BIM 技术应用于装配式建筑中的一大优势，为建筑项目的设计、施工和管理提供了强大的支持和帮助。

### 2.2 协调性

BIM 技术在装配式建筑中的另一个重要优势是协调性。传统建筑项目中各个专业之间的设计往往是分开进行的，存在着设计方案不一致、冲突等问题。而通过 BIM 技术，不同专业的设计可以在同一平台上进行集成，形成一个完整的建筑模型。这使得设计团队可以在早期阶段就发现并解决不同专业之间的冲突和问题，避免了施工过程中因为设计不协调而导致的延误和额外成本。此外，BIM 模型还可以进行碰撞检测，通过模拟不同构件之间的关系，及时发现可能存在的干扰和冲突，并提供解决方案。这种协调性不仅提高了设计的一致性和准确性，也减少了施工现场的调整和修改，有助于提高整个项目的效率和质量。因此，BIM 技术的协调性优势为装配式建筑项目的设计、施工和管理提供了重要支持，为项目的顺利进行和成功完成奠定了坚实的基础。

### 2.3 模拟性

BIM 技术在装配式建筑中的另一个显著优势是模拟性。通过 BIM 技术建筑团队可以对建筑项目进行全面的模拟和仿真，从而更好地理解建筑的各个方面，包括结构、施工过程、资源利用等。首先，BIM 模型可以模拟建筑的结构和功能，帮助设计团队更好地理解建筑的外观和内部布局，评估设计方案的合理性和可行性<sup>[1]</sup>。其次，BIM 技术还可以模拟建筑的施工过程，包括各个施工阶段的进度安排、资源调配等，帮助施工团队优化施工计划，提高施工效率。此外，BIM 技术还可以模拟建筑的能源利用情况，评估建筑的节能性能，为建筑的设计和运营提供科学依据。通过这种模拟性，建筑团队可以在项目的不同阶段进行多次仿真和优化，提高了项目的可行性和可持续性，减少了项目的风险和成本。因此，BIM 技术的模拟性优势为装配式建筑项目的设计、施工和运营提供了重要的支持和保障。

### 2.4 信息完备性与一体化

BIM 技术在装配式建筑中的另一个显著优势是信息完备性与一体化。通过 BIM 技术，建筑项目的各种信息可以在一个统一的平台上进行管理和维护，包括设计图纸、构件信息、施工进度、材料清单等。这种一体化的信息管理使得建筑团队可以更加方便地获取和共享项目信息，避免了信息孤岛和数据冗余的问题。同时，BIM 模型还可以包含丰富的属性信息，例如构件的材料、尺寸、生产厂家等，为建筑项目的管理和运营提供了更加详尽和准确的信息支持。此外，BIM 技术还可以与其他软件和系统进行集成，例如项目管理系统、ERP 系统等，实现信息的无缝对接和共享，提高了信息的利用效率和价值。通过信息完备性与一体化，建筑团队可以更加高效地管理和利用项目信息，提高了团队的工作效率和项目的整体管理水平。因此，BIM 技术的这一优势为装配式建筑项目的设计、施工和运营提供了重要的支持和保障。

## 3 BIM 技术在装配式建筑中的应用

### 3.1 设计阶段

在装配式建筑项目的设计阶段，BIM 技术发挥着重要的作用。首先，设计团队可以利用 BIM 软件创建建筑的三维模型，包括建筑的结构、构件、系统等各个方面的信息。这使得设计师可以更直观地了解建筑的外观和内部结构，从而更容易发现和解决设计中的问题。同时，BIM 模型还可以与其他设计软件进行集成，例如 CAD、Revit 等，实现设计数据的无缝传输和共享，提高了设计团队的工作效率和协作能力。其次，BIM 技术还可以在早期阶段进行碰撞检测和冲突分析。通过将不同专业的设计信息集成到同一个平台上，设计团队可以在早期阶段发现不同专业之间的冲突和问题，从而及时调整和优化。这有助于减少施工现场的修改和调整，提高了设计的一致性和准确性，同时也减少了项目的风险和成本。此外，BIM 技术还可以支持设计团队进行可视化设计和模拟分析。设计师可以利用 BIM 软件对不同设计方案进行模拟和比较，评估设计方案的合理性和可行性。这种模拟性设计使得设计团队可以在设计阶段就对建筑进行全面的审查和评估，从而提高了设计的质量和效率。

### 3.2 施工阶段

在装配式建筑项目的施工阶段，BIM 技术扮演着至关重要的角色。首先，BIM 模型为施工团队提供了可视化的建筑信息，包括结构、构件、系统等各个方面的细节。这使得施工人员可以更直观地理解建筑设计意图，准确把握施工要求和流程。通过 BIM 模型，施工团队可以预先规划施工工序和资源调配优化施工计划，提高施工效率和质量。其次，BIM 技术可以支持施工现场的协调和管理，通过 BIM 模型，施工团队可以对各个构件进行三维建模和虚拟组装，发现和解决可能存在的冲突和问题。同时，BIM 模型还可以与施工计划和进度管理系统进行集成，实现施工进度的实时监控和调整，确保施工进度按计划进行。此外，BIM

技术还可以支持施工现场的安全管理。通过 BIM 模型，施工团队可以模拟施工过程中可能存在的安全风险，并制定相应的安全措施和预防措施。这有助于减少施工现场的意外事故和安全隐患，保障施工人员的安全。

### 3.3 解决施工难题

BIM 技术在装配式建筑项目中能够有效地帮助解决施工过程中遇到的各种难题。首先，通过 BIM 模型，施工团队可以在施工前模拟和预测各种施工情况，并及时发现潜在的施工难题。例如，可以利用 BIM 技术对施工过程中可能存在的碰撞、空间限制、材料调配等问题进行模拟分析，从而提前制定解决方案，避免了施工现场的意外情况和延误<sup>[2]</sup>。其次，BIM 技术可以支持施工现场的实时监控和调整。通过 BIM 模型，施工团队可以实时更新施工进度和资源利用情况，及时发现施工过程中的问题和难题并进行调整和优化。这有助于提高施工效率，减少施工时间和成本，保障工程的顺利进行。此外，BIM 技术还可以为施工团队提供专业的技术支持和指导。通过 BIM 模型，施工人员可以查看和理解建筑设计的各个细节和要求，快速定位和解决施工过程中遇到的问题。同时，BIM 技术还可以与其他软件和系统进行集成，例如自动化设备、无人机等，为施工过程提供更加智能化的解决方案。

### 3.4 施工进度管理

BIM 技术在装配式建筑项目中对施工进度管理起着关键作用。首先，通过 BIM 模型，施工团队可以实时监控施工进度。在 BIM 模型中，施工计划和进度安排可以与模型进行关联，施工进度完成情况可以通过模型进行可视化呈现，使得施工团队能够清晰地了解当前施工进度，并及时调整工作计划以保证项目按时完成。其次，BIM 技术能够帮助施工团队优化施工流程，提高施工效率。通过 BIM 模型，施工团队可以对施工流程进行模拟分析，识别出施工过程中的瓶颈和优化空间，从而制定更合理的施工计划和资源配置方案，提高施工效率缩短工程周期。此外，BIM 技术还能够帮助施工团队进行进度风险管理。通过 BIM 模型，施工团队可以对施工进度进行预测和评估，识别出可能影响施工进度的风险因素，并采取相应的应对措施及时化解风险，确保施工进度的稳定和可控。

### 3.5 现实与虚拟结合，所见即所得

在装配式建筑项目中，现实与虚拟的结合是 BIM 技术的一大优势，实现了“所见即所得”的效果。通过 BIM 技术，建筑团队可以将虚拟模型与实际施工现场相结合，实现现实与虚拟的无缝对接<sup>[3]</sup>。首先，BIM 模型可以在设计阶段准确地模拟建筑结构和构件的外观和布局，设计团队可以通过模型实时呈现的方式，直观地了解设计效果，做出更加准确的设计决策。其次，通过增强现实（AR）和虚拟现实（VR）技术，设计团队可以将 BIM 模型投影到实

际施工现场，实现建筑设计与实际环境的高度融合。这使得设计团队能够在实际环境中直观地感受建筑的尺度、比例和空间关系，及时发现和解决可能存在的问题，从而提高了设计的准确性和效率。同时，施工团队也可以利用 AR 和 VR 技术，将施工计划和进度安排与实际施工现场相结合，实现施工过程的可视化管理。这种现实与虚拟的结合，使得建筑项目的设计、施工和管理更加直观、高效，为项目的顺利进行和成功完成提供了强大的支持和保障。

### 3.6 碰撞检测

碰撞检测是 BIM 技术在装配式建筑项目中的重要应用之一。通过 BIM 模型，不同专业的设计信息可以在同一平台上进行集成，例如结构、管道、电气、机械等。碰撞检测利用这一特点，通过模拟分析不同构件之间的关系，及时发现可能存在的冲突和干扰。在装配式建筑项目中，碰撞检测可以帮助设计团队在设计阶段就发现并解决各种潜在的冲突问题。例如，管道与结构之间的碰撞、电气设备之间的干扰等。通过 BIM 模型，设计团队可以实时查看并分析这些冲突，从而及时调整设计方案，避免施工过程中的改动和延误保证施工的顺利进行。此外，碰撞检测还可以在施工阶段起到重要作用。施工团队可以利用 BIM 模型进行碰撞检测，确保各个专业之间的施工顺利协调，避免施工过程中的交叉干扰和冲突。通过提前发现并解决可能存在的问题，可以提高施工效率，减少施工现场的调整和修改，降低施工成本和风险。

## 4 结语

BIM 技术的应用为装配式建筑项目注入了新的活力与可能性。从设计到施工的过程，BIM 技术以其可视化、协调性、模拟性和信息一体化等诸多优势，为项目的各个阶段提供了强大支持。通过 BIM 技术建筑团队能够更加高效地协同工作，减少设计施工过程中的误差和冲突，提高项目的质量和效率。同时，BIM 技术还为装配式建筑项目的智能化管理和长期运营奠定了坚实基础。随着技术的不断发展和应用的深入，相信 BIM 技术将继续为装配式建筑行业带来更多的创新与发展，推动行业不断向前迈进。

### 【参考文献】

- [1] 杨会会, 田科, 侯庆春, 等. 装配式建筑工程施工过程中 BIM 技术应用实践[J]. 陶瓷, 2022(3): 114-116.
- [2] 赖琼娇. 装配式建筑工程施工过程中的 BIM 技术应用[J]. 中国建材报, 2021(3): 33-35.
- [3] 李宣睿. 装配式建筑工程施工过程中 BIM 技术的应用研究[J]. 住宅与房地产, 2019(28): 194.

作者简介：杨少博（1991.9—），男，毕业院校：石家庄铁道大学四方学院，所学专业：土木工程，当前工作单位：中电科建设发展有限公司，职务：洁净环境事业部副经理，职称级别：中级。

# 情势变更原则在建筑工程施工合同管理中的应用

肖伟

烟台运通人力资源有限公司, 山东 烟台 264006

**[摘要]** 由于市场环境、政策调整以及自然灾害等多重因素影响, 建筑工程施工合同面临着较高的风险, 合同履行过程中经常出现情势变更的情形。情势变更原则在建筑工程施工合同中的应用显得尤为重要。它有助于合理调整合同双方权利义务关系, 维护合同公平性和稳定性。在合同管理中, 正确运用情势变更原则能够减少风险损失, 保障工程进度与质量。因此, 文章深入探讨了情势变更原则在建筑工程施工合同中的具体应用, 分析了其对合同管理的深远意义, 并针对性地提出了相应的管理对策和建议, 以指导实践、优化合同管理。

**[关键词]** 情势变更; 合同管理; 建筑工程施工; 风险控制

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13737

中图分类号: TV7

文献标识码: A

## Application of the Principle of Change of Circumstances in the Management of Construction Contracts for Building Projects

XIAO Wei

Yantai Yuntong Human Resources Co., Ltd., Yantai, Shandong, 264006, China

**Abstract:** Due to multiple factors such as market environment, policy adjustments, and natural disasters, construction contracts face high risks, and there are often changes in the situation during the contract performance process. The application of the principle of change of circumstances in construction contracts is particularly important. It helps to adjust the rights and obligations of both parties in a reasonable manner, maintain the fairness and stability of the contract. In contract management, the correct application of the principle of change of circumstances can reduce risk losses and ensure project progress and quality. Therefore, the article delves into the specific application of the principle of change of circumstances in construction contracts, analyzes its profound significance for contract management, and proposes corresponding management strategies and suggestions to guide practice and optimize contract management.

**Keywords:** change of circumstances; contract management; construction of building projects; risk management

### 引言

建筑工程施工合同是业主与承包商之间合作的重要法律文件, 它规定了双方在项目实施过程中的权利和义务。然而, 合同履行期间往往会受到一些不可预见的外部因素的影响, 如政策调整、市场变化、自然灾害等, 导致情势变更。情势变更原则为解决这些突发情况提供了法律基础和操作方向, 使得合同双方能够重新协商和调整合同条件, 以适应新的实际情况。这有助于维护合同的公平性和稳定性, 减少风险损失, 保障工程项目的顺利进行。

### 1 情势变更原则概述

#### 1.1 情势变更定义

合同成立之后, 若遇不可预见之外部因素, 引发合同条件之不可持续性, 或持续履行将引发当事人之一方遭受严重不利益, 此种特殊情况称之为情势变更, 此类外在因素, 既非双方所能提前预知或协商之事项, 亦不落入商业风险之列, 故无法仅凭合同条款予以避免或解决, 诸多要素, 诸如政治层面的政策转变、经济领域的市场变动, 以及社会结构的相应调整, 均可能涉及不可抗力因素, 如自然灾害等, 导致物价上升等现象。在外部条件和最初签订

合同时环境或预期出现显著不一致时, 原有的合同规定可能不再适应现状, 故须对之进行修订或通过协商以达成解决方案, 在这种情境中, 情势变更原则扮演了一个至关重要的角色, 在情势发生重大变动时, 合同当事方有权依此原则作出调整, 废止或修改已有协议, 以符合新的情势, 确保结果的公正与正义, 面临情势的变动, 涉及的主体应主动进行交流与商议, 以探究并确定一个恰当的应对策略, 为应对当前状况, 涉及合同条款的重新商讨、执行方法的改变以及价格的相应调整, 均为可行的策略, 在遵循法律条文与合同条款的前提下, 执行必要的程序性动作, 在具体实施过程中, 必须恪守合同中的各项条款, 坚持诚信与公正, 从而确保合同的稳固性与正义性<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 情势变更原则的法律适用

在合同的执行阶段, 若遭遇不可预见的情况, 情势变更原则规定合同各方应基于公平进行重新商议并修订合同条文, 为了确保合同的合理执行, 进行相应的调整是不可或缺的, 在环境或现状发生变化之后, 原有的合同条款可能不再适用于新的情势或实际状况, 在此时, 所有参与方需开放地对待所涉问题, 并在公正的基础上开展对话。

重新协商的过程涉及双方共同参与,旨在探索一种平衡双方利益的解决方案,在此过程中,各个参与方需详尽阐述其见解与诉求,并须给予其他方以相应的敬意和重视,对其所持立场与享有的权益给予充分的尊重,各方通过重新进行商讨,能够确立适应情势变化后的新合同条款,为了确保合同条款得到正当执行,并使合同各方获得公平对待,进行了必要的交涉与调整。在重新进行协议讨论的过程中,参与方面可探索召唤法律专家或第三方中介服务,旨在帮助解决繁杂难题并给出公正建议,此举不但促进谈判速度,亦增进了解决方案的精确性与公平性,旨在确保合同在情势发生变更时依旧能够得到有效执行,从而保障相关各方的利益和权利。

## 2 情势变更在建筑工程施工合同中的应用

### 2.1 识别情势变更

在合同执行过程中,业主和承包商需紧密合作并随时关注可能产生情势变更的各种因素。鉴于合同履行涉及到多种内外部因素,任何一方都需要对可能出现的变动保持警觉。其中,市场价格波动是一个重要的考量因素。随着市场供求关系的变化,原材料、劳动力等价格可能产生显著波动,进而影响工程的成本和进度。此外,灾害天气如暴雨、台风等不可抗力事件也是必须考虑的情势变更情况。这类事件往往导致施工进度受阻,甚至可能造成工程损失。同时,政策变更也是一个不可忽视的方面。政策的调整可能影响到合同的履行,包括但不限于税收政策、贸易政策、建筑法规等的变化。业主和承包商需要及时沟通,识别并确认是否出现情势变更的情况。一旦发生情势变更,双方应根据合同条款及时展开协商。他们应以公平原则为基础,充分考虑到各自的权利和义务,寻找对双方都公平的解决方案。此外,在协商过程中,双方可以寻求专业的法律咨询或中介机构协助处理复杂的情势变更问题。通过这些措施,业主和承包商可以确保合同的顺利执行,维护双方的利益并降低风险<sup>[2]</sup>。

### 2.2 合同条款调整

针对情势变更的情况,业主和承包商应当通过协商对合同条款进行适当调整,以确保合同的顺利执行。在协商过程中,双方需充分讨论并达成一致意见,针对工期、成本和质量标准等关键条款进行合理的调整。对于工期方面的调整,双方应根据实际情况评估影响,并协商确定合理的延期或调整工程进度。在成本方面,由于市场价格波动等因素可能导致成本上升或下降,双方需重新评估工程成本,并协商确定合理的预算调整方案。同时,对于质量标准的要求也需要根据实际情况进行适当调整。如果情势变更导致工程难度增加或减少,双方可以协商修改质量标准或验收标准,以确保工程能够满足实际需求。在协商过程中,双方应保持开放和透明的沟通,共同寻找解决问题的最佳方案。此外,双方还可以考虑引入第三方机构进行调

解或仲裁,以确保协商结果的公正性和可行性。通过这些调整措施,业主和承包商可以在情势变更的情况下保持合作和信任,共同应对挑战并确保合同的顺利执行。这样的合作和协商有助于维护双方的长期合作关系,并为未来的合作奠定坚实的基础。

### 2.3 风险分担机制

建立一个健全的风险分担机制,对任何项目或合作来说都是至关重要的,特别是在情势发生不可预见变更的情况下。这种机制不仅可以确保项目的顺利进行,还能有效减轻各方的压力和不合理的负担。为了构建这样一个机制,我们必须明确各方在风险面前的责任和义务。参与项目的各方,如业主、承包商、供应商等,都应该在合同中明确规定各自的风险承担范围和应对措施。在合同签订前,各方应全面评估潜在风险,并在合同中明确描述风险分配策略。当情势发生变更时,各方应按照合同规定共同应对风险,及时调整风险分担比例。此外,各方还应该保持密切沟通,共同制定应对策略,确保风险得到及时有效的处理。为了明确各方责任和义务,建立责任清单是十分必要的。各方应当了解自身应承担的具体任务和范围,包括可能遇到的风险以及需要履行的义务等。在面临风险时,各方应当遵守合同约定并遵循相关法律规定采取行动以共同分担风险和挑战带来的后果。除此之外,各方应该努力维护长期合作关系以促进双方未来的共同利益推动更稳定和持续的行业发展并解决可能导致不稳定性的遗留问题促使其他外部组织进行信息共享来共同参与未来预测和综合方案的提出使项目顺利进行减轻不合理负担并为未来项目合作奠定坚实基础<sup>[3]</sup>。

## 3 建筑工程施工合同管理对策

### 3.1 增强合同条款的预见性

在合同制定过程中,考虑到可能的风险和不确定性是非常关键的,这不仅能够确保合同的全面性和严谨性,还能够提高合同在面对风险时的抗风险能力。为了实现这一目标,各方在合同起草和谈判阶段应该进行充分的沟通和协商。参与合同制定的各方应该进行全面的风险评估,识别出项目过程中可能遇到的各种风险和挑战。这包括但不限于市场风险、技术风险、法律风险等。在识别出这些风险后,各方应该共同分析并评估每个风险的可能性和影响程度。基于风险评估的结果,合同应该明确各方在面临风险时的责任和义务。合同应该规定风险分担机制,明确各方承担风险的合理比例,并规定相应的应对措施。这样,当风险实际发生时,各方能够按照合同规定迅速采取行动,减少损失。合同还应该具备灵活性和适应性。在制定合同时,应该考虑到未来可能出现的不确定性因素,并制定相应的条款来应对这些变化。例如,可以设定灵活的合同条款,允许在特定情况下调整合同内容和履行方式。通过充分考虑可能的风险和不确定性,并在合同中制定相应的条

款和措施,可以使合同具备较强的抗风险能力。这样不仅能够保护各方的权益,还能够确保项目的顺利进行并实现共同的目标<sup>[4]</sup>。

### 3.2 强化合同执行过程中的监控

在合同执行过程中,为了确保项目顺利进行并维护合同双方的权益,对各类因素进行有效监控至关重要。为了实现这一目标,我们首先需要深入分析合同细节,明确各项条款的具体要求和目的。在此基础上,构建一套全面的监控体系,对合同执行过程中的进度、质量、成本等因素进行全面把控。这不仅涉及到对项目本身的把握,还需要对市场动态、法律法规变动等外部因素进行及时关注和分折。通过对市场变化进行敏感捕捉,我们可以预见可能的情势变更风险。一旦在监控过程中发现情势变更的迹象,我们必须迅速启动应对机制。这可能涉及到与合同各方的沟通协商,重新评估合同条款的合理性,甚至调整合同策略以适应新的环境或条件。此外,为了确保及时应对情势变更,我们还需建立一套高效的决策机制。通过调动各方资源,迅速收集信息、分析形势并做出决策。同时,为了保障决策的有效性,我们还应加强团队建设,提高团队成员的综合素质和应变能力<sup>[5]</sup>。

总之,在合同执行过程中,我们必须保持高度警觉,对各种因素进行全方位监控,及时发现并妥善处理可能发生的情势变更。只有这样,我们才能确保合同的顺利执行并维护合同双方的利益。

### 3.3 建立应对机制

在制定项目管理计划时,为了确保在情势变更发生时能够迅速应对,保障项目的顺利进行,我们需要重视应急预案的制定。情势变更是指项目实施过程中外部环境、内部条件等因素的变化,可能对项目产生重大影响,因此需要预先做好应对措施。制定应急预案前要全面分析项目特点和潜在风险。根据项目的性质、规模、目标等因素,识别可能出现的情势变更情景,如市场环境变化、法律法规调整、自然灾害等不可抗力因素。针对这些潜在风险,进行充分的分析和评估,确定风险的大小和优先级。针对识别出的风险,制定具体的应对措施。这些措施应该包括应对措施的具体步骤、责任人和所需资源等。要确保在情势变更发生时,能够迅速调动资源,调整项目计划,保证项目的顺利进行。预案中还需要包含资源配置和人员组织的

详细计划。资源配置要确定应急资源的种类、数量、存储和调配方式等,确保在需要时能够及时获取所需资源。人员组织则需要明确应急响应团队的组成和职责,建立有效的沟通机制,确保团队成员能够迅速响应并协同工作。预案的制定还需要注重培训和演练。通过定期组织培训和演练,使团队成员了解预案的内容和操作流程,熟悉应急措施,提高应对紧急情况的能力。同时,还要根据项目实施过程中的实际情况,对预案进行动态调整和完善,以适应项目和环境的变化。当情势变更发生时,我们要迅速启动预案。按照预案的要求,及时收集信息、分析形势、做出决策、调配资源、组织人员,采取一切必要的手段,最大限度地减少情势变更对项目的影响,确保项目的进展不受或少受影响<sup>[6]</sup>。

## 4 结语

情势变更原则在建筑工程施工合同管理中的应用极为重要,旨在确保合同能够在公平合理的环境下履行,进而保护合同各方主体的合法权益。为达成这一目标,在合同管理过程中,我们需要增强合同条款的预见性,将可能发生的情势变更情形纳入考虑,明确约定处理措施。同时,强化合同执行过程中的监控,实时跟踪项目进展,及时发现和解决合同履行过程中的问题。此外,建立应对机制,预先制定应急预案,以便在情势变更发生时能够迅速响应,有效控制风险,确保建筑工程施工合同的顺利履行。

### [参考文献]

- [1]邢晓飞,苏彩丽.情势变更原则在建筑工程施工合同管理中的应用[J].石河子科技,2024(4):65-66.
  - [2]曹逵,张紫滢,王冠.情势变更制度在建设工程合同中的推定和思考[J].吉林水利,2024(4):66-68.
  - [3]张漫.情势变更原则在建筑工程施工合同中的适用[D].广东:广东财经大学,2023.
  - [4]高孟冉.建筑工程合同管理中情势变更索赔管理研究[J].江西建材,2022(6):363-364.
  - [5]卢林.探究情势变更原则在建设工程合同纠纷中的适用[J].四川水泥,2017(7):180.
  - [6]谢逾韫.情势变更原则在建筑工程施工合同中的适用[D].广西:广西大学,2015.
- 作者简介:肖伟(1985.10—),男,汉族,大专,工程师,项目技术经理。

## 建筑管道试压智能化监控技术分析

张宝 曲明通 唐慎成 于鸿彬 丁超  
中建一局集团安装工程有限公司, 北京 102600

[摘要] 在当今高度自动化的工程建设领域, 确保建筑项目的质量和安全性显得尤为重要。特别是在涉及压力系统如管道、消防系统等安装与维护的过程中, 传统的人工试压方法和检查手段已经无法满足高效、安全、精准的要求。随着科技的不断发展, 智能技术和物联网的应用为建筑管道的试压工作带来了解放, 引入了“智能监控”这一革命性解决方案。

[关键词] 建筑管道试压; 智能化监控技术; 分析策略

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13729

中图分类号: TE973

文献标识码: A

### Analysis of Intelligent Monitoring Technology for Building Pipeline Pressure Testing

ZHANG Bao, QU Mingtong, TANG Shencheng, YU Hongbin, DING Chao  
China Construction First Group Installation Engineering Co., Ltd., Beijing, 102600, China

**Abstract:** In today's highly automated engineering construction field, ensuring the quality and safety of construction projects is particularly important. Especially in the process of installation and maintenance of pressure systems such as pipelines and fire protection systems, traditional manual pressure testing methods and inspection methods are no longer able to meet the requirements of efficiency, safety, and accuracy. With the continuous development of technology, the application of intelligent technology and the Internet of Things has liberated the pressure testing work of building pipelines, introducing the revolutionary solution of "intelligent monitoring".

**Keywords:** pressure testing of building pipelines; intelligent monitoring technology; analysis strategy

#### 引言

随着科技的进步和智能化技术的广泛应用, 建筑行业也在逐步实现数字化转型。建筑管道作为建筑基础设施的重要组成部分, 其安装质量直接关系到建筑物的使用安全和居民的生活质量。因此, 对管道试压过程进行智能化监控, 提高试压质量, 已成为当前建筑行业的重要研究方向。本文将重点分析建筑管道试压智能化监控技术。

#### 1 建筑管道试压的重要性

建筑管道试压作为验证管道安装质量的重要手段, 在工程领域扮演着至关重要的角色。传统的试压方法主要依赖人工操作和经验判断, 然而这种方式常常存在着误差大、效率低等问题。随着科技的发展, 智能化监控技术逐渐应用于试压过程中, 它不仅提高了试压操作的准确性, 同时也大大提升了效率。智能化监控技术的引入, 使得工程师们可以更加全面地检测管道的连接是否牢固, 材料是否耐压, 以及是否存在泄漏等问题。借助实时监控系統, 工程师们可以即时获取到管道试压的数据, 并能够对数据进行分析和处理, 从而及时发现问题并进行调整。因此, 智能化监控技术的应用已然成为了建筑管道试压领域不可逆转的趋势, 将为行业的持续发展和进步带来更多机遇与挑战<sup>[1]</sup>。

#### 2 建筑管道试压智能化监控技术

##### 2.1 传感器技术

管道试压过程是确保管道系统安全可靠运行的关键环节。在这个环节中, 传感器技术的作用不可或缺, 它们

不仅能够收集管道系统的各种动态参数, 而且还能提供实时、精确的信息反馈, 从而实现智能化的监控与管理。例如, 安装的压力传感器能检测管内压力是否达到预定值, 及时反馈系统压力状态是否正常; 温度传感器则能监视介质流动区域或设备内部是否存在过热或冷却不充分的情况, 这对于保障设备运行效率和避免过度升温造成的材料应力集中非常重要; 而流量传感器则用于精确测量介质的输送量, 对于控制工艺流程, 调整生产率具有显著意义。

具体来说, 在化工行业大型储运系统中, 管道的压力突然异常升高可能预示着有泄露或系统堵塞问题的发生。假设某个时间段内, 传感器监测到压力从正常的 1 兆帕飙升到 1.3 兆帕。这立即引发警报系统发出警告, 并且自动启动数据分析流程以快速定位问题源头。再比如, 在天然气管网的试压阶段, 通过多个温度传感器分布于管道的高风险点, 连续收集的数据表明某段长距离运输线的管道温度出现了大幅度下降至非理想状态, 这可能是保温层性能衰退或是管道局部存在泄漏所致, 通过对这些温度趋势的变化进行细致分析, 并结合其他参数数据, 技术团队可以迅速作出维修计划以减少能量损耗和确保安全输气。此外, 通过流量传感器持续监视液体的输送情况, 可以在系统中检测到输送速度过慢的异常现象时进行干预。假设有段时间内的流量数据显示输送效率显著低于平均水平, 进一步的检查和调整操作可能包括优化阀门配置、清理积垢或调整操作参数, 这些措施均基于传感器提供数据的支持下实施<sup>[2]</sup>。

## 2.2 数据采集与传输技术

数据采集和传输技术正以惊人的速度演进和深化,为各行业的远程监控与智能管理提供了强大支撑。从工业4.0的工厂自动化系统到现代农业的农田管理平台,再到基础设施安全性的持续监视,数据采集器及其相关的数据传输装置发挥了至关重要的作用。其核心功能就是收集并快速将实时传感器读数传递至监控室或云计算中心,为管理者提供准确无误的数据信息,并通过自动化决策支持系统即时处理突发状况或指导调整策略。具体应用实例之一出现在石油勘探与开采行业中。油田中的关键井口通常布置有大量的传感器和数据传输器,用以检测并追踪原油、燃气或水的流量变化,预测压力和腐蚀的风险因素,以及监控生产设备的工作性能和效率水平。数据传输器能够迅速将来自数千米地下深处复杂环境的压力、温度、流动率及振动等信号无线传输至地面上的监控台。当接收到任何偏离设定标准的数据异常或故障警报时,系统可以快速启动应急预案并通知现场或远程的操作人员,确保安全运营及最大限度地延长设备寿命。通过这样的智能化系统,即使是极为遥远和极端恶劣条件的石油井口区域也能实现全天候无盲区监控,并在第一时间进行有效的风险评估与预防性干预,显著减少了事故率和成本支出<sup>[3]</sup>。

在现代农业中,智能农业传感器结合物联网(IoT)和大数据平台的技术进步,正在助力种植者实施精确灌溉、预测土壤健康、管理病虫害和提升作物生产力等目标。举例而言,在一个位于地中海地区的橄榄农场,使用了一种集成GPS和卫星通信的土壤湿度传感器网络。这些传感器定期或根据预先设置条件(如降水量、气温或湿度)收集信息,并迅速将其通过无线广域网传回总部的数据服务器。通过大数据分析,农业专家能够预测未来一段时间内的水分需求,优化浇水频率,提高用水效率,并减少水资源浪费。同时,基于同一数据网络,病虫害监测摄像头和其他远程感应装备也能自动发送有害情况的警告信号,为农户提供实时干预指导,从而减少化学农药使用,并提升农产品质量和产量。

## 2.3 数据分析与处理技术

数据驱动的管道试压监测是实现智能工程管理与安全生产的关键技术。通过实时分析与处理大量管道试压过程中生成的数据,可以高效识别出压力变化趋势、潜在泄漏风险等关键信息,大幅提高了作业的安全性和效率。从理论框架上看,数据驱动模型能够通过深度学习算法解析传感器反馈的数据序列,识别模式与异常事件,对压力曲线动态分析,预测可能出现的高压区域或低压缺口。结合历史数据分析可进一步预测管道长期承载情况和维护周期,确保整个系统运行稳定且高效,降低了事故可能性和维修频次。

实际案例可以从油气田生产设施试压中挖掘。某一石

油公司利用先进的数据监测系统对多座大型储罐实施试压操作,在试压过程中系统收集到了大量的实时数据。通过对这些数据的深度挖掘与分析,系统识别出个别管道接口存在轻微漏损。由于响应及时,技术人员得以快速采取堵漏措施并调整测试流程,既防止了更大的安全事故,又避免了后续长期泄漏引发资源浪费和环保问题。在此后的一段时间内,经过精准优化的数据分析策略,系统不仅成功预警并及时干预类似小概率但影响严重的故障,也大大优化了资源分配效率与测试策略灵活性,使得整体作业成本得到了有效的降低,经济效益明显提升。此类数据智能化处理与应用在其他如化工厂管路检修、电力行业输配电网管线压力测试等方面均有显著成效。它们共同体现了现代数据科学技术对于提高工业生产、安全保障与成本管理的有效性<sup>[4]</sup>。

## 2.4 云计算与大数据技术

将试压数据存储于云端平台,借助大数据技术的深度挖掘能力与实时数据分析处理特性,能够为试压工作带来实质性的优化提升与品质保障。通过云端技术实现数据的高度整合与访问便利化,使得工程师能从任意地点对数据进行访问与监控,并进行深度分析,及时作出针对性的调整与改善决策。此外,大数据分析还能够海量的数据集中识别潜在的风险点或异常行为,为后续维护提供有力支持。例如,在一项大型油气项目中,为了确保新管道的安全投入运营前的全面测试——即“水压试验”与“气密性检测”,项目团队决定运用云存储技术以及大数据平台来进行试验数据的收集与分析。试验期间生成了数以千计包含时间序列、温度、压力以及流动速率等参数的数据点。

大数据系统首先利用实时数据分析功能对实时传入的数据进行了处理,快速地识别出任何可能的突发压力波或者泄漏警告信号,并迅速启动预警机制通知专业人员现场核查处理,这极大地减少了事故的发生风险,保证了作业安全。之后,通过使用预测性分析算法,工程师可以基于历史数据的趋势及特征,预先预知管道试压时的最优操作参数和可能出现的潜在问题,有效避免不必要的浪费与调整成本,并确保试压过程中压力控制的准确性。在事后数据的深入挖掘上,通过对大量样本数据的学习分析,平台还能提供持续改进与优化试压方案的能力,如通过优化不同参数之间的关联关系和反馈机制调整,从而制定出更为科学合理的试压步骤及设备选择建议。这种基于大数据分析的数据驱动型管理不仅大幅提升了工作效率,同时降低了运营成本,并为日后的项目决策提供了坚实的数据基础,充分体现了现代化大数据分析对于工程质量管理的重要性与前瞻性应用价值<sup>[5]</sup>。

## 3 智能化监控技术的优势

### 3.1 提高试压质量

智能化监控技术是一种利用先进的传感器和数据分



析技术,能够实时采集和分析试压数据的方法。通过将传感器安装在试压设备上,可以全面监测试压过程中产生的各项数据,并实时传输到数据分析系统中进行处理。这样做不仅可以大幅提高试压的准确性,同时也能极大地提升试压过程的效率和安全性。利用智能化监控技术,操作人员可以实时了解试压设备的工作状态,及时发现并解决潜在问题,从而避免试压过程中可能出现的安全隐患。此外,通过对实时采集的试压数据进行深度分析,还可以为设备的维护保养提供有力的数据支持,延长设备的使用寿命,降低维护成本。

### 3.2 降低人工成本

智能化监控技术的引入使得试压过程中的人工操作大幅减少,从而有效降低了操作人员的劳动强度。传感器和自动化装置的运用不仅可以实时收集试压数据,还能够很大程度上减少了人为干预的需求。这种自动化的特性不仅提高了试压过程的效率,同时也降低了人为错误的发生概率。由于智能化监控技术的应用,试压过程中涉及人为操作的部分大大减少,使得操作人员能够从繁重的重复性工作中解脱出来,有更多的精力投入到更具挑战性和价值的工作任务中去。因此,可以说智能化监控技术的应用不仅提高了试压过程的效率和准确性,同时也为操作人员创造了更加安全和舒适的工作环境<sup>[6]</sup>。

### 3.3 预警预测

借助人工智能和机器学习技术,管道运营管理可以更加智能化和精准化。通过对大量历史数据和实时采集的信息进行分析和挖掘,系统可以预测管道运行中可能出现的问题,并提前发出预警信号。这种预警功能极大地提高了管道运营管理的安全性和可靠性,使得相关责任人能够在事故发生前得到提前通知,从而有更多的时间采取应对措施,避免可能带来的损失和灾害。此外,人工智能和机器学习技术还可以通过对数据的细致分析,挖掘出潜在的规律和趋势,有助于为管道运营提供科学的决策依据。通过不断积累和学习,系统还能够逐渐提升自身的预测和分析能力,进一步提高预警的准确性和及时性。因此,人工智能和机器学习技术在管道运营管理中扮演着不可或缺的角色,为提高管道安全、稳定、高效运营提供了有力支持。

### 3.4 提高管理效率

通过智能化监控技术,管道试压过程可以实现远程实

时管理,为管理者提供了极大的便利和灵活性。传统的试压过程需要管理人员亲临现场进行监控和调节,耗费时间和人力成本较高。而借助智能化监控系统,管理者可以通过远程设备随时随地监视试压过程,获取关键数据并进行实时分析和决策。这不仅提高了管理的效率和准确性,同时也降低了对人员的依赖性,减少了人为因素可能带来的错误和风险。此外,智能化监控系统还能够对试压过程出现的异常情况进行及时报警和处理,保障了整个试压过程的安全可靠性。系统还可以对历史数据进行长期积累和分析,挖掘出潜在的规律和趋势,为未来的试压工作提供科学依据和经验总结<sup>[7]</sup>。

## 4 结语

建筑管道试压智能化监控技术是建筑行业数字化转型的重要组成部分。通过引入传感器、数据采集与传输、数据分析与处理、云计算与大数据、人工智能与机器学习等技术,可以实现试压过程的智能化监控,提高试压质量,降低人工成本,提高管理效率。未来,随着技术的不断进步,建筑管道试压智能化监控技术将在建筑行业发挥更大的作用。

### [参考文献]

- [1] 聂成才,顾明丽.建筑给排水管道水力冲击分析与模拟仿真[J].科技创新与应用,2023,13(35):54-56.
- [2] 廖曙江,董朋朋,黎小涛,等.建筑管道支吊架耐火性能试验研究[J].消防科学与技术,2023,42(11):1512-1517.
- [3] 郭家宝.建筑给排水管道防腐施工技术的应用[J].居业,2023(4):19-21.
- [4] 王立松,任珉,刘志方.浅谈工艺管道试压包的编制与应用[J].安装,2022(4):69-71.
- [5] 华陈权,郭天凯,陈元航,等.基于超声的分布式管道壁厚远程监测实验系统[J].实验室研究与探索,2021,40(10):61-66.
- [6] 姚利强.住宅建筑给排水设计中的管道布置和选材分析[J].南方农机,2019,50(23):288.
- [7] 李伟然.预应力构件管道灌浆施工质量监控与检测技术探析[J].四川水泥,2017(5):251.

作者简介:张宝(1980.3—),工作单位中建一局集团安装工程有限公司,毕业学校和专业辽宁工程技术大学电气技术。

## 建筑机电工程设备安装技术的运用

黄佐荣

迅达（中国）电梯有限公司广西分公司，广西 南宁 530000

**[摘要]**随着科技不断进步，智能化机电设备不断提升人们的日常生活质量，而应用在现代建筑工程中，可以为人们居住条件提供更加多样化的功能帮助。在智能化建筑中，各种先进功能主要是在机电设备的支持下完成，设备在安装过程需要采用针对性的技术，才能够增强建筑智能效果。基于此，文中深入探讨了智能化机电设备的安装技术，以此保障设备能够发挥出更全面的先进优势，为相关人员提供一些参考意见。

**[关键词]**建筑工程；智能化机电设备；安装技术

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13727

中图分类号: TU758.11

文献标识码: A

### Application of Installation Technology for Building Mechanical and Electrical Engineering Equipment

HUANG Zuorong

Guangxi Branch of Schindler (China) Elevator Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

**Abstract:** With the continuous advancement of technology, intelligent electromechanical equipment continues to improve people's daily quality of life, and its application in modern construction engineering can provide more diverse functional assistance for people's living conditions. In intelligent buildings, various advanced functions are mainly completed with the support of mechanical and electrical equipment. Targeted technologies need to be adopted during the installation process of the equipment to enhance the intelligent effect of the building. Based on this, the article delves into the installation technology of intelligent electromechanical equipment to ensure that the equipment can fully utilize its advanced advantages and provide some reference opinions for personnel.

**Keywords:** construction engineering; intelligent electromechanical equipment; installation technology

#### 引言

智能化机电设备的安装技术，在建筑中具有十分重要的作用，在科学安装下，能够为建筑工程提供稳定的电力供应以及更为高效的智能化体验，在信息技术与建筑工程相结合发展的背景下，工程对于机电设备安装技术更加依赖，需要借助科学、合理的安装，才能够保证机电设备更为稳定且高效地运行，全面凸显智能化的效果。

#### 1 智能化机电设备的安装技术要点

新时期的建筑工程中所需的机电设备具有较强的综合性，安装过程需要大量的知识内容，具有很强的专业技术性，由于其将应用在建筑工程中，安装过程还涉及建筑方面的专业知识，需要各个部门及人员配合完成。同时，机电设备为机械设备，需要更多机械方面的安装技术，此外，还需要结合消防、设计等，这些专业在一定程度上没有直接联系，而在实际安装过程中，需要将各种专业技术相结合应用。

##### 1.1 线路安装

如今的建筑工程通常会具备诸多的新型智能功能，与传统的建筑工程相比，所需要的线路复杂程度会更高，以此满足各项全新功能的需求，因此，线路安装的难度会进一步提升。而在实际安装过程中，大部分线路不是单独进行安装，经常会与辅助线路一起开展，采用这种安装方式能够极大地提升建筑工程的智能功能效果。特别在一些先进的现代化机电设备安装中，需要增设额外的屏蔽导线，

例如：精密的电子机电设备等。在安装接地线路时，应遵照相应的设备接地规则。其中大部分弱电设备通常需要单独的接地线路，例如：网络控制器等。这种接地方式能够极大地增强弱电设备的保护强度，有效降低短路等问题对设备造成不良影响，保证建筑工程的安全性<sup>[1]</sup>。

在现代化的建筑工程中，各类智能化功能有效体现主要依赖各种电子设备，这些电子设备的接地安装工作也是机电设备安装中极其重要的工作内容，不过由于各类电子设备的在实际运行中，运行的频率存在较大差异。因此，在安装过程中，不能盲目采用相同接地方式，需要结合实际情况，开展针对性的接地安装。智能化建筑工程中，大部分传输控制系统为弱电系统，在安装时，需要将智能化的弱电电缆与其他系统进行分开安装，同时，弱电系统与其他系统距离保持在 30 厘米以上，若是智能化系统线路与其他线路存在无法避免的交叉问题，需要保证线路上下埋设距离在 5 厘米以上，安装固定位置应超过 1 米以上，保证系统接地的完整性，以此增强建筑智能化系统运行时的安全与稳定。

##### 1.2 输入系统安装

各类智能化建筑机电设备的输入系统也是安装工作的重要内容。在输入系统的实际安装过程中，需要安装人员具有一定的发展眼光，以此为输入系统的后期维护工作创造良好的前提条件。在安装时应尽量预留出足够的位置，这是由于智能机电设备在实际运转过程中，无法避免出现一些故障问题，

留出足够的空间才能够促使维护与调试工作更方便开展。

传感器实际安装时,需要严格按照设计的标准方案进行,科学地确定具体位置,不能将传感器安置在蒸汽口等具有较大破坏性的区域,这些区域会对传感器造成严重的损坏。此外,输入系统安装时,若是实际位置与设计方案的标记位置存在较大的异常问题,例如:实际位置具有焊缝、孔洞等,需要适当进行调整,为了保证输入系统安装具有一定的严谨性,在安装前,可以采用模拟方式进行试验,条件允许情况下,可以利用BIM技术开展相关实验,以此保证设计方案各类缺陷问题得到有效解决,降低实际安装的失误,增强输入系统安装的高效稳定性<sup>[2]</sup>。

### 1.3 落实质量管理

机电设备安装过程需要严格落实质量管理,其中尤为重要的两点为配电箱以及电力输送的电缆处理,下面详细说明需要注意的事项:

第一,配电箱。配电箱安装在建筑工程的智能化设备安装过程中,是一项十分重要的内容,其是供应所有机电设备的电力需求的关键环节,安装过程复杂性较大,通常在实际安装过程会出现各类安装质量缺陷,并且影响安装效果的因素较多。因此,在实际安装中,相关人员应严格按照相关规范进行,同时,现场的安装管理人员需要对安装质量进行科学监管,保证配电箱符合设计方案标准,以及满足建筑工程的各项智能化设备应用需求。

第二,电缆。电缆是机电设备电力输送的主要载体,若是电缆出现安装故障,会严重影响建筑智能化设备运行效果与人们用电需求,更严重会导致电力火灾情况出现,威胁建筑居住人们的生命财产安全。在智能化建筑工程电缆安装过程中,管理人员需要对电缆安装工作格外重视,保证电缆绝缘层厚度符合设计方案的标准,并且对于电缆的质量开展严格管控,促使安装在建筑项目中的电缆不存在任何质量缺陷,同时,保证电缆具有整体性,中间不存在接头情况。

## 2 安装技术注意事项

### 2.1 提升线路保护

智能化建筑工程的机电设备安装时,诸多设备需要线路进行连接,以此开展推动设备运行,而在运行过程中,若是出现短路等问题,会对整体连接的设备造成一定的损伤,严重会引发火灾问题出现,其中主要原因是短路问题会造成电流增大所有线路与设备处于超负荷运转,并且快速升温。在智能化建筑设备安装中,传统的熔断保护器无法满足系统运转的标准要求,风险系数会极大地增加,因此,需要选用现代符合实际情况的保护装置,降低短路问题风险。现阶段,可以采用智能化的空开,在智能化机电设备线路发生短路时,智能空开会快速反应,断开电路,防止线路与设备超负荷运转,保证各个智能设备的安全稳定,增强建筑工程的防火标准。

### 2.2 改善设计标准

在现代建筑工程中,改善设计标准以提升设备的自动

化效果和电力供应稳定性,是实现建筑智能化目标的重要步骤。智能化建筑中的机电系统需要与各种智能设备和控制系统进行无缝连接,设计时应确保设备的接口和通信协议符合最新的技术标准,以便于未来系统的升级和扩展。选择支持开放标准的通信协议(如BACnet、KNX等),可以保证设备在不同品牌和型号之间的兼容性,设计时还应预留足够的扩展接口和资源,以适应未来技术的发展和需求变化。现代智能化建筑中的设备往往具备自诊断、自调整和远程控制等功能。设计阶段应充分考虑这些智能特性,并在设备选型和配置上进行优化。例如,选择具备自我诊断功能的设备,可以实时监测设备的运行状态,自动检测并报告故障,从而减少人工维护的需求。对于自动化程度较高的设备,如智能温控系统、自动化照明系统等,设计时应确保其控制逻辑和算法的合理性,以提供稳定可靠的智能服务。智能化建筑对电力供应的稳定性和可靠性要求较高,因此,在设计阶段应采取一系列措施以保障电力系统的稳定运行。例如,采用双回路电源设计可以在主电源故障时提供备用电源,保证设备的持续运行。此外,设计时还应考虑电力系统的负荷计算,合理配置电力设备,避免因过载导致的设备故障。在电缆和配电系统的设计中,应选择高质量的电缆和配件,确保其符合国家标准<sup>[2]</sup>。在设计标准改进的过程中,采用先进的设计工具和技术也是提高智能化建筑效果的重要手段。

### 2.3 增强人员素养

机电设备安装工作都是由相关的工作人员安装完成,而工作人员的综合能力直接关系到智能化系统的运行效果。因此,若是要保证设备安装具有较好的安装效果,需要在基本上的工作人员入手,以此降低安装质量问题的出现。开展设备安装前,管理人员需要将工作人员集中在一起,将设备安装所涉及的技术进行传授,做好技术交底工作,增强工作人员的个人综合能力<sup>[3]</sup>。同时,管理人员应定期对工作人员的能力进行考核,明确工作人员的技术了解程度,只有全面通过考核的人员才能进入安装工作中,未通过人员需要反复进行培训学习。

## 3 新技术的应用

近年来,建筑机电设备安装领域迎来了多项新技术的引入,这些技术不仅提升了安装精度,还显著缩短了施工周期,降低了成本,确保了设备的安全稳定运行。

### 3.1 BIM(建筑信息模型)技术

BIM(建筑信息模型)技术作为建筑工程中的前沿技术,通过建立建筑项目的数字化三维模型,可以实时检测项目的各个阶段的进度。用于存储和管理建筑项目中的各类信息,包括设计数据、施工计划、材料规格以及维护要求等,提升了设计和施工的效率,也大幅度降低了错误发生的概率。以往的二维设计图纸无法完整显示建筑结构的实际空间关系,而BIM技术能够清晰地呈现实际位置及其与周围建筑结构的关系。设计人员可以在模型中预见潜在的冲突问题,比如管线与结构梁的交叉,并在施工前加以解决,

从而避免了因设计缺陷造成的现场安装困难。BIM 模型将不同专业的信息集中在一个平台上,使得项目团队能够实时共享数据,及时更新和调整设计方案,不仅提高了工作效率,也减少了由于信息不一致导致的安装问题。

### 3.2 无人机监测技术

无人机技术近年来在建筑工程中得到广泛应用,能够在施工现场进行实时的空中摄影和视频监控,捕捉施工进度和设备安装情况,提高了现场监测的效率和准确性。传统的现场巡检往往需要人工逐一检查,工作量大且容易遗漏重要信息。相比之下,无人机能够快速覆盖整个施工现场,通过拍摄高分辨率的图像和视频,实时记录施工进度、设备安装位置的偏差、施工质量的不足等,为及时调整提供依据。通过无人机进行施工现场的实时监控,能够及时发现潜在的安全隐患,如施工人员的不安全行为、设备的安全问题等,降低了施工人员在现场的风险,提高了整体施工的安全水平。

### 3.3 3D 打印技术

3D 打印技术在建筑工程中的应用逐渐扩展,3D 打印技术通过逐层叠加材料的方式,快速制造出复杂的设备部件,具有高效、灵活和定制化的优势。传统的设备部件制造往往需要模具和较长的生产周期,而 3D 打印技术可以根据实际需求直接打印出所需的部件,缩短了生产时间,降低了成本。传统的制造方法往往需要在生产过程中去除多余的材料,而 3D 打印技术则是逐层添加材料,精确控制材料的使用量,从而减少资源的浪费,降低生产成本。

## 4 后期维护与管理策略

为了确保设备在使用过程中保持最佳性能,并减少意外故障和停机时间,要及时维护。

### 4.1 定期检查与保养

设备的定期检查与保养是确保其长期稳定运行的基础,保养工作则包括清洁、润滑、调整和更换部件等,以保持设备的良好性能。运行状态检查包括设备的工作效率、运行噪音和振动等,通过对这些参数的分析,可以判断设备是否存在异常情况。电气连接的检查则包括电缆、接线端子和开关等;机械部件的检查包括对齿轮、轴承、泵体等的磨损情况进行评估。设备在运行过程中会积累灰尘和污垢,定期清洁可以防止这些杂质影响设备的正常运行。例如,定期清洁散热器可以提高设备的散热效果,防止过热现象。设备中某些部件如滤网、密封圈等属于易损部件,需要定期更换<sup>[4]</sup>。设备的运行参数可能因长期使用而发生变化,需要定期调整。例如,调整设备的运行速度、压力等,以保持设备在最佳工作状态。制定详细的检查和保养计划,并严格执行,可以有效延长设备的使用寿命,减少故障发生的概率。

### 4.2 故障预测与处理

随着技术的发展,现代设备的监测和数据分析技术为故障预测提供了新的手段。安装传感器和监测系统,实时

收集设备的运行数据,如温度、压力、振动等,可以预测故障的发生。例如,通过对设备振动数据的分析,可以识别出轴承磨损或不平衡的问题,提前进行维护或更换,从而防止严重故障的发生。建立完善的故障记录,可以为未来的故障预测提供参考。建立故障处理流程,确保在故障发生时能够迅速采取措施进行修复。

### 4.3 培训与技术支持

对设备的操作和维护人员进行培训,能够提高他们的技术水平和故障处理能力,从而提升设备的运行效率。通过培训,操作人员可以熟悉设备的操作流程,掌握维护和故障处理的技能,减少因操作不当造成的故障<sup>[5]</sup>。提供技术支持可以帮助人员解决实际操作中的问题,建立技术支持热线或在线咨询平台,人员可以在遇到问题时及时获得帮助,减少设备故障带来的影响。

## 5 结束语

智能化建筑的机电设备不仅丰富了建筑的功能,也提升了居住条件和生活质量。本文探讨智能化机电设备的安装技术,强调了科学合理的线路安装、输入系统配置以及质量管理在提高设备稳定性和智能化效果中的关键作用。通过对设计标准的改善和新技术的应用,如 BIM 技术、无人机监测技术以及 3D 打印技术,可以进一步提升设备安装的精度和施工效率,从而为建筑工程的智能化和高效化提供有力支持。有效的设计和施工不仅需要精确的技术支持,还要结合先进的工具和方法,如 BIM 技术的三维建模和无人机的实时监控,极大地提高了安装的精度和效率。此外,3D 打印技术的应用也为设备部件的快速制造提供了便利,进一步缩短了生产周期,降低了成本。定期检查与保养、故障预测与处理以及人员培训和技术支持,可以延长设备的使用寿命,减少故障发生的概率,从而保障建筑智能化系统的可靠性和安全性。随着技术的不断进步和应用的深化,建筑机电设备的智能化水平将进一步提升,为人们的生活带来更多的便利与舒适。

### 【参考文献】

- [1]江建生.论建筑工程机电设备安装施工中的技术与质量管理[J].建筑与预算,2021(11):62-64.
- [2]周建飞.建筑机电工程设备安装技术与 BIM 技术的实际应用[J].中国设备工程,2023(2):173-175.
- [3]杜涵.土木建筑工程和机电设备安装工程施工配合技术要点探讨[J].中国设备工程,2023(11):236-238.
- [4]李汶芊.大型公共建筑工程中机电设备安装工程施工技术与创新研究——以白云国际会议中心二期项目为例[J].工程技术研究,2023,8(18):216-218.
- [5]严智梅.建筑机电设备安装工程施工技术研究[J].中国高科技,2024(14):136-138.

作者简介:黄佐荣(1982.10—),毕业院校:吉林大学,所学专业:机电一体化,当前工作单位:迅达(中国)电梯有限公司广西分公司,职务:维保现场执行经理。

## 土木工程施工质量控制与安全管理分析

何毅

中铁三局桥隧公司, 四川 成都 610000

**[摘要]**随着我国现代化进程的加快,城市建设步伐亦随之加速。在建筑业中,土木工程作为一个关键组成部分,在现代城市建设中发挥着举足轻重的作用。施工质量,作为土木工程的核心因素,对于决定建筑质量至关重要,提升现代建筑的质量,必须积极地创新思路,摒弃陈旧理念。此外,施工安全管理也不容忽视。必须完善安全管理制度与机制,以确保施工过程的安全性,从而有效地提高施工质量。

**[关键词]**土木工程; 施工质量; 质量控制; 安全管理

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13718

中图分类号: TV523

文献标识码: A

### Analysis of Quality Control and Safety Management in Civil Engineering Construction

HE Yi

Bridge and Tunnel Company of the Third Engineering Group of China Railway, Chengdu, Sichuan, 610000, China

**Abstract:** With the acceleration of Chinese modernization process, the pace of urban construction has also accelerated. In the construction industry, civil engineering plays a crucial role as a key component in modern urban construction. Construction quality, as the core factor of civil engineering, is crucial in determining building quality. In order to improve the quality of modern architecture, it is necessary to actively innovate ideas and abandon outdated concepts. In addition, construction safety management cannot be ignored. It is necessary to improve the safety management system and mechanism to ensure the safety of the construction process and effectively improve the construction quality.

**Keywords:** civil engineering; construction quality; quality control; safety management

#### 引言

土木工程,作为现代基础设施建设的核心组成部分,在支撑社会经济发展中扮演着至关重要的角色。然而,随着项目规模的扩大与施工复杂性的增加,施工质量控制与安全管理所面临的挑战也愈加严峻。工程的使用寿命和功能不仅受质量问题的影响,还可能导致经济损失和社会负面影响。工人的生命安全以及工程的顺利推进,直接关系到施工安全问题,任何忽视都可能引发严重的安全事故。对于确保土木工程项目的成功,实施有效的质量控制与安全管理措施是至关重要的。在当前的土木工程领域中,施工质量控制的核心目标在于通过科学合理的管理方法,确保工程建设严格按照设计标准和技术规范进行,以实现预期的质量和性能。由于施工环境的复杂性与不确定性,质量控制面临诸多挑战。挑战包括施工材料的质量、施工工艺的执行情况以及管理人员的操作水平,这些因素均可能影响到工程的最终质量。同时,安全管理在土木工程施工中也是至关重要的。施工现场的危险因素,如高处作业、机械设备的使用以及施工材料的存放等,都可能引发安全事故。全面识别和评估潜在危险源,必须进行有效的安全管理,并通过科学的管理措施与规范操作,降低事故发生的概率,保障施工人员的安全,对土木工程施工中的质量控制与安全管理措施进行深入分析,有助于识别当前存在的问题与挑战,并为制定更加科学和有效的管理策略提供

理论依据与实践指导。

#### 1 土木工程施工质量控制与安全管理的的重要性

在现代建筑项目中,至关重要的是土木工程施工质量控制与安全管理。直接影响到工程的耐久性、安全性以及使用性能的施工质量,不仅决定了项目的最终效果,还深远地关系到公众的生命财产安全。高质量的施工,能够确保结构的稳定性与功能的有效性,同时降低维护成本,延长工程的使用寿命。相对而言,安全管理作为保障施工过程中的人员、设备和环境安全的核心,其有效实施显著减少施工事故的发生,降低人员伤亡和财产损失,从而保护工人的生命安全与身体健康。在复杂的施工环境中,随着技术进步与工程规模的扩大,面临的挑战在质量控制与安全管理中日益增多,如何在保障工程质量的同时有效防范各种安全隐患,已成为土木工程管理中的关键任务,通过系统的质量控制与科学的安全管理,施工效率得以提升,资源配置得到优化,同时项目的经济效益与社会价值得以增强。

#### 2 当前土木工程施工管理中存在的问题

##### 2.1 施工组织比较混乱

在当前的土木工程施工管理中,尤为显著的是施工组织混乱的问题,这对工程的进度与质量产生了严重影响。混乱的施工组织,主要表现在项目各阶段之间协调不足,工序衔接不畅,资源配置的不合理。有效实施的施工计划往往未能实现,实际进度与计划进度之间的显著偏差,导

致了施工现场人员与机械设备的过度集中或闲置,从而施工效率降低<sup>[1]</sup>。此外,施工现场管理的混乱可能引发信息传递的不畅,各工种之间的配合也因此不充分,工人操作的不规范,进而影响了施工质量的有效保证。

## 2.2 材料把控不严格

在现阶段的土木工程施工管理中,普遍存在的材料把控不严问题,显著影响了工程的质量与安全性。对施工材料在采购、检验及使用过程中的监管不足,主要体现在材料把控不严的情况。由于成本控制不当或供应链管理存在问题,一些项目在采购环节可能会得到不符合质量标准的材料,或未按规定进行验收。在施工过程中,材料的储存与运输条件通常未得到有效保障,致使材料在使用前可能已经受到污染或损坏,进而影响其性能与质量。此外,施工现场对材料使用的管理同样存在问题,例如,混合比例的不准确以及施工工艺的不规范,这些都直接影响了最终工程的质量。由于材料把控不严格,混凝土强度不足、钢筋锈蚀等问题在工程中时有发生,严重时甚至可能引发结构安全隐患。

## 2.3 安全管理不到位

在当前土木工程施工管理中,安全管理不到位的问题已成为工程质量与施工安全的重大隐患。主要表现为施工现场安全风险识别与防控措施的缺乏,这使得工人在作业过程中面临较高的安全风险。未完善或不符合规范的安全设施配置,如防护栏杆、警示标志和个人防护装备的缺失,使工人容易遭受伤害。安全培训与教育也常常不足,对安全操作规程及紧急处理措施的掌握不够,事故发生的可能性由此增加。此外,对潜在危险源的监测与管理也显现出不足之处,未能及时识别和消除现场隐患,例如,在高空作业、深基坑作业等高风险环境中的安全防护措施执行不力,进一步增加了事故发生的风险。

# 3 土木工程施工质量控制与安全管理措施

## 3.1 质量控制措施

### 3.1.1 明确管理责任

在土木工程施工质量控制中,明确管理责任的重要性不可忽视。这一措施不仅确保了质量管理的有效实施,还促进了施工过程的规范化与高效化。关键在于明确管理责任,通过建立清晰的责任分配体系,将质量管理的各个环节具体分配给相应的人员或岗位。整体的质量控制由项目经理负责,确保从项目规划到施工完成的每一个环节均符合预定的质量标准<sup>[2]</sup>。现场监督则由质量控制员专注进行,检验施工工艺、材料质量及施工环境是否符合规范,并及时发现和报告问题。施工人员则应严格按照操作规程及设计要求进行施工,以确保施工质量的合规性。责任的有效落实,必须通过建立详细的责任追究机制来保障,包括明确各级人员的责任范围与职责,制定质量问题的上报与处理流程,并在出现质量问题时进行责任分析与追究。

### 3.1.2 提高从业人员的能力和素质

提升从业人员的能力与素质,作为确保土木工程施工质量控制的核心举措,其深远影响不可小觑。这一措施不仅能显著改善施工质量,还能有效降低风险,提升工程的整体效益。系统化的培训和教育是能力提升的基础,这应包括全面培训施工技术、工艺标准及质量管理要求,使从业人员能够掌握现代施工技术与质量控制方法。理论知识与实际操作相结合,增强了对标准施工流程的理解与执行能力。素质的提升不仅涉及技术层面,还涵盖职业道德与责任意识的培养。施工人员应深刻认识质量管理的重要性,并展现出高度的责任感与细致的工作态度。良好的职业素养与道德规范的培养,确保了施工过程中操作规程的严格遵守,从而减少因人为因素导致的质量问题。为了进一步提升从业人员的综合素质,定期的技能考核与评价必不可少,及时发现并解决技能不足,同时通过反馈与改进机制不断提升工作能力,此外,团队协作与沟通能力的培养亦为素质提升的重要方面,良好的团队合作确保了施工任务的顺利完成与质量的有效控制。

### 3.1.3 完善控制体系

完善的控制体系,被认为是确保土木工程施工质量的核心措施之一。一个有效的质量控制体系,应覆盖从项目规划、设计、施工到验收的全过程,以确保每个阶段均有明确的质量管理标准与控制方法。项目启动之时,详尽的质量管理计划需制定,明确每项工作的质量标准与验收要求,同时检查与监督机制需设立,以确保标准得到有效实施。施工阶段中,质量控制体系应涵盖对施工材料进场的检验、施工工艺的执行情况以及现场操作的规范性。定期与不定期的检查与评估,由专门的质量检查员或质量管理团队进行,可以及时发现并纠正质量问题。此外,具备有效记录与反馈机制的质量控制体系,需详细记录施工过程中出现的质量问题,并进行原因分析,以便迅速调整与改进。

### 3.1.4 加强施工流程管理

加强施工流程管理,被视为确保土木工程施工质量的关键措施。通过系统化规划与控制施工环节,能够确保每个步骤均符合既定的质量标准与工艺要求。基础在于制定详细的施工流程计划,将整个工程划分为多个阶段,并明确每个阶段的工序与操作要求。关键节点与重要环节的严格把控,必不可少,以保证工序衔接顺畅,防止因工序间断或操作不当而产生的质量问题。流程监督机制的建立,亦为重要环节,通过现场管理人员的持续监督与检查,施工流程应按计划执行,并及时发现和纠正施工中的偏差<sup>[3]</sup>。此外,施工记录的管理与归档同样不可忽视,确保每个施工环节都详细记录,以便于后续的质量追溯与问题分析。

## 3.2 安全管理措施

### 3.2.1 加强安全文化建设

提升土木工程施工安全管理水平的关键,正在于加强

安全文化建设。通过系统的教育与培训，安全文化建设旨在培养全体施工人员对安全生产的高度重视与自觉遵守。在施工现场，浓厚的安全氛围应当得到营造，通过标语、宣传板以及安全案例展示等手段，工人的安全意识将持续得到强化，使安全成为每个人自觉的行为。定期组织的安全培训与演练，可有效提升施工人员的安全技能与应急处理能力，确保操作规程的熟练掌握，以及在突发情况中做出正确反应的能力。此外，领导层的榜样作用显得至关重要，施工管理层需以身作则，严格遵守安全规范，并积极参与安全活动，安全管理的重要性由此得到传达。建立奖励机制，对在安全管理中表现突出的个人或团队给予表彰与奖励，将有助于进一步激发全体人员的安全积极性。

### 3.2.2 消除危险源

消除危险源是确保土木工程施工安全的核心措施，其主要目标在于系统地识别并彻底消除施工现场的各种潜在风险，以降低事故发生概率，并保护工人的生命安全。有效的危险源消除，需从全面的风险评估开始，对施工现场进行详细的检查与分析，以识别所有潜在的危险源，潜在的危险源可能包括结构的不稳定、设备故障以及环境条件的恶化等，识别危险源之后，必须采取具体措施以消除这些风险。例如，针对结构性危险，如高处作业的坍塌风险，结构的稳定性可以通过设计与加固措施得到提升，同时安全围栏与保护网的设置，将防止物体的掉落。设备故障风险的控制，则应通过定期的设备检查与维护来实现，确保设备正常运作，并及时更换磨损部件，以避免因设备故障引发的安全事故。环境风险，如极端天气条件，则应通过制定应急预案来应对，合理安排施工时间，避免在恶劣天气下进行高风险作业。此外，消除危险源还包括对施工人员进行安全教育与培训，确保他们了解并遵循安全操作规程，能够正确使用个人防护设备，并及时报告及处理现场的潜在危险，有效的安全信息反馈机制的建立，确保了安全隐患能够迅速上报并得到及时处理，从而形成了一个全员参与的安全管理体系。

### 3.2.3 加强安全教育

加强安全教育，作为确保土木工程施工安全管理的关键措施，其重要性不可忽视。通过系统化的教育与培训，施工人员的安全意识与操作技能可以显著提升，从而有效降低事故发生的可能性。定期的培训课程，应当包括施工现场常见的风险、应急处理措施及安全操作规程的内容，以帮助工人了解如何在各种情况下保护自身安全。实际案例与现场演练的结合，应在培训过程中得以充分体现，以增强工人应对突发事件的能力及实际操作水平<sup>[4]</sup>。此外，

新入职员工的培训也显得尤为重要，以确保他们在正式上岗前能够全面掌握安全规范及必要的安全技能，通过组织安全知识竞赛与开展安全讲座等活动，工人的安全意识得以持续激发，鼓励他们主动参与安全管理，并及时报告潜在的安全隐患。

### 3.2.4 健全管理组织

建立健全的管理组织，作为确保土木工程施工安全管理有效实施的关键措施，其重要性不容忽视。完善的安全管理体系，需要明确各级管理人员的职责与权限，从而形成从项目经理到现场作业人员的全员安全管理网络。专门的安全管理部门或岗位的设立，负责制定安全管理计划、组织安全培训及监督安全措施的执行，是基础所在。该部门应与项目管理层紧密合作，确保各项安全措施得到有效落实。明确各级安全责任人的职责，从高层管理到中层管理再到现场操作人员，每个层级均需具备清晰的安全职责，并在安全管理过程中发挥作用。定期召开安全管理会议，以评估安全管理工作的进展，及时调整和优化安全策略，也成为完善管理组织的重要部分。此外，健全的安全信息反馈机制的建立应当确保安全隐患能够迅速上报并得到及时处理。

## 4 结语

在土木工程施工中，质量控制与安全管理扮演着至关重要的角色，直接决定了工程项目的成败与施工现场的安全。全面实施质量控制措施及强化安全管理，能够有效提升施工质量，事故发生风险将被显著降低，从而确保工程的顺利完成。面对施工过程中不断出现的新挑战，对于项目的成功至关重要是不断优化管理策略与技术手段。随着科技进步与管理经验的积累，土木工程的质量与安全水平有望显著提升，这为建设更安全、高效的工程项目提供了可靠的保障，此举不仅将推动行业的进步，还将为社会创造更多的价值与福祉。

### 【参考文献】

- [1]王佳. 土木工程施工质量控制与安全管理分析[J]. 大众标准化, 2024(12): 66-68.
  - [2]何继宏. 土木工程施工质量管理与安全管理分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(26): 217-219.
  - [3]付克军. 土木工程施工质量控制与安全管理的分析[J]. 房地产世界, 2022(4): 93-95.
  - [4]相恒宇. 关于土木工程施工质量控制与安全管理的探讨[J]. 四川水泥, 2020(6): 237.
- 作者简介：何毅（1997.12—），单位名称：中铁三局桥隧公司，毕业学校和专业：吉林大学，土木工程。

# 建筑电气智能化弱电工程应用技术研究

高靖淇

一汽-大众汽车有限公司天津分公司, 天津 301509

**[摘要]**近几年我国在进行工程建设时, 施工企业的数量也在不断增多, 工程的建设质量已经引起了社会各界的广泛关注。随着我国现代科技的不断发展, 一些新型的技术逐渐应用到工程建设中, 施工水平得到了大幅度的提高, 促进整个行业向着智能化方向更好地发展。在进行建筑电气智能化弱电工程建设时, 需要根据工程的建设要求, 选用正确的施工技术, 才能从根本上提高工程的建设质量和效率, 确保各个施工环节能够顺利地展开。文章就建筑电气智能化弱电工程施工技术进行相关分析和探讨。

**[关键词]**建筑电气; 智能化; 弱电工程; 应用; 施工技术

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13711

中图分类号: U282

文献标识码: A

## Research on the Application Technology of Building Electrical Intelligence and Weak Current Engineering

GAO Jingqi

Tianjin Branch of FAW-Volkswagen Automotive Co., Ltd., Tianjin, 301509, China

**Abstract:** In recent years, the number of construction enterprises in China has been increasing, and the construction quality of projects has attracted widespread attention from all sectors of society. With the continuous development of modern technology in our country, some new technologies are gradually being applied to engineering construction, and the construction level has been greatly improved, promoting the entire industry to better develop towards intelligence. When carrying out the construction of building electrical intelligent weak current engineering, it is necessary to select the correct construction technology according to the construction requirements of the project, in order to fundamentally improve the construction quality and efficiency of the project, and ensure that each construction link can be carried out smoothly. The article analyzes and discusses the construction technology of intelligent weak current engineering in building electrical systems.

**Keywords:** building electrical; intelligentization; weak current engineering; application; construction technology

### 引言

在全球范围内, 建筑行业正经历深刻变革, 智能技术的迅速发展为电气系统的设计与应用带来了全新的机遇。涵盖智能照明、安防监控、楼宇自控及信息通信等多个领域的建筑电气智能化弱电工程, 逐渐成为实现智能建筑的重要组成部分。随着城市化进程的加速以及居民生活水平的提升, 建筑安全、舒适性与节能的需求不断增强, 致使弱电系统因其高效的信息传递与控制能力愈加受到重视。与此同时, 政策层面对绿色建筑与可持续发展的倡导, 使得弱电工程在节能降耗与提升建筑使用效率方面的作用日益显著。有效运行这些系统, 需依赖科学的设计方案、规范的施工流程及高效的运行维护。因此, 深入研究建筑电气智能化弱电工程的应用技术, 不仅为建筑行业的智能化转型提供理论基础, 也为未来的实践提供切实指导。本文将重点探讨弱电工程的设计理念、施工技术及其实际应用, 旨在推动建筑智能化的发展, 提供有益的智慧与方案。

### 1 建筑电气弱电智能化系统的影响因素

#### 1.1 施工管理技术的影响因素

在建筑电气弱电智能化系统的施工管理中, 施工管理

技术的影响因素发挥着关键作用。有效的施工管理不仅确保了工程按照既定计划顺利推进, 还能够降低施工过程中的风险与成本。科学合理的施工计划与进度控制, 有助于协调各个施工环节, 从而确保资源的合理配置。安全管理与质量控制在施工现场同样是施工管理技术的重要组成部分, 严格的标准与流程可以有效防止意外事故及质量缺陷的发生。此外, 施工管理技术的应用还涉及信息化工具的使用, 例如项目管理软件, 能够实时监控工程进展, 并及时调整策略, 从而增强团队的协作与沟通效率。

#### 1.2 线缆敷设不符合标准

在建筑电气弱电智能化系统中, 常见的一个问题是线缆敷设不符合标准, 这可能严重影响系统的稳定性与安全性。信号衰减及干扰, 易由不符合标准的线缆敷设引起, 进而影响系统的正常运行, 甚至可能导致故障的发生。此外, 不当的敷设方式还会增加火灾风险, 特别是在高温环境中, 绝缘层的老化可能引发短路或电击事故。因此, 确保线缆在适宜环境中进行敷设, 并严格遵循行业标准与规范, 采取必要的防护措施是至关重要的。



### 1.3 在施工图纸方面的问题

在建筑电气弱电智能化系统的实施过程中,施工图纸问题常常被视为影响工程质量与进度的重要因素。图纸的准确性与完整性,与施工的顺利进行直接相关。如果存在设计错误、标注模糊或缺失关键细节,施工人员在实际操作中可能产生误解,从而导致线路布置不当或设备配置错误<sup>[1]</sup>。此外,若现场实际情况未能充分考虑于施工图纸中,无法预见的施工困难可能会随之而来,甚至在后期的系统调试与运行中引发问题。

## 2 建筑电气智能化弱电工程的应用技术

### 2.1 智能照明系统的应用技术

智能照明系统在建筑电气智能化弱电工程中被视为至关重要的组成部分,其主要目标在于提高能源利用效率与用户体验。先进的传感器、控制器及通信技术的集成,实现了室内外照明的自动化管理。通过光线传感器的使用,室内灯光的亮度能够根据自然光强度的变化自动调节,确保适宜的照明水平。此外,运动传感器的引入使得灯具在有人进入时自动开启,而在无人时则会自动关闭,从而有效减少能源浪费。与建筑管理系统的整合,允许用户通过手机或平板实时监控与控制照明设备,支持远程操作与定时设置,极大增强了使用的灵活性。智能照明系统还结合场景控制功能,根据不同活动需求,设置各类照明场景,以提升空间的氛围与舒适度。通过数据分析,详细的用电报告被系统提供,帮助管理者制定更加合理的能耗管理决策。

### 2.2 智能安防系统的应用技术

智能安防系统在建筑电气智能化弱电工程中被赋予了至关重要的角色,其主要目标在于提升建筑安全性,保护居民与财产安全。通过整合视频监控、入侵检测、门禁控制与报警联动等多种功能,形成了全面的安防解决方案。高清摄像头与传感器的部署,使得系统能够实现对建筑内外的24小时实时监控,并利用智能图像识别技术自动识别可疑活动,从而发出警报。此外,智能安防系统与智能手机及其他移动设备连接,允许用户随时随地查看监控画面并接收安全通知,确保信息的及时传递。门禁控制功能通过生物识别、刷卡或密码输入,确保仅授权人员得以进入特定区域,有效防止未授权访问。尤其在发生安全事件时,智能联动功能显得至关重要,它能够自动触发其他设备,如警报器与灭火系统,迅速响应,减少潜在损失。通过数据分析与学习,运行策略不断被优化,提升了防范能力,最终实现了“智慧安全”的目标。

### 2.3 智能楼宇自控系统的应用技术

智能楼宇自控系统在建筑电气智能化弱电工程中发挥着重要作用,旨在通过自动化与智能化手段提升建筑的舒适性、能效与安全性。多项功能的整合包括温度控制、湿度监测、照明调节与通风管理,使得系统能够基于实时环境数据自动调节室内气候。例如,室内温度与湿度通过

传感器被实时监控,依据预设的舒适标准,空调与供暖设备的运行状态将被自动调整,从而确保室内环境始终处于最佳状态。此外,所有设备的统一管理得以通过集中控制平台实现,用户可通过移动设备远程监控及调整各项功能,这极大提升了便利性与灵活性。系统的智能调度功能不仅优化了能源使用,降低了运行成本,还具备安全响应能力。在检测到烟雾或异常气体时,迅速启动应急措施,排风设施将被自动开启,同时发送报警信息。

### 2.4 智能通信系统的应用技术

智能通信系统在建筑电气智能化弱电工程中具有重要意义,其通过整合多种通信方式,提升了信息传递的效率与可靠性。通常,该系统涵盖数据传输、语音通信、视频会议及无线网络等功能,从而实现内部与外部的高效沟通。例如,网络结构的设计使建筑内部支持VoIP(语音传输协议)电话系统,用户能够通过网络进行高质量语音通话,这降低了传统电话系统的维护成本<sup>[2]</sup>。此外,视频监控与远程会议功能的提供,使企业能够在不同地点进行实时交流,极大地提升了协作效率。在智能家居环境中,家庭设备互联互通的基础为该系统所构建,用户可通过手机应用或智能语音助手便捷地控制各种智能设备,实现智能照明、安防及家电的集中管理,其灵活性与可扩展性使得智能通信系统能够随建筑使用需求的变化进行调整与升级,从而为用户提供持续的便利与安全保障。

### 2.5 智能能源管理系统的应用技术

智能能源管理系统在建筑电气智能化弱电工程中发挥着关键作用,其目标是通过监测与分析能源使用数据,优化建筑的能源效率与管理。通常,该系统具备实时数据采集、能源消耗分析及智能调度等功能,从而有效识别能耗高峰与异常情况,为用户提供详尽的能耗报告与改进建议。例如,关键设备上安装传感器,使系统能够实时监控电力、水、气等能源的使用情况,并将数据传送至中央控制平台进行分析。基于数据的决策支持协助建筑管理者制定更为合理的能源使用策略,实现智能调度与分配。此外,具备远程监控功能的智能能源管理系统,使用户能够通过移动设备随时查看能源使用状况,调整设备运行模式,从而有效降低能源成本。结合可再生能源系统(如太阳能发电),不仅能够提高能源自给自足的能力,智能能源管理系统还可以将多余的电能反馈至电网,创造经济效益。

## 3 建筑电气智能化弱电工程的设计与施工

### 3.1 弱电系统的设计方案和施工流程

在建筑电气智能化工程中,设计方案与施工流程对于弱电系统至关重要,其合理性直接影响到系统的性能与可靠性。在设计阶段,全面的需求分析是必不可少的,以明确系统的功能要求,包括智能照明、安防监控及数据传输等模块。依据建筑的实际情况与用户需求,制定出详细的设计方案,涵盖线缆敷设、设备选型及接口配置等内容,

同时确保符合相关行业标准与规范。在施工流程中，现场勘查首先进行，以验证设计方案的可行性。接下来，施工团队依据设计图纸进行线缆铺设与设备安装，特别关注线缆的规范敷设，以减少干扰与信号衰减。设备安装过程中，所有连接必须确保正确，以避免因接线错误导致的系统故障。完成安装后，系统的调试与测试将进行，以确保各模块的正常运行，并根据测试结果进行必要的调整与优化。最终，系统的培训与交接也将完成，确保用户能够熟练操作与维护该系统。

### 3.2 弱电系统的设备选择和配置

在建筑电气智能化弱电工程中，设备选择与配置的关键性不容忽视，直接关系到系统的性能、稳定性及可扩展性。依据系统的功能需求与使用场景，适当的硬件必须被挑选。例如，在智能照明系统中，高效且兼容性强的照明控制器与传感器应被选用，以实现精准的光照调节与自动化控制。在安防系统方面，高分辨率摄像头、红外传感器及报警装置的选用显著提升了监控清晰度与反应速度。网络设备的选型同样不可忽视，确保交换机与路由器具备足够的带宽与传输能力，以支持高效的数据传输至关重要<sup>[3]</sup>。在配置方面，设备的安装位置与连接方式需合理规划，以保证信号传输的稳定性与可靠性。考虑到未来的扩展需求，具备良好可扩展性的设备应被选择，以为后续系统升级与功能扩展提供便利，避免因设备限制而导致的再次投资。

### 3.3 弱电系统的安装和调试

在建筑电气智能化弱电工程中，弱电系统的安装与调试占据着关键地位，直接影响着系统的正常运行及性能表现。在安装阶段，依据设计图纸及施工规范，设备安装与线缆敷设应按步骤进行。确保所有设备稳固固定，线缆布局合理，以防止交叉干扰与信号衰减。此外，设备间的连接同样应受到重视，确保接口匹配，避免因接线不当而导致的系统故障。完成安装后，调试阶段随之而来。此时，各个模块需要逐一进行测试，以确认其功能的正常。在调试过程中，设备的电源、信号传输及通信功能需被检查，以确保各部分能够有效协同工作。对于智能照明、安防监控与能源管理等系统模块，具体功能测试是必不可少的，例如，自动调节光照、监控画面清晰度及数据传输的稳定性等。在发现问题时，设备参数应及时调整或线路重新连接，以确保系统的高效与稳定。

### 3.4 弱电系统的运行和维护

弱电系统的运行与维护对于确保建筑电气智能化弱电工程的长期稳定与可靠性至关重要。在系统投入使用后，

完善的管理机制应被建立，以定期检查和监测系统性能，及时识别潜在问题。通过对系统运行状态的监控，实时掌握各模块的工作情况，管理人员能够迅速处理异常报警。同时，详尽的维护计划显得尤为重要，包括对设备进行定期清洁、检修与升级，这样能够有效延长设备的使用寿命<sup>[4]</sup>。关键设备如摄像头、传感器与控制器需定期校准，以确保其准确性与灵敏度。在软件方面，操作系统及应用程序的定期检查与更新，有助于防止安全漏洞，保障系统的安全性。用户培训也是维护工作的重要组成部分，确保操作人员熟悉系统使用及基本故障排除的方法，从而提高系统的运行效率。此外，故障记录与维修档案的建立能够为未来的维护提供参考，帮助优化管理流程，提升响应速度。

## 4 结语

在建筑电气智能化弱电工程的应用技术研究中，智能化系统不仅被视为提高建筑安全性与舒适性的关键因素，更是促进资源高效利用与可持续发展的重要手段。科技的快速发展推动了智能照明、安防监控、楼宇自控及智能通信系统等技术的进步，使得建筑环境日益智能化，用户的生活体验也显著得到提升。通过有效整合这些系统，建筑管理者能够实现实时监控、自动化调控与智能响应，从而提升管理效率与安全保障。随着大数据与物联网技术的引入，智能化弱电工程的未来发展潜力被广泛看好，有望实现更加精准的需求响应与能效管理。展望未来，行业需不断创新与完善设计及施工流程，以应对日益复杂的建筑需求。同时，结合标准化与智能化，确保系统的稳定性与可靠性。通过持续的技术探索与应用实践，智能化弱电工程将为建筑行业的可持续发展注入新的活力，推动城市建设向更加智慧、高效的方向迈进，创造出更安全、更便捷的生活环境。

### [参考文献]

- [1] 朱钰. 建筑电气智能化弱电工程应用技术研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(19): 80-82.
- [2] 秦伟. 建筑电气智能化弱电工程施工技术研究[J]. 中国战略新兴产业, 2024(12): 157-159.
- [3] 张昕伟. 建筑电气智能化弱电工程施工技术探析[J]. 信息记录材料, 2022, 23(3): 221-223.
- [4] 孙祥. 建筑电气智能化弱电工程施工技术探讨[J]. 科技创新与应用, 2021, 11(23): 153-155.

作者简介：高靖淇（1992.6—），男，职称：中级工程师，学历：硕士研究生，毕业院校：天津大学，所学专业：控制工程专业，目前就职单位：一汽-大众汽车有限公司天津分公司。

## 浅谈 BIM 技术在建筑机电安装工程中的应用探讨

刁欢

中电科建设发展有限公司, 河北 石家庄 050299

[摘要]随着时代的不断发展与变迁,社会的经济水平也持续增长,这使得我国城市化的进程不断加快,社会对于建筑业的需求也越来越大。机电安装工程在建筑业中算是比较重要的工程,为进一步提升机电安装工程的施工质量,我们将 BIM 技术运用到此工程中。BIM 技术作为建筑行业中一颗冉冉升起的新星,其具有相当大的优势,使整个工程能够加以完善加以改进。鉴于此,此文主要讨论 BIM 技术在建筑机电安装工程中的应用。

[关键词]BIM 技术; 建筑机电安装工程; 技术应用

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13762

中图分类号: TU17

文献标识码: A

### Brief Discussion on the Application of BIM Technology in Building Mechanical and Electrical Installation Engineering

DIAO Huan

China Electronics Technology Construction Development Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050299, China

**Abstract:** With the continuous development and changes of the times, the economic level of society has also continued to grow, which has accelerated the process of urbanization in China and increased the demand for the construction industry in society. Mechanical and electrical installation engineering is considered an important project in the construction industry. In order to further improve the construction quality of mechanical and electrical installation engineering, we apply BIM technology to this project. BIM technology, as a rising star in the construction industry, has significant advantages that enable the entire project to be improved and perfected. In view of this, this article mainly discusses the application of BIM technology in building electromechanical installation engineering.

**Keywords:** BIM technology; building mechanical and electrical installation engineering; technical application

#### 引言

在当代建筑行业中,建筑信息建模(BIM)技术作为一种革新性工具,正在深刻影响着建筑机电安装工程的设计、施工和管理方式。BIM 技术通过创建精确的三维数字模型,不仅整合了建筑结构、机电设备及管线等多个专业的设计信息,还为项目各阶段的协同合作提供了全面的数字化平台。在这一背景下,本文旨在全面探讨 BIM 技术在建筑机电安装工程中的应用及其所带来的实际效益和改进。首先,将分析 BIM 技术在设计阶段的应用,探讨其如何通过精细的三维建模提升设计的精确性和一致性,从而减少设计错误和漏洞。其次,将探讨 BIM 在施工前的碰撞检测功能,说明其如何在虚拟环境中识别并解决机电设备布局中的潜在冲突,从而降低现场施工的变更和调整成本。接着,将详细讨论 BIM 技术在机房工厂化预制和支吊架预设方面的应用,分析其如何通过标准化和模块化设计提高设备安装效率和质量控制水平。此外,本文还将探索 BIM 在可视化交底和施工管理中的实际运用,评估其如何通过直观的三维展示和实时数据更新优化工程进度监控和资产管理,提高项目的整体效率和可控性。通过分析,本文旨在为建筑行业的专业从业者和决策者提供深入的理论探讨和实践指导,推动 BIM 技术在建筑机电安装工程中的广泛

应用,促进建筑行业向智能化、可持续发展的方向迈进。

#### 1 BIM 技术在建筑机电安装工程中应用优势

BIM 技术在建筑机电安装工程中的应用具有显著优势,首先,它能够实现高效的设计协同与优化。在传统设计过程中,不同专业之间的协调往往存在信息不对称和沟通障碍,而 BIM 技术通过建立三维数字模型,将建筑、结构、机电等各专业的设计信息集成在一个平台上,促进各方协同工作,减少设计变更和冲突。其次,BIM 技术支持精确的碰撞检测与管线综合,能够在设计阶段提前发现和解决管线冲突问题,避免了施工现场的返工和延误,提升了施工效率和工程质量。此外,BIM 技术提供了强大的可视化功能,通过直观的三维模型和模拟仿真,施工人员可以更清晰地理解设计意图和施工工序,减少误解和错误,提高施工准确性和安全性。最后,BIM 技术还支持全过程的工程管理与维护,通过数字化信息管理和数据追踪,实现对工程进度、成本和质量的全面控制,并为后续的运维管理提供可靠的数据支持,显著提升了工程的整体效益和可持续发展能力。

#### 2 建筑工程机电安装的特点

建筑工程机电安装具有复杂性和多专业协同的特点。首先,机电安装工程涉及到电气、暖通空调、给排水、消

防等多个专业,各专业之间的系统复杂且相互关联,要求在设计和施工过程中进行精确的协调和统筹。其次,机电安装需要在建筑主体结构施工完成后进行,但其预埋管线和设备安装往往贯穿整个施工周期,需要与土建工程紧密配合,确保施工进度同步推进。此外,机电设备和管线的布置需要考虑空间的合理利用,要求高精度的设计和施工,避免管线冲突和空间浪费。机电安装工程还涉及大量的高空作业和精细操作,施工过程对工艺水平和技术要求较高,需要专业的施工队伍和技术支持<sup>[1]</sup>。最后,机电系统的稳定性和可靠性对建筑的正常使用至关重要,要求在施工过程中严格控制质量,确保系统的安全和高效运行。

### 3 传统机电安装工程施工中常见的问题

传统机电安装工程施工中常见的问题主要包括设计与施工的脱节、管线冲突和施工返工等。首先,设计图纸常常存在不够详尽或不准确的问题,导致施工人员在实际操作中无法按照图纸进行,出现设计与施工脱节的情况。此外,不同专业的设计图纸之间缺乏有效的协调和综合,导致管线在施工过程中发生冲突,特别是在空间有限的区域,这种问题尤为突出,往往需要现场调整和返工,浪费了大量的人力、物力和时间。其次,施工过程中的管理和监督不够到位,导致施工质量难以保障,设备和材料的安装不规范,存在安全隐患。再者,信息传递不及时,施工现场的实际情况与设计图纸不一致时,问题得不到及时反馈和解决,影响施工进度和工程质量。最后,传统的机电安装工程对施工人员的技能要求高,而由于培训不足或人员流动性大,施工队伍的技术水平参差不齐,也加剧了施工过程中出现的问题。这些问题不仅影响工程的施工效率和质量,还增加了工程成本,延长了施工周期。

## 4 BIM技术在建筑机电安装工程中的应用

### 4.1 设计验证

BIM技术在建筑机电安装工程中的设计验证环节发挥着重要作用,通过建立精确的三维模型,BIM能够将建筑、结构、机电等各专业的的设计信息进行全面整合和模拟,使得设计人员可以在虚拟环境中对整个工程进行多角度的审查和验证。这样不仅能够确保设计图纸的准确性和完整性,还能在早期阶段发现和解决设计中的潜在问题,减少后期施工过程中可能出现的错误和变更。同时,BIM技术能够进行各种性能分析和模拟,包括光照、通风、能耗等方面,从而优化设计方案,提高建筑物的整体性能和可持续性。此外,通过BIM模型的设计验证,可以实现各专业之间的高效协同,确保各系统在空间布局和功能上的协调一致,为后续的施工提供可靠的基础,显著提升工程的质量和效率。

### 4.2 碰撞测试

BIM技术在建筑机电安装工程中的碰撞测试环节具有重要意义,通过将各专业的的设计模型集成到一个三维模型中,BIM能够在设计阶段进行全面的碰撞检测,提前发

现和解决管线、设备和结构之间的空间冲突问题。传统的二维图纸难以直观地识别和解决这些冲突,而BIM技术通过三维可视化和自动化检测,能够准确定位冲突点,并提供优化建议,从而避免施工现场的返工和调整。通过碰撞测试,可以确保各专业系统在有限空间内的合理布置,提高空间利用率,减少施工难度和时间<sup>[2]</sup>。此外,BIM技术的碰撞测试还能提高各专业间的协调效率,确保信息的透明和准确,降低因信息不对称导致的施工误差和资源浪费。这一功能显著提升了工程质量和施工效率,减少了不必要的成本,提高了项目的整体效益。

### 4.3 管线深化设计

BIM技术在建筑机电安装工程中的管线深化设计环节发挥着关键作用,通过详细的三维建模,BIM能够对复杂的管线系统进行精准的深化设计,确保管线布置的合理性和可行性。传统的二维设计图纸难以全面展示管线的空间关系和具体细节,而BIM技术则可以通过三维模型清晰地展现管线的走向、节点和连接方式,帮助设计人员更直观地进行优化设计。BIM模型中的管线深化设计不仅能够有效避免管线之间的冲突和交叉,还能充分考虑施工的可操作性和维护的便捷性,提升整体工程的施工效率和质量。此外,BIM技术还支持对管线系统进行多种性能模拟和分析,如流体动力学分析、热力学分析等,进一步优化管线的布局和设计,确保系统的高效运行和节能效果。

### 4.4 净高检查

BIM技术在建筑机电安装工程中的净高检查环节具有重要作用,通过建立精确的三维模型,BIM能够对建筑内部各层的净高进行全面检查和验证。传统的二维设计图纸难以准确反映各专业管线和设备布置后的实际净高情况,而BIM技术可以通过三维模型清晰地展示各楼层的净高数据,确保满足设计要求和规范标准。净高检查不仅能够提前发现和解决因管线布置不合理导致的净高不足问题,还可以优化管线和设备的布置方案,确保建筑空间的合理利用。通过BIM模型进行净高检查,可以在设计阶段就识别出可能的净高冲突,避免施工过程中因净高不足而产生的返工和调整,节约时间和成本。同时,净高检查还能提升各专业之间的协调效率,确保管线和设备安装的准确性,保障工程质量和安全性。

### 4.5 洞口预留

通过精确的三维建模,BIM能够清晰地标识和定位建筑物中各类管线和设备穿越结构的洞口位置。传统的二维图纸由于缺乏立体展示,容易导致洞口预留不准确,从而影响施工进度和质量。而BIM技术通过综合各专业的的设计信息,能够在设计阶段就明确各类洞口的具体位置、尺寸和形状,确保预留洞口的准确性和合理性,避免施工过程中出现返工和调整<sup>[3]</sup>。此外,BIM技术可以进行洞口预留的碰撞检测,提前发现和解决潜在的冲突问题,确保各专

业管线和设备的顺利安装。

#### 4.6 支吊架预设

通过 BIM 的三维建模能力,工程团队可以精确地规划和设计支吊架的位置、类型和布置,以适应管道和设备的重量、位置和运行需求。传统的二维设计图纸难以全面展示各种复杂情况下的支吊架需求,而 BIM 技术则能够在设计阶段就考虑到管道和设备的空间布局及其负荷特性,从而减少后期的调整和修改。支吊架预设不仅仅是为了支撑管道和设备的稳定性,更重要的是确保施工和运行期间的安全性。BIM 模型能够进行支吊架的碰撞检测,提前发现可能的冲突和问题,优化支吊架的位置和布置,避免干扰其他系统或结构的情况发生。此外,支吊架预设还可以通过模拟负载和应力分析,评估支吊架的结构强度和稳定性,确保其在使用过程中能够承受预期的负荷和环境条件。

#### 4.7 虚拟建造

通过 BIM 技术,工程团队可以在项目实施前,利用精确的三维模型对施工过程进行逐步分析和评估。这种虚拟建造不仅包括建筑主体结构的模拟,还涵盖了机电设备、管线布置、支吊架安装等关键细节的仿真。通过模拟施工序列和作业流程,可以及时发现潜在的施工冲突和问题,优化施工顺序和工艺流程,提高施工效率和质量。虚拟建造还能够帮助项目团队在实际施工之前进行准确的资源规划和时间安排。通过模拟不同场景和条件下的施工过程,可以预测和优化资源使用、人力配置及物流管理,减少浪费和成本,提高整体项目的经济效益。此外,虚拟建造技术还能够为工程团队提供沟通和协作的平台,促进不同专业之间的协调与合作,确保各方在施工过程中的理解一致性和工作协同性。

#### 4.8 机房工厂化预制

BIM 技术在建筑机电安装工程中的机房工厂化预制是通过利用数字化设计和预制技术,将机房设备和设施在工厂环境中预先制造和组装完成,然后运输到现场进行安装的先进方法。这种方法能够显著减少现场施工时间和工程风险,提高施工质量和安全性。首先,BIM 技术通过精确的三维建模,允许工程团队在虚拟环境中设计和优化机房的布局、设备的安装和连接方式。这样可以确保在预制阶段就考虑到各个设备和管线的准确位置和接口,避免后期在现场因调整而产生的问题和延误。其次,机房工厂化预制还可以提高施工效率和质量控制。在工厂环境中,可以更加精确地控制材料的使用和工艺的实施,避免受到现场环境限制的影响。预制的机房设备可以通过标准化和模块化设计,简化现场安装过程,减少施工中的人为错误和质量问题,提高整体工程的施工效率和一致性。最后,机房工厂化预制不仅提升了施工过程中的可控性和安全性,还能够减少施工现场的噪音、污染和废料产生,符合可持续发展理念。

#### 4.9 可视化交底

BIM 技术在建筑机电安装工程中的可视化交底是通

过利用三维数字模型,将设计意图和施工细节以直观的方式展示给相关各方的重要环节。传统的二维设计图纸和文字描述往往难以准确传达复杂的建筑机电系统布置和安装要求,而 BIM 技术则通过高度逼真的三维模拟,让参与者能够在虚拟环境中深入理解和审查设计方案。可视化交底通过直观的图形和动画展示,能够帮助工程团队、业主和施工人员更清晰地理解建筑机电系统的设计意图和安装要求。在设计阶段,可以通过 BIM 模型展示不同视角下的建筑结构和设备布置,以及可能的施工顺序和方法。这不仅有助于及时发现和解决设计中的潜在问题,还能提高设计的完整性和一致性<sup>[4]</sup>。此外,可视化交底还有助于提升施工现场的管理和协调效率。施工人员可以在虚拟环境中预先了解各项工作的具体步骤和 safety 注意事项,有效规划施工顺序和资源分配。同时,通过实时更新 BIM 模型,可以及时反馈施工进度和现场问题,减少误解和信息不对称带来的风险,提升施工的准确性和效率。

### 5 结语

建筑信息建模(BIM)技术在建筑机电安装工程中的应用显著提升了项目管理和执行的效率与质量。通过 BIM 技术,我们可以在设计阶段实现高度精确的模拟和协同工作,有效减少设计错误和冲突。在施工阶段,BIM 的碰撞检测和预制装配功能帮助优化了施工过程,减少了现场的变更和调整,提升了设备安装的效率和安全性。此外,BIM 技术在可视化交底和施工管理中的应用,则使得工程进度和资源管理更加精准和可控。然而,尽管 BIM 技术带来了诸多优势,其在实际应用中仍面临一些挑战和限制。例如,技术标准的统一和数据格式的兼容性问题,以及人员培训和技术更新的需求等,都需要行业各方共同努力和持续改进。未来,随着技术的不断发展和应用经验的积累,BIM 技术在建筑机电安装工程中的应用将更加广泛和深入。建筑行业将逐步实现数字化转型,实现更高效、更可持续的建设和运营管理模式。因此,我们应当继续推动技术创新,加强跨部门协作,共同应对挑战,以期在未来建设更加智能和可持续发展的建筑环境中,发挥 BIM 技术的最大潜力。

#### [参考文献]

- [1]白浩兴,武开通.BIM 技术在建筑机电安装工程项目中的应用[J].四川水泥,2024(3):115-117.
- [2]孟磊.BIM 技术在建筑机电安装工程施工质量控制中的运用[J].中国机械,2023(30):55-58.
- [3]孙海碧,李磊,姚顺宇.BIM 技术在建筑机电安装工程中的应用探讨[J].智能建筑与智慧城市,2023(6):49-51.
- [4]李凤明.建筑机电安装工程中 BIM 技术的应用策略研究[J].大众标准化,2023(9):153-155.

作者简介:刁欢(1990.2—),女,毕业院校:河北建筑工程学院,所学专业:建筑环境与设备工程,当前就职单位:中电科建设发展有限公司,职称级别:中级。

## 节能环保技术在土木建筑施工中的运用

刘贤贤

新疆铁道职业技术学院, 新疆 哈密 839000

**[摘要]** 土木建筑施工对环境的影响引发了广泛关注, 资源的浪费、污染的加剧以及生态的破坏, 往往是传统施工方法所导致的, 这不仅扰乱了生态平衡还威胁到人类的生存环境。随着社会对生态文明建设重视程度的提升, 相关法律法规不断被出台, 以推动建筑行业的转型与升级。在此过程中节能环保技术的研究与应用显得尤为重要, 诸如新型保温材料、可再生能源的利用及墙体绿色节能技术, 目的是减少建筑在使用过程中的能源依赖, 并降低其对环境的负面影响。唯有通过全行业的共同努力, 经济发展与环境保护的协调才能得以实现, 推动建筑行业向可持续发展迈进。

**[关键词]** 节能环保技术; 土木工程; 施工; 应用

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13706

中图分类号: TU201.5

文献标识码: A

### Application of Energy-saving and Environmental Protection Technology in Civil and Architectural Construction

LIU Xianxian

Xinjiang Railway Vocational and Technical College, Hami, Xinjiang, 839000, China

**Abstract:** The impact of civil construction on the environment has attracted widespread attention. The waste of resources, worsening pollution, and ecological damage are often caused by traditional construction methods, which not only disrupt the ecological balance but also threaten the human living environment. With the increasing emphasis on ecological civilization construction in society, relevant policies and regulations are constantly being introduced to promote the transformation and upgrading of the construction industry. The research and application of energy-saving and environmental protection technologies are particularly important in this process, such as the use of new insulation materials, the utilization of renewable energy, and green energy-saving technologies for walls, with the aim of reducing the energy dependence of buildings during use and minimizing their negative impact on the environment. Only through the joint efforts of the entire industry can the coordination between economic development and environmental protection be achieved, and the construction industry can move towards sustainable development.

**Keywords:** energy-saving and environmental protection technology; civil engineering; construction; application

#### 引言

全球气候变化的加剧与资源逐渐枯竭, 给建筑行业带来了前所未有的挑战。在此情况下节能环保技术的应用已成为推动建筑可持续发展的关键途径。土木工程作为建筑行业的重要组成部分, 其施工过程中产生的能耗与资源消耗占据了相当大的比例。因此, 节能环保技术的推广不仅能够有效降低建筑能耗, 减轻对环境的负担, 还能显著提升建筑的整体价值与使用效率。本文将探讨节能环保技术在土木建筑施工中的重要性、当前面临的问题以及未来的发展方向。

#### 1 节能环保技术在土木建筑施工中应用的作用

##### 1.1 满足当前生态文明建设的基本需求

在土木建筑施工中, 节能环保技术的应用能够有效满足当前生态文明建设的基本需求。施工过程中的资源消耗与环境污染得以降低, 同时促进了建筑行业向可持续发展转型。传统的高能耗、高排放模式已不再适应现代社会的要求, 通过节能环保技术的应用, 建筑材料的使用及碳排放得以最大限度地减少, 施工对自然环境的负面影响也因

此得到有效遏制, 从而保护生态系统, 这些技术的推广对实现国家的节能减排目标具有重要意义, 符合生态文明建设中强调的资源节约及环境友好型社会发展理念<sup>[1]</sup>。环保性能的提升不仅增强了建筑工程的质量, 也为社会的可持续发展提供了必要的技术支持与实践保障。

##### 1.2 满足住户对生活质量的追求

在土木建筑施工中, 节能环保技术的应用能够有效满足住户对生活质量不断提升的需求。现代住户在关注建筑外观与功能的同时, 更加重视居住环境的舒适性与健康性, 通过采用这些技术能够实现更高效的能耗管理, 优化室内温度调节减少能量损耗提升空气质量, 从而为住户创造一个宜居的环境。使用环保材料及合理利用资源, 有效降低了有害物质的排放, 确保室内空气的清新及居住空间的健康, 这些措施极大地提高了住户的生活质量, 节能技术所带来的长期节约效应, 有助于减少住户的使用成本从而提升整体居住体验的价值。

##### 1.3 提升建筑行业的可持续发展能力

节能环保技术的广泛应用不仅改变了传统建筑施工

方式,还显著增强了建筑行业的可持续发展能力。面对全球气候变化与资源短缺的挑战,进行转型已成为建筑行业的迫切需求。通过引入可再生能源、推广绿色材料以及实施高效的能源管理系统,自然资源的过度依赖得以减少,碳排放与污染也随之降低,实现了生态效益与经济效益的双赢,这一可持续发展能力的提升体现于资源节约与环境保护之上,同时也促进了行业内的技术创新与管理优化。施工技术的持续更新与改进,使建筑行业能够顺应未来更加严格的环保标准,为全球生态文明建设贡献更大的力量。

## 2 土木建筑施工中应用节能环保技术存在的问题

### 2.1 节能环保意识淡薄

在土木建筑施工领域,节能环保意识的普及显得不足,这成为技术推广的重要障碍。许多施工单位及从业人员仍习惯于传统施工方式,未能充分认识节能环保技术的长远价值与必要性。短期经济利益往往成为一些管理者与工人更关注的焦点,忽视了技术应用所带来的环境与社会效益,导致节能环保措施在实际施工中难以全面落实,行业内的节能理念尚未深入人心,许多项目在规划与实施阶段对环保技术的重视不足,常常停留在表面的宣传,未能形成切实可行的执行体系。这样的意识淡薄不仅阻碍了技术的推广,还对整个行业的可持续发展产生了不利影响。

### 2.2 缺乏科学系统的管理措施

在土木建筑施工中,节能环保技术应用的一大障碍便是缺乏科学系统的管理措施。许多项目在施工阶段未能建立统一标准和明确的操作规范,导致节能环保技术的执行效果大打折扣,有效的监督与评估机制往往未能在项目管理层中建立,使施工环节中节能环保措施的执行力度不足,难以保证其真正落实,管理层级不清晰与责任划分模糊的现象进一步加剧了管理的混乱,导致节能环保技术实施时存在随意性与不确定性,管理上的缺失不仅使得技术的有效性难以得到保证,还容易引发资源浪费与环境污染,影响项目整体的环保效益。

### 2.3 缺乏对施工材料的控制

在土木建筑施工中,施工材料的有效控制成为节能环保技术应用的一大挑战。许多项目在材料采购与使用环节未能严格遵循环保标准,导致不符合要求的材料被引入施工现场,不仅降低了节能环保技术的实际效果,还可能对环境与施工质量产生负面影响。在材料使用过程中,资源浪费现象常因管理不善或监管不足而频繁出现,尤其在资源紧缺的背景下,无序使用更进一步加剧了环境污染,缺乏对材料全生命周期的跟踪与管理,使废料的回收与再利用变得困难,进一步削弱了施工项目的环保效益。

## 3 节能环保技术在土木建施工中的应用

### 3.1 新型保温材料的应用

新型保温材料的应用显著提升了土木建筑施工中建筑的节能性能,这些材料相比传统保温材料,具备卓越的

隔热效果与更轻的重量,能够有效降低建筑能耗保持室内温度的稳定。例如,真空绝热板与聚氨酯泡沫等材料,不仅展现了高效的保温性能,还能显著减少整体建筑能耗,许多新型保温材料还具备防潮、抗菌等特性,进一步提升了居住环境的舒适性与安全性。随着绿色建筑理念逐步普及,材料的使用逐渐受到重视,成为推动建筑行业可持续发展的关键因素,通过采用新型保温材料,土木工程不仅能确保居住质量还能有效降低对环境的影响。

### 3.2 太阳能、风能等可再生能源的利用

可再生能源的应用,如太阳能与风能正日益成为土木建筑施工中的一个重要发展趋势,这些清洁能源不仅有效降低了建筑在运营过程中所需的能源消耗,还能够减少温室气体的排放,助力环保目标的实现。在建筑设计阶段,太阳能光伏板与风力发电设备的集成,能够为建筑提供稳定的电力来源从而减少对传统能源的依赖,太阳能热水系统的应用为住户提供了便捷的热热水解决方案,显著降低了能源费用,通过合理的布局与设计,自然资源得以充分利用,建筑不仅增强了自给自足的能力还为居民创造了更加绿色与舒适的生活环境。随着技术不断进步与成本降低,可再生能源在土木建筑中的应用愈加普遍,为行业的可持续发展注入了强大动力。

### 3.3 墙体绿色节能技术的运用

墙体绿色节能技术的应用在提升建筑能效方面显得尤为重要,通过采用轻质墙板与保温复合材料,这些高效材料不仅显著降低了建筑的热传导率,还增强了室内温度调节的能力。墙体设计通过增加自然采光与通风有效减少了对人工照明与空调的需求,从而进一步实现了能源的节约。在施工环节,绿色节能技术强调所用材料的环保性与可回收性,确保建筑在使用生命周期结束后对环境的影响降至最低,这些技术的实施提升了建筑的整体舒适度,为居民创造了更健康、更宜居的生活环境。随着绿色建筑标准的不断提高,墙体绿色节能技术的重要性将愈加凸显,成为推动建筑行业可持续发展的关键因素。

### 3.4 门窗施工节能技术的运用

门窗施工中的节能技术在提升建筑整体能效与居住舒适性方面起到了显著作用。现代节能门窗使用多层隔热材料及高性能密封设计,热量的流失被有效减少,从而降低了空调与采暖的能耗,这些节能窗户通常配备低辐射涂层,既提高了光线透过率又有效阻挡了紫外线,保护室内家具与装饰,通过合理的安装与调整,门窗能够最大化地利用自然光,进一步减少对人工照明的依赖,促进了能源的节约。同时这类高性能门窗系统改善了室内声学环境,外部噪音的干扰得以降低,为居住者创造了更安静舒适的生活空间。随着节能建筑标准的不断提升,门窗施工中的节能技术愈加重要,已成为建筑设计与施工不可或缺的一部分。

### 3.5 水资源的循环利用与节约

水资源的循环利用与节约在土木建筑施工中显得愈发重要,通过引入雨水收集系统,降水能够有效转化为可用水,从而减少对市政供水的依赖。收集到的雨水可被用于绿化或卫生间冲洗等非饮用用途,显著降低了用水成本,采用先进的水处理技术,如污水回收与再利用系统,使生活污水在日常运营中得以处理后重新使用,进一步提升了水资源的利用效率,这些技术的应用不仅减少了水资源的浪费,更增强了建筑的可持续性<sup>[2]</sup>。通过实现高效的水资源管理与利用,推动了绿色建筑理念的发展,促进了生态环境的保护,旨在应对全球水资源日益紧缺的挑战。

### 3.6 废弃材料的回收与再利用

在土木建筑施工中,废弃材料的回收与再利用正逐渐成为重要实践,通过建立有效的废弃物管理机制,各类废弃材料如混凝土、木材、金属等在施工现场能够得到系统分类与收集,经过处理后这些材料可被重新加工,并应用于新建筑项目,从而降低对新资源的需求。例如,废旧混凝土经过破碎后可转化为再生骨料,用于新混凝土的制作;而经过修复的木材则能够用作装修或其他建筑构件,这种做法不仅有助于降低施工成本,更显著减少了建筑垃圾的产生,降低了对环境的影响。推动废弃材料的回收与再利用提升了资源的利用效率,同时也促进了建筑行业向更可持续的发展方向迈进,满足了现代社会对环保与资源节约的迫切要求。

## 4 节能环保技术在土木工程中的完善措施

### 4.1 提高节能环保意识

提升节能环保意识成为推动土木工程可持续发展的关键举措,在建筑行业通过增强从业人员及管理层的环保意识,有效促进节能环保技术的应用与实施。定期开展培训与宣传活动,有助于让施工人员深入理解节能措施对环境及自身生活质量的积极影响,激发他们在实际工作中自觉采用环保技术的愿望,企业应在内部文化中强化环保理念,融入日常管理与项目评估,鼓励员工积极参与节能减排工作。借助行业协会与专业机构的支持分享成功案例与最佳实践,有助于营造全行业关注节能环保的良好氛围。随着意识的提升对节能环保技术的重视程度将显著增强,从而推动技术的广泛应用,形成良性的生态循环。

### 4.2 加强节能环保技术的研发和创新

加强节能环保技术的研发与创新,成为推动土木工程可持续发展的重要策略。随着环境问题的加剧,传统施工方式已难以满足现代社会对资源节约与环保的需求,对新技术的投资与开发行业亟需增加,以寻求更高效的节能解决方案。通过与科研机构、高校及企业的合作,能够构建

多方协作的创新体系,促进新材料与新工艺的实际应用<sup>[3]</sup>。例如,研发更佳保温性能的新型建筑材料,或引入智能监测系统以实时优化能源使用,鼓励技术成果的分享与交流使成功经验能够在更广泛的范围内推广,这不仅能够加速技术的普及也提升了整个行业的创新能力。随着节能环保技术的持续进步,土木工程将朝向更加绿色与可持续的发展方向迈进。

### 4.3 优化土木建筑施工方案

优化土木建筑施工方案,成为提升项目节能与环保效果的重要途径。在设计施工方案时,资源的高效利用与环境保护必须全面考虑,确保每个环节尽可能减少资源浪费与污染<sup>[4]</sup>。例如采用模块化施工,不仅能够缩短施工周期,还能降低建筑材料的损耗;合理规划施工顺序有助于减少现场设备的能耗,将节能技术融入方案,如使用可再生能源或引入智能施工管理系统,使得能耗在施工过程中能够实时监测并调整,确保各项资源的高效使用。这些优化措施不仅提升了施工效率,还显著降低了建筑对环境的影响,为可持续发展奠定了坚实基础。优化后的施工方案将使建筑项目在经济效益与环保效益之间实现良好的平衡。

## 5 结语

在当前环境问题和资源短缺日益严峻的形势下,节能环保技术在土木建筑施工中的重要性愈加凸显,通过新型保温材料的应用、可再生能源的有效利用,以及墙体绿色节能技术的实施,建筑能效的提升与能耗的降低得以实现,同时为推动可持续发展做出积极贡献,与此同时提升意识、加强技术研发与创新、优化施工方案,皆为确保这些技术成功实施的关键因素。展望未来,随着行业对节能环保重视程度的不断加深,土木建筑将向绿色与智能化发展模式转型,经济效益与环境保护的双赢将得以实现。唯有全行业共同努力,建筑行业的可持续发展才能真正实现,为后代留下一片更美好的生态环境。

### [参考文献]

- [1]李伟.土木建筑施工中节能环保技术的运用策略探究[J].大众标准化,2023(22):78-80.
- [2]赵思栋.节能环保技术在建筑工程施工中的应用研究[J].建材发展导向,2023,21(24):196-198.
- [3]邓燃,高吉军,杨青,等.节能绿色环保技术在土木工程施工中的应用策略[J].建筑科学,2022,38(9):186.
- [4]童宗强.节能环保施工技术在建筑工程施工中的应用[J].价值工程,2022,41(8):119-121.

作者简介:刘贤贤(1989.7—),男,毕业院校,河海大学,所学专业:材料工程,当前就职单位:新疆铁道职业技术学院,职务:专业教师,职称级别:讲师。



## 市政道路工程项目管理中常见问题与对策探讨

滕川

重庆市黔江区建筑工程事务中心, 重庆 409000

**[摘要]**市政道路工程是城市建设的重要组成部分,其质量与安全直接关系到市民的出行和城市的运行。文中通过对市政道路工程项目管理中常见的问题进行梳理,分析了问题产生的原因,并提出了相应的对策,旨在为市政道路工程项目的管理提供参考。

**[关键词]**市政道路工程;项目管理;常见问题;对策

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13759

中图分类号: U415

文献标识码: A

### Discussion on Common Problems and Countermeasures in Municipal Road Engineering Project Management

TENG Chuan

Chongqing Qianjiang District Construction Engineering Affairs Center, Chongqing, 409000, China

**Abstract:** Municipal road engineering is an important component of urban construction, and its quality and safety are directly related to the travel of citizens and the operation of the city. The article summarizes common problems in the management of municipal road engineering projects, analyzes the causes of these problems, and proposes corresponding countermeasures, aiming to provide reference for the management of municipal road engineering projects.

**Keywords:** municipal road engineering; project management; common problems; countermeasures

#### 引言

市政道路工程是城市基础设施建设的重要组成部分,其质量与安全直接关系到市民的出行和城市的运行。随着城市化进程的加快,市政道路工程建设项目的数量和规模不断扩大,项目管理的复杂性也在增加。然而,在实际的项目管理过程中,还存在许多常见的问题,影响了工程的质量、安全与进度。本文旨在对市政道路工程项目管理中常见的问题进行梳理,分析问题产生的原因,并提出了相应的对策,以提高市政道路工程项目的管理水平。

#### 1 市政道路工程的特点

市政道路工程在规划设计、施工建设以及后期管理等各个环节,都需要充分考虑民众的需求,确保道路的实用性、舒适性和安全性。

(1) 综合性。市政道路工程不仅仅是简单的道路建设,还包括交通设施、排水设施、照明设施、绿化带等配套设施的建设。这些配套设施的合理配置,对于提高道路的功能性、保障交通运行的安全顺畅以及提升城市环境质量具有重要意义。

(2) 时效性。城市交通需求的不断增长,对市政道路工程的建设与维护提出了较高的要求。为了满足市民的出行需求,市政道路工程需要高效地进行规划和建设,确保道路工程能够尽快投入使用,发挥其功能。

(3) 复杂性。城市地形地貌、地下管线分布、周边建筑物的分布等因素,都会对市政道路工程的规划和建设

带来影响。因此,市政道路工程在规划和建设过程中,需要充分考虑这些因素,确保道路工程的顺利进行。

市政道路工程是一项系统工程,涉及到多个部门和单位的协同配合。例如,规划部门负责道路的规划布局,交通部门负责交通组织的优化,建设部门负责道路的建设施工,城市管理养护部门负责道路的后期养护管理等。只有各个部门和单位密切配合,才能确保市政道路工程的顺利推进和高效运营。随着城市规模的不断扩大,市政道路工程需要根据城市发展的需求,进行合理的规划和布局,以适应城市交通发展的需要。同时,市政道路工程还需要具备一定的灵活性,以便在未来城市交通需求发生变化时,能够进行相应的调整和优化。

#### 2 市政道路工程项目管理中常见问题

##### 2.1 项目规划不合理

市政道路工程项目的规划是否合理,关系到项目的顺利进行和最终的工程质量。在项目规划阶段,如果对工程项目的可行性研究、规划设计、施工组织设计等方面考虑不周全,在项目实施过程中出现各种问题,影响工程的进度和质量。

首先,如果项目规划中对工程的缺少可行性研究,会导致在项目实施过程中遇到各种预料之外的问题。例如,可能会发现在施工地点附近有重要的地下管线,或者地质条件不适合施工。这样的问题如果没有在项目规划阶段就被发现和解决,就会严重影响工程的进度和质量。其次,

项目规划中的设计不合理,会导致工程在实施过程中出现各种质量问题。例如,可能会发现设计中的某些部分无法实现,或者在实际施工中会发现设计中的某些部分不合理。这样的问题如果没有在项目规划阶段就被发现和解决,就会严重影响工程的进度和质量。最后,在项目规划中的施工组织设计中出现问题,将会导致工程在实施过程中出现各种管理问题。例如,可能会发现施工进度无法按计划进行,或者在实际施工中会发现施工人员的工作安排不合理。这样的问题如果没有在项目规划阶段就被发现和解决,就会严重影响工程的进度和质量。

## 2.2 管理体系不完善

市政道路工程项目管理体系的完善程度直接关系到工程质量和进度,然而,当前我国市政道路工程项目管理体系存在诸多不完善之处,其中最为突出的问题是权责不分明和管理混乱。

权责不分明主要表现在项目决策、执行和监督环节。在项目决策阶段,由于缺乏明确的权责划分,导致项目可行性研究、规划设计等环节出现决策失误,甚至出现了一些不必要的设计变更,从而影响了工程质量和进度。在项目执行阶段,由于施工方、设计方、监理方等各方之间的权责不清晰,导致施工过程中出现了诸多问题,如施工质量不达标、工程进度滞后等。在项目监督环节,监管部门对项目的监督力度不够,难以发现和解决问题,使得工程质量和进度受到影响。

管理混乱主要体现在项目管理体系的运行机制不健全,导致项目管理过程中各个环节衔接不畅。首先,项目管理体系中缺乏有效的沟通机制,使得项目各方之间的信息传递不畅,导致工程质量和进度受到影响。其次,项目管理体系中缺乏有效的协调机制,使得项目各方在施工过程中难以形成合力,从而影响工程质量和进度。此外,项目管理体系中缺乏有效的激励机制,导致项目各方缺乏积极性,影响工程质量和进度的提升。

## 2.3 施工技术水平低

市政道路施工是城市基础设施建设的重要组成部分,关系到市民出行安全和城市交通功能的正常运行。然而,在实际施工过程中,部分施工单位技术水平低,对工程质量产生不利影响,不仅制约了市政道路施工的进度,也带来安全隐患。

首先,由于设计人员对施工技术和材料的了解不足,导致设计方案不合理或设计细节粗糙,这将直接影响工程的质量和安。此外,设计阶段的失误还可能造成工程预算的不准确,进而影响整个工程的进展。其次,在施工过程中,技术水平低的施工单位往往无法正确理解和执行工程设计要求,导致施工质量不符合标准。例如,施工中的焊接、混凝土浇筑等关键工序,如果施工人员没有接受过专业培训,就可能出现工艺不达标、质量控制不严格的问

题。这将直接影响到道路的使用寿命和交通安全。最后,由于管理人员对施工流程和技术的理解不深入,导致现场管理混乱,工程进度拖延,甚至出现安全事故。此外,施工单位在材料采购、施工设备选用等方面也可能因技术水平不足而出现问题,影响工程质量。

## 2.4 工程监理缺失

市政道路工程监理的缺失,表现在监理单位对施工现场的监督、检查、控制不力,从而导致工程质量问题的出现。

(1) 监督力度不足。监理单位作为第三方,其主要职责是对施工现场进行全面的监督,确保施工质量和进度符合要求。然而,在实际操作中,监理单位往往缺乏足够的监督力度,导致施工现场的施工质量和进度无法得到有效保障。

(2) 检查工作不到位。监理单位的检查工作是对施工现场进行定期或不定期的检查,以确保施工质量符合规范。然而,在实际操作中,监理单位的检查工作往往不到位,导致一些施工质量问题无法及时发现和解决。

(3) 现场的控制失效。监理单位应对施工现场的施工过程进行严格的控制,确保施工质量符合要求。然而,在实际操作中,监理单位往往对施工现场的控制不力,导致一些施工质量问题无法得到及时解决。

## 3 市政道路工程项目管理对策

### 3.1 加强项目规划

市政道路工程项目的管理涉及到前期规划、设计、施工以及后期的维护等多个环节。其中,项目规划是市政道路工程项目管理的基础和起点,对于项目的成功与否具有决定性的影响。

项目规划阶段的首要任务,是进行项目的可行性研究。这就要求项目管理团队,要基于科学的数据分析和预测,对项目的技术可行性、经济合理性、法律合规性以及社会影响力等多方面进行深入研究,以确保项目能够在技术上实现,经济上合理,法律上合规,社会上接受。在确保项目可行的基础上,项目规划还需要对项目的各个阶段进行详细规划和设计,包括项目的整体进度计划、各阶段的任务分解、资源需求计划、质量控制计划、安全管理计划。这些规划和设计,需要充分考虑项目的实际需求和可能的风险,以确保项目能够在预定的时间和预算内完成,同时达到预定的质量标准。项目规划的全面性和准确性,是确保项目成功的关键。因此,要求项目管理团队,不仅要项目的技术和管理有深入的理解,还要对项目的环境和社会影响有充分的认识。只有这样,才能确保项目的规划全面而准确,为项目的顺利推进打下坚实的基础。

在项目规划阶段,还需要重视项目的风险管理。项目的风险管理,包括对项目的潜在风险进行识别、评估和控制,以降低项目风险对项目的影。这就要求项目管理团队,要有前瞻性的眼光,对项目的可能风险进行充分的预判,并制定相应的应对措施。总的来说,市政道路工程项目的

管理,需要从项目规划开始,做好项目的可行性研究,进行详细的项目规划和设计,全面考虑项目的各种因素,确保项目的顺利推进。

### 3.2 完善管理体系

建立和完善市政道路工程项目的管理体系,是提高城市建设质量、确保工程安全、提升公共服务水平的重要保障。在管理体系中,权责明确、管理流程优化、管理效率提高是核心要素,共同构成了一个高效、规范、可持续的项目管理模式。工程项目涉及众多环节,包括规划、设计、施工、监理等,每个环节都需要明确的责任主体和职责范围。只有这样,才能确保各个环节的顺利衔接,避免责任推诿和资源浪费。对于政府部门而言,需要制定详细的管理规定,明确各部门和岗位的职责;对于企业而言,需要建立健全内部管理制度,明确项目各参与方的权利和义务。项目管理流程包括项目立项、招投标、设计审批、施工管理、验收投用等环节。通过流程再造和优化,可以简化程序、提高效率。例如,推行并联审批制度,可以加快项目立项和设计审批进度;实施精细化施工管理,可以确保工程质量和安全;采用信息化手段,可以实时监控项目进度和质量。

为实现管理效率目标,需要从以下几个方面入手。一是完善项目管理机制,确保项目按照既定目标推进;二是强化项目执行力,确保各项措施落到实处;三是引入激励与约束机制,调动项目参与各方的积极性;四是推广先进的管理方法和技术,提高项目管理水平。最后,建立健全市政道路工程项目管理体系是系统工程,需要政府、企业和社会各方共同努力。政府要发挥主导作用,制定相关政策,提供必要支持;企业要诚信经营,履行社会责任;社会要发挥监督作用,保障公众利益。

### 3.3 提高施工技术水平

(1) 建立完善的技术培训体系。施工单位应根据工程特点和施工人员的能力,制定针对性的培训计划。通过内部培训、外部培训、实操演练等多种形式,确保施工人员掌握最新的施工技术和管理知识。同时,鼓励施工人员参加相关行业的职业技能培训和认证,提升个人素质和能力。

(2) 强化技术指导与交流。施工单位应加强与设计单位、监理单位以及相关科研院所的合作,积极引进先进的技术理念和工艺。通过定期举办技术交流会、讲座、研讨会等活动,促进施工人员之间的经验分享和技艺交流,激发创新意识,提高整体施工技术水平。

(3) 注重施工过程中的技术把控。施工单位应建立健全质量管理体系,严格按照施工图纸、技术规范和标准操作。加强对施工现场的巡查与监督,及时发现和解决施工中的问题。同时,强化施工现场的安全管理,确保施工人员的人身安全。

(4) 推广绿色施工和环保技术。施工单位应积极响应国家号召,推广绿色施工理念,减少施工过程中的环境

污染。采用先进的环保技术,提高资源利用效率,降低能源消耗。通过提高绿色施工水平,实现工程质量和环保的和谐统一。

(5) 加强人才培养和团队建设。施工单位应重视人才培养,选拔具备专业素质和领导能力的优秀人才担任关键岗位。注重团队建设,提高团队协作能力和执行力。通过优秀人才和团队的带动,全面提升施工技术水平。

### 3.4 强化工程监理

在工程监理过程中,监理单位需要严格按照相关法律法规和标准进行监理,确保工程项目的顺利进行。同时,监理单位还需要及时发现和解决问题,避免工程质量问题的发生。因此,加强对监理单位的监督和管理,有助于提高监理单位的监理水平,从而提高工程质量。

为加强对监理单位的监督和管理,需要建立完善的监理制度和管理体系。监理制度应包括监理单位的职责、权利和义务,以及监理工作的流程和要求等。管理体系则应包括监理单位的组织结构、人员配置和管理机制等。通过建立完善的监理制度和管理体系,可以明确监理单位的职责和义务,规范监理工作,提高监理效率。此外,还需要加强对监理单位的人员培训和管理。监理人员是监理工作的具体执行者,其专业水平和素质直接影响到监理工作的质量。因此,加强对监理人员的培训和管理,提高其专业水平和素质,是提高监理质量的关键。政府应加强对监理单位的监督检查,确保监理单位认真履行监理职责,规范监理行为。对于不认真履行监理职责、违反监理规定的监理单位,政府应依法进行处罚,确保监理工作的质量。

## 4 结语

市政道路工程项目的管理是一个复杂的系统工程,需要我们从多方面去分析和解决。通过梳理市政道路工程项目管理中常见的问题,分析问题产生的原因,并提出相应的对策,有助于我们提高市政道路工程项目的管理水平,确保项目的质量、安全与进度。然而,具体实施过程中还需要根据项目的实际情况,灵活调整管理策略,以实现市政道路工程项目的顺利推进。

### [参考文献]

- [1]张永辉.某市政道路工程项目施工质量管理评价与研究[D].陕西:西安科技大学,2022.
- [2]叶念恒.市政道路工程项目管理中的问题和对策[J].中国住宅设施,2021(12):17-18.
- [3]陈波.影响市政道路工程项目管理成效的常见问题及提升对策[J].四川水泥,2020(2):36.
- [4]夏海涛.安徽省某市政道路工程项目质量管理研究[D].甘肃:兰州交通大学,2020.

作者简介:滕川(1986.10—),毕业院校:重庆大学网络教育学院,所学专业:土木工程,当前就职单位:重庆市黔江区建筑工程事务中心,职称级别:中级。

# 面向流域生态环境治理的综合开发 EOD 模式研究

宋迎颖

中冶南方工程技术有限公司, 湖北 武汉 430000

**[摘要]** 以生态环境治理作为发展导向的 EOD 模式, 旨在促进环境治理与城市发展、经济产业增长与生态平衡之间的和谐共生。本篇文章针对流域生态环境治理的复杂性和特殊性, 聚焦于 EOD 模式在流域生态环境治理项目中的具体应用, 通过案例分析、理论推演等方法, 提出了一系列切实可行的应用策略, 旨在指导实践者如何更有效地运用 EOD 模式, 以实现流域生态环境的根本性改善与可持续发展。

**[关键词]** 流域生态环境治理; EOD 模式; 创新策略

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13741

中图分类号: X52

文献标识码: A

## Research on the Comprehensive Development EOD Model for Watershed Ecological Environment Governance

SONG Yingying

WISDRI Engineering Technology Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430000, China

**Abstract:** The EOD model guided by ecological environment governance aims to promote harmonious coexistence between environmental governance and urban development, economic and industrial growth, and ecological balance. This article focuses on the complexity and specificity of watershed ecological environment governance, focusing on the specific application of EOD model in watershed ecological environment governance projects. Through case analysis, theoretical deduction and other methods, a series of practical and feasible application strategies are proposed to guide practitioners on how to more effectively use EOD model to achieve fundamental improvement and sustainable development of watershed ecological environment.

**Keywords:** watershed ecological environment governance; EOD mode; innovation strategy

在城市化进程的持续驱动与加速背景下, 城市空间布局的精细化划分已成为现代城市规划与设计以及功能区划分的核心议题。然而, 伴随着工业扩张与城市建设步伐的加快, 自然环境正遭受前所未有的压力与破坏, 这一现象不容忽视。为有效应对城市区域内流域生态环境治理面临的严峻挑战, 确保生态修复与保护项目得以顺利实施, 各地区正积极引入生态导向型开发 (EOD, Ecology-Oriented Development) 管理模式。此模式旨在通过创新的规划与管理策略, 将生态保护与经济社会发展紧密结合, 促进城市各区域在开发建设中兼顾自然环境保育, 实现经济发展与生态保护的双赢, 为构建绿色、可持续发展的城市发展模式贡献力量。

### 1 EOD 模式内涵

EOD 模式是指以生态环境为导向的现代化开发模式, 此种模式主要以生态环境保护和自然环境治理作为基础条件, 以区域经济开发为核心载体, 通过引进特色产业进行科学运营, 实现经济性较差的自然环境治理项目与经济性较高的项目相互结合, 共同发展, 以此实现自然环境治理的经济效益最大化。所以从本质上来看, EOD 发展模式是一种全新的项目组织应用方式, 主要以自然环保可持续发展作为核心目标, 有效将城市经济进步与自然生态相互

结合, 在两者之间搭建发展桥梁, 实现该区域经济价值大幅度提升的发展目标, 确保生态环境保护与经济发展能够相互促进, 相互推动<sup>[1]</sup>。

### 2 EOD 模式特点

首先, EOD 模式作为国家环境保护战略的核心实践载体, 在加速推进城市化进程中扮演着愈发关键的角色。随着社会对生态环境保护的认知深化与行动强化, 该模式的试点申报机制逐步趋向常态化, 标志着环保项目实施进入了一个新阶段。

其次, 地方政府积极响应国家关于可持续发展与环境保护的战略导向, 通过积极争取并落实 EOD 试点项目, 不仅体现了政策执行力, 更在部分省级层面建立了专项数据库, 以精细化管理促进项目广泛布局与深入实施, 显著加快了 EOD 模式的推广与应用步伐。

再者, 在金融领域, 面对政府加强对地方隐性债务管理的政策背景, 银行体系在资金配置上展现出对 EOD 项目的特殊偏好与高度配合。相较于其他城市开发融资项目, 银行对 EOD 项目的参与度与融资支持更为积极, 不仅有效响应了国家号召, 还通过提供定制化经济融资服务, 为 EOD 模式的可持续发展注入了强劲动力, 展现了金融资本与环保事业深度融合的积极态势。如图 1 所示

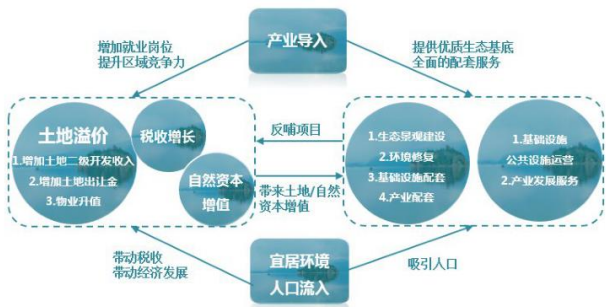


图1 EOD模式流程图

### 3 流域生态环境治理的复杂性和特殊性

流域综合治理不仅仅是对水资源的管理,还涉及到土地、生态环境等多个方面的综合治理。它要求全面考虑流域内的自然、人文、生态等因素,通过综合规划、实施和评估,实现流域内水资源的合理开发、保护和利用。流域综合治理项目是一种全新公共产品或者服务,该类项目主要通过水环境污染管理控制、水环境修复等生态和景观管理功能,从而有效改善自然生态环境,完善和优化河流沿线区域内的社会经济发展环境,确保该地区的经济可持续发展。

#### 3.1 流域生态环境治理的重要性

(1) 促进经济发展:流域治理可以提高水资源的利用效率,保障水资源的供应,为工农业生产提供稳定的水源。同时,通过改善水环境,减少水污染,提高水质,可以保障人民健康,促进旅游业等相关产业的发展。

(2) 保护生态环境:流域治理可以改善水环境,保护水生态系统,促进生物多样性的保护。同时,减少土地退化,保护土地生态系统,促进生态环境的恢复和改善。

(3) 提高生活质量:流域治理可以改善城乡环境,提高生活质量。通过减少水灾害的发生,保障人民生命财产安全,提高社会和谐稳定程度。

流域生态环境治理的复杂性和特殊性,其深度与广度远超一般环境治理项目,具体体现在以下几个核心维度:

#### 3.2 流域生态环境治理的复杂性和特殊性

(1) 系统性:流域生态系统作为一个庞大的有机整体,其内部各组成部分之间存在着错综复杂、相互依存的关系,构成了一个高度复杂的网络。这种系统性不仅体现在生态要素(如水、土壤、植被、生物等)之间的相互作用上,还涵盖了经济、社会等多个子系统之间的紧密关联。因此,流域生态环境治理必须遵循系统论的原则,注重整体性、协同性和适应性,以实现各子系统之间的和谐共生与可持续发展。

(2) 整体性:流域生态系统管理的整体性要求我们在治理过程中,不仅要关注单一生态要素的保护与恢复,更要从流域整体的角度出发,综合考虑生态、经济、社会等多方面的因素。这意味着我们需要制定综合性的治理策略,确保流域内各子系统之间的协调发展,避免顾此失彼或相互冲突的情况发生。同时,整体性还体现在对流域内不同区域、不同利益群体的统筹兼顾上,以实现流域整体的公平与正义。

(3) 协同性:流域生态系统管理的协同性强调各要

素之间的紧密联系和共同作用。在治理过程中,我们需要克服地方化、部门化的弊端,打破行政壁垒和利益藩篱,形成跨地区、跨部门、跨行业的协同治理机制。这种协同不仅体现在政策制定、规划实施等宏观层面,也深入到具体项目的执行、监督与评估等微观层面。通过协同治理,我们可以更有效地整合资源、优化配置、提高效率,共同应对流域生态环境问题。

(4) 动态性:流域生态系统具有高度的敏感性和动态性,其状态随时可能受到外界因素的干扰和影响。因此,流域生态环境治理必须注重预防与修复等管理过程的适应性。我们需要建立健全监测预警体系,及时发现并应对潜在的生态环境风险;同时,采取灵活多样的修复措施,根据流域生态系统的实际情况进行动态调整和优化。这种动态性要求我们在治理过程中保持高度的敏感性和灵活性,以应对不断变化的生态环境挑战。

(5) 地域广泛性:黄河流域作为典型的流域生态系统,其地域广泛、自然条件复杂多样。上中下游地区在自然生态、地质地貌、水文水利以及经济社会发展水平等方面存在显著差异。这种地域广泛性要求我们在制定流域生态环境治理策略时,必须充分考虑不同地区的实际情况和特殊需求,细化法律规则和政策措施,确保治理工作的针对性和有效性。

(6) 基于自然的解决方案(NbS):流域生态修复应秉持基于自然的解决方案(NbS)理念,将自然过程与社会经济过程紧密结合起来。通过模拟自然生态系统的结构和功能,采取综合性和整体性的修复战略,以最小的干预和成本实现最大的生态效益。这种修复方式不仅有助于恢复流域生态系统的健康与稳定,还能促进当地社会经济的可持续发展。

(7) 弱经济性:流域综合治理类项目作为一种公共产品与服务,其公益性以及生态价值转换机制不健全,基本不具有“自我造血”能力,后期建设费用和运维费用仍然有可能给当地政府带来财政压力,不利于流域生态治理的可持续发展。

综上所述,流域生态环境治理的复杂性和特殊性要求我们在治理过程中必须采取系统化、整体性的设计、运营、管理策略,充分考虑流域的自然特性和社会经济发展需求,通过构建有效的协调机制、创新金融产品服务等措施共同应对流域生态环境问题,实现生态环境的可持续保护与发展。

## 4 流域生态环境治理现状

流域治理具有系统性、复杂性、综合性、持续性和高投入性。目前我国部分流域治理存在规划管理和工程治理不系统、资源配置不合理、信息共享不对称、激励机制不相容等问题。

一是缺乏系统深入的综合调查,对流域水环境系统性和分析不足,缺乏系统性的流域治理规划和治理方案,难以实现跨行政区域联合、综合治理。忽视水体、河道、流域间的联动性,以修建截污管网和污水处理厂站建设为主的点源污染防治方式,难以综合性、全局性、持续性地解决流域水环境治理过程中出现反复治理、反复污染的难题。二

是流域治理要素众多、层次复杂、关系错综,涉及上下游、左右岸,可能分属不同行政区域,涵盖生态环保、水利(水务)、园林景观、市政等多个专业领域,分属不同职能部门管辖,需要协调发改、规划、水利、环保、住建、国土资源、农业、林业、城管、财政等不同政府部门通力合作,容易导致治理责任不明确,缺少直接的终极责任。三是流域治理的资金来源受限,存在投入不足、渠道单一的问题。我国流域治理任务繁重,中央财政资金投入无法全覆盖,地方财力难撑治理重任,同时以依靠中央及地方政府财政性资金和地方投资平台筹集的资金来实施的资金投入模式,使得投资渠道单一,资金缺口大。四是流域治理的投资回报机制不健全,社会资本参与的积极性不高。资金投入支持是推进项目实施的重要保障,而流域治理中的大多数项目属于非经营性或准经营性项目,即使包含的经营性项目盈利能力也普遍较弱,投资回报机制不健全,生态产品价值转化机制不通畅,由此造成流域治理高度依赖政府付费,金融机构以及社会资本投资积极性不高、活力不强。

## 5 EOD 的创新型策略

### 5.1 生态整体规划

在流域治理的初期,EOD 策略强调“一盘棋”思想,通过全面的生态调查与评估,对流域内的水资源、土地资源、生物多样性等自然资源和生态系统服务进行量化分析,明确其价值所在,为后续的生态保护和资源利用提供科学依据,同时制定科学合理系统的流域生态规划。这一规划不仅关注自然生态的完整性,还需充分考虑社会经济活动的合理布局,确保生态保护与经济发展的双赢局面。

### 5.2 一体化管理模式

针对跨行政区协调难题,建立跨区域协调机制至关重要。设立专门的流域生态环境治理跨部门协调委员会或办公室,由高级别领导挂帅,吸纳水利、环保、农业、林业、财政、规划等多个相关部门的代表参与。该机构负责制定统一的治理规划和政策,协调各部门之间的行动,实现治理政策、措施和资源的协同共享,确保流域治理的统一性和连贯性。

### 5.3 多元化融资策略

需要加强对项目经济可行性进行全方位多角度的分析,比如:市场与需求分析、成本与收益分析、资金筹措与财务评价、环境与社会效益分析、风险评估与应对。在成本收益分析方面,需要有效测算出项目自身所需要投入的成本以及能够回报的收益,并将其作为核心条件,在确保社会资本投入经济收益达到平衡的同时,尽可能实现项目的高收益,减少后续政府对于该项目的经济投入,因此需要利用 EOD 项目管理模式进行方案设计、数据收集以及信息统筹。

拓宽融资渠道:利用中央及省级预算内资金、地方政府一般债、专项债、银行信贷资金、政府投资基金等多种资金来源,为 EOD 项目提供充足的资金支持。同时,探索引入社会资本参与 EOD 项目,通过 PPP(政府和社会资本合作)模式、ABO(授权—建设—运营)模式等,实现项目投资主体多元化。

创新金融产品和服务:针对 EOD 项目的特点和需求,开发绿色金融专属产品,如林权、水权、碳权、绿证等价值开发产品,以及针对光伏发电、风力发电等显著碳减排效益行业的绿色金融产品。通过金融产品和服务创新,降低项目融资成本,提高项目融资成功率。

### 5.4 科技支撑策略

引入先进科技手段:在 EOD 项目中引入先进的科技手段,如大数据、云计算、物联网、人工智能等,提高生态环境治理的智能化、精准化水平。通过科技手段的应用,实现生态环境治理的实时监测、预警和应急响应,提高治理效率和质量。

推动科技成果转化:鼓励和支持生态环境治理领域的科技创新和成果转化。通过产学研合作、科技成果转化平台建设等方式,推动科技成果在 EOD 项目中的广泛应用和转化,为项目提供科技支撑和智力保障。

### 5.5 政策引导策略

完善政策体系:制定和完善 EOD 模式的政策体系,包括项目申报、审批、实施、监管等各个环节的政策规定。通过政策引导和支持,推动 EOD 项目的顺利实施和可持续发展。

加强政策宣传和培训:加大对 EOD 模式的宣传力度,提高各级政府和社会公众对 EOD 模式的认识和了解。同时,加强对 EOD 项目实施主体的培训和指导,提高其项目管理和运营水平。

## 6 结束语

由此可见,EOD 模式在流域生态环境治理项目中起到了重要作用,自身具有极高的应用价值和发展前景,选择此种方式不仅能够有效实现城市可持续发展的建设目标,还能够最大程度保证城市的自然生态平衡和资源稳定,相信未来随着 EOD 模式的成熟和发展,该模式会不断提高城市内部生态环境以及发展水平,实现城市绿色、环保、安全、舒适、美观、可持续发展的相关目标。

### [参考文献]

- [1]杨斌,潘海涛,苏川.平陆运河综合开发模式研究[J].水运工程,2024(7):6-10.
- [2]陈笑月.城市更新背景下存量公交场站综合开发模式研究[J].建筑科技,2024,8(6):53-55.
- [3]孙金龙,黄润秋.深入推进黄河流域生态环境保护谱写美丽中国建设黄河崭新篇章[J].中国生态文明,2024(3):10-14.
- [4]吴勇,刘婷.流域生态环境协同治理法律机制研究[J].环境科学与管理,2024,49(6):151-156.
- [5]张庆萌.《中华人民共和国黄河保护法》实施后黄河流域治理的法律保障[J].水利经济,2024,42(3):86-93.
- [6]刘晓鸣,曹振.黄河流域生态环境司法保护的实践困境与优化路径[J].学习论坛,2024(3):128-136.

作者简介:宋迎颖(1990.4—),女,民族:土家族。籍贯:湖北省枣阳市,学历:硕士,职称:中级,研究方向:乡村振兴、区域综合开发。

## 智能建造技术在市政工程管理中的应用

张争

长阳清江投资发展有限公司, 湖北 宜昌 443500

**[摘要]** 随着科技的发展, 智能建造技术已渐渐成为市政工程管理的新趋势。本研究主要探讨了智能建造技术在市政工程管理中的应用, 通过对市政工程管理的技术需求进行深入了解与考虑, 采用数据采集, 比较分析, 模型模拟及实验模拟等方法进行研究。结果表明, 智能建造技术能显著提高市政工程管理的效率, 不仅能降低工程成本, 还可提高工程质量, 短时间内实现工程项目的高效管理。其主要体现在: 通过无人机技术可以进行实时监控市政工程施工过程和工程进度管理; BIM 技术可以用于市政工程设计优化、施工模拟以及工程成本和工期控制; 物联网技术可以用于设备管理, 如长期追踪工具和设备的状态、位置等, 从而提高设备使用效率, 延长设备的使用寿命。最后, 市政工程管理信息系统的实施, 可以有效提高市政工程的规划, 设计, 施工, 维护和运营的效率和质量, 从而达到城市可持续发展的目标。这为市政工程管理提供了一种新的、有效的工具, 对于推动市政工程的现代化有着重要的实践意义。

**[关键词]** 智能建造技术; 市政工程管理; 数据采集; BIM 技术; 物联网技术

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13724

中图分类号: G350

文献标识码: A

### Application of Intelligent Construction Technology in Municipal Engineering Management

ZHANG Zheng

Changyang Qingjiang Investment Development Co., Ltd., Yichang, Hubei, 443500, China

**Abstract:** With the development of technology, intelligent construction technology has gradually become a new trend in municipal engineering management. This study mainly explores the application of intelligent construction technology in municipal engineering management. Through in-depth understanding and consideration of the technical requirements of municipal engineering management, data collection, comparative analysis, model simulation, and experimental simulation methods are used for research. The results indicate that intelligent construction technology can significantly improve the efficiency of municipal engineering management, not only reducing engineering costs but also improving engineering quality, achieving efficient management of engineering projects in a short period of time. It is mainly reflected in the real-time monitoring of municipal engineering construction process and project progress management through drone technology; BIM technology can be used for optimizing municipal engineering design, simulating construction, and controlling project costs and schedules; Internet of Things technology can be used for device management, such as long-term tracking tools and the status, location, etc. of devices, thereby improving device efficiency and extending device lifespan. Finally, the implementation of the municipal engineering management information system can effectively improve the efficiency and quality of planning, design, construction, maintenance, and operation of municipal engineering, thereby achieving the goal of sustainable urban development. This provides a new and effective tool for municipal engineering management, which has important practical significance for promoting the modernization of municipal engineering.

**Keywords:** intelligent construction technology; municipal engineering management; data collection; BIM technology; Internet of Things technology

### 引言

随科技日新月异, 我们的世界正在不断以前所未有的方式发展进化, 其中市政工程管理也不例外。市政工程是城市建设的重要组成部分, 它的有效管理直接影响着城市的运营效率以及居民的生活品质。传统的市政工程管理方式有着组织结构复杂、流程繁琐、信息不透明等问题, 这些问题刺激我们寻找新的改革方向。科技发展的同时, 智能建造技术逐渐浮出水面并被行业内人士所津津乐道。智能建造技术能够帮助市政部门高效、精准地管理各项工程, 弥补了传统管理方式的不足。本研究以智能建造技术在市政工程管理

中的应用为主题, 希望从实践中探索其提高市政工程管理效力的具体路径。将采取数据采集和实地调研等多元化的研究方法, 对无人机、BIM 技术以及物联网技术在市政工程管理中的应用进行深度剖析, 并期待政府在战略层面上推动城市可持续发展。这一研究将为我们理解和利用智能建造技术, 推动城市建设更具效率、质量和可持续性提供有力支持。

### 1 智能建造技术的概述

#### 1.1 什么是智能建造技术

智能建造技术是指通过集成先进的信息技术和自动化技术, 优化和提升建造过程中的各个环节, 以实现更高

效、更精确、更可持续的建设目标<sup>[1]</sup>。该技术将多种新兴科技手段应用于建筑、工程和施工管理中,以提高施工效率、确保工程质量和优化资源使用。智能建造技术涵盖了从设计、计划、施工到维护的整个工程生命周期,它要求结合多种技术手段,如先进的数据采集、分析方法,虚拟建模,信息管理系统和自动化设备等。

智能建造技术的核心在于全面利用信息和通信技术 (ICT),通过构建数据驱动的管理框架,实现项目管理的智能化。具体来说,智能建造技术包括但不限于以下几个方面:

(1) 数据采集与分析:利用传感器、无人机和各类监控设备等实时采集施工现场的数据,并通过大数据分析和云计算技术处理和解读这些数据,形成详细的决策支持信息。

(2) 建筑信息模型 (BIM):BIM 是一种数字化的信息管理工具,通过三维建模呈现建筑项目的各个方面,实现项目前期设计优化、施工模拟、进度管理和成本控制。

(3) 物联网 (Internet of Things):通过物联网技术,将施工现场的各类设备、工具和材料进行互联,实现对设备状态、位置和使用情况的实时监控,提高资源的利用效率和设备操作的安全性。

(4) 自动化与机器人技术:采用自动化机械设备和机器人进行施工操作,如无人驾驶的施工车辆、自动化的砌墙机器人等,以替代人工操作,提高施工效率和安全性。

(5) 虚拟现实 (VR) 和增强现实 (AR):通过 VR 和 AR 技术,提供虚拟的施工现场可视化,帮助工程师和施工人员更直观地理解和管理工程项目,从而减少设计和施工阶段的误差<sup>[2]</sup>。

在智能建造技术下,建筑工程的各个参与方,包括业主、设计师、施工方和管理方,可以通过一个统一的信息平台进行协调和沟通,消除信息孤岛,提升合作效率。对于市政工程项目而言,智能建造技术不仅可以加快城市基础设施的建设速度,还可以通过数据驱动的方式实现精准的维护和运营管理,从而提升城市的整体运行效率,最终促进城市的可持续发展。

## 1.2 智能建造技术的发展历程

智能建造技术的发展历程悠久且多样,经历了从初级信息化到高级智能化的多个阶段。智能建造技术的初期阶段以计算机辅助设计 (CAD) 为代表,极大地提高了工程设计和绘图的效率。CAD 仍然以静态的二维设计为主,无法动态反映工程的实际状况。

进入 20 世纪末,随着计算机技术的进一步发展,工程管理信息系统 (MIS) 逐步应用于建设项目中,通过信息集成提高了项目的管理水平。这一阶段,工程建设逐渐由传统平面管理向更为综合的信息管理转变,为后续智能化发展奠定了基础。

21 世纪初,建筑信息模型 (BIM) 技术开始出现,并迅速得到推广应用。BIM 技术通过将整个建设项目的各类信息集成到三维模型中,实现了从设计、施工到运营的全生命周期管理,使建设过程更加可视化和可控化。与此无人机技术、

物联网技术、云计算和大数据分析等新兴技术逐步应用于市政工程施工管理中,进一步提升了项目管理的智能化水平。

近年来,人工智能 (AI)、5G 通讯技术和区块链等前沿科技开始融入智能建造领域,推动了建设管理的智能化和自动化。人工智能通过机器学习和深度学习算法,实现了工程设计优化、施工过程监控和风险预测等功能。5G 通讯技术则为实时数据传输和远程控制提供了技术保障,提高了智能建造的实时性和可靠性。区块链技术的引入,有效解决了工程数据的安全性和透明性问题,为工程信息的分布式管理提供了新的思路<sup>[3]</sup>。

总体来看,智能建造技术的发展历程不仅体现了科技创新对市政工程施工管理的深远影响,更展示了未来智能建造技术在不断进步中的广阔应用前景。这一发展历程不仅是技术进步的体现,也反映了工程管理理念的变革和提升,为市政工程的现代化和智能化发展提供了强有力的技术支撑。

## 1.3 智能建造技术的主要应用领域

智能建造技术的主要应用领域涵盖了建筑、交通、能源等多个行业。在建筑领域,智能建造技术结合 BIM、物联网和无人机等,实现了从设计到施工的全流程数字化管理,提高了施工效率和工程质量。在交通领域,通过智能监控系统和物联网技术,交通建设和维护管理得以优化,提升了交通系统的智能化水平。在能源领域,智能建造技术助力能源设施的建设和运营管理,实现了能源利用的高效化和智能化。这些应用推动了各行业的技术进步和管理水平的提升。

## 2 智能建造技术在市政工程管理中的具体应用

### 2.1 无人机技术在市政工程管理中的应用

无人机技术在市政工程管理中的应用已经显示出巨大的潜力和显著的效益。施工过程中的实时监控是无人机最为重要的应用领域之一,通过获取施工现场的高分辨率图像和视频,管理人员能够及时掌握各项工作的进展情况,并对潜在问题进行快速反应。这样不仅提高了施工的透明度,还能有效减少人为疏忽带来的施工错误和安全隐患。

无人机还可以对整个市政工程区域进行地形测绘。传统测绘方法耗时且精度较低,而无人机利用先进的传感器和定位技术,可以在短时间内高效完成高精度的地形测绘工作。特别是在大型市政工程项目中,这种技术能够极大地缩短前期准备时间,提高规划设计的准确性和科学性。

在工程质量管理方面,无人机技术同样具有显著优势。通过定期对建筑结构、材料堆放、安全防护等进行航拍和数据采集,管理人员可以随时通过远程监控了解项目的实际施工质量。特别是在高空作业等危险区域,无人机替代人工进行检查,不仅提高了工作效率,还大大降低了安全风险<sup>[4]</sup>。

无人机还可用于工地的环境监控和灾害预警。通过配置多种环境监测设备,无人机可以实时监测施工现场周边的空气质量、水质以及噪音水平等环境参数。当发现异常情况时,系统会自动发出警报,提醒管理人员采取相应措施,以确保工程对环境的影响降到最低。

由于无人机技术具备高效性、灵活性和广泛适用性,



其在设备管理上的应用也受到重视。无人机能够快速盘点工地上的设备和材料存量,通过图像识别和GPS定位技术,精确记录设备的位置和状态,有助于防止设备遗失和闲置,提高资源利用效率。

在市政工程项目进度管理中,无人机技术同样展现出优越性。通过周期性飞行和摄影,形成工程进度的影像记录,并与预定进度进行对比分析,管理人员可以更加准确地掌握项目的整体进展情况,及时发现和解决施工过程中的问题,从而保障项目按计划进行。

无人机技术以其高效、精准、安全的特点,在市政工程管理发挥了独特且关键的作用,不仅提升了管理效率和质量,还为市政工程的现代化管理提供了坚实的技术支撑。

### 2.2 BIM技术在市政工程管理中的应用

建筑信息模型(BIM)技术在市政工程管理中的应用范围广泛,发挥了显著的作用<sup>[5]</sup>。在市政工程设计阶段,BIM技术支持三维建模,可精确地表达各类基础设施的空间关系和功能布局。通过这些三维模型,工程设计者能够更直观地进行设计优化,减少设计冲突,提高设计质量。

在施工模拟方面,BIM技术通过参数化模型和施工工序模拟,有效帮助相关方了解施工的全过程。通过模型分析和工序仿真,识别并避免潜在的施工问题,保障施工顺利进行。BIM技术还可以预测和优化施工周期,精准控制工程进度,确保工程项目按时交付。

在工程成本管理中,BIM技术的优势也十分明显。利用BIM进行数量统计和成本估算,可以实现实时更新和精确控制,显著减少预算偏差。通过对各施工阶段的成本分析,能够更好地进行成本优化,降低工程总成本。

BIM技术在市政工程的运营与维护阶段同样显示出重要价值。这些三维建筑信息模型不仅可用于设施管理,还可以进行系统化的维护管理,提供更为科学和高效的维护方案。应用BIM技术能够跟踪设备和基础设施的维护历史,预测未来的维护需求,提高设施管理的效率和使用寿命。

利用BIM技术,市政工程的全生命周期管理得以实现,从设计、施工到运营维护,各个环节的信息流动和数据共享更加顺畅,提高了工程管理的整体效能和质量。实现了更为高效和可持续的城市基础设施建设,为市政工程管理提供了强有力的技术支持。

### 2.3 物联网技术在市政工程管理中的应用

物联网技术在市政工程管理中的应用对现代化城市建设具有重要意义。通过将物联网技术嵌入设备中,工程管理者能够实时监控和管理市政工程项目中的各类设备。例如,通过传感器技术,可以实现对施工设备的位置、状态及使用情况的实时跟踪。这不仅提高了设备的使用效率,还能及时发现并预防设备故障,延长设备的使用寿命,降低维修和更换成本。

物联网技术还在市政工程中有助于数据采集和分析。

通过物联网设备收集到的数据,可用于优化工程管理过程中的各项决策,如资源分配、工程进度控制和质量管理等。通过数据分析,管理者可以更加准确地预测工程进展和可能出现的问题,从而提前采取措施,减少工程风险,确保工程按时、按质完工。

物联网技术在安全管理方面发挥着不可替代的作用。在施工现场部署安全监测设备,如烟雾传感器、温湿度监测器和环境污染监测器等,能够及时检测并报告潜在的安全隐患,提升施工现场的安全性,保障人员生命和财产安全。物联网技术的广泛应用,使市政工程管理更加智能化、精细化和高效化,有助于城市的可持续发展。

### 3 结束语

本研究主要专注于探讨智能建造技术在市政工程管理中的应用,试图通过高科技的手段提高市政管理效率和质量,并在实际的市政管理中寻找证据支持。本文从无人机技术、BIM技术和物联网技术三个方面阐述了智能建造技术的具体应用,并深入剖析了市政管理信息系统的实施过程和效果。本研究的结果显示,智能建造技术能显著提升市政管理的效率,不仅成功降低了工程成本,同时提高了工程质量,并在短时间内完成了工程项目的高效管理。尤其是无人机技术、BIM技术和物联网技术的使用,进一步提升了施工效率和质量,并使设备管理更加精细化,延长了设备使用寿命。然而,智能建造技术在市政管理中的应用还存在一些局限性,例如技术的推广普及程度,技术接受度,以及与传统工作模式的融合等问题。在今后的研究中,这些问题都值得进一步讨论和研究。综上,智能建造技术对市政管理具有巨大的推动力,为市政管理带来了一种新的、有效的管理手段,对市政工程的现代化有重要的推动作用,为实现城市可持续发展提供了强大的技术支持。希望未来能针对智能建造技术在市政管理中的应用进一步深化研究,优化技术应用方案,推进市政工程的现代化进程。

#### [参考文献]

- [1]董常建.BIM技术在市政工程建设中的应用分析[J].中国厨卫,2023,22(8):269-271.
- [2]赵建翟对凤.BIM技术在市政工程建设中的应用分析[J].城市情报,2023(7):0254-0256.
- [3]刘阳.基于BIM技术的市政工程智慧建造技术研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(4):72-75.
- [4]胡义焕,江杨俊,李炜.BIM技术在市政工程管理中的应用[J].中国高新科技,2021(24):99-100.
- [5]潘太慧.BIM技术在市政工程管理中的应用[J].房地产导刊,2019(35):125-125.

作者简介:张争(1980.10—),男,毕业院校三峡大学;所学专业:计算机网络,当前就职单位:长阳清江投资发展有限公司,职务:副总经理,职称级别:中级。

## FFS 重膜包装线常见故障原因分析及处理

李刚

天津大港油田莱特石油化工股份合作公司, 天津 滨海 300280

[摘要]在现代工业生产中,包装技术的效率和精确性对产品质量和生产成本有着直接的影响。FFS (Form-Fill-Seal) 重膜包装线作为一种高效的自动化包装解决方案,广泛应用于化工、食品、医药等多个行业。尽管 FFS 重膜包装线在自动化和高效包装方面具有显著优势,但在实际运行过程中仍然会遇到各种各样的故障问题。文中探讨热封效果差、开袋效果差、手抓夹紧及料门插袋问题以及码垛问题等常见故障的成因及其处理方法,并总结经验以供今后参考。

[关键词]FFS; FFS; 包装; 重膜包装; 热封

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13756

中图分类号: TQ320

文献标识码: A

### Analysis and Treatment of Common Malfunctions in FFS Heavy Film Packaging Line

LI Gang

Tianjin Dagang Oilfield Laite Petrochemical Co., Ltd., Binhai, Tianjin, 300280, China

**Abstract:** In modern industrial production, the efficiency and accuracy of packaging technology have a direct impact on product quality and production costs. The FFS (Form-Fiber-Seal) heavy film packaging line, as an efficient automated packaging solution, is widely used in multiple industries such as chemical, food, and pharmaceutical. Although the FFS heavy film packaging line has significant advantages in automation and efficient packaging, it still encounters various malfunctions during actual operation. The article explores the causes and treatment methods of common faults such as poor heat sealing effect, poor bag opening effect, hand grip clamping and material door insertion problems, and stacking problems, and summarizes the experience for future reference.

**Keywords:** FFS; FFS; packing; heavy film packaging; hot sealing

#### 引言

随着工业化进程的加快和生产规模的扩大,对包装技术的要求也日益提高。FFS (Form-Fill-Seal) 重膜包装线因其自动化、高效性和灵活性,已经成为许多行业包装过程中不可或缺的设备。FFS 包装线通过一体化的制袋、填充和封口技术,实现了对各种产品的高效包装,尤其在化工、食品和医药行业中表现突出。FFS 重膜包装线的工作原理是在连续的塑料膜上进行制袋、填充和封口,通过自动化的操作提高生产效率,减少人工干预,不仅提高了生产效率,还能有效减少包装材料的浪费,同时提供更高的封口强度和包装质量。尽管 FFS 重膜包装线在技术上具有诸多优势,但其运行中仍然面临着诸多挑战和问题。由于设备的复杂性和生产环境的多变性,FFS 包装线在实际操作中经常出现各种故障,如热封效果差、开袋效果差、手抓夹紧及料门插袋问题、码垛问题等。因此,对 FFS 重膜包装线常见故障进行深入的分析 and 研究,不仅有助于解决实际生产中的问题,还能够为设备维护和改进提供科学依据。

#### 1 FFS 重膜包装线的特点与优势

FFS (Form-Fill-Seal) 重膜包装线是一种自动化程度较高的包装设备,广泛应用于石油化工、食品、药品等行业。FFS 重膜包装线具备高度自动化的特点,集成了制袋、填充、封口等多个功能于一体。整个包装过程由 PLC (可编程逻辑控制器) 控制,减少了人工干预,提高了生

产效率。自动化的设计不仅能保证包装的一致性,还能降低操作人员的劳动强度。FFS 重膜包装线采用先进的热封技术,通过电加热使塑料薄膜的封口部分熔融,然后在压力作用下将两层薄膜融合。热封技术的精确控制使得封口质量显著提高,能够有效防止包装袋在运输过程中开裂或泄漏,从而减少了产品损失。无论是粉末、颗粒还是液体,FFS 包装机都能通过调整相关参数来适应不同的包装要求。这种高适应性使得设备在多种行业中得到了广泛应用。设备集成化程度高,占地面积小,能够在有限的空间内实现多种功能。这种设计不仅节省了工厂的空间,还使得设备的维护和管理变得更加方便。现代 FFS 重膜包装线在设计时优化包装材料的使用,减少废料产生,并采用节能的加热和驱动系统,大幅度降低了能耗。此外,FFS 包装线通常配备了废料回收系统,将生产过程中产生的废料进行处理和再利用,进一步减少了环境影响。由于 FFS 重膜包装线的全自动化操作,生产效率大幅提升。设备可以连续运行,减少了生产中的停机时间,提高了包装速度。相较于传统的手动包装方式,FFS 包装线能够显著增加生产量,满足现代化生产的高需求。

#### 2 FFS 包装线的基本构造与工作原理

FFS 重膜包装线的基本构造包括制袋单元、填充单元、封口单元、输送系统等多个关键部分。其工作原理涉及到物料的自动输送、包装袋的形成、填充和封口等过程。制袋单元负责将卷状的塑料薄膜通过加热和压力加工成袋

子。通常，该单元包括热封装置、切割装置以及袋口调整装置。制袋过程中，塑料薄膜经过加热器加热至熔融状态，通过模具成型为袋子。填充单元用于将物料准确地填充到制好的袋子中。根据物料的性质，填充单元可以设计为粉末填充、颗粒填充或液体填充装置。填充过程通常配备了称重系统，以确保每袋物料的重量符合规定。封口单元负责对填充后的袋子进行封闭处理。该单元使用热封技术将袋子的开口部分加热并压合，确保袋子的密封性。封口质量对包装的完整性和产品的保质期有重要影响。输送系统用于将包装袋在不同工作单元之间移动。该系统可以包括皮带输送机、滚筒输送机等，以保证生产线的连续性和流畅性。

## 2.2 工作原理

将卷状塑料薄膜送入制袋单元。薄膜经过加热器加热，并在成型模具的作用下被制成袋子。在制袋过程中，薄膜的两侧通过热封形成袋子的封口部分。制成的袋子经过输送系统送到填充单元。填充单元根据设定的配方和要求将物料填入袋子中。填充过程可以采用不同的技术，如螺杆输送、气动输送等，以适应不同类型的物料。填充完成后，袋子继续输送到封口单元。封口单元通过热封装置将袋子的开口部分进行封闭。封口完成后，袋子的多余部分会被切割掉，形成标准的包装袋<sup>[1]</sup>。完成封口和切割的袋子通过输送系统被送到后续处理环节，如码垛、打包等。整个过程由PLC控制系统进行监控和调节，以确保生产线的平稳运行。

## 3 常见故障分析

### 3.1 热封效果差

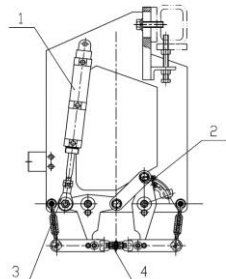
#### 3.1.1 热封温度不合适

如果热封温度设置不当，可能导致热封效果差，主要表现为封口不牢固或出现封口不均匀的现象。过高或过低的温度都可能导致热封不良，影响包装袋的密封性和强度。

#### 3.1.2 薄膜材料不合格

FFS 重膜包装线所使用的薄膜材料必须具备良好的热封性能、拉伸性能和表面性能。如果薄膜材料不合格，例如材料厚度不均、热封性能差等，将直接影响热封效果。这种情况下，可能会出现袋口封不住、材质扭曲等问题，导致包装袋在使用过程中出现泄漏。

#### 3.1.3 热封部位聚四氟布破损



1. 气缸 2. 光电安装板长孔  
3. 关节轴承 4. 吸盘 5. 角度调节螺丝

图1 开袋机构示意图

热封部位的聚四氟布在使用过程中可能会出现破损。聚四氟布作为热封设备的关键部件之一，其破损会导致加热条直接与包装袋接触，进而引起热封部位材质扭曲、脱层等问题。此外，破损的聚四氟布还可能导致热封部件与袋子粘连，从而影响包装质量。

### 3.2 开袋效果差，频繁掉袋

#### 3.2.1 所需真空度未达到要求

开袋过程中，如果真空度未能达到要求，可能导致袋子无法完全吸开，从而出现手抓插入失败或自动弃袋现象。真空度不足会导致吸袋不完全，影响整个开袋过程。

#### 3.2.2 吸盘被堵或磨损严重

吸盘在开袋过程中起到关键作用，如果吸盘被杂物堵塞或出现磨损，可能导致吸力不足或无法正常工作。堵塞或磨损的吸盘会影响到开袋的效果，导致袋子无法正确被吸起，从而引发掉袋问题。

#### 3.2.3 吸盘调整不正确

吸盘的安装和调整不正确也会导致开袋效果不佳。如果吸盘之间的角度设置不当，或闭合状态不符合要求，可能造成吸袋过程中的不稳定性，进而导致袋子开袋失败和频繁掉袋。

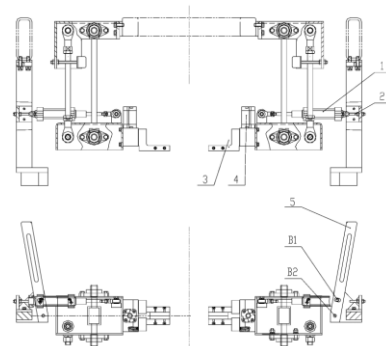
### 3.3 包装机频繁洒料

#### 3.3.1 连杆固定不良导致料门偏移

连杆在包装机中用于连接和固定关键部件，如手抓系统和料门。如果连杆的固定不良，可能会导致连杆在运行过程中发生位移或松动。这种连杆的位移会引起料门的偏移，从而导致料门插入袋口的位置不准确，物料可能会洒落在包装机的外部，而不是准确地进入袋子内部。

#### 3.3.2 手抓夹紧及料门插袋问题

手抓夹紧系统负责将包装袋在合适的位置固定，以确保料门能够准确插入袋口。如果手抓夹紧系统存在问题，例如夹紧力度不足或夹紧位置不正确，手抓可能无法充分固定袋子，导致袋子在插料过程中发生位移<sup>[2]</sup>。此外，料门插袋过程中的问题，如料门对准不准确或插入深度不够，也会导致料门无法准确插入袋口，造成物料洒落。



1. 缩袋气缸 2. 螺杆 3. 手爪 4. 夹袋气缸  
5. 滑道 6. 手抓连杆 B1、B2 螺栓

图2 缩袋机构示意图

### 3.4 垛形差或塌垛

#### 3.4.1 料袋排气不畅

料袋的排气系统设计用于在包装过程中有效排除袋内气体。如果料袋的排气不畅,例如气孔设计不当或气孔被堵塞,会导致袋内气体无法顺利排出,导致料袋在码垛过程中出现胀袋现象,从而影响垛形的整齐度,甚至导致垛形塌垛。

#### 3.4.2 码垛机侧边整形和压袋机构调整不到位

码垛机侧边整形和压袋机构的作用是确保料袋在码垛过程中排列整齐。如果这些机构的调整不到位,例如侧边整形装置或压袋装置的压力设置不准确,可能会导致料袋在码垛时未能紧凑排列,形成不规则的垛形,出现倾斜或塌垛现象,影响最终的堆放效果。

#### 3.4.3 袋长设置不合适

袋子的长度设置与托盘尺寸密切相关。如果袋长设置不合适,例如袋子的长宽比例与托盘尺寸不匹配,会导致每托盘上的料袋不能充分利用空间。特别是在堆放两层时,由于受力不均匀,可能会导致垛形不稳定,从而增加了塌垛的风险。

## 4 故障原因分析与处理方法

### 4.1 热封效果差的原因分析及处理

#### 4.1.1 调整热封温度

如果热封温度设置不当,会导致热封效果不理想。例如,温度过低可能无法使薄膜材料熔融并达到足够的粘合强度,而温度过高则可能造成薄膜材料的损坏,如材质扭曲、热封部位脱层等。应根据薄膜材料的规格和生产要求设定适宜的热封温度。通过实验和实际操作验证温度设置的效果,确保热封强度达到标准。定期检查和校准热封设备,确保其温度控制系统的准确性和稳定性。

#### 4.1.2 更换合格的薄膜材料

如果薄膜材料不合格,例如材料厚度不均、热封性能差等,将导致热封效果不佳。这可能表现为袋口封不牢固、热封不均匀或材料出现撕裂等问题。

定期检测和检查薄膜材料的质量,确保其符合生产要求。对于发现质量不合格的薄膜材料,应及时更换为符合标准的薄膜材料。供应链管理,应选择信誉良好的供应商,确保获得稳定的高质量材料,并建立严格的质量控制程序。

#### 4.1.3 维护与更换热封部位聚四氟布

热封部位的聚四氟布在使用过程中可能出现磨损或破损。聚四氟布作为热封设备的关键部件,其破损会导致加热条直接与包装袋接触,而引起热封部位的材料扭曲、脱层或粘连等问题。应定期检查聚四氟布的状态,确保其完好无损。在发现聚四氟布有磨损或破损时,及时进行维护或更换。维护过程中,应确保清洁和保养工作到位,避免聚四氟布被其他物质污染。此外,使用高质量的聚四氟布可以延长其使用寿命,减少故障发生的频率。

### 4.2 开袋效果差的原因分析及处理

#### 4.2.1 提升真空度的检查与调整

真空度不足会导致袋子无法完全吸开,从而出现开袋不完全的问题。如果真空度低于要求,可能是由于真空泵性能不足、过滤器堵塞、真空阀或管线系统泄漏等原因引起的。检查真空系统的各个组件,包括真空泵、过滤器、真空阀及管线系统,确保它们正常运作。定期清洁或更换过滤器,测试真空泵的性能,并检查是否存在泄漏。根据实际情况进行调整,确保系统能够提供所需的真空度。

#### 4.2.2 清洁或更换吸盘

吸盘的堵塞或磨损会导致吸力不足,从而影响开袋效果。如果吸盘的滤网被杂物或粉尘堵塞,或者吸盘本身出现磨损或损坏,都会导致开袋过程中的问题。定期检查吸盘及其滤网,清除任何可能的堵塞物。对于出现严重磨损或损坏的吸盘,及时更换新的吸盘以恢复其正常功能。在清洁过程中,可以使用仪表风或其他清洁工具,以保持吸盘的良好状态。

#### 4.2.3 调整吸盘角度与位置

吸盘的角度和位置设置不正确可能会导致开袋效果差。特别是如果两个吸盘的角度设置不一致,可能会导致袋子在吸起过程中出现偏移,从而影响袋子的正确开口。对吸盘的角度和位置进行调整,确保它们在工作时能够正确地夹持和吸起包装袋。检查吸盘的闭合状态,确保其角度符合设计要求。具体来说,调整吸盘角度螺丝,使吸盘在闭合时呈“V”字型,并确保闭合间隙在1~1.5 mm范围内,可以确保袋子在开袋过程中稳定地被吸起。

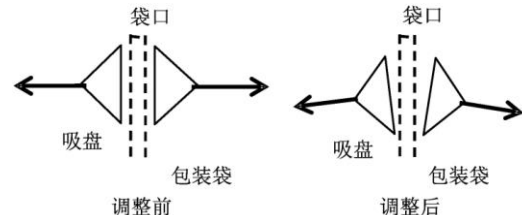


图3 闭合状态吸盘调整前后对比

### 4.3 包装机频繁洒料的原因分析及处理

#### 4.3.1 加固连杆与轴连接

连杆与轴的连接不牢固可能会导致在操作过程中出现连杆偏移或不稳定现象,可能源于连杆固定螺栓松动、定位丝不紧固,或轴的安装不准确。当连杆和轴之间的连接不够稳固时,料门可能无法准确插入袋口,从而导致开袋失败和物料洒落。

为了加固连杆与轴的连接,定期检查连杆与轴的固定螺栓和定位丝,确保它们没有松动或损坏。在连杆与轴的连接部位使用更强的固定装置,例如增加管箍或改进固定结构,以确保其在操作过程中保持稳定。重新校准轴的位置,确保其与连杆的连接处于正确的角度和位置,避免出现偏移现象。

#### 4.3.2 调整手抓夹紧和料门插袋机制

手抓夹紧和料门插袋机制如果调整不当,可能由于设计缺陷或调整不到位,无法有效地夹持袋子。而料门插袋机制可能因为夹紧力度不够或插袋路径不正确,导致袋子无法正确接入,最终引发物料洒落问题。调整手抓夹紧机构的夹持力度和角度,确保手抓在操作时能够牢固地夹持袋子。检查并调整料门的插袋路径,确保其能够准确地插入袋口,避免因位置不对导致插袋失败。对手抓夹紧和料门插袋机制进行定期维护,检查是否有磨损或损坏的部件,并及时进行更换或修复。

### 4.4 垛形差或塌垛的原因分析及处理

#### 4.4.1 改善料袋排气

料袋排气不畅会导致气体无法有效排出,从而使得料袋在码垛过程中发生胀袋现象,导致垛形不规则且容易塌垛。常见的原因包括打气孔过小或气孔未穿透料袋,气孔设计不当,或打孔刀的限位螺丝调整不当<sup>[3]</sup>。为改善料袋的排气情况,增加打气孔的数量或扩大气孔的尺寸,确保气孔能够有效穿透料袋,并提供足够的排气通道。调整打孔刀的限位螺丝,以提高打孔深度和准确度,确保气孔的设计符合要求,从而实现良好的气体排出。定期检查和维修打孔刀,确保其保持良好的工作状态,避免打孔不准确导致排气问题。

#### 4.4.2 调整侧边整形和压袋机构

侧边整形和压袋机构的调整不到位可能导致料袋之间的紧凑性不足,进而影响垛形的整齐度。如果侧边整形和压袋机构不能正确地对料袋进行整形和压实,可能会导致垛形不规则、塌垛等问题。为确保侧边整形和压袋机构的有效性,调整侧边整形机构的定位和压力,确保其能够有效地将料袋边缘整形,减少垛形差异。校准压袋机构的工作参数,确保其能够均匀地对料袋施加压力,从而使料

袋之间紧凑,确保垛形的整齐。定期检查整形和压袋机构的磨损情况,及时进行维护或更换损坏部件,以保持设备的正常运行状态。

#### 4.4.3 调整袋长以提高托盘空间利用率

如果袋子的长度不符合设计要求,会导致在托盘上出现不规则的堆放情况,从而降低空间利用效率,影响整体的储存和运输效果。可以调整袋子的长度,以适应托盘的尺寸和布局要求。确保袋子在托盘上能够充分利用空间,避免出现孤立状态。优化袋子的设计,调整其长宽比例,以适应不同的托盘尺寸,增加空间的利用效率。定期评估托盘和袋子的配合情况,必要时进行调整或改进,以确保在实际生产过程中能够充分利用托盘空间。

## 5 结语

在 FFS 重膜包装线的操作和维护过程中,故障问题的及时识别和有效处理对于保持生产线的高效运转至关重要。在生产线的实际运行中,设备的故障问题不可避免,因此对设备进行定期维护和优化是确保生产效率和产品质量的关键。通过总结和分析常见故障及其解决办法,可以为未来的设备使用和维护提供宝贵的参考。

### [参考文献]

- [1]崔宇辉,刘春阳.重包装膜(FFS)应用现状及发展综述[J].山东化工,2024,53(5):81-82.
- [2]钟燕辉,陈胜利,谢力君,等.全自动水平式包装机热封参数的控制与优化[J].机械工程与自动化,2021(6):4-6.
- [3]王仁龙.一种 FFS 重包装膜及其制备方法[J].塑料包装,2023,33(4):41-46.

作者简介:李刚(1971.7—),男,学历:本科,毕业院校:北京交通大学,所学专业:人力资源管理,目前职称:助理级,目前就职单位:天津大港油田莱特石油化工股份公司。

# 机械电气工程的维护及有效管理措施

魏鑫

一汽-大众汽车有限公司天津分公司, 天津 301509

**[摘要]**在当今工业环境中,机械电气系统的故障不仅可能导致生产停滞,更可能引发巨大的经济损失及安全隐患。随着市场竞争的加剧,企业迫切需要提升设备的可靠性与维护效率,应对不断变化的生产需求。传统的维护方法常常依赖经验缺乏系统性与规范性,导致设备管理中存在盲目检修与资源浪费的问题。近年来,物联网和人工智能等新兴技术为设备维护提供了新的解决方案,这些技术使得实时监控与数据分析成为可能,从而显著提高了故障诊断的准确性与维护的预见性。基于此,如何合理引入这些先进技术,并将其与传统管理方法相结合,形成一套完整的机械电气工程维护与管理措施,已成为企业面临的重要课题。通过深入研究与探索有效的维护及管理措施,设备的高效运作得以实现,从而提升整体生产能力,使企业能够在激烈的市场竞争中占据优势。

**[关键词]**机械电气工程;维护;管理

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13710

中图分类号: TU607

文献标识码: A

## Maintenance and Effective Management Measures for Mechanical and Electrical Engineering

WEI Xin

Tianjin Branch of FAW-Volkswagen Automotive Co., Ltd., Tianjin, 301509, China

**Abstract:** In today's industrial environment, mechanical and electrical system failures may not only cause production to stagnate, but also lead to significant economic losses and safety hazards. With the intensification of market competition, enterprises urgently need to improve the reliability and maintenance efficiency of equipment to cope with constantly changing production demands. Traditional maintenance methods often rely on experience and lack systematicity and standardization, leading to blind maintenance and resource waste in equipment management. In recent years, emerging technologies such as the Internet of Things and artificial intelligence have provided new solutions for device maintenance, making real-time monitoring and data analysis possible, thereby significantly improving the accuracy of fault diagnosis and the predictability of maintenance. Based on this, how to reasonably introduce these advanced technologies and combine them with traditional management methods to form a complete mechanical and electrical engineering maintenance and management system has become an important issue faced by enterprises. Through in-depth research and exploration of effective maintenance and management measures, the efficient operation of equipment can be achieved, which enhancing overall production capacity and enabling enterprises to gain an advantage in fierce market competition.

**Keywords:** mechanical and electrical engineering; maintenance; management

### 引言

在现代工业中,机械电气工程发挥着至关重要的作用,涵盖了设备的设计、制造、安装及维护等多个环节。随着科技的快速进步,设备的复杂性与智能化水平不断提高,对其维护与管理提出了更高的要求。有效的维护不仅关系到设备的正常运转还直接影响生产效率与安全性。因此,探索科学的维护措施与管理策略显得尤为关键。设备的复杂性要求更加精细地管理,而智能化的提升则使维护工作更加高效,而科学的维护措施与管理策略对于提升设备性能与保障生产安全具有重要意义。

### 1 机械电气工程维护的必要性

#### 1.1 保障设备运行的稳定性

在机械电气工程中,维护工作对设备运行的稳定性起着至关重要的作用,通过定期的维护与保养,潜在的故障与隐患能够有效预防,从而确保机械电气系统始终处于良

好的工作状态。设备运行的稳定性不仅直接影响生产的顺利进行,尤其是在高负荷和连续运转的环境下更为重要,稳定的设备运行不仅减少了因非计划性停机造成的损失,同时也降低了因故障带来的安全风险<sup>[1]</sup>。保持稳定的运行状态,整体使用寿命的延长也将得以实现,从而避免因过度磨损或突发性故障导致的不可预见的维修与更换成本。

#### 1.2 延长设备使用寿命

延长设备的使用寿命成为机械电气工程维护的重要目标之一,通过定期维护与仔细检查,潜在的问题能够被及时发现,从而防止小故障升级为严重隐患。以润滑系统为例,定期的检查与调整有助于摩擦损耗的减少,从而减缓部件的磨损速度,合理的操作与维护流程确保设备在最佳工况下运行,有效避免了因过载或不当使用所带来的损害。设备使用寿命的延长不仅降低了更换成本,同时也提升了整体生产效率,这在竞争激烈的市场中显得尤为重要。

### 1.3 提高生产效率

提高生产效率成为机械电气工程维护的重要益处之一，通过定期维护与精确管理，设备得以保持在最佳运行状态，从而有效减少故障停机时间，这种稳定性不仅增强了生产的连续性还使生产节奏更加流畅。有效的维护措施能够优化设备性能，即便在高负荷条件下仍能保持良好的表现，进而提升整体生产能力。例如，设备的及时更新与校准，确保了生产流程中每个环节的高效衔接，从而缩短了生产周期，这些努力不仅提升了产量还提高了产品质量，增强了市场竞争力。由此可见，机械电气工程的有效维护直接推动了企业的生产效率与经济效益。

### 1.4 降低设备停机率与维修成本

降低设备停机率与维修成本是机械电气工程管理的目标，频繁停机不仅影响生产效率还可能导致经济损失。因此，企业需实施有效的维护策略，通过定期维护与检查潜在问题，防止小故障演变为重大故障，从而减少意外停机时间确保生产流程的稳定。建立设备运行记录与故障分析系统，有助于识别故障规律并优化维护计划，进一步降低维修费用。引入智能监测技术同样重要，通过实时监控设备状态，技术人员可迅速响应异常，避免因小问题而停机，这种数据驱动的管理方式提升了设备使用率减少了不必要的维修支出。

## 2 机械电气工程中常见的故障问题

### 2.1 开关和短路故障

在机械电气工程领域，开关故障与短路故障是常见的问题，对设备的正常运行产生显著影响。开关故障的表现往往为设备无法可靠地启停，从而导致生产线的停滞影响整体生产效率，接触不良或开关内部组件的磨损通常是此类问题的根源。相比之下短路故障的危险性更大，可能引起电流异常增大，导致过热甚至引发火灾，这种故障的发生通常是由于绝缘层的损坏、导线的老化或不当的电气连接引起的，严重威胁设备与人员的安全。

### 2.2 蓄电池故障

在机械电气工程中，蓄电池故障是一个常见的问题，对设备的正常运作产生显著影响，常见的故障表现包括电池无法充电、充电后续航时间短以及容量衰减，这些问题通常源于内部化学反应的失效、极板的腐蚀或电解液的不足。当蓄电池无法正常工作时，设备可能因电力不足而停机导致生产的延误，过度放电或长时间不使用亦会损坏电池增加故障的风险，不仅影响设备的运行效率还可能对其他电气元件造成损害，从而提高维修成本与安全隐患。因此，蓄电池故障应成为重点关注的问题。

### 2.3 基础电路故障

基础电路故障在机械电气工程中是一种普遍且关键的问题，可能导致设备整体功能的失效。常见的故障症状包括电路短路、断路或接触不良，这些问题往往由导线老化、连接松动或不当布线所引发，任何基础电路问题均可

能导致电力供应的不稳定进而影响设备的运行效率。基础电路故障还可能损坏电气设备甚至引发安全事故，例如火灾或电击等风险。当电流无法按预期在电路中流动时，设备性能受到严重影响，整个系统也可能因此陷入瘫痪。鉴于此，及时识别与处理基础电路故障，成为确保机械电气工程顺利进行的重要环节。

### 2.4 电气检测设备故障

在机械电气工程中，电气检测设备的故障是一个严重问题，直接影响设备的安全性与生产效率。常见的故障表现包括检测仪器无法正常显示数据、测量结果不准确及频繁报警等，这些问题通常由传感器失灵、连接不良或设备老化引起。一旦电气检测设备发生故障，可能导致对设备运行状态的错误判断，进而影响维护决策与生产安排。同时，未能及时获取准确的电气参数会使潜在故障未被及时发现从而增加安全风险。因此，电气检测设备的可靠性对确保整个机械电气系统的稳定运行至关重要。

### 2.5 机械部件磨损与故障

在机械电气工程中，机械部件的磨损与故障是常见且不可忽视的问题，这些问题直接影响设备的运行效率与安全性。随着使用时间的延长，齿轮、轴承及传动装置等部件因摩擦、冲击及载荷等因素逐步磨损，导致精度降低及性能下降。磨损通常以异响、振动加剧或运动不顺畅的形式表现，严重时甚至可能导致部件断裂或设备停机。不仅影响设备的正常运行，磨损的部件还可能引发对其他相关组件的二次损伤，从而增加维修成本及停机时间。随着磨损程度的加重设备的整体效率显著下降，影响生产的连续性与经济效益。因此，关注机械部件的磨损状态并及时进行维护是保持设备高效运转的关键。

## 3 强化机械电气工程的维护及管理措施

### 3.1 定期维护与保养，并标准化维护流程

在机械电气工程中，定期维护与保养这一过程不仅确保设备的正常运作，还显著延长了其使用寿命。制定详尽的维护计划是第一步，计划中应包括各类设备的检查频率、维护内容及具体责任人，通过设定明确的时间表，如每周、每月或每季度进行维护，设备始终处于最佳状态得以保障。在每次维护中，维护人员需遵循统一的操作规范，检查项目包括润滑系统、电气连接以及机械部件的磨损情况，这种标准化方法不仅减少了因操作差异引发的错误，也帮助新员工更快地适应工作。系统化的维护记录同样至关重要，详细记录每次维护的内容和结果，使管理者能够分析设备的运行状况及时识别潜在问题，并为今后的维护提供数据支持。通过将定期维护与标准化流程相结合，机械电气系统的运行更加可靠，设备故障发生的概率显著降低，从而提升了生产效率。

### 3.2 智能化与数字化管理

在机械电气工程中，智能化与数字化管理的作用愈发显著，为维护与运营提供了全新的视角与工具。通过引入物联网（IoT）技术，实时监测设备运行状态成为可能，

同时自动收集温度、振动、电流等关键数据,这些信息的获取帮助技术人员及时识别潜在故障,避免在关键时刻发生设备停机。数字化管理系统的应用使维护流程变得更加高效,在集中管理平台上所有设备的维护记录、故障历史及性能数据一目了然,这种透明度不仅使管理层能够迅速做出决策,还优化了资源分配,确保人力与物力得到有效利用。借助大数据分析设备维护需求得以预测,实施预测性维护从而成为可能,提前采取预防措施进而降低维护成本与停机时间。智能化管理还促进了团队间的协作,通过移动设备技术人员能够实时获取设备信息及维护指南,这一方式显著提高了工作效率。

### 3.3 设备生命周期管理

设备生命周期管理(Lifecycle Management)在机械电气工程中被视为一项关键策略,涵盖设备从采购、安装、运行到最终报废的全过程,通过有效的生命周期管理,企业能够最大化设备的价值同时降低整体拥有成本。在采购阶段,适合的设备选择需依据实际需求进行,同时考虑设备的性能、能效及后续维护的便利性。设备安装后,调试与初期维护的及时进行是确保其顺利投入运行的关键。在设备运行阶段,定期监测与维护能够有效预防故障,延长设备的使用寿命,此外建立详尽的运行记录与维护档案,能够为性能趋势的分析提供有力依据。随着设备接近生命期末端,企业需认真考虑更新或替换方案,通过评估设备的剩余价值、维修成本及替代设备的性能,明智的决策能够得以做出。在此过程中,资源配置的合理规划不仅提升了设备的使用效率,也增强了企业的市场竞争力。

### 3.4 提高技术人员的专业水平以及实践管理能力

在机械电气工程的顺利进行中,技术人员的专业水平与实践管理能力的提升显得至关重要。企业应重视定期为技术人员提供培训机会,培训内容应包括新技术、新设备及行业标准,通过理论与实践相结合的方法,员工对设备操作、维护及故障排除的理解与能力能够显著增强,这种做法不仅提升了个人素质,也营造出团队内持续学习的氛围<sup>[2]</sup>。同样重要的是技术人员的实践管理能力,项目管理培训的组织可以帮助员工掌握项目规划、资源调配与进度控制等关键技能。技术人员参与实际项目管理的机会,能够使他们在实践中积累经验提升综合素质,定期进行案例分析与经验分享会,有助于团队成员之间的交流与合作,从而提高整体执行力。通过这种全面的培训与管理策略,企业不仅能够提高技术人员的专业技能,还能增强他们的责任感与团队意识,使其更好地适应快速变化的工作环境。

### 3.5 避免电气工程的盲目检修

在电气工程中,避免盲目检修对提升维护效率与设备安全性至关重要。盲目检修往往源于对故障原因的不充分了解,导致不必要的拆卸与更换从而浪费时间与资源。为了解决这一问题,增强故障诊断能力显得尤为必要。技术人员应掌握专业的检测工具与方法以便能够准确判断问

题所在。建立规范的故障记录与分析系统同样不可忽视,通过对历史故障数据的分析,可以识别常见问题及其根本原因,避免在后续检修中重复相同错误。此外,明确的检修流程与标准确保每次维护都有据可循,从而有效降低随意操作的风险。定期组织故障案例的讨论与学习,使团队成员能够分享经验与教训,有助于提升整体故障处理能力,通过这种方式不仅可以提高电气工程的维护质量,还能确保设备在最佳状态下运行,从而最大限度地降低故障发生率,提升生产效率与安全性。

### 3.6 引入物联网与远程监控技术

在机械电气工程领域,引入物联网(IoT)与远程监控技术正在根本改变设备管理与维护的方式,这些技术使设备能够实时收集与传输运行数据,从而使工程师得以随时随地监控设备状态并全面掌控运行情况,通过传感器的安装,设备可自动检测温度、振动、压力等关键参数,并将这些数据上传至云端,为后续的分析与决策提供重要支持<sup>[3]</sup>。通过对收集的数据进行分析,预测性维护的实施成为可能,基于设备的历史数据与实时监测信息,技术人员能够预测潜在故障并提前采取措施,避免因停机与突发性维修带来的损失,这种主动的维护方式不仅降低了运营成本,还显著提升了生产效率。远程监控技术的应用同样使技术人员能够在不同地点对设备进行实时管理,减少了现场巡检的频率,从而节省了人力资源。当设备出现异常时技术团队可以迅速介入及时处理问题,进一步保障生产的连续性。

## 4 结语

在机械电气工程领域,设备的维护与管理措施的强化通过定期维护、智能化管理及设备生命周期管理,企业不仅能够显著提升设备的运行效率,还能延长使用寿命减少故障的发生,保障了设备的稳定性并为企业创造了可观的经济效益。加强技术人员的专业技能与实践管理能力,避免盲目检修以及引入物联网与远程监控技术,都是提升维护效果的重要策略,这些创新与系统化的方法使设备管理变得更加科学高效,从而推动了行业的持续发展。机械电气工程的成功依赖于科学的管理与精细的维护。随着技术的不断进步,管理措施的持续优化应成为企业的重中之重,以提升整体竞争力迎接未来的挑战与机遇。

### [参考文献]

- [1]李奇,张方辉,王其锦.机械电气工程的维护及有效管理措施研究[J].中国设备工程,2023(22):68-70.
  - [2]徐仁民,胥琳琳.机械电气工程的维护及有效管理措施[J].世界有色金属,2022(14):199-201.
  - [3]王赞.机械电气工程设备的维护及管理措施探讨[J].现代制造技术与装备,2022,58(3):162-164.
- 作者简介:魏鑫(1984.5—),男,学历:本科,目前职称:中级工程师,毕业院校:中国农业大学,所学专业:测控技术与仪器专业,目前就职单位:一汽-大众汽车有限公司天津分公司。



## 关于微生物法在石化行业中处理含油废水的借鉴和探讨

王成芳

中国石油工程建设有限公司西南分公司, 四川 成都 610041

[摘要] 微生物法作为一种含油废水的生物处理技术, 特别是采用多种生物工艺技术相组合时, 能取得去除效率高、适应性强、经济实用等优点, 一直是石油烃类废水处理研究的热点。文中对微生物法处理含油废水的最新研究进展进行了综述分析, 以期对相关领域提供参考。

[关键词] 微生物法; 石油烃类废水; 高效降解; 可持续性; 借鉴

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13751

中图分类号: X703.1

文献标识码: A

### Reference and Discussion on Microbial Treatment of Oil Containing Wastewater in Petrochemical Industry

WANG Chengfang

Southwest Branch of China Petroleum Engineering & Construction Corp, Chengdu, Sichuan, 610041, China

**Abstract:** Microbial method, as a biological treatment technology for oily wastewater, especially when combining multiple biological process technologies, can achieve high removal efficiency, strong adaptability, and economic practicality. It has always been a hot topic in the research of petroleum hydrocarbon wastewater treatment. The article provides a review and analysis of the latest research progress in the treatment of oily wastewater using microbial methods, in order to provide reference for fields.

**Keywords:** microbial method; petroleum hydrocarbon wastewater; efficient degradation; sustainability; reference

#### 引言

石油化工行业是国民经济的支柱产业, 促进了我国经济社会发展的同时, 在开采生产中也产生了大量的石油烃类废水, 而工业废水合理高效的处置和再生回用是我国环保产业的重要分支, 也是实现碳中和的重要路径之一。因此, 如何高效经济处理含油废水成为了一个亟待解决的问题。

石化含油废水具有成分复杂、浓度高、毒性大等特点, 常规的物理、化学方法难以达到理想、经济、环保的深度处理效果。微生物法与物理或化学方法相比较具有去除效率高, 适应性强, 经济实用, 无二次污染等优点, 且微生物法是一个长期可持续发展的处理技术, 故本文对微生物法处理含油废水的研究进展进行了探讨, 以期借鉴用微生物法处理行业中含油废水的可行性。

#### 1 微生物法处理含油废水的基本原理

微生物法处理含油废水是考虑利用某些可降解石油烃类的微生物, 将废水中的油类和烷烃类污染物最终转化为无害物质。这些特定优势微生物在降解油烃类污染物过程中, 通过生物增强作用, 将富集的单一微生物菌株或微生物菌群引入到处理的环境中, 通过共代谢机制作用, 极大地增强油烃类污染物降解的效率, 使废水得到净化。此外, 微生物还可以通过协同作用, 将油类降解菌和生物表面活性剂产生菌相结合, 也能有效提高油类污染物的去除效率, 甚至还有学者研究发现微生物的协同作用在环烷烃的降解中尤为关键。

#### 2 常规工艺处理含油废水常见问题

活性污泥法和生物膜法已被大量用于含油废水的处理工程中, 其中活性污泥法已被许多国家的炼油厂采用, 且已证实其处理效果一般比普通生物滤池高, 运行费用低, 但管理水平要求高; 生物膜法是石化行业中优选的一种废水处理工艺, 可满足工程需求模块化, 占地少, 自动化程度高, 操作管理简便, 目前常用的有生物流化床、MBR、MBBR 等工艺。两种微生物法在含油废水处理前端均需要根据实际水质考虑调节、沉降、除油、过滤等预处理措施, 以保障后期运行效果和出水水质。但在实际运行中仍存在以下问题:

##### 2.1 颗粒污泥易解体

颗粒污泥系统在处理废水方面对冲击负荷和有毒物质均具有一定的承受能力。然而, 当面临含有烃类、酚类等有毒及难降解有机物的含油废水时, 就需要花费更多的造粒周期。有研究表明, 在含油废水中形成好氧颗粒污泥需要 100 至 200 天。这些顽固的有机物在高浓度条件下, 极有可能导致稳定好氧颗粒污泥解体。

首先, 含油废水中的烷烃、苯酚等难降解物质, 对好氧颗粒污泥的形成产生了阻碍, 从而影响了颗粒污泥的稳定性和处理效果。其次, 含油废水中的高负载条件, 也对好氧颗粒污泥产生了巨大的压力。在高负载条件下, 好氧颗粒污泥需要消耗更多的能量来维持自身的生存, 这使得颗粒污泥在处理含油废水时, 更容易出现解体现象。同时

在处理含油废水的过程中,油滴会吸附在颗粒污泥的表面,形成生物被膜,生物被膜的存在会阻碍颗粒污泥之间的紧密粘附,从而降低颗粒污泥的稳定性和抗剪切力。

## 2.2 微生物挂膜周期长、易脱落

生物膜是利用载体作为媒介使系统内的微生物在高度生物活性的情况下不断地增殖形成膜状的微生物群体。在含有大量难降解物质的含油废水中,微生物的繁殖将会受到抑制,从而导致生物膜的形成速度变慢,不仅降低了处理效果,还可能使难降解有机物在废水中长时间积累而加剧污染。

同时含油废水中的挥发性有毒化合物也容易导致生物膜的剥离,在含有挥发性有毒化合物的废水中,这些化合物可能会渗透进微生物细胞内部,导致细胞结构受到破坏,从而使生物膜容易剥离降低处理效果。此外,生物膜在处理含油废水时,生物膜的处理效果很大程度上取决于微生物在生物膜上的代谢活动,而微生物的代谢活动需要充足的氧气和有机物。而在含油废水中,残存附着的油膜会阻碍水体的复氧,阻隔了水体中氧的来源,进一步降低处理效率。

## 2.3 膜组件的污染与堵塞

膜生物反应器(MBR)技术凭借其反应器内高浓度生物量和高效截留双重功能,具有高的有机污染物去除效率与出水水质,同时与其它微生物法相比,占地紧凑,自动化程度高,并能通过保持低污泥负荷减少剩余污泥量等优点,在污水处理领域备受关注。奚竹青<sup>[1]</sup>在某工业有机废水中利用MBR工艺来处理含油、高浓度有机物的废水,MBR设备进水含油 $\leq 15\text{mg/L}$ , $\text{COD}_{\text{Cr}} \leq 300\text{mg/L}$ ,通过每半年化学清洗膜的频率来保证设备正常运行,以及保持出水水质稳定达标。

然而,当操作管理不当时则会导致MBR反应器内的胞外聚合物(简称EPS)成分和含量异常,从而影响污泥絮体结构的大小、性状、密度、孔隙率等特性,此时EPS作为污染物会附着在膜表面逐渐构成饼层而堵塞膜孔。此外,油类物质在膜表面的附着堆积也是膜污染的罪魁祸首之一。

例如某海外天然气净化工厂含油废水的MBR处理工艺中,为了控制减缓膜污染,设计考虑了较高通量的膜,以及通过设置间歇式抽吸方式来减缓膜污,同时前端系统考虑了“曝气-气浮-过滤”的预处理工艺,来保证MBR设备进水含油 $\leq 10\text{mg/L}$ ,远小于微生物处理进水中有害物质阈值中要求的石油类 $\leq 50\text{mg/L}$ 。投产后因管理人员操作不当,导致MBR内膜表面被油类物质严重污染堵塞,造成微生物处理系统短期内难以投入使用。

## 3 微生物法处理含油废水的研究进展

### 3.1 微生物菌种筛选与改造

如今微生物法处理含油废水的宗旨是考虑利用自然界筛选出的菌属或通过基因组合诱变技术等方法得到的

菌属,利用这些特定微生物的分解代谢能力,将废水中的石油烃类污染物分解为无害的小分子物质,从而实现废水的净化。近年来,随着石化行业的快速发展,含油废水选择环保可持续性处理引起了广泛关注,微生物法也一直是业内人士研究的热点。

能降解石油烃类化合物的微生物很多,有100多个属,200余种,分属于细菌、放线菌、霉菌、酵母等<sup>[2]</sup>。已有研究者从石化废水排放源、活性污泥、土壤等环境中,筛选出了一系列具有高效降解含油废水能力的微生物菌种。例如,孙广垠<sup>[3]</sup>等发现能分解石油碳氢化合物的最主要优势菌属为假单胞菌属和不动杆菌属以及芽孢杆菌属,其中假单胞菌中铜绿假单胞菌菌株可以持续促进原油降解和菌株改良。罗皓丽<sup>[4]</sup>等研究发现了一种优势产表面活性剂石油降解菌-蜡样芽孢杆菌(*Bacillus cereus*),在发酵条件优化的前提下经48天处理后,该添加菌株组对石油的去除率高达91.23%。徐虹<sup>[5]</sup>等发现假单胞菌(*Pseudomonas* sp)通过共代谢作用对石油烃类中的多环芳烃(PAHs)具有较强的降解能力,能极大消减其它微生物受PAHs的毒理抑制。

### 3.2 微生物好氧与厌氧结合降解

好氧细菌是最常见的降解种群,其以分子氧为受氢体最终将有机物分解,当面临石油废水中的饱和烃类也能实现转化速率快、降解效率高,对处理环境要求相对宽松。而微生物在厌氧条件下,以 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{CO}_2$ 或 $\text{Fe(III)}$ 为电子受体将好氧条件下难降解有机物及其毒性代谢产物在厌氧环境中也可彻底降解,但厌氧降解的反应速率慢、环境要求较为苛刻。研究表明某些厌氧微生物可以直接降解小分子PAHs,而相对更高环数的PAHs,厌氧微生物需要以共代谢方式进行转化,才可以显著提高厌氧微生物的降解效率,以及提高厌氧微生物对碳源和能源的选择范围,最终实现厌氧微生物对于难降解有机物及其毒性代谢产物的降解<sup>[6]</sup>。

### 3.3 微藻的应用

微藻在生物脱氮上具有很高的反硝化脱氮能力,此外还拥有循环利用,将二氧化碳和氮、磷等转化为生物质从而减少碳排放等优点。在针对难降解有机化合物的微藻类研究中,姚宇<sup>[7]</sup>等发现一种隐藻门微藻—红胞藻(*Rhodomonas* sp. JZB-2)在合适的PH值和盐度等环境下能够快速生物降解对二甲苯(PX),ZHANG C<sup>[8]</sup>等发现绿潮藻类浒苔(*Ulva prolifera*)在30天对菲的去除率可达91.3%。但微藻在处理含油废水中的道路上还缺乏广泛的研究和支撑数据,在未来绿色环保降解含油废水上还有很大的探索空间。

## 4 微生物法处理含油废水的可行方案

### 4.1 培养驯化高效降解油类菌群

在微生物法处理含油废水的实际应用中,不同菌种对

含油废水的降解效果有所不同,因此选择适合的菌种是提高处理效果的前提,菌种还应具备较强的耐受性、降解能力和生长速度。在合理减少处理流程、满足经济技术可行以及可持续发展的前提下,根据含油废水中的特定组分投加特定的降解菌群,同时也能兼顾实现对氨氮、磷的高效去除。

单一特定的微生物菌种在降解含油废水时,也会存在降解效果不稳定、降解速率慢等问题。有研究者通过结合不同的菌株形成一个菌群可以显著提高原油的生物降解效率,以及处理难以降解的烃类成分,同时还有助于抵抗有毒物质的影响。Weiwei Chen<sup>[9]</sup>等通过实验构建了一个功能性细菌菌群,包括耐盐的石油降解菌和生物表面活性剂产生菌 *Dietzia* sp. CN-3 与 *Acinetobacter* sp. HC8-3S, 该菌群在 10 天内实现了 95.8% 的原油降解效率,且能够适应广泛的 pH (4-10) 和盐度 (0-120 g/L); 菌群中不同菌株的相互作用促进了更广泛的酶的产生和更有效的代谢途径,从而提高了整体的降解效率。

通过筛选与改造具有高效降解含油废水能力的微生物菌种,可以提高处理效果,实现废水的有效净化。在实际应用中,还需要根据工程的实际水质情况,进一步研究微生物菌种的选择与改造策略,优先选择可获性广、稳定性强的菌种,以满足不同含油废水的处理需求。

#### 4.2 微生物固定化处理与生物反应器的协同

在含油废水处理的实际应用中,除了筛选针对性的微生物菌群外,还要考虑优化微生物附着性和后续承载的处理工艺,以及废水资源化的延续。

有相关研究表明,对于性质复杂的含油废水而言,固定化所带来的高活性、高浓度的微生物以及固定材料的保护,使得废水中有毒物质对微生物的影响降低,从而使固定化菌群的降解效果高于游离菌群。徐新阳<sup>[10]</sup>团队经过 64 小时后的实验研究发现固定化菌株颗粒对含油污水中 COD<sub>Cr</sub> 的去除率明显高于游离菌约 38% 左右。朱文芳<sup>[11]</sup>团队将从炼油厂污水筛选驯化得到的微生物菌种固定在颗粒活性炭上,组装成固定化微生物反应柱,其实验结果表明采用固定化技术后,对油类的去除率比游离微生物时提高约 20%,并且微生物在固定化之后,对 pH 值及水质的耐冲击性明显增强。Kaili Qiao<sup>[12]</sup>等从石油污染的海水中分离菌种群,并将其固定在磁性漂浮的生物炭凝胶珠中用于去除高分子量的多环芳烃,结果发现固定化菌种群对芘 (PYR)、苯并 (a) 芘 (BAP) 和茚并 (1,2,3-cd) 芘 (INP) 的降解率分别为 89.8%、66.9% 和 78.2%,且对 pH、温度和盐度的耐受性优于游离菌种。

因此,在生物反应器内选择合适的载体来为微生物提供相对稳定的附着生长环境,分段改进生物反应器设计等方式,从而进一步提高前端石油烃类的降解效率,减轻后续工艺的污染和处理负荷,实现有毒高浓度含油废水的低

成本、高效处理。

#### 4.3 微生物法与人工湿地相结合

人工湿地是一种有效的生态废水处理工艺,一般由人工基质和生长在其上的水生植物组成,形成基质-植物-微生物生态系统,基质、植物和微生物三者相互联系,共同形成稳定高效的生态污水处理系统。

有业内团队通过水平流人工湿地用来处理含有大量溶解性难降解有机物的重油采出水,通过定期监测出口污染物的浓度和芦苇的变化,发现湿地系统的平均去除率最高可达到 81%,且该采出水中的油类成分对芦苇本身的生理指标没有造成明显影响<sup>[13]</sup>。

薛钧尹<sup>[14]</sup>认为微生物对有机污染的降解在含油废水人工湿地系统中扮演着极其重要的角色,研究特别发现垂直潜流湿地系统对石油类能达到有更好更好的净化效果,总去除率的平均值可达到 97%。除了基质的前期吸附能力外,人工湿地系统经过长期运行,降解油类的微生物菌群种类和结构在含油废水环境中均趋于稳定后,再逐步降解石油类污染物,最终达到持续性稳定高效地去除油类污染物的目的。

早期石化行业工程中在干旱地区存在着很多废水蒸发池的设计,部分蒸发池因其表面被排出废水中的油类物质堆积成油膜覆盖而导致蒸发效果大大降低,造成水池容积满足不了蓄水要求而外溢污染环境。若此,可借鉴上述法将蒸发池改造升级为人工湿地系统,且主动引进高效降解油类的微生物菌种,可极大减少石化行业中含油废水对环境造成的污染,同时具有生态修复和营造自然景观等特点,也能够为工业化生产塑造良好的环境。

#### 5 结语

在目前的研究中,可以发现通过筛选和驯化高效降解石油烃类化合物的微生物菌株群,增强微生物对石油烃类的降解能力。如兼顾不同分子量多环芳烃对碳源和氮源的选择及其规律,在最劣条件下培养菌种,提高生物菌种的降解能力和抗冲击性;考虑最佳投菌数量,从培养菌体所需经济成本和培养基营养物质的有限性来考虑,只有接种量合适时,石油的降解率才会高。未来或许还能通过基因工程技术改造微生物,缩短降解周期,进一步提高含油废水的处理效率,还需要业内人士投入更多的深入研究。

基于文章的分析,微生物法处理石化含油废水仍是工程实际运用中的优选方案。然而在以后的应用过程中,仍需要将研究工作集中在实际的生产运行参数上,例如与高校及可靠的厂家开展合作,探寻培养行业内水质差异化可控的微生物菌种,增强微生物降解的稳定性,固定化微生物菌群种类等,才能更高效地推广于实际应用中。

因此,进一步研究微生物法处理石油烃类废水的机理,优化工艺参数,开发更优的新型微生物菌种,实现更绿色的处理性能和更高的去除效率对于含油废水可持续性处

理具有重要意义。

#### [参考文献]

- [1] 奚竹青. MBR 工艺在煤直接液化项目有机废水处理中的应用[J]. 煤化工, 2018, 46(4): 20-24.
- [2] 李法云. 污染土壤生物修复理论基础与技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [3] 孙广根, 陈美玲, 张会宁, 等. 微生物法处理石化含油废水研究进展[J]. 水处理技术, 2023, 49(8): 1-7.
- [4] 罗皓丽, 李海红, 马倩. 产表面活性剂石油降解菌的筛选鉴定及修复效能[J]. 环境工程, 2024, 42(3): 199-206.
- [5] 徐虹, 章军, 刘陈立, 等. PAHs 降解菌的分离、鉴定及降解能力测定[J]. 海洋环境科学, 2004(23): 61-64.
- [6] 孙明明, 滕应, 骆永明. 厌氧微生物降解多环芳烃研究进展[J]. 微生物学报, 2012, 52(8): 931-939.
- [7] 姚宇, 李皓, 孟范平. 环境因子对红胞藻 JZB-2 降解海水中对二甲苯的影响[J]. 中国环境科学, 2023, 43(1): 181-189.
- [8] ZHANG C, LU J, WU J, et al. Removal of phenanthrene from coastal waters by green tide algae *Ulva prolifera*[J]. *Science of the Total Environment*, 2017, 609(13): 22-28.
- [9] Weiwei Chen, Yachao Kong, Junde Li, et al. Enhanced biodegradation of crude oil by constructed bacterial consortium comprising salt-tolerant petroleum degraders and biosurfactant producers[J]. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 2020, 154(1).
- [10] 徐新阳, 谷妮娜. 含油废水处理微生物的化学包埋法固定化工艺[J]. 东北大学学报, 2007, 28(9): 1329-1332.
- [11] 朱文芳, 李伟光. 微生物固定化技术处理含油废水的研究[J]. 工业水处理, 2007, 27(10): 44-46.
- [12] Kaili Qiao, Weijun Tian, Jie Bai, et al. Removal of high-molecular-weight polycyclic aromatic hydrocarbons by a microbial consortium immobilized in magnetic floating biochar gel beads[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2020, 159(2): 111489.
- [13] Guodong Ji, Tieheng Sun, Qixing Zhou, et al. Constructed subsurface flow wetland for treating heavy oil-produced water of the Liaohe Oilfield in China[J]. *Ecological Engineering*, 2002, 18(4): 459-465.
- [14] 薛钧尹. 含油废水人工湿地系统微生物研究[D]. 江苏: 中国矿业大学, 2015.

作者简介: 王成芳(1982.8—), 毕业院校: 中国石油大学(北京), 所学专业: 环境工程, 当前就职单位: 中国石油工程建设有限公司西南分公司, 职称级别: 工程师, 执业资格: 注册公用设备工程师(给水排水)。

## 智能化技术在露天矿山采矿和安全管理领域中的应用

王东荣

天博辰业矿业有限公司, 新疆 博尔塔拉蒙古自治州 833400

[摘要] 在现代工业化进程中, 露天矿山作为重要的资源开采方式, 在全球范围内扮演着不可或缺的角色。然而, 随着资源的逐渐枯竭和环境问题的日益突出, 如何有效提升矿山采矿效率、改善工作环境安全、实现可持续发展成为了当前矿业管理面临的重要挑战。智能化技术的迅速发展为解决这些挑战提供了新的契机。自动化、远程控制、传感器技术以及数据采集与分析系统等智能化技术的应用, 不仅使得矿山作业更加精准和高效, 还极大地提升了安全管理水平和资源利用效率。文中探讨智能化技术在露天矿山采矿和安全管理中的多方面应用, 并探讨其优化路径。

[关键词] 智能化技术; 露天矿; 安全

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13763

中图分类号: TD824

文献标识码: A

### Application of Intelligent Technology in Open-pit Mining and Safety Management

WANG Dongrong

Tianbo Chenye Mining Co., Ltd., Bortala Mongol Autonomous Prefecture, Xinjiang, 833400, China

**Abstract:** In the process of modern industrialization, open-pit mines play an indispensable role as an important resource extraction method worldwide. However, with the gradual depletion of resources and the increasingly prominent environmental problems, how to effectively improve mining efficiency, improve working environment safety, and achieve sustainable development has become an important challenge facing current mining management. The rapid development of intelligent technology provides new opportunities to address these challenges. The application of intelligent technologies such as automation, remote control, sensor technology, and data acquisition and analysis systems not only makes mining operations more precise and efficient, but also greatly improves the level of safety management and resource utilization efficiency. The article explores the various applications of intelligent technology in open-pit mining and safety management, and explores its optimization path.

**Keywords:** intelligent technology; open-pit mining; safety

#### 引言

在全球经济发展和工业化进程中, 露天矿山作为重要的矿产资源开采方式, 扮演着至关重要的角色。露天开采不仅效率高, 成本低, 而且适用于大规模开采和复杂地质条件, 因此在全球范围内广泛应用于煤炭、铁矿石、铜矿石等大宗矿产资源的开发。然而, 随着全球资源的日益枯竭和环境问题的愈发严峻, 传统的露天矿山开采面临着诸多挑战。为了应对这些挑战, 矿业企业和技术研发机构纷纷将目光转向智能化技术的应用。基于此, 探索智能化技术在露天矿山中的广泛应用及其优化路径, 对于推动矿山行业的转型升级, 实现安全、高效、可持续发展具有重要意义。

#### 1 智能化技术概述

智能化技术作为信息化和工业化深度融合的产物, 在各行业中展示了巨大的潜力和价值, 尤其在露天矿山采矿和安全管理领域, 其应用正日益受到关注和推广。智能化技术基于先进的信息技术, 如人工智能、物联网、大数据分析等, 通过数据采集、实时监控和智能决策, 实现了矿山生产和管理过程的高度自动化和智能化。智能化技术的

核心在于自动化和远程控制。通过自动化设备和系统, 矿山可以实现设备操作的自动化和生产流程的智能化管理。这不仅提高了生产效率, 还减少了人为操作误差和安全风险, 特别是在复杂的采矿环境中, 如高温、高压等条件下, 自动化技术显得尤为重要和可靠。传感器能够实时监测和采集矿山中各种关键数据, 如设备状态、环境参数等。这些数据通过物联网技术传输到数据中心, 经过大数据分析和人工智能算法处理, 可以帮助管理人员实时了解生产状态、预测设备故障, 并进行精准的生产调度和资源优化。安全监测与预警系统通过实时监控矿山环境和工作人员的安全状态, 及时发现和预警潜在的安全风险, 有效降低事故发生率。作业环境的智能化管理则通过监测空气质量、温度、湿度等因素, 保障工作环境符合安全标准, 为矿工提供更安全、舒适的工作条件。

#### 2 智能化技术在露天矿山采矿中的应用

##### 2.1 自动化与远程控制技术

传统的露天矿山采矿通常依赖于大量的人力操作和现场监控, 面对复杂多变的环境条件和安全风险, 效率和安全性常常存在挑战。自动化技术通过引入自动化设备和

系统,使得采矿过程更加高效、精确和可控。在露天矿山中,自动化装载和运输系统能够替代传统的人工操作,通过自动化装载机和自动驾驶运输车辆(ADT)等设备,实现矿石的高效装载和运输。这些系统依赖于精确的定位技术和智能化控制算法,能够在复杂的地形和恶劣的天气条件下稳定运行。远程控制技术允许操作人员通过远程控制中心监控和操作采矿设备。例如,远程控制挖掘机和装载机,可以减少操作员在危险区域的暴露时间,同时提高操作的安全性和精确度,大大降低了操作员的工作风险,并能够实时调整操作策略以应对不同的采矿条件。自动化技术可以实现设备的24小时连续运行,减少因人为因素而导致的停机时间和生产效率的波动。设备的智能化管理还能够优化生产流程,提高矿石的装载和运输效率,从而降低单位矿石的成本。例如,中国神华集团在其神东矿区引入了自动化采矿技术,通过使用无人驾驶电动卡车和远程控制的自动装载机,大大提高了煤矿开采的效率。该系统通过先进的定位和导航技术,确保设备在复杂地形下的精确操作,同时通过实时数据分析和智能调度系统,优化了装载和运输的流程,显著降低了煤炭单位开采成本,提高了整体生产效率和安全性<sup>[1]</sup>。

## 2.2 传感器技术在矿山中的应用

传感器作为智能化技术的基础,能够实时采集各种数据,并通过物联网技术传输到中心控制系统,为后续的数据分析和决策提供必要的支持。环境监测传感器,包括空气质量传感器、温度传感器、湿度传感器等,用于监测露天矿山中的工作环境条件。这些传感器能够实时监测空气中的粉尘、有害气体等因素,帮助管理人员及时采取措施,保障工作人员的健康和安全。设备状态监测传感器,如振动传感器、温度传感器等,用于监测和评估采矿设备的运行状态。通过实时监测设备的工作参数和运行数据,可以预测设备的运行寿命和可能的故障,采取预防性维护措施,降低设备损坏和停机的风险。人员安全监测传感器,主要包括穿戴式传感器和定位系统,用于监测矿工的位置、身体健康状况以及遭遇事故时的紧急情况。这些传感器能够实时定位矿工的位置,为救援人员提供准确的信息,缩短救援响应时间,提高事故应急处置效率。传感器技术能够实现实时监测,及时发现潜在的安全隐患和设备故障,提升了事故预防和应急响应能力。大量的传感器数据需要进行有效的集成和处理,以生成有用的信息和决策支持,这对数据管理和分析能力提出了挑战。

## 2.3 数据采集与分析系统

数据采集与分析系统是智能化技术在露天矿山中的关键组成部分,它通过收集、整合和分析传感器和设备产生的大量数据,为矿山管理者提供全面的生产和安全状态评估,支持决策和优化管理。数据采集系统,包括传感器数据采集和实时数据传输技术,确保数据的高效收集和及

时更新。数据采集系统的设计要考虑到矿山环境的复杂性和设备的分布特点,保证数据的完整性和可靠性。数据管理平台负责存储和管理采集到的大数据,包括数据的安全存储、备份和数据权限管理等。良好的数据管理能够确保数据的长期可用性和可访问性。数据分析系统通过应用数据挖掘、机器学习和人工智能等技术,对采集到的数据进行深入分析和挖掘,发现数据背后的规律和关联性,为管理者提供精准的决策支持和优化建议。数据分析系统能够基于历史数据和实时数据,预测设备故障和生产异常,帮助管理者提前调整生产计划和资源配置,最大化生产效率和资源利用率。大规模数据的处理和复杂算法的优化是数据分析系统面临的挑战,需要结合行业专业知识和先进的技术手段,提升数据处理效率和分析准确度。

## 3 智能化技术在矿山安全管理中的应用

智能化技术在矿山安全管理中的应用已经成为提升安全性、减少事故风险的关键因素。通过安全监测与预警系统、作业环境智能化管理以及人员安全与应急响应的综合应用,矿山能够有效地监控和管理安全风险,提高应对突发事件的能力,并保障工作人员的健康与安全。

### 3.1 安全监测与预警系统

安全监测与预警系统是智能化技术在矿山安全管理中的重要组成部分。这些系统通过使用各类传感器和监测设备,实时监测矿山环境、设备运行状态以及人员安全情况,旨在及时发现潜在的安全隐患并采取预防措施,以避免事故发生或减少事故的损失。环境监测包括空气质量监测、有害气体浓度监测、温度湿度监测等,利用传感器网络实时采集环境数据,确保工作环境符合安全标准,并及时预警可能影响工作人员健康的环境异常。使用振动传感器、温度传感器等设备,监测关键设备的运行状态,检测设备异常或故障迹象,提前预警可能的设备故障,避免因设备问题引发的安全事故<sup>[2]</sup>。当监测系统检测到环境异常或设备故障时,能够自动发出预警信号或报警信息,通知相关管理人员和作业人员,采取及时有效的应对措施,以减少潜在风险和事故发生的可能性。

### 3.2 作业环境智能化管理

作业环境智能化管理是指利用智能化技术对矿山作业环境进行全面监控和管理,以确保工作环境的安全性、舒适性和效率性。使用先进的传感器技术监测空气质量、噪音水平、光照强度等环境因素,及时调整环境条件,提升工作人员的工作舒适度和生产效率。利用物联网技术和大数据分析,对作业流程进行实时监测和优化,提高作业效率同时减少人为错误带来的安全隐患。引入智能化安全帽、穿戴式传感器等设备,监测工作人员的身体状况和行为,预防疲劳驾驶和其他安全风险,提升工作安全性和操作效率。

### 3.3 人员安全与应急响应

引入智能化的人员定位系统、紧急求援装置等设备,

矿山管理者能够实时监测和响应工作人员的安全情况,提高应急响应能力和事故处理效率。利用 GPS 定位技术和无线通讯网络,实时跟踪和监控工作人员的位置信息,确保其在矿山工作区域内的安全和活动轨迹的合法性。配备工作人员紧急求援按钮或穿戴式传感器,一旦工作人员遭遇紧急情况或事故,能够迅速发出求援信号并提供准确的位置信息,以便救援人员及时到达现场。建立完善的应急响应系统和预案,通过智能化技术实现快速响应、紧急疏散和灾后救援,最大程度地减少事故带来的损失和影响。

#### 4 露天矿山采矿和安全管理中应用智能化技术的优化路径

##### 4.1 优化自动化与远程控制技术

自动化技术的应用不仅可以减少人为操作的错误和风险,还能够提高设备利用率和生产效率。在优化自动化与远程控制技术方面,引入先进的自动化设备,如自动驾驶运输车辆(ADT)和自动化装载机。这些设备能够在复杂的采矿环境中精确操作,减少人员在高风险区域的频繁进出,从而降低事故风险。通过优化智能化控制系统的设计和算法,可以提升系统的稳定性和精确度,确保设备在各种地质条件下的高效运行。建设强大的远程监控中心,实现对采矿设备和生产过程的实时监测和远程操作,能够及时发现设备异常并采取预防措施。同时,结合数据分析技术,对采集到的大数据进行深入分析,优化运营策略和生产计划,提高资源利用效率和整体生产效率。

##### 4.2 优化传感器技术的应用

优化传感器技术的应用在露天矿山中具有重要的意义,它不仅能够提升数据采集的精度和实时性,还能够有效预防事故并优化生产过程。传感器技术作为智能化技术的基础,通过实时监测和数据反馈,帮助管理者更好地理解和管理矿山环境和设备状态。不同类型的传感器,如环境监测传感器(如空气质量、温度、湿度传感器)、设备状态监测传感器(如振动传感器、压力传感器),应根据矿山的地质特征和操作需求进行选择 and 布置。例如,在环境监测方面,传感器可以实时监测空气质量和有害气体浓度,及时预警并采取必要的空气处理措施,以确保工作人员的健康和安全<sup>[3]</sup>。建立稳定可靠的传感器网络,覆盖矿山关键区域,确保数据的全面性和准确性。传感器网络不仅能够实时采集环境和设备数据,还能够通过物联网技术将数据传输至中心控制系统,实现数据的集成和综合分析。这种集成分析可以帮助管理者快速识别潜在的安全风险和异常,并采取及时有效的措施应对。引入先进的数据处理技术,如大数据分析和人工智能算法,对传感器采集的海量数据进行实时处理和分析。这不仅有助于发现数据中隐藏的规律和趋势,还可以提供基于数据的预测性维护和优化建议,进一步提升矿山的运行效率和资源利用率。

##### 4.3 优化数据采集与分析系统

优化数据采集与分析系统在露天矿山中的应用,是提升生产效率和决策智能化的关键步骤。数据采集与分析系统通过实时获取和深度分析矿山运营过程中产生的数据,可以帮助管理者更准确、快速地做出决策,优化生产流程和资源利用效率。优化数据采集与分析系统需要建立高效的数据采集网络,包括部署先进的传感器和监测设备,覆盖矿山各个关键区域,实时采集环境数据、设备状态和生产参数等信息。通过物联网技术和传感器网络,将数据实时传输到中心数据平台,确保数据的及时性和完整性。例如,可以使用空气质量传感器、振动传感器和 GPS 定位系统等设备,全面监控矿山的运行状态和工作条件。建立统一的数据集成平台,整合来自多个数据源的数据,包括传感器数据、生产过程数据、环境监测数据等,打破信息孤岛,实现数据的全面分析和利用。通过大数据分析技术,对海量数据进行实时处理和深度挖掘,发现数据背后的潜在规律和关联,为管理者提供全面的数据支持和决策参考。引入人工智能和机器学习算法,对历史数据进行模式识别和预测分析,预测设备故障、优化生产计划和资源配置,进一步提高生产效率和运营效益。例如,通过建立预测性维护模型,可以提前识别设备可能出现的故障迹象,减少因设备停机而带来的生产损失。加强数据安全保护措施,包括数据加密、访问权限控制等,确保数据在传输和存储过程中的安全性和完整性。同时,建立健全的数据备份和恢复机制,应对意外数据丢失或损坏,保障数据的长期可靠性和可用性。

##### 4.4 提升安全管理系统的整合与提升

提升安全管理系统的整合与提升在露天矿山运营中至关重要,它不仅直接影响到工作人员的安全和健康,也关乎矿山运营的稳定性和可持续发展。提升安全管理系统的整合需要建立完善的安全监测与预警系统,包括部署多种类型的传感器和监控设备,如气体监测传感器、振动传感器、视频监控设备等,实时监测矿山环境的安全指标和设备运行状态。通过智能化分析和实时数据传输,系统能够及时发现潜在的安全隐患和异常情况,提前预警并采取相应的措施,避免事故的发生。引入先进的作业环境监控技术和管理系统,监测工作区域的空气质量、温度、湿度等关键参数,实时调节和优化工作环境,提升工作人员的舒适性和安全性。例如,通过自动化通风系统和智能调节装置,及时排除有害气体和改善作业条件,减少职业健康风险。采用高精度定位技术和个体监测设备,实时追踪和监控工作人员的位置和状态,确保其在矿山内部的安全运行。同时,建立紧急求援装置和快速响应机制,提高事故发生时的应急处理效率,保障人员的生命安全和财产安全。建设统一的安全管理信息平台,集成安全数据、事故记录、培训资料等信息资源,实现全面信息化管理和实时监控。通过引入

人工智能、大数据分析等技术手段,提升安全管理决策的科学性和准确性,预测潜在的安全风险并制定有效的预防措施。

## 5 结束语

在露天矿山采矿和安全管理中应用智能化技术的优化路径,不仅仅是技术进步的体现,更是对安全、效率和可持续发展的全面考量。自动化与远程控制技术的优化,使得矿山作业更加精确和高效;传感器技术的多元化应用,有效提升了数据采集的精度和实时性;数据采集与分析系统的智能化,为决策提供了科学依据和预测能力;安全管理系统的整合与提升,则是保障工作人员安全和健康的重要保障。随着科技的不断演进和应用经验的积累,智能化技术在矿山行业中的应用前景更加广阔。

## [参考文献]

- [1] 阴宇旸. 智能化矿山采矿技术中的安全管理问题与应对措施研究[J]. 中国金属通报, 2024(1): 29-31.
  - [2] 王飞, 王晨瑜, 林可心. 非煤露天矿山智能化应用研究与探索[J]. 劳动保护, 2024(2): 90-92.
  - [3] 崔淼, 栗继祖. 煤矿团队韧性的驱动机制——基于智能化矿山矿工心理韧性的上行传递模型分析[J]. 中国安全生产科学技术, 2024, 20(2): 132-137.
- 作者简介: 王东荣(1986.8—), 男, 学历: 本科, 毕业院校: 中国地质大学(北京), 所学专业: 资源勘查, 目前职称: 采矿中级工程师, 目前就职单位: 天博辰业矿业有限公司。



## 采矿工程中现代化技术应用的研究与探讨

栾双红

云南三联锌业有限公司, 云南 文山州 663100

**[摘要]** 社会经济环境的发展、科技水平的提高都离不开良好的人力、物力和时间的支持。其中物力主要表现在物质资源的供应方面。随着国家发展的速度不断提升,需要的资源也越来越多,因此资源采集工作得到了社会广泛的关注。尤其是在现代科技不断进步的背景下,采矿工作中引入了很多现代化技术,不断提高了效率和质量,推动了采矿行业的快速发展,满足了社会高速发展对资源的需求,实现了可持续性循环。

**[关键词]** 采矿工程; 现代化技术; 技术应用; 研究与探讨

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13754

中图分类号: TD80

文献标识码: A

### Research and Exploration on the Application of Modern Technology in Mining Engineering

LUAN Shuanghong

Yunnan Sanlian Zinc Industry Co., Ltd., Wenshan Prefecture, Yunnan, 663100, China

**Abstract:** The development of the socio-economic environment and the improvement of technological level cannot be separated from the support of good human, material, and time resources. Among them, material resources are mainly manifested in the supply of material resources. With the continuous improvement of national development speed, more and more resources are needed, so resource collection work has received widespread attention from society. Especially in the context of the continuous advancement of modern technology, many modern technologies have been introduced into mining work, continuously improving efficiency and quality, promoting the rapid development of the mining industry, meeting the demand for resources in the rapidly developing society, and achieving a sustainable cycle.

**Keywords:** mining engineering; modern technology; technology application; research and exploration

#### 引言

现代采矿工程正经历着快速的技术变革,这些变革在推动矿业生产效率提升的同时,也在深刻改变着矿山作业的环境和方法。随着全球资源需求的不断增加以及对环境保护要求的日益严格,传统采矿方法面临着许多挑战。现代化技术的引入和应用,为解决这些挑战提供了新的思路和解决方案。现代化技术不仅提高了采矿作业的自动化水平和生产效率,还在资源回收、环境保护和安全管理方面取得了显著进展。通过智能化设备、绿色开采工艺、动态预警系统等技术的应用,采矿工程能够更加精确地控制和优化生产过程,减少环境影响,同时提升矿山安全性和资源利用效率。因此,研究和探讨这些现代化技术的应用不仅有助于推动矿业行业的持续发展,也为实现全球矿业资源的可持续管理和利用提供了宝贵的参考。本文将重点分析现代化采矿技术的主要应用领域及其发展趋势,探讨这些技术如何改变传统采矿模式,提升矿业生产的综合效益。

#### 1 采矿工程中现代化技术应用的重要性

采矿工程中现代化技术的应用具有重要性,这体现在多个方面。首先,现代化技术可以显著提高采矿效率和生产力,通过自动化设备和先进的采矿工艺,减少人工操作

的需求,提高采矿作业的速度和精度。其次,现代化技术在采矿安全性方面起到了关键作用。自动化和远程控制技术能够减少人员在危险环境中的暴露,从而降低事故发生率,提高工人的安全保障。第三,现代化技术有助于资源的高效利用和环境保护。通过精准开采和环保技术的应用,减少资源浪费,降低对环境的破坏,实现绿色开采。最后,现代化技术还能够提升采矿行业的整体管理水平,通过信息化和智能化手段,实现对采矿过程的实时监控和科学管理,优化资源配置,提高企业的经济效益。

#### 2 采矿工程的作业特点

采矿工程具有独特的作业特点,这些特点决定了采矿作业的复杂性和挑战性。首先,采矿工程通常在地质条件复杂、环境恶劣的地下或露天矿场进行,需要应对各种不稳定因素,如地质构造、岩石强度和水文条件等。其次,采矿工程的作业环境常常存在高温、高湿、粉尘和噪音等不利条件,对人员和设备的适应性要求较高<sup>[1]</sup>。此外,采矿作业流程包括钻探、爆破、采掘、运输、选矿等多个环节,各环节之间需要紧密衔接和协调,以确保生产的连续性和效率。再者,采矿工程还涉及大量的机械设备和技术工艺,要求操作人员具备专业技能和丰富的经验,同时需要严格的安全管理措施来防范事故和保障作业安全。

### 3 现代化采矿工艺技术应用分析

#### 3.1 空场采矿工艺技术

空场采矿工艺技术是一种广泛应用于采矿工程中的现代化技术,其主要特点是通过在矿体内部开挖空场来进行矿石开采,而无需将矿石全部回采。这种技术在坚硬矿石和稳定地质条件下尤其适用。空场采矿工艺具有多种优势,首先,它能够有效降低地表沉降和塌陷的风险,减少对地表环境的破坏。其次,空场采矿工艺便于机械化操作和自动化设备的应用,能够提高采矿效率和工作安全性。此外,这种工艺还可以通过逐步回填空场,减少矿山废石的堆放,进一步减少环境影响。然而,空场采矿工艺也存在一些挑战,如需要精确的地质勘探和矿体设计,以确保空场的稳定性和安全性。同时,对于软弱矿体或复杂地质条件的矿山,空场采矿工艺的应用受到一定限制。因此,在应用空场采矿工艺技术时,需要综合考虑矿山的的具体条件,合理设计和施工,以最大限度地发挥其技术优势。

#### 3.2 充填采矿工艺技术

充填采矿工艺技术是一种广泛应用于现代化采矿工程中的重要技术,其核心在于在开采矿石后,通过将废石、尾矿或其他材料充填到采空区,以支撑地压和防止地表沉降。充填采矿工艺具有多重优势。首先,它可以显著提高矿山的回采率和资源利用率,通过充填作业,能够有效地采出更多的矿石,而不会影响矿山的结构稳定性。其次,充填技术有助于减少地表塌陷和沉降,保护地表建筑物和环境,降低矿山对环境的负面影响。此外,这种工艺还可以改善矿山的作业条件,减少粉尘和矿浆的排放,提高矿工的工作安全和健康水平。然而,充填采矿工艺的实施需要先进的设备和技术支持,以及高效的材料管理和充填工艺设计。充填材料的选择、配比和运输等环节对充填效果具有重要影响。

#### 3.3 崩落采矿工艺技术

崩落采矿工艺技术是一种利用重力作用将矿体崩落并回收矿石的现代化采矿技术。这种工艺适用于大规模矿体,特别是那些地质结构相对稳定且矿体厚度较大的矿山。崩落采矿工艺的核心在于通过控制性爆破或自然重力,将矿体逐步崩落到开采区,再通过地表或地下运输系统将矿石运出。崩落采矿工艺具有显著的优势,首先,它能够大幅度降低采矿成本,因为这种方法不需要复杂的支护系统和大规模的矿井建设。其次,崩落采矿能够提高采矿效率和产量,尤其适用于开采大规模的矿床。此外,这种工艺能够有效地减少地表塌陷和地压问题,通过逐步崩落和回填的方式,维持矿山的整体稳定性。然而,崩落采矿工艺也面临一些挑战,如需要精确的地质勘查和矿体结构分析,以确保爆破和崩落过程的可控性和安全性。同时,对于矿体周围存在重要基础设施或环境敏感区的矿山,崩落采矿的应用可能受到限制。因此,在实施崩落采矿工艺时,需要综合考虑矿山的地质条件和周边环境,科学设计和严格

管理,以确保安全高效的矿石开采。

#### 3.4 岩体加固技术

岩体加固技术是现代化采矿工艺中的重要组成部分,其主要目的是提高地下矿山岩体的稳定性,防止岩石的崩塌和变形,从而保障采矿作业的安全和效率。岩体加固技术广泛应用于复杂地质条件和软弱矿体的矿山,采用的方法包括锚杆支护、喷浆支护、注浆加固和钢筋混凝土支护等。锚杆支护通过将锚杆插入岩体中,以增强岩体的整体性和承载能力;喷浆支护则是通过喷射混凝土或其他材料覆盖岩壁,形成一层保护层,增加岩体的稳定性;注浆加固则是将浆液注入岩体裂隙中,填充和固结裂隙,提高岩体强度。钢筋混凝土支护则适用于更大范围的加固需求,通过在岩体中构建钢筋混凝土结构,提供强大的支撑作用。这些加固技术在现代采矿工程中发挥了重要作用,不仅提高了矿山的安全性和生产效率,还延长了矿山的使用寿命<sup>[2]</sup>。然而,岩体加固技术的实施需要科学的地质勘查和精确的施工管理,以确保加固效果的持久和可靠。

#### 3.5 溶浸采矿工艺技术

溶浸采矿工艺技术是一种在现代化采矿中逐渐得到广泛应用的绿色开采方法,其核心是利用化学溶剂通过钻孔系统将矿体中的有价值成分溶解,并将溶液抽出地面进行矿物回收。这种技术特别适用于那些地质条件较为复杂且矿体较为分散的矿床。溶浸采矿工艺具有多重优势。首先,它能够有效降低采矿成本和环境影响,因为不需要进行大规模的地表或地下开采和运输,减少了土地破坏和矿渣排放。其次,溶浸采矿技术可以在不破坏地表生态系统的前提下,进行矿产资源的开发,符合绿色开采和可持续发展的理念。此外,这种工艺还可以应用于处理低品位矿石,提高资源的利用率和经济效益。然而,溶浸采矿工艺也面临一些挑战,如需要严格控制溶剂的选择和使用,以避免对地下水和周边环境造成污染。并且,对于不同矿石类型,需要针对性地开发适宜的溶剂和溶浸工艺,以确保溶解效率和矿物回收率。

#### 3.6 拉斗铲无运输倒堆工艺

拉斗铲无运输倒堆工艺是一种现代化采矿工艺,旨在提高矿石开采和搬运效率,同时降低采矿成本和环境影响。这种工艺的核心在于使用大型拉斗铲直接从矿体中挖掘矿石,并通过机械臂将其放置在指定的倒堆区域,无需中间的运输环节。拉斗铲无运输倒堆工艺具有多重优势。首先,它简化了采矿流程,减少了运输设备和人员的需求,降低了运营成本和事故风险。其次,这种工艺能够显著提高生产效率,拉斗铲的高效作业和连续倒堆操作,缩短了矿石从开采到堆放的时间。此外,拉斗铲无运输倒堆工艺减少了矿山内部的交通流量和道路维护需求,降低了对环境的扰动和粉尘排放。然而,这种工艺也需要精细的规划和管理,包括合理的设备配置和操作路线设计,以确保拉

斗铲的高效运作和倒堆区域的合理布局。

### 3.7 采空区填充施工工艺

采空区填充施工工艺是现代采矿工程中重要的技术手段之一,其主要目的是通过将填充材料填充到矿体开采后的空洞区域,以确保矿山的地质稳定性和安全性。这种工艺对于控制地表沉降、减少地质灾害风险和提高矿产资源的回采率具有重要意义。填充材料通常包括废石、尾矿、混凝土或其他工程材料,根据具体矿山的需求和地质条件选择合适的填充材料。采空区填充施工工艺能够有效地支撑周围岩体,防止因矿体开采引起的塌陷和变形,从而保护矿山结构和地表建筑物。此外,填充施工还可以通过填充材料的回收利用,减少矿山废料的堆放,减轻对环境的影响<sup>[3]</sup>。然而,这种工艺的实施需要科学的设计和管理,包括对采空区的精确测量、填充材料的选择和质量控制,以及填充过程的监测和调整。合理的施工方案和严格的施工管理是确保填充效果和矿山安全的关键。

## 4 现代化采矿工艺发展趋势

### 4.1 绿色开采体系不断完善

绿色开采体系的不断完善是现代采矿工程发展的重要趋势,其核心在于通过创新技术和管理措施,最大限度地减少矿山开采对环境的负面影响,同时提高资源的利用效率。绿色开采体系包括多个方面,如减少能源消耗、降低污染排放、保护生态环境以及促进矿山废料的回收利用。随着技术的进步,绿色开采体系逐渐融入了先进的环保技术,例如节能设备的应用、废水和废气处理系统的优化、矿山废料的资源化利用等。这些措施不仅有助于降低采矿过程中的碳足迹,还能够有效防治土壤和水体污染,恢复和保护生态系统。此外,绿色开采体系还强调矿山的可持续发展,推动了矿业企业在资源开发和环境保护之间实现平衡,注重矿区的长期生态恢复和社区发展。通过不断完善绿色开采体系,现代采矿工程不仅能够提高生产效率和经济效益,还能在实现资源开发的同时,积极履行社会责任,促进矿山行业的可持续发展。

### 4.2 智能化手段的不断融入

智能化手段的不断融入是现代采矿工艺技术发展的重要趋势,它通过应用先进的信息技术、自动化设备和数据分析工具,显著提高了矿山作业的效率 and 安全性。智能化手段包括无人驾驶矿车、智能钻探系统、自动化采矿设备和实时数据监控等技术,这些技术能够实时收集和分析矿山作业数据,实现对矿山环境和设备状态的动态监控与管理。无人驾驶矿车可以在复杂的矿山环境中自主作业,减少人工操作的风险并提高运输效率;智能钻探系统通过精准控制钻孔参数和实时监测钻探进程,提高了钻探的准确性和效率;自动化采矿设备能够实现高精度的矿石开采

和矿料处理,减少人工干预,并优化采矿流程。此外,数据分析和人工智能技术的应用使得矿山管理者能够对矿山作业进行深入分析,预测潜在风险,制定科学的决策方案。这些智能化手段不仅提升了矿山作业的安全性和经济效益,也推动了矿山行业向高效、智能和绿色的方向发展。

### 4.3 动态预警体系的建立

动态预警体系的建立是现代采矿工艺技术发展中的关键趋势,它通过实时监测和分析矿山环境及设备状态,及时预警潜在的安全风险和异常情况,以确保矿山作业的安全和稳定。动态预警体系集成了传感器技术、数据采集与分析、人工智能和自动化控制等先进技术,能够对矿山的地质变化、岩体稳定性、设备运行状态及环境参数进行实时监测<sup>[4]</sup>。通过对监测数据的实时分析和处理,系统能够迅速识别出潜在的风险因素,如地质灾害、设备故障、气体泄漏等,并自动发出预警信号,提醒相关人员采取应急措施。动态预警体系不仅提高了矿山作业的安全性,减少了事故发生的概率,还能够提高矿山生产的效率和资源的利用率。系统的建立和优化需要综合考虑矿山的具体条件、风险点以及技术手段,确保预警信息的准确性和可靠性。

## 5 结语

在现代采矿工程中,技术的不断进步和创新正引领着行业的发展方向。通过引入智能化设备、绿色开采工艺和动态预警系统等现代化技术,采矿工程不仅在提高生产效率、降低成本方面取得了显著成效,还在环境保护和安全管理上迈出了重要步伐。这些技术的应用有助于优化资源的开采过程,减少对自然环境的破坏,同时提升矿山作业的安全性和可靠性。尽管现代化技术为采矿工程带来了诸多积极变化,但在实际应用过程中仍然面临技术集成、系统优化和环境适应等挑战。因此,未来的研究和实践需要进一步探索和解决这些问题,以确保技术的高效应用和矿业的可持续发展。

### [参考文献]

- [1]梁飞. 采矿工程中现代化技术应用的研究与探讨[J]. 能源与节能, 2024(5): 248-251.
  - [2]张千. 现代化采矿工艺技术在采矿工程中的应用探讨[J]. 石河子科技, 2024(1): 19-20.
  - [3]柏惠耀. 现代化工艺技术在采矿工程中的应用探讨[J]. 内蒙古煤炭经济, 2023(12): 157-159.
  - [4]李鹏. 采矿工程中现代化工艺技术的应用[J]. 内蒙古煤炭经济, 2021(5): 181-182.
- 作者简介: 栾双红(1987.10—), 男, 毕业院校: 云南国土资源职业技术学院, 专业: 金属矿开采技术, 就职单位: 云南三联锌业有限公司, 职务: 矿长, 及所在职务的年限 2 年, 职称: 助理采矿工程师。

## 煤矿井下干混砂浆吨包的应用

刘东兴 史文明 孙洪雨

铁煤集团小康煤矿, 辽宁 调兵山 112700

**[摘要]**在矿山井巷, 采用与锚杆支护相结合的喷射混凝土支护, 是将水泥、砂、石、按一定的比例混合搅拌后, 送入混凝土喷射机中, 用压缩空气将干拌合料压送到喷头处, 在喷头的水环处加水后, 高速喷射到巷道围岩表面, 起支护作用的一种支护形式和施工方法<sup>[1]</sup>。煤矿井下利用干混砂浆, 将减少井下喷浆作业工人, 能取消井下现场人工卸料、拌料、上料工作流程。使用干混砂浆(沙子、水泥)后, 两个人利用单轨吊, 将干混砂浆吨包吊起, 通过吨包下料口, 流入喷浆机上料口即可操作完成。众所周知含土量高的沙子, 搅拌混凝土不结实, 影响施工质量, 泥土量超过3%的沙子要经过处理, 所以, 干混砂浆制作过程中, 除尘系统将烘干过程中沙子里的土排走, 提高了沙子的纯度, 使用干粉砂浆喷射混凝土的强度高于井下现场人工搅拌沙子水泥混凝土强度。

**[关键词]**喷浆; 吨包; 干混砂浆

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13745

中图分类号: TD727

文献标识码: A

## Application of Dry Mixed Mortar Ton Pack in Coal Mine Underground

LIU Dongxing, SHI Wenming, SUN Hongyu

Tiemei Group Xiaokang Coal Mine, Diaobingshan, Liaoning, 112700, China

**Abstract:** In mining tunnels, shotcrete support combined with anchor rod support is adopted. Cement, sand, stone are mixed and mixed in a certain proportion, and then sent to a concrete sprayer. Compressed air is used to press the dry mixture to the nozzle. After adding water to the water ring of the nozzle, it is sprayed at high speed onto the surface of the surrounding rock of the tunnel to provide support. The use of dry mixed mortar underground in coal mines will reduce the number of workers involved in underground spraying operations and eliminate the manual unloading, mixing, and loading processes on-site. After using dry mixed mortar (sand, cement), two people use a monorail crane to lift the dry mixed mortar ton pack, which flows into the feeding port of the spraying machine through the feeding port of the ton pack to complete the operation. As is well known, sand with high soil content is not strong enough to mix concrete, which affects construction quality. Sand with soil content exceeding 3% needs to be treated. Therefore, during the production process of dry mixed mortar, the dust removal system removes the soil in the sand during the drying process, improving the purity of the sand. The strength of using dry powder mortar to spray concrete is higher than that of manually mixing sand and cement concrete underground.

**Keywords:** spraying; ton package; dry mixed mortar

### 引言

煤矿“四化”建设已经由国家煤监局提出来, 随着科技的进步, 煤炭生产由体力劳动不断转向机械化、自动化、信息化、智能化。也由于近年来劳动力紧缺, 减人提效也是迫在眉睫的问题。智能喷浆机器人、喷浆机械手设备已经问世, 但是由于体积较大, 部分矿井工作现场空间受限, 还需要进一步优化。

### 1 立项背景

小康矿极软岩矿井, 地质报告体现岩层主要以紫红色、灰绿色砾岩为主, 并夹有薄层砂岩, 多以泥质胶结。含煤段主要以煤层为主, 间夹炭质页岩、黑色泥岩、油页岩及粉砂岩。泥岩是一种弱固结的黏土经过中等程度的后生作用(如挤压作用、脱水作用、重结晶作用和胶结作用)形成的强固结岩石。物理特性是属于较软的岩石, 软岩特征: 易变形、易风化、流变性、变形低压力大<sup>[3]</sup>。所以巷道设

计比较紧凑, 支护空间越大, 越不易维护, 我们普遍设计巷道断面为4.4米直径圆棚, 回填1.2米为底板, 弧形顶底板净高3.2米, 该空间需要布置一条1米皮带机, 上方吊挂1米直径风筒和制冷管路, 电缆、单轨吊、风水管路, 留给喷浆施工空间非常有限。目前我们使用普通PS6I-J型号喷浆机和PYC6ZL型号远程喷浆机, 普通喷浆机一般运送距离小于300米, 远程能运送700米距离, 但是喷浆效率损耗一半, 输送能力降到3立方米每小时。上料需要就近建立人工搅拌沙灰料场, 喷浆材料由地面装斗车入井, 运输到井下工作地点, 人工卸车后进行搅拌, 人工撬锹往喷浆机入货口上料, 每一个喷浆施工现场5人作业, 其中1人把控喷头, 控制水量配比及喷层厚度, 其余4人负责按照技术要求进行潮料搅拌, 并且往喷浆机上料。巷道支护形式为36U钢圆棚, 锚杆、锚索联合支护, 掘木样外喷混凝土, 掘进喷浆点一般距离掘进头50米-80米(这个

区段由于综掘机和皮带机尾设备维护,工作相互干涉,喷浆工作布置过于滞后还会对防火工作不利,煤壁氧化不好控制,容易产生自然发火。)喷浆机距离喷浆点一般 200 余米挪运一次。

## 2 研究方向实施过程

为了减轻井下喷浆施工现场作业体力劳动和减少作业人员,结合井下作业空间因素,使用干混砂浆吨包能达到预期减人提效效果。我们在地面建立了干混砂浆生产车间,干混砂浆就是按照混凝土比例要求搅拌均匀的干料装吨包袋,吨包是集装袋的一种通俗叫法,因集装袋所装货物一般以 1 吨居多,俗称吨包,是一种柔性运输包装容器,广泛用于食品、粮谷、医药、化工、矿产品等粉状、颗粒、块状物品的运输包装,发达的国家普遍使用集装袋做为运输、仓储的包装产品。配以起重机或叉车,就可以实现集装单元化运输,它适用于装运大宗散状粉粒状物料。安全系数是产品最大承受能力与额定设计荷载之间的比值。国内外同类标准中,安全系数的设置一般为 5~6 倍。如果增加了抗紫外线助剂,集装袋应用范围更广,使用寿命更长。吊带在与袋体连接时,有顶吊、底吊、侧吊等多种形式,并通过缝线连接,为确保达到可靠安全系数,所以缝线也相当重要。只凭吊带的高强度,基布和缝线达不到一定强度,缝合不够紧密,受力不能合理分散,也不能确保集装袋整体的高性能。

我们每个吨包袋设计装一吨左右,吨包袋上下各有圆筒方便装料和放料的,装料前将吨包袋下口系扣封好,装好料后上口封好,防止运输洒料及粉尘飞扬,吨包袋尺寸设计 0.8\*0.8\*1.2,并缝制起吊带,每袋约 1.1 吨。(如图 1)集中装车入井,这样井下的人工撬锹拌料沙子水泥的工作就可以被取替了。



图 1 吨包

干混砂浆的制作过程:首先根据我矿掘进工作任务而定,设计年产为 3 万吨产品,每小时得需要烘干沙子 5~10 吨,设备占地 300 平,其中包括供电开关、烘干机、

皮带机、除尘系统、排水系统、风冷系统、搅拌配比系统、成品灌装,沙场占地 200 平,厂房需要总面积 600 平,高度 8 米。烘干机为三回程高效节能型,干混沙子在烘干过程当中,其温度高低非常的重要,直接影响到最终产品的质量和存放时间。烘干的目的主要是降低沙子的含水率,通常从含水率 10%左右的常规沙子烘干到含水率 0.5%以下,配比后可以在仓库储存半个月。在井下实际使用总结含水量 3%~1%之间的沙子配比水泥灰,装入吨包一般存放 3 天内使用不会影响混凝土质量,并且在使用时,灰尘非常小。存放在这个过程中,周围空气湿度这个指标也很重要,应尽量干燥。烘干后的干砂温度必须严格控制,以确保沙子不会因过热而影响其质量和使用性能。实践证明,烘干后的沙子温度应不超过 50℃为宜,这是为了防止沙子因过热会将水泥灰出现粘结度降低现象,从而影响干混砂浆的喷顶使用效果。

每年时值雨季,沙子含水量将达到 20%~30%,为了高效生产,务必将火炉温度提高,使水分快速蒸发,导致出沙温度也随之增高,不能直接配比水泥灰,需要经过冷却后使用。

此外,不同的沙子含水量,烘干机的旋转速度不同,越湿越慢,入沙量也要控制,确保出沙含水量合格。冷却阶段的温度则分别控制在 100℃和 50℃左右,要求缓冷,以避免沙子因快速冷却而产生开裂或表面不干燥的问题。综上所述,干混沙子的烘干过程中,温度的控制是保证产品质量的关键因素之一,需要严格按照各阶段的温度标准进行操作。

除尘系统的设计,粉尘危害人们的健康,必须有效治理,首先最大的产尘点为三回程烘干机,沙子在沿着导叶板流动,由里层走向中层,然后到外层空间排出,行走过程中,生物颗粒燃烧炉向滚筒内部供风、供热,可想而知沙尘的浓度如何,为避免三回程烘干机各处连接点向外部产尘,在烘干机上部安装了除尘管道,配置了 2 倍能力于燃烧炉供风量,迫使烘干机个连接处都成为入风,内部产尘集中被吸入除尘房通过滤棉隔离净化!另外一个产尘点,干砂进入冷却储罐,进行风冷过程,也是控制入排风量,确保尘不外扬,由专用除尘风机将粉尘吸入除尘房内,完成粉尘治理,改善作业现场工人作业环境。而且作业规程措施也明确生产设备运行前必须先启动除尘风机,一是确保作业环境粉尘飞扬,二是防止三回程烘干机内部存留未完全燃烧气体或者可燃粉尘等,用燃烧炉供温加热时发生爆燃事故。

除尘房按照工贸企业有限空间作业规定要求管理,维护作业执行“先通风、再检测、后作业”要求。相关电气设施设备、照明灯具都符合防爆安全要求。安装有一氧传感器和二氧化碳传感器,防止设备维护人员进入时发生危险,并设置通风窗,每次进入人员时,必须提前 10 分钟进行通风,检测气体指标合格后方可进入作业,中断作业

以后，再次进入前要重新通风。

干混砂浆的运输是利用专用车(矿用平板车安装可拆卸围栏，长度方向安装活动门，为吨包料上下车出入口，每车可容纳三个吨包袋。)将干混砂浆吨包运到掘进工作面，现场布置两套气动单轨吊，一台负责卸车到喷浆机附近，然后继续运送工作面所需用料(锚杆、铁网、木枋、u型钢梁、拉条、卡子等附属小件)，另一台负责给喷浆机上料，配置的专用气动起吊葫芦，挂在巷道顶板，为了满足高度要求，取消了气动单轨吊行走机构，吊起吨包后，使用溜货槽(如图2)，下口搭到喷浆机上，打开吨包下口，开始给喷浆机上料。不用溜货槽可以选择喷浆机行走，将喷浆机安装气动行走千斤顶，安装滑道，当每次吊吨包作业，先将风阀打开把喷浆机推走，待起吊吨包达到行程高度后，将喷浆机推到吨包下方，打开吨包封口，开始给喷浆机上料，来满足直接吨包往喷浆机里漏货。目前我们使用的是溜货槽，每次喷浆作业地点迁移方便，日常免维护。



图2 吨包溜货槽

对于起吊高度限制严重的区域，都出现在巷道翻修施工地点，有的地点巷道变形中高不足2m，吨包不能吊到斜溜货槽高度，气动单轨吊只能将吨包卸车，然后配备了螺旋输送机，只要将吨包吊起300高，将吨包料漏入螺旋输送机，就能利用螺旋输送机给喷浆机上料。螺旋输送机入口高300mm，出货口高度800mm，长度1.9m。

### 2.1 加工吨包专用车

需要便于装卸，选择1.2m宽3m长平板车，四周焊接立柱，镶配皮带衬，防止刮卡吨包袋，车辆两端用两挂可摘挂圆环链限位，车辆两侧悬挂标志牌板，标明吨包装车时间、重量、车辆编号等信息。由于工作环境比较潮湿，干粉砂浆遇潮气会凝结成块，造成水泥失效，入井到工作面储存期间规定不允许超过5天，地面干粉砂浆装吨包储存不超过15天。

### 2.2 加工起吊专用钩

单轨吊位于巷道的轨道正上方，用于卸车，将无极绳料车的各种材料吊运到掘进面综掘机附近，单轨吊轨道距底板高度仅仅2.4m，高度难以跨越储绳车，因此加工

特殊吊具，提高吊挂点，满足使用要求。利用钢带加工起吊框架，割出起吊孔，四周提高挂点，满足不同条件分三档尺寸设计。

### 2.3 制作螺旋上料机、溜货槽

螺旋筒直径220长度1.9m，螺杆导程180，电机功率4kW，减速机速比1:35。链条传动。输送能力7m<sup>3</sup>每小时，安装行走轮及折叠支撑腿，方便移动和存放。溜货槽就是便于移动的角铁架上安装薄铁U槽，负责将吨包料导入喷浆机。

## 3 创新效果

从施工流程方面，利用干混砂浆吨包、单轨吊、螺旋输送机、喷浆机来完成掘进工作面和巷道翻修面喷浆壁后注浆工作，取替井下人工搅拌料、上料工作，节约井下劳动力，减轻井下工人劳动强度。

从混凝土工程质量上对比，烘干后的沙子经过除尘，含土量非常低，同等沙子水泥配比，强度得到提高。喷浆施工应注意，分次喷射时，复喷应在前一次砼终凝后进行，若终凝一小时后进行喷射时，应先用水清洗喷层表面。有超挖或裂缝低凹处，应先补喷平整，然后再正常喷射。严禁将喷头对准人员。喷射过程中，如发生堵管、停风停电等故障时，应立即关闭水门，将喷头向下放置，以防水流输入料管内；处理堵管时采用敲击法疏通料管。喷射人员要配戴防尘口罩、乳胶手套和眼镜<sup>[2]</sup>。

## 4 效益

该工作方案的实施，减少每个井下喷浆作业人员4人，每年每个作业点可节约工资4人\*300元\*25天\*12月=36万。

### [参考文献]

- [1]张双瑞,谢庆彦.锚喷工[M].北京:煤炭工业出版社,2009.
  - [2]王朝东,徐光苗,陈建平.人工砂在隧道喷射混凝土支护中的应用[J].岩石力学与工程学报,2003,22(10):1749.
  - [3]韩志军.钢纤维喷射混凝土支护软岩巷道[J].煤炭科学技术,1993,21(12):3.
- 作者简介:刘东兴(1978.12—),毕业院校:辽宁工程技术大学机械工程及自动化专业,所学专业:机械工程及自动化,当前就职单位:铁煤集团小康煤矿,职务:现任小康矿机电办主任,职称级别:高级职称;史文明(1985.9—),毕业院校:辽宁工程技术大学测绘工程专业,所学专业:测绘工程,当前就职单位:铁煤集团小康煤矿,职务:现任小康煤矿生产副总工程师,职称级别:高级职称;孙洪雨(1990.11—),毕业院校:辽宁工程技术大学采矿工程专业,所学专业:采矿工程,当前就职单位:铁煤集团小康煤矿。

# 矿山边角矿回收量的影响因素及优化措施

郑小松

河北中安筑业设计集团有限公司, 河北 石家庄 050091

**[摘要]** 矿山边角矿回收是地下矿山生产期间的关键环节之一。制定一套科学、高效、安全的矿回收设计方案, 不仅能够显著降低基建期间的投资费用, 还为生产期间的顺利运行和运营成本节约奠定坚实基础。通过优化矿回收设计, 矿山企业可以提高边角矿的回收率, 减少资源浪费, 同时降低环境影响和生产成本。科学的设计方案应涵盖先进的开采技术、精准的矿石处理工艺以及有效的环境保护措施, 以确保边角矿的高效回收和矿山生产的可持续发展。

**[关键词]** 矿山边角矿; 回收量; 影响因素; 优化措施

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13738

中图分类号: TD823

文献标识码: A

## Influencing Factors and Optimization Measures for the Recovery of Mining Corner Ores

QIE Xiaosong

Hebei Zhong'an Construction Industry Design Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050091, China

**Abstract:** The recovery of corner mines is one of the key processes during underground mining production. Developing a scientific, efficient, and safe mining recovery design plan can not only significantly reduce investment costs during infrastructure construction, but also lay a solid foundation for smooth operation and cost savings during production. By optimizing the design of ore recycling, mining enterprises can improve the recovery rate of corner ores, reduce resource waste, and lower environmental impact and production costs. A scientific design plan should cover advanced mining technology, precise ore processing technology, and effective environmental protection measures to ensure efficient recovery of corner ores and sustainable development of mining production.

**Keywords:** mining corner ores; recycling volume; influencing factors; optimization measures

### 引言

在矿山开采的过程中, 边角矿的回收量不仅是矿山资源利用效率的直接体现, 也对矿山经济效益和环境保护具有深远的影响。边角矿是指在开采过程中未能有效回收的矿石部分, 这些未被充分利用的矿石通常因地质条件复杂、开采技术限制、经济因素的变化以及环境保护要求的增加而无法被回收。随着矿山资源的逐渐枯竭, 开采难度和成本不断增加, 同时环保法规的日益严格, 如何有效回收这些边角矿, 已成为矿山管理和技术创新的关键问题。在当前全球资源紧张和环境保护压力加大的背景下, 提升边角矿的回收率不仅有助于实现资源的最大化利用, 还能降低开采成本, 减少对环境的负面影响。

### 1 矿山边角矿的特征

矿山边角矿是指在矿山开采过程中由于多种因素未能充分利用的矿石部分, 其特征表现为多个方面。复杂的地质条件是边角矿形成的重要因素之一。这些矿石通常分布在矿体的边缘或开采难度较大的区域, 这些区域的地质结构可能存在不规则性, 如断层、褶皱或矿石赋存状态的变化, 使得开采难度显著增加。边角矿的品位通常较低, 表示其包含的有用成分浓度较低, 这使得在开采和处理过程中经济回收性较差。由于品位低且矿体分布不均, 常规开采难以实现高效回收, 从而导致这部分矿石被忽视或弃

置。增加的开采难度和处理成本进一步加剧了边角矿的回收难题。处理这些矿石需要精细的技术和设备, 且可能涉及较高的经济投入。市场价格的波动和生产成本的变化也会影响边角矿的回收决策。在市场价格低迷或生产成本较高的情况下, 矿山企业通常会优先处理经济效益更高的矿石, 从而进一步限制了边角矿的回收潜力。

### 2 影响边角矿回收量的主要因素

#### 2.1 地质条件

地质条件在边角矿回收量中扮演着至关重要的角色, 其复杂性直接影响矿石的开采难度和回收效率。矿体的形态与结构对边角矿的形成具有直接影响。例如, 断层、褶皱以及矿石分布的不均匀等复杂地质结构, 往往会导致矿石在开采过程中遗留或回收不彻底。这种地质不规则性增加了开采操作的难度, 并且提升了回收成本及技术要求。特定地质结构, 如断层或褶皱, 可能使矿石分布变得不规则, 导致某些矿石区域难以开采。矿石的赋存状态也对回收量起到重要作用。矿石品位的波动决定了开采的优先顺序, 高品位矿石通常优先被开采, 而低品位矿石因回收成本较高、经济效益较低, 往往被忽视, 从而形成边角矿。此外, 地质条件还对矿体的稳定性产生影响<sup>[1]</sup>。在地质环境不稳定的地区, 如存在软弱围岩或地下水丰富的区域, 矿山企业为了保障开采安全, 可能会选择放弃部分矿石,

这进一步增加了边角矿的产生。在同一矿区，不同区域的地质条件差异也意味着回收难度可能大相径庭。

## 2.2 开采技术

传统的开采技术在面对矿体复杂性和矿石回收效率时经常显得不足，这往往导致矿石未能得到充分利用。例如，老旧的采矿设备及技术难以有效应对复杂的矿体结构，结果使得部分矿石在开采过程中未被有效提取，从而形成边角矿。这种问题在地质结构复杂的矿区尤为突出，因为传统技术难以精确控制开采过程，造成矿石的损失加剧。相比之下，现代开采技术如块矿采掘技术和地下长壁开采等，能够更好地适应复杂的地质条件。先进的技术通过优化开采方法和提高设备的精确度，显著提升了矿石的回收率。例如，块矿采掘技术允许对开采深度和范围进行精准控制，从而减少矿石的损失，而地下长壁开采则在减少矿体损伤的同时提高了整体回收率。此外，矿石处理工艺中的技术创新也发挥了关键作用。引入高效的破碎、筛分和选矿技术，能够显著提高低品位矿石的回收率，这不仅减少了边角矿的产生，还提升了矿石的整体利用效率。

## 2.3 经济因素

矿石市场价格直接影响边角矿的回收决策。当市场价格上涨时，即使是品位较低的边角矿也可能具有经济回收的潜力。这种情况下，矿山企业会增加对回收工作的投入，包括开采和处理所需的额外资源，因为提高的市场价格提升了边角矿的经济吸引力。相对的，当市场价格下跌时，边角矿的回收可能变得不具经济效益。在价格低迷的情况下，回收这些矿石的成本可能超过其带来的收益，导致矿山企业倾向于将资源集中在更有利可图的矿石上。生产成本的变化也是关键因素。处理边角矿常常需要额外的支出，例如设备升级、技术改进以及增加人力资源，这些额外成本在市场价格低或生产成本高时，可能使回收边角矿的经济性变得不佳。此外，矿山企业的资金状况也会影响回收策略。在资金短缺或面临财务压力的情况下，企业可能会优先处理更具经济效益的矿石，从而推迟或减少对边角矿的回收。

## 2.4 环境因素

随着环境保护法规日益严格，矿山企业在开采和处理矿石时必须遵循一系列环保标准。这些规定对边角矿的回收产生了显著影响。环保政策推动矿山企业采用先进的环保技术，以减少废弃物产生并优化边角矿的处理方式。这些政策不仅改变了企业的运营模式，还可能增加边角矿回收的成本和复杂性。为符合环保要求，矿山企业需要投入额外资源用于废水、废气和固体废物的处理，这可能会降低边角矿回收的经济效益<sup>[2]</sup>。在某些情况下，企业可能需要改进处理技术或投资环保设备以满足法规要求，这进一步提高了生产成本，并可能影响边角矿的回收决策。此外，严格的环保标准也限制了某些开采技术和处理方法的使

用，从而抑制了边角矿的回收潜力。

## 3 边角矿回收量的现状分析

### 3.1 我国矿山边角矿回收现状

我国矿山边角矿的回收状况在不断发展和改进中，但仍面临许多挑战。尽管许多矿山企业日益关注边角矿的回收，整体回收水平仍不尽如人意。在资源开发的初期，由于技术水平和经济条件的限制，许多矿山未能充分重视边角矿的回收，导致大量边角矿未得到有效利用。随着技术的进步以及环保要求的提升，越来越多的矿山企业开始采用先进的开采与处理技术，以提高边角矿的回收率。然而，我国矿山资源的分布不均、地质条件的复杂性以及开采技术的差异，导致不同矿区边角矿的回收效果存在显著差异。特别是在一些老旧矿区，由于技术和资金支持不足，边角矿的回收依然面临挑战。此外，市场价格的波动及环保政策的变化对边角矿的回收也产生了影响。虽然国家和地方政府已经出台了多项政策，旨在促进资源利用效率和环境保护水平的提高，但在实际执行过程中仍面临诸多困难，进而影响了边角矿回收的实际成效。

### 3.2 典型矿山边角矿回收案例分析

在典型矿山边角矿回收案例中，某些矿山企业通过采用先进的技术和管理方法，显著提高了边角矿的回收率。以某大型铜矿为例，该矿山在面临矿石资源逐渐枯竭的背景下，决定重点优化边角矿的回收利用。矿山引入了高效的浮选技术和重力分选技术，结合智能化的矿山监测系统，实现了对边角矿的精准处理。在实施过程中，该矿山通过调整开采工艺和改进矿石处理流程，将边角矿中的可回收成分最大化，显著提升了资源的综合利用率。此外，为应对环境保护法规的要求，该矿山还投资建设了先进的废水和废气处理设施，确保回收过程符合环保标准。经过一系列优化措施，该矿山的边角矿回收率提高了30%，不仅有效缓解了资源枯竭的压力，还降低了环境影响。这个成功案例展示了通过技术创新和科学管理，矿山企业能够在资源紧张和环保压力下实现边角矿的高效回收，为其他矿山企业提供了宝贵的经验和参考。

## 4 优化措施

### 4.1 技术优化

技术优化在矿山边角矿回收中的应用至关重要，可以显著提高资源的回收效率和经济效益。技术优化包括引入先进的开采设备、改进矿石处理工艺以及应用智能化管理系统。先进的开采设备，如自动化钻爆系统和高效采矿机械，能够提高开采精度，减少边角矿的生成，同时降低生产成本<sup>[3]</sup>。矿石处理工艺的改进涉及采用高效浮选、重力分选和磁选技术，这些技术能够更有效地提取矿石中的有用成分，减少矿石处理过程中的损失。智能化管理系统则利用实时数据监控和大数据分析，对开采和处理过程进行优化调整，从而提高整体处理效率和资源利用率。



表 1 技术优化的主要措施及其效果总结

技术优化措施	描述	效果
自动化开采设备	引入自动化钻爆系统和高效采矿机械	提高开采精度,减少边角矿生成,降低生产成本
高效浮选技术	采用优化的药剂配方和浮选参数	提升矿石中有用矿物的回收率
重力分选技术	利用矿石的粒度和密度差异进行分离	增强矿石的分离效率,减少矿石损失
磁选技术	使用磁场分离磁性矿物	提高磁性矿石的回收率
智能化管理系统	实时监控和数据分析,优化开采和处理流程	提高处理效率,优化资源利用率

#### 4.2 经济优化

经济优化在矿山边角矿回收中至关重要,主要通过优化成本管理和资源配置来提高回收的经济效益与可持续性。实施精细化的成本控制策略,如降低能源消耗、优化采购与物流管理,以及提升设备的维护效率,可以有效减少生产成本,提高边角矿的回收经济性。此外,科学规划矿山资源、将高效设备和技术集中于关键区域,有助于最大化边角矿的回收率,并减少资源浪费。通过综合应用这些经济优化措施,矿山企业能够实现显著的成本节约,同时提升整体经济效益与资源利用效率。

表 2 经济优化的主要措施及其效果总结

经济优化措施	描述	效果
成本控制策略	实施节能减排、优化采购和物流管理、提高设备维护效率	降低生产成本,提升边角矿回收的经济性
资源优化配置	科学规划资源分配,优先配置高效设备和技术	提高边角矿回收率,减少资源浪费
节能减排	引入节能设备和技术,减少能源消耗	降低运营成本,减少环境影响
采购和物流优化	优化采购流程,选择性价比高的供应商,改进物流管理	降低采购和运输成本,提升资源利用效率
设备维护效率提升	定期维护和检修设备,确保设备高效运行	减少设备故障和停机时间,降低维护成本

#### 4.3 环境优化

环境优化在提高边角矿回收量中发挥着关键作用。矿山开采不仅对生态平衡产生影响,还关系到矿山的可持续发展。因此,矿山企业应实施一系列环保措施,以减少开采及处理过程中的环境影响。引进先进的环保技术和设备,如高效废水处理系统及低排放废气处理装置,有助于降低对环境的污染。这些技术不仅控制废料排放,还能回收利用开采过程中的副产品,从而提高资源利用效率。矿区生态恢复与土地复垦措施也至关重要。矿山开采完成后,进行植被恢复和土壤改良,以重建生态功能,改善环境质量,减少矿山开采对自然环境的长期负面影响。改进开采工艺及废料处理方法,如采用选择性开采技术或精细的矿石分选技术,有助于减少资源浪费,并提升边角矿的回收率。

此外,加强环境监测与管理,通过实时监控确保开采与处理过程符合环保标准,及时调整操作方法,以进一步减少环境影响。

#### 5 边角矿回收的未来趋势与展望

边角矿回收的未来趋势将受到技术革新、政策推动以及市场需求变动的共同影响。随着资源逐渐减少和环境保护意识的提升,矿山企业将更加注重提高边角矿的回收率以及资源利用的效率。未来,先进技术的引入预计将成为提升边角矿回收的关键因素。例如,人工智能与大数据分析技术能够提供对矿山开采及处理过程的精准监控与优化,从而显著提高边角矿的回收效果。此外,自动化和智能化设备的广泛应用将提高矿石处理的效率,并减少资源浪费<sup>[4]</sup>。环境保护法规的日益严格将促使矿山企业更多地采用环保技术,以减轻开采与处理过程中对环境的影响。政策层面,政府可能会推出更多激励资源回收与环保的政策,推动矿山企业采用更先进的回收技术与绿色开采方法。市场需求方面,绿色矿业与可持续发展理念的日益普及将增加消费者和投资者对环保和资源高效利用的要求,这将激励矿山企业更加重视边角矿的回收。

#### 6 结束语

矿山边角矿回收量的提升不仅是矿山资源管理的核心任务,也是实现经济效益最大化和环境保护的重要途径。通过对影响回收量的地质条件、开采技术、经济因素和环境因素的综合分析,我们发现,优化这些因素可以显著提高边角矿的回收效率。科学合理的开采技术、先进的矿石处理工艺、有效的成本控制措施以及环保技术的应用,都在提高回收量和降低成本方面发挥着关键作用。未来,随着科技的发展和环保要求的提升,矿山企业需要不断创新和优化回收策略,以应对资源日益紧张和环境保护的双重挑战。综合运用先进技术和方法,矿山企业不仅能够提高边角矿的回收率,减少资源浪费,还能实现经济和环境的共赢。

#### [参考文献]

- [1]李成斌,杨闯,王宝文.某矿山粉矿回收系统设计优化研究[J].矿业工程,2020,18(3):16-18.
  - [2]王仁臻.金属矿山保安矿柱回收方案探讨[J].中国金属通报,2017(8):137-138.
  - [3]王周和.铜陵有色某矿山磁选尾矿连选回收硫试验[J].现代矿业,2020,36(4):125-129.
  - [4]曹伟,康锡升.箕斗提升竖井井底粉矿回收工艺改进实践[J].采矿技术,2023,23(3):31-33.
- 作者简介:郝小松(1993.7—),男,河北保定人,汉族,学士学位,中级工程师,就职于河北中安筑业设计集团有限公司,从事采矿工程设计相关工作。

# 高速公路桥梁工程施工的安全管理策略探析

常流洋

四川川交路桥有限责任公司, 四川 德阳 618300

**[摘要]**在建筑业飞速发展的今天,作为基础建设的交通工程同样得到了长足发展。而桥梁工程是交通工程中的重点建设项目之一。高速公路中桥梁工程既有交通工程通用的建设技术要点,还有着其独特的安全管理要点以及控制策略。以安全与控制为探究点,提出在工程期间的施工中安全管理的特点并提出相应优化策略,以期建筑交通高速公路工程建设提供理论参考,实现安全建筑的目的。

**[关键词]**高速公路;公路桥梁工程;工程施工;安全管理;管理策略

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13736

中图分类号: U415.1

文献标识码: A

## Exploration on Safety Management Strategy for Highway Bridge Construction

CHANG Liuyang

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

**Abstract:** In today's rapidly developing construction industry, transportation engineering, as a basic infrastructure, has also made significant progress. Bridge engineering is one of the key construction projects in transportation engineering. Bridge engineering in highways not only has common construction techniques for traffic engineering, but also unique safety management points and control strategies. Taking safety and control as the exploration point, this paper proposes the characteristics of safety management during construction and corresponding optimization strategies, in order to provide theoretical reference for the construction of building transportation highways and achieve the goal of safe buildings.

**Keywords:** highway; highway and bridge engineering; engineering construction; safety management; management strategy

### 引言

在现代基础设施建设中,高速公路桥梁工程作为关键的交通骨架,其施工涉及众多复杂的技术及操作环节,面临较高的安全风险。随着工程规模的扩大与技术水平的提升,施工环境的复杂性和不确定性也随之增加,这使得安全管理显得尤为关键。高效的安全管理不仅能够保护施工人员的生命安全,还能提升工程质量、缩短工期、降低成本,从而确保工程的顺利完成。然而,实际操作中却存在观念滞后、制度不完善、专业人员不足及资金投入不充分等问题,这些问题严重影响了施工安全。因此,本文将探讨高速公路桥梁工程施工中的安全管理策略,分析现有管理措施的不足,并提出改进建议,以期为提高施工安全管理水平提供理论支持与实践指导,确保高速公路桥梁工程的顺利推进及公共安全。

### 1 高速公路桥梁的施工特点

高速公路桥梁施工具有显著的复杂性和技术要求高的特点,施工环境的多变性以及施工周期的长久也显著增加了管理难度。桥梁施工涉及多项专业技术,包括预应力混凝土应用、大跨度结构的设计与施工以及基础施工等,要求施工单位具备高度专业化的技术能力。此外,施工往往在高空、水域或复杂地质条件下进行,这些多变的施工环境显著增加了施工过程中的风险。同时,桥梁施工周期通常较长,并受天气和地质条件等外部因素的影响,这进

一步加大了施工管理的难度。正因如此,在高速公路桥梁施工过程中,安全管理必须得到高度重视,以确保施工的顺利进行并保障施工人员的安全。

### 2 高速公路桥梁施工安全管理的重要意义

高速公路桥梁施工的安全管理至关重要,因为它不仅直接关系到施工人员的生命安全,还对工程质量、施工进度及未来交通系统的稳定性产生深远影响。桥梁施工是一项复杂且高风险的任务,涉及高空作业、大型机械设备、复杂的施工工艺以及各种不确定的环境因素。这些复杂因素使得施工过程中潜在的安全隐患众多,一旦安全管理不到位,可能引发严重的事故,例如设备故障、人员伤亡或材料损毁,这不仅会造成巨大的经济损失,还会对项目进度造成延误。有效的安全管理措施能够在施工初期就识别和控制潜在的风险,通过制定和执行严格的安全规范、定期进行安全检查、加强安全培训,来预防事故的发生,确保施工过程的平稳进行。此外,完善的安全管理还能显著提升工程质量,减少由于事故导致的返工和修复,最终节约工程成本,缩短工期。高速公路桥梁作为关键的交通基础设施,其施工安全不仅关乎施工现场的安全,也直接影响到道路的使用安全和交通流畅度。

### 3 高速公路桥梁工程施工安全管理的问题

#### 3.1 安全管理思想重视程度不够

在高速公路桥梁工程施工中,安全管理思想的忽视是

一个常见且严重的问题。一些施工单位和管理人员过于关注施工进度与成本控制，往往忽略了安全管理的重要性，导致安全意识薄弱。具体表现为，在项目策划与实施阶段，安全管理常被视为次要任务，未能有效融入施工的各个环节。这种轻视态度使得安全培训、风险评估及应急预案等关键工作不到位，从而增加了施工过程中发生安全事故的可能性。此外，缺乏对安全管理的重视也导致现场安全监管力度不足，安全检查流于形式，未能及时发现和纠正安全隐患，进一步加剧了施工过程中存在的不安全因素。

### 3.2 安全管理制度不完善

在高速公路桥梁工程施工中，存在安全管理制度不完善的普遍问题。许多施工企业的安全管理制度缺乏系统性和全面性，通常仅涉及基本的安全规范，未能针对桥梁施工的特殊性与复杂性制定具体的安全管理措施。这种制度上的不足表现为多个方面。例如，安全管理责任往往不明确，缺乏对各级管理人员和操作人员职责的具体划分，导致实际施工过程中出现责任不清、执行不到位的情况。另一个问题是安全管理制度的更新不及时，未能随着新技术和新工艺的发展对现有规定进行有效修订。这种滞后的制度无法适应施工过程中可能出现的实际安全风险，造成部分制度过时，与施工需求脱节。

### 3.3 安全管理专业人员缺乏

在高速公路桥梁工程施工中，安全管理专业人员的缺乏是一个突出问题。这种缺乏不仅体现在人数不足，还反映在人员的专业素质与能力上。由于成本控制和管理意识的限制，一些施工单位未能配备足够的专业安全管理人员，甚至在部分项目中，安全管理岗位由非专业人员兼职担任，导致安全管理工作难以有效实施。同时，现有的安全管理人员往往缺乏系统的专业培训，对桥梁施工中的特殊安全需求认识不足，无法准确识别和处理施工中可能出现的各种安全隐患。这种专业人员的短缺，使得安全管理工作难以深入展开，无法建立起有效的安全防护体系，从而增加了施工过程中事故发生的风险。

### 3.4 安全管理资金投入不足

在高速公路桥梁工程施工中，安全管理资金投入不足是一个严重的问题，直接影响了安全管理工作的有效性。许多施工单位为了节约成本，常常减少在安全管理方面的投入，导致安全设施配置不完善，安全设备的更新和维护不到位。同时，资金不足使得安全培训、应急演练及安全检查等关键环节难以充分展开，从而制约了整体安全管理水平。资金的短缺还导致应急救援物资储备不足，无法在突发事故发生时快速响应和处理。这种资金不足的状况，使得安全管理工作难以得到有效保障，增加了施工过程中安全事故发生的可能性，从而威胁到施工人员的生命安全及工程的顺利推进。

### 3.5 高速公路桥梁施工现场安全管理被忽视

在高速公路桥梁工程施工中，施工现场的安全管理被

忽视是一个常见且严重的问题。尽管施工单位通常会制定一定的安全管理制度，但在实际操作中，现场安全管理往往未得到应有的重视。表现为，现场安全检查和监督工作流于形式，安全隐患不能及时发现和整改。此外，施工现场的安全标识、安全通道、安全防护设施等往往不到位或维护不及时，增加了现场作业人员的风险。现场管理人员对安全管理的落实缺乏主动性，甚至在赶工期的压力下忽视了必要的安全措施，导致施工现场安全管理水平低下。

## 4 高速公路桥梁工程施工的安全管理策略

### 4.1 转变安全管理观念，提高对安全管理的思想认识

转变安全管理观念、提升对安全管理的认知是增强高速公路桥梁工程施工安全的核心策略。这要求施工单位从管理层到一线工人都应意识到，安全管理不仅仅是形式上的法规要求，而是确保工程顺利进行及保护施工人员生命安全的关键因素。施工单位应将安全管理理念融入企业文化，培养全体员工的安全意识，使其将安全置于首位。管理层需主动承担安全管理责任，设立专门的安全管理部门，并将安全目标纳入项目整体规划及考核指标。定期开展安全培训和教育，以提升员工对安全规范及操作程序的认知，确保他们自觉遵守安全规章。同时，管理层应鼓励员工主动报告安全隐患，积极参与安全管理工作，营造全员参与、共同负责的安全管理氛围。通过转变安全管理观念，树立以人为本的安全文化，可以有效推动安全管理措施的实施，减少事故发生，从而保障施工项目的顺利进行及施工人员的生命安全。

### 4.2 完善高速公路桥梁安全管理制度，提高安全管理水平

完善高速公路桥梁安全管理制度是提升安全管理水平的关键措施。为实现这一目标，施工单位需要在制度设计、实施及监督等各个环节进行全面优化。制定系统化的安全管理制度是首要任务，该制度应涵盖从施工准备、施工过程到后期维护的所有阶段，确保每个环节都有明确的安全规范和操作标准。这些制度应根据桥梁施工的特点及实际风险进行量身定制，以确保其具有针对性和实用性。实施这些制度时，需要明确各级管理人员和施工人员的安全职责与权限，并设立专门的安全管理岗位，负责日常的安全监督、检查及报告。此外，制度中应包括定期安全培训计划和考核机制，确保所有人员对安全要求有充分的理解和掌握。为了确保制度的有效性，必须建立完善的监督和反馈机制，定期评估制度的执行效果，并根据实际情况进行必要的修订和改进。

### 4.3 配备专业的安全管理人员，履行安全管理职责

配备专业的安全管理人员并确保其履行安全管理职责是保障高速公路桥梁工程施工安全的核心策略。为有效落实这一策略，施工单位应从招聘、培训到明确岗位职责等方面着手，确保安全管理人员具备必要的专业技能和经

验。在招聘过程中,应优先选择具有相关安全管理资格和经验丰富的专业人员,这些人员应具备系统的安全管理知识、丰富的现场管理经验以及处理紧急情况的能力。随后,安全管理人员需要定期接受培训,保持对最新安全法规、技术和管理方法的掌握,以适应施工环境和风险的变化。他们的职责包括制定并执行详细的安全管理计划,进行日常的安全检查和风险评估,及时发现并整改安全隐患。此外,安全管理人员还需要组织安全培训和应急演练,提高施工人员的安全意识和应急能力。同时,应建立并维护安全管理档案,记录安全事件、培训情况以及整改措施,以便后续跟踪和改进。

#### 4.4 加大高速公路桥梁安全管理的资金投入, 提高安全管理水平

增加对高速公路桥梁安全管理的资金投入是提升安全管理水平的重要策略。充足的资金支持可以确保施工现场配备所需的安全设施和设备,例如高质量的防护栏、安全标识、监控系统以及个人防护装备,从而有效降低安全风险。资金的增加还应投入于安全管理培训和教育,定期为施工人员提供专业的安全知识及技能培训,以增强他们的安全意识和应急能力。同时,投资于安全检查与维护同样重要,定期进行安全检查能够及时识别并修复潜在的安全隐患,保证设备和设施处于良好状态。资金还需用于配置应急响应资源,包括急救设备、救援工具以及完善和演练应急预案。充足的资金投入不仅强化了施工现场的安全措施,还推动了整体安全管理水平的提升,从而有效减少安全事故的发生,保障施工人员的生命安全及工程的顺利推进。

#### 4.5 重视高速公路桥梁施工现场管理,预防安全事故发生

重视高速公路桥梁施工现场管理是有效防止安全事故发生的关键因素。施工现场管理涉及对环境、设备以及操作人员的全面监控,确保各环节遵循安全标准。施工现场需进行详细的安全规划,包括设置明显的安全标识、划定安全区域,并配备必要的防护设施,如安全栏杆和警示灯。现场管理人员要负责定期检查和维护施工设备,确保设备运行正常,并进行定期检修,以避免设备故障引发事故。与此同时,现场管理也应包括对施工人员的实时监控,确保他们遵循安全操作规程,及时纠正不安全行为。建立完善的安全管理制度以及应急预案,并定期进行应急演练,可以提升现场人员的应急响应能力,这些措施都对预防安全事故至关重要。

#### 4.6 建立安全事故应急机制,减少安全事故带来的损失

建立安全事故应急机制是减少高速公路桥梁工程施工中事故损失的核心措施。有效的应急机制应包含清晰的应急预案、迅速的响应程序及充足的应急资源。详细的应急预案需要涵盖各类可能发生的事故及其处理流程,包括报警、人员疏散、医疗救援以及现场封锁等,确保每个环节都有明确的操作步骤和责任分工。专门的应急响应团队也是不可或缺的,团队成员应接受系统的培训,掌握必要的应急处理技能,并定期进行演练,以提升团队的协作能力和应急响应水平。此外,应急资源的配置至关重要,包括救援设备、急救药品及通讯工具,确保在事故发生时能够迅速且有效地进行救援。应急机制还应与地方应急部门及医疗机构建立合作关系,形成高效的协同作战能力。

#### 5 结语

高速公路桥梁工程施工的安全管理策略对于确保工程顺利进行和施工人员的安全至关重要。尽管现有的安全管理措施已在一定程度上保障了施工过程,但依然存在观念滞后、制度不完善、专业人员不足和资金投入不足等问题,这些都可能对工程安全构成威胁。有效的安全管理不仅需要在理念上转变,更要在制度建设上不断完善,确保所有环节都能得到科学、系统的管理。专业的安全管理人员、充分的资金投入以及对施工现场的严格监管,都是提升安全管理水平的关键因素。通过实施这些策略,可以显著降低施工过程中的安全风险,提升工程的安全性和施工效率。未来,随着技术的进步和管理经验的积累,我们应不断调整和优化安全管理策略,面对新挑战和新情况,保持安全管理的动态适应性,确保高速公路桥梁工程的顺利完成,为社会提供更为安全、可靠的交通基础设施。

#### [参考文献]

- [1]张明伟. 高速公路工程施工安全管理存在的问题及应对措施分析[J]. 汽车周刊, 2024(8): 196-197.
  - [2]袁建斌. 公路桥梁工程施工常见问题及安全管理措施[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(18): 148-150.
  - [3]崔新建. 公路桥梁工程施工及安全管理研究[J]. 运输经理世界, 2022(29): 147-149.
  - [4]罗运廷. 浅析高速公路桥梁施工的安全管理问题研究[J]. 黑龙江交通科技, 2020, 43(9): 213-215.
- 作者简介: 常流洋(1984.6.—), 男, 学历: 本科, 毕业院校: 四川农业大学, 所学专业: 信息管理与信息系统教育, 目前职称: 安全工程师、桥梁工程师。

# 公路施工中填石路基施工技术的应用

潘存彬

新疆北屯得仁建设投资(集团)有限公司, 新疆 北屯 831300

[摘要] 填石路基施工技术源于早期道路建设, 广泛应用于软土、湿地和山地等复杂地质条件下, 因优良的稳定性和承载能力。随着工程技术的进步, 该技术逐渐融合现代施工工艺和管理手段, 但实际施工中仍面临诸如填料选择、施工工艺控制、排水系统设计及后期养护管理等挑战, 这些问题直接影响工程质量和长期使用效果。为应对这些挑战, 需深入研究关键技术的应用与提升措施, 以提供科学指导推动技术进步。

[关键词] 公路施工; 路基施工; 填石路基

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13712

中图分类号: U41

文献标识码: A

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

PAN Cunbin

Xinjiang Beitun Deren Construction Investment (Group) Co., Ltd., Beitun, Xinjiang, 831300, China

**Abstract:** The construction technology of stone filled roadbed originated from early road construction and is widely used in complex geological conditions such as soft soil, wetlands, and mountains, due to its excellent stability and bearing capacity. With the advancement of engineering technology, this technology gradually integrates modern construction techniques and management methods. However, in actual construction, there are still challenges such as filling material selection, construction process control, drainage system design, and post maintenance management, which directly affect the quality and long-term effectiveness of the project. To address these challenges, it is necessary to conduct in-depth research on the application and improvement measures of key technologies, in order to provide scientific guidance and promote technological progress.

**Keywords:** highway construction; roadbed construction; stone filled roadbed

### 引言

在公路工程中作为基础处理的一种常见技术, 填石路基以优良的承载力和稳定性得到了广泛应用。随着交通需求的增长以及工程规模的扩大, 面临的技术要求和施工难度不断提升, 填石路基施工成为一个更加复杂的过程, 这一工艺不仅需要精细的施工操作, 还必须依靠科学的管理措施以确保质量和耐久性。通过探讨填石路基施工技术的实际应用, 并提出提升施工水平的有效措施, 为工程实践提供有价值的参考与指导。

### 1 填石路基施工的特点

填石路基在公路建设中作为一种关键基础形式, 通过石料填充形成的坚固基层能够有效承载交通负荷并维持路面的稳定。由于结构特点, 填石路基展现出极高的承载能力和稳定性, 尤其适用于软弱土壤或地质条件不佳的区域, 石料的选择及其分布对路基性能具有决定性作用, 因此必须严格依据工程要求进行选材并科学地逐层铺设。由于石料间隙较大, 水分能够迅速排出路基, 从而减少水分侵蚀并提高抗渗性, 这一优势在雨季及高水位区域尤为明显, 显著延长了路基的使用寿命。尽管填石路基的施工工艺较为简便施工速度较快, 但技术要求及质量控制仍不容忽视, 分层填筑及压实作业中, 每层石料需均匀分布并

过充分压实, 避免路基沉降或不均匀的现象。

## 2 公路填石路基施工关键技术

### 2.1 制定路基施工方案

在填石路基施工中制定施工方案是至关重要的环节, 对工程推进效果及最终质量有着直接影响。方案的编制必须综合考虑工程的地质条件, 包括土壤类型、水文状况以及周围环境因素, 这些信息对于填石材料的选择与施工工艺的确定具有决定性作用, 尤其是在水位较高或土壤松软的区域, 排水设计与加固措施应受到特别关注, 确保路基的稳定性与持久性。填石层的厚度、分层要求及每层的压实标准在方案中亦需明确, 结合设计要求与现场实际情况合理设定填石层的厚度与施工方法, 避免因填筑不均造成路基沉降或不稳定的现象, 施工方案还应详细说明填石材料的来源与质量控制, 确保所选材料符合相关规范, 以免因材料质量问题影响施工进度与质量<sup>[1]</sup>。施工组织及资源配置的合理安排也是制定方案时的重点, 机械设备、人员与材料供应之间的协同运作必须得到确保, 从而提高施工效率并减少不必要的延误, 针对可能出现的突发状况, 如天气变化或设备故障等, 方案中应提前设计应急预案保证施工的连续性与安全性。

### 2.2 材料选择与准备

填石路基施工中的材料选择与准备对路基的稳定性

与耐久性有着直接影响。适宜的填石材料的选择是保证施工质量的基础，高强度、良好抗压性以及稳定的颗粒级配是填石材料应具备的主要特性，碎石、卵石及碎砾石是常见的填石材料，其中因其优越的强度与稳定性，碎石被广泛应用。在选材时，当地地质条件和供应状况必须得到充分考虑，确保所选材料不仅满足工程要求而且具有经济性。在准备过程中，所有填石材料需经过严格筛分与清洗，去除泥土、细砂等杂质，从而确保石料的纯净达到良好的施工效果，每批材料都需进行质量检测，测试颗粒级配、压碎值及抗磨损性等指标确保符合相关工程标准，搬运和储存环节也应严格把控，避免材料在运输和储存过程中受到损坏或混杂。运输过程中的合理安排亦是必要的，确保材料按计划运抵施工现场，并在到场后进行复检避免运输中出现的质量问题，材料应储存在干燥、通风的环境中，以防湿气影响质量。

### 2.3 填石层的分层施工

填石层的分层施工是确保路基稳定性与均匀性的核心环节，必须严格遵循设计要求，精准控制每层的厚度与压实度，通过分层铺设可以有效提高石料的密实度，防止因单层过厚引发的沉降问题，通常情况下单层厚度应控制在30至50厘米之间，具体数值根据工程设计和土质条件确定。在施工过程中，每层石料需均匀分布确保厚度的一致性，避免在未完成压实的情况下继续铺设下一层，以免产生不均匀的路基结构。每层铺设完成后必须进行充分的压实，增强路基的承载力与稳定性。合适的机械设备，如振动压路机和钢轮压路机，确保压实度达到设计标准。各层间的接触面需仔细处理，防止出现明显的分层界面，从而保证路基各层的紧密结合。

### 2.4 边坡码砌

边坡码砌的主要目的是增强边坡的稳定性，防止土石滑落或流失，此工序涉及用石块或砌块覆盖边坡表面，以形成坚固的防护层。材料的选择应考虑工程要求和地质条件，通常选用耐久且稳定的石块或混凝土砌块，确保与路基材料兼容以提供长期保护。施工前边坡表面需彻底清理，去除松散土石和杂物，为码砌工作打下基础。在砌筑过程中，石块或砌块应按照设计规范摆放，确保接触面平整且紧密，大块石料应置于下部，小块石料则逐层向上排布，以构建稳固结构并具备良好的排水性能，使用砂浆或其他粘合材料固定石块提升整体稳定性，防止水流侵蚀和风化。施工完成后要对砌体进行检查，及时修复松动或裂缝以确保防护效果。

### 2.5 填料摊铺

填料摊铺在填石路基施工中扮演着至关重要的角色，其质量直接影响路基表面的均匀性与稳定性，主要任务在于将填料均匀地铺设至指定区域，形成符合设计要求的基础层。操作过程中必须严格遵循相关程序，确保施工质量

达到预期标准。摊铺作业之前，准备工作需进行充分检查，基础情况需确认路基表面已平整、稳固并完成了初步施工，选择填料时应符合设计规范，颗粒大小及质量须满足标准，确保路基具有足够的承载能力与稳定性能。在正式摊铺过程中，填料应通过专用机械设备均匀地撒布于预定位置，机械行走速度及摊铺厚度须根据现场情况调整，确保填料的均匀分布，摊铺层的厚度应按设计规范控制，避免一次铺设过厚，防止对后续压实质量产生负面影响。摊铺完成后，对铺设层的检查与调整不可忽视，需确保其平整并符合设计规定的厚度，若发现不均匀现象必须及时进行修整，之后填料层应经过充分压实，以提高其密实度和承载能力，此过程通常使用振动压路机等设备完成。

### 2.6 压实作业

压实作业在填石路基施工中扮演着至关重要的角色，直接决定了路基的承载能力与整体稳定性，通过机械设备对填料进行充分的压实，可以有效消除空隙提高材料的密度，从而减少后期可能出现的沉降现象并延长路基的使用寿命。有效的压实作业依赖于填料的均匀摊铺及充分预处理，在摊铺完成后，填料的表面需保持平整并达到设计规定的厚度。选择合适的压实设备至关重要，常用的设备包括振动压路机和钢轮压路机，其中振动压路机在处理颗粒状填料时尤为出色，设备的选择应根据填料的特性和施工标准进行调整，以确保最佳的压实效果。在实际操作中应遵循分层压实的原则，每层填料的厚度应限制在30至50厘米范围内，避免压实不均匀的情况出现，进行压实时压路机的行走路线与速度必须按照设计要求进行，确保每个区域都获得均匀的压实，施工过程中压实度应根据相关标准进行检测，确保每层填料的密实度符合规定。控制填料的含水量也是压实作业中的关键因素，适当的含水量能够提高压实效果，而过干或过湿的填料则可能影响最终的压实均匀性。因此，在作业之前应检测填料的水分含量，并根据需要进行适当调整，以确保压实作业达到最佳状态。

### 2.7 排水系统的设计与施工

排水系统的设计与施工在填石路基工程中占据关键地位，主要目的是防止水分侵蚀路基，从而保障其长期的稳定性，有效的排水系统能够迅速排除积水，减少水分对路基的破坏并延长路基的使用寿命。在设计阶段，地形、土壤特性及降雨量等因素需综合考虑制定合适的排水方案，排水沟一般设于路基两侧，用以汇集地表水并将其引流；排水管道则布置于填石层内，负责排出内部水分；截水沟则设置在路基上方，以防地表水直接冲刷路基。施工过程中，排水系统的布设和施工质量直接决定其效果，排水沟的挖掘需符合设计标准的深度与宽度，且沟底须处理平整确保排水顺畅，排水管道的安装应确保坡度适宜连接紧密，防止漏水。管道周围的填料必须被压实，避免后期发生管道沉降或移位问题。施工期间，排水系统还需进行

定期检查,尤其在降雨频繁的时段或施工初期,确保系统正常运作,一旦发现堵塞或损坏必须及时修复,通过完善的维护管理措施,排水系统能够长期保持有效,从而避免因排水不畅引发的路基损坏问题。

### 3 提高填石路基施工技术应用水平的措施

#### 3.1 完善施工技术方案

完善施工技术方案,对于提升填石路基施工技术水平具有重要意义,一个科学且详尽的技术方案不仅为施工过程提供明确的操作指导,还能在项目实施前识别并解决潜在问题,从而保障工程的顺利推进。在制定技术方案时,通过现场勘查及数据分析,符合实际需求的施工步骤和技术规范得以设计。例如,特别针对软弱地基,方案应强调加固措施与排水系统的设计,以预防因地基不稳而引发的施工难题。技术方案中,还需明确每个施工环节的操作流程及技术标准,这包括填料选择、摊铺厚度、压实要求及边坡处理等方面,通过标准化的操作流程,可以有效降低人为失误的发生从而确保施工质量达到标准,设备的选型及操作规范也应在方案中详细说明,确保设备性能满足工程需求并且操作合规<sup>[2]</sup>。方案中,详细的施工进度安排也是必不可少的,确保各环节的无缝衔接是其主要任务,理的进度计划将帮助施工团队高效配置资源,并避免因资源不足或设备闲置而导致的工期拖延。对于关键施工节点,方案应规定检查与验收标准,以便及时发现问题并采取纠正措施。在施工过程中,技术方案需根据现场实际情况及施工进展进行评估与优化,适时调整施工方法及技术要求,以灵活应对突发情况与变化,将确保工程按计划推进并实现预期效果。

#### 3.2 加大施工监督力度

加大施工监督力度对保障填石路基施工质量与安全至关重要,通过有效的监督,不仅能够及时发现问题并采取纠正措施,还能确保施工过程的规范性,从而提升工程的整体质量。必须明确监督人员的职责与权限,确保其具备必要的专业知识与经验,定期与不定期的施工现场检查应由监督人员执行,以确保施工严格遵循技术规范与施工方案。在监督过程中,每个施工环节的细节应予以关注。例如,在填料摊铺与压实阶段,需核查填料的均匀度与压实度是否符合设计要求;在边坡处理时,则需要确认石块的码砌排列是否整齐且稳固,细致的检查可以及早发现施工缺陷,从而防止小问题演变为重大隐患。定期进行质量检测,如对填石层的密实度及排水系统的效果进行检验是必要的,以确保各项工程指标达到标准,问题发现后监督人员应迅速提出整改建议,并跟踪整改措施的落实情况,以确保问题得到有效解决。信息化手段的利用能够进一步提升施工监督效率,通过现代技术,如无人机巡检与实时监控系統,提供全方位的实时数据,使得监督的准确性与

及时性得以增强,从而有效提升施工监控水平。

#### 3.3 做好工程养护管理工作

有效的工程养护管理,是确保填石路基长期稳定与延长使用寿命的关键,通过科学的养护措施,工程老化与损坏可以得到有效预防,同时在问题出现时迅速处理,从而维持路基的优良状态。制定详细的养护计划是养护工作的基础,该计划应根据工程的具体特点与使用环境,设定定期检查与维护的具体安排,这包括对填石层的完整性、边坡的稳定性以及排水系统的运行状况的检查,定期检查可以帮助及早发现潜在问题,并采取必要的修复措施<sup>[3]</sup>。每项养护任务需由专人负责,确保这些人员具备必要的专业知识与技能,进而保证养护工作的有效性,实际操作时,养护人员应按照规定流程与标准进行维护,确保每个环节得到妥善处理。每次养护工作完成后,施工情况及发现的问题需详细记录,并及时反馈给相关部门,这些记录有助于分析养护效果,优化未来的养护计划,并为今后的维护提供参考依据。信息化技术的应用显著提高了养护管理的效率,通过监测系统与数据分析工具,路基状况可以实时监控潜在风险可提前预警,从而实施数据驱动的决策。例如,利用传感器监测土壤湿度与沉降情况,有效预防水分过多或沉降不均的问题。

### 4 结语

填石路基施工技术在公路建设中占据着至关重要的地位,通过精确制定施工方案、严谨选择材料、科学实施施工工艺,以及进行有效的监督与养护管理,填石路基的质量与稳定性可以显著提升。施工过程中,技术操作的细致和管理上的严谨性与责任感同样显得重要,这些因素的共同作用才能确保公路工程的长期安全与稳定运行。展望未来,随着技术的持续进步与施工管理方法的不断优化,填石路基施工技术有望不断发展,以适应各种复杂的施工环境,并满足更高的工程要求。通过不断的实践与研究,整体水平的提升将进一步推进填石路基施工技术,为道路建设事业作出更大的贡献。

#### [参考文献]

- [1]张普乾.填石路基施工技术在公路施工中的应用[J].交通世界,2024(21):42-44.
  - [2]刘力铭.软土路基施工技术在高速公路施工中的应用[J].黑龙江交通科技,2023,46(9):51-53.
  - [3]王静.填石路基施工技术在公路施工中的运用[J].运输经理世界,2023(13):47-49.
- 作者简介:潘存彬(1983.10—),毕业院校:重庆交通大学,所学专业:公路与桥梁工程,当前就职单位名称:新疆北屯得仁建设投资(集团)有限公司,职务:副总经理,职称级别:副高级职称。

## 公路交通工程质量管理现状与优化对策

郭丽珠

远安县交通运输综合执法大队, 湖北 宜昌 444200

**[摘要]**在公路行业的发展实践中,公路交通工程质量管理扮演着至关重要的角色。由于公路工程建设涉及多种复杂的建设内容,并且整个施工环境常常变化莫测,因此工程质量的有效保障面临巨大挑战。公路工程的建设过程本身复杂且多变,涵盖了从设计、材料采购、施工到后期维护的各个环节,这使得质量管理工作显得尤为关键。为了应对这一挑战,必须深刻认识到工程建设过程的复杂性,结合实际情况,切实做好每一个施工环节的质量管理。同时,建立和完善公路工程建设质量管理体系,能够为工程质量的持续改进提供坚实的保障。文章总结了公路工程建设质量的影响因素,同时分析了公路交通工程质量管理现状,并提出了具有针对性的公路工程建设质量管理优化对策,希望对优化公路交通工程建设质量有一定帮助。

**[关键词]**公路交通工程;质量管理现状;优化对策

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13707

中图分类号: U415.1

文献标识码: A

### The Current Situation and Optimization Countermeasures of Quality Management in Highway Traffic Engineering

GUO Lizhu

Yuan'an County Transportation Comprehensive Law Enforcement Brigade, Yichang, Hubei, 444200, China

**Abstract:** In the development practice of the highway industry, the quality management of highway traffic engineering plays a crucial role. Due to the complex construction content involved in highway engineering construction and the constantly changing construction environment, the effective guarantee of engineering quality faces enormous challenges. The construction process of highway engineering itself is complex and varied, covering various links from design, material procurement, construction to later maintenance, which makes quality management work particularly critical. In order to address this challenge, it is necessary to deeply recognize the complexity of the construction process, combine it with the actual situation, and effectively manage the quality of each construction link. At the same time, establishing and improving the quality management system for highway engineering construction can provide a solid guarantee for the continuous improvement of engineering quality. The article summarizes the influencing factors of highway engineering construction quality, analyzes the current situation of highway traffic engineering quality management, and proposes targeted optimization measures for highway engineering construction quality management, hoping to provide some help in optimizing the quality of highway traffic engineering construction.

**Keywords:** highway traffic engineering; current status of quality management; optimization measures

#### 引言

随着经济的迅猛发展和交通需求的不断增长,公路交通工程在国家基础设施建设中发挥着日益重要的作用。这些工程不仅支撑着国家经济的繁荣,还直接影响着社会生产效率及民众生活质量。然而,质量管理始终是公路交通工程面临的一个广泛关注的问题。近年来,随着公路建设规模的扩大以及施工技术的进步,质量管理正迎来新一轮的挑战与机遇。尽管现有质量管理体系在一定程度上能够保证工程质量,但实际操作中仍然存在诸如设计与施工不符、材料与设备质量不稳定、施工工艺不成熟等问题。对公路交通工程质量管理现状的深入分析,有助于识别这些主要问题,并探索有效的优化对策,这对于提升工程质量、确保工程安全以及提高交通服务水平至关重要。本研究将系统探讨公路交通工程质量管理的基本原则及其影响因素,现有质量管理状况也将被详细分析,并提出一系列优化措施。

通过优化质量管理体系、加强施工过程中的质量监督、引入新技术与工艺、提升施工人员的专业素质、改善材料与设备的采购与管理,以及推动信息化与智能化管理手段,旨在实现公路交通工程质量的全面提升。这些措施将有助于保障工程项目的安全与稳定,推动公路交通事业的可持续发展。

#### 1 公路交通工程质量管理的基本原则

公路交通工程质量管理的基本原则在于确保工程在其全生命周期内,设计要求、技术标准以及相关法律法规得到遵守,以实现工程的安全、耐久性、经济性与环保目标。核心在于对设计、施工及验收阶段的质量进行严格控制,通过科学合理的管理方法,质量缺陷的出现得以有效预防和减少。材料、设备、施工工艺及技术的全面监督是有效质量管理的基础。一个完善的质量保障体系的建立,不仅需要强化各方主体的责任意识,还需要确保各环节的紧密协作。通过这些措施,资源得以优化配置,质量风险的有效降低也得以实现。



## 2 影响公路交通工程质量的主要因素

### 2.1 设计阶段因素

设计阶段因素是影响公路交通工程质量的关键环节，其合理性与科学性直接决定了工程的整体质量与使用寿命。在此阶段，综合考虑道路的地质条件、交通量预测、气候因素以及周边环境等多个影响因素，是设计单位的职责，以确保设计方案的可行性与经济性。若设计过程中，地形和地质勘察的深度未被充分重视，或者未来交通需求的增长未能准确预测，则可能导致道路承载能力不足，从而影响工程质量。设计标准的选择、技术规范的执行，以及材料与结构的适配性，都直接关系到施工质量的基础<sup>[1]</sup>。设计图纸的详细程度、技术要求的明确性，以及它们与实际施工的匹配程度，均为保证工程最终质量的重要因素。

### 2.2 材料与设备质量因素

材料与设备的质量是决定公路交通工程质量的关键因素，其直接关系到工程的结构稳定性与耐久性。在公路施工中，所用的各种材料，如沥青、混凝土及钢材，必须符合国家及行业标准。严格把控材料的性能指标、来源及检验流程是必要的。若存在材料质量问题，例如强度不足或耐久性差，可能会导致道路提前出现裂缝或沉降，从而缩短工程的寿命。同样重要的是，设备的性能及施工机械的质量。在大规模的公路施工中，设备的稳定性与精确度对施工质量有直接影响。若摊铺机或压路机等设备出现故障频发或精度不足的问题，则可能导致路面不平整或密实度不达标，从而严重影响行车舒适性与道路的耐用性。

### 2.3 施工工艺与技术水平

施工工艺与技术水平被认为是影响公路交通工程质量的核心因素之一，其直接决定了工程实际建设效果与设计要求的符合程度。与工程特点、地质条件及气候环境相匹配的施工工艺选择至关重要，以确保工艺流程的科学性与合理性，从而有效应对施工中的复杂情况。若工艺选择不当或未能根据实际情况进行调整，工程质量问题可能会出现，甚至可能引发安全隐患。施工人员的技术水平对工程质量也具有关键性影响。技术水平不够或管理不善的情况下，诸如路基沉降、路面开裂或排水不畅等质量问题，可能会被引发。施工过程中的精确操作不仅依赖于高水平的技术能力，还受到新技术与新工艺的引入与应用的影响。若先进技术未通过专业化、标准化的操作得到有效实施，其预期效果则可能无法完全实现。

### 2.4 环境因素

环境因素作为公路交通工程质量的重要外部条件，其复杂多变的特性对工程的施工与使用阶段有着直接或间接的影响。气候条件，如降雨量、气温和湿度，对材料性能及施工进度的显著影响是不容忽视的。例如，增加沥青路面铺设难度的高温天气，导致材料老化加速，而混凝土的凝固速度可能在低温条件下变慢，进而影响其强度形成。降水量的过量，还可能引发路基软化及地基沉降问题，严重影响道路的稳定性和承载能力。地质条件同样是环境因素中的关键方面，其复杂的地质结构及土壤含水量对路基

设计与施工产生直接影响。未经过充分勘察和分析的地质条件，可能在后期工程中导致沉降、裂缝等质量问题。此外，周边环境中的自然因素，如植被与河流，也对工程质量有着长期的影响。例如，水土流失或植被根系对路基的侵蚀，可能对道路的长期稳定性产生不利影响。

## 3 我国公路交通工程质量管理现状

我国公路交通工程质量管理现状虽在逐步完善，但仍面临亟待改进的问题。随着国家对基础设施建设的高度重视，相关法律法规与技术标准得到了不断完善，质量管理体系也逐渐成熟。然而，实际执行中，监管不到位、施工过程控制不严及材料与设备质量参差不齐的问题仍然存在。例如，在一些工程中，质量监管形同虚设，验收标准的不一致导致部分项目出现质量隐患。此外，施工人员的技术水平差异较大，新技术和新工艺的推广应用仍不充分，尤其在中小型项目中，管理不善的问题尤为突出<sup>[2]</sup>。信息化和智能化手段在质量管理中的应用也尚不广泛，影响了施工过程中信息的及时共享及问题的高效处理。提升公路交通工程的质量管理水平，需要在制度执行、技术应用及人员培训等方面进行全面优化与改进。

## 4 公路交通工程质量管理优化对策

### 4.1 完善质量管理体系

提升公路交通工程质量的基础性措施之一，是完善质量管理体系。建立一个涵盖项目全生命周期的质量管理体系，至关重要。项目规划、设计、施工到验收的每个环节，都应包括明确的质量标准和管理流程。为此，编制详尽的质量管理手册，明确各环节的质量责任及操作规范，是必要的。此外，质量管理的组织架构也应得到加强。设立专门的质量管理部门或岗位，可以确保由专业人员负责质量控制与监督，从而及时发现并解决问题。定期的质量审计与评估机制，亦应包含在质量管理体系中。通过定期检查和评估，管理措施的有效性将得以确保，审计结果将用于进行必要的调整。引入信息化管理工具，如质量管理软件 and 数据分析平台，管理的实时性与准确性将得到提升，有助于跟踪质量问题及其解决方案的实施情况。同时，施工人员的质量意识培训，也是提升质量管理水平的重要环节。这将确保他们理解并遵守质量管理体系中的各项规定。

### 4.2 加强施工过程中的质量监督

加强施工过程中的质量监督，作为确保公路交通工程质量的核心环节，显得尤为重要。全程监控施工过程，建立专门的质量监督团队，至关重要。这些团队应严格依照设计图纸、技术规范及质量标准执行施工任务。具备扎实专业知识与丰富实践经验的监督人员，能够识别并解决施工中的潜在问题。多层次的质量检查机制，同样需要实施。现场即时检查、阶段性验收以及最终验收等步骤，应包含其中，以确保施工质量始终符合标准。在施工过程中，动态质量监控的实现，可以通过先进技术手段如智能监测系统和实时数据分析来达成。这将有助于及时发现并纠正问题<sup>[3]</sup>。此外，质量监督工作必须与施工单位、设计单位及其他相关方保持

紧密沟通,以确保信息的即时传递和问题的迅速处理。发现的质量问题,应迅速采取有效的纠正措施,并对问题原因进行详细记录和分析,从而避免类似问题的重复出现。

### 4.3 引入新技术与新工艺

引入新技术与新工艺,在提升公路交通工程质量管理方面扮演着至关重要的角色,施工流程的优化与工程品质的提升可以显著实现。现代技术的运用,诸如建筑信息模型(BIM)、智能化施工设备以及高性能材料,分别在工程设计、施工及维护阶段中发挥着关键作用。例如,详尽的三维模型生成,BIM技术通过帮助工程团队在施工前准确进行设计与冲突检测,显著降低了施工过程中的设计错误率。此外,智能化施工设备,如自动化摊铺机及智能压路机,提升了施工的精确度与效率。确保了路面的平整性与密实性,同时减少了人工操作带来的误差与不均匀性。新型高性能材料,如改性沥青及抗冻混凝土,展现了优越的耐久性 & 抗环境影响能力。这不仅延长了道路的使用寿命,也降低了维护频率。在工艺方面,施工速度的加快与工程周期的缩短,由创新技术如分层施工技术与快速硬化技术实现。通过这些新技术与工艺的应用,公路交通工程的整体质量得以大幅度提升。

### 4.4 提高施工人员专业素质

提升施工人员的专业素质,作为优化公路交通工程质量管理的关键措施之一,其重要性不容忽视。直接决定了工程质量及施工效率的,是施工人员的技能水平与专业知识,因此,系统性地提升其综合素质显得尤为重要。全面的培训计划应当制定,并定期组织技术培训与安全教育,这些培训应涵盖新工艺、新技术以及行业标准,以确保施工人员掌握最新的施工技术与操作规范。此外,实践技能的提高也同样至关重要,现场操作训练与模拟施工等方式可以增强施工人员的实际操作能力与问题解决能力。建立激励机制,对于提升施工人员的积极性与责任心具有重要意义,应给予表现出色的人员奖励与晋升机会。同时,施工人员的职业道德与质量意识通过教育与引导的增强,也必不可少,以确保在施工过程中严格遵守操作规程并维护工程质量。通过这些措施的综合施行,施工人员的专业素养将得到有效提升,从而优化公路交通工程的质量管理。

### 4.5 优化材料与设备的采购与管理

优化材料与设备的采购与管理,作为提升公路交通工程质量管理的关键措施之一,其重要性不容忽视。严格的采购流程与标准的建立至关重要,以确保材料与设备的来源不仅可靠,还能符合国家及行业的质量标准。在采购之前,供应商的资质审核与市场调研应当详尽地进行,以选择信誉良好且质量稳定的供应商。在材料与设备采购时,合格证明及质量检测报告必须由供应商提供,同时,材料需经过严格的入场检验,以确保符合设计要求和技术规范<sup>[4]</sup>。同样需要系统化计划的是设备管理,包括采购、安装及维护环节。设备在使用过程中保持良好的工作状态,确保其至关重要。定期的维护与校准可以有效预防故障的发生。

此外,设备使用记录及故障报告制度的建立有助于及时处理设备问题,防止设备故障对施工质量造成影响。存储管理方面,材料的妥善保管亦不容忽视。适当的仓储条件应采取,以防止材料的受潮、变质或损坏。通过这些措施的综合实施,公路交通工程的整体质量将得到有效提高。

### 4.6 推动信息化与智能化管理手段

推动信息化与智能化管理手段,作为提高公路交通工程质量管理水平的核心策略,其重要性无可替代。采用先进的信息技术与智能系统,工程全过程的高效监控与管理得以实现,从而显著提升了工程质量与施工效率。建筑信息模型(BIM)技术的应用,通过生成精准的三维模型,在设计阶段识别设计缺陷及冲突,进而优化设计方案并减少施工阶段的问题。智能监测系统的引入,如传感器与无人机,能够实时收集施工现场的数据,对工程进展、施工质量及设备状态进行动态监控。数据通过大数据分析 & 云平台被实时处理与反馈,这使得施工中的问题能够被及时发现并解决。此外,信息化管理平台的使用,使得项目文档、质量记录及检测报告的集中管理成为可能,实现了信息共享,促进了各方的沟通与协作,从而提高了决策的科学性与透明度。智能化施工设备的实施,如自动化摊铺机与智能压实仪,施工精度与效率得以显著提高,人工操作所产生的误差被减少。这些信息化与智能化手段的综合应用,将极大地提升公路交通工程的质量管理水平。

## 5 结语

公路交通工程质量管理在保障工程安全、延长使用寿命及优化交通服务方面,扮演着至关重要的角色。通过对当前质量管理现状的深入分析,本文识别了公路工程建设中主要存在的问题,这些问题包括设计不匹配、材料与设备质量的不稳定、施工工艺的不足以及环境因素的影响。针对这些问题,本文提出了若干优化策略,其中包括完善质量管理体系、加强施工过程的质量监督、引入新技术与新工艺、提升施工人员的专业素质、优化材料与设备的采购与管理,以及推动信息化与智能化管理手段的应用。提升公路交通工程整体质量,这些措施不仅有助于,还能有效降低工程风险,提高施工效率,从而确保工程项目的长期稳定运作。

### 【参考文献】

- [1]滕继顺.公路交通工程质量管理现状与优化对策[J].汽车画刊,2024(2):208-210.
  - [2]冯立滨,孙文侠.公路交通工程质量符合性检查工作现状及思考[J].公路,2019,64(8):356-358.
  - [3]宋桂美,柴峰.高速公路交通工程施工质量管理提升的策略[J].运输经理世界,2023(8):60-62.
  - [4]周广辉.交通工程施工管理与质量控制探讨[J].交通标准化,2014,42(24):89-91.
- 作者简介:郭丽珠(1994.12—),女,毕业院校:湖北交通职业技术学院,所学专业:道路桥梁工程技术,当前就职单位:远安县交通运输综合执法大队,助理工程师。

# 无人机航测技术在大比例尺地形图测绘中的应用

开力比努尔·卡哈尔

新疆维吾尔自治区吐鲁番地区鄯善县土地勘测规划队, 新疆 吐鲁番 838200

[摘要] 无人机航测技术近年来在地图测绘领域得到了广泛应用。相比传统的航空摄影测量, 无人机航测具有诸多优势, 包括成本低、时效性强、适用性广等, 因此在大比例尺地形图测绘中展现出了广阔的应用前景。文章详细探讨了无人机航测在大比例尺地形图测绘中的有效应用, 包括照片的控制测量、空中三角测量、立体测量、现场补测以及地形图更新等方面, 为地理信息应用提供重要技术支持, 推动大比例尺地形图测绘技术的发展。

[关键词] 无人机航测技术; 大比例尺地形图测绘; 有效应用

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13765

中图分类号: P231

文献标识码: A

## Application of UAV Aerial Surveying Technology in Large Scale Topographic Mapping

KAILIBINUER Kahaer

Xinjiang Turpan Shanshan Land Survey and Planning Team, Turpan, Xinjiang, 838200, China

**Abstract:** Drone aerial surveying technology has been widely applied in the field of mapping in recent years. Compared to traditional aerial photogrammetry, drone aerial surveying has many advantages, including low cost, strong timeliness, and wide applicability. Therefore, it has shown broad application prospects in large-scale topographic mapping. The article discusses in detail the effective application of UAV in large-scale topographic mapping, including photo control measurement, aerial triangulation, stereo measurement, on-site supplementary measurement, and topographic map updating, providing important technical support for geographic information applications and promoting the development of large scale topographic mapping technology.

**Keywords:** UAV surveying technology; large scale topographic mapping and surveying; effective application

### 引言

近年来, 随着无人机技术的快速发展和应用的普及, 无人机航测技术作为一种新兴的地图测绘手段, 正在逐渐受到人们的关注和重视<sup>[1]</sup>。相比传统的航空摄影测量, 无人机航测具有成本低、时效性强、适用性广等诸多优势, 为大比例尺地形图测绘提供了全新的解决方案和技术手段。因此, 探索无人机航测技术在大比例尺地形图测绘中的应用, 具有重要的研究意义和实际应用价值。

### 1 无人机航测的技术优势

#### 1.1 反应灵敏

无人机航测具有反应灵敏的技术优势, 源于其灵活的飞行特性和先进的导航控制系统。首先, 无人机航测采用先进的自动飞行控制系统, 可以实现对飞行过程的高度自动化和精准控制, 意味着无人机可以根据预设的飞行路径和任务要求, 实时调整飞行姿态和航线, 以应对复杂多变的环境和任务需求, 从而保证了航测任务的顺利执行和数据的准确获取。其次, 无人机具有快速响应的特点, 能够实现飞行任务的即时调整和应急响应。传统的航空摄影测量通常需要长时间的准备和调度, 而无人机航测则可以在短时间内启动和执行飞行任务, 快速响应用户需求和任务变化, 大大提高了航测工作的灵活性和效率, 如突发灾害事件发生后, 无人机可以迅速投入使用, 对灾区进行航测和

监测, 为灾害救援和应急响应提供及时准确的数据支持。

#### 1.2 时效性强

首先, 无人机航测的任务准备周期相对较短。传统的航空摄影测量可能需要较长时间来准备飞行计划、调度飞机和人员等, 而无人机航测则可以通过预先设定的航线和任务参数, 迅速进行任务准备, 减少了任务启动的等待时间, 提高了任务的时效性<sup>[2]</sup>。其次, 无人机航测的执行效率高。由于无人机具有灵活的飞行特性和自动化的飞行控制系统, 可以实现对地区的快速覆盖和数据采集。相比之下, 传统的航空摄影测量可能受限于飞机的飞行速度和航线规划的复杂性, 导致数据采集的效率较低。而无人机航测则可以根据实际情况进行灵活调整, 快速完成飞行任务, 保证了数据的及时采集和更新。此外, 无人机航测具有较短的数据处理周期。无人机获取的航测数据可以通过自动化的数据处理软件进行快速处理和分析, 减少了人工干预的时间和成本, 提高了数据处理的效率和精度。相比之下, 传统的航空摄影测量可能需要较长时间来处理和分析大量的航测影像数据, 限制了数据的时效性和应用效果。

#### 1.3 成本较低

成本较低主要归因于其相对低廉的设备和操作成本、高效的数据采集方式以及减少人力资源的需求。首先, 与传统的航空摄影测量相比, 无人机航测所需的设备和操作

成本相对较低。传统航测需要大型飞机、专业航摄设备等昂贵的设备,并需要大量的人力资源进行飞行任务的准备和执行,都会增加成本,而无人机航测所需的无人机设备相对便宜,而且无人机可实现自主飞行,减少了人力资源的需求,因此成本较低。其次,无人机航测采用的是轻便、便携的设备,不需要大型的飞机和复杂的设备安装,可快速启动和执行任务,降低了任务准备和执行的时间成本,提高了任务的效率。同时,由于无人机航测具有较短的数据采集周期,减少了飞行时间和燃料消耗,进一步降低了成本。最后,无人机航测还可减少人力资源的需求,进一步降低了成本。传统的航空摄影测量需要大量的人力资源进行飞行任务的准备、执行和数据处理,而无人机航测采用自动化的飞行控制系统和数据处理软件,减少了人力资源的需求,降低了成本。

#### 1.4 适用性强

无人机具有灵活多变的飞行特性,可适应不同地形地貌和环境条件下的飞行任务<sup>[3]</sup>。在城市、山区、森林、水域等各种复杂地形地貌中进行飞行,实现对不同地区的高精度测绘和监测,使得无人机航测适用性强,可以满足不同领域和行业的需求。同时,无人机航测应用于土地利用规划、城市规划设计、资源管理、环境保护、灾害监测等各个领域。在城市规划设计中,无人机航测可以快速获取城市的地形地貌数据,为规划设计提供准确的空间信息支持;在资源管理中,无人机航测可以对森林、草原、水域等资源进行监测和评估,实现资源的合理利用和保护;在环境保护和灾害监测中,无人机航测可以实现对污染物排放、自然灾害等情况的快速监测和评估,提供及时的数据支持和决策参考。此外,通过调整飞行高度、航线规划、传感器配置等参数,可以实现对不同精度和分辨率的数据采集,满足用户的具体需求,使得无人机航测具有更广泛的适用性,能够满足不同用户和应用场景的需求。

### 2 无人机航测在大比例尺地形图测绘中的有效应用

#### 2.1 照片的控制测量

照片的控制测量过程是通过无人机搭载的摄像头拍摄地表影像,并通过后续的数据处理和分析,实现对地表特征的控制测量,以获取地形地貌等相关信息,为地图制作提供基础数据。

无人机航测所搭载的摄像头通常具有高分辨率和广覆盖范围的特点,能够在飞行过程中以不同角度和高度拍摄地表影像,这些影像覆盖地表的各个部分,包括地形起伏、建筑物、植被等特征,为后续的控制测量提供了丰富的数据来源。通过无人机航测获取的影像数据可进行精确的地面控制点的提取和测量。控制点通常是地表上的一些明显地物或人工设置的标志物,通过对这些点的测量和标定,可以确定影像的地理位置和相对位置关系。这些控制

点的测量通常涉及影像配准、几何校正等过程,通过数学模型和地理信息系统(GIS)技术,实现对影像的精确地理定位。此外,无人机航测还可以通过配备全球定位系统(GPS)等定位设备,实现对飞行路径和摄影点的精确控制和记录,以确保拍摄的影像数据具有准确的地理参考信息,为后续的控制测量提供了重要的基础,确保了测量结果的准确性和可靠性。综上,通过无人机获取的高分辨率影像数据,结合精确的控制点测量和地理定位信息,可实现对地表特征的准确测量和地理定位,为地图制作和地理信息应用提供了可靠的数据支持。

#### 2.2 空中三角测量

空中三角测量是一种基于影像数据进行的测量方法,通过分析不同位置的影像之间的几何关系,确定地表上各点的位置坐标,从而实现地表特征的准确测量和定位。首先,无人机航测搭载的摄像头能够在飞行过程中拍摄地表的高分辨率影像。这些影像涵盖了地表的各个部分,包括地形、建筑物、道路等特征,为后续的空中三角测量提供了丰富的数据源。其次,空中三角测量通过分析不同位置的影像之间的几何关系,确定地表上各点的位置坐标。这一过程主要包括影像匹配、三角测量、坐标计算等步骤。影像匹配是指将不同位置的影像进行配准,确定它们之间的对应关系,三角测量则利用影像之间的视线关系和角度测量原理,计算地表上各点的三维坐标,根据三角测量得到的角度和距离数据,结合地面控制点的坐标信息,计算地表上各点的地理位置坐标。最后,无人机航测在空中三角测量中具有灵活的飞行路径规划能力,能够根据地区的地形地貌特点和任务要求,灵活调整飞行高度、飞行速度、航线间距等参数,以实现针对不同地区的精确测量,使得无人机航测能够适应不同场景的要求,提供高效、精确的数据支持。

#### 2.3 立体测量

立体测量是无人机航测的重要应用,区别于其他测量方法的关键在于利用影像的立体视觉信息进行地表三维特征的测量和重建,这种方法通过分析不同位置、不同角度的影像,捕捉影像之间的立体差异,从而获取地表特征的立体信息,为地图制作提供了丰富的数据基础<sup>[4]</sup>。首先,无人机搭载的摄像头通常采用双目或多目配置,可以同时获取不同视角的影像数据,这些影像数据经过精密的飞行轨迹规划和采集,覆盖了地表的各个部分,包括地形起伏、建筑物、植被等丰富的地物特征,就像人类双眼观察世界一样,提供了立体视觉的基础。其次,立体测量利用影像之间的立体视差信息,通过影像匹配和立体模型构建等技术手段,实现对地表特征的三维几何测量。影像匹配是指将不同位置的影像进行配准,确定它们之间的对应关系,从而计算出地表特征在不同影像中的位置关系;立体模型构建则利用影像之间的视差信息,重建地表的三维模型,

实现对地表特征的立体测量和重建。此外，在立体测量中由于具有灵活的飞行路径规划能力，能够根据地区的地形地貌特点和任务要求，灵活调整飞行高度、飞行速度、航线间距等参数，以实现对不同地区的精确测量，使得无人机航测能够适应不同场景的要求，提供高效、精确的数据支持。综上，无人机航测在大比例尺地形图测绘中的立体测量是一项高效、精确的技术手段，其利用影像的立体视觉信息实现对地表特征的三维测量和重建，通过影像匹配、立体模型构建等技术手段，实现对地表的立体测量和模型重建，为地图制作和地理信息应用提供了可靠的数据支持。

#### 2.4 现场补测

与前述的照片控制测量、空中三角测量和立体测量不同，现场补测更侧重于在地图制作过程中对某些特定地区或特定地物进行更为详细和准确的测量，以确保地图数据的完整性和准确性<sup>[5]</sup>。

尽管无人机航测能够提供高分辨率的影像数据和大范围的覆盖，但在实际应用中，仍然可能存在一些特定地区或特定地物无法被充分覆盖或无法得到足够清晰的影像，这些地区由于地形复杂、植被密集、建筑物遮挡等原因导致无法获得满足要求的数据，因此需要进行现场补测。现场补测通常通过地面测量、激光扫描或 GPS 定位等手段进行，利用专业的测量仪器对特定地区进行详细的测量和记录，获取地表特征的精确数据；激光扫描则可以利用激光雷达等设备对地表进行高精度的三维扫描，获取地表特征的详细形态和几何信息；GPS 定位则可以利用全球定位系统对地表特征进行精确定位，获取地理位置的准确坐标。此外，现场补测还可以通过无人机搭载的传感器设备进行。无人机搭载的 LiDAR（光学雷达）设备可以实现对地表的高精度三维扫描和测量，获取地表特征的详细信息；红外相机可以用于检测植被覆盖和土地利用情况，为地图制作提供更为详细和准确的数据支持。总之，通过地面测量、激光扫描、GPS 定位等手段对特定地区或特定地物进行详细的测量和记录，以确保地图数据的完整性和准确性。无人机搭载的传感器设备也可为现场补测提供高效、精确的数据采集手段，为地图制作和地理信息应用提供可靠的数据支持。

#### 2.5 地形图更新

随着时间的推移，地表的地貌、建筑物、道路等地物会发生变化，因此需要定期对地形图进行更新以保持其准确性和实用性。无人机航测作为一种高效、灵活的数据采

集手段，在地形图更新中具有显著的优势。通过搭载高分辨率摄像头，无人机能够覆盖大范围的地区，并且在短时间内完成数据的采集，使得无人机航测能够及时获取地表的最新状态，为地形图的更新提供了可靠的数据支持。同时，无人机航测具有灵活的飞行路径规划能力，能够根据更新需求和地区特点进行定制化的飞行任务，灵活调整飞行高度、飞行速度、航线间距等参数，实现对地形图更新所需的数据采集。另外，无人机航测还可以搭载各种传感器设备，如 LiDAR（光学雷达）、红外相机等，进一步提高数据采集的效率和准确性。这些传感器设备可以获取更多维度的地表信息，包括地形高程、植被覆盖、土地利用等，为地形图的更新提供更加丰富和全面的数据支持。此外，无人机航测还可实现对地形图变化的实时监测和反馈。通过不断采集地表影像数据，并结合地图更新的需求，无人机航测可以实时监测地表变化情况，并及时反馈给地图制作团队，以便及时更新地形图。

#### 3 结束语

无人机航测技术在大比例尺地形图测绘中具有重要的应用价值，通过充分发挥其技术优势和应用特点，能够实现地图绘制、空中三角测量、影像数据采集与整理等多个方面的有效应用，为地形图测绘提供了可靠的技术支持和数据保障。随着技术的不断发展和应用的不断完善，相信无人机航测技术将在地图测绘领域发挥越来越重要的作用，为地理信息领域的发展和應用带来新机遇和新挑战。

#### [参考文献]

- [1] 魏世丽, 董巧玲. 浅析无人机航测技术在大比例尺地形图测绘中的应用[J]. 华北自然资源, 2023(4): 99-101.
  - [2] 卢飞. 无人机航测大比例尺地形图技术研究[J]. 经纬天地, 2023(2): 76-79.
  - [3] 乐泽龙. 无人机航测技术在矿山大比例尺地形图测量中的应用[J]. 中国高新科技, 2022(24): 145-147.
  - [4] 赵正军. 无人机航测在大比例尺地形图测绘中的应用探究[J]. 低碳世界, 2022, 12(7): 76-78.
  - [5] 路璐. 基于微型无人机航测大比例尺地形图的测绘[J]. 黑龙江科学, 2022, 13(8): 130-131.
- 作者简介: 开力比努尔·卡哈尔(1997.4—), 毕业院校: 新疆工程学院, 所学专业: 安全科学与工程, 当前单位名称: 新疆维吾尔自治区吐鲁番地区鄯善县土地勘测规划队, 就职单位职务: 内业室科员, 职称级别: 专业技术 12 级助理工程师。

# 测绘导航高精度定位关键技术及应用

刘金 唐广晖 刘勇

大连市勘察测绘研究院集团有限公司, 辽宁 大连 116021

[摘要] 高精度定位技术经历了从传统地面基站到现代卫星和传感器系统的演变。全球导航卫星系统 (GNSS) 极大地提升了定位精度, 惯性导航系统 (INS) 和地基增强系统 (GBAS) 进一步增强了在复杂环境中的性能。近年来, 多传感器融合和先进的数据处理技术, 如卡尔曼滤波和人工智能, 显著提升了定位技术的精度和应用范围。这些技术的进步为测绘、工程测量、无人驾驶和智能交通等领域提供了关键支持。

[关键词] 测绘导航; 高精度定位; 智能交通

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13755

中图分类号: P228

文献标识码: A

## Key Technology and Application of High Precision Positioning in Surveying, Mapping and Navigation

LIU Jin, TANG Guanghui, LIU Yong

Dalian Geotechnical Engineering and Mapping Institute Group Co., Ltd., Dalian, Liaoning, 116021, China

**Abstract:** High precision positioning technology has evolved from traditional ground stations to modern satellite and sensor systems. Global Navigation Satellite Systems (GNSS) greatly improve positioning accuracy, while Inertial Navigation Systems (INS) and Ground Based Augmentation Systems (GBAS) further enhance performance in complex environments. In recent years, multi-sensor fusion and advanced data processing technologies such as Kalman filtering and artificial intelligence have significantly improved the accuracy and application scope of positioning technology. These technological advancements provide critical support for fields such as surveying, engineering surveying, autonomous driving, and intelligent transportation.

**Keywords:** surveying, mapping and navigation; high precision positioning; intelligent transportation

### 引言

高精度定位技术在现代测绘和导航领域中扮演着至关重要的角色, 广泛应用于从地形测量到智能交通等多个领域。随着全球导航卫星系统 (GNSS)、惯性导航系统 (INS) 以及地基增强系统 (GBAS) 的不断进步, 这些技术的精度和可靠性显著提高, 推动了智能化和自动化的发展。本文将探讨高精度定位技术的核心内容及其在测绘和导航中的实际应用, 提供对相关领域的深刻见解。

### 1 高精度定位概述

高精度定位技术是指通过先进的测量和数据处理技术, 实现对物体或位置的精确确定。它广泛应用于测绘、导航、智能交通、无人驾驶等领域。高精度定位的核心在于通过精准的定位数据来提高系统的可靠性和准确性。近年来随着全球导航卫星系统 (GNSS)、惯性导航系统 (INS)、地基增强系统 (GBAS) 以及多传感器融合技术的发展, 高精度定位的精度和应用范围得到了显著提升。GNSS 技术提供了全球范围内的定位服务, INS 系统则在缺乏卫星信号的环境中补充定位信息, GBAS 通过地面基站增强了定位精度, 而多传感器融合技术则将不同类型的数据结合起来, 进一步提高了定位的稳定性和准确性。这些技术的进步不仅推动了测绘和导航技术的发展, 也为智能城市和自动驾驶等领域带来了革新。通过高精度定位技术的不断优化和应用, 未来的定位系统将更加智能化和精准化, 为各

种行业的需求提供坚实的支持。

### 2 高精度定位关键技术

#### 2.1 全球导航卫星系统 (GNSS)

全球导航卫星系统 (GNSS) 通过卫星网络提供精准的地理定位和时间同步服务, 基本原理是利用卫星发射的电磁信号结合地面接收器的时间测量, 计算其精确位置。主要 GNSS 系统包括美国的 GPS、俄罗斯的 GLONASS、欧洲的 Galileo 和中国的北斗。这些系统通过配置多个轨道卫星, 形成全球覆盖的导航网络, 从而实现全天候、全地形的定位服务。GNSS 的精确度依赖于多个因素, 包括卫星信号的质量、接收器的敏感度和地面环境的影响。为了提高定位精度, GNSS 系统引入了差分技术和增强系统。例如, 实时动态定位 (RTK) 和精密单点定位 (PPP) 技术可以在传统的卫星定位基础上, 利用地面基站或网络数据进行实时校正, 提升到厘米级精度<sup>[1]</sup>。此外, GNSS 系统的多星座融合技术通过整合不同卫星系统的数据, 进一步优化了定位精度和系统可靠性。尽管 GNSS 技术在多种应用中表现出色, 但仍面临信号遮挡、延迟和干扰等挑战。为了应对这些问题, 结合地基增强系统 (GBAS) 和先进的数据处理算法是关键, 这些措施有助于提高系统的鲁棒性和定位精度。随着技术的不断进步, GNSS 的应用领域也在扩展, 从传统的导航与定位到无人驾驶、精准农业和智能交通等多个前沿领域, 均展示了其强大的能力和广阔的应用前景。

## 2.2 惯性导航系统 (INS)

惯性导航系统 (INS) 是一种通过测量物体的加速度和角速度来推算位置和姿态的导航技术。INS 主要依赖惯性测量单元 (IMU), IMU 内部包含加速度计和陀螺仪, 分别用于测量线性加速度和角速度。通过对这些测量数据进行积分, INS 能够在没有外部定位信号的情况下, 连续计算物体的位移、速度和方向。INS 的工作原理基于牛顿的运动定律和欧拉角理论, 系统通过集成加速度和角速度数据, 计算出物体的运动轨迹。尽管 INS 能够提供高频率、高精度的定位信息, 但由于积累的测量误差 (如漂移) 可能会随着时间推移而显著影响定位精度。因此, INS 通常需要与其他导航系统, 如全球导航卫星系统 (GNSS), 进行融合实现长期稳定的定位。在实际应用中, INS 广泛用于航空航天、无人驾驶、机器人和军事领域。在这些高动态、高复杂性的环境下, INS 提供了宝贵的连续定位数据, 特别是在 GNSS 信号弱或丧失的情况下。为了提升 INS 的定位精度, 现代系统采用了先进的数据处理算法和误差补偿技术, 如卡尔曼滤波和数据融合, 进一步减小误差积累和漂移影响, 从而提高系统的整体性能和可靠性。

## 2.3 地基增强系统 (GBAS)

地基增强系统 (GBAS) 是一种通过地面基站提供额外的定位数据修正和增强信号质量的技术, 能提高全球导航卫星系统 (GNSS) 的定位精度和可靠性。GBAS 通过布设多个地面基站, 这些基站接收卫星信号并通过实时数据处理生成定位误差校正信息, 然后将这些修正信息广播给周围的移动接收器。GBAS 的核心功能包括差分 GPS (DGPS)、实时动态定位 (RTK) 和精密单点定位 (PPP)。差分 GPS 通过设置参考站点并比较实际接收到的卫星信号与预期信号的差异, 提供修正数据来改进接收器的定位精度。实时动态定位 (RTK) 在此基础上进一步提供厘米级的高精度定位, 主要用于高精度测绘和工程应用。精密单点定位 (PPP) 则通过全球网络的高精度基准数据提供更加稳定的定位结果, 尤其在远离基站的地区有效。GBAS 技术不仅能显著提高定位精度, 还能有效减少因环境因素 (如多路径效应和信号遮挡) 引起的误差。该系统在航空、海洋和陆地交通等领域中发挥着关键作用, 特别是在要求高精度和高可靠性的应用场景中。现代 GBAS 系统还融合了先进的误差校正算法和实时数据处理技术, 以应对动态环境中的挑战, 确保导航和定位的高效性和稳定性。

## 2.4 多传感器融合定位技术

多传感器融合定位技术通过综合来自不同传感器的数据, 提高系统的整体定位精度和鲁棒性。这种技术结合了多种测量方法的优点, 能够在复杂环境中提供更为准确和稳定的定位结果<sup>[2]</sup>。常见的传感器包括全球导航卫星系统 (GNSS)、惯性测量单元 (IMU)、激光雷达 (LiDAR)、超宽带 (UWB) 和视觉传感器等。在多传感器融合系统中,

GNSS 提供全球范围的基础定位数据, 但信号可能受到遮挡或干扰。惯性测量单元 (IMU) 则在缺乏 GNSS 信号的情况下, 通过测量加速度和角速度补充位置数据。激光雷达 (LiDAR) 用于获取高精度的环境三维信息, 特别适用于地形复杂或动态变化的场景。超宽带 (UWB) 在短距离内提供极高精度的定位数据, 广泛应用于室内环境中。视觉传感器则利用摄像头捕捉环境图像, 进行特征识别和图像处理, 辅助定位和导航。通过先进的数据融合算法, 如卡尔曼滤波、粒子滤波和深度学习等, 系统能够整合来自不同传感器的数据, 实时修正和优化定位结果。这种融合技术不仅提高了定位的精度, 还增强了系统对环境变化和干扰的适应能力, 尤其在动态和复杂环境中表现出色。多传感器融合定位技术在无人驾驶、智能交通、机器人导航等领域中发挥着重要作用, 推动了高精度、实时定位系统的发展。

## 2.5 数据处理与算法优化

数据处理与算法优化是高精度定位系统中至关重要的环节, 提升定位精度、稳定性和响应速度。高精度定位系统通常涉及大量复杂的数据, 这些数据需要通过先进的算法进行处理实现准确的定位结果。卡尔曼滤波是一种常用的数据处理方法, 它通过递归算法对噪声数据进行估计和修正, 从而提供最优的定位解。卡尔曼滤波器结合了系统的预测模型和实际测量数据, 逐步减少预测误差和测量误差的影响, 是动态系统中的核心算法。粒子滤波则适用于非线性和非高斯噪声环境, 通过使用一组粒子来表示可能的状态分布, 逐步更新粒子的权重和位置。这种方法在处理复杂动态环境和多模态数据时表现尤为突出, 能够提高定位系统对环境变化的适应性。此外, 深度学习和人工智能技术正被越来越多地应用于数据处理和算法优化中, 通过训练神经网络模型, 可以自动从海量数据中提取特征并进行模式识别, 进一步提升定位精度和系统的智能化水平。例如, 卷积神经网络 (CNN) 和递归神经网络 (RNN) 在处理图像和时序数据方面展现了强大的能力, 有助于优化视觉定位和路径预测。

## 3 高精度定位在测绘中的应用

### 3.1 地形测量

地形测量是通过高精度定位技术获取地表地形特征的过程, 这对于地理信息系统 (GIS)、城市规划、环境监测等领域具有基础性作用。在地形测量中, 高精度定位技术能够提供准确的地理坐标和高度信息, 确保地形数据的真实性和可靠性。全球导航卫星系统 (GNSS) 在地形测量中应用广泛, 它能够提供全球范围内的高精度定位服务, 通过设立基准站进行实时动态定位 (RTK), 实现亚米级甚至厘米级的精度。这种高精度数据对于大范围的地形绘制尤为重要, 可以精确地反映地形的起伏变化。结合激光雷达 (LiDAR) 技术, 可以获取地形的三维数据, 生成详尽的数字高程模型 (DEM), 极大地提高了地形数据的空间分辨率和精度。惯性导航系统 (INS) 也在地形测量中发挥

作用,尤其在 GNSS 信号弱或丧失的区域,INS 通过测量加速度和角速度提供连续的定位数据。在复杂地形和地下测量中,INS 与 GNSS 的融合可以确保数据的稳定性和连续性。现代地形测量还依赖于数据处理的算法优化技术,如卡尔曼滤波和粒子滤波,用于提高测量数据的精度和一致性。这些技术通过消除误差、平滑数据和增强处理能力,确保地形测量结果的高质量和高可靠性。

### 3.2 工程测量

工程测量在建筑工程和基础设施建设中至关重要,主要目标是提供准确的地理和几何数据,以确保设计和施工的精确性。高精度定位技术在这一过程中发挥了核心作用。全球导航卫星系统(GNSS)广泛用于工程测量,通过实时动态定位(RTK)提供亚米级甚至厘米级的精度,这对于基准点设立、地形分析和施工进度监控非常重要。惯性导航系统(INS)在 GNSS 信号不足的情况下,提供连续的姿态和位移数据与 GNSS 数据结合使用,提高了测量的稳定性和精确性。此外,激光雷达(LiDAR)通过高频激光扫描生成三维地形数据,帮助设计和施工,此外,全站仪用于精确的地物测定和工程控制。数据处理技术,如卡尔曼滤波,进一步提高了测量数据的精度和一致性,确保工程质量和进度控制。

## 4 高精度定位在导航中的应用

### 4.1 无人驾驶

在无人驾驶技术中,高精度定位是实现安全、可靠自动驾驶的核心要素。无人驾驶系统依赖于高精度定位技术来实时确定车辆的精确位置和运动状态,从而确保车辆能够在复杂的道路环境中自主导航。全球导航卫星系统(GNSS)提供了基础的定位数据,利用实时动态定位(RTK)技术,无人驾驶车辆能够获得厘米级的定位精度。这对于实现高精度的车道保持、路径规划和自动泊车功能至关重要<sup>[3]</sup>。此外,GNSS 信号通常与惯性导航系统(INS)结合使用,INS 在 GNSS 信号弱或丧失时,通过加速度计和陀螺仪提供连续的定位数据,确保导航的稳定性和连续性。多传感器融合技术在无人驾驶中同样不可或缺,激光雷达(LiDAR)和摄像头等传感器提供环境感知和障碍物检测数据,这些信息与 GNSS 和 INS 数据融合,形成全面的车辆周围环境模型。通过实时处理这些传感器数据,无人驾驶系统可以准确识别道路标志、交通信号灯和其他交通参与者,从而作出相应的驾驶决策。高精度定位和数据处理算法如卡尔曼滤波和深度学习技术进一步提升了系统的精度和鲁棒性。卡尔曼滤波通过动态校正和融合不同传感器的数据,优化定位结果。深度学习则用于图像识别和环境理解,提高系统对复杂交通情境的适应能力。

### 4.2 智能交通

智能交通系统(ITS)通过高精度定位技术提升交通管理和服务的智能化水平,以应对现代城市交通的复杂挑

战。高精度定位技术在智能交通中的应用,包括实时车辆监控、交通流量管理和道路安全提升等方面,显著优化了交通系统的运行效率和安全性。全球导航卫星系统(GNSS)为智能交通提供了基础定位数据,通过实时动态定位(RTK)技术,能够精确到厘米级的车辆定位。这种高精度定位使得实时交通信息系统能够准确跟踪每辆车的位置,提供动态交通流量数据,并进行实时交通信号调整,优化交通灯配时和减轻拥堵。惯性导航系统(INS)与 GNSS 结合使用,在 GNSS 信号受到干扰或遮挡的情况下,INS 通过惯性传感器提供连续定位数据。INS 的稳定性和可靠性使得车辆导航系统能够在复杂环境中维持高精度,确保交通系统的稳定运行。智能交通系统还集成了多种传感器技术,如车载摄像头、雷达和激光雷达。这些传感器与高精度定位数据结合,支持自动驾驶、碰撞预警和车道保持等功能。例如,通过车载摄像头和雷达的实时数据分析,可以检测到潜在的交通风险并提前预警,从而提升驾驶安全。数据处理和分析技术如机器学习和人工智能进一步增强了智能交通系统的智能化水平。这些技术通过分析大量交通数据,优化交通流量预测、智能路由规划和交通控制策略,从而提高交通管理的效率和效果。

## 5 结语

高精度定位技术在现代测绘和导航应用中发挥了至关重要的作用。通过全球导航卫星系统(GNSS)、惯性导航系统(INS)、地基增强系统(GBAS)及多传感器融合技术,这些先进技术不仅提升了定位的精度和稳定性,还为各种应用场景提供了坚实的数据基础。从地形测量和工程测量到无人驾驶和智能交通,这些技术的应用显著提高了工作效率和决策质量。随着技术的不断进步,数据处理与算法优化在提升测量精度和系统性能方面也不断取得突破。未来,高精度定位技术将在更多领域展现其潜力,推动行业的发展和创新。通过持续的技术迭代和应用实践,高精度定位将为各行业提供更加精准、可靠的支持,助力实现更加智能和高效的解决方案。

### [参考文献]

- [1]王坚,刘飞,韩厚增,等.测绘导航高精度定位关键技术及应用[J].导航定位与授时,2020,7(6):1-11.
- [2]李博峰,苗维凯,陈广鄂.多频多模 GNSS 高精度定位关键技术与挑战[J].武汉大学学报(信息科学版),2023,48(11):1769-1783.
- [3]杨涛.北斗高精度定位数据处理算法研究[D].沈阳:沈阳航空航天大学,2022.

作者简介:刘金(1996.6—),毕业院校:辽宁工程技术大学,所学专业:测绘工程,当前就职单位:大连市勘察测绘研究院集团有限公司,职务:测绘项目负责人,职称级别:助理工程师。



## 地质矿产勘查及绿色开采技术创新策略探究

蓝岚

防城港市国土资源信息中心, 广西 防城港 538001

[摘要] 创新性地应用绿色开采技术, 是应对资源需求增加和环境保护这一双重挑战的关键策略。文章深入讨论了地质和矿产勘查技术的创新, 以及绿色采矿技术的发展路线图, 同时, 对比分析了这些技术在提高勘查精确度、提升采矿效率以及减少环境影响方面的现有成就和存在的问题。通过对先进勘查技术如遥感探测、地球物理方法及信息化技术的应用情况进行总结, 同时结合了绿色开采技术的实践, 诸如资源节约型开采、废料综合利用以及生态修复, 从而提出了推动技术创新和可持续发展的策略建议。研究发现, 技术的持续进化配合绿色开采理念的融入, 对提升矿产资源的利用效果、降低环境干扰及促进矿业持续发展起到了关键性作用。

[关键词] 地质矿产勘查; 绿色开采技术; 创新策略

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13728

中图分类号: TD80

文献标识码: A

### Exploration on Innovative Strategies for Geological Mineral Exploration and Green Mining Technology

LAN Lan

Fangchenggang Land and Resources Information Center, Fangchenggang, Guangxi, 538001, China

**Abstract:** Innovatively applying green mining technology is a key strategy to address the dual challenges of increasing resource demand and environmental protection. The article deeply discusses the innovation of geological and mineral exploration technologies, as well as the development roadmap of green mining technologies. At the same time, it compares and analyzes the existing achievements and problems of these technologies in improving exploration accuracy, enhancing mining efficiency, and reducing environmental impact. By summarizing the application of advanced exploration technologies such as remote sensing detection, geophysical methods, and information technology, and combining with the practice of green mining technologies such as resource-saving mining, comprehensive utilization of waste materials, and ecological restoration, strategic suggestions for promoting technological innovation and sustainable development are proposed. Scientific research has found that the continuous evolution of technology, combined with the integration of green mining concepts, plays a crucial role in improving the utilization efficiency of mineral resources, reducing environmental interference, and promoting the sustainable development of the mining industry.

**Keywords:** geological and mineral exploration; green mining technology; innovation strategy

#### 引言

全球经济快速扩张与科技进步共同推动了矿产资源需求的激增, 这一趋势却导致了资源日益短缺与环境的严重污染问题, 因此, 寻求并应用更为先进且环保的技术已成为当务之急<sup>[1]</sup>。本研究致力于分析地质矿产勘查和绿色开采技术的最新动态以及未来的发展路径, 通过评估现行技术的利弊, 提出创新性的策略和执行方案, 旨在为矿产资源的持续开发提供科技支撑和理论基础。

#### 1 地质矿产勘查技术创新

地质矿产勘查技术的创新是应对日益增长的资源需求和复杂地质条件的关键因素, 近年来取得了显著的进展。地质勘查技术自传统方式演进, 已转型为集成化、高精度、智能化的系统, 利用卫星影像和航空遥感数据, 遥感探测技术拓宽了地质勘查的视野, 超越了传统的地面调查限制, 实现了对广泛区域内详细地质信息的收集, 极大地提升了勘查工作的覆盖范围与效率。例如, 地震勘探和重力磁力

测量等地球物理探测技术, 通过监测物理场的变化, 以推测地下的矿藏分布情况。这些技术在精确度和细节解析能力上持续进步, 特别是在深部矿藏探测和面对复杂地质条件时, 展现出了卓越的性能<sup>[2]</sup>。

借助信息技术, 数据的收集、加工与解析变得更为高效精确, 地理信息系统与数据库技术的融合, 能够执行大规模数据的管理与视觉呈现, 从而助力地质学者更深入地洞悉并预见矿产资源的分布情况。地质勘查领域通过融入机器学习和人工智能技术, 实现了自动化的地质特征辨识与模式识别, 进而提升了资源勘探策略的优化和决策过程的智能化水平。勘查技术的创新推动了地质矿产勘探效率与精度的提升, 同时强化了其对复杂地质条件的适应性, 这为矿产资源的识别与利用提供了坚实的技术保障。

#### 2 绿色开采技术的发展与实践

在追求资源高效利用的进程中, 传统的采矿方式常常导致环境问题的产生, 诸如矿山生态破坏、废弃物积聚以

及水资源的污染。面对这些问题,一种旨在提升资源利用效率并最小化环境影响的绿色开采技术理念随之诞生。技术的运用,通过工艺优化及设备革新,实现了矿石采集效率的提升,进而增进资源的有效利用。利用尖端选矿技术及高效回收工艺,能大量获取珍贵矿物资源,同时显著降低废料的生成,使用现代化采矿工具,如智能钻探机和自动化采矿车,不仅显著提升了作业效率,而且减少了能源耗费以及对环境的负面影响<sup>[3]</sup>。

推广综合利用废料技术,实现了矿产开采废料的有效处理与再利用,将尾矿与废石转化为建筑材料或土壤改良剂,实现了资源再利用,同时减轻了对环境的损害。众多采矿企业与科研机构在实践中收获颇丰,诸如生态系统的恢复与废弃物料的再生利用项目,均直观展现了可持续采矿技术所带来的现实利益,绿色开采技术的进步及其在实际中的应用,不仅促进了采矿业在可持续道路上的前行,而且为环境问题的缓解贡献了切实可行的策略。技术层面的创新结合实践应用,正引导矿业向绿色开采的方向发展,进而促进矿产资源的高效运用和环境保护的同步进步。

### 3 技术创新策略

#### 3.1 推动技术研发与应用的策略

策略性地推进技术开发与应用,是促进科技进步与经济增长的枢纽,尤其是在地质勘查与环保采矿等进步迅速的领域,技术创新及其应用显得格外关键。技术研发的推进关键,在于增加研发资金的投放与优化资源的分配,技术创新这一领域,应得到政府、企业与科研机构的三方合力推进。在此过程中,应确保提供充足的资金保障与相应的政策支持,例如,政府行为可以通过建立专门资金和项目来促进企业与研究机构在技术开发方面的合作,进而推动基本理论与实际应用之间的融合。企业须主动将资源投入到研发活动中,创建专门的技术研发机构,与此同时,与高等教育机构和科研实体建立合作关系,协同攻克技术挑战。需求和市场是技术研发过程中不可或缺的驱动力,研发活动应紧密围绕市场需求来进行,以确保研究成果能够满足实际需要并最终实现商业化<sup>[4]</sup>。

企业须构建完善的科技转换系统以及成果实施机制,以推动研发成果的实践运用。行业整体水平的提升,依赖于技术应用的安全性及效果的确保,通过制定和推广具体的行业标准来实现。为了提高技术开发的效率和水平,国际间可以进行技术层面的相互学习与合作,参考他国先进的经验,推动不同领域及学科之间的互动合作,有助于激发新颖的创新思维及多样化的解决策略。技术进步与应用的推进策略,涵盖了增加研发投入、以市场需求为导向的研究开发、科研成果的转化应用、技术标准的制订及面向全球的合作伙伴关系等多个方面,通过这些策略的贯彻执行,可以促进科技发展的速度,并推动行业的持续发展。

#### 3.2 政策支持与行业标准的制定

技术创新的推进和行业规范的维护,依赖于政策层面的鼓励与行业标准的确立,政策扶持扮演着激发科技探索与技术实践的枢纽角色。政府采纳诸如税收减免、财政补助及科研项目资助等多样策略,旨在鼓励私营企业和科研机构参与技术革新。为了资助新技术的开发,专门设立了资金,此举既提供了创新激励,也承担了部分风险,有效减轻了企业在研发上的财务负担,并减少了与之相关的风险,从而推动技术革新及其应用进程。

在绿色开采技术领域,相关的环保标准和操作规范的制定,使得企业在实施过程中必须遵循环保要求,从而减少对环境的负面影响。政策激励和技术规范的相互作用为技术研发与实施提供了双重保险,政策通过奖励刺激创新,而标准则确保技术有效执行。建立合适的政策框架及标准化体系,有利于调和不同利益相关者的需求,推动技术革新与产业升级,最终达成经济及社会层面的互惠成果。在政策鼓励与行业规范的双重推动下,技术革新得到了稳固的支撑与明确的方向,从而加速了科技进步并促进了行业的规范化发展,这为达成可持续发展的目标打下了坚实的基础<sup>[5]</sup>。

#### 3.3 多学科合作与技术整合

现代科技进步与复杂问题的解决,依赖于多学科合作的协同效应及技术整合的策略运用,依靠单一学科的知识与技术已不足以应对这些错综复杂的问题。因此,为了加深和拓宽研究的维度,跨领域的协作与技术的融合成为了不可或缺的策略。在地质矿产勘查与绿色开采的领域内,跨学科协作,涉及地质学、环境科学、工程技术及信息技术,为资源勘探、开采设计至环境保护提供全面的技术支持。地质学提供了关于矿体的基础数据及采矿建议,环境科学着力于减轻环境副作用的应对策略,工程技术承担着具体的采矿技术和设备造型任务,同时,信息技术在整合与分析各类数据中起到支持作用,进而优化决策流程。

借助人工智能与大数据技术,不仅极大提升了数据处理精确度,而且深入实现了对复杂地质环境的高效分析。例如,融合新兴技术与现行技术,创新应用模式,例如无人机与遥感技术的联合应用,为地质勘查提供了一种更高效的手段。在研究和应用领域,通过跨学科的协同及技术融合,不仅极大提高成果质量,而且助力技术创新更快地走向实际应用,推动科技成就走进日常生活。在处理现代社会所面临的挑战过程中,应对错综复杂的难题、催生创新思维以及提高工作效能,均是至关重要的策略,它们的存在不可或缺。科技进步得益于多学科合作的路径拓展,通过整合优势资源,实现了创新与应用的显著提升,进而促进了行业发展的协同性与可持续性<sup>[6]</sup>。

#### 3.4 企业创新能力的提升

在当今全球经济迅速转变和技术日新月异的大环境中,各企业需不断强化其技术革新与市场适应能力,应对

市场变动和技术挑战,企业创新能力的增强,关涉构建创新文化、加大研发资金投入、改善创新流程以及强化人才培育等多个层面。企业内部创新能力的增强,依赖于一种积极创新文化的塑造,为了激发工作场所的创造力和问题解决能力,公司应当倡导一种文化,其中员工被积极邀请参与创新思维并贡献其独到见解,通过构建激励体系并创新奖励制度,能够唤起员工创新热情与主观能动性,进而促使他们在日常职场活动中不断萌生新颖想法。

推动技术创新的根本在于加大研发投资的力度,为了促进新产品的创造和技术革新,公司需提升在研究与开发领域的资金支出,并优化资源的利用效率,专门成立研发部门与创新实验室,聚焦解决技术挑战,从而推进技术发展。企业竞争力的提升,离不开对创新流程的优化与改革,这是增强其创新能力的关键环节。为了促进持续的创新并确保各阶段如创意形成、技术开发至商品化的流程顺畅,企业须构建一套合理的管理体系。为了提升创新项目的效率与成功率,需对项目管理流程进行优化,增强跨部门间的协作,并采纳先进的项目管理工具。通过精心设计并实施人才培养计划,同时导入外来高端人才,为技术创新与突破奠定坚如磐石的基础。为了维持和增强竞争力,公司必须招募并塑造能够预见未来并精通其领域的技术人员<sup>[7]</sup>。此外,通过周期性的教育和员工个人成长计划,不断提高他们的工作能力和知识储备。企业可通过促进不同领域的协作及技术层面的互动,导入外部的创新要素,从而拓展其创新视角,提升企业的创新能力,不仅涉及内部管理层面的优化和资源配置的优化,更对联结外部环境的支持与合作至关重要。企业通过培育有利的创新氛围、增加研究与开发的资金投入、改善创新机制以及强化人才队伍建设,可以显著提高自身的创新能力,从而在市场竞争中占据优势,达到持续的商业增长和事业扩展。

### 3.5 技术应用的推广与普及

推广和普及技术应用,是科技成果转化、社会进步及经济发展的关键,科技的迅猛进步催生了众多新技术,然而,这些技术的广泛应用和普及过程常常遭遇各种难题。为了实现技术的普及与深入应用,必须构建一个完善推广机制,政策制定者、行业管理机构应当协同作业,通过出台相关政策、规范及法律,为技术的普及与应用提供助力。为了促进技术和创新的有效利用,以及质量管理的提升,相关部门推出了一系列减税和财政补贴的政纲,这些措施旨在激励私人 and 学术界的研发机构采纳前沿技术,并积极介入技术规范的制订过程。策略的制定在市场推广中占据着关键地位,为了提升产品技术的市场认知和接受度,公

司需进行市场调研,并据此制订一系列具有针对性的推广策略。这些策略涵盖了从市场宣传、产品展示到试用推广等多个方面,参与专业展览、组织技术讨论会议以及发布研究报告等举措,有效突出技术优点及其实际应用,进而招徕潜在客户的兴趣并促其使用,技术普及的过程中,不可忽视用户培训及相伴随的支持服务。

为确保技术的顺畅运用,提供必备的训练援助及赞助至关重要,企业与服务提供商需向用户供应全面的使用手册与实操训练,辅助他们了解技术操控方式,并解答在实践应用中所遭遇的疑难。通过构建周全的后续服务架构,可以增进顾客满意感及技术成果的实践成效,在技术应用推广的过程中,需深入探讨其与现有环境的契合度以及与其他系统的和谐性,技术需适应不同用户群体的特定需求和实际应用环境,具备灵活调整的能力,以实现多领域和多样化场景的广泛适用性<sup>[8]</sup>。

## 4 结语

绿色开采技术的创新以及地质矿产勘查的整体进步,成为推动矿业可持续发展的核心动力。技术的持续发展配合创新策略的执行,能够提高资源的利用效率,同时减轻环境负担,最终达成经济与环境双重收益的目标。这些创新举措不仅促进了矿业技术的进步,而且为全球资源的有序利用以及环境的有效保护,提供了科技支撑和理论基础。

### [参考文献]

- [1]覃芳. 浅谈新形势下地质矿产勘查及绿色开采技术创新[J]. 世界有色金属, 2024(2): 149-151.
- [2]董少峰,徐磊. 地质矿产勘查及绿色开采技术创新的策略探讨[J]. 新疆钢铁, 2023(4): 19-20.
- [3]徐文明. 试析地质矿产勘查及绿色开采技术创新策略[J]. 内蒙古煤炭经济, 2023(16): 184-186.
- [4]王博雅. 阐述地质矿产勘查及绿色开采技术创新[J]. 中国金属通报, 2023(1): 95-97.
- [5]杨云龙. 新形势下地质矿产勘查及绿色开采技术创新[J]. 四川水泥, 2020(5): 126.
- [6]韩伟. 地质矿产勘查及绿色开采技术创新[J]. 内蒙古煤炭经济, 2022(2): 169-171.
- [7]甘泽勇. 地质矿产勘查及绿色开采技术创新[J]. 四川水泥, 2021(1): 95-96.
- [8]焦文俊. 地质矿产勘查及绿色开采技术创新探究[J]. 冶金管理, 2022(7): 13-15.

作者简介: 蓝岚(1994.1—), 毕业院校: 中南大学, 所学专业: 行政管理, 当前就职单位: 防城港市国土资源局信息中心, 职务: 管理九级职员, 职称级别: 助理工程师。

# 无人机激光雷达技术在工程测绘中的应用与挑战

雷捷

仁化县市政工程公司, 广东 韶关 512300

[摘要] 无人机激光雷达技术在工程测绘中展现出高效精准的优势,能够快速采集复杂地形数据,生成精细化的三维模型,并提供实时的施工监控支持。通过数据处理技术的不断改进,点云数据的处理速度和准确性大幅提升,同时优化了设备成本和维护流程,降低了整体运营费用。在应对极端天气方面,抗干扰技术的应用使测绘精度得以保证。未来,激光雷达技术将与人工智能、物联网等新兴技术深度融合,推动行业标准化发展,为测绘行业的智能化、自动化提供更多可能性,助力大型工程项目的顺利实施。

[关键词] 无人机激光雷达技术; 工程测绘; 空间数据; 技术挑战; 应用案例

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13717

中图分类号: P236

文献标识码: A

## Application and Challenges of Unmanned Aerial Vehicle Laser Radar Technology in Engineering Surveying and Mapping

LEI Jie

Renhua County Municipal Engineering Company, Shaoguan, Guangdong, 512300, China

**Abstract:** Unmanned aerial vehicle (UAV) laser radar technology has demonstrated efficient and accurate advantages in engineering surveying and mapping. It can quickly collect complex terrain data, generate refined 3D models, and provide real-time construction monitoring support. Through continuous improvement of data processing technology, the processing speed and accuracy of point cloud data have been greatly improved, while optimizing equipment costs and maintenance processes, and reducing overall operating expenses. The application of anti-interference technology ensures the accuracy of surveying and mapping in dealing with extreme weather conditions. In the future, laser radar technology will be deeply integrated with emerging technologies such as artificial intelligence and the Internet of Things, promoting the development of industry standardization, providing more possibilities for the intelligence and automation of the surveying and mapping industry, and assisting in the smooth implementation of large-scale engineering projects.

**Keywords:** unmanned aerial vehicle laser radar technology; engineering surveying and mapping; spatial data; technical challenges; application cases

### 引言

无人机激光雷达技术凭借其高效的数据采集、精准的三维建模能力,迅速成为工程测绘领域的核心技术。激光雷达不仅可以在复杂地形下实现高精度测绘,还能在项目施工过程中进行实时监控和数据更新,为工程规划和执行提供可靠的数据支持。随着数据处理技术的提升和设备维护方案的优化,这一技术在降低成本的同时提高了效率。未来,激光雷达技术与人工智能、大数据等新兴技术的融合,将进一步推动测绘领域的智能化发展,为工程项目的顺利实施创造更大价值。

### 1 无人机激光雷达技术在大型基建项目中的应用场景

#### 1.1 复杂地形下的高精度地形勘测

在复杂地形的勘测中,传统测绘方法通常面临效率低、精度受限的问题。无人机激光雷达技术通过其独特的空间扫描功能,可以在较短时间内覆盖大面积复杂地形,同时获取高精度的地形数据。这一技术的优势在于,其能够在不受地

形高度起伏和植被覆盖影响的情况下,准确采集地形特征信息。在某市的大型基建项目中,复杂的山地、河谷和密林区域需要详细的地形数据支持,以便后续的规划和设计工作顺利开展。激光雷达通过精确的激光脉冲,穿透植被,获取到地表的精准高程数据,确保了测绘结果的高精度和完整性。在地形勘测过程中,无人机激光雷达技术展现了比人工测绘更高的效率和更少的外界干扰,极大提高了测绘工作的效能。

#### 1.2 基于激光雷达的三维地形建模

三维地形建模是工程测绘的重要环节,直接影响后续设计与施工的精准度。无人机激光雷达通过海量的点云数据,生成高分辨率的三维地形模型,为项目设计提供了精细化的数据支持。在某市基建项目中,该技术的应用使得复杂地形区域的三维模型得以快速构建。通过对点云数据的处理和优化,不仅可以精确再现地形的高低起伏,还能在施工提供实时的地形变化数据支持。这种实时更新的三维模型可以为施工中的地质变化、沉降监测等提供可靠的数据依据<sup>[1]</sup>。借助激光雷达的强大数据采集能力,三维建

模的精度和速度均得到了大幅提升，尤其在需要大规模、快速生成地形图的工程项目中，发挥了不可替代的作用。

### 1.3 无人机激光雷达在施工监控中的优势

施工监控是确保工程质量和进度的重要环节，而无人机激光雷达技术通过精确的测量和实时的数据采集，为施工过程提供了强有力的监控手段。在某市基建项目中，激光雷达被用于跟踪施工区域的地形变化，并及时反馈施工进度情况。该技术的优势体现在其能够在短时间内覆盖施工现场，实时获取精确的空间信息。施工过程中，任何地形的微小变化都可能影响工程的整体稳定性和安全性，因此，激光雷达可以通过高精度的测量，迅速发现潜在问题并进行反馈，避免了可能出现的施工偏差。实时的空间数据可以为工程决策提供有力支持，确保施工进度的合理安排。

## 2 无人机激光雷达技术在测绘中的技术优势

### 2.1 高效空间数据采集的实现

无人机激光雷达技术的核心优势在于其快速高效的空空间数据采集能力。通过在空中飞行，激光雷达能够以极高的速度和精度捕捉地表的详细信息，涵盖广阔的测绘范围。某市大型基建项目中，地形复杂、测绘面积广泛，传统测绘方法往往需要耗费大量时间和人力资源。而无人机激光雷达通过快速扫描，能够在短时间内获取全面的地形数据，确保项目的进度与精度要求。激光雷达系统利用激光脉冲的反射，准确测量地表的高度、深度等信息，即便在植被、建筑物等覆盖情况下，也能够清晰记录地面数据。数据的高效采集不仅减少了现场操作的复杂性，同时提高了整个项目的数据处理和应用的效率，保证了工程测绘的顺利进行。

### 2.2 全自动化数据处理流程的优化

随着无人机激光雷达技术的广泛应用，数据量的急剧增加对处理能力提出了更高要求。为了确保数据的准确性与可用性，必须依赖全自动化的数据处理流程。该流程包括数据的自动化过滤、校正、拼接和三维模型生成等一系列步骤。在某市基建项目中，激光雷达采集的海量点云数据通过优化的全自动化处理系统，得以迅速转换为清晰、准确的测绘成果<sup>[2]</sup>。数据处理系统能够自动识别无效或重复数据，剔除不必要的信息，并通过先进的算法生成高精度的地形模型。

### 2.3 精细化测绘结果在工程设计中的应用

激光雷达技术生成的精细化测绘结果，为工程设计的精确性提供了强有力的数据支持。在某市基建项目中，基于激光雷达技术的高精度测绘结果，被直接应用于项目的规划与设计阶段。工程设计中，地形数据的精准度决定了设计方案的合理性和可行性。激光雷达所生成的三维模型，不仅展示了地形的高低起伏，还提供了区域的地理特征和空间布局，为工程师提供了全面的参考。通过这些精细化的测绘数据，设计师能够更准确地评估地质条件、选择合理的施工路径，并避免由于地形误判导致的工程偏差。

## 3 无人机激光雷达技术在测绘中的挑战

### 3.1 数据处理与存储的技术难点

无人机激光雷达技术在工程测绘中生成的海量数据

对数据处理和存储提出了巨大挑战。激光雷达通过激光脉冲反射产生大量的点云数据，这些数据需要经过复杂的处理流程，包括滤波、校正和拼接等，以确保最终生成的三维模型具有高度的精确性。由于点云数据量庞大且包含多维度的空间信息，处理速度和存储容量成为关键问题。在某市基建项目中，地形起伏较大，导致采集的数据更加复杂。为了实现高效的数据处理，需要利用先进的计算设备和高性能的存储系统。然而，当前数据处理算法的复杂性和存储设备的限制，往往导致处理时间过长，无法满足工程进度要求。即便在数据存储过程中，由于数据量巨大，还面临存储空间不足、数据检索效率低下等技术难点，这给项目的顺利实施增加了技术门槛。

### 3.2 设备成本与技术维护的瓶颈

无人机激光雷达技术的设备采购和日常维护成本在当前测绘行业中依然是一个显著的瓶颈。激光雷达系统和无人机平台的硬件设备造价高昂，同时需要配备高性能的计算机系统来处理海量的数据。这种高端设备不仅初始购置成本高，还需定期进行维护和校准，以确保其在各种复杂环境中的稳定运行。某市的大型基建项目中，长时间、高频率使用无人机激光雷达设备，增加了设备磨损和损耗的风险，设备故障率上升<sup>[3]</sup>。而设备维修需要专业的技术人员，且相关配件的采购周期较长，导致维修时间长、维护费用高，这些问题都成为限制该技术广泛应用的瓶颈。

### 3.3 应对极端天气对测绘精度的影响

在工程测绘中，极端天气条件对无人机激光雷达的测绘精度构成了不小的挑战。强风、暴雨、雾霾等气象因素都会直接影响无人机的飞行稳定性及激光雷达的精确度。在某市基建项目中，地理环境复杂，天气变化频繁，使得无人机在空中飞行过程中面临着强风扰动，而这种外部干扰容易导致飞行路线偏差，从而影响数据的准确性。降雨和雾霾等环境条件还可能对激光雷达的信号反射造成干扰，降低激光的穿透力，进而影响地表信息的采集精度。为保证项目的顺利推进，需要采取合理的应对策略，选择最佳的测绘时机，配备防风防雨等相关技术装置，并利用天气预报系统对测绘条件进行提前预判和调整，从而尽量减少极端天气对测绘精度的影响。见表1。

## 4 针对无人机激光雷达技术应用挑战的解决策略

### 4.1 数据处理技术的改进与升级

无人机激光雷达在测绘中产生的海量数据需要先进的数据处理技术支持。在某市基建项目中，激光雷达采集了数亿点的点云数据，传统处理方式效率低下，且难以应对数据量的增长。为应对这一挑战，该项目采用了基于云计算的数据处理技术，极大缩短了数据处理的时间。通过分布式计算平台，数据处理效率提升了近40%。数据算法也进行了升级，采用多层次滤波技术剔除冗余数据，使得点云的准确性提高了12%。数据处理的改进不仅加速了项目的进展，还有效保证了测绘精度的稳定性。

**表 1 某市基建项目中无人机激光雷达技术成本和维护费用（单位：万元）**

项目类别	设备购置费用	数据处理系统成本	维护费用	能耗费用	技术人员培训费用	数据存储设备费用
无人机平台	120	50	10	5	8	30
激光雷达系统	200	60	15	6	12	40
高性能计算设备	150	70	8	4	5	25
数据处理与存储	-	90	5	3	7	50
合计	470	270	38	18	32	145

#### 4.2 成本优化与设备维护的解决方案

设备维护和运行成本是大型基建项目中的重要考量。在某市项目中，激光雷达设备的日常维护费用较高，为此，项目团队引入了预测性维护系统，通过对设备运行状态的实时监控，降低了设备故障率。维护周期从原本的每月一次延长至每两个月一次，节省了约 20% 的维护费用<sup>[4]</sup>。同时，项目在设备管理上采用了集成化运营平台，设备的统一调度减少了闲置时间，设备使用效率提升了 15%。通过优化成本控制与合理调配资源，项目大幅减少了运营开支。

#### 4.3 提升激光雷达设备抗环境干扰能力的措施

极端天气对激光雷达设备的精度产生了较大影响，某市基建项目中引入了新型抗干扰装置来应对这一问题。项目团队对激光雷达系统进行了硬件升级，增强了抗风和抗雨性能，使设备在风速达到 8m/s 的环境中依旧能保持稳定测绘。数据反映，升级后的设备在恶劣天气下误差减少了约 10cm，远低于行业平均水平。设备增加了气象监控系统，能够根据天气状况自动调整激光脉冲频率，确保在不同环境下的数据采集精度。

### 5 未来无人机激光雷达技术在工程测绘中的发展路径

#### 5.1 新技术与激光雷达技术的融合发展

随着科技的进步，激光雷达技术与其他新兴技术的融合成为推动测绘行业发展的关键。某市的大型基建项目中，激光雷达技术与人工智能算法的结合，显著提高了测绘数据的处理效率。通过智能化的点云数据分析系统，地形特征识别和分类更加精准，自动化程度也进一步提升。同时，该项目还引入了物联网技术，利用实时传感器数据增强了对施工现场环境的监控，提升了激光雷达设备的工作稳定性。这种技术融合不仅优化了测绘过程，还为后续工程的规划和实施提供了更为详细的决策依据。

#### 5.2 行业标准化的推动及其对测绘的影响

测绘行业的标准化对于无人机激光雷达技术的广泛应用至关重要。某市基建项目采用了最新的国家测绘标准，使得激光雷达测绘结果能够与其他技术数据无缝对接。项目中所有测绘数据均按照统一格式进行处理和存储，确保了数据在不同部门之间的共享和使用<sup>[5]</sup>。标准化要求也促使激光雷达设备的性能指标和操作流程进一步规范化，使得不同设备和系统之间的兼容性得以提升。这一标准化进程有效提高了测绘工作的效率和准确性，同时推动了无人

机激光雷达技术在全国范围内的推广。

#### 5.3 无人机激光雷达技术在智能测绘中的应用趋势

无人机激光雷达技术的发展逐步向智能测绘方向转变，为未来的工程建设提供了更多可能性。某市基建项目中，激光雷达系统结合大数据和云计算平台，形成了智能化的测绘系统。这一系统能够实时分析采集到的数据，动态更新地形模型，并根据工程进展调整测绘策略。项目团队通过智能平台实现了测绘数据的自动处理和分类，减少了人为干预的风险。未来，随着自动驾驶技术和 5G 通信技术的进一步发展，激光雷达测绘系统将能够实现更高效的实时监控和分析，为大型工程项目的智能化管理提供更强有力的支持。

### 6 结语

无人机激光雷达技术在工程测绘中的应用为测绘行业带来了显著的变革，高效的数据采集、精准的三维建模以及实时的施工监控为工程项目提供了强有力的支持。随着数据处理技术的改进、设备成本优化以及抗干扰能力的提升，激光雷达技术在复杂环境中的适应性逐步增强。未来，随着新兴技术的融合和行业标准化的推动，激光雷达在测绘领域的应用将更加广泛。智能化测绘系统的发展趋势表明，测绘工作将向自动化、智能化方向迈进，为工程项目的规划、实施及管理提供更精确、高效的解决方案，助力测绘行业的持续创新与进步。

#### [参考文献]

- [1] 杨健, 黄小兵, 李康, 等. 无人机激光雷达技术和倾斜摄影技术在地形测绘中的应用[J]. 北京测绘, 2024, 38(7): 974-979.
- [2] 陈西强. 无人机机载激光雷达技术在电力线路工程中的应用分析[J]. 福建建设科技, 2024(3): 96-98.
- [3] 陈西强. 无人机机载激光雷达技术在电力工程中的应用分析[J]. 价值工程, 2023, 42(34): 124-126.
- [4] 王明伟. 无人机机载激光雷达技术在矿山三维测绘中的应用研究[J]. 世界有色金属, 2023(21): 7-9.
- [5] 江木春, 韩亚民, 林剑锋. 无人机机载激光雷达测绘技术在航道整治工程中的应用[J]. 水运工程, 2022(4): 157-160.

作者简介：雷捷（1993—）男，籍贯：广东省始兴县，职称（助理工程师），研究方向（无人机航拍在工程测绘中的应用）。

## 多源探测法在地下障碍物探测中的应用研究

刘勇 王绍华 史晓琳

大连市勘察测绘研究院集团有限公司, 辽宁 大连 116021

**[摘要]** 大连地铁5号线贯通大连市核心区南北,是加快实现大连湾两岸中心发展战略和城市北拓进程的重点项目,为保障地铁线路设计、地铁施工安全以及未来地铁的运行安全,需进行地下障碍物探测。由于传统的电磁法面对复杂环境下的地下障碍物探测效果不佳,为此采用电磁感应法、探地雷达、管道机器人(CCTV)等多源探测方法对其进行探测,能在复杂的地下障碍物中“抽丝剥茧”,解决了地下障碍物,尤其是非金属地下障碍物隐蔽点探测的难题。

**[关键词]** 多源探测法;探地雷达;管道机器人

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13750

中图分类号: TD75

文献标识码: A

### Application Research on Multi-source Detection Method in Underground Obstacle Detection

LIU Yong, WANG Shaohua, SHI Xiaolin

Dalian Geotechnical Engineering and Mapping Institute Group Co., Ltd., Dalian, Liaoning, 116021, China

**Abstract:** Dalian Metro Line 5 runs through the core area of Dalian from north to south, and is a key project to accelerate the development strategy of the center on both sides of Dalian Bay and the process of urban expansion to the north. In order to ensure the safety of subway line design, subway construction, and future subway operation, underground obstacle detection is necessary. Due to the poor detection effect of traditional electromagnetic methods on underground obstacles in complex environments, multi-source detection methods such as electromagnetic induction, ground penetrating radar, and pipeline robots (CCTV) are adopted to detect them, which can "unravel the cocoon" in complex underground obstacles and solve the problem of detecting hidden points of underground obstacles, especially non-metallic underground obstacles.

**Keywords:** multi-source detection method; ground penetrating radar; pipeline robot

#### 引言

大连地铁5号线全长24.48公里,呈南北布局,穿越中山区、西岗区和甘井子区。南端起始中山区虎滩新区,北端终点为甘井子区后关村,中部为海底隧道穿越大连湾,海域段隧道长度为2.26公里,设有1座换乘站,19座车站。项目总投资约为188亿元人民币,采用全新的PPP模式,于2017年底正式开工建设,预计2023年12月建成通车。

地铁5号线线路贯通大连市核心区南北,照顾虎滩新区、甘井子街道、泉水居住区等高强度居住片区居民的通勤出行需求,构建了“一湾两岸”的城市新格局。同时,打破了沈大铁路对城市的分隔。地铁5号线的开工建设,在大连湾两岸中心发展战略和城市北拓进程的加快实现,缓解城市交通拥堵、改善居民出行条件,促进沿线城市更新改造及发展等多个方面,具有重要战略意义。

大连地铁5号线工程区间周边环境调查旨在查清各区间工程建设影响范围内既有(或在建)的地表建筑物和地下障碍物(管线、桥梁、隧道、道路、轨道交通等建筑物和设施)以及地表水体、水井和文物等相关资料,为地铁5号线的设计提供基础依据,以便进行合理的布局设计、选择可行的施工工艺以及对已有建(构)筑物采取经济合理的保护措施,避免或减少因设计、施工等原因引起周边建(构)筑物、市政基础设施等环境安全事故的发

生,保障国家和人民群众的生命财产安全。

#### 1 工作内容

地下调查对象可分为地下管线和地下障碍物,均隐蔽于地下,无法直接测量,只能通过探测的方式获取数据。从功能类别上可分为各类地下管线、地下建筑物(如地下车库、地下人防工程)、地下构筑物(如暗渠、地下基础);从材质上可分为金属、非金属;从埋深上可分为浅层、深层。主要工作内容是查明各类障碍物的类别、平面位置、走向、埋深、高程、偏距、规格、材质、传输物质的特征(压力、流向)、建设年代、权属单位、管线的附属物和附属设施等信息。

#### 2 存在的难点

##### 2.1 现有资料残缺不全

调查对象的建成年代不同,建成时间较早的地下障碍物受年代和当时技术条件的限制,资料缺失较为严重,个别保存的资料均为纸质资料,只显示粗略位置和大致走向,无矢量数据可供使用。建成年代较新的地下障碍物,虽然有资料可查,但随着近些年城市发展建设速度的加快,地下铺设的管线逐渐增多,造成数据更新速度十分滞后,资料只能作为参考。

##### 2.2 城市磁场复杂,金属管线探测难度增大

对于金属管线,可通过基于电磁波原理的管线探测仪进行探测。由于随着近些年城市化进程的加快,地下铺设

的管线逐渐增多,导致多种管线密集并行、交叉甚至重叠分布,尤其强弱电形成的电磁干扰,对管线探测仪造成干扰,探测难度较大。

### 2.3 非金属地下障碍物较多,探测难度巨大

非金属管线多为 PE、PVC 等材质,传统的金属管线探测仪已无法满足管线探测需要。地下暗渠和地下人防工程,更是不易探测,容易在探查工作时遗漏。非金属地下障碍物的探测已逐渐成为管线管理部门和施工单位的一大难题。

### 2.4 地质雷达探测数据可读性较差

地质雷达作为一种高分辨率及高效率的无损探测技术,是目前地下非金属管线探测的主要方法。但受回波图形单一,可读性较差,难以对管线和障碍物的类别。

## 3 多源探测法探测地下隐蔽障碍物

### 3.1 常规方法的不足

在地下管线探查中,主要采用电磁法、地质雷达法、地震波法探测等探测方法。其中,电磁感应法主要用于探测金属管线,面对单一金属管线时有较好的效果,但面对多种管线纵横交错等复杂环境,电磁感应法缺点就凸显了出来。

### 3.2 多源探测法的应用

本项目采用多源探查方法将多种技术方法融合,以弥补常规、单一方法的不足。能在复杂的管网和电磁环境下,逐一排除疑点,做到逐步筛查、逐步排除、逐步逼近,从而完成管线的定位、测深。多源探测法的实施大致分为以下三步:

(1) 金属管线的探测。测区内金属管线主要包括热力、电力、通信类等管线,因为具有良好的导电性,其电磁感应信号从背景值中比较容易区分出来。首先应用“电磁感应法”的“直接法”进行金属管线的探测,对测区电磁信号复杂程度进行摸排和了解,并对其复杂程度进行分类。对于环境单一、信号干扰小的区域内的金属管线进行准确探测和定位,而对于电磁环境复杂的区域内的金属管线,将该区域标记为疑难区域,使用“夹钳法”逐条管线尝试,对于仍然无法确定的管线记录其信号特征,为下一步工作提供参考。

(2) 非金属管线和地下障碍物的探查。因为非金属管线基本绝缘,不导电也不导磁,难以利用金属管线探测仪对其精准探测,可根据各区段的地形和地下障碍物的分布、材质等情况,对这些非金属管线主要采用示踪法、探地雷达法、现场调查法及其他探测方法进行探查。其中示踪法是特殊的电磁感应法,主要是利用非金属管线上铺设的金属导线。

(3) 疑难区域的探查。隐蔽管线点的探测方法,根据不同种类管线不同地点条件选择了不同的探测方法和发射频率。遵循由已知到未知,由简单到复杂,由点到线、到面的顺序。探测中首先消除偶然误差,在用管线探测仪探测管线时,首先确定管线走向平面位置及埋深,然后沿走向方向旋转 180°再确定管线的走向平面位置及埋深,两次所探结果误差小于 5cm,取平均值。若两次所测结果

误差大于 5 厘米,及时找出原因或更换仪器,利用旋转探测法消除仪器的偶然误差;其次提高观测精度,探测埋深相同或埋深不同且距离较近的两条或多条管线时,由于管线异常难以区分,定位、定深失真较大。在解决这些问题时,除了尽量用低频,采用了多种探查方法进行探查(如旁侧感应法、垂直偶极子压线法)外,还利用不同类型的仪器进行对比探测,综合分析。

确定地下管线的水平位置时应用极大值法。测定地下管线埋深时应用 70%法,直读法的埋深仅作为参考;探查给水管线时选用感应法和直接法,根据不同埋深和地点条件选择不同的发射频率。埋深超过 1 米时,大都采用 33KHz 感应探测、当有两条金属管线并排埋设时应用压线法进行定位和定深,测定的深度都作了适当的修正;电信管线隐蔽点探查,测定水平位置、埋深都采用的夹钳法。并且根据所夹电缆的实际情况进行了适当的修正。

## 4 地质雷达回波形状分析

### 4.1 地质雷达的优势和缺陷

地质雷达(Ground Penetrating Radar,简称 GPR)是 20 世纪 70 年代发展起来的高分辨率及高效率的无损探测技术,具有探测速度快、连续性强、操作灵活、费用低等优势,是目前地下非金属管线探测的主要方法之一。

大连地铁 5 号线周边环境调查项目的实施过程中,主城区地下障碍物情况异常复杂,为此应用“多源探测法”进行项目的具有实施,其中,应用地质雷达是该方法的重要技术手段,主要解决以下两个问题:

- ①作为非金属管线和障碍物的主要探测手段;
- ②与其他方法配合使用,作为疑难金属管线的探测手段。

地质雷达的原理是向地下发送脉冲式的高频、甚高频电磁波,当遇到均匀地下介质时,电磁波基本不发生反射或反射能量很弱;当遇到较大差异的地下目标体时(如空洞、分界面等),电磁波便在界面发生反射;其电磁场强度、路径、波形随遇到介质的电性特征和几何形态的不同而变化。因此,根据接收到波的双程走时、强度及雷达波形资料,可推断介质的空间位置、结构和反射界面的深度,从而实现非接触快速连续探测(见图 1)。

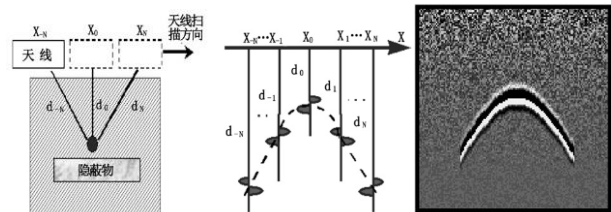


图 1 地质雷达基本原理

地质雷达的回波可判断地下管线及障碍物的位置和埋深,但受回波图形单一,可读性较差,难以对管线和障碍物的类别,进而无法与其它探测方法和调查数据结合使用,限制了地质雷达探测数据的应用。



#### 4.2 回波分析的目的和价值

为更好地了解地下障碍物的类别,最大程度发挥地质雷达探测数据的使用价值,本项目针对供水和燃气两种对生活影响较大的地下管线,应用地质雷达对已知管线进行探测,获取该类管线的非金属回波特征,再对照未知管线的探测回波数据,推断未知非金属管线的类别。

经回波图形对比分析,非金属材质的供水管线的雷达回波图像明显,波形显示为标准的抛物线形态,并伴随有二次反射波的存在。非金属材质的燃气管线,波形显示也为标准的抛物线形态,但显示普通,反射信号能量不强。对比分析不同非金属材质管线和障碍物的回波特征,再结合其他调查和探测数据,推断出非金属管线及障碍物的类别,成功率在80%以上,取得了较好的效果。相比以前的传统方法,本方法能够为大连地铁5号线的设计提供了更为准确、丰富的探测数据。

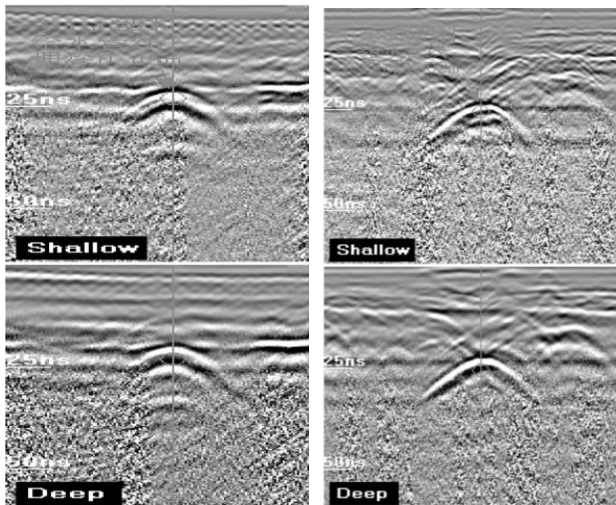


图2 供水管线雷达回波图形(左为实验数据,右为探测数据)

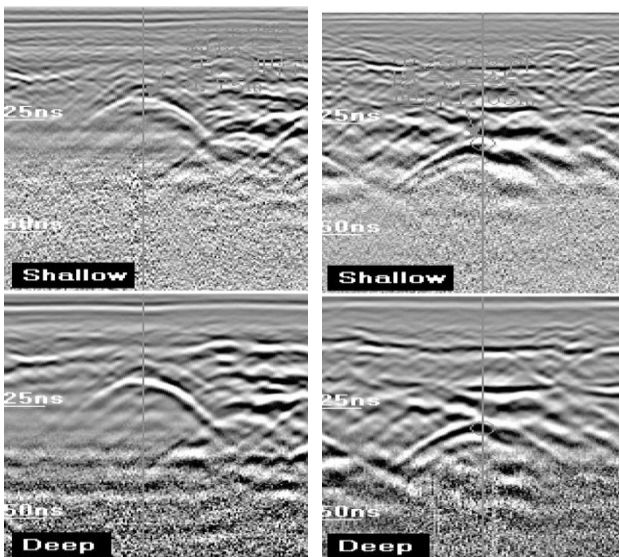


图3 燃气管线雷达回波图形(左为实验数据,右为探测数据)

#### 5 管道机器人(CCTV)的辅助探测

管道机器人(CCTV)主体是由三部分组成:主控器、操纵线缆架、带摄像镜头的“机器人”爬行器。主控器可安装在汽车上,操作员通过主控器控制“爬行器”在管道内前进速度和方向,并控制摄像头将管道内部的视频图像通过线缆传输到主控器显示屏上,操作员可实时地监测管道内部状况,同时将原始图像记录存储下来,做进一步的分析。

管道机器人(CCTV)主要用于地下管道的功能和结构检测,由于本身不具备测量定位功能,因此基本无法用于地下管线和地下障碍物的探测工作。但由于管道机器人(CCTV)采用电缆供电,这就给电磁感应法提供了用武之地。

大连地铁5号线地下管线和障碍物调查过程中,在一些因土壤和水分导致地质雷达效果不佳的区域,尤其是地下暗渠的探测和调查中,创新性地使用管道机器人(CCTV)和地下管线探测仪,相互配合使用。在地下管道或障碍物内释放管道机器人,同时地面使用管线探测仪寻找电磁信号,在一些电磁环境相对简单且埋深较浅的障碍物的探测定位,取得了不错的效果,解决了地下暗渠的探测难点,很好地弥补了地质雷达的缺陷。对于极个别埋层较深,无法配合管线探测仪使用的地下障碍物,也能够根据电缆的长度和CCTV录像对障碍物的距离和走向做出定性分析,起到了很好的补充探查作用,有效地防止了此类障碍物的遗漏,改变了以往面对此类障碍物束手无策的窘境。



图4 管道机器人的主控器



图5 管道机器人操纵线缆架



图6 管道机器人爬行器

## 6 质量管控

(1) 做好质量管理的基础工作。做好技术交底，组织技术人员针对本工程的特点、重难点及技术要求编制作业计划，使本次周边环境调查工作做到程序化、规范化、增强易操作性，统一技术标准。

(2) 做好质量检查工作，严格执行“三级检查制度”，即作业人员自检、互检，技术负责人检查，公司专检，三级检查各级不能代替，贯穿于整个作业过程中，杜绝质量问题的出现。

(3) 严格成果审核制度，按照公司 IS09001 质量体系规定的审核、审批权限对所有的成果进行审核、审定，确保成果质量。

## 7 多源探测法的应用效果

大连地铁 5 号线环境调查项目地下隐蔽点开挖验证点 136 个，经测量，开挖点平面最大误差 11.8cm，深度最大误差 12.6cm，合格率 100%，满足《城市地下管线探测技术规程》(CJJ 61-2003) 要求。

在大连主城区地下环境如此复杂的现状条件下，多源探测法综合了“现场调查法”、电磁法中的“直接信号法”

和“夹钳法”“地质雷达法”“开挖法”等多种多源探测方法的优势，逐一排除、逐步逼近，直至获取真实结果，起到了“抽丝拨茧”“去伪存真”的作用，取得了令人满意的效果。

## 8 结语

根据测区内地下障碍物材质的不同特点(金属、非金属)，采用电磁感应法、探地雷达、管道机器人(CCTV)等多源探测方法对其进行探测，解决了地下障碍物，尤其是非金属地下障碍物隐蔽点探测的难题。

根据不同材质的地质雷达回波形状不同的特点，将探测到的地下障碍物的回波波形与已知地下障碍物进行对比分析，进而对地下障碍物的材质进行判断识别，解决了地质雷达无法定性的问题，对拓宽地质雷达方法的应用范围有重要意义。

首次引入管道机器人(CCTV)作为管线探测仪和地质雷达的辅助手段，对地下障碍物的方向和长度进行辅助探查。在现场条件许可的情况下，在障碍物内部和外部同时使用管道机器人和管线探测仪(或地质雷达)，可基本实现管道机器人的定位测量，为地下障碍物探测提供了新的方法和思路。

## 【参考文献】

[1] 陈睿哲, 涂伟, 李清泉, 等. 融合多源测量数据的桥梁挠度异常探测方法[J]. 测绘通报, 2022(9): 6.

[2] 吴丰收, 崔然. 城市地下障碍物精确定位综合探测方法应用研究[J]. 岩土工程技术, 2023, 37(1): 24-28.

作者简介: 刘勇(1985.7—), 毕业院校: 西安科技大学, 所学专业: 测绘工程, 当前就职单位: 大连市勘察测绘研究院集团有限公司, 职务: 主任工程师, 职称级别: 高级工程师。

## 公路工程施工中沥青混凝土施工技术探讨

陈富杰

云南交投公路建设第五工程有限公司, 云南 昆明 650000

**[摘要]**在现代交通建设中,公路工程的建设和维护至关重要,而沥青混凝土作为公路路面的主要材料,其施工技术对公路质量和使用性能具有直接影响。因此,对沥青混凝土施工技术进行深入探讨具有重要的意义。文中从沥青混凝土施工技术的价值出发,探讨了沥青混凝土施工技术在公路工程中的应用技术要点,以不断推动公路建设的质量和可持续发展。

**[关键词]**公路工程;沥青混凝土;施工技术

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13768

中图分类号: U416.2

文献标识码: A

### Exploration on Asphalt Concrete Construction Technology in Highway Engineering Construction

CHEN Fujie

No.5 Engineering Co., Ltd. of Yunnan Communication Investment & Construction Group, Kunming, Yunnan, 650000, China

**Abstract:** In modern transportation construction, the construction and maintenance of highway engineering are crucial, and asphalt concrete, as the main material of highway pavement, has a direct impact on the quality and performance of highways through its construction technology. Therefore, in-depth exploration of asphalt concrete construction technology is of great significance. Starting from the value of asphalt concrete construction technology, this article explores the key technical points of its application in highway engineering, in order to continuously promote the quality and sustainable development of highway construction.

**Keywords:** highway engineering; asphalt concrete; construction technology

#### 引言

随着经济的快速发展和城市化进程的加速推进,对公路交通的需求日益增长,对公路质量和安全性的要求也越来越高,如何在公路建设中采用科学合理的施工技术,确保公路的耐久性、平稳性和安全性成为了当前亟需解决的问题了,沥青混凝土作为公路路面的主要材料,其施工质量直接影响着公路的使用性能和寿命,因此对其施工技术的研究具有迫切性。新型材料的引入、施工工艺的改进以及机械设备的更新换代,都为沥青混凝土施工技术的提升提供了广阔的空间和可能性,对沥青混凝土施工技术进行深入探讨,不仅有助于总结和借鉴先进经验,更能够推动该领域的技术创新和发展,进一步提高公路建设的质量和效益,推动公路建设的可持续发展。

#### 1 公路工程施工中使用沥青混凝土施工技术的价值

公路工程作为城市化和经济发展的重要体现,其施工质量直接关系到交通运输的顺畅、社会的发展以及人民生活的便利。在公路工程的建设中,沥青混凝土作为一种常用的路面材料,其施工技术具有重要的价值。

第一,沥青混凝土在公路工程中的使用主要得益于其独特的材料特性。沥青混凝土具有较好的弯曲和抗压强度,使其成为一种能够承受交通荷载并保持结构稳定性的理想材料,其表面平整、耐磨、抗滑的特性也使得沥青混凝土路面能够提供良好的行车舒适性,降低驾驶噪音,进而

提高交通安全性。

其二,沥青混凝土施工技术对公路工程的工程质量有着直接而深远的影响。通过科学合理的施工工艺和技术手段,能够确保沥青混凝土路面的均匀性和紧密性,有效避免路面裂缝、坑洼等问题的发生<sup>[1]</sup>。高质量的沥青混凝土路面具有较好的抗水性和抗冻性,使得路面在潮湿、寒冷等恶劣天气条件下依然能够保持较好的性能,从而延长路面的使用寿命,在长期的实际应用中,优质的沥青混凝土施工技术能够有效降低路面的维护成本,提高整体的工程经济效益。

其三,沥青混凝土施工技术还在环境保护方面发挥着积极的作用。相对于传统的混凝土路面,沥青混凝土的生产和施工过程中能够降低对环境的不良影响,其生产所需的能源相对较少,利于减少能源浪费和二氧化碳排放。此外,沥青混凝土路面的可再生性较高,降低了对自然资源的过度开采,符合可持续发展的理念。沥青混凝土施工技术不仅能够为公路工程提供高质量的路面,还在一定程度上减轻了对环境的压力,具有积极的环保意义。

#### 2 公路工程施工中沥青混凝土施工的技术要点

##### 2.1 材料制备

###### 2.1.1 沥青材料

沥青混凝土是由沥青、骨料和填料等原材料组成的一种路面结构材料,其中沥青作为胶结材料,沥青作为主要的粘结材料,其性能对混凝土的耐久性、抗裂性、抗滑性

等方面产生着直接的影响。

沥青是一种矿物质油脂,分为天然沥青和人工合成沥青两种。天然沥青主要由石油经过长时间的地质作用形成,其来源广泛,性质较为稳定;人工合成沥青则是通过石油加工产生的副产品,经过进一步的化学处理得到。在选择沥青材料时,需要考虑其黏度、温度敏感性、老化抗裂性、耐候性等性能。黏度是沥青的重要指标,影响着沥青混凝土的施工性能,过高或过低的黏度都会导致施工难度增加,降低混凝土的性能,温度敏感性则表征了沥青在不同温度下的流动性,这一性能对于保障沥青混凝土的耐久性和抗裂性至关重要,老化抗裂性和耐候性则直接影响了沥青混凝土的使用寿命和性能稳定性<sup>[2]</sup>。在实际应用中,根据不同地区的气候条件和交通荷载要求,需要选用不同类型和牌号的沥青。高温地区通常选择温度敏感性较低的沥青,而寒冷地区则需要选用具有良好耐寒性能的沥青。

### 2.1.2 粗细集料制备

粗细集料的质量和配合比例对沥青混凝土路面的性能具有重要影响。粗集料通常由砾石、碎石等原材料组成,其选择和破碎是制备过程中的关键步骤,需要选择具有适当硬度和强度的原材料,以确保沥青混凝土路面的稳定性和耐久性。然后,选用合适的破碎设备进行加工,常见的设备包括颚式破碎机和圆锥破碎机等,在破碎过程中,应根据设计要求和规格参数调整设备,确保产出的粗集料符合要求的颗粒大小和形状。细集料主要用于填充粗集料之间的空隙,提高沥青混凝土路面的密实性和抗水性,常见的细集料包括砂子、碎石粉等。在选择细集料时,需要考虑其颗粒形状、表面性质和粒径分布,以保证与粗集料的配合性和与沥青的黏结性,再通过筛分控制细集料的颗粒大小和分布,保证其与粗集料的均匀性和沥青的结合性。粗细集料的合理配比可以确保路面具有良好的抗压强度、抗滑性和耐久性,在确定配合比例时,需要综合考虑交通荷载、气候条件和工程要求等因素,通过试验和经验确定最佳的配合比例。配合比例过高或过低都会导致路面性能下降,影响施工质量和路面使用寿命。

### 2.1.3 沥青拌和

沥青拌和过程包括沥青的加热、与集料的混合,以及添加必要的添加剂和填料。沥青是沥青混凝土中的主要成分,其状态和性质直接影响到混凝土的质量。在拌和过程中,首先需要将沥青加热至合适的温度,使其达到流动状态,便于与集料混合。一般来说,沥青的加热温度在 140 摄氏度至 160 摄氏度之间,确保沥青的流动性和均匀性,在加热后的沥青应储存在密封的容器中,以防止温度过快降低和氧化。在沥青拌和中,需要将预先筛分和清洗过的集料与沥青进行混合,集料的选取和预处理至关重要,应满足设计要求和标准规范,保证沥青混凝土的力学性能和耐久性<sup>[3]</sup>。通常,需要根据设计要求,精确地控制不同粒

径的集料比例,以获得所需的沥青混凝土配方。除了沥青和集料外,沥青混凝土中常常还需要添加剂和填料,以改善混凝土的性能,常见的添加剂包括改性剂、增粘剂和老化剂等,它们能够提高沥青混凝土的强度、耐久性和抗裂性,填料通常用于填充集料之间的空隙,提高混凝土的致密性和抗水性。常用的拌和设备包括沥青拌和机和摊铺机,在选择和操作拌和设备时,需要考虑施工规模、工程要求和现场条件等因素。拌和设备的性能和稳定性直接影响到沥青混凝土的质量和施工效率,操作人员需要熟悉设备的操作规程和安全注意事项,确保拌和过程顺利进行。

### 2.2 摊铺作业

摊铺作业质量影响到路面的平整度、密实度和耐久性。摊铺作业常用的设备包括摊铺机、压路机、洒水车等,在进行摊铺作业前,需要对这些设备进行检查和维护,确保其正常运转和性能稳定。沥青混凝土材料的准备应符合设计要求和标准规范,包括沥青、集料、添加剂等,在摊铺前,需要对混合料进行检验和试验,确保其符合要求。调整施工参数是保证摊铺作业质量的关键,施工参数包括摊铺速度、温度控制、料厚控制等,合理调整这些参数可以确保摊铺的均匀性和稳定性,提高路面的平整度和密实度。操作人员应熟悉摊铺机的操作规程和技术要求,确保摊铺过程中的连续性和一致性,在进行摊铺时,需要注意操作的平稳性和均匀性,避免出现太快或太慢的情况,以免影响施工质量。在摊铺过程中,需要对交界处、转角处和陡坡等处位置进行特殊处理,以确保新旧路面的平稳过渡和连续性,还需要通过实时监测和检测,对摊铺作业进行质量控制,及时调整施工参数和操作方法,确保摊铺作业的质量符合设计要求和标准规范。

### 2.3 施工缝处理

施工缝的类型包括纵向缝和横向缝。纵向缝通常布置在沥青混凝土路面的中央,用于控制裂缝的发展方向,而横向缝则设置在横向交汇的位置,旨在减缓路面的疲劳裂缝扩展。确定合适的缝型和布置方案,根据实际交通荷载和气候条件进行科学规划,对路面的长期性能具有重要意义。常用的施工缝封填材料包括弹性体封缝剂、胶泡填料和沥青密封胶等,这些材料应具有良好的耐久性、弹性恢复性和耐候性,以确保施工缝的有效密封和保护作用<sup>[4]</sup>。在进行施工缝处理时,需要确保施工缝封填材料充分贴合路面表面,无空隙和裂缝,常见的施工方法包括热熔施工、冷施工和自粘施工等,选择合适的施工方法取决于材料特性、气候条件和施工环境。通过科学规划和精细操作,选择合适的缝型、材料和施工方法,以及严格的质量控制,可以有效地延缓路面的老化和裂缝发展,提高路面的耐久性和维护性,确保公路工程的可靠运行。

### 2.4 黏层施工

黏层施工负责确保新铺设的沥青混凝土层与底层之

间的牢固粘结,以提高路面的整体性能和使用寿命。常用的黏层材料包括沥青乳液、沥青混凝土底料和特殊的聚合物改性黏结剂等,材料应具有良好的黏附性、柔韧性和耐水性,以确保黏层与底层之间的牢固粘结,并能够在各种环境条件下保持稳定。在进行黏层施工时,底层表面应清洁、平整、无松散颗粒和积水,以确保黏层材料能够充分附着在底层表面上,黏层的厚度应符合设计要求,通常在1毫米至3毫米之间,厚度不足会导致粘结不牢固,厚度过大则会增加成本并影响沥青混凝土层的压实效果,黏层材料应均匀地喷洒或涂抹在底层表面上,确保黏层的厚度和质量均匀一致,避免出现堆积或空洞现象。黏层施工应在适宜的温度条件下进行,一般在5~35℃之间,过高或过低的温度都会影响黏层材料的流动性和黏附性,从而影响施工质量。最后,质量控制是确保黏层施工质量的关键,通过实施严格的质量控制措施,监测施工过程中的各项参数和指标,及时调整施工参数和操作方法,确保黏层施工的质量符合设计要求和标准规范。

### 2.5 封层施工

封层施工可以为路面提供保护性封层,以增强路面的耐久性、抗水性和抗老化能力。常用的封层材料包括沥青乳液、沥青混凝土底料、沥青混凝土面层等,材料应具有良好的抗水性、抗老化性和耐磨性,以确保封层能够有效地保护路面,并提高其使用寿命。在进行封层施工时,路面应清洁、干燥,并且表面应平整无凹凸,以确保封层材料能够均匀附着在路面表面上,进行封层材料的喷洒或涂抹时,应均匀地喷洒或涂抹在路面表面上,确保封层的厚度和质量均匀一致,避免出现堆积或空洞现象。封层施工应在适宜的温度条件下进行,一般在5~35℃之间,过高或过低的温度都会影响封层材料的流动性和附着性,从而影响施工质量。封层施工后,需要对封层进行适当的压实处理,以确保封层与路面的结合牢固,提高路面的密实度和平整度。通过选择合适的封层材料、精细的施工工艺和严格的质量控制,可以有效地为路面提供保护性封层,延长路面的使用寿命,保障公路工程的安全和可靠运行。

### 2.6 碾压作业

碾压作业对路面的密实度、平整度和耐久性起着决定性的作用。常用的碾压设备包括静碾压路机和振动碾压路机,静碾压路机适用于大面积、密实度要求高的路段,而振动碾压路机适用于较小区域和需要强力振动以排除空

隙的路段,选择合适的碾压设备可以提高施工效率和碾压质量。施工参数调整是确保碾压作业顺利进行的关键,施工参数包括振动频率、振动幅度、行驶速度等,合理调整这些参数可以确保碾压的均匀性和稳定性,避免出现过压或欠压现象,从而保证路面的密实度和平整度<sup>[5]</sup>。通常,碾压作业应从路面的边缘向中心进行,逐渐覆盖整个施工区域,在进行碾压时,需要确保碾压轮的重叠覆盖,避免漏碾和重碾现象,以保证路面的密实度均匀一致。碾压方式包括静碾压和振动碾压两种,静碾压适用于密实度要求高、路面较硬的情况,而振动碾压适用于松软路面或需要排除空隙的情况。根据不同的施工要求和路面情况,选择合适的碾压方式进行作业,以确保路面的密实度和平整度。通过合理选择碾压设备、调整施工参数、控制碾压顺序和方式,以及严格执行质量控制措施,可以确保路面的密实度、平整度和耐久性达到设计要求,从而保障公路工程的安全和可靠运行。

### 3 结束语

在公路工程施工中,沥青混凝土施工技术的不断探索与完善,为公路建设提供了坚实的技术支持和保障。通过对施工工艺、材料选用、设备运用以及质量控制等方面的持续研究和改进,沥青混凝土施工技术已经取得了显著的进步和成就,然而,随着交通运输需求的不断增长和技术创新的不断涌现,公路工程面临着新的挑战 and 机遇。因此,需要不断深化技术研究,提高施工质量,降低施工成本,推动沥青混凝土施工技术的创新和发展。

#### [参考文献]

- [1]任晏宾.公路工程施工中沥青混凝土施工技术探讨[J].黑龙江科学,2023,14(24):153-155.
- [2]范士新.公路工程施工中沥青混凝土施工技术实践分析[J].中国储运,2023(11):199-200.
- [3]陈小蕊,裴俊标.公路工程中沥青混凝土公路施工的关键技术及应用分析[J].运输经理世界,2023(27):4-6.
- [4]王波.公路工程施工中沥青混凝土施工技术应用策略[J].运输经理世界,2023(26):55-57.
- [5]许爱兰,王启勇.公路工程施工中的沥青混凝土施工技术分析[J].运输经理世界,2023(26):58-60.

作者简介:陈富杰(1992.2—),毕业院校:北京交通大学,所学专业:土木工程(公路工程与管理方向),当前就职单位:云南交投公路建设第五工程有限公司,职务:红河养护项目经理部工程技术部部长,职称级别:工程师。

## 基于无损检测的桥梁工程技术应用分析

吴大成

中国二十冶集团有限公司, 上海 201999

[摘要] 随着桥梁工程的不断发展和技术的进步, 对桥梁结构的安全性和可靠性要求也越来越高。传统的检测方法存在着一定的局限性, 如需拆除结构或者影响使用, 因此无损检测技术的应用成为了必然选择。文章旨在探讨无损检测技术在桥梁工程中的应用, 分析其优势和具体应用情况, 以期有效地检测桥梁结构的缺陷和损伤, 提高桥梁工程的安全性和可靠性, 为桥梁的设计、建造和维护提供重要的技术支持。

[关键词] 无损检测技术; 桥梁工程; 应用分析

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13766

中图分类号: TU192

文献标识码: A

### Application Analysis of Bridge Engineering Technology Based on Non-destructive Testing

WU Dacheng

China MCC20 Group Corp., Ltd., Shanghai, 201999, China

**Abstract:** With the continuous development and technological progress of bridge engineering, the requirements for the safety and reliability of bridge structures are also increasing. Traditional detection methods have certain limitations, such as the need to dismantle structures or affect usage, so the application of non-destructive testing technology has become an inevitable choice. The article aims to explore the application of non-destructive testing technology in bridge engineering, analyze its advantages and specific application situations, in order to effectively detect defects and damages in bridge structures, improve the safety and reliability of bridge engineering, and provide important technical support for the design, construction, and maintenance of bridges.

**Keywords:** non-destructive testing technology; bridge engineering; application analysis

#### 引言

桥梁作为重要的基础设施, 在现代社会中承担着连接城市交通、促进经济发展和社会交流的重要角色<sup>[1]</sup>。随着桥梁的使用年限增长以及自然和人为因素的影响, 桥梁结构的安全性和可靠性面临着日益严峻的挑战, 为了及时发现桥梁结构中的潜在问题并采取有效的预防和修复措施, 无损检测技术在桥梁工程中的应用日益受到重视, 为桥梁的安全性和可靠性提供了更加全面和精准的保障。本文深入探讨无损检测技术在桥梁工程中的应用, 具体分析其在桥梁结构检测、维护和修复中的优势和具体应用情况, 探索其在桥梁工程中的最佳实践和应用效果, 为提高桥梁结构的安全性、可靠性和经济性提供科学依据和技术支持。

#### 1 无损检测技术概述

无损检测技术是一种通过对被检测物体进行非破坏性的检测和评估的技术手段, 通过利用电磁、声波、光学等物理原理, 对被检测物体的内部结构、性能和缺陷进行探测和分析, 从而获取相关信息而不对物体造成破坏, 具有诸多优势, 包括非破坏性、高效快速、准确可靠、操作简便等特点, 因此在各个领域都得到了广泛的应用<sup>[2]</sup>。

无损检测技术的应用领域十分广泛, 涵盖了材料工程、航空航天、电力能源、医疗卫生、建筑工程等诸多领域。在材料工程中, 无损检测技术被用于评估材料的质量和性

能, 检测材料中的裂纹、孔洞、杂质等缺陷, 并判断其对材料强度和耐久性的影响。在航空航天领域, 无损检测技术被用于对飞行器的结构、引擎、液压系统等进行检测和评估, 确保其安全可靠地运行。在医疗卫生领域, 无损检测技术被用于对人体组织、器官等进行检测和评估, 帮助医生诊断疾病和指导治疗。在建筑工程中, 无损检测技术被用于对建筑结构和完整性进行检测和评估, 确保建筑物的安全性和稳定性。随着科技的不断发展和进步, 无损检测技术的应用范围和技术水平将继续得到提升, 为各个行业的发展和进步提供更加可靠的技术支持。

#### 2 桥梁工程中无损检测技术应用的优势分析

##### 2.1 拥有成熟的技术支撑

首先, 无损检测技术经过多年的研究和发展, 已经形成了一套相对成熟的技术体系。在技术研发方面, 许多国内外的科研机构、高校和企业都在无损检测技术领域进行了大量的研究工作, 取得了许多重要的科研成果, 涵盖了各种检测方法、检测原理、检测设备等多个方面, 为桥梁工程中的无损检测提供了丰富的技术资源和支持。其次, 无损检测技术的设备制造已经相当成熟, 市场上存在着各种类型、各种规格的无损检测设备和仪器, 包括超声波检测仪、磁粉检测仪、涡流检测仪、红外热像仪等, 可以满足不同类型、不同尺寸的桥梁结构的检测需求。同时, 随

着科技的不断进步,无损检测设备的性能和功能也在不断提升,如检测精度、检测速度、数据处理能力等方面均有显著提高。最后,无损检测技术需要具备一定的技术支持,这方面也已经有了相应的培训和教育体系。许多高校和职业培训机构开设了无损检测技术相关的专业和课程,培养了大批的无损检测技术人才,不仅具备专业的技术知识和操作技能,还了解相关的理论知识和实践经验,可以为桥梁工程中的无损检测工作提供专业的技术支持和服务保障。

## 2.2 拥有较强的拓展空间

拥有较强的拓展空间主要体现在技术创新、应用领域拓展和智能化发展等方面<sup>[3]</sup>。首先,随着科技的不断进步和创新,无损检测技术本身仍然处于不断发展和完善的阶段,未来还有很大的提升空间。传统的无损检测技术虽然已经相当成熟,但仍然存在局限性,如检测精度、检测深度、适用范围等方面还有待进一步改进和突破。通过引入新的材料、新的技术手段和新的理论方法,可以进一步提高无损检测技术的性能和功能,满足更加复杂、更加严苛的检测需求。其次,无损检测技术的应用领域还有很大的拓展空间,未来可在更多的领域和行业中得到应用。除传统的建筑工程、航空航天、汽车制造等领域外,无损检测技术还可以在新能源、环境保护、文物保护、医疗健康等领域得到应用,在新能源领域,无损检测技术可以用于太阳能电池板、风力发电叶片等的质量检测和性能评估;环境保护领域,无损检测技术可以用于地下管道、水利工程等的泄漏检测和损伤评估。最后,随着人工智能、大数据、云计算等技术的不断发展和应用,无损检测技术可以实现智能化的数据采集、处理和分析,实现实时监测、远程诊断和预测分析。

## 3 无损检测技术在桥梁工程中的具体应用

### 3.1 传感器检测技术的应用

传感器检测技术通过将传感器设备安装在桥梁结构的表面或内部,实时监测和记录结构的变形、振动、温度、湿度等参数,从而实现了对桥梁结构健康状态的实时监测和评估<sup>[4]</sup>。首先,传感器检测技术可以实现对桥梁结构的变形和振动进行实时监测。通过在桥梁结构的关键部位安装应变传感器、加速度传感器等传感器设备,监测到桥梁结构受力情况下的变形和振动情况,实时采集结构的变形和振动数据,并通过数据传输技术将数据传输到监测中心或数据处理系统进行实时分析和处理,对这些数据的分析,及时发现结构的异常变形和振动情况,为结构的安全运行提供及时的监测和保障。其次,传感器检测技术实现对桥梁结构的温度和湿度进行实时监测。通过在桥梁结构的不同位置安装温度传感器、湿度传感器等传感器设备,监测到结构受环境温湿度影响的变化情况,实时采集结构的温度和湿度数据,并通过数据传输技术将数据传输到监测中心或数据处理系统进行实时分析和处理,及时发现结构受

环境温湿度变化影响的情况,为结构的保护和维修提供科学依据和技术支持。

### 3.2 频谱分析技术的应用

频谱分析技术通过对桥梁结构产生的振动信号进行分析,可以获取结构的共振频率、频率响应特性以及结构的动态特性,从而实现了对桥梁结构的健康状态进行评估和监测。第一,频谱分析技术可以实现对桥梁结构的振动特性进行准确评估。通过在桥梁结构的关键部位安装振动传感器或加速度传感器等传感器设备,可以实时监测到结构产生的振动信号。通过频谱分析技术进行处理,得到结构的共振频率、振动模态和振动特性等信息,对这些信息的分析,了解结构的振动状态、结构的固有频率以及结构的动态特性,为结构的安全评估和结构设计提供重要参考。第二,频谱分析技术可以实现对桥梁结构的损伤检测和定位。当结构发生损伤或缺陷时,其振动特性会发生变化,这种变化可通过频谱分析技术进行检测和分析,比较结构在正常状态和损伤状态下的振动信号频谱,发现结构的异常频率成分或频率偏移,从而实现了对结构损伤的检测和定位。这种方法可以快速、准确地发现结构的损伤,为结构的维护和修复提供科学依据和技术支持。第三,频谱分析技术实现对桥梁结构的动态响应特性进行评估。通过对结构受到外部荷载或激励时产生的振动信号进行频谱分析,了解结构的动态响应特性,如结构的振动幅值、振动频率响应特性等,帮助工程师了解结构在外部荷载作用下的响应情况,评估结构的安全性和稳定性,为结构的设计和改进提供重要参考。

### 3.3 超声波检测技术的应用

超声波检测技术利用超声波在材料内部传播的特性,通过检测和分析超声波在材料中的传播速度、衰减特性以及反射信号等信息,实现对桥梁结构内部缺陷、裂纹、疲劳损伤等缺陷的检测和评估<sup>[5]</sup>。首先,超声波检测技术可以实现对桥梁结构内部缺陷的检测。通过将超声波传感器放置在桥梁结构的表面或内部,向结构内部发送超声波信号,并接收反射回来的超声波信号,可以实时监测结构内部是否存在缺陷。当超声波遇到结构内部的缺陷时,会产生反射或散射,这些反射或散射信号可以被传感器检测到并记录下来,通过分析这些反射信号的特征,确定缺陷的位置、大小和形态,为结构的维护和修复提供重要参考。其次,超声波检测技术可实现对桥梁结构的裂纹和疲劳损伤的评估。裂纹是桥梁结构中常见的缺陷形式,而疲劳损伤则是长期受力作用下结构材料产生的一种损伤形式。通过超声波检测技术可以对结构表面和内部进行全面扫描,并检测到微小裂纹和疲劳损伤的存在,分析超声波信号的衰减特性和反射信号的变化,可以判断裂纹和疲劳损伤的严重程度和发展趋势,为结构的安全评估和维修提供科学依据和技术支持。

### 3.4 激光技术的应用

激光技术利用激光束的高能量和聚焦特性,可以实现对桥梁结构表面和内部的缺陷、变形、尺寸等进行高精度、非接触式的检测和评估<sup>[6]</sup>。其一,激光技术可实现对桥梁结构表面的缺陷检测。通过将激光束聚焦到结构表面上,利用激光束与表面相互作用时的反射、散射等现象,实现对表面缺陷的检测和评估。当激光束照射到表面存在裂纹、疲劳损伤或腐蚀等缺陷时,反射光信号的强度、形态或频率会发生变化,这些变化可通过激光传感器捕捉和分析,从而实现了对表面缺陷的定位、识别和评估。其二,激光技术可实现对桥梁结构内部的缺陷和变形的检测。通过将激光束聚焦到结构内部,并利用激光在材料内部的透射、折射、散射等特性,可以实现对结构内部缺陷、裂纹、变形等情况的探测和分析,如利用激光光束穿透材料表面,当光束遇到内部缺陷或变形时,会产生光路的偏移、散射等现象,通过激光传感器检测到,并通过数据处理和分析技术实现对内部缺陷和变形的定位和评估。

### 3.5 红外线技术的应用

桥梁在使用过程中可能会受到各种因素的影响,如交通荷载、自然环境等,导致表面出现裂缝、腐蚀等缺陷。传统的检测方法需要接触式检测或者拆除部分结构进行观察,而红外线技术可以通过远距离、非接触的方式快速准确地识别出桥梁表面的缺陷,包括裂纹、水渍、渗漏等,为后续的维修和加固提供了可靠的数据支持。

桥梁结构在使用过程中会受到日晒、雨淋等自然因素的影响,导致结构温度变化,而温度的变化可能会对桥梁的结构稳定性产生影响。通过红外线技术,可以对桥梁结构表面进行全天候、实时的温度监测,及时发现结构温度异常情况,预警可能存在的安全隐患,为桥梁维护管理提供了重要的数据支持。此外,红外线技术还可以应用于桥梁材料的性能评估。桥梁结构所采用的材料可能存在老化、劣化等问题,这些问题会影响桥梁的承载能力和使用寿命。红外线技术可以通过对桥梁材料的热传导性能进行测试,评估材料的老化程度和性能变化情况,为桥梁的结构安全评估和维护提供了重要参考依据。

## 4 结束语

无损检测技术在桥梁工程中的应用不仅提供了有效的手段来监测结构的健康状态,也为保障桥梁的安全运行

和延长其使用寿命提供了重要支持。传感器检测技术具有实时性强、易于安装和操作的优点,但在复杂环境下可能受到干扰,且需要连续供电,成本相对较高;频谱分析技术适用于大范围结构监测,可以提供全面的结构健康状况信息,但对数据处理和分析要求较高,设备成本也较高;超声波检测技术具有高精度、非侵入性的优点,但需要接近被测物体,对表面质量要求高,且在复杂结构中应用受限;激光技术适用于精确测量和成像,但对环境光线敏感,对表面要求高,且设备成本高。红外线技术非接触性好,适用于表面缺陷检测和温度监测,但受环境影响较大,有一定距离限制。

针对这些技术,可以采取一些优化措施。如提升传感器检测技术的抗干扰能力和降低成本;优化频谱分析技术的数据处理算法和降低设备复杂度;加强超声波检测技术的信号处理和远距离应用能力;改进激光技术的抗环境光干扰能力和降低设备成本;提高红外线技术的环境适应性和检测距离。

未来会结合人工智能和大数据分析,实现更精准、快速的检测和评估;发展更多适用于复杂结构和特殊环境的无损检测技术,如微波成像、磁粉探伤等;推动无损检测技术与物联网、云计算等技术的深度融合,构建更完善的桥梁结构健康监测系统,实现智能化管理和预测性维护。

### 【参考文献】

- [1]刘永伟.道路桥梁工程中无损检测技术应用研究[J].运输经理世界,2024(5):94-96.
- [2]张鸿强.超声波无损检测在钢结构桥梁工程中的应用分析[J].江西建材,2023(5):111-112.
- [3]艾召山.无损检测技术在道路桥梁工程中的应用研究[J].运输经理世界,2021(36):107-109.
- [4]陈兵.无损检测技术在桥梁工程质量检测中的应用研究[J].运输经理世界,2021(34):97-99.
- [5]刘志谋.无损检测技术在高铁特大桥梁工程中的应用[J].设备管理与维修,2021(18):172-174.
- [6]鲁坤.公路桥梁工程中无损检测技术的要点分析[J].运输经理世界,2021(23):123-125.

作者简介:吴大成(1990.4—),毕业院校:黑龙江东方学院,所学专业:土木工程,当前就职单位名称:中国二十冶集团有限公司,职务:项目经理。



# 基坑支护施工技术在住宅建筑土木工程中的应用

胥寒月

阿拉尔市方正有限责任检测试验中心, 新疆 阿拉尔 843300

**[摘要]**随着社会经济的不断发展和科技水平的提升, 城市化进程带来了建筑行业的快速发展。城市人口的增加导致了土地资源的紧张和空间压力的加剧。在这样的背景下, 合理应用基坑支护技术成为提升住宅建筑土木工程安全性、可靠性和使用性能的重要手段。文中旨在探讨基坑支护技术在土木工程中的应用价值和意义, 以及其对城市空间压力缓解的潜力, 为相关领域的研究和实践提供理论支持和实际指导。

**[关键词]** 基坑支护施工技术; 住宅建筑; 土木工程; 技术应用

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13760

中图分类号: TU753

文献标识码: A

## Application of Foundation Pit Support Construction Technology in Residential Civil Engineering

XU Hanyue

Alaer Fangzheng Limited Liability Testing Center, Alaer, Xinjiang, 843300, China

**Abstract:** With the continuous development of social economy and the improvement of technological level, the process of urbanization has brought about rapid development of the construction industry. The increase in urban population has led to a shortage of land resources and intensified spatial pressure. In this context, the rational application of foundation pit support technology has become an important means to improve the safety, reliability, and performance of residential civil engineering. The purpose of this article is to explore the application value and significance of foundation pit support technology in civil engineering construction, as well as its potential for alleviating urban spatial pressure, providing theoretical support and practical guidance for research and practice in related fields.

**Keywords:** construction technology for foundation pit support; residential buildings; civil engineering; technical application

### 引言

在住宅建筑土木工程中, 基坑支护施工技术的应用是确保建筑施工安全和顺利进行的关键环节。随着城市化进程的加快和建筑需求的增加, 越来越多的住宅项目需要在复杂地质条件下进行基坑开挖和土方工程, 这就需要采用先进的基坑支护技术来应对地质环境的挑战。基坑支护不仅仅是为了保障周围建筑、道路和地下设施的安全, 更是为了确保施工过程中人员和设备的安全, 同时最大限度地减少对周边环境的影响。本文将探讨在住宅建筑土木工程中基坑支护施工技术的应用现状、技术特点及其在工程实践中的重要性, 以及面临的挑战和解决方案, 从而为相关领域的专业人士提供实用的参考和指导。

### 1 住宅建筑土木工程中基坑支护施工技术的特点

住宅建筑土木工程中的基坑支护施工技术具有多方面显著特点, 这些特点直接关系到工程的安全性、施工效率和经济性。首先, 基坑支护技术具备高度的灵活性和适应性, 能够根据不同地质条件和工程要求选择最合适的支护方案。这包括土层锚杆支护、地下连续墙支护、土钉支护技术等多种形式, 以确保在复杂多变的地质环境中, 基坑周边土体的稳定和施工安全。其次, 基坑支护技术注重精确的施工控制和实时监测。通过先进的监测技术和数据分析手段, 可以对基坑周边土体的变形、地下水位的波动

等关键因素进行精准监控, 及时调整施工策略, 保障工程的稳定性和安全性。此外, 基坑支护技术在施工过程中注重环境保护和资源利用效率。采用现代化设备和施工工艺, 最大限度地减少对周边环境的影响, 并优化资源的利用, 实现可持续发展的施工目标。

### 2 住宅建筑土木工程中基坑支护技术类型要点

#### 2.1 土层锚杆支护

在住宅建筑土木工程中, 土层锚杆支护技术是一种常见且有效的基坑支护形式。该技术通过在土体深部预埋锚杆, 并利用锚杆与土体之间的相互作用, 来增加土体的稳定性和抗拉强度。土层锚杆支护适用于土层较软或者需要大范围支护的情况, 其主要特点包括施工灵活、对地下设施影响小以及适应性强等优势。在施工过程中, 通过锚杆的深度、间距和预应力调整, 可以有效控制基坑周边土体的变形和沉降, 确保施工安全和工程质量。土层锚杆支护技术的应用不仅提升了基坑工程的施工效率, 还有效减少了对周边环境的影响, 是现代住宅建筑土木工程中重要的支护选择之一。

#### 2.2 地下连续墙支护

在住宅建筑土木工程中, 地下连续墙支护技术是一种常用的基坑支护形式。该技术通过在基坑周边挖掘连续的深层墙壁, 用以支撑和保护基坑的周边土体。地下连续墙

支护通常采用混凝土墙体，具有结构稳定、承载能力强、抗渗性好等优点，适用于对基坑周边土体有较高支护要求的工程。其施工过程包括地面预制墙体、打入支撑桩或锚杆、现场浇筑混凝土等步骤，通过墙体的连续性和深度，有效控制基坑土体的稳定性和周边地下水的影响。

### 2.3 土钉支护技术

在住宅建筑土木工程中，土钉支护技术是一种有效的基坑支护形式。该技术通过预埋深入土体中的钢筋土钉，并利用土钉与土体之间的摩擦力和张力作用，来增强土体的抗拉能力和稳定性。土钉支护技术适用于需要临时或永久性支护的工程，特别是在土质较松软、易崩塌或需要保持周边土体稳定的情况下，其灵活性和经济性表现出色。施工过程中，首先进行钻孔预埋土钉，然后注浆或灌浆固定土钉，最后根据设计要求进行张拉和锚固<sup>[1]</sup>。这种技术不仅能够有效控制基坑周边土体的变形和沉降，还能够快速实施，节省施工时间和成本。土钉支护技术的应用不仅在基坑工程中广泛使用，还常见于边坡稳定、岩体支护和道路防护等领域，展示了其在土木工程中的多功能性和实用性。

### 2.4 深层搅拌桩支护

在住宅建筑土木工程中，深层搅拌桩支护技术是一种有效的基坑支护手段。该技术通过在基坑周边深入挖掘，并利用搅拌桩设备将混凝土和原土体充分混合，形成连续的墙体支撑结构，以增强土体的承载能力和稳定性。深层搅拌桩支护技术适用于需要较高支护强度和较深基坑的工程，特别是在软土、弱地层或需要大范围支护的情况下表现出色。施工过程中，搅拌桩设备通过旋转搅拌桩体，将周围土体与混凝土充分混合，并形成坚固的墙体结构。这种技术不仅能够有效控制基坑周边土体的变形和沉降，还能够快速实施，提高施工效率。

### 2.5 钢板桩支护技术

在住宅建筑土木工程中，钢板桩支护技术是一种常用且有效的基坑支护形式。该技术通过在基坑周边安装钢质板材，形成连续的垂直墙壁结构，用以支撑和保护基坑周边土体。钢板桩支护技术通常适用于需要较高支护强度和较深基坑的工程，特别是在需要快速开挖和较大面积支护的情况下表现出色。施工过程中，钢板桩安装在预先挖掘的基坑边界，通过锤击或振动机械将板材打入土体中，形成连续的墙体结构。随后，可进行必要的支撑和加固，以确保支护墙的稳定性和承载能力。这种技术不仅能够有效控制基坑周边土体的变形和沉降，还能够快速实施，节省施工时间和成本。钢板桩支护技术在保障住宅建筑基坑工程安全和可靠性方面发挥着重要作用。其结构简单、施工便捷的特点，使其成为处理各类土质条件和工程要求的理想选择之一，同时也适用于其他土木工程领域，如河道治理、海堤建设等。

### 2.6 混凝土桩墙支护技术

在住宅建筑土木工程中，混凝土桩墙支护技术是一种重要的基坑支护形式。该技术通过在基坑周边挖掘并浇筑

混凝土桩墙，形成连续的垂直墙体结构，用以支撑和保护基坑周边土体。混凝土桩墙支护技术适用于需要较高支护强度和较深基坑的工程，特别是在需要长期支护和稳定的情况下表现出色。施工过程中，首先进行桩位的打桩和浇筑混凝土，形成桩墙的主体结构。随后可以根据需要进行必要的支撑和加固，以确保桩墙的稳定性和承载能力。这种技术不仅能够有效控制基坑周边土体的变形和沉降，还能够长期保持稳定，适用于各种复杂地质条件下的基坑工程。混凝土桩墙支护技术在保障住宅建筑基坑工程安全和可靠性方面具有显著的优势。其结构坚固、施工可控的特点，使其成为处理大面积和深度基坑支护的理想选择，同时也适用于其他土木工程领域的基础设施建设和环境保护工程。

## 3 目前深基坑支护施工过程中存在的问题

### 3.1 地基土层状况勘探不准

目前深基坑支护施工过程中，一个显著的问题是地基土层状况勘探不准确。这一问题主要源于以下几个方面：首先，传统的地质勘探技术在获取地下土层信息时受到技术手段和设备限制，往往难以获得准确的地质数据。其次，地下复杂的地质构造和土层变化使得现场勘探难以全面反映地下实际情况，常导致勘探结果与实际情况存在偏差。此外，地质勘探的时间和成本限制也可能导致勘探过程不够深入和全面，无法完整地揭示潜在的地质风险和土层特性。地基土层状况勘探不准确直接影响到深基坑支护工程的设计和施工安全。未能准确掌握地下土层信息可能导致设计偏差、支护结构选择不当或施工工艺调整困难，进而增加基坑周边土体变形和沉降的风险。

### 3.2 施工人员的技术水平较差

首先，深基坑支护施工涉及到复杂的技术操作和高风险的工作环境，要求施工人员具备较高的专业技能和丰富的实际操作经验。然而，部分施工人员可能缺乏系统的专业培训和有效的技能提升机会，导致其在实际施工中面对复杂情况时能力不足，影响施工质量和安全性<sup>[2]</sup>。其次，深基坑支护施工通常涉及到多种支护技术和设备的操作，如钢板桩安装、混凝土浇筑、地下连续墙施工等，要求施工人员熟悉并能熟练操作各种设备和工具。缺乏足够的技术培训和实践经验可能导致施工过程中出现操作失误或不当处理，进而影响支护结构的稳定性和工程的安全性。

### 3.3 边坡修正难度较高

首先，深基坑的开挖和支护往往会对周围的土体和地形造成一定影响，导致边坡的稳定性受到挑战。特别是在地质条件复杂或者基坑深度较大的情况下，边坡修正涉及到复杂的工程技术和高难度的施工操作。其次，由于基坑周边土体的变形和沉降问题，边坡的形态和稳定性可能会发生变化，需要及时有效地进行修正和加固。然而，现有的边坡修正技术和方法往往在应对复杂地质条件和较大面积变形时存在局限性，难以实现边坡的快速修正和稳定控制。

## 4 提高深基坑支护施工技术在建筑工程中作用的具体措施

### 4.1 提高对土层的观测能力

提高深基坑支护施工技术在建筑工程中的作用,关键在于提升对土层的观测能力。土层的性质直接影响到基坑支护工程的施工方案设计和后续的工程安全性。因此,针对土层观测能力的提升,可以从以下几个方面进行具体措施:首先,采用先进的地质勘探技术和设备。利用地质雷达、地层声波勘探、电阻率成像等现代地质勘探技术,能够高效获取土层的物理性质和地质结构信息,提升对地下土体的识别和分析能力,为后续支护设计提供准确数据支持。其次,建立完善的地质监测体系。在基坑施工前后,通过布置地下水位监测点、土壤位移监测点和应力监测点等,实时监测土体的变形和变化趋势<sup>[3]</sup>。利用自动化数据采集系统和远程监控技术,及时反馈监测数据,提高对土层变化的实时监测和分析能力,有针对性地调整支护方案,保障工程的稳定性和安全性。此外,加强地质信息管理和分析。建立地质信息数据库,整合历史勘探数据和现场监测数据,通过地质信息系统进行数据分析和模拟,深入分析土层的力学特性和变形规律。基于这些分析结果,制定针对性的土层处理和支护方案,有效应对复杂地质条件下的工程挑战。

### 4.2 提高工作人员的专业水平

提高工作人员的专业水平是提升深基坑支护施工技术在建筑工程中作用的关键措施之一。深基坑支护施工涉及多种复杂的工程技术和操作,要求施工人员具备扎实的理论知识和丰富的实际操作经验,以应对不同的地质条件和工程挑战。首先,需要建立系统的技术培训体系。通过定期组织培训课程和技能考核,对施工人员进行基础知识和专业技能的全面培训。培训内容涵盖基坑支护技术原理、操作规程、安全防护措施等,使施工人员能够全面理解和掌握支护施工的关键技术和操作要点。其次,注重实践经验的积累和分享。通过实际操作、模拟训练和案例分析等方式,提升施工人员在复杂施工环境下的应对能力和解决问题的能力。并且建立经验交流平台,促进施工队伍之间的经验分享和技术创新,不断积累和提升整体施工水平。同时,加强施工现场的技术指导和管理。设立专业技术指导岗位,由具有丰富经验的技术人员对施工过程进行指导和监督,及时解决施工中遇到的技术难题和安全问题,确保支护施工的质量和安全性。此外,推广和应用先进的支护施工技术和设备。引进高效、安全的支护施工机械设备,提升施工效率和施工质量。并鼓励施工人员参与新技术的研究和应用,推动支护施工技术的不断创新和发展。

### 4.3 加强护坡桩支护技术的应用

加强护坡桩支护技术的应用是提升深基坑支护施工技术在建筑工程中作用的重要措施之一。护坡桩支护技术主要通过设置深埋的钢筋混凝土桩或者预制桩,以支撑和

固定周边边坡土体,有效防止边坡的坍塌和土体的滑移,从而保障基坑施工的安全和稳定性。首先,护坡桩支护技术适用于复杂的地质条件和高边坡倾斜度的情况。通过合理设计和布置桩群,可以有效控制边坡的变形和应力分布,减少土体的沉降和位移风险,提高基坑周边土体的稳定性。其次,护坡桩支护技术具有较高的适应性和施工效率。桩的安装通常采用机械挖孔或者打孔灌注桩的方式进行,能够快速完成桩基础的施工,减少施工周期和人工成本。同时,桩的材料选用和防腐处理能够保证其长期稳定性和耐久性,适应不同工程的需求和环境条件<sup>[4]</sup>。另外,护坡桩支护技术在施工过程中对环境的影响较小。相比传统的土方加固和边坡护坡工程,桩基础施工过程中土方开挖量较少,减少对周边环境和地下管线的影响,有利于保护施工现场的环境和周边建筑设施的安全。最后,通过不断积累和推广护坡桩支护技术的实际应用经验,加强工程案例分析和技术研究,可以进一步优化和完善技术方案,提高其在不同工程项目中的适用性和效果。同时,结合现代化的施工管理手段和监控技术,实时监测和调整施工过程中的桩基础状态,保证施工质量和安全性。

## 5 结语

在住宅建筑土木工程中,基坑支护施工技术的应用不仅是保障建筑安全和稳定的关键,也是城市化建设中不可或缺的重要环节。通过合理选择和应用各种基坑支护技术,可以有效应对复杂的地质条件,确保基坑开挖过程中的施工安全和效率。随着城市人口的增加和土地资源的有限性,基坑支护技术的进步和应用不仅可以延长建筑物的使用寿命,还能够减少对周边环境和地下设施的影响,从而为城市可持续发展提供支持。未来,随着科技的不断进步和工程技术的创新,基坑支护技术将会进一步完善和提升。同时,需要不断优化施工管理和监测手段,加强技术研究和人才培养,以应对日益复杂和多样化的建筑工程需求。通过持续的技术创新和实践经验的积累,基坑支护施工技术将为住宅建筑土木工程提供更加可靠和安全的保障,促进城市建设的健康发展和空间利用效率的提升。

### [参考文献]

- [1]李方涛,杨抒文,杨永红. 基坑支护施工技术在住宅建筑土木工程中的应用[J]. 居舍,2024(20):45-48.
- [2]李汉宇. 基坑支护施工技术在住宅建筑土木工程中的应用[J]. 居舍,2024(1):54-57.
- [3]梅超. 超高层住宅建筑的深基坑支护施工技术分析[J]. 居舍,2024(15):44-46.
- [4]赵晓东. 住宅建筑施工中深基坑支护施工技术的运用探索[J]. 居舍,2024(17):13-16.

作者简介:胥寒月(1993.10—),女,四川化工职业技术学院,会计,阿拉尔市方正有限责任公司检测试验中心,试验员,助理工程师。

## 型钢混凝土组合结构梁柱节点性能研究

郭东东 樊晶晶 陆磊 杨威 张博  
中建国际工程有限公司, 浙江 湖州 313000

[摘要]随着建筑行业的快速发展,型钢混凝土组合结构因其出色的力学性能和经济效益得到广泛应用。梁柱节点作为结构的关键部位,直接影响整个结构的安全性和稳定性。因此,深入研究型钢混凝土组合结构梁柱节点的性能,对于提高建筑结构的抗震性能、优化结构设计具有重要意义。通过对梁柱节点性能的深入探究,可以为推动建筑结构工程技术的发展和创新提供有力支持,从而更好地满足社会对建筑安全和可持续发展的需求。

[关键词]型钢混凝土组合结构特点;节点性能研究;研究策略

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13730

中图分类号: TU398.7

文献标识码: A

### Performance Research on Beam Column Joints in Steel Reinforced Concrete Composite Structures

GUO Dongdong, FAN Jingjing, LU Lei, YANG Wei, ZHANG Bo

China State Construction International Engineering Co., Ltd., Huzhou, Zhejiang, 313000, China

**Abstract:** With the rapid development of the construction industry, steel-concrete composite structures have been widely used due to their excellent mechanical properties and economic benefits. As key components of the structure, beam column nodes directly affect the safety and stability of the entire structure. Therefore, in-depth research on the performance of steel-concrete composite structure beam column joints is of great significance for improving the seismic performance of building structures and optimizing structural design. Through in-depth exploration on the performance of beam column joints, strong support can be provided for promoting the development and innovation of building structural engineering technology, thereby better meeting the needs of society for building safety and sustainable development.

**Keywords:** characteristics of steel-concrete composite structure; node performance research; research strategy

#### 引言

型钢混凝土组合结构梁柱节点性能研究的主要目的是深入了解节点的受力特性、变形规律以及破坏机理,为结构的抗震设计、施工和维护提供理论依据。同时,通过对节点性能的研究,可以为结构优化设计提供指导,提高结构的安全性和经济效益。

#### 1 型钢混凝土组合结构梁柱节点性能研究内容

本工程由地上办公楼和酒店两部分组成,其中地下建筑的主要功能为战时人防工程、酒店的后勤用房和设备用房。该工程采用型钢混凝土组合结构,具有优越的承载能力和良好的抗震性能。本文重点研究该结构中梁柱节点的性能。

##### 1.1 节点受力特性研究

分析型钢混凝土组合结构梁柱节点是结构工程领域中的重要研究课题。通过理论分析和实验研究,我们可以深入了解这种结构在静力荷载和动力荷载作用下的受力特性。静力荷载下的受力特性包括应力分布、应力集中等现象,在实际工程中起着至关重要的作用。针对这一问题,需要考虑复杂的结构受力状态,从而得出准确的分析结果。而动力荷载下的受力特性同样值得探讨,因为在地震、风载等情况下,结构会受到不同类型的力的作用。对于这些情况,我们需要分析节点区域的变形、位移以及受力情况,以便有效地评估结构的承载能力及安全性<sup>[1]</sup>。通过深入分

析和研究,我们能够揭示梁柱节点在受力过程中的内部机理,理解应力的传递与分布规律。由此得出的结论有助于指导工程实践中的设计和施工工作,提高结构在静力和动力荷载下的稳定性和安全性。这一研究对于推动结构工程领域的发展具有重要意义,也对建筑物的抗震和抗风能力提出了更高的要求。因此,我们需要以理论分析和实验研究为基础,不断探索和改进相关理论,推动该领域的前沿成果,为工程实践提供更为可靠的技术支持。

##### 1.2 节点变形规律研究

研究节点在荷载作用下的变形规律是结构工程领域中至关重要的课题。这一研究旨在深入了解节点在承受荷载时所发生的变形特性,并包括弹性变形与塑性变形。节点的变形特性不仅与结构的整体性能密切相关,同时也直接影响着结构的安全性和可靠性。在荷载作用下,节点的变形表现为刚度、延性和耗能能力等方面的特征,需要通过理论分析和实验研究来加以探讨。弹性变形是指在节点受到轻微荷载时所表现出的可逆性变形,它是结构在正常工作状态下的一种正常响应。弹性变形的特征在于荷载去除后,结构能够完全恢复到原始状态。而塑性变形则是指在节点受到较大荷载作用时所呈现出的非可逆性变形,这种变形会引起结构的永久性变化。通过对节点弹性变形和塑性变形特性的研究,我们可以更好地理解结构在不同荷

载下的变形规律,从而为结构设计和改进提供科学依据。节点的刚度、延性和耗能能力是衡量其变形性能的重要指标。刚度表征了节点在承受荷载时的刚性程度,是指结构在弹性阶段内的变形能力。而延性则反映了节点在承受极限荷载时继续发挥变形能力的的能力,是结构抵抗破坏的重要性能指标。耗能能力则是指节点在荷载作用下吸收能量的能力,它直接关系到结构的抗震性能。因此,对节点的刚度、延性和耗能能力进行全面研究,有助于揭示结构在荷载作用下的变形规律,为结构安全性能提升提供重要参考<sup>[2]</sup>。

### 1.3 节点破坏机理研究

进行实验研究以探究节点的破坏过程是为了深入了解结构在极限荷载下的响应情况以及破坏形态和破坏机制。这一研究旨在为结构的抗震设计和防灾减灾提供理论依据,从而提高结构的安全性能和可靠性。在实验研究中,通过模拟真实工程中可能面对的极端荷载情况,可以观察节点在受到严重荷载作用时的变形、破坏形态及破坏过程,从而全面掌握其破坏机制。通过对节点破坏形态的详细分析,可以了解其在不同荷载作用下的表现特点,为后续的结构设计提供重要参考<sup>[3]</sup>。

节点的破坏机制是指在承受极限荷载时结构所呈现的破坏方式和过程。通过实验观测和数据分析,可以深入了解节点在破坏过程中所表现出的变形形态、损伤范围、裂缝扩展路径等关键信息,有助于揭示其破坏机制。这一研究成果对于改进结构设计和加强防灾能力具有积极意义。基于对节点破坏过程的深入研究分析,可以为结构的抗震设计提供更为科学的理论依据。通过了解结构在极限状况下的响应特点,可以采取相应的措施来提高结构的抗震性能,从而减少地震灾害对结构的影响,为防灾减灾工作提供有力支持。

### 1.4 节点优化设计研究

根据对节点性能的深入研究,为了实现节点优化设计,我们可以考虑从多个方面入手。首先,在节点构造方面,可以通过采用更加精密的连接方式来提高节点的稳定性和承载能力。其次,在材料选用方面,可以选择高强度、耐腐蚀和耐磨损的先进材料,以确保节点在各种环境和负载条件下都能表现出色。此外,在施工工艺方面,采用先进的焊接技术和工艺流程,将有助于确保节点的质量和可靠性。除此之外,还可以考虑引入智能监测和控制系统,通过实时监测节点的工作状态和负荷情况,及时调整节点的工作参数,从而最大程度地发挥节点的性能和效益。另外,注重节点设计的细节和精确度也是非常重要的,比如减少节点的应力集中区域,提高节点的使用寿命和安全系数<sup>[4]</sup>。

## 2 型钢混凝土组合结构梁柱节点性能研究方法

### 2.1 文献综述

针对型钢混凝土组合结构梁柱节点性能研究的最新进展及存在的问题,我们需要通过查阅相关文献,特别关

注国内外近期发表的研究成果。目前,国际上在型钢混凝土组合结构梁柱节点性能方面,已经开展了诸多深入而系统的研究,这些研究着眼于节点的受力机理、承载性能、变形性能等方面,为该领域的发展做出了重要贡献。然而,在探索梁柱节点性能时,一些问题仍然值得重视。比如,在实际工程中,节点的受力作用受到多种因素的影响,因此需要进一步研究节点的受力模式及受力性能。此外,对于节点连接的可靠性以及节点在地震等极端情况下的承载能力也需要更加深入地探讨和研究。同时,国内在这一领域的研究相对滞后,需要更多的国内研究者参与进来,充分借鉴国际先进经验,结合中国实际情况,加强该领域的研究与探索。因此,在综合了解当前国内外研究现状和发展趋势的基础上,我们可以着手深入分析,发现并解决存在的问题,为型钢混凝土组合结构梁柱节点性能研究提供更为全面和深入的指导和支持。

### 2.2 理论研究

对于建立节点的力学模型并进行理论分析,以推导节点的受力特性和变形规律而言,我们需要深入探究型钢混凝土组合结构节点的受力机理及其受力特性。在这一过程中,我们首先可以考虑节点内部各构件的受力情况,如型钢、混凝土等材料在节点受力作用下的应力分布以及相互作用。同时,可以基于材料力学原理和结构力学知识,建立节点的受力模型,以分析节点的受力特性和变形规律为目标展开理论推导。通过建立节点的力学模型,可以对节点内部受力情况进行定量描述,进而推导出节点在承载荷载作用下的受力特性,包括受力分布、内力大小、应力状态等<sup>[5]</sup>。此外,还可以进一步推导节点在荷载作用下的变形规律,包括节点的位移、变形形态及受力构件的变形情况等方面的分析。通过理论分析,可以揭示节点在实际工作状态下的受力特性和变形规律,为节点设计提供理论依据及指导,同时为后续的验证性试验和数值模拟提供重要参考。需要指出的是,在进行理论分析时,应考虑节点在复杂受力状态下的实际工作情况,包括考虑节点在不同工作状态下的受力性能变化,诸如正常使用状态、极限状态和破坏状态等,以全面了解节点的受力特性和变形规律。因此,通过建立节点的力学模型进行理论分析,我们可以深入研究并揭示型钢混凝土组合结构节点的受力及变形行为,为结构设计与工程实践提供深入的理论支撑和方向。

### 2.3 实验研究

设计并制作节点试验模型,进行静力荷载和动力荷载试验的过程需要综合考虑多方面因素,其中包括试验目的、试验方案设计、模型制作工艺及试验方案执行等内容。首先,在设计试验模型时,需明确试验的具体目的,确定需要关注的节点受力特性、变形规律和破坏过程等方面,以此为基础来选择合适的试验方案。在进行节点试验模型的设计时,需要根据试验目的和研究重点选择合适的试验方

案,包括确定试验的荷载方式、荷载方式下的试验参数、试验装置及检测方案等内容。对于静力荷载试验,可根据实际工况设置不同的静载荷载值和加载路径,以观察节点在静态荷载下的受力特性和变形规律。对于动力荷载试验,则需要考虑动力荷载激励方式,以及试验模型对应的振动台激励方式,从而观察节点在动力荷载下的响应特性和破坏过程。在模型制作工艺中,我们需要根据试验方案确定的节点试验模型尺寸、材料、连接方式等参数,合理选择材料并采用先进的制作工艺,保证试验模型具备真实性和可操作性,并且能够在试验过程中充分体现节点的受力特性和变形规律。同时,在试验方案执行阶段,需借助专业的试验设备和仪器,按照设计的试验方案进行静力荷载和动力荷载试验,并通过高精度的数据采集系统对试验过程中节点的受力特性、变形规律和破坏过程进行准确观测和记录<sup>[6]</sup>。

#### 2.4 数值模拟

利用有限元软件对节点进行数值模拟是一种有效的手段,可以验证理论分析和实验结果的可靠性。在进行数值模拟时,首先需要建立节点的数学模型,包括确定节点的几何形状、材料力学参数和边界条件等。在建立模型时,需要充分考虑节点的实际工作状态及受力情况,以保证数值模拟的真实性和准确性。针对节点的数学模型,有限元软件能够通过离散化方法将连续的节点结构转化为有限个简单的单元,进而求解节点在给定加载下的受力和变形情况。通过有限元分析,可以得到节点在静力和动力荷载下的应力分布、变形特征、振动响应等关键参数,从而验证理论分析和实验结果的一致性和可靠性。在进行有限元数值模拟时,需要选择合适的数值计算方法和模拟参数,确保数值计算的稳定性和精度。同时,需要对比分析有限元模拟结果与理论分析和实验数据,并对不符合的地方进行深入分析,找出可能存在的原因并进行修正。

### 3 型钢混凝土组合结构梁柱节点性能研究策略

#### 3.1 积极整合多学科知识

利用土木工程、力学和材料科学等多学科的知识优势,深入综合分析节点的性能是至关重要的。从全面的视角出发,我们可以结合各学科的理论和方法,挖掘节点的特性,为工程设计与实践提供更加深入和广泛的支持。通过无缝整合各个学科领域的知识,我们能够更精确地评估节点在不同条件下的行为,并为工程提供更可靠的解决方案。

#### 3.2 紧密结合理论与实践

通过深入的理论分析和系统的实验研究,验证相关理论的正确性与适用性,并将其有机地应用于实际工程中,为工程实践提供具有指导意义的理论指导,使工程实践更

加可靠和有效。

#### 3.3 借鉴国内外成功经验,实现创新突破

汲取国内外型钢混凝土组合结构梁柱节点性能研究的成功经验,结合当下的实际情况,进行深入思考和技术创新。在借鉴的基础上,针对性地开展创新研究,为节点性能的提升与工程应用带来新的机遇与发展<sup>[7]</sup>。

#### 3.4 构建高效团队,强化合作与分工

组建跨学科、跨领域的研发团队,明确分工,精诚合作,协同攻关。通过良好协作机制和高效分工,实现团队资源的最大化利用,推动节点性能研究的深入和工程实践的创新与应用。

### 4 结语

型钢混凝土组合结构梁柱节点性能研究对于提高建筑结构的抗震性能和优化结构设计具有重要意义。通过整合多学科知识、理论与实践相结合、借鉴与创新相结合以及团队合作与分工等策略,可以推动型钢混凝土组合结构梁柱节点性能研究的深入发展,为工程实践提供理论支持和技术指导。

#### [参考文献]

- [1]田时雨. FRP-钢-混凝土组合结构新型梁柱节点力学性能与设计方法研究[D]. 广东: 广州大学, 2023.
- [2]吴载平. 型钢-混凝土组合结构梁柱节点位置钢筋与型钢穿插施工技术分析[J]. 江西建材, 2023, 11(10): 307-309.
- [3]张宁. 型钢混凝土组合结构的梁柱节点施工质量控制[J]. 中国建筑金属结构, 2022, 12(12): 121-123.
- [4]吴保强. 型钢混凝土组合结构梁柱节点抗震性能有限元分析[J]. 建筑科技, 2022, 6(4): 34-38.
- [5]段雷, 王春瑞, 李昱晓, 等. 型钢混凝土组合结构的梁柱节点施工质量控制[J]. 建筑技术, 2022, 53(8): 1008-1010.
- [6]王大伟. 型钢混凝土组合结构梁柱节点性能研究[J]. 山西建筑, 2022, 48(9): 57-59.
- [7]刘子辉. 型钢-混凝土组合梁柱节点受力性能数值分析[J]. 中国建材科技, 2022, 31(2): 118-122.

作者简介: 郭东东(1987.8—), 毕业院校: 苏州科技大学, 所学专业: 土木工程, 职务: 技术总工, 职称级别: 中级工程师; 樊晶晶(1991.1—), 毕业院校: 武汉地质大学, 所学专业: 土木工程, 职务: 项目管理; 陆磊(1990.10—), 毕业院校: 扬州大学, 所学专业: 建筑与土木工程, 职务: 项目经理, 职称级别: 中级工程师; 杨威(1988.8—), 毕业院校: 华中科技大学, 所学专业: 土木工程, 职务: 高级工程主管; 张博(1982.8—), 毕业院校: 吉林建筑工程学院, 所学专业: 工程管理, 职务: 商务经理, 职称级别: 中级工程师。

## 市政道路桥梁施工中现场施工技术的应用探讨

梁艳丽

新疆欧亚工程项目管理有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

**[摘要]**在进行城市基础设施建设的过程中,道路桥梁的建设扮演着极为重要的角色,与此同时,道路桥梁也是促进城市经济增长的重要保障。市政道路桥梁工程的施工与建设是一项非常复杂的工作,即使是在科技高度发达的当前,也需要合理运用相关的施工技术与手段,并做好整个施工过程中的管理,才能帮助道路桥梁工程的建设过程更加顺利,最终所得设施也符合相关质量要求。

**[关键词]**市政道路桥梁;道桥施工;现场施工技术;技术应用

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13720

中图分类号: TU71

文献标识码: A

### Discussion on the Application of On-site Construction Technology in Municipal Road and Bridge Construction

LIANG Yanli

Xinjiang Ouya Engineering Project Management Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** In the process of urban infrastructure construction, the construction of roads and bridges plays an extremely important role. At the same time, roads and bridges are also important guarantees for promoting urban economic growth. The construction and construction of municipal road and bridge engineering is a very complex task. Even in the current highly developed technology, it is necessary to use relevant construction techniques and methods reasonably, and manage the entire construction process well, in order to help the construction process of road and bridge engineering be smoother, and the resulting facilities also meet relevant quality requirements.

**Keywords:** municipal road and bridge; road and bridge construction; on-site construction technology; technical application

#### 引言

随着城市化进程的不断加速,市政道路和桥梁工程在提升城市交通效率及改善居民生活质量方面发挥着至关重要的作用。然而,随着工程规模的扩大及施工环境的复杂性增加,施工技术面临的挑战也在不断增加。现场施工技术,作为决定工程质量、进度与成本的核心因素,其有效应用直接关系到项目的整体成功。深入探讨市政道路和桥梁施工中的现场施工技术,变得尤为重要。先进施工技术与管理方法的引入,能够显著提升施工过程的精确性,优化资源配置,并降低工程风险。近年来,滑模施工、翻模技术及铺装连锁块技术等新兴技术逐渐成为提升施工效率与质量的重要手段,这些技术的实施,不仅优化了施工流程,还增强了施工质量的稳定性与工程的长期耐久性。同时,施工现场管理中的问题,如材料管理、安全隐患及技术人员能力的不足,对施工技术的应用产生了重要影响。本研究的目的是探讨市政道路桥梁施工中现场施工技术的现状及应用效果,分析施工技术关键环节与现场管理中存在的问题,并提出相应的改进措施,以期提升市政工程施工效率与质量提供科学依据与实践指导。

#### 1 市政道路桥梁现场施工特点与施工技术的重要性

##### 1.1 市政道路桥梁现场施工的特点

市政道路桥梁施工展现出若干显著特点。充满挑战的施工环境,往往包括繁忙的城市道路、大量的交通流量以

及各种复杂的地形和地质条件,这要求施工技术具有高度的适应能力。必须遵守严格的安全标准,因为涉及的高空作业、重型机械操作以及复杂的工程步骤,均带来了不可忽视的安全风险。至关重要,施工技术的精确性与高效性,需要进行精密的测量与控制,以满足设计规范及质量标准。施工现场的管理尤显重要,尤其当工程涉及公共设施的改造及交通流的管理时,高效协调各方资源与合理规划施工时间,变得不可或缺,以尽量减少对周围环境及交通的影响。最后,施工技术的创新同样关键,新材料与新工艺的结合能够提升施工效率与质量,确保工程的长期稳定性与耐久性。

##### 1.2 市政道路桥梁工程现场施工技术的重要性

市政道路桥梁工程中的现场施工技术,在保障工程质量、提高施工效率及确保安全性方面,发挥着至关重要的作用。直接决定工程最终质量的施工技术,还对施工周期、成本控制以及后期维护产生了深远的影响。通过有效的施工技术,施工精度得以提升,因技术问题引发的返工与材料浪费被减少,从而确保施工过程符合设计要求和相关规范,增强道路桥梁的使用寿命与性能。同时,工程的安全性直接关系到施工技术的先进性与科学性,合理的施工方法能够有效预防安全事故的发生,保障施工人员的安全<sup>[1]</sup>。对于市政工程而言,施工技术的优化不仅提升了工程整体质量,还最大限度地减少了对周边环境和交通的影响,促进了城市基础设施的顺利发展与优化,最终,公众对市政

道路桥梁工程的满意度因高效且可靠的施工技术而提升,同时,城市的可持续发展也得到了推动。

## 2 市政道路桥梁施工技术

### 2.1 滑模施工技术

滑模施工技术在市政道路桥梁工程中被广泛应用,尤其适用于桥梁墩柱、桥台及道路桥梁连续结构的建设。通过滑模机在混凝土尚未完全凝固时,沿着预设的滑模轨道进行持续推进,此技术实现了混凝土结构的无缝连续浇筑,显著提升施工效率、减少施工缝隙的主要优点,使得结构的整体性和耐久性得到增强。此外,混凝土的厚度与形状能够精确控制,以确保结构设计要求的实现。施工速度的提升,不仅缩短了工期,也降低了对施工环境的干扰,减少了对交通及周边居民生活的影响,尽管如此,对设备的要求较高,该技术需要对滑模系统的操作进行精细化管理,才能保证施工过程的平稳进行。

### 2.2 铺装连锁块施工技术

铺装连锁块施工技术在市政道路桥梁施工中扮演着至关重要的角色,尤其在道路面层的铺设中尤为突出。该技术通过将预制的连锁块逐一铺设于基础层上,依据设计要求,构建稳定的路面结构,这些连锁块通常由高强度混凝土或其他耐磨材料制成,表面具备良好的防滑性能。在铺装过程中,需要施工人员确保每块连锁块被准确对接,并保持水平与平整,以保证路面的整体质量与耐用性。显著的优点包括施工速度快、维护简便以及对交通的强适应能力,成为该技术的核心优势。连锁块铺装设计还提供多种美观的铺装效果,以满足不同道路设计的需求。由于连锁块的预制特性,现场混凝土浇筑和固化的时间显著缩短,从而减少了对交通的干扰,并缩短了施工周期,尽管如此,为了实现最佳的铺装效果,精确测量及严格的施工质量控制仍然是不可或缺的。

### 2.3 翻模施工技术

翻模施工技术在市政道路桥梁施工中占据着重要地位,尤其在桥梁结构,尤其是桥面板的施工中发挥着关键作用。核心在于使用可拆卸的模板系统,该技术通过先将模板安装在指定位置,然后将混凝土浇筑到模板中,从而形成桥梁的结构形状。待混凝土达到一定强度后,模板被拆除并可重复用于其他施工位置。主要优点包括提升施工效率、降低成本以及确保结构质量,通过使用标准化模板系统,每次施工的精度与一致性得以保证,从而减少了由于模板制作误差引发的质量问题。同时,施工周期被显著缩短,这种技术尤其适用于大规模桥梁建设项目。在实际应用中,施工团队必须严格控制模板的安装、混凝土的浇筑及模板的拆除过程,以确保施工质量的达成。

## 3 施工现场管理中的问题

### 3.1 安全问题

在市政道路桥梁工程中,施工现场的安全问题显得尤为重要且复杂。通常,包括高空作业、大型机械设备以及复杂的工程操作等因素,这些都使得现场安全管理面临诸多挑战。保护高空作业人员的措施、操作规范的机械设备

以及施工材料的堆放管理,均直接关系到施工人员的安全及工程的顺利进行。施工现场的不稳定因素,例如天气变化及地质条件的不可预测性,可能会导致意外事故的发生。此外,人员的密集程度与施工工序的复杂性也使得安全管理更加困难<sup>[2]</sup>。安全意识的不足、培训的缺乏或操作的不规范,易引发安全事故,尤其在大型桥梁工程中,复杂的施工工艺与庞大的结构体量进一步增加了安全管理的难度,任何微小的疏忽,都可能引发严重的安全隐患。

### 3.2 施工材料管理问题

在市政道路桥梁工程中,施工材料管理的问题显得尤为关键且复杂。材料种类繁多,包括混凝土、钢材、沥青等,每种材料具有独特的特性及使用要求,这些对施工质量与进度直接产生影响。涵盖了采购、储存、运输、验收以及使用等多个环节的材料管理,是施工过程中的重要组成部分。由于现场环境的多变性,如湿度和温度等因素,材料的质量可能受到影响,进而引发问题。此外,不当的材料存放与搬运,可能导致浪费或损坏,增加工程成本,供应链的稳定性,如供应延迟或材料短缺,也会对施工进度及质量产生负面影响,因此,有效的材料管理必须考虑到这些复杂的因素,以确保施工的顺利进行。

### 3.3 施工现场管理人员技术能力问题

在市政道路桥梁工程中,施工现场管理人员的技术能力对施工质量和进度产生深远影响。需要具备扎实的专业知识与丰富实践经验的管理人员,才能有效应对复杂的施工环境和不断变化的施工条件。然而,技术的迅速更新与施工技术的不断进步,可能使部分管理人员难以跟上最新的发展,导致实际操作中出现偏差。技术能力的不足,可能会影响对施工图纸、技术规范及施工流程的准确理解与执行,从而造成判断失误,影响施工质量,甚至可能引发安全隐患,因此,管理人员需要不断更新技术知识,以确保能够适应新的施工要求并维持高水平的施工标准。

## 4 施工技术和现场施工管理的措施

### 4.1 加强现场施工技术的管理

在市政道路桥梁工程中,强化现场施工技术的管理对确保施工质量和进度具有至关重要的作用。技术管理不仅涉及严格遵循技术规范和标准,还包括对施工工艺、设备操作及施工团队技能的全面控制。必须细化施工方案的执行,明确施工步骤和操作流程,以确保所有施工活动符合预定标准。对每一个施工环节进行详细记录与监督是必不可少的,这样才能及时发现并纠正技术实施中的偏差。施工设备的维护与保养也是技术管理的重要组成部分,确保设备在最佳状态下运行,以防设备故障导致施工延误或质量问题,施工人员的培训和技能提升同样需要重视,通过建立系统的培训机制和考核体系,提升施工人员对先进技术和工具的掌握水平,促进技术经验的积累与共享。

### 4.2 严格控制测量精度

在市政道路桥梁施工中,保证工程质量的核心在于严格控制测量精度,这直接影响到整体精度与长期稳定性。



维护测量精度的过程从设计阶段延续至施工完成。设计阶段，图纸和方案中的尺寸、标高等数据必须准确确认，经过详尽的审核与验证。施工阶段，则需依赖高精度测量设备，如激光测距仪和全站仪，以获得准确的数据。设备的定期校准与维护是必不可少的，确保在测量中保持高水平的精度与稳定性。在施工过程中，应严格按照标准操作规程进行测量，确保每次数据记录与核对均经过仔细检查，同时，现场测量数据必须与设计图纸及施工要求进行对比，以及及时发现并纠正误差，防止因测量偏差引发的施工问题。

### 4.3 严格控制路面结构质量

对市政道路及桥梁的长期性能与安全性，严格控制路面结构质量至关重要。涉及到的控制过程涵盖了从材料选择到施工工艺的各个环节。选用符合规范的高质量原材料，如合适的沥青混合料及高强度水泥混凝土，材料选择阶段中必须经过详尽的检验与试验，以确保其性能符合设计要求。在施工阶段，技术标准与施工规范的遵循不可忽视，关键因素如摊铺温度的正确控制、碾压工艺的适宜性以及厚度的精确控制都至关重要<sup>[3]</sup>。全面的质量监控与检测必须在施工过程中进行，通过专业仪器的实时监测，以确保施工工艺与材料状态始终符合设计要求，在关键施工环节，如沥青的摊铺与碾压，每一步骤都需严格把控，以避免工艺问题导致路面结构缺陷的出现，施工完成后的养护阶段同样不可忽视，路面必须得到适当保护，以防环境因素造成损伤。

### 4.4 合理安排施工周期

在市政道路和桥梁建设项目中，施工周期的合理安排显得至关重要，其对整体进度、施工质量、资源利用及成本控制的影响深远，制定施工周期计划时，必须综合考虑项目的复杂性、施工技术要求及现场的实际条件。前期规划与时间预估的准确性成为关键，包括对各施工阶段工期的合理安排，环境因素、技术难点及工序间的相互依赖均需充分考虑。在安排施工周期时，根据实际需求应合理划分工序，以避免因工序衔接不当而产生施工瓶颈或资源闲置。同时，施工周期安排应具备灵活性，以应对突发情况和不可预见的因素，如恶劣天气或材料供应延迟。建立应急预案与调整机制，可以确保在出现问题时迅速采取措施，从而减少对总体工期的影响，此外，合理的施工周期安排还涉及到人员和设备的优化配置，确保每个环节都有足够的资源支持，避免因资源调度不当导致的施工效率低下。

### 4.5 加强市政公路桥梁建设中的新材料和新技术宣传

在市政公路桥梁建设中，对新材料和新技术的宣传显得尤为重要。随着工程技术的进步，成为提升工程质量、施工效率及降低运营成本的关键手段，新材料与新技术的应用已不可忽视。新型材料，如高性能混凝土、环保沥青以及智能监测材料，显著增强了道路和桥梁的耐久性、安全性及环境适应能力。高性能混凝土具备了优越的抗压强度与耐久性，能够有效应对严苛环境条件，从而延长结构的使用寿命。同时，现代技术，如建筑信息建模（BIM）、智能施工监控系统及自动化施工设备，有助于优化施工流

程，提升施工精度与效率。传统施工中的人为误差，因这些技术的引入而减少了，同时，施工过程的透明度与可控性也得到了提高。为了充分发挥新材料与新技术的优势，项目初期通过专业培训、技术交流及经验分享等途径，确保相关人员对这些新兴技术有充足的了解是必要的，此外，推广新材料与新技术的应用，还需通过现场示范、技术讲座及成功案例分享来增强施工单位及管理者的认可度与应用意愿。

### 4.6 加强对建设技术人员的控制和管理

在施工技术及现场施工管理中，工程质量的保障与施工效率的提升，强化对建设技术人员的控制与管理是至关重要的。技术人员的专业能力，直接影响着技术的实施与问题的处理，因此，管理措施应不仅关注他们的技能水平，还应涉及其工作态度、责任心与日常工作习惯等方面。技术人员的资质与培训，需经过严格把控，以确保其拥有应对复杂施工任务和技术挑战所需的专业知识与技能，最新施工技术及行业标准的掌握，得益于系统化的培训与继续教育，从而提升解决实际问题的能力<sup>[4]</sup>。有效的监督机制的建立，同样关键。通过定期检查与现场考核，能够及时发现技术人员在施工过程中的不足，并提供针对性的指导与改进建议。监督的范围不仅应涵盖技术操作，还需涉及工作流程的规范执行及安全标准的遵守。管理措施还应包括激励与约束机制，通过明确的岗位职责与绩效考核标准，激励技术人员的工作积极性，确保其在项目中的责任感，顺畅的沟通渠道的建立，鼓励技术人员及时报告问题并提出建议，有助于迅速解决施工过程中出现的各类技术难题。

## 5 结语

在市政道路桥梁施工中，工程质量与施工效率的显著提升，得益于现场施工技术的有效应用。滑模施工、铺装连锁块技术以及翻模技术等先进的技术手段，已经在优化施工过程与弥补传统方法不足方面，展示了其卓越的表现。然而，施工效果的深远影响，亦受施工现场管理问题的制约，如材料管理、安全保障及技术人员的能力等，通过严格实施管理措施，包括对测量精度的控制、新技术宣传的强化以及施工周期的合理安排，可以进一步提升施工质量，随着技术的持续进步与管理经验的积累，市政道路桥梁施工技术将趋于更加成熟，为城市基础设施建设提供更加坚实的支持。

### [参考文献]

- [1] 马泽林,尹月华,贾志贺.市政道路桥梁施工中现场施工技术的应用与管理[J].运输经理世界,2024(5):61-63.
- [2] 陈佳运.市政道路桥梁施工中现场施工技术的应用[J].黑龙江科学,2023,14(24):132-134.
- [3] 吕振康.市政道路桥梁施工中现场施工技术的应用与管理[J].价值工程,2022,41(11):138-140.
- [4] 徐伟强.市政道路桥梁施工中现场施工技术的应用与管理[J].绿色环保建材,2021(11):78-79.

作者简介:梁艳丽(1980.6—),毕业院校:新疆农业大学,所学专业:工程管理,当前就职单位名称:新疆欧亚工程项目管理有限公司,职务:总监理工程师,职称级别:中级。

# 软土地基环境中公路工程施工技术分析

邵勇军

新疆生产建设兵团第十师交通运输服务中心, 新疆 北屯 836099

**[摘要]**在现代基础设施建设中,特别是公路工程的建造过程中,土壤条件对工程质量和长期性能的影响不容忽视。尤其是一些地区的地质特性,使得软土地基成为公路施工面临的主要挑战之一。由于其较高的渗透性和低承载力,软土地基不仅影响了工程稳定性,而且还增加了施工的复杂度和成本。文章旨在深入探讨软土地基环境下,公路工程实施的关键技术和策略,通过合理的选材、设计、与施工手段,保障工程质量,延长使用寿命。

**[关键词]**软土地基环境;公路工程施工技术;分析策略

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13708

中图分类号: U416.1

文献标识码: A

## Analysis of Construction Technology for Highway Engineering in Soft Soil Foundation Environment

SHAO Yongjun

Transportation Service Center, the 10th Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Beitun, Xinjiang, 836099, China

**Abstract:** In modern infrastructure construction, especially in the construction process of highway engineering, the influence of soil conditions on engineering quality and long-term performance cannot be ignored. Especially in some areas, the geological characteristics make soft soil foundation one of the main challenges faced by highway construction. Due to its high permeability and low bearing capacity, soft soil foundation not only affects the stability of the project, but also increases the complexity and cost of construction. The article aims to explore in depth the key technologies and strategies for implementing highway engineering in soft soil foundation environments, ensuring project quality and extending service life through reasonable material selection, design, and construction methods.

**Keywords:** soft soil foundation environment; highway engineering construction technology; analysis strategy

### 引言

随着交通建设的快速发展,公路工程建设在我国各地广泛展开。然而,软土地基环境作为公路建设中的一种常见地质条件,其施工技术和处理方法尤为重要。软土地基因其独特的物理和力学性质,如高压缩性、低强度等,给公路施工带来诸多挑战。软土地基的含水量非常高,压缩性能大,但是其承载能力和抗剪强度都比较低,此类地基的流塑性强。软土是由于淤泥长时间受到冲刷导致,软土地基会导致建筑物的基础比较薄弱,对建筑物的安全性产生非常大的影响。因此,本文旨在探讨软土地基环境中公路工程施工技术的分析。

### 1 软土地基的特性

软土地基是指主要由软土组成的土壤层,常见的成分包括淤泥、泥炭等。由于其特殊的物理和化学特性,这类土壤在建筑和基础工程中面临许多挑战。这些软土通常具有较高的含水量,从而导致其渗透性较低,这种情况下,水分不易通过土壤向下渗透,进而造成土壤的排水能力差。而低强度则意味着这些土的承载能力不足,在外部荷载作用下容易发生变形或破坏。此外,软土地基的高压缩性使得结构物在施工完成后,随着时间的推移可能遭遇进一步的沉降现象,这对公路的整体稳定性构成了威胁。在公路

施工过程中,当软土地基未能得到妥善处理时,可能引发一系列问题<sup>[1]</sup>。例如,地基的沉降会导致路面出现裂缝、凹陷,甚至影响行车安全。在交通繁忙的区域,这种问题尤为突出,一旦发生,往往需要耗费大量人力物力进行修复。同时,由于软土地基易于失稳,特别是在降雨或洪水等极端天气条件下,可能会引起滑坡或土体塌陷,致使公路不仅无法通行,还可能引发更大范围的灾害。因此,为了确保公路的安全性和使用寿命,对软土地基的处理显得尤为重要。常见的技术手段包括改良土体性质、采用深桩、加固措施等,以提高地基承载能力,减少沉降的发生。只有通过科学合理的工程设计与施工,才能有效降低软土地基对公路工程的不利影响。

## 2 软土地基环境中公路施工技术分析

### 2.1 地基处理

地基作为土木建筑工程的基础,是承载体的基石。在诸多地基种类中,软土地基以其低密度、高压缩性、透水性和高地下水特性著称,往往给基础的承载能力造成挑战。为确保建筑稳定性与安全性能,针对软土地基实施有效的处理变得至关重要。排水固结法主要是基于增加土壤排水性与加速压缩过程的原理,通过铺设砂石垫层或利用渗水井,有效提高土壤的有效应力,并加速土体孔隙水排

出,使土壤达到固结状态,从而增强其稳定性和承载能力。这种方法特别适合于存在地下水影响且无显著沉降控制要求的软土地质。相比之下,强夯法则是利用高动能锤直接对土体进行强力夯打,破坏其内部结构,并利用能量传导与振动作用促进软土固结。这种方法对改善土壤的密实度及强度具有明显效果,尤其适用于深度较大的软土处理,且成本较低。对于需要高承重要求的大型工程项目,或者地质特性限制了其他处理方式的应用时,采用桩基法则是一个理想的选择。该方法主要是在软土区域通过预制或现浇的方式打入或灌注桩体(通常包括摩擦桩、端承桩等),从而有效增强整体土体的承载力与稳定性。此法既能应对复杂多变的地层条件,又能满足高层建筑物对沉降控制及防渗漏等特殊要求<sup>[2]</sup>。

## 2.2 路基施工

在设计与建造道路过程中,面临的一大难题便是处理位于松散软土层上的路基。在这种情况下,合理的路基建设策略,特别是对填筑材料选择与填筑工艺控制的关键把控尤为重要,这不仅关系到道路的结构完整性和运行稳定性,也是确保项目经济性和环境友好性的关键因素之一。透水性材料的选择是路基建设的关键要素之一,特别是在面对含水量高和渗透性低的软土地质时,良好的透水性材料有助于加速地下水水位下土体内应力释放,从而促使填料与土体之间的接触面积逐渐增加并产生自稳效应,进而形成有效的加固与增强效果。通常而言,沙粒类、卵石或经过适当处理和混合物的砾石等均属于适宜的透水性填料,因其能够通过促进土体水分流动和蒸发,缩短固化和稳定进程。

控制填筑速率是确保路基质量、防止发生结构缺陷和安全风险的重要步骤。过高的填筑速度会使得土壤无法均匀地吸收来自填方材料的外加载荷,尤其是在缺乏恰当排水通道的情况下更为严重。这一问题不仅会导致表面沉降、边坡塌滑等问题的发生,还会对后续道路稳定性的长期维持产生不利影响。为达到良好的稳定效果与结构耐用性目标,施工过程中应当严格执行逐层填筑、适当分段压实、控制填层厚度以及保证足够的沉降时间等相关规范操作。此外,施工团队还应该注重对路基变形情况持续进行观察记录,根据实际情况及时采取增补排水设施、优化分层厚度、加强压实密度调整以及适时开展地面排水系统修建等相应补救和调整策略,确保填方过程中能够顺利排除积水并对不均匀填土进行均衡压实处理。通过科学严谨的技术管理及质量监控,有效提高软土地基的综合承载能力与结构安全水平,延长道路设施的使用寿命并节省长期维护成本<sup>[3]</sup>。

## 2.3 排水设施施工

排水设施作为软土地基处理的关键技术之一,直接关系到道路建设的安全性与耐久性。对于位于富含高湿度土壤

地区的道路工程而言,合理设计和有效施工的排水设施不仅能够改善土壤水分状态,提高路基稳定性,还能有效防止地基变形以及路面开裂,延长道路使用周期。地表排水是道路工程初期的首要举措。其目的主要在于及时汇集并迅速引导地表水向道路两侧行洪,避免其直接浸润或浸泡路堤,造成湿土层强度下降,影响结构稳固性和承载性能。在施工前对现有地形地貌进行全面分析,并依据雨水量和流速要求进行合理的排水网络规划是这一阶段的核心。排水系统通常由导流明沟、侧沟和临时排水渠道组成,根据现场条件可选用地膜覆盖、植被拦截或是预制塑料管材等多样化形式,以达到高效排水分布。

地下排水则是进一步增强路基稳定性的深度保障措施。设置盲沟、渗沟与暗管系统,这些结构设计旨在收集埋置于土层深层的地基内渗水,将地下水位降至基础平面以下,实现水位控制并避免渗透水流直接侵蚀路基,降低地基水压力及减少水分迁移路径。同时,通过合理的断面尺寸与纵、横断布置设计,既考虑了排水功能的实现又要兼顾土体支撑作用,达到“既泄水又护基”的综合效能。盲沟常沿路线一侧埋置,其填料(沙砾、石料等)选取与布置直接影响其透水性和排水效率;而横向渗沟则主要设置在填料与既有道路结构的衔接地带,以减小路堤内部水力梯度及抑制湿软土层变形。排水设施的良好性能和长久运行需要定期维护保养工作,包含疏通排水管道、清理垃圾杂质,修复破损部位及监测地基水力变化情况等。同时,在软土地基上施工前充分的水文地质调研、设计阶段对排水系统优化完善与实际施工中严格按照图纸标准实施与质量管控,都极为关键。如此全面且科学地对待道路排水设施的施工与维护,是提高道路抗洪抗涝、抵御地层湿陷与盐胀问题的根本保障,对保障交通顺畅,促进经济发展起到重要作用<sup>[4]</sup>。

## 2.4 桥梁工程施工

桥梁工程,尤其是跨越软土地质区域的桥梁设计与施工,需要面对的不仅是空间上的高度、跨度和技术要求,更需要应对复杂的土力学特性带来的挑战。在软土地基修建的桥梁桩基施工尤为重要,因为它直接影响到整个桥梁结构的耐久性、承载能力以及运营安全。软土地基的特征主要包括渗透性较低、承载能力不足和压缩性能差。这样的条件对桥梁桩基提出了更高的技术挑战,例如在施加较大荷载时可能导致地面下沉或者地基变形,进而危及桥梁稳定性及通行安全。为应对这一难题,通常会采取钻孔灌注桩或人工挖孔桩等技术策略来加固基础承载能力,提高稳定性与耐久性。钻孔灌注桩通过钻头将孔洞打入地面后灌入水泥混凝土,并最终形成坚固的桩体来承载荷载。这种方式具有施工灵活、适用性强的优点,能够根据不同地质条件调整施工方法与材料配比,确保桩基础的有效承载能力和稳定性。不过,钻孔灌注桩作业成本相对较高,对

施工现场周边环境的影响也大,需要在环保、降噪音、扬尘控制等方面作出严格管理以减小对环境的影响。

人工挖孔桩则是另一项经典的选择,尤其适用于浅部松散砂层或多层岩性复杂的土质情况下。施工过程中,挖掘至一定深度后设置钢筋骨架、插入预埋吊环并浇筑混凝土封固孔壁与柱体。与钻孔灌注相比,人工挖孔桩施工过程更为直观、操作灵活且噪音较小,但人工操作消耗人力较多,施工速度相对较慢<sup>[5]</sup>。除了选择适当的施工方法外,合理的设计也至关重要。这包括精确的地基处理方式选择(如堆载预压或换填地基材料)、合理配置桩数和布局、确定最合适的桩径与孔间距等参数。同时,还需结合桩端、桩周土层特性的实际情况来调整施工工艺和设备,例如采用低应变、静压法进行质量检测以保证每根桩的稳定性和整体的稳定性与耐久性。

总之,在进行软土地基桥梁桩基设计与施工时,不仅要深入理论研究土质特性及相应的加固措施,还应关注工程现场的实地条件及可能产生的影响和问题。通过精细化规划与严格施工质量控制,可以有效地克服复杂地层所带来的工程难题,确保桥梁的安全可靠运行和长远寿命。

### 3 新技术在软土地基公路施工中的应用

近年来,软土地基上的公路建设项目迎来了新的发展机遇和巨大挑战,特别是在地质条件复杂的情况下更是如此。在应对这一情况的过程中,一系列前沿科学技术正逐步被引入,其中地理信息系统(GIS)与自动化监测技术无疑在提高工程管理效能与施工精准度上起到了关键性的作用,有效助力软土地基公路的建设和维护更加高效,更可靠、安全。GIS以其强大的信息处理能力、地图分析功能,以及对复杂空间数据的可视化展示成为软土地基建的利器。通过整合各种遥感影像、GPS定位信息、地形测量和工程数据,GIS系统能够准确描绘出公路所在区域的真实地理概况。这种全方位的资源汇集,为工程设计者提供了一个详尽的决策基础环境,从而能够在项目初期就准确评估地质条件、预测可能的施工问题,并据此制定科学合理的技术方案和风险预防计划<sup>[6]</sup>。

自动化监测技术则聚焦于施工现场,通过对环境变化、工程行为、施工效果实施实时监控来强化对工程建设质量与安全性的控制。比如,利用先进的传感器进行应力应变分析、沉降动态监测,或是借助遥感图像与无人机等工具追踪施工进展、地貌变化、环境影响。这些监测活动不仅有助于施工方随时了解现场实际情况,快速响应突发状况,而且能够收集长期的环境与工程序行数据,作为日后研究、

改善工程实践策略的关键依据。因此,自动化监测技术为软土地基建设提供了有力的数据支持,提升了风险预警效率,降低了安全事故概率。此外,基于AI和物联网(IoT)的发展,在施工过程实时收集和解析各类数据,生成优化施工策略和预防措施成为新的发展趋势。这种综合智慧平台不仅可进行施工模拟与预演以降低物理建造风险,而且还具备智能化资源调配与进度优化能力,大大提高了工程整体效率和成本管控水平。

综上所述,GIS和自动化监测技术作为软土地基公路施工领域的新兴力量,在提高施工的精细化管理和提高工作效率,降低施工风险方面发挥着重要的作用。通过它们的应用和普及,软土地基建设不仅更加安全稳定,也更具有可持续性。在今后的公路工程项目中,预计会有更多的高科技解决方案不断涌现,进一步赋能基础设施建设工程,推动交通行业的发展进步,提升人类社会的城市交通出行品质<sup>[7]</sup>。

### 4 结语

软土地基环境中的公路施工技术分析是一项复杂的工程任务。在施工前,需对地质条件进行详细的勘察和分析,选择合适的施工方法。在施工过程中,需严格控制施工质量,确保施工安全。通过运用新技术和方法,不断提高施工效率和质量,为我国公路建设作出贡献。

#### [参考文献]

- [1]陈霞.软土地基环境中公路工程施工技术分析[J].居业,2024(7):7-9.
- [2]马成兵.软土路基加宽公路工程施工关键技术探讨[J].工程技术研究,2024,9(9):68-70.
- [3]刘飞,臧习倩.基于深层水泥搅拌桩的软土地基公路施工技术研究[J].价值工程,2024,43(5):85-87.
- [4]赵鹏.公路工程施工中软土地基处理技术[J].运输经理世界,2024(2):22-24.
- [5]颜胜阳,叶强.软土地基公路工程沥青混凝土路面施工技术研究[J].江西建材,2023(3):285-286.
- [6]何昌.软土地基处理技术在公路工程施工中的应用研究[J].工程技术研究,2022,7(20):77-79.
- [7]蒋述佳.软土地基条件下的公路工程施工技术[J].建筑技术开发,2022,49(8):48-50.

作者简介:邵勇军(1985.3—),毕业院校:新疆农业大学,所学专业:农田水利,当前就职单位名称:新疆生产建设兵团第十师交通运输服务中心,就职单位职务:副主任,职称级别:副高级。

## 海绵城市理念下的建筑与景观设计融合研究

孙全领

河北中科建研工程设计有限公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**随着城市化进程的加速,传统城市规划与建设模式已难以应对日益复杂的环境挑战,通常依赖硬化排水设施的传统雨水管理系统,虽然能够迅速排除降水却容易导致水资源浪费、城市内涝及水体污染,密集的建筑与不透水地面加剧了城市热岛效应,从而影响了城市的微气候与居民的生活舒适度。创新解决方案已被海绵城市理念提出,该理念在城市设计中强调自然系统功能的融合,通过建筑与景观的协调设计实现了雨水的吸收、渗透、储存与净化,不仅关注雨水管理的技术手段,同时融入了生态美学的元素,在解决环境问题的同时提升城市景观质量与居民生活体验。随着环保意识的提升及技术的发展,海绵城市理念的实践逐步深入,成为实现这一目标核心的建筑与景观设计的融合,提供了强有力的支持。综合设计方法在建筑和景观中有效整合了绿色基础设施、生态调节措施及美学元素,为城市的可持续发展做出了重要贡献。对海绵城市理念下建筑与景观设计融合的深入研究,不仅具有重要的理论价值,也对实际城市规划与建设产生了深远的影响。

**[关键词]**海绵城市;建筑设计;景观设计

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13714

中图分类号: TU9

文献标识码: A

## Research on the Integration of Architecture and Landscape Design under the Sponge City Concept

SUN Quanling

Hebei Zhongke Jianyan Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** With the acceleration of urbanization, traditional urban planning and construction models are no longer able to cope with increasingly complex environmental challenges. Traditional rainwater management systems that rely on hardened drainage facilities can quickly remove precipitation, but can easily lead to water waste, urban waterlogging, and water pollution. The dense buildings and impermeable surfaces exacerbate the urban heat island effect, thereby affecting the microclimate of the city and the comfort of residents' lives. Innovative solutions have been proposed by the sponge city concept, which emphasizes the integration of natural system functions in urban design. Through coordinated design of architecture and landscape, rainwater absorption, infiltration, storage, and purification are achieved. It not only focuses on technical means of rainwater management, but also integrates elements of ecological aesthetics to improve the quality of urban landscape and residents' living experience while solving environmental problems. With the improvement of environmental awareness and the development of technology, the practice of sponge city concept has gradually deepened, becoming the core of achieving this goal through the integration of architecture and landscape design, providing strong support. The comprehensive design method effectively integrates green infrastructure, ecological regulation measures, and aesthetic elements in architecture and landscape, making important contributions to the sustainable development of cities. The in-depth study of the integration of architecture and landscape design under the sponge city concept not only has important theoretical value, but also has a profound impact on actual urban planning and construction.

**Keywords:** sponge city; architectural design; landscape design

### 引言

随着城市化进程的加速,面对水资源短缺、城市热岛效应以及频繁的洪涝灾害等一系列环境和生态问题,海绵城市理念应运而生,通过创新设计与综合管理优化城市对雨水的利用与控制。海绵城市的核心在于将自然与工程手段相结合,模拟自然系统的功能。从而改善城市环境提升居民生活质量。在海绵城市建设中,建筑与景观设计的作用不仅需满足功能性的需求,还应兼顾环境效益与美学价值,将生态设计原则融入建筑和景观规划,城市面临的环境问题得到了有效解决,同时也创造出了更加宜居和可持续发展的空间。探讨海绵城市理念下建筑与景观设计的融合方

式并分析在雨水管理、气候调节、生态功能以及美学提升方面的作用,期望为未来城市规划与设计提供理论支持与实践指导。

### 1 海绵城市理念下的建筑与景观设计融合的重要性

在海绵城市理念下建筑与景观设计的融合显得尤为重要,不仅对应对雨水管理挑战至关重要,而且对提升城市环境质量发挥了核心作用。海绵城市的主要目标是通过自然系统与工程技术的结合,降水得以有效管理与利用,从而减轻传统排水系统的压力并降低洪涝灾害的发生率,雨水的收集、渗透与储存等措施得以实施,通过这种融合

降水源头的控制得以实现,从而减少对传统排水设施的依赖。此外城市微气候的调节亦受益于建筑与景观设计的结合,通过绿地的增加、植被的覆盖及水体的配置,城市的温度和湿度可以有效调节。城市热岛效应得到缓解,空气质量的提升使城市环境变得更加宜人<sup>[1]</sup>。景观设计中的水体与绿色设施不仅提升了建筑的节能性能而且降低了能源消耗,从而减少了冷却需求,促进了能源的节约。最为关键的是城市的生态功能与美学价值在建筑与景观设计的有效融合中得到显著提升,生态设计原则的融入提供了更健康的生活环境,同时创造了富有视觉吸引力与文化内涵的公共空间。综合考虑生态效益、功能需求及美学设计的海绵城市,不仅在技术上实现了创新也在社会与文化层面上带来了突破。

## 2 海绵城市理念下的建筑与景观设计的关系

### 2.1 共同实现雨水管理目标

在海绵城市理念的框架下,建筑与景观设计共同致力于高效的雨水管理。传统的城市建设模式常以排水系统迅速排除降水为主,这种方法却经常导致城市内涝及水体污染,通过建筑与景观的协同设计,雨水的源头管理变得更为高效,合理利用与控制得以实现。在建筑设计方面雨水收集系统、绿色屋顶以及透水铺装等技术的引入,能够在降水源头直接减轻对城市排水系统的压力,绿色屋顶不仅能吸收降水还通过植物蒸腾作用减少地表径流进而降低雨水流量。透水铺装的设计则允许雨水渗透地下从而减少地表流动,有效缓解洪涝风险。景观设计中的雨水花园、人工湿地及水体配置,进一步提升了雨水管理的效果,通过植被与土壤的自然过滤功能,雨水花园有效去除雨水中的污染物,并在适当地储存与释放雨水方面发挥作用。人工湿地不仅调节了雨水还增添了城市的生态价值与美观。优化水体设计有助于提升景观质量,同时实现雨水的自然循环与利用。建筑与景观的协同设计,不仅优化了雨水管理效果也增强了城市的综合功能。雨水管理措施的融入建筑与景观设计中,使城市能够更有效应对极端天气,减少水资源浪费,同时改善环境与居民生活质量。

### 2.2 改善城市微气候

在海绵城市理念指导下,建筑与景观设计的融合成为改善城市微气候的重要目标。传统城市中密集的混凝土与不透水铺装常常导致热岛效应,使城市区域的温度显著高于周边乡村,这种现象不仅降低了城市的舒适度还导致空调及制冷需求增加,从而加剧了能源消耗。通过建筑与景观设计的协调,能够有效地缓解这一问题,在建筑设计方面绿色屋顶及外墙绿化的实施减少了建筑表面的热量吸收,同时植物的蒸腾作用降低了周围空气温度,这些措施在夏季显著降低了室内温度,减少了空调使用从而提高了能源效率。在景观设计领域,扩展城市绿地及配置水体对于微气候的改善同样至关重要,广泛的绿化与植被覆盖不

仅有效遮蔽建筑物及硬化地面,还减少了阳光直射所带来的热量。绿色植物通过蒸腾与光合作用调节空气湿度增强了城市的自然冷却效果,人工湖泊及湿地等水体通过水面蒸发进一步带来额外的降温效果,既提升了城市美观又提供了显著的微气候改善。建筑与景观设计的有机结合,不仅减轻了热岛效应也提高了城市的能源效率,改善了居住环境。

### 2.3 提升生态功能与美学

在海绵城市理念下建筑与景观设计的融合在提升生态功能与美学方面发挥着关键作用,现代城市面临环境压力的同时,也越来越重视生态功能与美学价值的结合,以创造更加和谐宜居的生活空间。从生态功能的角度来看,建筑与景观设计的整合显著增强了城市的生态系统。例如,绿色屋顶、垂直绿化及雨水花园等设计措施不仅丰富了城市的生物栖息地也促进了生物多样性,这些设计为鸟类、昆虫及其他小型动物提供了栖息环境,从而构建了一个城市生态网络,引入植物不仅改善了空气质量还通过自然过滤和吸收有害物质,提升了居民的健康水平。在美学方面,建筑与景观设计的融合创造了视觉上令人愉悦的城市空间,绿化带、景观小品及水体的巧妙布局,不仅美化了城市环境还为居民提供了休闲娱乐的场所。植物的选择及景观配置能够体现当地文化特色和自然风貌,使城市环境更具特色和认同感,这种将功能与美学结合的设计,不仅提升了城市的整体形象,还增强了居民的生活质量。

## 3 海绵城市理念下的建筑与景观设计融合方式

### 3.1 雨水管理系统的综合设计

在海绵城市理念的框架下,雨水管理系统的综合设计成为建筑与景观设计融合的核心,不仅减轻了城市排水系统的压力,而且对提升环境质量和城市可持续性至关重要。综合设计从建筑的雨水收集与利用着手,雨水收集系统可安装于建筑屋顶,通过雨水槽和管道将雨水引导至储水设施,收集的雨水可用于绿化灌溉、清洁等非饮用用途,减少了城市对自来水的的需求并降低了排水系统的压力。景观设计中透水铺装材料发挥了关键作用,这类材料允许雨水渗透地下,减少地表径流,从而缓解了城市洪水风险,透水铺装还促进了地下水的补给,增强了土壤的自然渗透能力。雨水花园和湿地系统在雨水管理中同样扮演了重要角色,雨水花园通过植被和土壤层的设置,有效过滤了雨水中的污染物并进行雨水储存和缓释。人工湿地模拟了自然湿地的功能,不仅处理和净化了雨水还提供了生态景观和栖息地。雨水调节设施如储水池和调节池也被纳入综合设计中,这些设施能够在降水量较大时暂时储存多余的雨水,待降水量减少后逐步释放,从而维持雨水流量的稳定,不仅减轻了排水系统的冲击还有效防止了突发水灾<sup>[2]</sup>。通过整合上述设计元素,对雨水的高效管理与利用得以实现,从而提升了城市环境质量及其韧性。海绵城市理念下的雨

水管理系统综合设计,既解决了城市排水问题也带来了生态效益与美学价值,体现了现代城市建设的可持续发展目标。

### 3.2 生态景观与建筑的协调

在实现海绵城市理念过程中,生态景观与建筑的协调不仅关注功能性还强调美学与自然环境的和谐融合,创造一个既实用又美观的城市环境。绿色基础设施在建筑设计中的应用应与景观设计相辅相成。例如,建筑屋顶的绿化与周围景观设计的结合可以形成一个统一的绿化网络,屋顶花园不仅在视觉上提供美感,还减少了建筑的热负荷,并改善了周围的空气质量,与之相配合的景观设计中的植物选择应与建筑的风格和功能相协调,实现绿化空间与建筑外观的和谐过渡,从而带来舒适的视觉效果。建筑与景观的协调同样包括雨水管理系统的无缝集成,雨水收集系统可以被引导至景观设计中的雨水花园或湿地,不仅提升了雨水处理的效率还增强了景观的生态功能。雨水花园的植被设计应与建筑的设计理念保持一致,形成一个统一的生态系统,同时提供美观的景观效果。此外步行路径、休闲区域以及绿地布局的协调设计也是建筑与景观整合的重要方面,这些设计元素能够提升人们的生活质量,并加强建筑与景观之间的互动,步行道与绿地的配置应考虑建筑的入口及主要功能区域,使人们在建筑与景观之间移动时,能够舒适地享受绿色空间带来的放松与愉悦。

### 3.3 气候调节与节能设计

气候调节与节能设计作为海绵城市理念的核心要素,通过建筑与景观的协同优化提升能源效率并改善城市气候条件,这种设计不仅关注建筑的节能,还强调与周围环境的良性互动。在气候调节方面建筑外立面的优化扮演了至关重要的角色,通过采用高反射率的外墙材料及窗户遮阳系统,太阳辐射对建筑物的影响可被显著降低从而减少空调系统的依赖,自然通风系统的合理配置利用风力和自然对流,能够有效降低机械制冷需求并改善室内空气质量。景观设计在气候调节中的作用同样不可忽视,配置绿化带和树木不仅为建筑提供了必要的遮荫,还通过蒸腾作用显著降低了周围空气温度。植物的合理选择与布局,可最大化其降温效果,设置如人工湖泊或喷泉等水体,通过水面蒸发实现额外的冷却效应进一步降低周围气温。在节能设计方面,建筑与景观的整合显著提升了能源利用效率,建筑外墙的绿化或隔热材料减少了能量损耗,景观中的雨水收集系统与透水铺装则有助于减轻城市热岛效应并节约水资源,结合光伏发电或风力发电装置的使用,可以进一步减少对传统能源的依赖,实现可再生能源的有效利用<sup>[3]</sup>。综合应用气候调节与节能设计,不仅提升了能源使用效率也增加了居民的生活舒适度,这一设计理念体现了海绵城市的可持续发展目标,推动了建筑与环境的协调共生,为

建设更绿色、更节能的城市提供了实际而有效的解决方案。

### 3.4 美学与功能的融合

在海绵城市理念的建筑与景观设计中,美学与功能的融合扮演了至关重要的角色,不仅关注设计的视觉效果还强调实用性与环境效益的统一,创造出既具美感又实用的城市空间。在建筑设计中,通过运用独特的外立面材料和形态设计,建筑的视觉冲击力得到了提升,同时其功能性能也得到了优化。例如,外墙绿化不仅增加了建筑的美观度还改善了能效,减少了热量的吸收,将艺术设计与实用需求结合,使建筑既富有艺术感又能实现节能目标。景观设计中,园林绿化不仅需考虑植物的观赏效果还要兼顾其生态功能,植物的配置和景观小品的设计,不仅美化了环境还有效地控制了雨水径流,减轻了城市热岛效应,景观设计将美学与环境功能有机结合,使城市空间既吸引眼球又具实用价值。在公共空间设计方面,步行道、休闲区和广场的设计不仅关注了人流的便捷性还需兼顾视觉美感,通过巧妙的景观规划和艺术装置设计,舒适的休闲环境得以提供,同时空间的文化价值也得到了提升。

### 4 结语

在海绵城市理念的指导下现代城市发展的新趋势得以彰显,建筑与景观设计的融合无疑成为了这一趋势的标志,通过雨水管理、气候调节以及生态美学等设计策略的综合应用,城市功能的提升与居住环境质量的优化得到了实现,此种有机结合不仅有效解决了传统设计中存在的问题,还为城市注入了新的活力与可持续性。有效应对城市化带来的挑战,如洪涝、热岛效应以及能源消耗等问题,成为了这一设计理念的关键,创造出更加宜居和美丽的城市空间也已成为现实。城市环境的全面改善,美学与功能的融合提升了居民的生活质量,体现了设计理念的成功应用。展望未来,随着技术的进步与设计理念的不断演变,海绵城市理念有望继续引领城市发展的潮流,推动建筑与景观设计朝向更加生态、节能与美观的方向迈进,将成为我们共同的目标与努力方向。实现人与自然的和谐共生,构建更加绿色、智能、宜居的城市环境,正是我们不懈追求的目标。

#### [参考文献]

- [1]肖迪. 建筑设计与园林景观设计的融合分析[J]. 美与时代(城市版), 2022(6): 25-27.
  - [2]付红梅. 现代建筑设计与园林景观设计的融合[J]. 现代园艺, 2022, 45(18): 106-108.
  - [3]王正午,赵无忌. 基于海绵城市理念的城市园林景观设计研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2021(11): 142-143.
- 作者简介: 孙全领(1995.2—), 毕业院校: 河北建筑工程学院, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 河北中科研工程设计有限公司, 职务: 建筑设计师。

# 中国古建筑元素在现代建筑设计中的传承与创新

薛亚培

河北金石建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**我国作为一个拥有五千年悠久历史的文明古国, 璀璨的历史文化一直是我国引以为傲的宝贵财富, 这些优秀的历史文化通过不同载体呈现到人们面前, 而建筑正是其中的一个重要载体, 也为当代人了解和研究不同历史时期文化、风俗提供了有效的途径。时至今日, 许多古建筑中的元素依然能够很好地满足当代人审美需求, 其在现代建筑设计中的运用也有着较大的可行性, 文中就针对古建筑元素在现代建筑设计中的运用展开分析与探究。

**[关键词]**中国古建筑元素; 现代建筑设计; 传承与创新

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13758

中图分类号: TU241

文献标识码: A

## The Inheritance and Innovation of Chinese Ancient Architectural Elements in Modern Architectural Design

XUE Yapei

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

**Abstract:** As an ancient civilization with a long history of five thousand years, China has always been proud of its splendid historical and cultural heritage. These excellent historical and cultural achievements are presented to people through different carriers, and architecture is one of the important carriers, providing an effective way for contemporary people to understand and study the culture and customs of different historical periods. To this day, many elements in ancient architecture can still meet the aesthetic needs of contemporary people, and their application in modern architectural design has great feasibility. This article analyzes and explores the application of ancient architectural elements in modern architectural design.

**Keywords:** Chinese ancient architectural elements; modern architectural design; inheritance and innovation

### 引言

在快速发展的现代建筑领域, 传统中国古建筑元素的传承与创新正成为建筑设计中一个重要而引人注目的话题。中国古建筑作为中华文明的瑰宝, 承载了丰富的历史文化和独特的建筑智慧, 其精美的工艺、独特的风格和深刻的象征意义, 无疑为当代建筑设计提供了宝贵的灵感与资源。在全球化和现代化的背景下, 如何在满足现代生活功能和技术需求的同时, 保留和弘扬这些传统建筑元素, 成为设计师们面临的重要挑战和机遇。现代建筑设计不仅需要关注建筑的实用性和美学价值, 还应探索如何将古建筑的文化符号与现代技术和材料相结合, 实现传统与创新的和谐统一。通过对古建筑元素的现代解读和应用, 可以实现传统工艺与现代设计的有机融合, 赋予建筑新的生命力和文化深度。这种传承与创新的结合, 不仅丰富了当代建筑的表现形式, 也促进了文化遗产的保护与发展, 为建筑设计领域带来了新的视角和可能性。

### 1 中国古建筑元素在现代建筑设计中的应用价值

#### 1.1 提供古建筑文化的延续载体

中国古建筑元素在现代建筑设计中的应用具有重要的文化价值, 主要体现在它们为古建筑文化的延续提供了有效的载体。古建筑不仅是中华文明的物质遗产, 更承载着丰富的历史信息与文化内涵。通过将元素融入现代建筑设计

中, 可以让古老的建筑风格和装饰艺术在新的语境下继续存在, 从而实现文化的传承与再生。这种文化延续不仅是对传统技艺和美学的尊重, 也为现代建筑增添了独特的历史深度和文化厚度, 使得当代建筑不仅具备功能性与实用性, 同时也成为文化表达和艺术展示的载体。通过这种方式, 古建筑元素在现代建筑设计中不仅保留了传统文化的精髓, 还与现代生活方式和审美趣味相结合, 体现出一种跨时代的文化融合与创新。

#### 1.2 提高艺术审美水平

中国古建筑元素在现代建筑设计中的应用显著提高了艺术审美水平。古建筑以其独特的设计风格、精美的装饰细节和独具匠心的结构形式, 展现了传统工艺的高度美学追求。将这些元素融入现代建筑中, 不仅可以突破单一的设计风格, 使建筑作品更具层次感和文化深度, 还能带来独特的视觉和感官体验。古建筑的对称布局、传统纹饰、木雕和砖雕等艺术细节, 与现代设计手法相结合, 为建筑增添了丰富的艺术内涵和历史韵味。这种融合不仅提升了建筑的整体美感, 还丰富了城市景观和公共空间的文化层次, 使其在功能性的基础上, 更具艺术欣赏价值和历史厚重感。

#### 1.3 推动现代建筑设计创新

中国古建筑元素在现代建筑设计中的应用不仅为设计注入了传统文化的深厚底蕴, 还有效推动了现代建筑设计的创新。古建筑的独特构造方法、传统材料使用及精美



装饰工艺,为现代建筑设计师提供了新的灵感和创造性的思维路径。例如,传统的木构架结构和镂空装饰技法,在现代设计中可以被重新演绎和应用,以实现结构上的创新和美学上的突破。这种跨时代的设计融合,不仅能打破现代建筑设计的常规思维模式,还能激发设计师在材料选择、空间布局和形式表达上的多样性与创新性<sup>[1]</sup>。通过将古建筑元素与现代技术和理念相结合,建筑师能够创造出既保留传统文化精髓又符合现代审美和功能需求的独特建筑作品,从而推动建筑设计的不断演进和革新。

## 2 中国古建筑元素在现代建筑设计中的应用原则

在现代建筑设计中应用中国古建筑元素时,需要遵循一系列原则,以确保传统文化的有效传承与创新的和谐融合。首先,设计师应尊重古建筑元素的历史和文化背景,确保其在现代建筑中得到恰当的呈现与运用。对古建筑元素的使用不仅仅是形式上的模仿,更要深入理解其蕴含的文化意义与美学价值。其次,现代设计应注重古建筑元素与当代建筑功能和技术的协调。传统元素的引入需要与现代建筑的结构、材料及功能要求相结合,以确保其在实际应用中的合理性和有效性。此外,设计过程中应重视创新性,在继承古建筑元素的同时,探索新的表达方式和设计手法,以适应现代审美和使用需求。例如,通过现代材料和工艺对传统元素进行再设计和改造,使其既保留传统特色,又能满足现代建筑的耐用性和舒适性要求。最后,设计师应考虑到环境和社会背景,使古建筑元素的应用能够增强建筑的文化认同感和地域特色,同时与周围环境和谐融合,提升建筑的整体美学和社会价值。

## 3 古建筑元素在现代建筑设计中应用的现状

古建筑元素在现代建筑设计中的应用正逐渐成为一种趋势,反映了对传统文化的重视与创新的追求。在当前的建筑实践中,古建筑元素被广泛应用于各种类型的建筑项目,包括商业建筑、文化场馆、住宅小区等。这些元素不仅体现在建筑外立面的装饰和建筑形式中,还在室内设计、景观布局和细节装饰上有所体现。例如,传统的屋檐曲线、木结构梁柱,以及精美的砖雕和木雕等都被巧妙地融入现代建筑设计中,以增强建筑的文化深度和视觉吸引力。与此同时,设计师们也在探索如何将传统元素与现代建筑技术和材料相结合,以实现传统美学与现代功能的完美融合。虽然这种应用已经取得了显著的成果,但也面临着挑战,例如如何在保护和传承传统文化的同时,满足现代建筑对功能性、舒适性和可持续性的要求<sup>[2]</sup>。因此,古建筑元素在现代建筑设计中的应用仍在不断发展与完善,设计师们在实践中不断探索,以求找到最佳的平衡点,使传统与现代能够和谐共存。

## 4 古建筑元素在现代建筑设计中的传承

### 4.1 传统建筑风格的复兴

在现代建筑设计中,传统建筑风格的复兴成为了对古建筑元素传承的一种重要体现。通过对传统建筑风格的重新

新诠释与应用,设计师们不仅能够保留历史文化的精髓,还能使其在当代建筑中焕发新的生机。例如,古典的飞檐翘角、雕花门窗、青砖瓦砾等传统元素被巧妙地融入现代建筑的设计中,使建筑不仅保留了传统风格的独特韵味,还能够适应现代功能和审美的需求。这种复兴不仅体现在建筑外观的传统风格,还涵盖了内部空间的布局和装饰,如古老的厅堂设计、传统的庭院布局等。这种设计方法不仅彰显了对传统工艺的尊重,也促进了文化遗产的保护和传承,使其能够在新的历史语境下继续发挥作用。通过这种方式,传统建筑风格在现代建筑中得到了有效的复兴和延续,成为当代建筑设计中一种独特而有价值的文化表达。

### 4.2 经典装饰元素的现代应用

在现代建筑设计中,经典装饰元素的现代应用是古建筑元素传承的重要途径之一。设计师们通过将传统的装饰细节与现代设计理念相结合,不仅保留了古建筑的文化韵味,还赋予了其新的功能性和视觉效果。例如,传统的花格窗、雕花砖雕以及屋檐饰件等经典装饰元素,经过现代材料和工艺的改造,可以在现代建筑中呈现出既有历史感又符合当代审美的效果。通过使用新型的建筑材料,如高性能玻璃、环保合成材料等,这些经典装饰元素不仅能在外观上保持传统风貌,还能提升建筑的耐用性和节能性能<sup>[3]</sup>。这种创新的应用不仅延续了古老工艺的精髓,也使其能够与现代建筑的需求和环境相适应,展示出传统与现代的和谐融合。表1是经典装饰元素的现代应用实例。

表1 经典装饰元素的现代应用实例

经典装饰元素	传统特点	现代应用方式	现代效果
花格窗	细致的木雕花格,具有良好的通风和隐私保护功能	使用现代合成材料和高性能玻璃进行重制	提供现代建筑所需的隐私保护,同时具备装饰效果
雕花砖雕	手工雕刻,装饰性强,展示传统工艺	采用3D打印技术和耐候性材料进行复刻	保持传统风貌的同时提高耐久性和施工效率
屋檐饰件	飞檐翘角,具有独特的美学价值和实用功能	使用现代材料如铝合金和复合材料进行制作	结合现代设计需求,保留传统风貌同时提高耐用性

### 4.3 古建筑技术与材料的现代化

古建筑技术与材料的现代化是将传统工艺与现代建筑需求相结合的关键途径。在现代建筑设计中,古建筑技术和材料的现代化不仅保持了传统建筑的独特美学,还提高了其功能性和耐久性。例如,传统的木结构技术可以通过现代防腐处理和工程技术来增强其稳定性和耐用性;古老的砖瓦工艺则可以结合现代制造技术,实现更高的质量和精度。这种技术与材料的现代化不仅让古建筑风格在当代建筑中得以延续,还满足了现代建筑对环保、节能和结构安全的要求。通过这种创新应用,传统工艺得以在现代设计中焕发新的生命力,同时也推动了建筑技术的发展和进步。表2是古建筑技术与材料现代化的实例。

**表 2 古建筑技术与材料现代化的实例**

传统技术/材料	传统特点	现代化应用方式	现代效果
木结构技术	传统木构架，具有良好的抗震性能和美观性	现代防腐处理、强化木材和预制技术	提高结构的耐久性和安全性，同时保留传统美学
青砖瓦	手工制作，质朴且有良好的隔热性能	使用现代高温烧制技术和环保材料进行生产	提高砖瓦的强度和耐用性，同时改善环境适应性
传统屋顶铺设技术	采用瓦片，防水性强	使用新型防水材料和快速铺设技术	提高防水性能和施工效率，同时保持传统风貌

## 5 古建筑元素在现代建筑设计中的创新

### 5.1 传统元素的现代解读与应用

在现代建筑设计中，传统元素的现代解读与应用为建筑注入了创新的活力，使其既保留了历史文化的精髓，又符合当代审美和功能需求。通过对传统建筑元素的深度理解与再创造，设计师能够将传统元素以新的形式和技术融入现代建筑。例如，古老的传统装饰图案可以被简化和抽象化，以适应现代建筑的简约风格；传统的建筑形式如院落和廊庑可以通过现代空间规划和布局技术加以改造，满足现代人的生活需求。在材料选择上，设计师可以使用现代高性能材料来重新演绎传统元素的功能性和美学效果，如将传统木材的装饰元素转化为环保合成材料，或者将古老的砖雕工艺应用于现代预制构件中。这种创新不仅使建筑设计更加丰富和多样化，也提升了传统元素的实际应用价值，使其在现代建筑中展现出新的生命力和独特魅力。通过这种方式，传统与现代得以有机结合，传统元素在当代建筑设计中实现了新的突破与演绎。

### 5.2 新技术与新材料的融合

**表 3 新技术与新材料融合中的具体应用实例**

传统元素	传统特点	新技术与新材料应用	现代效果
雕刻花纹	手工雕刻，艺术感强	3D 打印技术进行精确复刻	高度还原传统艺术效果，同时提升制作精度与效率
古老砖瓦	传统烧制，质朴耐用	高强度复合材料与环保材料生产	增强砖瓦强度与耐用性，同时实现环境友好
木结构	传统木材，工艺精湛	现代防腐处理和预制木材技术	提高木材的耐用性和稳定性，同时保留传统风貌
传统屋顶铺设	瓦片铺设，防水性好	新型防水材料和快速铺设技术	提高防水性能和施工效率，同时保持传统屋顶美学

新技术与新材料的融合为古建筑元素在现代建筑设计中的创新提供了强有力的支持和广阔的空间。这一融合不仅使传统建筑元素得以重新诠释和应用，还显著提升了建筑的功能性和美学价值。例如，通过应用先进的建筑技术如计算机辅助设计（CAD）和 3D 打印，设计师能够精确地复刻古老的雕刻花纹，同时使用现代高性能材料如复合材料和轻质合金，能够在保持传统视觉效果的同时，增强

建筑的结构稳定性和耐用性<sup>[4]</sup>。智能建筑技术的引入，如动态调光玻璃和智能控制系统，能够实现建筑的环境适应性，同时兼顾传统美学和现代舒适度。表 3 展示了新技术与新材料融合中的具体应用实例。

### 5.3 现代建筑中的文化符号与象征

在现代建筑设计中，古建筑元素作为文化符号与象征的应用，不仅传承了丰富的历史文化，还为当代建筑增添了独特的文化深度和象征意义。通过将传统的建筑元素如牌楼、屋檐和装饰纹样融入现代建筑设计，这些元素不仅承载了过去的文化记忆，还赋予了新建筑独特的文化身份和地域特色。例如，传统的牌楼造型可以被用于现代商业建筑的入口装饰，以象征繁荣与喜庆；古典的屋檐曲线则可以被引入公共空间的设计中，以传达传统的庄重与优雅。现代建筑师通过对这些文化符号的创新解读，使它们不仅仅是装饰性的元素，而是承载文化价值和情感共鸣的媒介。这种结合不仅提升了建筑的文化内涵，还促进了人们对传统文化的认同与尊重，使现代建筑不仅具备实用性和美学价值，还成为文化交流和历史传承的重要平台。

## 6 结语

在中国古建筑元素的现代应用中，传承与创新的结合展示了历史与未来的对话。通过将古建筑的经典元素融入现代建筑设计，我们不仅能够保留和弘扬传统文化的精髓，还能在当代建筑中实现形式与功能的创新。古建筑的美学和工艺在现代设计中的再解读，使其不仅成为历史的延续，也成为当代建筑语言的重要组成部分。新技术和新材料的应用进一步拓展了传统元素的表现形式，使其在满足现代需求的同时，仍保持其独特的文化价值。未来，随着建筑设计理念的不断演进，我们有理由相信，古建筑元素将继续发挥其独特的魅力和影响力，为现代建筑注入更多的文化深度与艺术内涵。这种传承与创新的融合，不仅丰富了建筑设计的表现形式，也推动了文化遗产的保护与发展，实现了对传统与现代的双重尊重与创新。

### [参考文献]

- [1] 江丽. 古建筑元素在现代建筑设计中的应用[J]. 石材, 2024, 11(1): 22-24.
  - [2] 吴夷鸣. 探究古建筑元素在现代建筑设计中的应用[J]. 房地产世界, 2023, 12(24): 55-57.
  - [3] 刘凯. 论如何将古建筑元素在现代建筑设计中完美融合[J]. 居舍, 2022, 12(19): 76-78.
  - [4] 赵愈超, 倪轲. 古建筑元素在现代建筑设计中的应用探索[J]. 鞋类工艺与设计, 2023, 3(22): 175-177.
- 作者简介：薛亚培（1989.8—），毕业院校：河北大学，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：主创建筑师，职称级别：工程师。

## 浅谈超高层建筑的防排烟系统设计

赵凯辉

中国建筑科学研究院有限公司, 北京 100013

[摘要] 本论文聚焦于超高层建筑的防排烟设计, 详细阐述了其重要性、设计原则与方法, 通过分析实际案例, 探讨了现有设计中存在的问题及优化策略, 为未来超高层建筑的防排烟设计提供有益的参考。

[关键词] 超高层建筑; 防排烟; 设计原则; 优化策略

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13749

中图分类号: TU247

文献标识码: A

### Brief Discussion on the Design of Smoke Control System for Super High-rise Buildings

ZHAO Kaihui

China Academy of Building Research Co., Ltd., Beijing, 100013, China

**Abstract:** This paper focuses on the smoke control design of super high-rise buildings, elaborating on its importance, design principles, and methods. Through analyzing practical cases, it explores the problems and optimization strategies in existing designs, providing useful references for the smoke control design of future super high-rise buildings.

**Keywords:** super high-rise buildings; smoke control and exhaust; design principles; optimization strategy

#### 引言

##### (1) 超高层建筑的发展现状及趋势

超高层建筑在过去的一段时间内数量增长迅速, 在一些经济较发达地区, 超高层建筑的数量不断增加。例如, 中国在过去一段时间内建设了大量的超高层建筑。另外超高层建筑的高度不断攀升, 已建成使用的世界最高建筑前10名中, 有多座位于亚洲地区, 中国境内也有若干座。部分超高层建筑的高度不断突破新高。其次超高层建筑地域分布扩展: 从集中在长三角、珠三角等经济发达地区, 逐渐向其他区域扩展, 一些二线城市也出现了超高层建筑。

然而, 超高层建筑的建设也面临一些挑战和限制。例如, 建设和维护成本高昂, 对城市的交通、环境等可能产生一定影响。2021年10月22日, 住房和城乡建设部、应急管理部发布了《关于加强超高层建筑规划建设管理的通知》, 其中明确指出要严格管控新建超高层建筑, 从严控制建筑高度, 合理确定建筑布局, 深化细化评估论证, 强化公共投资管理, 压紧夯实决策责任等; 以后超高层建筑会面临的发展需要在满足城市发展需求的同时, 充分考虑安全、可持续性、经济等多方面因素, 通过技术创新和科学管理, 实现健康、有序的发展。

##### (2) 防排烟设计在超高层建筑中的重要性

超高层建筑由于其内部结构的复杂性和特殊性, 因此在火灾风险方面需要更加严格的管理和防护。防排烟设计作为建筑消防设计的重要内容, 对人员疏散、火灾救援等都有很重要的作用。超高层建筑垂直高度大火灾时烟囱效应明显, 烟雾容易在竖向通道中快速上升。科学的防排烟设计可以削弱烟囱效应的影响, 将建筑内部的烟气控制在

一定范围内, 防止烟雾在整个建筑内扩散, 从而降低火灾的影响范围, 减少人员伤亡, 降低火灾经济损失。

#### 1 超高层建筑防排烟设计的基本原理与要求

##### 1.1 火灾烟气的特性及危害

烟气常常伴有有毒气体的排放, 如一氧化碳、氰化氢、二氧化硫、二氧化氮等。这些气体的含量往往超过人们生理正常所允许的最高浓度, 可能引发中毒甚至死亡; 火灾时的烟气中含有大量的烟尘颗粒, 这些颗粒不仅会对人体的呼吸系统造成刺激和伤害, 还可能携带有害物质进入人体, 长时间吸入这些烟尘颗粒可能导致呼吸道疾病、肺部损伤等; 火灾时烟气具有较高的温度, 房间内温度过高对人体呼吸道及内脏产生不可逆的灼伤, 且房间温度达到一定值后火灾会进入到轰燃阶段, 使火灾的危害性进一步扩大。

##### 1.2 防排烟系统的作用与分类

建筑防排烟系统的作用是控制火灾烟气的蔓延、保障人员安全疏散、有利于消防救援; 减少火灾危害, 保护人身和财产安全; 建筑防排烟系统分为防烟系统和排烟系统, 防烟系统主要是通过自然通风手段, 防止火灾烟气在楼梯间、前室、避难层等安全空间内积聚, 或者是通过机械加压送风手段阻止火灾烟气进入楼梯间、前室、避难层等空间; 排烟系统主要是通过自然排烟或机械排烟的手段, 将房间、走道等空间的烟气排到建筑物外。

##### 1.3 相关规范与标准对超高层建筑防排烟设计的特殊要求

超高层建筑因其高度比较大, 此时建筑受风压影响较大, 利用建筑本身的自然通风条件难以起到有效阻止烟气进入人员疏散安全区域的作用所以《消防设施通用规范》

GB 55036—2022 中 11.2.1 条规定：建筑高度大于 100m 的住宅、建筑高度大于 50m 的公共建筑和建筑高度大于 50m 的工业建筑的防烟楼梯间及其前室、消防电梯的前室和合用前室应设置机械加压送风系统；超高层建筑层数多，高度大，建筑安全疏散垂直高度很大，老弱病残难以短时间内通过疏散楼梯跑至室外，因此相关规范要求不超过 50m 需要设置避难层（间），相关规范也对避难区（间）提出要求，如《消防设施通用规范》GB 55036—2022 中 11.2.4 条规定，避难区采用自然排烟需要设置不同朝向的可开启外窗，且每个朝向的可开启外窗面积不小于 2 平方米，总有效开窗面积不小于总建筑的 2%，避难间应有一侧外墙具有可开启外窗，可开启有效面积应大于等于该避难间建筑面积的 2%，并不小于 2.0 m<sup>2</sup>，不能满足此规范要求的需按《建筑防烟排烟系统技术标准》中的相关要求设置机械加压送风系统。

此外超高层因其高度大，对防排烟系统的负担高度也做了相关规定，《消防设施通用规范》GB 55036—2022 中 11.2.2.3、11.3.3.2 条分别规定加压送风系统的服务高度不大于 100m，公共建筑排烟系统的服务高度不大于 50m，住宅建筑排烟系统的服务高度不大于 100m。

## 2 超高层建筑防排烟系统的设计要点

### 2.1 防烟系统设计

(1) 超高层建筑的下列部位要设置防烟系统，以保障人员的疏散安全

防烟楼梯间、封闭楼梯间、前室、合用前室、消防电梯前室、避难走道前室、避难间。

#### (2) 自然通风系统

①采用自然通风方式避难间至少设置两个方向的可开启外窗，可开启外窗的有效面积不小于本避难间建筑面积的 2%，且每个方向上可开启外窗的面积不小于 2.0 m<sup>2</sup>。不满足此要求的需要设置机械加压送风系统；

②超高层建筑的防烟楼梯间、前室、合用前室和消防电梯前室不允许采用自然通风；

③其余规定遵循常规防烟系统要求。

#### (3) 机械加压送风系统

①超高层建筑的防烟楼梯间、前室、合用前室和消防电梯前室均采用机械加压送风系统，为最大程度保证加压送风效果，每个楼梯间、前室等位置均应独立设置机械加压送风系统（风机、风管均独立设置）；

②超高层建筑的机械防烟竖向应该分段设计，每段加压送风系统的服务高度不应该超过 100m；

③避难间采用了机械送风系统也应该在外墙上设置可开启的外窗，可开启外窗的有效面积不小于本避难间建筑面积的 1%。且可开启外窗的有效面积的计算应按照《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251—2017 中有关自然排烟窗（口）开启的有效面积复核；

④机械加压送风系统的设计风量不应小于计算风量的 1.2 倍，加压送风风机应放在专用机房内；

⑤其余规定遵循常规防烟系统要求。

### 2.2 排烟系统设计

(1) 防烟分区的划分：防烟系统的划分应满足《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251—2017 中表 4.2.4 条的规定。注意空间净高的计算，当吊顶采用开孔率大于 25% 的镂空吊顶时，空间的净高应按结构板下的净高计算；如果采用的是封闭吊顶，空间净高则按封闭吊顶下皮净高计算；防烟分区应采用不燃材料划分防烟分区。挡烟垂壁的高度应该大于储烟仓厚度，并且挡烟垂壁的高度大于 500mm。

(2) 排烟方式的选择（自然排烟、机械排烟）：

《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251—2017 中表 4.1.1 条的规定：建筑排烟系统优先选用自然排烟，但针对超高层建筑（除高端公寓等居住建筑）实际项目中多采用机械排烟系统，从经济方面讲公共建筑一般层高较高可以满足排烟风管的安装空间，不会因为层高不够而额外增加层高提升造价；从实际排烟效果方面讲，超高层建筑受风压影响较大，火灾位置具有不确定性，自然排烟设置并不能完全保证排烟的效果，且超高层受开窗角度和高度的限制较多，自然排烟有效开窗面积较多层建筑投资更大，综上所述建议超高层建筑优先采用机械排烟系统。

(3) 排烟量的计算与确定

①建筑空间净高不大于 6m 的房间，防烟分区的排烟量计算值应大于  $60\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ ，计算风量也不应该小于  $15000\text{m}^3/\text{h}$ ；

②建筑空间净高大于 6m 的场所，其每个防烟分区的排烟量按照国家标准《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251—2017 第 4.6.3 条第 2 款的规定计算确定，且不小于标准中表 4.6.3 中的数值；

③仅对走道设置排烟时，其机械排烟量不小于  $13000\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ ；当房间和走道均设置排烟时，走道的机械排烟量按  $60\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$  计算，且不小于  $13000\text{m}^3/\text{h}$ ；

④一台排烟风机负担两个以上的防烟分区的排烟量时，净高不超过 6m 区域，排烟风机的排烟量不小于任意相邻的两个防烟分区的排烟量之和的 1.2 倍；对于净高超过 6m 的区域排烟风机的风量应该按防烟分区中最大的排烟量的 1.2 倍计算；

⑤净高不同的场所（净高大于 6m 和净高小于 6m 的场所），排烟系统宜单独设置，因为其排烟量一般相差较大，风机选型和风管尺寸都相差很大，不适合共用排烟系统。

(4) 排烟系统的设计风量不应小于该系统计算风量的 1.2 倍，排烟风机应放在专用的排烟机房内。

### 2.3 防排烟系统管道的设计与布置

(1) 加压送风系统竖向风管应紧贴其所服务的区域；

排烟系统立管应尽量按区域预留,合理控制单个排烟风管的服务半径,尽量减少排烟管道对平面净高的影响。

(2) 加压送风风机建议放在系统下方,排烟风机放在系统最高点,防排烟系统管道在避难层高度集中,避难层管道在初步设计过程中应初步进行管线综合,优化布局,合理排布防排烟系统管道,施工图过程中采用先进技术(如 BIM 技术)对管线进行综合,保证其检修空间及空间净高。

### 3 超高层建筑防排烟系统的控制与联动

#### 3.1 排烟系统控制

(1) 机械加压送风风机的启动应符合下列规定:

①现场手动启动;②通过火灾自动报警系统自动启动;③消防控制室手动启动;④系统中任一常闭加压送风口开启时,加压风机应能自动启动。

(2) 机械送风系统和电气火灾报警系统应该联动控制,具体操作参见《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的 4.5.1 条规定。

(3) 其余系统控制要求参见现行规范。

#### 3.2 排烟系统控制

(1) 排烟风机、补风机的控制方式应符合下列规定:

①现场手动启动;②火灾自动报警系统自动启动;③消防控制室手动启动;④系统中任一排烟阀或排烟口开启时,排烟风机、补风机自动启动;⑤排烟防火阀在 280℃ 时应自行关闭,并应连锁关闭排烟风机和补风机。

(2) 其余系统控制要求参见现行规范。

### 4 超高层建筑防排烟设计中存在的问题与挑战

#### 4.1 气流组织的复杂性

超高层建筑单一的使用性质并不能满足当今设计发展的需求,超高层建筑内部可能会承担更多的功能,因此会造成气流组织更加复杂多变,造成火灾时烟气流向的更多不确定性;更多的使用功能势必带来建筑火灾危险性的增加,不合理的建筑布局会造成气流组织的混乱,对建筑的安全性造成更大的危害;对此暖通防排烟设计过程中应全程参与,对建筑的房间布局、功能布局、风井等问题提出合理的意见和建议,尤其注重排烟和加压送风气流组织问题,防止烟气排出后又经加压送风系统送入到建筑的安全区域,这样会对建筑的安全性起到相反的效果。

#### 4.2 超高层建筑竖向高度对防排烟效果的影响

超高层建筑高度大,采用自然排烟时会受外部风力影响很大,火灾位置和时间都存在不确定性,如果火灾时风正好是由室外吹向室内,此时自然排烟不仅不能起到排烟的效果,还会给火灾带来大量的空气,助长火势的蔓延,对建筑的安全性起到了反向作用;另外,新的防排烟规范

对排烟窗的高度做了明确要求,一般情况下可开启外窗,需要设置手动开启装置,并且超高层建筑一般是比较高档的建筑,使用方对建筑的美观性要求较高,从这两方面讲,超高层建筑建议采用机械排烟形式,其一能保证排烟效果,其二对建筑室内的美观性不影响。

#### 4.3 维护成本大

超高层的设备多,设备维护成本大,但是安全重于泰山,消防系统平时的维护、保养工作才是重中之重,保证了消防设备的正常运行才能保证广大居民的人身、财产安全;不能认为项目验收完成了任务就结束了,项目验收完成的第一天才是建筑本身服务于业主的第一天,也是消防系统开始保障建筑内人员安全的第一天,后面设备的维护、维修需要责任到人,只有这样才能保证人员安全。

### 5 超高层建筑防排烟设计的优化策略

#### 5.1 前期设计

设计前期各专业协同优化建筑布局,合理设计气流组织,保证系统人员安全疏散,避免排烟系统穿过加压送风场所,从源头上避免风险点,排烟和加压送风在室外的风口应该保证间距,避免出现短路现象,对建筑安全起到反向作用。

#### 5.2 智能化防排烟系统的发展

通过先进科技、设备提高防排烟系统的智能化程度,增加防排烟系统的可靠性,对烟感、温感等探测设备升级,提高其灵敏性,出现火灾时能快速响应,及时疏散人员,对防排烟的风机、阀门更新换代使用更可靠的设备。

#### 5.3 与其他消防系统的协同设计

防排烟系统作为消防系统的重要组成部分,应与其他消防系统协同作业,如防排烟系统与火灾自动报警系统协作能更及时开启防排烟的设备,为火灾前期人员安全疏散和消防队员扑救火灾创造有利的条件。

#### [参考文献]

- [1] 王洋. 某一类高层建筑防排烟系统设计[J]. 居业, 2019(4): 41-43.
  - [2] 张家兴. 超高层建筑暖通空调系统设计探讨[J]. 中国住宅设施, 2023(2): 40-42.
  - [3] 肖建文. 超高层建筑防排烟系统常见问题分析[J]. 中国设备工程, 2021(10): 2.
  - [4] 张晓露. 试论超高层综合办公楼防排烟系统设计[J]. 中华建设, 2018(11): 2.
  - [5] 赵维宁. 高层建筑防排烟系统设计及施工中应注意的问题[J]. 工程质量, 2022(9): 6-8.
- 作者简介: 赵凯辉(1989—), 男, 汉, 籍贯: 河北石家庄, 学历: 本科, 职称: 工程师, 研究方向: 暖通空调。

# 建筑设计中的可持续性原则及其实施策略

解通

河北华飞工程设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 建筑行业作为资源消耗和环境影响较大的领域,正面临着巨大的挑战与转型压力。传统的建筑设计和施工模式在能耗、资源利用和环境保护等方面存在诸多不足,亟需引入可持续性的理念和策略。可持续建筑设计不仅追求节能环保,还致力于提高建筑物的使用舒适度和长期经济效益。文中探讨可持续建筑设计的基本原则及其实施策略,以期为未来的建筑设计和发展提供理论指导和实践参考。

[关键词] 绿色建筑; 建筑设计; 可持续发展

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13748

中图分类号: TU9

文献标识码: A

## Sustainable Principles and Implementation Strategies in Architectural Design

XIE Tong

Hebei Huafei Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** As a field with significant resource consumption and environmental impact, the construction industry is facing enormous challenges and transformation pressure. Traditional architectural design and construction methods have many shortcomings in energy consumption, resource utilization, and environmental protection, and there is an urgent need to introduce the concept and strategy of sustainability. Sustainable building design not only pursues energy conservation and environmental protection, but also strives to improve the comfort and long-term economic benefits of buildings. The article explores the basic principles and implementation strategies of sustainable architectural design, in order to provide theoretical guidance and practical references for future architectural design and development.

**Keywords:** green buildings; architectural design; sustainable development

### 引言

建筑行业作为主要的能源消耗和碳排放来源之一,对自然资源的消耗和环境的破坏尤为严重。据统计,建筑行业消耗了全球约40%的能源,并产生了大量的温室气体和废弃物。在这种情况下,可持续建筑设计应运而生,并逐渐成为国际社会和各国政府推动绿色发展和低碳经济的重要举措。近年来,随着科技进步和环保意识的增强,越来越多的绿色建筑材料、节能技术和环保理念被引入到建筑设计和施工中,推动了可持续建筑设计的发展与普及。然而,在实际应用过程中,如何有效结合理论与实践,如何在实现节能环保的同时确保建筑的经济性和实用性,仍然是亟待解决的问题。

### 1 可持续性原则概述

#### 1.1 可持续建筑设计的概念

可持续建筑设计是一种通过优化资源使用、降低环境负荷、提高能源效率等方式,实现建筑物的生态效益和社会效益最大化的设计理念,不仅关注建筑本身的功能性和美观性,还强调在建筑全生命周期内对环境、资源和能源的友好使用。可持续建筑设计的核心在于减少对不可再生资源的依赖,促进可再生资源的利用,降低废弃物和污染的产生,从而实现建筑的绿色化、低碳化和高效化。在可持续建筑设计中,设计师需要考虑建筑物的选址、材料、

能效、水资源管理、室内环境质量等多个方面。

#### 1.2 可持续建筑设计的必要性

随着全球资源和能源的日益紧张,可持续建筑设计可以有效减少对不可再生资源的依赖,促进可再生资源的利用,提高资源和能源的利用效率,缓解资源和能源危机。传统建筑活动对环境和生态系统造成了大量的污染和破坏。通过可持续建筑设计,可以减少废弃物和污染物的产生,降低对环境的负面影响,保护生态系统的健康和稳定。通过改善室内环境质量、优化室内光环境、降低室内噪声等措施,可持续建筑设计可以提高居住者的健康和舒适度,提升生活质量。可持续建筑设计不仅有助于提高建筑物的环境效益和社会效益,通过推广可持续建筑设计,可以提升建筑行业的技术水平和市场竞争力,促进建筑行业的健康发展。随着各国政府对环境保护和可持续发展的重视程度不断提高,相关的政策和法规也日益严格。可持续建筑设计不仅符合政策和法规的要求,还可以获得政府的支持和激励,提高项目的合规性和竞争力。可持续建筑设计体现了对社会和未来的责任,通过推广可持续建筑设计,可以树立企业的绿色形象,提高企业的社会责任感,增强企业的社会影响力和美誉度。

### 2 建筑设计中的可持续性原则

#### 2.1 效率最优原则

效率最优原则是可持续建筑设计的核心之一,强调在

建筑设计和运行过程中,尽可能提高资源和能源的利用效率,减少浪费和无效消耗。在建筑设计初期,通过优化建筑的朝向、形态、布局和围护结构的热工性能,可以有效降低建筑的能耗。选用高效节能的设备和系统,如高效空调、照明设备、节水器具等,可以显著降低建筑的能源和水资源消耗。在建筑设计和施工过程中,通过资源的再利用和循环利用,可以有效减少资源的浪费。建筑物的日常运营管理同样是提高资源利用效率的重要环节。

## 2.2 自然能源利用原则

自然能源利用原则强调在建筑设计中,尽可能利用太阳能、风能、地热能等自然能源,减少对化石能源的依赖,实现建筑的低碳化和可持续发展。在建筑设计中,可以通过安装太阳能光伏发电系统,将太阳能转化为电能,为建筑提供电力供应;通过安装太阳能热水系统,将太阳能转化为热能,用于提供生活热水和供暖;通过合理设计建筑的朝向和窗户布置,最大限度地利用自然采光和太阳辐射,减少人工照明和供暖的需求。在风资源丰富的地区,可以利用风能发电技术,将风能转化为电能,为建筑提供电力供应。地热能是一种稳定、可持续的自然能源,通过地源热泵系统,可以将地热能转化为建筑物的供暖和制冷能源。在建筑设计中,通过合理布置建筑物的开口和通风系统,利用自然通风进行室内空气的流通和换气,减少机械通风设备的使用。

## 2.3 保护生态环境原则

保护生态环境原则强调在建筑设计中,尽量减少对自然环境的破坏,维护生态系统的平衡,保护生物多样性,实现人与自然的和谐共生。在建筑选址阶段,尽量避免选择生态敏感区,如湿地、森林、河流源头等地区,以减少对自然环境的干扰和破坏。在建筑材料的选择上,优先选用对环境影响较小的生态建材,通过减少建筑材料的生产和使用过程中的环境负荷,降低建筑对生态环境的影响。在建筑周围进行生态景观设计,通过植被绿化、水体景观、生态廊道等措施,改善建筑周围的生态环境,增加生物多样性,提升生态效益。在建筑设计和施工过程中,注重资源的节约和高效利用,减少资源的浪费和无效消耗。

## 2.4 避免污染原则

避免污染原则强调在建筑设计和施工过程中,尽量减少对环境的污染,维护空气、水体、土壤等环境要素的健康和稳定,实现建筑的环境友好化。在建筑设计和施工过程中,通过选用低污染建材、优化施工工艺、加强施工现场管理等措施,减少空气污染物的排放。在建筑设计和施工过程中,通过合理规划污水处理系统、优化施工排水管理、加强施工现场的水污染防治等措施,减少水体污染。在建筑设计和施工过程中,通过合理规划土壤利用、优化施工管理、加强土壤污染防治等措施,减少土壤污染。在建筑设计和施工过程中,通过选用低噪声设备、优化施工

工艺、加强施工现场管理等措施,减少噪声污染。

## 3 可持续性实施策略

### 3.1 选择绿色节能建筑材料

在可持续建筑设计中,选择绿色节能建筑材料是实现节能环保目标的基础。绿色建筑材料不仅具有良好的物理性能,还能在生产、使用和废弃过程中减少对环境的影响,从而实现资源的高效利用和环境的保护。

#### 3.1.1 材料选择

在建筑材料的选择上,应尽量选用环保和再生材料。例如,使用低VOC(挥发性有机化合物)涂料和无毒的建筑胶水,可以减少有害气体的排放,保障室内空气质量。使用再生材料,如再生混凝土、再生钢材等,可以有效减少对原生资源的消耗,降低建筑材料的环境负荷。优先选用本地生产的建筑材料,可以减少材料运输过程中产生的碳排放,同时促进本地经济的发展。例如,在木结构建筑中,可以选用当地种植的木材,这不仅有利于减少运输成本,还能提高建筑材料的使用效率和耐久性。选用高性能的隔热材料,如聚氨酯保温板、岩棉板等,可以显著提高建筑的保温性能,减少冬季的采暖能耗和夏季的制冷能耗。此外,在建筑门窗的设计中,可以选用具有良好隔热效果的低辐射玻璃(Low-E玻璃),进一步降低能耗。

#### 3.1.2 能源替代

在可持续建筑设计中,积极利用可再生能源,如太阳能、风能和地热能等,可以显著减少对传统能源的依赖。例如,通过在建筑屋顶安装太阳能光伏板,可以将太阳能转化为电能,供建筑使用;在有条件的地区,可以通过安装风力发电机,利用风能发电,减少对市电的需求。在建筑运行过程中,通过合理的设计和技术措施,可以有效回收和利用建筑内部产生的余能。例如,利用建筑内部的余热进行热水供应,或者通过热泵技术将低温余热转化为高温热能,供建筑采暖使用。此外,在空调系统中,通过安装热回收装置,可以回收空调系统中的废热,降低空调系统的能耗。通过安装智能能源管理系统,可以实时监测和调节建筑的能源使用情况,提高能源使用效率。例如,通过安装智能电表和能耗监测系统,可以实时监测建筑的电能消耗情况,及时发现和处理能耗异常;通过安装智能照明控制系统,可以根据室内外光线变化自动调节照明强度,减少不必要的电能消耗。

### 3.2 优化设计空间结构体系

与传统设计方法不同,可持续建筑设计更加注重建筑结构的安全性、舒适性以及能源利用效率,从而达到节能、环保的目的。在设计建筑时,需要特别关注气候条件的变化和能源的消耗。例如,通过合理的空间布局和结构设计,优化建筑的朝向和通风系统,利用自然光和自然通风减少人工照明和空调的使用时间,从而降低能源消耗。设计人员应充分利用自然通风和光线,确保室内环境的舒适度和

健康性,同时减少对空调和人工照明的依赖。建筑设计不仅要节能环保,还要保障使用者的舒适性。设计时需结合施工现场的具体气候条件和水文特征,合理规划建筑的密度和高度,确保建筑内外部环境的科学性和舒适性。例如,在设计中庭部位时,可以通过绿化设计,在夏季利用植物降低室内温度,减少空调的使用,降低能耗,同时也能减少室内噪声传播,突出生态建筑理念。合理规划建筑的密度和高度,可以有效利用土地资源,减少建筑对自然环境的影响。例如,在高密度地区,可以通过多层建筑和高层建筑的结合,优化空间利用效率;在低密度地区,可以通过合理的建筑布局,保持良好的通风和采光条件,减少对自然环境的破坏。设计时要考虑当地的气候特征,合理安排建筑物的朝向和布局,以最大限度地利用自然能源,减少对人工能源的依赖。在建筑设计中,还要考虑自然景观的设计需求,使居民在生活中能够得到身心的放松。例如,在小区内部设计自然植物和假山水景等,营造宜人的景观环境,满足人们的观赏需求。通过在建筑物的中庭部位设计绿化,可以在夏季利用植物降低室内温度,减少空调的能耗,如图2所示。在建筑内部空间的设计中,通过合理的功能分区和空间布局,可以提高空间的利用效率。例如,在住宅设计中,通过开放式厨房和客厅的结合,增加空间的通透性和互动性;在办公建筑中,通过灵活的办公区域和共享空间的设计,提高空间的使用效率,满足不同使用者的需求。

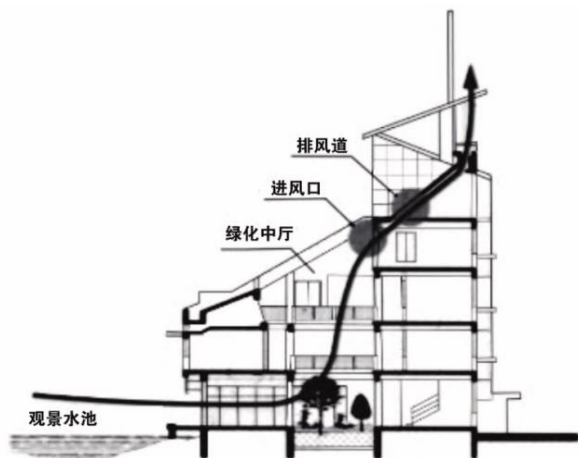


图2 绿色中庭设计降低空调能耗

### 3.3 科学规划选址

在选址过程中,应优先选择地势平坦、地质稳定的地区,避免在易发生自然灾害的地区建设。例如,在洪水频发的地区,应避免选址在低洼地带,选择地势较高的区域进行建设,以减少洪水带来的安全隐患。充分考虑当地的气候条件,合理规划建筑的朝向和布局。例如,在寒冷地区,应尽量将建筑朝向南方,以最大限度地利用太阳能进行采暖;在炎热地区,应合理布置建筑物和绿化带,以减

少阳光直射,降低建筑的冷却负荷。考虑周边环境的协调和融合,避免对自然景观和生态环境的破坏。例如,在自然保护区附近建设时,应采取必要的环保措施,保护周边的动植物资源,避免对生态环境的破坏。

### 3.4 通风设计

在设计建筑时,应充分利用自然通风,通过合理的窗户和通风口布置,提高室内空气的流通性。例如,在住宅建筑中,可以通过设置对流窗户和天窗,利用自然风进行通风,减少对空调系统的依赖;在办公建筑中,可以通过设计中庭和开放式楼梯间,形成自然通风的通道,提高室内空气质量。在一些不适合自然通风的建筑中,可以通过安装机械通风系统,提高室内空气的流通性。例如,通过安装新风系统,将室外新鲜空气引入室内,同时排出室内的污浊空气,保障室内空气的清新和健康。机械通风系统应与自然通风设计相结合,在满足室内通风需求的同时,尽量减少能源的消耗。在通风设计中,可以采用热回收技术,提高通风系统的能源利用效率。例如,通过安装热回收装置,可以回收排风中的热量,用于加热新风,减少通风系统的能耗。这种设计方法不仅可以提高通风效果,还可以显著降低建筑的能源消耗。

### 3.5 合理利用水资源

在建筑设计中,可以通过安装雨水收集系统,将屋顶和地面的雨水收集起来,用于绿化灌溉、冲洗厕所等非饮用水用途。例如,通过在屋顶设置雨水收集器,将雨水引入储水池,经过简单的过滤和处理后,可以用于建筑的日常用水,减少自来水的使用量。在建筑内部,可以通过安装废水再利用系统,将建筑内部产生的废水进行处理和再利用。例如,通过安装污水处理设备,可以将生活废水处理成中水,用于绿化灌溉和厕所冲洗,减少对天然水资源的依赖。在建筑内部,可以通过安装高效节水设备,减少水资源的消耗。例如,通过安装节水型马桶和感应式水龙头,可以显著减少建筑内部的用水量,提高水资源的利用效率。此外,通过安装智能灌溉系统,可以根据土壤湿度和气候条件自动调节灌溉量,避免过度灌溉和水资源浪费。

### 3.6 植物景观设计

在室内设计中,可以通过布置盆栽植物和绿墙,提高室内空气质量和湿度。例如,在办公室和住宅中,通过布置盆栽植物,可以吸收室内的二氧化碳和有害气体,增加氧气含量,改善室内空气质量。在建筑设计中,可以通过屋顶绿化的方式,减少屋顶的热量吸收,降低建筑的冷却负荷。例如,通过在屋顶种植草坪和植物,可以形成天然的隔热层,减少阳光直射对屋顶的加热作用,降低建筑内部温度,提高建筑的节能效果。在建筑外立面,可以通过垂直绿化的方式,增加建筑的绿化面积,改善建筑的微气候。例如,通过在建筑外墙设置攀缘植物和花架,可以



形成绿色的垂直景观,减少外墙的热量吸收,降低建筑的冷却负荷。此外,垂直绿化还可以有效减少城市热岛效应,提高城市的生态环境质量。

#### 4 结束语

可持续建筑设计作为应对资源短缺和环境危机的重要手段,已经成为全球建筑行业的发展趋势和必然选择。通过合理利用自然资源、采用绿色建筑材料、优化空间结构和科学规划选址等措施,可持续建筑设计不仅可以显著提高建筑的能源利用效率,减少对环境的影响,还能改善人们的生活和工作环境,提升建筑的长期经济效益。未来,随着科技的不断进步和环保理念的深入人心,可持续建筑设计将在建筑行业中发挥越来越重要的作用。

#### [参考文献]

- [1]李尚操,许周妹.哈尼族生态建筑设计与可持续发展[J].城市建设理论研究(电子版),2024,11(5):87-89.
  - [2]余昌盛,白旭.基于绿色评价标准的乡村新民居绿色生态化设计问题及策略——以云南省西畴县上寨村某新民居为例[J].住宅科技,2023,43(5):51-55.
  - [3]占世林,汪震铭,郑波.践行人居美好生活共创新时代好房子——立体生态建筑的设计与应用[J].中国勘察设计,2023,12(5):39-41.
- 作者简介:解通(1990,9—),毕业院校:河北大学,所学专业:建筑学,当前就职单位:河北华飞工程设计有限公司,职务:建筑设计师,职称级别:工程师。

# 自然采光在建筑设计中的应用与效果评估

王政皓

河北英科石化工程有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 全球对环保和节能的关注日益增加, 建筑行业面临着节能减排的压力。自然采光的应用, 作为提升建筑能效和舒适度的关键手段正在受到重视。有效利用自然光不仅减少了人工照明的需求降低了能耗, 还改善了居住环境和健康状况。理解自然采光的原理和应用效果, 有助于设计师在建筑项目中实现更环保、更可持续的设计目标。

[关键词] 建筑实际; 自然采光; 采光设计

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13747

中图分类号: TU23

文献标识码: A

## Application and Effect Evaluation of Natural Lighting in Architectural Design

WANG Zhenghao

Hebei Enco Petrochemical Engineering Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** The global attention to environmental protection and energy conservation is increasing, and the construction industry is facing pressure to save energy and reduce emissions. The application of natural lighting is receiving attention as a key means to improve building energy efficiency and comfort. The effective use of natural light not only reduces the demand for artificial lighting and energy consumption, but also improves the living environment and health conditions. Understanding the principles and application effects of natural lighting can help designers achieve more environmentally friendly and sustainable design goals in building projects.

**Keywords:** actual construction; natural lighting; lighting design

### 引言

自然采光在现代建筑设计中发挥着关键作用, 不仅提升了建筑的美学和功能性, 还显著影响能效、舒适度和环境可持续性。在追求绿色建筑和节能环保的背景下, 充分利用自然光成为减少能源消耗和改善室内环境的重要策略。随着技术进步和设计创新, 自然采光的效果日益显著, 推动了建筑行业的可持续发展。

### 1 自然采光的基本原理

自然采光是指通过自然光源——即太阳光——来满足建筑内部的照明需求。基本原理涵盖了光的传播、折射、反射以及光与建筑环境的相互作用, 自然光通过大气层的散射和折射抵达地球表面, 并在穿透建筑外围结构时经历了多种光学过程。这些过程包括光的散射、吸收和反射, 而建筑设计中的自然采光利用了这些光学特性来最大化光照的引入和分配。首先, 光照强度在不同的时间和地点会发生显著变化, 受太阳高度角、云层遮挡以及地形条件等因素的影响。建筑设计师在设计阶段通常会考虑窗户的大小和位置, 以优化光线的入射角和强度, 这一设计策略使得建筑内部的自然采光不仅受窗户面积的影响, 还与窗户朝向、玻璃的透光率以及室内反射率等因素密切相关。其次, 光线在建筑内部的传播受室内空间布局和表面材料的影响, 墙面、天花板和地面的材料颜色及光滑度直接影响光线的反射和散射, 从而影响室内光照的均匀度。为了提升光照质量, 设计师常采用高反射率的材料或设计特定

的采光井和光导管系统, 以改善光线的分布效果, 确保室内环境的光线均匀和舒适。最后, 建筑设计还需要考虑光线的分布, 即日照角度随时间的变化。建筑物的外形和遮阳装置, 如遮阳板或百叶窗, 可以调节进入室内的光线量, 以避免过度光照或光照不足的情况。科学合理的设计不仅可以最大化自然采光还能减少对人工照明的依赖, 从而达到节能和提升室内环境质量的双重目标。自然采光对人类的生活和生产活动有着重要的影响, 充足的自然光能显著提升人的生理和心理健康, 改善生活质量和工作效率。因此, 在日常生活空间中, 设计师应尽量利用直接自然采光, 以创造更为健康和舒适的居住环境。同时, 对于对光照敏感的空间, 如展览馆和博物馆展厅, 则需避免过多的直接自然光照, 以保护展品和优化空间使用效果。

### 2 建筑设计中自然采光的应用

#### 2.1 窗户设计

窗户设计在建筑中扮演着至关重要的角色, 直接影响自然采光的效果。合理的窗户设计不仅能够优化室内光照, 还能提升居住和工作空间的舒适度。自然采光对人类生活和生产活动至关重要, 它不仅能够提供充足的光线促进人的身心健康, 还能有效节约能源降低照明成本。充足的自然光有助于改善心理状态增强生产效率, 并在一定程度上提升生活质量。在日常生活空间中, 充分利用直接自然采光是设计的关键, 大面积的窗户可以引入更多的阳光减少对人工照明的依赖, 创造出明亮而舒适的环境。对于对自

然光敏感的特殊空间,如展览馆和博物馆展厅,窗户设计则需考虑到避免过多的直接自然光,这些空间往往需要控制光照的强度和方向,以保护展品和展览效果。在这类设计中,北向窗户或高窗设计可以有效减少直射阳光对展品的影响,从而提供柔和的间接光照,确保展示效果与空间舒适度的平衡。因此,在窗户设计中,必须综合考虑光照强度、方向以及用户需求,以实现最佳的自然采光效果,同时避免不必要的光照干扰。通过精心设计的窗户,不仅能够优化建筑的采光条件,还能为用户创建一个健康、舒适的室内环境。

## 2.2 采光井与天窗

采光井和天窗是建筑设计中有效引入自然采光的重要手段,它们能够显著提升室内的光照水平,增强空间的舒适感和功能性。自然采光不仅对人类的生活生产活动有着深远的影响,还对生理和心理健康至关重要。充足的自然光能够改善人的心情、提高工作效率,并有助于节能和减少对人工照明的依赖。采光井通过将自然光引入建筑的内部空间,尤其是在多层建筑中,能够有效地增加室内的采光面积,它不仅有助于提升空间的亮度,还能创造出通透、开阔的视觉效果,使室内环境更加宜人。采光井设计时应注意光源的方向和角度,以避免光照不均或产生强烈的眩光,从而确保光线的柔和和均匀。天窗则通过设置在屋顶或斜屋顶的开口,引入直接的自然光。天窗可以有效地提高室内的采光水平,并且具有较好的通风效果,它特别适用于需要充足自然光的空间,如生活区或工作室。对于需要控制光照强度的特殊空间,如展览馆和博物馆展厅,过多的直接自然光可能会对展品造成不利影响。在这种情况下,天窗的设计应考虑遮阳设施或可调节的开口,以防止强光直射。

## 2.3 光导管与反射器

光导管与反射器是优化建筑自然采光的关键技术,特别适用于那些无法直接获得自然光的深层或内部空间。它们通过高效引导和分配光线,不仅提升了室内光照质量还改善了光照均匀性。光导管是一种利用光学传导原理将自然光从建筑外部引入内部的系统,它通常由一个透明的采光口、高反射率的导光管和一个光扩散器组成。采光口通常安装在屋顶或外墙上,用于最大限度地捕捉太阳光。捕捉到的光线通过高反射率材料制成的导光管传导,导光管内壁经过特殊处理,能有效减少光损失。最后,光线通过扩散器均匀地分布到室内,从而实现深层空间的自然采光<sup>[1]</sup>。光导管系统的设计需要精确计算,以确保光线在传输过程中保持足够的亮度和均匀性。反射器则用于优化光线在室内的传播路径,反射器通常安装在光线较弱的区域,通过高效反射材料将自然光引导至需要照明的地方。反射器的形状和位置设计需要考虑光线的入射角和反射角,以最大化光线的利用率。这些设备能够显著提升室内的光照强度,

减少暗角和阴影区域,使整个空间更加明亮和舒适。光导管和反射器的结合使用,可以在建筑设计中实现高效的自然采光方案。光导管负责捕捉和传输自然光,而反射器则进一步优化光线的分布和利用。这种组合不仅提高了室内的光照质量,减少了对人工照明的依赖,还在能源节约和环境可持续性方面表现出显著的优势。通过精确的设计和合理的材料选择,光导管与反射器能够为建筑提供充足、均匀的自然光照,显著提升室内环境的舒适性和功能性。

## 2.4 透光材料

透光材料在建筑设计中扮演着至关重要的角色,它们不仅用于窗户和玻璃幕墙,还广泛应用于天窗、光导管和室内隔断等多个领域。透光材料的选择直接影响自然光的引入效率、光照质量以及室内环境的舒适性,常见的透光材料包括玻璃、聚碳酸酯和亚克力等,玻璃是最传统和广泛使用的透光材料,具有优异的透光性和稳定性。现代建筑中玻璃的种类和处理方式多种多样,如低辐射玻璃、夹层玻璃和中空玻璃等。低辐射玻璃在保证高透光率的同时,有效阻隔紫外线和红外线,提升能效。夹层玻璃通过夹入透明的安全膜,提高了安全性和隔音效果。中空玻璃则通过在两层或多层玻璃之间填充惰性气体,增强了隔热性能。聚碳酸酯和亚克力材料也越来越多地应用于建筑设计中。聚碳酸酯材料以其高强度、轻质和良好的透光性,广泛用于天窗和光导管系统。亚克力材料具有优异的可塑性和透明度,适用于室内隔断和装饰性透光墙面。两者都具备良好的耐候性和抗冲击性能,能够在各种气候条件下长期保持稳定的物理和光学性能。除了以上传统材料,近年来新型透光材料的应用也在逐渐增多。例如,光致变色材料和电致变色材料能够根据光照强度或电流变化,自动调节透光率,达到动态控制光线的效果。还有一些纳米材料和复合材料,通过调整微观结构,实现更高效的光传导和分散效果。

## 3 自然采光的效果评估

### 3.1 光照强度与均匀度的测量

光照强度与均匀度的测量是评估自然采光效果的关键环节。光照强度指的是单位面积上接收到的光通量,通常以勒克斯(lux)为单位表示。均匀度则反映了光照分布的均衡程度,是衡量室内光环境质量的重要指标。测量光照强度通常使用光度计或照度计,在不同时间和不同位置进行数据采集。典型的测量方法是在室内设置多个测点,记录各测点在同一时间段内的光照强度。这些数据能够反映出自然光在空间内的分布情况,帮助确定哪些区域光照充足,哪些区域存在光照不足的问题<sup>[2]</sup>。均匀度的评估一般通过计算各测点光照强度的最大值、最小值和平均值来进行。较高的均匀度值表示光照分布更加均匀,有助于减少室内的阴影和明暗对比,提高视觉舒适度。在实际测量过程中,还需要考虑光照的动态变化。例如,阳光的角度

和强度会随着时间变化,因此应在一天中的不同时间段进行多次测量,以获得全面的数据。特别是对于采光井、光导管等动态采光系统,这种全天候测量尤为重要。

### 3.2 能效与节能分析

能效与节能分析在自然采光效果评估中至关重要,通过有效利用自然光可以显著减少建筑对人工照明的依赖,从而降低能源消耗和运营成本。能效分析主要关注自然光的引入如何影响建筑的整体能源使用,包括照明、采暖和空调系统的能耗。自然采光系统设计良好的建筑能够在白天最大限度地利用自然光,减少人工照明的使用时间和强度。这样的设计不仅包括窗户、天窗和光导管的合理布局,还涉及透光材料的选择和反射器的应用,这些设计策略可以提高光线的传导效率和分布均匀性从而减少光损失。此外,自然采光对室内温度的调节也有积极影响。适当的自然光引入可以在冬季提供额外的热量,减少采暖需求;在夏季,通过遮阳和反射技术,可以有效控制室内温度,降低空调系统的负荷。这种季节性的调节能力进一步提升了建筑的能源效率。

### 3.3 用户舒适度与健康影响

用户舒适度与健康影响是自然采光效果评估中的关键方面,直接关系到建筑使用者的生活质量和身心健康,充足的自然光不仅可以提升室内空间的视觉舒适度,还对人体健康产生深远的积极影响。首先,自然光的全光谱特性有助于改善视觉环境,相比于人工光源,自然光能够提供更加均匀和自然的照明,减少眼睛的疲劳感和视力问题。适宜的光照强度和良好的光线分布能够减少室内阴影和强光反差,从而提升空间的视觉舒适度。这种良好的视觉体验对日常生活和工作都至关重要,能够有效提高居住和工作的愉悦感。从健康角度来看,自然光对人体生物钟的调节具有重要作用,通过调整昼夜节律,自然光能够促进健康的睡眠模式,提升人的精神状态和工作效率。充足的日光中的紫外线有助于体内维生素D的合成,这对骨骼健康和免疫系统功能至关重要。维生素D的缺乏可能导致骨质疏松和免疫力下降,因此,适当的自然光照射对维持健康的生理状态十分必要。此外,自然光还有助于预防季节性情感障碍和抑郁症等心理问题,研究表明充足的自然光能够改善人的心理状态,增强情绪稳定性,从而减少抑郁和焦虑的发生率。日常生活空间中更多的直接自然光不仅能够提升生活质量,还能够增强整体的心理健康。自然光的影响不仅限于视觉和生理健康,它还对室内空气质量有积极的促进作用。适当的光照有助于抑制霉菌和细菌的生

长,从而改善室内环境的卫生状况。通常自然采光伴随着良好的通风设计,这进一步提升了室内空气的流通和质量,创造了一个更加健康和舒适的居住环境。

### 3.4 环境影响与可持续性

自然采光的应用在环境影响和可持续性方面表现出显著优势。通过最大化利用自然光,建筑物可以大幅减少对人工照明的依赖,从而降低能源消耗和碳排放。减少电力需求不仅有助于节约能源,还能减少发电过程中产生的温室气体和其他污染物,对环境保护具有积极意义。自然采光设计还能优化室内温度调节,减少空调和采暖系统的使用频率和强度,这种能效提升进一步减少了建筑的能源消耗降低了运营成本,同时减轻了对化石燃料的依赖,有助于缓解能源危机和环境污染<sup>[3]</sup>。在材料选择方面,自然采光系统通常采用高透光率、耐久性强的材料,如低辐射玻璃和高反射涂层,这些材料的长使用寿命和高效能使其更具可持续性。此外,光导管和反射器等采光设备在制造过程中也逐渐采用环保材料和工艺,进一步减少了对环境的负面影响。自然采光的引入还改善了室内空气质量和卫生条件,有助于营造健康的生活和工作环境。这种提升不仅对居住者的健康有益,还能增加建筑的使用寿命和使用者的满意度,体现了可持续发展的理念。

## 4 结语

自然采光在现代建筑设计中发挥着至关重要的作用。通过合理应用窗户设计、采光井、天窗、光导管、反射器和透光材料,建筑物不仅可以实现高效的光照覆盖,还能显著提升能效减少能源消耗,改善用户舒适度和健康状况。同时,自然采光对环境保护和可持续发展具有积极影响。科学合理的自然采光设计,不仅提高了室内空间的功能性和美观性,还为实现绿色建筑和低碳生活提供了坚实的基础。通过不断优化设计和技术充分利用自然光资源,建筑设计将迎来更加光明和可持续的未来。

### [参考文献]

- [1]董玥.绿色自然空间在建筑设计中的有效应用[J].陶瓷,2022,12(11):154-156.
  - [2]张洁,吴捷,沈景华.自然采光在建筑改造节能设计中的应用[J].城市建筑,2021,18(30):128-130.
  - [3]万瑶敏.建筑设计中自然光设计手法的实践[J].山西建筑,2020,46(15):31-33.
- 作者简介:王政皓(1992,1—),毕业院校:河北大学,所学专业:建筑学,当前就职单位:河北英科石化工程有限公司,职务:建筑师,职称级别:工程师。

## 绿色建筑评估体系中的设计要素分析

贾静

河北中科建研工程设计有限公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**随着人类社会生产效率显著提升,资源与环境的消耗急剧增加,环境污染问题也日益严重。这一趋势使得保护环境的紧迫性及其重要性愈加显著。在全球范围内,环保意识的提升促使了绿色建筑理念的广泛推广,并催生了多种绿色建筑评估体系。为建筑环境性能的评估与提升,这些评估体系提供了科学的标准与方法。在这一背景下,绿色建筑评估体系中设计要素的分析变得尤为关键。本研究的目的在于深入探讨绿色建筑评估体系中的关键设计要素的分类与作用。期望为绿色建筑的设计与评估提供有价值的参考,推动绿色建筑设计的创新与发展,从而实现更高水平的资源节约与环境保护目标。

**[关键词]**绿色建筑评估体系;设计要素;要素分析

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13716

中图分类号: TU984

文献标识码: A

### Analysis of Design Elements in Green Building Evaluation System

JIA Jing

Hebei Zhongke Jianyan Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** With the significant improvement of production efficiency in human society, the consumption of resources and environment has increased sharply, and environmental pollution has become increasingly serious. This trend has made the urgency and importance of protecting the environment increasingly prominent. The increasing awareness of environmental protection worldwide has led to the widespread promotion of green building concepts and the emergence of various green building assessment systems. These evaluation systems provide scientific standards and methods for assessing and improving the performance of building environments. In this context, the analysis of design elements in the green building assessment system has become particularly crucial. The purpose of this study is to explore in depth the classification and role of key design elements in the green building assessment system, so as to provide valuable references for the design and evaluation of green buildings, promote innovation and development in green building design, and achieve higher levels of resource conservation and environmental protection goals.

**Keywords:** green building evaluation system; design elements; element analysis

#### 引言

在全球环境问题日益严重的背景下,绿色建筑作为推动可持续发展的关键手段,日益受到关注。关注的不仅是建筑的能效与资源利用,绿色建筑还重视其对环境及人类健康的整体影响。为了确保建筑设计和建设实践符合绿色建筑标准,各类绿色建筑评估体系相继出现。科学且系统的标准与指标,由这些评估体系提供,用以衡量建筑在节能减排、资源利用、室内环境质量等方面的表现,推动绿色实践在建筑设计与施工过程中的应用。设计要素在绿色建筑评估体系中扮演着至关重要的角色。涵盖建筑设计的多个方面,如节能设计、可持续材料选择、日照与自然采光等,这些要素还涉及结构设计、设备设计及环境设计等不同维度。直接影响建筑的能源消耗、环境影响及居住舒适度的,正是每一个设计要素,全面理解这些要素的作用,是有效绿色建筑设计的必要条件。综合考虑其相互作用,以优化建筑性能,在设计过程中显得尤为重要。基于此,对绿色建筑评估体系中的设计要素进行深入分析,变得极为重要。通过对这些要素的详细研究,关键点的优化设计

可以被识别,并在实际应用中改进,推动建筑行业朝向更加可持续的发展方向。

#### 1 设计要素在绿色建筑中的重要性

在绿色建筑中,设计要素的作用至关重要,其对建筑的环境性能、资源利用效率及整体可持续性决定着成效。涵盖建筑各个方面的设计要素,包括节能设计、可持续材料选择、结构优化、设备配置以及环境设计。这些要素的有效整合,显著提升了建筑的环保性能与使用舒适度。优化建筑的隔热性能和能源系统,通过节能设计,能源消耗及运营成本得以降低,同时自然资源的依赖也减少了。可持续材料的选择,环境负担不仅减轻了,还确保了建筑物的长期耐久性与安全性。尤其在资源节约及材料选择方面,通过结构设计的优化,结构的稳定性与经济性得到提高,废料产生则被减少。高效的 HVAC 系统与智能建筑系统的应用,在设备设计方面,能源利用效率及居住舒适度得到提升,碳排放也随之降低。环境设计措施,如雨水收集与再利用、绿色屋顶等,促进了资源的循环利用与生态平衡。

## 2 设计要素的分类与作用

### 2.1 建筑设计

#### 2.1.1 节能设计

在建筑设计中,节能设计的重要性不可忽视,其核心目标在于通过提升建筑的能源使用效率,达到降低能源消耗与运营成本的效果。涵盖了多方面措施的节能设计,包括外立面设计、墙体与屋顶的隔热性能、窗户选择以及遮阳系统的设计。通过高效隔热材料的应用及建筑外壳的优化,热量的流失或进入得到了有效减少,进而降低了取暖和制冷的能耗。窗户的位置与尺寸的合理安排,并选用高性能窗户玻璃,自然采光的最大化得以实现,同时对人工照明的依赖减少,节能设计还涉及建筑的空气流通系统,通过优化建筑密封性与通风设计,能量损失得到了进一步降低。

#### 2.1.2 可持续材料的使用

在建筑设计中,可持续材料的应用作为一个至关重要的设计要素,其核心在于选择和使用对环境影响最小、资源利用最有效的材料。通过这些材料的采用,不仅减轻了建筑过程中的环境负担,还显著提升了建筑物的长期性能与耐久性。通常具有低碳足迹、低挥发性有机化合物(VOC)以及较长使用寿命的可持续材料,例如再生材料或源自可再生资源的材料,如竹子、再生木材及环保混凝土,能显著减少对原材料的需求,并降低生产与运输过程中的能耗<sup>[1]</sup>。在选择这些材料时,其生产过程的环境影响也应予以考虑,优先选择那些能耗低且排放少的选项。此外,通常与节能设计结合使用的可持续材料,进一步提升了建筑的整体能源效率。

#### 2.1.3 日照与自然采光

在建筑设计中,日照与自然采光的重要性不可忽视。其作用不仅仅在于提高室内空间的舒适性,还对节能与环境保护起着关键作用。通过合理的日照设计,自然光的利用得以有效,减少了对人工照明的需求,从而降低了建筑的能源消耗。窗户的位置与尺寸的精确设计,以及采取适当的遮阳措施,有效地最大化了自然光的采集,同时避免了太阳辐射的过度引发室内过热。此外,优化的日照设计不仅改善了室内空气质量,还为居住者提供了更健康的生活环境,显著的积极影响体现在自然采光对居住者心理与生理健康的提升上,同时增加了其幸福感与生产力。

### 2.2 结构设计

#### 2.2.1 结构材料的绿色选择

选择绿色结构材料是实现建筑可持续性目标的关键因素之一。环境影响较小的材料被选用,可以显著降低建筑的碳足迹及资源消耗。例如,再生材料、低碳水泥或高性能混凝土的使用,不仅减少了原材料开采及加工过程中能源的消耗,还降低了对自然资源的依赖。更高的耐久性和较低的维护需求通常是绿色材料的特点,这些特性延长了结构的使用寿命,并减少了生命周期成本。此外,建筑废料的减少也是使用可再生或可循环利用材料的一个重

要优势,这进一步支持了建筑整体的环境友好性。

#### 2.2.2 结构优化与资源节约

在建筑设计中,结构优化与资源节约的作用至关重要。通过精确设计的结构,可以显著提升建筑性能,同时减少资源的消耗。结构优化的核心在于通过合理配置构件、改进设计方案,以及应用先进的计算方法,确保在荷载作用下,材料的强度与刚度被最大限度地利用。这种优化不仅增强了结构的承载能力与稳定性,也减少了材料的使用,从而降低了建筑的成本及环境负担。利用优化技术,如结构分析软件与有限元分析,可以帮助设计师准确预测应力分布与变形情况,满足安全性要求的同时,减少材料浪费。在结构设计过程中,合理的布局与节能设计也能降低能耗,减少资源需求,从而推动建筑行业向更加环保与经济的方向发展。

### 2.3 设备设计

#### 2.3.1 高效 HVAC 系统

高效的 HVAC 系统(加热、通风与空调系统)在建筑设计中的作用不可或缺,其核心在于提升能源利用效率并改善室内空气质量。通过引入先进技术与设备配置,高效 HVAC 系统不仅满足了舒适环境的需求,还显著降低了能耗。现代 HVAC 系统的创新措施包括变频控制、热回收技术以及智能温控等。通过变频控制技术,设备的运行速度会根据实际需求进行调整,从而减少了不必要的能源浪费。废热中的部分热量则通过热回收技术被回收,并再利用于建筑的加热或冷却,这进一步提高了系统的能源效率。

#### 2.3.2 智能建筑系统与控制

智能建筑系统与控制在现代建筑设计中扮演着至关重要的角色。通过先进的信息技术与自动化控制系统的整合,建筑的功能性、舒适性及能效得到了显著提升。涵盖自动化照明、温控、安防监控以及能源管理等多个方面的这些系统,通过传感器、控制器及网络技术,能够实现对建筑内部环境的实时监控与调节。自动化照明系统,举例来说,会根据自然光的强度或室内活动的状态,自动调整灯光的亮度及开关,从而既节省了能源,又提供了合适的照明条件<sup>[2]</sup>。温控系统则根据居住者的行为模式及天气变化,智能调节室内温度,既保持了舒适的居住环境,又降低了能耗,通过能源管理平台,智能建筑系统还能对建筑的能源使用进行实时监控,优化能源分配,识别并解决能源浪费问题,从而减少了运营成本,并提高了能源效率。

### 2.4 环境设计

#### 2.4.1 雨水收集与再利用

雨水收集与再利用在环境设计中发挥着关键作用,通过对降水资源的有效管理与利用,不仅能减少对市政供水系统的依赖,还能减轻雨水对环境的负面影响。涉及到雨水收集系统的建立、储存装置的配置及雨水处理与再利用方案,这一设计要素显得尤为重要。雨水收集系统通常包括屋顶雨水收集装置、排水管道及过滤系统,通过这些系

统, 降落在建筑上的雨水能够被引导至储水设施中。经过适当过滤与处理后, 储存的雨水可以用于绿化灌溉、清洁或厕所冲洗, 从而减少自来水的使用, 进而节约水资源。城市内涝问题的缓解亦是雨水再利用的重要作用之一, 它有助于减轻地表径流对城市排水系统的压力。

#### 2.4.2 绿色屋顶与墙体设计

绿色屋顶与墙体设计在环境设计中的重要性不可忽视。通过将植物覆盖层与建筑结构相结合, 这种设计不仅提升了建筑的视觉美感, 还带来了显著的环境效益。绿色屋顶通常包括种植土层及植被, 这些植物能够有效地吸收雨水, 减少雨水径流, 从而减轻城市排水系统的压力, 缓解城市热岛效应。同时, 优良的隔热性能被绿色屋顶赋予, 这有助于降低建筑物的能源消耗及制冷需求, 从而减少温室气体的排放。绿色墙体通过在建筑外墙上种植攀爬植物或安装绿色墙面系统, 提供了额外的隔热层, 增强了建筑的能源效率。通过植物的光合作用, 空气质量得到了改善, 建筑的环境友好性也随之增加。除了上述环境效益, 绿色屋顶与墙体还为居住者创造了更加舒适的生活环境, 显著提升了建筑的整体生态性能。

### 3 绿色建筑设计的挑战与对策

绿色建筑设计的挑战主要体现在技术复杂性、成本控制以及设计标准的严格要求上。尤其在技术复杂性方面, 绿色建筑的要求尤为突出。这种设计不仅需在节能、节水和材料使用上进行创新, 还必须将先进的建筑技术与智能系统进行有效集成。多学科的综合设计需求使得设计师需具备深厚的专业知识以及跨领域的合作能力, 而现有的设计与施工团队在技术集成方面的经验往往有限。为解决这一挑战, 进行充分的技术研究和方案验证应在设计初期完成, 通过模拟与试验来确保技术方案的可行性与有效性。成本控制亦是绿色建筑中的关键问题之一。尽管绿色建筑在长期使用过程中能够实现经济效益, 其初期投入却常常较高, 这包括高效能设备、可持续材料以及智能系统的安装费用。如何在绿色建筑的长期节能效益与初期投资成本之间取得平衡, 成为设计中必须面对的难题。通过优化设计方案、选择性价比高的绿色技术与材料, 并探索政府及机构提供的绿色建筑补贴与融资方式, 初期成本压力得以有效降低<sup>[3]</sup>。设计标准的严格要求对绿色建筑设计提出了高标准与细致的要求, 这包括节能标准、环境友好材料的使用及室内空气质量等方面。不仅需严格遵循现行的绿色建筑标准, 设计师还需不断更新知识, 掌握最新的技术与规范, 同时, 设计团队应与相关认证机构紧密合作, 以确保设计方案的符合认证要求, 并进行必要的调整与改进。

### 4 绿色建筑要素的未来发展趋势

绿色建筑要素的未来发展将受到科技进步、环境政策变化以及社会需求演变的推动。技术不断进步中, 智能化与数字化将在绿色建筑设计中愈发扮演重要角色。智

能建筑系统的进一步发展, 使得更加精准的能源管理与环境控制成为可能, 通过实时数据分析优化建筑性能, 提升能效与用户舒适度。此外, 建筑信息建模 (BIM) 技术的普及, 将使绿色建筑设计的效率与协同性得到显著提高, 使设计师能够更准确地预测及管理建筑全生命周期中的环境影响。环境政策与法规的日益严格, 也将推动绿色建筑设计的深化。各国政府与国际组织将推出更加严苛的环保标准与认证体系, 鼓励低碳技术与可再生能源的采用, 推动绿色建筑朝更高水平发展。零能耗建筑与碳中和建筑, 未来设计中的主要目标将成为, 设计师在建筑材料选择、能源系统配置及建筑运营管理等方需要进行全面创新与优化。随着社会对环境保护与可持续发展的关注日益增强, 绿色建筑设计将更加重视建筑的社会影响与生态效益<sup>[4]</sup>。设计不仅关注建筑的能源与资源使用, 还将考虑其对周边环境与社区的积极影响。例如, 室内环境质量的提升将成为绿色建筑关注的重点, 包括改善空气质量、增加自然采光及降低噪声水平, 从而提高居住者的生活质量。同时, 更多生态设计元素将融入建筑设计中, 如绿色屋顶与垂直绿化, 以增强建筑的生态功能与美学价值。

### 5 结语

绿色建筑评估体系中的设计要素在实现建筑的可持续性 & 提升环境绩效方面, 扮演着关键角色。通过对建筑设计、结构设计、设备设计及环境设计等核心要素的深入分析, 对绿色建筑在节能减排、资源优化及环境保护方面的实际需求与挑战, 将能全面了解。在技术进步与设计创新不断推进的背景下, 绿色建筑评估体系将不断完善, 成为推动建筑行业向更高环保标准迈进的关键工具。随着环境保护意识的提升及绿色建筑理念的不断深化, 设计要素的优化策略也将不断演进。实现建筑环境的可持续性 & 提高建筑性能的目标, 依赖于我们持续探索与完善绿色建筑评估体系。应对全球环境变化及资源紧张的挑战, 要求我们积极贡献, 为建设更加绿色、环保及舒适的生活环境而努力。

#### [参考文献]

- [1] 李嫣翠, 黄向向. 基于 BIM 的绿色建筑预评估体系研究 [J]. 中小企业管理与科技 (中旬刊), 2021, 12(1): 104-105.
  - [2] 杨东东, 王亚亚, 吴宇婷. 浅谈绿色建筑节能评估体系与实例分析 [J]. 居舍, 2019, 11(34): 18-19.
  - [3] 翟宇. 绿色建筑发展与评估体系 [J]. 河南建材, 2017, 11(3): 77.
  - [4] 林霄. 绿色建筑评估体系优化研究 [D]. 四川: 西南交通大学, 2017.
- 作者简介: 贾静 (1998.6—), 毕业院校: 廊坊师范学院, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 河北中科建研工程设计有限公司, 职务: 建筑设计师。

# 建筑电气设计中的火灾隐患及其对策研究

侯彤彤

河北天艺建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050071

[摘要]在现代建筑工程中,电气系统的复杂性和重要性日益增加。电气设备种类繁多、使用环境复杂、负荷需求高,这些因素使电气系统面临显著的火灾风险。统计数据显示,电气火灾已成为建筑火灾的主要原因之一,对社会和经济造成了严重损失。随着城市化进程的加快和建筑行业的发展,电气火灾问题受到越来越多的关注,尽管国家和地方相关部门已加强对电气设计和施工的监管,并制定了多项标准和规范,实际应用中仍面临诸如设备选型不当、设计不规范和维护不足等挑战。通过科学研究和技术改进,深入了解电气设计中的火灾隐患及其对策,可以为电气系统的安全设计和管理提供理论支持和实践指导。

[关键词]建筑电气设计;火灾隐患;对策

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13744

中图分类号: TU85

文献标识码: A

## Research and Countermeasures of Fire Hazards in Building Electrical Design

HOU Tongtong

Hebei Tianyi Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050071, China

**Abstract:** In modern construction engineering, the complexity and importance of electrical systems are increasing day by day. The wide variety of electrical equipment, complex operating environments, and high load demands pose significant fire risks to electrical systems. Statistics show that electrical fires have become one of the main causes of building fires, causing serious losses to society and the economy. With the acceleration of urbanization and the development of the construction industry, the issue of electrical fires has received increasing attention. Although relevant national and local departments have strengthened supervision of electrical design and construction, and formulated multiple standards and specifications, practical applications still face challenges such as improper equipment selection, non-standard design, and insufficient maintenance. Through scientific research and technological improvement, a deep understanding of fire hazards and their countermeasures in electrical design can provide theoretical support and practical guidance for the safety design and management of electrical systems.

**Keywords:** architectural electrical design; fire hazards; countermeasures

### 引言

建筑电气系统是现代建筑不可或缺的组成部分,安全性直接影响到建筑物的正常使用和人员的生命安全。随着建筑规模和电气负荷的不断增加,电气火灾隐患也日益突出,成为影响建筑安全的重要因素。电气系统中的火灾隐患往往源于设计、设备选择、负荷管理等多个方面的不足,这些问题如果得不到及时解决,将可能导致严重的火灾事故。为此,深入研究电气设计中的火灾隐患及其对策具有重要意义,有助于提高建筑电气系统的安全性,减少火灾风险保障人员和财产安全。

#### 1 火灾隐患的影响

##### 1.1 对建筑物结构的影响

火灾对建筑物结构的影响深远而复杂。首先,高温火焰和烟雾对建筑材料造成直接损害,例如钢结构在高温下会发生显著的强度下降,可能导致结构失稳或倒塌。混凝土在火灾中虽然相对稳定,但在长时间高温作用下也会发生裂缝,从而降低承载能力。此外,火灾产生的烟雾和化学反应可能腐蚀建筑结构的表面,进一步削弱其强度。其次,火灾中的热膨胀现象可能导致建筑材料的变形,影响结构的整体稳定性。最终,这些结构损害不仅增加了火灾

后的修复成本,也对建筑物的使用寿命和安全性产生了长期影响。因此,及时有效的防火设计和材料选择对于保障建筑物在火灾中的安全性至关重要。

##### 1.2 对人员安全的威胁

火灾对人员安全构成严重威胁,火焰和高温直接威胁到人的生命,可能导致严重烧伤或窒息。火灾产生的烟雾不仅阻碍视线,还可能引发呼吸系统疾病,如烟雾中含有的有毒气体可能导致中毒或窒息。逃生过程中浓烟和火焰常使疏散通道变得危险,导致人员迷失方向或受困。火灾还可能引发建筑结构的坍塌,加剧人员的伤亡风险。因此,合理的火灾安全设计和应急疏散措施对保护人员安全至关重要。

##### 1.3 对财产的损失

火灾对财产造成的损失通常是巨大的,火焰不仅直接摧毁建筑物和内部设施,还可能引发连锁反应,导致设备、库存和文件的全损。建筑物的结构损坏和装潢烧毁,加上灭火过程中可能造成的水损,使财产损失更加严重。此外,火灾后的修复和重建费用也极为高昂,往往远超火灾前的资产价值。

## 2 建筑电气设计中的火灾隐患

### 2.1 不规范的建筑电气设计

不规范的建筑电气设计常常是火灾隐患的根源之一,



设计不符合标准的电气系统可能导致过载、短路等问题增加火灾风险。例如，电缆布置不当可能导致过热或电缆之间的接触不良，从而引发火花或电弧，这些隐患往往由于设计时未充分考虑负荷分配、散热要求以及防火安全等因素。电气设备的安装位置不合适或保护措施不足，也会导致电气系统在异常情况下失效，进一步加大火灾发生的可能性。此外，设计中对电气设备选型和规格的忽视，使得系统无法有效应对高负荷或突发情况，增加了电气故障引发火灾的风险。

## 2.2 电气设备故障引发的火灾

电气设备故障是引发火灾的重要因素之一，设备老化、制造缺陷或维护不当都会导致电气设备的功能失效。例如，绝缘材料的老化可能导致电线短路进而产生电弧或过热增加火灾的风险，设备内部的过热问题，尤其是在负荷过大或散热不良时可能导致设备本身起火。此外，连接部件的松动或接触不良，容易引发电火花进而引燃周围易燃物质，频繁的设备故障或突发的电气故障，如电气设备短路和过载，也可能导致电气系统失效进一步增加火灾风险，这些故障在未及时发现和处理的情况下，可能迅速发展成严重的火灾事故，对人员和财产安全构成威胁。

## 2.3 电缆和线路布置不当的火灾风险

电缆和线路布置不当显著增加了火灾风险，电缆的过度集中或不规范的排列容易导致局部过热，特别是在电缆无法有效散热的情况下，温度迅速升高可能引发火灾。此外，电缆穿越墙体或地板时，如未按规定处理可能造成绝缘层损坏，进而引发短路或电弧现象<sup>[1]</sup>。线路的交叉和缠绕也增加了短路的可能性，尤其是在电缆遭受物理损伤或压力时，电缆与其他建筑材料或装饰材料接触时，如果这些材料易燃，火灾风险进一步增加。设计不合理的布线方案不仅影响电气系统的稳定性，还容易造成电缆负荷过大激化火灾隐患。因此，电缆和线路布置的不当设计对火灾安全构成了显著威胁。

## 2.4 电气负荷超载问题

电气负荷超载是火灾隐患的重要来源之一，超载现象通常发生在电气系统设计未能充分考虑实际负荷需求的情况下，导致电流超过电缆和设备的额定承载能力，长时间的过载不仅使电气设备和电缆过热，还会加速绝缘材料的老化增加短路和电弧发生的风险。此外，超载情况下，电气系统的过热可能引发周围材料的燃烧进而引发火灾，负荷超载还可能导致电气保护装置频繁动作或失效，无法及时切断故障电流从而使火灾风险进一步增加。

## 2.5 电气短路与过载保护失效

电气短路和过载保护失效是火灾发生的重要隐患，短路通常发生在电气系统中的导体或绝缘材料出现故障时，导致电流异常增大产生过热现象，若保护装置未能有效感知或切断这种异常电流，热量持续积聚可能引发火灾。过载保护失效则表现为当电流超过正常范围时，保护装置无法及时断电导致电缆和设备长时间处于过载状态，进一步引发过热和电气故障。保护装置的失效通常由设备老化、维护不当或设计缺陷造成，使得系统无法在发生异常时进行有效的自动保护，

增加了火灾发生的风险。因此，短路和过载保护的失效直接威胁到电气系统的安全性，可能引发严重的火灾事故。

## 2.6 建筑材料选择不当

建筑材料选择不当显著增加了火灾风险。使用易燃材料，如某些类型的木材、塑料或低质量的隔热材料，可能在火灾中迅速燃烧助长火势，建筑材料的燃烧性能和烟雾生成量直接影响火灾的蔓延速度和烟雾对人员的威胁。如果选用的材料在高温下容易释放有毒气体或形成腐蚀性化学物质，可能对建筑结构和人员健康造成更大危害。材料的热稳定性不足，也会导致建筑结构在火灾中失去强度，增加倒塌的风险。

## 3 建筑电气设计中火灾隐患的对策

### 3.1 合理的电缆和线路布置

合理的电缆和线路布置是降低火灾风险的关键措施，科学规划电缆的布置可以有效减少过热和短路的风险。根据电缆的载流量和散热需求合理安排电缆走向，避免电缆过度集中，确保足够的散热空间。例如，电缆的间距应遵循《电气装置安装工程电缆敷设及安装规范》中的要求，以确保散热效果和电缆的安全运行。在布置电缆时，使用热稳定性强的电缆材料，如采用符合标准的交联聚乙烯（XLPE）绝缘电缆，其耐热温度可达90°C。合理选择电缆规格和路径，避免电缆穿越易燃区域，同时设置合适的支架和保护管道防止物理损伤。

表1 电缆载流量与散热间距示例

电缆类型	额定载流量 (A)	散热间距 (mm)
单芯电缆	30	50
多芯电缆	60	75
高温电缆	90	100

合理布置电缆和线路时应考虑以上数据表（表1）的指导值，确保系统在正常负荷下的稳定运行。通过优化布置和使用高质量电缆材料，能够有效减少电缆过热和短路风险，降低火灾发生的可能性。

### 3.2 电气设备的选择与维护

电气设备的选择与维护是保障电气系统安全的核心环节，选择高质量和符合国家标准的电气设备，能有效防止故障和火灾风险。例如，选择符合IEC 60947标准的断路器，可以确保在电流超负荷或短路时及时断电，从而避免电气火灾的发生（表2）。设备的额定值和性能参数应符合实际使用需求，以避免因设备过载或故障引发的火灾。维护方面，定期检查和保养电气设备，能够发现并修复潜在问题，防止设备故障。例如，定期清理设备内部灰尘和污垢防积聚导致过热，还应检查设备的接地系统和绝缘材料确保其性能正常。

表2 电气设备选择标准

设备类型	标准/要求	额定值
断路器	IEC 60947	额定电流≥25A
漏电保护开关	IEC 61008	漏电动作电流≤30mA
接触器	IEC 60947	额定电流≥40A
绝缘材料	IEC 60664	绝缘电阻≥1MΩ

通过选择符合标准的电气设备并进行有效的维护,可以显著减少故障风险和火灾隐患,保障电气系统的稳定性和安全性。确保设备在正常运行范围内工作,并定期进行维护,以延长设备使用寿命并提高系统安全性。

### 3.3 负荷管理与监控

负荷管理与监控是确保电气系统安全和高效运行的关键,通过实施实时负荷监控系统,可以精确跟踪电气设备的使用情况及时识别负荷异常。负荷管理系统采用传感器和数据采集技术,对电流、电压和功率因数进行实时测量,并通过中央控制平台进行分析,这种系统不仅能够检测到电气设备的负荷波动和潜在超载,还能实时调整负荷分配,避免电气线路和设备过载,定期分析负荷数据还可以预测设备的使用趋势,优化电力资源配置减少系统压力<sup>[2]</sup>。同时,系统中的报警机制可以在负荷异常时迅速发出警报促使及时处理,从而减少因过载或负荷不均引发的火灾风险,通过科学的负荷管理和精准的监控,可以有效提高电气系统的稳定性和安全性。

### 3.4 选择优质电气设备

选择优质电气设备是确保电气系统安全和稳定运行的基础,优质电气设备通常符合国际标准,具有较高的耐用性和可靠性。例如,选用符合 IEC 标准的断路器和保护装置,能够在电流异常时迅速切断电源,有效防止火灾和电气事故。优质电气设备还具备更好的热稳定性和绝缘性能,能够承受长期的负荷而不发生过热或绝缘失效。此外,优质电气设备通常配备先进的安全功能,如过载保护、短路保护和漏电保护,能够在发生故障时自动启动保护措施减少对系统的损害,设备的选择还应考虑适应性和兼容性,确保能够与现有电气系统无缝集成并发挥最佳性能,通过选择高质量的电气设备,可以显著提高电气系统的整体安全性和可靠性,降低故障率和火灾风险。

### 3.5 遵守电气设计标准和规范

遵守电气设计标准和规范是确保电气系统安全、可靠运行的基本要求。电气设计标准和规范提供了系统设计、设备选择、布线安装及维护的具体指导,确保系统符合安全、功能和性能的要求。例如,按照《电气装置安装工程电气线路施工及验收规范》进行设计和施工,可以确保电缆的布置、负荷计算和保护装置的配置符合规定,从而有效预防过载和短路等风险。规范中还包括对电气设备的安装位置、接地系统的设置以及防火措施的具体要求,通过严格遵守这些标准,能够确保系统的电气设备和布线方案在实际运行中满足安全标准,减少因设计缺陷或施工不当引发的安全隐患。定期更新和审查设计规范,以适应技术进步和新兴风险,也是维持系统安全和效率的重要措施。遵循电气设计标准和规范,不仅保障了系统的稳定运行,也有效预防了火灾和其他电气事故的发生。

### 3.6 安装漏电保护以及接地保护

安装漏电保护和接地保护是保障电气系统安全的重要

措施。漏电保护装置(RCD)能在电流发生泄漏时自动断电,防止漏电对设备和人员造成伤害,该装置通过检测电路中的漏电流,确保不超过设定的阈值,一旦检测到泄漏即刻切断电源,从而有效减少触电和火灾风险。接地保护则通过将电气设备的金属外壳连接到地面,确保在设备绝缘失效时,电流能够安全地流入大地,避免对设备和人员造成伤害<sup>[3]</sup>。接地系统的设计应符合国家电气安全标准,确保接地电阻值在规定范围内,保持有效的接地性能。此外,定期检查和维修漏电保护装置和接地系统,确保其正常运行,能够显著提升电气系统的整体安全性,防止由于漏电或接地不良引发的火灾和电气事故。

### 3.7 做好电气工程消防设计工作

做好电气工程消防设计工作是预防电气火灾的重要环节,有效的消防设计不仅包括合理配置电气设备,还涉及到对潜在火灾风险的全面评估。首先,在设计阶段,需充分考虑电气设备的散热要求和防火分隔,确保设备间有足够的散热空间,并设置防火墙或防火门以隔离高风险区域。其次,设计应包括完善的自动火灾报警系统和灭火系统,自动火灾报警系统应覆盖所有关键电气设备,并能够在发生异常时及时发出警报,灭火系统则应根据设备类型和布置情况选择合适的灭火器材,如二氧化碳灭火器或干粉灭火器,并确保其在设备周围可随时使用。此外,设计过程中还需明确电气线路的耐火等级,选择符合标准的耐火电缆,并确保电气设备的绝缘材料具有良好的耐火性能。通过实施这些设计措施,可以有效减少电气设备故障引发火灾的风险,提升电气系统的整体安全性和应急响应能力。

## 4 结语

在建筑电气设计中,识别和解决火灾隐患是确保安全运营的关键。通过对电气系统中可能出现的问题进行深入分析并采取相应的对策,可以显著降低火灾风险。合理的电缆布置、优质设备的选择、负荷管理与监控、遵守设计标准以及完善的消防设计工作,都是保障电气系统安全的基础。随着技术的发展和规范的完善,持续优化电气设计和管理措施,将进一步提高建筑电气系统的安全性和可靠性,为防范火灾隐患、保护人员生命财产安全做出积极贡献。

### [参考文献]

- [1]高柏迎. 建筑电气设计中的火灾隐患及其对策研究[J]. 中国住宅设施, 2024, 12(4): 55-57.
  - [2]连晓辉. 建筑电气设计中的火灾隐患及其对策研究[J]. 中国设备工程, 2023, 12(1): 215-217.
  - [3]李双建勋. 建筑电气设计中的火灾隐患及其对策[J]. 林业科技情报, 2022, 54(2): 149-151.
- 作者简介: 侯彤彤(1986.5—), 毕业院校: 沧州交通学院, 所学专业: 电气工程及其自动化, 当前工作单位: 河北天艺建筑设计有限公司, 职务: 电气设计师, 职称级别: 中级工程师。

# 超长混凝土结构裂缝在结构设计中的控制方法讨论

张兴和

中科(北京)建筑规划设计研究院有限公司河北分公司, 河北 石家庄 050027

**[摘要]** 超长混凝土结构因其长度和整体性要求, 在现代土木工程中得到了广泛应用, 如大跨度桥梁、超高层建筑和大型地下设施等。然而, 超长混凝土结构在施工和使用过程中常面临裂缝问题, 裂缝的产生不仅影响美观, 还可能会危及到结构安全。近年来, 随着监测技术、材料科学及施工工艺的发展, 裂缝控制的方法也在不断地改进。然而, 超长混凝土结构的裂缝问题依然复杂多变, 亟需通过系统的研究和工程实践, 提出更加有效的控制策略。文中根据混凝土裂缝成因, 结合作者参与的多个超长混凝土结构项目所采用的设计方法及结构措施, 探讨超长混凝土结构设计及裂缝控制的方法。

**[关键词]** 超长混凝土; 结构设计; 裂缝控制; 预应力

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13740

中图分类号: TU755

文献标识码: A

## Discussion on Control Methods for Cracks in Ultra Long Concrete Structures in Structural Design

ZHANG Xinghe

Hebei Branch of Beijing Zhongke Construction Design Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050027, China

**Abstract:** Ultra long concrete structures have been widely used in modern civil engineering due to their length and integrity requirements, such as large-span bridges, super high-rise buildings, and large underground facilities. However, ultra long concrete structures often face cracking problems during construction and use, which not only affect aesthetics but may also endanger structural safety. In recent years, with the development of monitoring technology, material science, and construction technology, the methods of crack control have also been continuously improved. However, the cracking problem of ultra long concrete structures is still complex and variable, and it is urgent to propose more effective control strategies through systematic research and engineering practice. Based on the causes of concrete cracks and the design methods and structural measures adopted by the author in multiple ultra long concrete structure projects, this article explores the methods of designing and controlling cracks in ultra long concrete structures.

**Keywords:** ultra long concrete; structural design; crack control; prestress

### 引言

随着城市化进程的加快和基础设施建设规模的不断扩大, 超长混凝土结构的应用愈加广泛, 它们具有跨度大、长度长的特点, 在桥梁、隧道、地下车库、机场跑道等大型工程中尤为常见。然而, 超长混凝土结构的裂缝问题始终是工程界关注的焦点。裂缝的产生不仅影响到结构的耐久性和使用寿命, 还可能导致结构功能的失效, 甚至引发安全事故。因此, 如何有效控制超长混凝土结构中的裂缝, 成为了土木工程领域的重要课题。

### 1 超长混凝土结构裂缝成因

#### 1.1 混凝土收缩引起的裂缝

混凝土的干缩是裂缝产生的主要原因之一。在硬化过程中, 由于水分蒸发, 混凝土体积会缩小。研究表明, 普通混凝土的干缩应变可达到  $300\sim 800\mu\epsilon$  (微应变)。当混凝土受到约束时, 这种收缩应变会引起拉应力。当拉应力超过混凝土的抗拉强度 (通常为  $2\sim 4\text{MPa}$ ) 时, 就会产生裂缝。在超长结构中, 混凝土的收缩累积效应更为显著。例如, 对于  $100\text{m}$  长的混凝土结构, 假设混凝土的平均干缩应变为  $500\mu\epsilon$ , 则该结构在无约束情况下可能会产生

高达  $50\text{mm}$  的总收缩量。这种收缩一旦受到外部或内部约束, 就可能导致显著的裂缝。

#### 1.2 混凝土构件受荷裂缝

超长混凝土结构由于其大尺寸, 常常承受较大的自重和外部荷载。研究表明, 混凝土的抗拉强度标准值通常在  $1.5\sim 3.0\text{MPa}$  之间, 而其抗压强度标准值可以达到  $10\sim 50\text{MPa}$ 。当结构受到外部荷载作用时, 如风荷载、地震作用或车辆荷载, 拉应力集中在结构薄弱部位, 容易超过混凝土的抗拉强度标准值, 从而产生裂缝。假设某超长混凝土梁长  $100\text{m}$ , 截面尺寸为  $0.5\text{m}\times 1\text{m}$ , 外部荷载引起的拉应力为  $2.8\text{MPa}$  (接近混凝土抗拉强度标准值上限)。在荷载反复作用下, 裂缝很可能在最大拉应力点处首先出现, 并随着荷载的增加而扩展。

#### 1.3 温度作用产生的裂缝

温度变化是引发超长混凝土结构裂缝的另一主要因素。温度变化会导致混凝土体积发生热膨胀或收缩, 研究表明, 普通混凝土的线膨胀系数约为  $10\times 10^{-6}/\text{C}$ 。在长  $100\text{m}$  的混凝土结构中, 如果温度变化幅度为  $20\text{C}$ , 则该结构的自由伸缩量可达到  $20\text{mm}$ 。如果结构受到外部

约束,产生的温度应力可能会达到或超过混凝土的抗拉强度标准值,从而导致开裂。图1展示了温度裂缝在实际工程中的表现形式。温度裂缝通常沿温度梯度显著的部位形成,例如在靠近外墙的区域,温度裂缝更为常见。

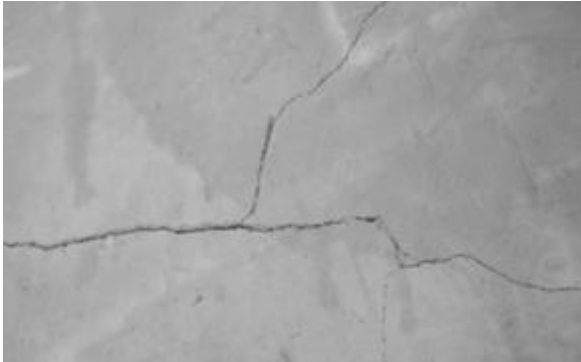


图1 混凝土温度裂缝图

超长混凝土结构中,尤其是在夏冬季节交替期间,温度裂缝更为普遍。例如,在昼夜温差达到 $20^{\circ}\text{C}$ 的条件下,超长混凝土结构极易在温度变化较大的部位出现裂缝,图1中的裂缝就是典型的温度裂缝表现。

## 2 裂缝控制原则

### 2.1 降低混凝土内应力

控制和降低内应力是裂缝控制的核心原则之一。常见的措施包括设置合理的变形缝、后浇带以及施加预应力等。

①变形缝设置:变形缝的设置间距通常根据结构的类型和环境条件确定。例如,对于100m长的混凝土结构,变形缝的间距一般为20~30m,这样可以有效减少由于温度变化或收缩引起的内应力,避免因内应力集中而产生裂缝。

②后浇带:后浇带的设置有助于减缓因不同阶段施工引起的应力集中。工程实践表明,在温差较大的地区,后浇带宽度通常要在800~1000mm之间,具体宽度应根据结构的具体受力情况和环境条件确定。

③施加预应力:通过施加预应力,可以在混凝土中引入预压应力,从而抵消一部分由外荷载或收缩产生的拉应力。数据表明,预应力混凝土结构的裂缝宽度需要控制在0.1mm以下,而未施加预应力的普通混凝土结构裂缝宽度可能达到0.2~0.3mm。

### 2.2 合理控制混凝土材料的收缩和温度变形

控制混凝土的收缩和温度变形对减少裂缝尤为关键。混凝土的水灰比直接影响其干缩性。研究表明,水灰比从0.6降低到0.4,可以减少混凝土的干缩应变约30%~40%。例如,某工程中采用低水灰比混凝土后,其裂缝发生率显著降低,裂缝宽度控制在0.1mm以内。掺加减缩剂后,混凝土的干缩应变可减少20%~30%。在实际工程中,通过优化配合比和掺加减缩剂,混凝土的裂缝数量和宽度明显减少。研究表明,降低浇筑温度 $5^{\circ}\text{C}$ 可以减少裂缝宽度约20%。在夏季施工时,可以通过采取降温措施(如在拌合水中加入冰块等),可以减少温度裂缝的产生。

### 2.3 提高混凝土的抗裂性能

要使用高性能混凝土并优化配比数据来达到提高混凝土的抗裂性能目的。高性能混凝土(HPC)具有较高的抗拉强度和韧性,有助于减少裂缝的产生。数据表明,使用HPC可以将裂缝宽度减少30%~50%。例如,在某桥梁工程中,采用HPC后,其裂缝宽度从普通混凝土的0.25mm减小到0.12mm。优化混凝土的配合比,可以提高其抗裂性能<sup>[1]</sup>。实验表明,掺加纤维材料(如碳纤维、聚丙烯纤维)可以有效提高混凝土的抗裂性能,裂缝宽度可减少20%~30%。在某高层建筑工程中,采用掺加聚丙烯纤维的混凝土,其裂缝宽度控制在0.15mm以下。

### 2.4 严格控制施工质量

良好的施工工艺和养护措施可以有效减少裂缝的数量和宽度。混凝土的均匀浇筑和振捣可以减少因不均匀沉降引起的裂缝。数据表明,均匀浇筑后的混凝土裂缝宽度通常控制在0.2mm以内,而不均匀浇筑的结构裂缝宽度可能达到0.3mm以上。混凝土早期养护对裂缝控制尤为关键。研究表明,良好的养护措施(如保持表面湿润)可以减少裂缝的数量约30%~40%。

## 3 超长混凝土结构裂缝控制与工程实践

### 3.1 设置伸缩缝、双柱变形缝、诱导沟

伸缩缝的设置是控制超长混凝土结构裂缝的重要手段之一。伸缩缝可以吸收结构由于温度变化、湿度变化和地基不均匀沉降所产生的变形,避免这些变形集中在某一位置,导致裂缝的产生。一般来说,对于普通钢筋混凝土结构,伸缩缝的间距通常为30~40m,而对于预应力混凝土结构,可以适当加大到50m左右。双柱变形缝通常用于较大跨度或较长的结构中,用于吸收温度应力或地震应力。根据工程经验,双柱变形缝的宽度一般为20~30mm,且应布置在结构的应力集中区域。例如,在某大型桥梁工程中,双柱变形缝的设置有效减少了因温度变化导致的裂缝,结构的耐久性得到了显著提升。诱导沟的作用是引导混凝土内部应力向特定位置集中,从而避免不规则裂缝的产生。诱导沟的设置通常在混凝土浇筑过程中进行,位置应在应力集中区域或可能产生裂缝的位置。例如,在某地下停车场工程中,诱导沟的设置有效控制了结构的裂缝宽度,裂缝宽度控制在0.1mm以内,显著低于设计标准的0.2mm。

### 3.2 设置后浇带、膨胀加强带及加强施工养护措施

后浇带通常设置在结构应力较大的部位,并在主体结构混凝土强度达到设计要求后浇筑。后浇带的宽度通常为800~1000mm,具体宽度取决于结构的受力情况和施工条件。工程数据表明,合理设置后浇带后,混凝土结构的裂缝发生率显著降低。在某大体积混凝土工程中,后浇带的设置使得结构的裂缝宽度控制在0.2mm以内,远低于未设置后浇带情况下的0.35mm。膨胀加强带的设置是通过在混凝土中加入膨胀剂来补偿混凝土硬化过程中产生的收

缩应力,从而减少裂缝的发生。膨胀加强带的宽度一般为1800~2000mm,膨胀剂的掺量则根据混凝土的配合比和施工要求进行调整。实验数据显示,加入膨胀剂后的混凝土其体积稳定性提高了15%~25%,裂缝发生率降低了30%~40%。在某高层建筑工程中,膨胀加强带的设置使得结构裂缝的最大宽度由0.3mm降低到0.15mm,有效提高了结构的整体性能。加强施工养护措施是确保混凝土结构不开裂的重要手段。早期养护对于防止混凝土表面裂缝尤为重要,合理的早期养护可以将混凝土裂缝宽度减少20%~30%。

### 3.3 改良混凝土材料及配合比、参加混凝土添加剂

降低水灰比、调整砂率和加入纤维等,也可以提高混凝土的抗裂性能。混凝土的水灰比直接影响其强度和干缩性。降低水灰比不仅可以提高混凝土的抗拉强度,还可以减少干缩裂缝的产生。适当增加砂率,砂率从40%调整到45%时,混凝土的抗裂性能可提高15%~20%。加入适量的纤维(如钢纤维、聚丙烯纤维)可以显著提高混凝土的抗裂性能和韧性。

添加混凝土添加剂也是改良混凝土材料性能的有效措施之一。使用减水剂,可以在不增加水灰比的情况下提高混凝土的工作性和抗裂性能。实验数据显示,使用高效减水剂后,混凝土的流动性可提高20%~30%,干缩应变可降低10%~15%,裂缝宽度可减少约20%。膨胀剂的加入可以补偿混凝土硬化过程中的收缩应力,减少裂缝的产生<sup>[2]</sup>。实验表明,膨胀剂掺量为水泥质量的8%时,混凝土的体积稳定性可提高18%,裂缝发生率可减少25%~30%。抗裂剂是一种专门用于提高混凝土抗裂性能的外加剂。其通过改变混凝土的内聚力和提高抗拉强度,有效减少裂缝的产生。

### 3.4 施加预应力

施加预应力是控制超长混凝土结构裂缝的有效手段,在结构中引入预压应力,从而抵消外荷载或收缩产生的拉应力,减少裂缝的产生。预应力的施加方式包括先张法和后张法两种。先张法是通过在混凝土浇筑前对预应力钢筋进行张拉,待混凝土达到一定强度后释放钢筋,从而在混凝土中引入预应力,适用于预制构件。后张法是在混凝土浇筑后通过预应力管道对钢筋进行张拉,从而在混凝土中引入预应力,适用于大跨度结构或需要现场浇筑的结构。

预应力计算公式:预应力的的大小可通过以下公式计算:

$$P = \frac{A \cdot f_t}{Z}$$

P为施加的预应力;A为混凝土截面面积; $f_t$ 为混凝土的抗拉强度;Z为结构截面的抗弯模量,此公式可以确定施加的预应力大小<sup>[3]</sup>。

## 4 超长混凝土结构裂缝的监测、评估与维护

在超长混凝土结构的设计与施工中,裂缝的出现是不可避免的。但是为了确保结构的安全性,就要对这些裂缝进行监测、评估与维护。

## 4.1 裂缝监测与评估

### 4.1.1 监测技术

随着科技的发展,裂缝监测技术不断进步,检测也更加地精准和高效。以下是常用的几种裂缝监测技术:①位移传感器:位移传感器可以通过测量裂缝的开合位移来监测裂缝的动态变化,具有高精度、响应快的特点,适用于实时监测。例如,某项目中使用的位移传感器精度可达±0.01mm,能够精准反映裂缝的动态变化。②光纤传感器:光纤传感器通过光信号的变化来反映裂缝的宽度和深度变化,因其抗电磁干扰、耐腐蚀、适应恶劣环境的优点,被广泛应用于裂缝监测。例如,在某工程中,光纤传感器检测到裂缝宽度的变化精度为±0.02mm,有效监测了裂缝的发展趋势。③超声波检测:超声波检测技术通过发射和接收超声波来检测裂缝的位置、深度和宽度,适用于检测隐蔽裂缝和评估裂缝的内在特征。在某个超长混凝土结构项目中,超声波检测系统发现了多处微裂缝,其检测深度可达500mm,宽度检测精度为±0.05mm。

### 4.1.2 评估标准

裂缝的评估需要依据相关标准和规范,结合监测数据,进行综合分析,以判断裂缝对结构安全性的影响。①宽度评估:裂缝宽度通常被认为是衡量裂缝严重程度的重要指标。根据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)2015版,对于暴露于空气中的混凝土结构,裂缝宽度一般不应超过0.3mm。某项目中,通过光纤传感器测得的裂缝宽度数据表明,结构的主要裂缝宽度在0.15mm至0.25mm之间,均符合规范要求。②深度评估:裂缝深度直接关系到结构的工作年限和使用安全。通过超声波检测,可以得到裂缝深度的数据。例如,某项目中的检测结果显示,裂缝深度在20mm~100mm之间,大部分裂缝深度较浅,对结构的整体稳定性影响有限。③发展趋势评估:通过长期监测数据,分析裂缝的发展趋势,可以预测裂缝的进一步扩展。某工程项目中的位移传感器数据表明,裂缝的扩展速率为0.01mm/月,裂缝的扩展速度较为缓慢,暂时不需要采取加固措施。

## 4.2 维护与修复

在对裂缝进行监测和评估后,需要采取适当的维护与修复措施,以保证结构的安全性和耐久性。

### 4.2.1 定期检查

根据裂缝的严重程度,制定合理的检查周期,及时发现裂缝的新变化。例如在某工程项目中,每季度进行一次裂缝的全面检查,记录好每条裂缝的宽度、深度,根据检查数据,如发现某些裂缝的宽度增长较快,在下一步维护中就重点检查。

### 4.2.2 裂缝修复

裂缝修复常用的修复方法包括注浆技术和加固措施。注浆技术通过向裂缝内部注入修复材料,填充裂缝并提高结构的整体性。例如,某项目中采用环氧树脂注浆技术,

对裂缝进行修复,注浆完成后,裂缝宽度从原来的 0.3mm 降低至 0.05mm,修复效果显著。对于较严重的裂缝,则可以采用加固措施,如外包碳纤维布或增加钢筋。某工程项目中,针对一条裂缝宽度达 0.5mm 的裂缝,采用碳纤维布包裹修复方法,提高了结构的抗裂能力。修复后,该裂缝未再发生明显扩展。

#### 4.2.3 记录与维护

在裂缝修复过程中,详细记录裂缝的监测数据、修复过程和维护措施,这不仅可以为后续的评估提供依据,还是今后维护工作的重要参考。

在实际工程中,需根据工程的具体情况,选择合适的监测技术和修复方法,并通过科学的数据分析,提高结构的安全性和使用年限。在未来的发展中,结合新技术与材料,进一步优化裂缝控制策略,将成为超长混凝土结构设计施工的关键研究方向。

### 5 结语

超长混凝土结构的裂缝控制是一项复杂而系统的工程,在实际工程中,综合使用裂缝控制措施,可以显著减少裂缝的产生和蔓延速度,保障结构的安全性和耐久性。

此外,现代监测技术的发展也为裂缝的早期发现和及时修复提供了技术支撑,有助于延长结构的使用寿命。未来的研究应更加注重新材料、新技术的应用,以及施工过程中实时监控与反馈机制的建立,以实现更加精确和有效的裂缝控制。通过不断的技术创新与工程实践,超长混凝土结构的裂缝问题必将得到更加有效的解决,为现代土木工程的发展提供更为坚实的基础。

#### [参考文献]

- [1] 卢蕾文,侯之瑶,张秋晨. 预应力混凝土路面板自应力湿接缝力学分析[J]. 西部交通科技, 2024, 12(5): 53-56.
  - [2] 李洪煊,王植林,李骄阳,等. 延迟膨胀持续补偿收缩防水混凝土在水池中的应用[J]. 特种结构, 2024, 41(3): 104-110.
  - [3] 张昊. 加强带与后浇带影响超长混凝土底板早龄期性能的比较研究[J]. 建筑施工, 2024, 46(7): 1009-1012.
- 作者简介: 张兴和(1989.6—), 毕业院校: 中国矿业大学徐海学院, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 中科(北京)建筑规划设计研究院有限公司河北分公司, 职务: 结构专业负责人, 职称级别: 中级(工程师)。

# 大中型灌区节水改造中防渗渠道断面优化设计研究

王斌

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

**[摘要]** 随着全球气候变化和水资源的日益紧张, 提高灌溉效率、减少水资源浪费已成为现代农业发展的迫切需求。大中型灌区作为农业生产的重要支撑系统, 其节水改造工作显得尤为重要。文章旨在探讨防渗渠道断面优化设计在大中型灌区节水改造中的应用, 通过理论分析与案例研究, 提出一套科学、合理的防渗渠道断面优化设计方案, 以期为我国大中型灌区的节水改造工作提供理论依据和技术支持。

**[关键词]** 大中型灌区; 节水改造; 防渗渠道; 断面优化

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13733

中图分类号: S275

文献标识码: A

## Research on Optimal Design of Anti-seepage Channel Section in Water-saving Renovation of Large and Medium-sized Irrigation Areas

WANG Bin

XPCC Surveying and Designing Institute Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** With global climate change and increasing water scarcity, improving irrigation efficiency and reducing water waste have become urgent needs for the development of modern agriculture. As an important support system for agricultural production, the water-saving transformation work of large and medium-sized irrigation areas is particularly important. The article aims to explore the application of optimized design of anti-seepage channel section in water-saving renovation of large and medium-sized irrigation areas. Through theoretical analysis and case studies, a scientific and reasonable anti-seepage channel section optimization design scheme is proposed to provide theoretical basis and technical support for water-saving renovation work in large and medium-sized irrigation areas in China.

**Keywords:** large and medium-sized irrigation areas; water-saving renovation; anti-seepage channel; section optimization

### 引言

大中型灌区的高效运行不仅关系到农业生产的安全, 更直接影响着水资源的合理配置与生态环境的保护。防渗渠道作为灌溉系统中的重要组成部分, 其性能直接影响着灌溉水的有效利用。传统的防渗渠道设计往往忽视了渠道断面的优化, 导致水资源的浪费和灌溉效率的低下。因此, 对防渗渠道断面进行优化设计, 成为提高灌溉效率、减少水资源浪费的关键。

### 1 防渗渠道断面优化设计理论基础

针对农业灌溉系统, 防渗渠道的断面优化设计是当前关键的研究课题, 其重要性及其在各个应用领域中的作用不容忽视, 为了有效地开展渠道横截面的优化设计, 我们需深入掌握并运用包括流体力学、土壤物理学, 以及灌溉工程学在内的众多学科领域的知识, 这些学科的综合应用, 为农业灌溉系统的高效运行提供了坚实的理论基础和实践指导, 在渠道横截面的规划过程中, 流体力学的原理扮演了一个不可或缺的角色。流体力学领域专注于探索流体在运动过程中的力学行为, 尤其注重对流动体的压力、流速及流量等关键参数进行准确测定与深入分析, 流体力学为防渗渠道断面设计提供了理论依据, 使我们能够理解水

在渠道中的流动特性, 进而创造出更满足实际需要的水利通道横截面形态与规模, 土壤物理学研究了水在土壤介质中的迁移机理, 这对于提升灌溉水资源的使用效率具有关键性的指导作用<sup>[1]</sup>。土壤物理学专注于探索土壤的物理属性, 涵盖其质地、结构、含水量等方面, 同时考量这些属性如何作用于水分的迁移和植物的营养摄取, 为了优化水道横截面的设计, 必须深入探讨土壤的物理属性, 以确保灌溉水能均匀且高效地渗入土壤, 防止水资源的不必要流失, 作为关注灌溉系统全面规划和提升的学科, 灌溉工程学呈现出多学科交叉的特点, 致力于系统整体的设计与效能优化。灌溉工程学集中于多个相关领域, 如水源的开发、输水网络的设计以及灌溉技术, 其目标在于同时提升灌溉的效率和节水的成效, 为了提升灌溉水效率与农地产出, 渠道横截面设计时需应用灌溉工程学原理, 这涉及对渠道材料的适宜性选择、渠道构造与布局的合理性设计, 以及灌溉系统操作管理的优化策略, 为提高防渗渠道的效能, 需对其断面进行优化设计, 这一过程涉及到流体力学、土壤物理学及灌溉工程学的综合运用。为了创建与实际需要相契合、效率更高、水资源消耗更低的农业灌溉系统, 必须对这些领域的知识进行彻底的掌握和运用。

## 2 防渗渠道断面优化设计方法

### 2.1 水力学模型分析

确保渠道的平稳与高效传输是优化灌溉系统的关键因素。运用数值模拟技术来进行分析与优化,是一种先进、有效的解决策略。这种技术依靠计算机辅助,能够精确分析水流运动过程中的各项参数,比如流速、水深的变化趋势,从而为设计合理、性能优化的灌溉渠道提供更多科学依据与实践指引。在具体的实践中,不同农作物对灌溉渠道断面的设计要求有着明确差异。譬如,水稻耕作通常偏好较大的水深与均匀分布的水量,以利于生长环境,与此相对的是蔬菜、果木类农业,其对于水深及水分布速度具有特定要求,以便调节生长期所需的湿度。因此,根据不同农业的需求,选择适当的断面形状和尺寸,以及适合合理的坡度调整变得尤为重要。运用数值模拟技术来进行渠道设计的好处在于它可以模拟各种可能的断面配置,比如梯形、矩形、半圆形或复合形式。通过对这些假设模型的应用,可以获得详细的结果反馈,例如流速分布情况、最佳水深保持策略等。这样的数据分析不仅能揭示最优的渠道尺寸和布置结构,还能预测潜在的问题和安全隐患。

以中国北方的一个大規模水稻田区作为实际案例来展开分析,研究人员在此地区引入了数值模拟法进行渠道设计评估。考虑到水稻生长对水质的要求,他们特别关注了水流速度分布的均匀性和适宜性。通过调整不同的渠道形状、坡度设计,以及引入不同层次的水流模拟实验,研究人员最终优化出了最佳的断面设计方案。实际案例结果显示,采用新设计渠道后的水稻亩产平均提高了约15%,而且,通过精确的水流控制,有效地避免了资源的浪费,农田内的水力条件更加平稳、稳定。这样的结果不仅增加了农民收益,也优化了整个农业生态系统的水资源管理效能<sup>[2]</sup>。

### 2.2 土壤水分平衡计算

围绕着有效利用水资源和高效灌溉农田的目标,我们需要综合考虑土壤的物理特性以及气象数据来精确计算灌溉水的入渗量与蒸发量,从而优化灌溉计划并降低水资源浪费。土壤的物理特性对于灌溉效果至关重要,包括不同的土壤类型、质地和结构具有不同的水分保持能力和渗透性能。制定合理的灌溉计划需充分考虑这些土壤特性,并确保水资源得到最大程度的利用。在制定灌溉计划时,首先需要了解土壤的质地和含水量,因为土壤的质地决定了其对水分的吸收和保持能力。通过实验室测试或现场观测,可以获取土壤的水分特征曲线,从而了解不同含水量下土壤的吸力和渗透性。此外,结合气象数据,可以计算灌溉水的蒸发量,这需要考虑到温度、湿度、风速等气象因素的影响。通过监测这些气象数据,并使用经验公式或数学模型,可以计算灌溉期间的蒸发量,从而确定灌溉水的实际需求量和合理的灌溉时间。另外,需要计算灌溉水的入渗量,即灌溉水被土壤吸收的量。入渗量的计算需考虑

土壤的物理特性和灌溉方式,通过模拟软件或实验方法,可以了解灌溉水在土壤中的渗透过程,并计算不同时间段的入渗量。综合考虑土壤物理特性和气象数据,可以制定优化的灌溉计划,确定合理的灌溉量和灌溉时间间隔,最大限度地减少水资源的浪费,并确保农田得到充足的水分供应。例如,在某农业生产基地,关于土壤水分和灌溉方面的工作进行了深入的研究和实践,通过对土壤物理特性和气象因素的全面分析,结合灌溉计划的优化和灌溉设备的升级,成功降低了用水量,提高了农作物的品质和产量,实现了水资源的可持续利用,为当地农业生产带来了明显的经济效益和社会效益。因此,结合土壤物理特性计算灌溉水的入渗量与蒸发量,并优化灌溉计划是减少水资源浪费的关键措施,有助于实现水资源的可持续利用,提高农业生产的效益和可持续性<sup>[3]</sup>。

### 2.3 材料与结构选择

为了确保农业灌溉系统的效率和减少水资源的浪费,渠道的防渗性能至关重要。为了增强渠道的防渗能力,选择适宜的防渗材料与结构是关键。混凝土和土工膜是目前市场上最为普遍和有效的两种防渗材料。混凝土作为传统且常用的建筑材料,其在水利工程中的应用历史悠久。其稳定性和耐久性已被众多实例所证明。在渠道建设中,混凝土可以用于浇筑渠道侧壁和底部,利用其优良的防水性能和结构强度来抵御水流的冲刷和侵蚀。此外,通过科学配置混凝土材料并优化施工技术,还能进一步提高其抗渗性能。不过,使用混凝土也需注意其对环境造成的影响以及其相对较高的成本。土工膜是一种新型的人工合成材料,以其良好的防水性能、轻便、灵活和经济性在水利工程中得到广泛应用。它由高分子材料制成,具有优异的抗渗性能,可以有效地阻止水分渗透。在渠道建设中,通过将土工膜铺设在渠道底部和侧壁,可以显著提高渠道的防渗性能。此外,土工膜的施工相对简便,对环境的适应性更强。但是,土工膜的老化和耐候性也需要在实际工程中予以关注<sup>[4]</sup>。

### 2.4 生态环保因素考量

在考虑渠道的改造方案时,除了提高渠道的防渗性能和水资源利用效率,我们还必须高度重视其对生态环境的影响。渠道改造工程涉及到生物栖息地和当地水质,因此必须确保改造方案的可持续性,实现经济效益和生态效益的双赢。渠道改造对生物栖息地的影响不可忽视。渠道是许多水生生物和周边野生动植物的重要栖息地。在改造过程中,不合理的工程设计和施工可能导致生物栖息地的破坏和丧失。因此,在制定改造方案时,我们应充分评估现有渠道周边的生态环境,避免大规模破坏栖息地。同时,通过优化断面设计、合理利用空间资源,为生物提供适宜的生存环境。渠道改造对水质的影响也需要重点关注。良好的水质是生态系统健康的关键。在改造过程中,可能会引入新的材料和结构,如混凝土和土工膜,这些材料的使



用可能会影响水质。因此,我们应选择环保型的防渗材料,避免使用有害化学物质。同时,加强水质监测和管理,确保改造后的渠道水质符合环保标准。为了确保改造方案的可持续性,我们还需从多个方面入手。在设计阶段,应采用生态友好的设计理念,充分考虑自然环境和生态系统的完整性。在施工阶段,采用环保施工方式,减少对环境的影响。在运营阶段,加强维护和监测,确保渠道的正常运行和生态环境的稳定。我们还需与当地政府、环保部门和社区居民进行充分沟通和合作。了解他们的需求和关切点,共同制定符合当地实际情况的改造方案。通过多方合作和共同努力,实现渠道改造的经济效益和生态效益的协调发展。渠道改造对生态环境的影响必须予以高度重视。通过科学的设计、环保的施工、有效的管理和多方合作,确保改造方案的可持续性,实现经济效益和生态效益的双赢<sup>[5]</sup>。

### 3 大中型灌区节水改造中防渗渠道断面案例研究

在中国某一历史悠久但长期缺乏有效维护的大规模灌溉系统中,水道设施建设存在多年的更新与维修滞后问题,这直接导致了大量的水资源损失以及低效的利用。基于这种情况的严峻性,本研究团队进行深度审视与分析,专注于现有灌溉渠道的具体现状,制定了一份细致周全的改善计划,目标在于大幅提升灌溉渠道的防漏效果,以及灌溉用水的整体利用效率。整个改造工作开始于渠道的整体整治。项目团队着重处理了一些关键问题点,包括全面清理、修复裂缝,以及更换受损严重的部分。这确保了渠道内部结构的稳定性和安全性,并为其整体性能提供了可靠的保障基础。后续阶段,则通过运用先进的材料技术和精准的施工作业工艺,针对性地加强了渠道结构,并实施了多维度的防水渗透技术措施。改造的显著成效体现在提高了防渗效果:通过一系列的技术应用与创新手段,在原有基础上显著增强了渠道抵抗渗漏能力。与此同时,结合对灌溉系统进行了深入优化改进的工作,进一步推动了灌溉用水利用效率的提升。改造后区域的水资源利用效率较之前提升了15%,同时大幅度减少了不必要和不必要的水资源浪费,实现节约水资源的同时,减轻了广大农民用户的财务负担。

水资源的更高效利用带来的不仅仅是成本的降低,还有经济收益的显著增加——农民在灌溉操作上的时间和劳动投入减少,意味着生产资源的更加灵活分配和更高时

间价值的创造,这为农业生产效益提升创造了空间。农作物通过充足、均匀分布的水分滋养得到了生长状况的优化,不仅产量得到了明显的提高,而且产品素质也随之增强。农民收入水平的增长极大地刺激了他们参与农业生产的积极性,对于节水技术的认识、理解和接受度都有了显著提升。农业生产的整体效益提高不仅促进了农户个体的利益,还促进了当地农业产业的长足发展和经济生态的平衡,为实现可持续发展的农村经济增长目标铺就了坚实的路径。总之,此项目的成功实施不仅展示了科技对农业现代化的影响,同时也验证了资源节约型农业对经济可持续发展和提升农户福利的正面作用。

### 4 结语

在大中型灌区节水改造过程中,针对现有渠道断面进行优化设计,以提高灌溉效率和减少水资源浪费至关重要。文章提出的优化设计方法,不仅关注技术层面的提升,更加注重生态环保和可持续发展的理念。我们深入研究和探索新型材料和技术应用,以提升渠道的抗渗性能和使用寿命。同时,我们还注重与自然环境相协调,保护生态平衡,确保改造工程在促进农业发展的同时,也为生态环境的改善作出贡献。这一思路为其他大中型灌区的节水改造提供了宝贵的参考和启示,推动了我国农业水资源管理和利用的可持续发展。

#### [参考文献]

- [1] 乔永梅,赵健.灌区节水改造中防渗渠道断面的优化设计[J].江苏建材,2022(5):33-34.
- [2] 罗科峰.灌区节水改造中防渗渠道断面的优化设计探讨[J].湖南水利水电,2022(2):95-97.
- [3] 姚治国.大中型灌区节水改造中防渗渠道断面优化设计[J].陕西水利,2020(4):75-76.
- [4] 江秀兰.浅谈灌区节水改造中防渗渠道断面的优化设计[J].黑龙江水利科技,2017,45(11):133-134.
- [5] 刘宗国,刘刚,刘长柱.太河水库输水渠道防渗加固设计分析[J].水利技术监督,2022(5):70-74.

作者简介:王斌(1989.1—),毕业院校:新疆农业大学,所学专业:水利水电工程,当前就职单位名称:新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司,职务:职员,职称级别:中职。

# 新时期工业建筑暖通设计中常用的节能措施研究

王艳敏

中国海诚工程科技股份有限公司, 上海 200031

**[摘要]** 随着全球能源资源日益紧缺与环境污染问题的加剧, 节能减排已成为各国政府和社会各界关注的焦点, 由于工业建筑规模庞大且能耗高, 在能源消耗和环境影响方面占据了重要位置。传统的暖通设计通常依赖于高能耗设备与单一控制方式导致能源浪费严重, 运营成本居高不下, 采用先进的节能技术成为提高工业建筑能源效率、减少运营开支的有效手段。近年来, 科技的进步为工业建筑暖通系统的优化提供了新的途径, 自然通风、自然采光技术、热回收系统、节能型空调与通风设备、智能化控制系统以及可再生能源的应用, 已在诸多现代工业建筑中广泛应用, 并展现了良好的节能效果和环保价值, 这些技术不仅提升了建筑的能源利用效率, 还推动了建筑行业向绿色可持续发展的方向迈进。

**[关键词]** 新时期; 工业建筑; 暖通设计; 节能措施

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13722

中图分类号: TU8

文献标识码: A

## Research on Commonly Used Energy-saving Measures in HVAC Design of Industrial Buildings in the New Era

WANG Yanmin

China Haisum Engineering Co., Ltd., Shanghai, 200031, China

**Abstract:** With the increasing scarcity of global energy resources and the worsening of environmental pollution problems, energy conservation and emission reduction have become the focus of attention for governments and all sectors of society. Due to the large scale and high energy consumption of industrial buildings, they occupy an important position in energy consumption and environmental impact. Traditional HVAC design often relies on high energy consuming equipment and a single control method, resulting in serious energy waste and high operating costs. Adopting advanced energy-saving technologies has become an effective means to improve energy efficiency and reduce operating expenses in industrial buildings. In recent years, technological advancements have provided new avenues for optimizing HVAC systems in industrial buildings. The application of natural ventilation, natural lighting technology, heat recovery systems, energy-saving air conditioning and ventilation equipment, intelligent control systems, and renewable energy has been widely used in many modern industrial buildings, demonstrating good energy-saving effects and environmental value. These technologies not only improve the energy utilization efficiency of buildings, but also promote the construction industry towards green and sustainable development.

**Keywords:** new era; industrial buildings; HVAC design; energy-saving measures

### 引言

随着全球能源需求的不断攀升及环保法规日益趋严, 建筑行业正面临前所未有的挑战与机遇。工业建筑作为能源消耗的主要领域, 其暖通系统的设计与优化对于实现节能减排的目标尤为重要。随着科技的快速发展和绿色建筑理念的广泛传播, 如何在工业建筑暖通设计中高效应用节能技术, 已成为当前研究的核心议题之一, 通过对自然通风与采光、热回收系统、高效空调与通风设备、智能化控制系统及可再生能源的全面分析, 期望为工业建筑的节能设计提供坚实的理论支持与实践指导, 助力建筑行业朝着绿色、可持续发展的方向迈进。

#### 1 暖通节能设计在工业建筑中的重要性

在工业建筑中暖通节能设计的重要性体现在直接降低建筑的能源消耗和提升整体系统的运行效率与环境可持续性, 随着工业建筑规模的不断扩大及其复杂性的增加,

传统的高能耗暖通系统很难满足现代节能减排的要求, 因此科学地将节能理念融入到建筑物的通风、供暖、空调等各个环节, 能够显著减少能源浪费并提高系统的稳定性和使用寿命, 合理的节能设计不仅有助于减少碳排放还能降低工业运营成本, 并符合建筑行业向绿色、低碳发展的趋势。在这一过程中节能设计不仅体现了技术优化的必要性, 还作为实现工业可持续发展和社会环保目标的重要手段。

#### 2 工业建筑暖通系统的特点

工业建筑的暖通系统具有多样性和复杂性, 主要特点包括高负荷运转、大量能耗以及严格的环境控制要求, 与民用建筑相比工业建筑的暖通系统需要适应多种工艺需求, 针对不同区域提供精确的温湿度调节、空气质量控制和通风量管理。由于工业设备通常会产生大量热量和污染物, 暖通系统必须有效地处理排风和制冷, 并且要具备高效的过滤与净化功能确保工作环境的安全与舒适。长时间

的运行和较高的能耗要求在设计过程中融入高效节能技术以减少长期运营成本,这些特点使工业建筑的暖通系统必须具备高度的灵活性、耐久性以及高效的运行管理能力。

### 3 新时期工业建筑暖通设计中的节能理念

在新时期的工业建筑暖通设计中,节能理念不再局限于简单的减少能耗而是基于全生命周期的全面优化,覆盖从设计到运行管理的各个阶段。设计初期节能理念特别强调系统的整体协调性,确保建筑结构、材料和暖通系统的深度匹配,从而尽可能减少不必要的能源浪费。智能化控制技术的应用进一步推动了节能理念的动态实施,相比依赖于固定设定和定时控制的传统暖通系统,智能系统能够实时监测环境参数,自动调整设备运行状态,使系统在不同负荷和环境条件下保持高效运作<sup>[1]</sup>。节能理念还倡导技术的综合应用,通过多种节能手段的协同作用来提升整体效能。例如,将热回收技术与高效空调系统结合,既可以降低空调能耗,还能够通过废热回收进一步减少能源消耗,利用可再生能源如光伏发电和地源热泵技术,可以有效减少对传统能源的依赖,实现建筑节能与可持续发展的双重目标。

### 4 工业建筑暖通设计中常用的节能措施

#### 4.1 自然通风与自然采光的应用

在工业建筑的暖通设计中,自然通风利用建筑的风向和温差促进室内外空气的自然流动,减少对机械通风系统的依赖,通过精心布置的开窗、通风井和风道,使新鲜空气能够顺利进入建筑同时将污染空气排出,不仅有助于保持室内空气还能显著降低空调和排风系统的能耗。利用自然采光技术能够有效减少人工照明的需求,通过设计合适的窗户和采光井引入充足的自然光源,提高室内照明的舒适度并降低电力消耗,光导管、天窗和光井等技术手段可以将外部光线引入室内深处优化光照分布,从而提升整体节能效果。

#### 4.2 热回收系统的优化设计

在工业建筑的暖通系统中,优化设计热回收系统是通过回收废气或废热来减少能源浪费,从而降低对供热或制冷的需求,优化设计的核心在于高效整合和精确控制回收过程实现最佳的能源利用率,为了达到这一目标必须选择适当的热回收设备,如热回收通风器(HRV)或能量回收通风器(ERV),这些设备能够从排风气流中有效回收热量并将其传递给新鲜进风,从而减少预热或冷却所需的能量。热交换器的类型和布局也至关重要,通过使用高效的热交换材料和技术,可以最大化热回收的效率<sup>[3]</sup>。表1展示了不同类型热回收设备的性能参数和适用情况,以帮助选择最合适的设备。高效运行的热回收系统还需要智能控制系统的支持,这些系统实时监测建筑内部的热负荷和气流状态,并根据实际需求动态调整热回收的强度和方式,智能化管理不仅提高了系统的整体效率,还防止了能源的浪费和过度消耗。表2提供了不同智能控制系统的功能对比及其对系统效率的影响。

表1 热回收设备性能对比

设备类型	热回收效率	能效比	适用环境	主要特点
热回收通风器(HRV)	60%~80%	3.0	中等气候区域	适用于湿度不高的环境
能量回收通风器(ERV)	70%~90%	3.5	高湿度或极端气候区域	适用于高湿度环境,可回收湿热

表2 智能控制系统功能对比

控制系统类型	实时监测功能	自动调整机制	节能效果	主要特点
基本控制系统	是	否	中等	简单的控制和监测功能
高级智能控制系统	是	是	高	实时监测、动态调整,适应性强

### 4.3 高效空调与通风设备的选用

在工业建筑的暖通设计中,选择技术先进、能效高的设备可以显著提升系统的性能和节能效果。空调设备的选择应着重于能效比(EER)和季节性性能因数(SEER),这些指标直观地反映了设备在不同运行条件下的能效表现。高效空调设备不仅在能源消耗上具有优势,还能够在负荷变化时自动调整运行模式,进一步优化能源利用效率。在通风设备的选择上,重点在于高效风机和风道系统的优化,高效风机利用先进的叶片设计和电机技术能够在提供充分通风量的同时减少能耗,风道系统的设计应注重减少空气流动阻力,采用光滑的内壁和合理配置的弯头降低风阻,从而提升风机的运行效率。设备选择时还需考虑建筑的具体需求和使用环境,进行全面的系统设计和优化。例如,变频控制技术可以根据实际负荷需求调整设备的运行速度实现动态节能,选择合适的过滤器和维护策略能保持设备的长期高效运行,降低维护成本和频率。

### 4.4 智能化控制系统的应用

智能化控制系统在工业建筑暖通设计中发挥了显著的节能效益和操作便捷性,通过集成先进的传感器、控制器以及数据分析技术能够实时监测并调整建筑内部的温度、湿度以及空气质量等关键参数,从而优化暖通系统的运行。智能控制系统的主要优势在于高精度的自动化调节能力,安装在建筑关键位置的传感器收集环境数据,系统则利用这些数据进行动态调整。例如,根据温湿度的实际变化,系统能够自动调节空调和供暖设备的状态,避免不必要的能源消耗,不仅维持了室内舒适度还显著减少了能源消耗和运营成本。智能化控制系统支持远程监控与操作,使管理人员能够通过计算机或移动设备实时查看和调整系统运行情况,这种远程管理功能提高了维护效率并能迅速响应突发的故障或异常,从而降低维修成本及停机时间<sup>[2]</sup>。结合数据分析与机器学习技术,智能控制系统还能够对设备运行数据进行深入分析,预测未来的能源需求趋势并进行优化调整,预测性维护与优化调整的能力进一步提升了系统的整体效率,并减少了不必要的能源消耗。

#### 4.5 低能耗建筑材料的应用

在工业建筑暖通设计中,低能耗建筑材料的应用显著优化了建筑外壳的能效,减少了建筑物的能耗需求,采用低能耗材料能够有效提升建筑的保温性能、隔热效果及气密性,从而减少对暖通系统的依赖。高性能保温板和隔热涂料是低能耗建筑材料的重要代表,这些材料能够显著提高建筑外围护结构的保温隔热能力减少室内温度的波动,降低加热和制冷的能耗。例如,外墙保温材料能有效阻挡外部的高温或低温,减少建筑内外热量的交换,从而减轻空调和供暖系统的工作负担。低辐射玻璃(Low-E Glass)则提升了窗户的能效性能,通过特殊涂层这种玻璃减少了热量的传递,同时允许更多的自然光进入建筑,不仅减少了对人工照明的需求还减轻了空调系统的负担达到了节能的效果。透气性良好的建筑材料有助于提高室内空气质量,减少对机械通风的需求。使用高透气性的外墙材料可以有效调节室内湿度,防止过度湿润导致的冷凝问题,从而降低暖通系统的能耗。

### 5 节能设备与技术的应用

#### 5.1 节能型空调系统

节能型空调系统通过引入先进技术和设备显著降低能源消耗的同时提高系统的运行效率和舒适度,这些系统通常配备高能效比(EER)和季节性能因数(SEER)较高的压缩机,能够在不同负荷条件下保持较高的能效。变频技术是节能型空调系统的一项核心创新,通过调节压缩机转速以匹配实际的冷负荷需求,减少了传统定速空调频繁启停所带来的能耗和机械磨损,节能型空调系统还配备高效的热交换器和冷凝器,这些组件通过优化热交换过程提升制冷和加热的效率。

表3 热交换器与冷凝器性能对比

组件类型	热交换效率	能效比	主要特点	适用场景
涡旋式热交换器	高	4.5	提供更高的热交换效率	高负荷环境
高效冷凝器	高	4.0	改进的散热性能,减少能耗	低至中负荷环境
标准热交换器	中	3.5	适合一般负荷环境	一般应用

表4 节能型空调系统关键特性

空调系统类型	能效比(EER)	季节性能因数(SEER)	变频技术	智能控制技术	主要优点
高效节能型空调	4.0	18	是	是	高能效、低能耗、智能调节
标准节能型空调	3.5	15	否	否	基本节能、经济实用
超高效节能型空调	4.5	20	是	是	极高能效、节能效果显著

表3展示了不同类型热交换器和冷凝器的性能对比。智能控制技术也是节能型空调系统的重要特点,该技术允许系统根据实时环境数据自动调整运行状态,通过精确控制温度

和湿度,避免了过度制冷或加热从而减少能源浪费,设计时还需考虑空调系统与建筑外围护结构的兼容性,采用高效的空气过滤和循环系统,既确保室内空气质量,又有效降低能源消耗。表4总结了不同节能型空调系统的关键特性和性能数据。

#### 5.2 可再生能源的应用

在工业建筑暖通设计中,应用可再生能源通过利用自然资源来替代传统的化石燃料,从而显著降低能源消耗和碳排放助力实现可持续发展目标。太阳能是最具代表性的可再生能源之一,可显著减少建筑对传统能源的需求,通过安装太阳能光伏板可以将太阳光转化为电力,为建筑的暖通系统提供清洁能源,太阳能热水系统通过收集太阳热量加热水源满足热水需求,这种方法减少了对燃气或电加热的依赖从而降低了能耗和运营成本。地热能利用地下稳定的温度进行供暖和制冷,热泵系统利用地下循环水源或地热井提供稳定的热量,既能满足建筑的供暖需求也能在夏季提供冷却,由于地热能的高效性与稳定性,热泵系统在运行效率上优于传统空调和供暖设备<sup>[4]</sup>。风能作为另一种可再生能源,通过风力驱动风机发电为建筑提供电力支持,特别是在风力资源丰富的地区,风力发电系统能够显著减少对电网的依赖降低电力成本。生物质能源提供了另一种环保选择,通过将有机废料和植物残余转化为热能或电力来使用,生物质锅炉能有效地利用农业废弃物、木屑等生物质燃料为建筑提供所需热量。

### 6 结语

新时期工业建筑暖通设计中的节能措施是提升建筑性能与实现可持续发展的重要途径,全面分析了自然通风、自然采光、热回收系统、高效空调和通风设备、智能控制系统以及可再生能源的节能技术,展示了它们在降低能耗、减少运营成本和改善室内环境质量中的突出作用,这些措施不仅能够满足现代建筑的节能减排需求,也加快了建筑行业的绿色转型。未来研究应重点评估这些技术的实际应用效果,探索不同场景中的优化方案,并进一步丰富相关理论与实践推动工业建筑暖通设计更高效、可持续的发展。

#### [参考文献]

- [1]张维娜,张昭朋.工业厂房暖通节能设计中存在的问题及解决措施[J].上海轻工业,2024,(2):174-176.
  - [2]冯卫,丁炯,符小兵,等.工业建筑暖通设计常用节能措施分析[J].洁净与空调技术,2022,(3):82-84.
  - [3]蔡卫灵.暖通空调节能减排优化设计措施[J].住宅与房地产,2020,(5):44-45.
  - [4]曲淑梅.节能技术在暖通空调设计中的应用探讨[J].全面腐蚀控制,2019,33(3):72-73.
- 作者简介:王艳敏(1990.10—),女,学历:本科,毕业院校:上海海洋大学,专业:建筑环境与设备工程,目前职称:中级,目前就职单位:中国海诚工程科技股份有限公司。

# 框架结构设计在建筑设计中的应用

商慧婵

石家庄赞皇县, 河北 石家庄 050000

[摘要] 基于我国经济的快速增长, 使得建筑行业得到了飞速发展, 对此人们也越来越注重建筑工程实用性, 为了更好地满足人们对建筑的多样化需求, 就必须提升对高层建筑框架结构的设计水准, 实现建筑的实用性与美观性都能跟上时代的发展。在实际的工程建设中, 框架结构的设计是整个建筑工程中最基础也是最重要的一项工作, 要想确保后期工程施工的安全性, 就必须提前打好稳固的基础, 对此文中主要针对高层建筑工程的框架结构设计进行了充分且深入的探究。

[关键词] 框架结构; 结构设计; 建筑结构; 应用

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13715

中图分类号: TU2

文献标识码: A

## Application of Framework Structure Design in Building Structure Design

SHANG Huichan

Shijiazhuang Zanzhuang County, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** Based on the rapid growth of Chinese economy, the construction industry has developed rapidly, and people are paying more and more attention to the practicality of construction projects. In order to better meet people's diverse needs for buildings, it is necessary to improve the design standards of high-rise building frame structures, and achieve that the practicality and aesthetics of buildings can keep up with the development of the times. In actual engineering construction, the design of frame structure is the most fundamental and important task in the entire building project. In order to ensure the safety of later construction, it is necessary to lay a solid foundation in advance. This article mainly explores the frame structure design of high-rise building projects in depth.

**Keywords:** framework structure; structural design; building structure; application

### 引言

框架结构设计, 作为建筑设计的一种重要形式, 已在各种建筑项目中得到广泛应用, 涵盖了高层办公楼与大型工业厂房。现代建筑设计的优选, 正是由于这种设计形式具有卓越的灵活性与适应性。梁柱系统的核心优势在于, 荷载能够有效地被分配与传递, 从而提供结构的稳定性与空间的灵活性。随着建筑技术的不断发展, 框架结构设计也在持续演进, 先进的计算方法与材料科技被融入其中, 以应对建筑需求与环境挑战的日益增长。建筑的安全性与耐久性得到增强, 空间利用率提高, 建造成本则降低了, 优化的框架结构设计带来了这些好处。深入探讨框架结构设计的实际应用及其在不同建筑环境中的表现, 对于提升建筑物的整体性能及推动建筑行业的进步, 具有重要意义。

### 1 建筑框架结构设计的重要性

建筑框架结构设计在整体建筑结构体系中占据核心地位, 其重要性在多个方面得到了体现。作为建筑物荷载的主要支撑系统, 荷载被均匀地通过梁柱等构件传递至地基, 从而确保建筑物的稳定性与安全性。在抗震设计中, 显著提高了建筑物的抗震性能的是框架结构的合理配置, 这种配置降低了地震对建筑物的潜在损害, 并保障了人员的安全。耐久性与使用寿命的另一个关键方面在于框架结构设计, 通过科学选择材料及合理布置构件, 有效避免了

由于设计缺陷所引发的结构破坏及安全隐患。施工效率的提升、成本的减少, 以及建筑物的灵活性与适应性的增强, 都是优化框架结构设计带来的显著优势, 使得不同建筑功能的需求得以满足。

### 2 建筑结构设计的原则

建筑结构设计的核心原则在于实现安全、经济、功能与美观之间的合理平衡。作为设计的首要考虑, 安全性要求各类荷载如自重、风荷载、雪荷载以及地震等自然灾害的影响被建筑结构承受, 从而防止结构性破坏的发生。经济性的关注点则在于, 在满足强度和稳定性要求的前提下, 材料和施工成本应尽可能减少, 以提高资源的利用效率<sup>[1]</sup>。功能性原则要求建筑设计能够满足实际使用需求, 结构布局需合理, 以提供灵活的空间使用, 确保建筑的功能性得到充分发挥, 而美观性原则则强调, 设计应与建筑的外观形式协调一致, 使建筑物不仅具备实用功能, 还具有视觉上的吸引力。

### 3 建筑框架结构设计过程中存在的问题

#### 3.1 框架结构设计中的计算模型问题

在建筑框架结构设计中, 确保设计精度的关键因素之一便是计算模型的准确性。由于框架结构的复杂性, 设计人员在建立计算模型时常需对实际情况进行简化。然而, 若简化过程过度或假设不准确, 则计算结果可能会与实际

情况显著偏离。例如,若模型未能充分考虑材料的非线性行为、构件几何形状的变化以及荷载作用的复杂性,则可能对结构的内力、位移及稳定性等重要设计参数造成误判。此外,计算软件的模型差异以及设计人员对这些工具的理解程度,也会影响最终设计的准确性。

### 3.2 框架梁、柱配筋方面存在的问题

在建筑框架结构设计中,显著的挑战往往来自于框架梁与柱的配筋问题。不合理的配筋配置可能会导致结构的承载能力不足,从而对整体稳定性造成影响。例如,梁柱的承载力可能因配筋不足或不均匀分布而削弱,裂缝发生的风险也会因此增加,甚至可能引发结构失稳。在设计过程中,若钢筋的规格、间距或覆盖层厚度未严格遵循规范要求,则结构的脆弱性可能会加剧。此外,荷载变化及环境因素的影响也可能使这些配筋问题进一步恶化,从而对结构的安全性和耐久性产生负面影响。

### 3.3 框架结构的抗震性设计问题

在建筑框架结构设计中,重要且复杂的挑战之一便是抗震性设计。地震荷载对建筑物的影响必须被充分考虑,且适当的设计措施需被采取以增强其抗震能力。然而,实际设计中可能面临多种问题。例如,对抗震设计规范的理解与应用若存在不足,关键构件的抗震能力可能未能得到充分设计。此外,结构在地震作用下的变形及内力分布极为复杂,若设计模型未能准确反映实际情况,误判结构行为的风险则随之增加,忽视一些重要的抗震构造措施,如节点连接的强化、剪力墙的布置以及构件刚度的配置,也可能对设计效果产生负面影响。

## 4 建筑框架结构优化设计的对策

### 4.1 柱的抗震设计

柱的抗震设计,作为优化建筑框架结构抗震性能的核心措施之一,至关重要。柱在地震作用下的稳定性与安全性,需综合考虑其尺寸、配筋、材料及与其他构件的连接方式。设计过程中,柱的截面尺寸应根据结构荷载及地震设计规范进行合理选择。通过增大柱截面,能够提升其承载力与稳定性,从而有效地分散地震荷载。在配筋设计方面,纵向钢筋的数量与分布须经过精心设计,以增强柱的抗拉与抗压能力。同时,横向钢筋的密度亦应足够,以防止在地震力作用下柱发生弯曲或剪切破坏。选择高强度钢材并确保钢筋的充分锚固,尤为关键,以避免地震中钢筋的滑移。柱与梁的连接部分也需加强设计,确保节点的刚度与强度,以防止因地震力引发的节点破坏或构件失效。

### 4.2 提升梁柱中心线设计的合理性

提升梁柱中心线设计的合理性,作为优化建筑框架结构的重要环节,对于结构的整体稳定性与承载能力至关重要。在设计阶段,确保梁柱中心线的精确对齐,不仅有助于力的传递路径优化,还能减少偏心效应,从而降低结构中不必要的附加应力。梁柱中心线的偏差过大,会导致力

学性能的不平衡,尤其在水平荷载或地震荷载作用下,局部承载力不足或变形增加等问题可能会引发。为了提高梁柱中心线设计的合理性,精确的几何布置和详细的力学分析在设计初期是必不可少的,以确保梁柱中心线的准确对接。施工过程中,施工精度的严格控制至关重要,以防止施工误差带来的结构问题<sup>[2]</sup>。此外,建筑的功能需求及结构美观性也需综合考虑,以合理布置梁柱位置,保证结构在良好受力性能的基础上,既满足建筑功能,又提升空间利用率及整体美观性。

### 4.3 短柱处理

短柱处理,作为建筑框架结构优化设计中的关键环节,对于提升结构的安全性和稳定性至关重要。由于短柱在地震等水平荷载作用下容易发生脆性破坏,实施有效的设计措施成为必需。与长柱相比,短柱因其高度较低,更容易受到剪切破坏,这种破坏在地震作用下导致其变形能力不足,从而对整体结构的抗震性能产生负面影响。为改善短柱的力学特性,设计中需增大短柱的截面尺寸,以增强其承载力与稳定性。同时,箍筋的密度增加以及高强度钢筋的使用,将有效提高短柱的抗剪能力,降低在水平荷载作用下发生脆性破坏的风险。连接部位的强化设计亦不可忽视,短柱与梁、墙等构件的节点必须符合抗震要求,以确保节点的刚度与强度。在建筑设计过程中,合理控制层高变化,减少短柱的数量,或者通过优化布局来避免短柱的集中分布,将有效减少因局部结构刚度差异引发的应力集中问题。

### 4.4 对混凝土框架结构检查井设计优化

优化设计混凝土框架结构中的检查井,是提升建筑结构整体性能的关键步骤。特别是在涉及地下部分或排水系统时,设计的合理性直接影响到整个结构的耐久性与功能性。确保检查井的尺寸与位置合适,以便于日常维护与检修,并避免对主结构的承载能力产生负面影响,这是优化设计中的重要任务。结构材料的选择至关重要,尤其在潮湿或腐蚀性环境中,使用高强度且耐腐蚀的混凝土将显著延长检查井的使用寿命。井壁的厚度、钢筋的配筋量及其间距,必须经过详细的计算,以确保在承受土压力、地表荷载以及水流压力时,检查井不会发生结构变形或裂缝。在施工阶段,施工质量的严格控制同样重要,以确保井体与周围结构的连接处具备良好的防水密封性能,防止水分渗透影响基础结构的稳定性。

### 4.5 做好支管接入段设计优化

支管接入段的设计优化在保障建筑框架结构的稳定性与功能性方面,起着至关重要的作用。特别是在涉及排水、供水等管道系统布置时,支管接入段的设计直接影响管道系统的运行效率与整体结构的协调性。支管接入段的合理布置必须避免过多的弯曲和过长的支管长度,以减少流体流动中的阻力及应力集中现象,进而提升管道输送的效率<sup>[3]</sup>。此外,支管与主干管的连接位置应经过精确计算,

以确保水流或气流等介质的平稳过渡,防止不合理接入导致管道内压力波动及损坏。支管穿越建筑结构时,有效的防护措施必须采取,以保证管道周围的混凝土或墙体的完整性及抗渗性能,避免水分渗透或结构损坏。同时,材料选择及接头设计的耐久性与抗腐蚀性也需考虑,特别是在长期使用环境下,优质材料与可靠连接方式的应用,能够显著降低管道泄漏、腐蚀以及后期维护的成本。

#### 4.6 建筑框架结构基础设计

建筑框架结构的基础设计在优化整体结构性能中,扮演着至关重要的角色,其对建筑物的稳定性与承载能力有着直接影响。在进行基础设计时,荷载特性、地质条件及环境因素必须被全面考虑,以确保荷载能够均匀地传递至地基,从而防止不均匀沉降或过度变形的发生。基础类型的选择应根据建筑物的规模、功能及场地条件进行优化。独立基础通常适用于荷载较小且柱距较大的框架结构,而筏板基础则更加适合于高层建筑或软土地基条件下的复杂荷载传递。在设计过程中,钢筋混凝土的配筋及厚度需通过详细的结构分析来确定,以确保在地震、风荷载等特殊情况下的安全性。环境因素,如地下水位、地基土质的承载力及抗浮设计等,也应充分考虑,以避免在长期使用中出现基础失稳、裂缝或结构退化等问题。基础与上部结构的连接部分需进行特殊设计,以确保荷载传递的连续性与整体结构的抗震性能。

#### 4.7 配筋结构规划

配筋结构规划在建筑框架结构优化设计中,占据了核心地位,其重要性在于直接影响结构的承载能力、抗震性能及耐久性。在进行规划时,建筑物的荷载条件、力学性能要求以及抗震设计规范必须被充分考虑,以合理确定构件的配筋数量、规格与布局。对于梁、柱等主要承重构件,纵向钢筋的布置必须充分考虑其在受力状态下的拉压强度,确保其具备足够的承载能力与延展性。而横向钢筋的布置,则需增强剪力区的抗剪能力,以防在地震或其他水平荷载作用下出现剪切破坏。配筋的间距、锚固长度及钢筋搭接部位必须严格按照设计规范进行,以确保钢筋能有效传递力,防止因锚固不足引起的结构失效<sup>[4]</sup>。此外,混凝土保护层的厚度应依据环境条件及耐久性要求进行合理设计,以防钢筋腐蚀及确保结构的长期稳定性。在施工阶段,施工质量的控制须严格,以确保配筋位置与数量的准确无误,从而避免因施工误差对整体结构安全性产生不良影响。

#### 4.8 建筑结构内力分析

建筑结构内力分析,在框架结构优化设计中,是至关重要的一环,其质量直接关系到结构的安全性与稳定性。准确计算各类荷载下的受力状况,包括轴力、弯矩、剪力以及扭矩等,是该分析的核心。依据这些计算结果,结构构件的尺寸、材料与配筋方案应被优化。在内力分析过程

中,建筑物的功能及荷载特性需要全面考虑,包括竖向荷载、水平荷载(如风荷载、地震作用)及其他可能的偶然荷载。建立精确的力学模型是计算中必不可少的一步,并且框架梁柱节点的连接特性应被合理考虑,以保证内力分布的合理性。这种分析不仅涉及单个构件,还需综合考虑整个结构的整体性及其相互作用,确保力的传递路径明确,从而避免局部受力过大或应力集中。在极端荷载条件,如地震中,结构的变形能力及延性必须通过内力分析进行评估,以便在设计中采取相应措施,提升抗震性能。

#### 4.9 荷载取值规划

荷载取值规划,在建筑框架结构优化设计中,作为关键环节,其对结构的安全性与稳定性具有直接影响。在规划阶段,各类荷载的取值需根据建筑物的功能、使用要求及其所在区域的环境特点进行合理确定,包括恒载、活载、风荷载与地震荷载。通常由建筑自重及设备重量等组成的恒载,应准确计算各构件的重量,以便对结构的承载力进行精确评估。活载的取值则需依据建筑的用途,如住宅、办公楼或工业建筑,并应符合相关规范,以确保在实际使用中不会超负荷。风荷载与地震荷载的取值,必须充分考虑建筑所在地区的气候条件及地质特性。特别是在风力强劲或地震频繁的区域,荷载取值需更加严格,以增强结构的抗风和抗震能力。

### 5 结语

建筑领域中,框架结构设计的应用不仅显著地增强了建筑物的稳定性与安全性,还在空间利用效率及结构经济性上进行了极大的优化。技术的不断进步及设计的持续优化,使框架结构能够满足各种建筑需求,并符合现代建筑对功能性、耐久性 & 美观性的严格要求。智能化与绿色化的趋势,正成为框架结构设计在环境保护与可持续发展关注日益增强背景下的发展方向。展望未来,框架结构设计将在推动建筑技术进步与提升建筑综合性能方面继续发挥核心作用,为创造更安全、舒适及环保的建筑环境做出积极的贡献。

#### [参考文献]

- [1]陈雪. 框架结构设计在建筑结构设计中的应用[J]. 新疆有色金属, 2024, 47(3): 84-85.
  - [2]曾宪辉. 框架结构设计在建筑结构设计中的应用[J]. 居舍, 2024, 11(4): 108-111.
  - [3]赵辰. 建筑结构设计中的框架结构设计的应用[J]. 新城建科技, 2024, 33(1): 121-123.
  - [4]雷耀海. 浅谈框架结构设计在建筑结构设计中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, 12(23): 65-67.
- 作者简介: 商慧婵(1998.12—), 毕业院校: 廊坊师范学院, 所学专业: 土木工程, 当前工作单位: 石家庄赞皇县, 职务: 结构设计师, 职称级别: 助理工程师。

## 智能建筑设计中的物联网应用研究

王雪莲

河北中科建研工程设计有限公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**随着城市化进程的加速以及人口密度的增加,传统建筑在应对现代生活需求方面面临显著挑战。能源消耗、环境保护、安全管理以及居住舒适度等问题已成为建筑设计与管理中的关键关注点。依赖人工操作和简单控制系统的传统建筑管理模式,在面对复杂且动态变化的环境时显得局限性明显。物联网技术的引入为建筑管理提供了一种全新的解决方案,通过在建筑内部署传感器、智能设备以及通信网络,实时监测与控制建筑中的各种系统成为可能,这种数据驱动的智能化管理不仅提高了能源利用效率、降低了运营成本,还增强了用户的生活质量与安全保障。智能建筑的核心在于其智能化特征,包括环境监测、节能管理、设备控制以及人性化设计,使建筑能够根据实时数据自动调整环境参数、进行高效能源管理,并提供个性化服务的技术,正是物联网技术的关键所在。通过深入探讨物联网技术在智能建筑中的应用特点与实际效益,将展示其在提升建筑性能及用户体验方面的显著作用。

**[关键词]**物联网;智能建筑;设计;应用

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13713

中图分类号: TP311

文献标识码: A

### Research on the Application of Internet of Things in Intelligent Building Design

WANG Xuelian

Hebei Zhongke Jianyan Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** With the acceleration of urbanization and the increase of population density, traditional buildings are facing significant challenges in meeting the needs of modern life. Energy consumption, environmental protection, safety management, and living comfort have become key concerns in building design and management. The traditional building management mode that relies on manual operation and simple control systems has obvious limitations when facing complex and dynamically changing environments. The introduction of Internet of Things technology provides a new solution for building management. By deploying sensors, intelligent devices, and communication networks inside buildings, real-time monitoring and control of various systems in buildings become possible. This data-driven intelligent management not only improves energy utilization efficiency, reduces operating costs, but also enhances users' quality of life and security guarantees. The core of intelligent buildings lies in their intelligent features, including environmental monitoring, energy-saving management, equipment control, and humanized design, which enable buildings to automatically adjust environmental parameters based on real-time data, conduct efficient energy management, and provide personalized services. This is the key to Internet of Things technology. By delving into the application characteristics and practical benefits of Internet of Things technology in smart buildings, we will demonstrate its significant role in improving building performance and user experience.

**Keywords:** Internet of Things; intelligent building; design; application

### 引言

在现代社会中建筑不仅仅是生活和工作的场所,它们还体现了技术进步与创新的应用。随着物联网(IoT)技术的迅猛发展,智能建筑已从未来的构想到现实的应用,通过将建筑中的各种设备和系统互联,智能化的管理与服务得以实现,从而显著提升了建筑的功能性、舒适度以及能源效率。智能建筑的设计与管理因此变得更加科学、灵活与个性化,标志着建筑行业正迈入一个全新的技术时代。

#### 1 物联网技术应用于智能建筑设计中的意义

在智能建筑设计中,物联网技术的应用通过集成多种传感器、设备及网络技术,建筑系统得以智能化管理,使环境能够实时监控并响应内部及外部的变化,提升了管理效率的同时能源利用得到了优化,从而显著降低了运营成本。推动

建筑信息化进程的是物联网技术,通过高度的数据连接和信息共享,实现了各系统的无缝协作。例如,室内外光照变化能够自动调整智能照明系统的光源,这不仅减少了能源浪费也提高了用户的舒适度<sup>[1]</sup>。在设计方面,用户行为数据被系统分析后,环境设置得以根据实际需求自动调整,如调节空调温度和优化空气质量,从而提升了居住者的生活质量。节能方面,物联网技术得益于精准的数据分析与控制手段,建筑的能源消耗得到了有效减少,实现了可持续发展的目标。

#### 2 物联网技术在智能建筑中的应用特点

##### 2.1 智能化

在智能建筑中,物联网技术的智能化应用尤为显著。建筑通过无缝集成传感器、控制器及数据分析系统,实现高度的自动化管理与智能调节。技术的先进性不仅通过这



种智能化体现出来,还展示了建筑系统对环境的深入理解及其主动响应能力。例如,室内外光照变化的实时监测由智能照明系统通过环境传感器完成,灯光强度得以自动调节,以确保室内光线的舒适性并节省能源,实时的温度与湿度数据使智能空调系统能够自动调整运行状态,从而确保精确的温控效果。建筑能够学习并适应用户习惯得益于智能化技术,系统通过对用户行为的持续分析,能够预测并满足用户需求,例如在用户回家时自动开启空调或调整灯光,这种自适应能力显著提升了用户的便利性与舒适度,实时处理异常情况的能力由集中建筑管理平台具备,能够及时预警并解决问题,从而进一步增强了建筑的安全性与可靠性。

## 2.2 信息化

在智能建筑中,物联网技术的应用突显了信息化的特点,核心在于通过网络技术与数据平台实现建筑系统间的高效信息流通与管理。部署各种传感器和设备后,建筑内部的温度、湿度、空气质量等数据得以实时收集,并汇总至智能管理平台,确保数据的及时性与准确性的集中管理,为建筑管理提供了可靠的依据。通过大数据分析,管理人员能够实时监控建筑的运行状况,潜在问题得以迅速发现并做出调整。例如,能耗数据的监控由智能能源管理系统完成,识别能源浪费现象并提供优化建议,从而有效降低运营成本,信息化增加了建筑管理的透明度。数据指标可以通过可视化界面直观地查看,实现对建筑环境的全面控制。更进一步,建筑系统的互操作性因信息化而提高,统一平台的使用使不同系统间的信息得以共享和协调。例如,当安防系统检测到异常活动时,相应的照明设备会被自动激活,不仅提升了建筑的智能化水平,也增强了用户的舒适度与安全感。

## 2.3 人性化

在智能建筑设计中,物联网技术的应用显著提升了人性化设计的水平,通过智能化手段,核心在于增强居住和使用的舒适度,满足个人的需求和偏好。深入分析用户的行为模式与习惯,物联网技术使环境调整得以个性化。例如,智能温控系统能够根据用户的生活习惯自动调节室内温度。早晨起床时,舒适的温度会自动调整,确保用户愉快地开始一天,而在用户外出时空调或加热的运行将被降低实现节能效果。通过数据分析与预测,智能建筑进一步提升了用户体验,系统能够学习用户的日常活动,并根据这些信息提供个性化服务。例如,照明可以根据用户的阅读或工作需求自动调整,或在用户回家之前创建一个舒适的室内环境。这种设计不仅便捷了生活,还使居住体验更加贴心。互动界面的设计也因物联网技术变得更具人性化,通过移动设备、语音助手或触摸屏,用户能够方便地控制建筑系统,不论在家中还是远离住所,系统的操作都可轻松完成,从而实现对照明、温控、安防等系统的全面掌控。

## 2.4 节能化

在智能建筑中,物联网技术的节能化应用显著提高了

能源使用效率。智能传感器与控制系统的部署,使建筑能够实时监测并调整能源消耗,实现精准的能源管理。例如,智能照明系统会根据自然光强度以及房间实际使用情况,自动调节灯光亮度,有效避免电力浪费,智能空调系统则依据室内温度和湿度的实时数据优化运行模式,以最高能效水平保持舒适环境。通过数据分析,物联网技术能够识别能源使用的高峰与低谷并提供优化建议,各设备的能耗模式被系统分析,能源消耗较大的设备或区域会被发现,从而提出调整方案。例如,优化设备的运行时间或修改使用习惯,这些基于数据的优化措施,使建筑不仅减少了能源浪费还降低了运营成本,经济效益与环境效益双双提升。异常的能源消耗情况能够被系统立即检测,自动发出警报并进行调整,从而避免能源浪费或设备故障带来的额外开支,这样的前瞻性管理方式确保了建筑能高效利用能源,同时提高了系统的可靠性及维护的便捷性。

## 3 物联网技术在智能建筑中的应用

### 3.1 安防管理

在智能建筑中,物联网技术的引入显著提高了安防管理的智能化水平及其效率,通过整合各种传感器、摄像头与智能报警系统,建筑能够实现全天候的安全监控,利用物联网技术安防系统得以实时采集与分析建筑周围的数据,从而提供及时而准确的安全保障。实时监控由高清摄像头和运动传感器共同实现,这些设备通过物联网连接,将视频及传感器数据传输至中央控制系统,出现异常活动或潜在威胁,如可疑入侵行为或异常的人员活动,一经检测警报即被触发,相关人员会随即得到通知,这种迅速的响应能力显著提升了对安全事件的处理速度。用户可通过手机或电脑等终端设备,随时查看实时视频监控、接收安防警报,甚至控制门禁系统。例如,接到来自智能安防系统的警报时,用户可以立即通过手机应用查看现场视频并远程操作门禁系统,进行门禁的锁定或解锁保障建筑的安全。智能安防系统还具备强大的数据分析能力,能够识别与记录常见的安全模式,从而优化安全策略,历史数据的分析使系统能够识别出高风险区域及潜在的安全漏洞并提供改进建议,这种数据驱动的管理方法不仅提升了安全性,还增强了系统的适应能力与预警效果。

### 3.2 智能家居

在智能建筑中,物联网技术通过设备间的互联互通,智能家居系统创造了一个高度智能化、自动化的生活环境。多种传感器与控制装置的使用,实现了家居环境的自动调整。例如,智能照明系统能够依据自然光强度或用户活动状态,自动调节室内灯光的亮度与颜色,智能窗帘会根据时间、光照或用户偏好,自动开合,这不仅保护了隐私还有效节约了能源。系统的自适应功能还表现在对用户生活习惯的学习上,例如在用户入睡时调节卧室的温度与湿度,或在用户离家时关闭不必要的电器,从而提升了生活的舒适性与安全性<sup>[2]</sup>。远程控制的能力也赋予了智能家居系统,

用户可通过手机、平板或语音助手随时随地操控家中设备,无论是调整空调温度、播放音乐,还是查看家庭监控视频,均可通过直观的应用界面或语音指令完成,这样的远程控制功能不仅增强了生活的便利性,也使得用户即使在外出时,仍能实时关注与管理家庭状况。智能家居系统的集成性与互操作性,显著提升了家居管理的效率,通过统一平台,不同智能设备可以进行协调。例如,智能安防系统能够与家居系统联动,在检测到家庭成员外出时自动调整照明与温控,或在家中发生异常时立即通知用户。这种系统间的协作,使得家庭环境更加智能一致。

### 3.3 节能管理

在智能建筑中,物联网技术通过智能化的能源监测与管理,建筑能够实现更高效的能源利用与节约。安装的各种传感器和监测设备,使智能节能管理系统能够实时收集建筑内外的能源消耗数据。例如,电力使用情况由智能电表记录,而空调和暖气的能耗数据则由智能温控系统监测,这些数据被传输至中央管理平台进行实时分析与处理,设备运行状态会根据分析结果自动调整,从而优化能源使用减少不必要的浪费。实时调节的同时,智能节能管理系统还能进行深入的数据分析,以识别能源消耗的模式与趋势,通过对历史数据的分析,系统能够发现高能耗区域或设备并提出改进建议。例如,过度使用的空调系统可能会被检测到,系统将建议调整温控设置或定期维护设备提升能效,这种数据驱动的优化措施不仅降低了能源费用,也提升了建筑的整体能效。具备自动化的能源控制能力的智能节能管理系统,当人员离开某个区域后自动关闭不必要的照明或调整空调设置,确保能源仅在实际需要时被使用,能源浪费不仅减少还减轻了用户的管理负担。

### 3.4 环境监测

在智能建筑中,物联网技术在环境监测方面的应用显著提升了对室内外环境的实时控制与优化,布置的各类传感器和监测设备使得系统能够持续跟踪和分析环境参数,从而确保居住和工作环境的舒适性与健康性。通过空气质量传感器,环境监测系统能够实时检测空气中的污染物,如二氧化碳、挥发性有机化合物以及细颗粒物,即时传输至中央系统的数据会被自动分析,并在必要时调整通风或空气净化设备。例如,若室内空气质量恶化,空气净化器会被自动启动或通风量会增加,以保持空气的新鲜度进而保护用户健康。智能建筑中的环境监测还包括温度、湿度及光照的实时监控,智能温控系统根据实际温度数据来调节加热或制冷设备,确保环境条件的舒适,空气湿度会由湿度传感器实时监测并调节,以防止湿度过高引发霉菌问题或过低导致干燥,光照传感器根据自然光变化自动调整室内灯光,从而优化视觉舒适度并提高能效。此外环境监测系统能够整合天气预报数据,以预测外部环境变化对建筑内

部的影响。例如,根据气象数据的分析,窗帘开合或室内温控设置会被自动调整,以适应外部温度的变化。这种前瞻性的管理方法确保了建筑内部环境始终保持在最佳状态。

### 3.5 设备监控

在智能建筑中物联网技术在设备监控方面通过集成多种传感器与监控系统,实现了对各种设备运行状态的实时追踪与管理,从而确保了设备的高效稳定运作。实时采集设备运行数据的智能设备监控系统,通过传感器收集温度、振动和电流等关键指标,这些数据会被传输至中央管理平台,系统则会即时分析设备状态,及时发现潜在的故障或性能下降。例如,智能空调系统监测压缩机的温度与电流,若出现异常系统会发出警报,并提前通知维护人员进行检修,有效预防了设备故障引发的严重问题和额外维修费用。物联网技术的引入还使远程监控和控制成为可能,从而提升了设备管理的灵活性与效率<sup>[3]</sup>。设备运行状态可由管理人员通过手机、电脑或其他终端设备随时查看,并能够远程调整设置或执行维护操作。例如,若系统检测到设备性能下降,管理人员可以远程调节设备参数进行修正,无需亲临现场,远程控制不仅提高了管理效率还减少了设备故障处理的时间及成本。智能设备监控系统还提供详尽的设备运行报告,并进行数据分析与趋势预测,通过这些报告管理人员能够了解设备的长期运行状态,识别使用模式及维护需求,设备的能耗数据被分析后,系统能够发现高能耗设备并提出优化建议,从而实现能源的高效利用。

## 4 结语

在智能建筑的设计与管理中物联网技术的作用是不可替代的,通过智能化、信息化、人性化和节能化的应用,建筑的运行效率得到了显著提升,居住的舒适度与安全性也得到了增强。实时环境监测与设备监控所提供的数据,成为精确管理的强有力工具,使建筑系统能够更有效地响应用户需求及外部环境的变化。未来,随着技术的不断进步,智能建筑将实现更高的智能化水平与节能环保目标,真正达到人性化设计与可持续发展的理想。在这一进程中物联网将继续展示其创新性与实用性,为建筑行业的未来注入新的活力。

### [参考文献]

- [1] 毕煜. 物联网在智能建筑设计中的应用研究[J]. 智能建筑, 2022(8): 79-81.
  - [2] 廖述轩. 基于物联网的智能建筑设计方法分析[J]. 江西建材, 2019(7): 80-81.
  - [3] 白书兴, 张烁. 物联网在智能建筑家居设计中的应用[J]. 智能建筑与智慧城市, 2023(4): 141-143.
- 作者简介: 王雪莲(1998.11—), 毕业院校: 河北工程技术学院, 所学专业: 建筑学, 当前工作单位: 河北中科建研工程设计有限公司, 职务: 建筑设计师, 职称级别: 助理工程师。

# 燃煤电厂废水零排放技术研究与实践分析

黄国强

华电水务科技股份有限公司, 北京 100160

**[摘要]**随着工业化进程的加快和城市化进程的推进,废水排放对环境造成的影响日益突出,严重威胁着生态环境和人类健康。因此,开发高效、低能耗的废水处理技术,实现废水零排放已成为当前环保领域的重要任务之一。此文将重点介绍湖南华电平江一期2x1000MW煤电项目废水零排放处理系统,探讨其废水处理工艺系统的设计和运行优势,以及对环境保护和可持续发展的积极意义。

**[关键词]**燃煤电厂; 废水; 废水零排放

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13752

中图分类号: X773

文献标识码: A

## Research and Practical Analysis of Zero Discharge Technology for Wastewater From Coal-fired Power Plants

HUANG Guoqiang

Huadian Water Science and Technology Co., Ltd., Beijing, 100160, China

**Abstract:** With the acceleration of industrialization and the advancement of urbanization, the impact of wastewater discharge on the environment is becoming increasingly prominent, seriously threatening the ecological environment and human health. Therefore, developing efficient and low-energy wastewater treatment technologies to achieve zero wastewater discharge has become one of the important tasks in the current environmental protection field. This article will focus on introducing the zero discharge wastewater treatment system of Hunan Huadian Pingjiang Phase I 2x1000MW coal-fired power project, exploring the design and operational advantages of its wastewater treatment process system, as well as its positive significance for environmental protection and sustainable development.

**Keywords:** coal-fired power plants; wastewater; zero discharge of wastewater

随着工业化进程的不断加速和城市化发展的持续推进,我国面临着严峻的环境污染挑战。特别是在能源行业,煤炭等传统能源的大规模开采和利用导致了大量废水的产生,直接威胁着水资源的安全和生态环境的健康。基于此,为了实现经济的持续发展和生态环境的协调发展,迫切需要开发高效、低能耗的废水处理技术,实现废水的零排放。

### 1 废水零排放的概念和意义

废水零排放是指在工业生产、农业种植、城市生活等各个领域,通过高效的废水处理技术,将生产过程中产生的废水处理至符合环保标准的水平,实现不再向外界排放废水的目标。废水零排放的意义不仅在于减少对自然环境的污染,更在于提升生产效率、保护水资源、降低环境治理成本、增强企业社会责任感以及促进可持续发展。是企业践行社会责任、树立良好企业形象的重要举措,有助于树立环保意识、推动绿色发展理念的深入人心。

### 2 平江项目废水处理工艺系统介绍

#### 2.1 工艺流程概述

平江项目废水处理工艺系统先废水从生产过程中收集至脱硫废水清水箱进行暂存,随后清水泵根据需要将废水抽送至低温余热烟气浓缩塔<sup>[1]</sup>。在低温余热烟气浓缩塔中,废水与来自燃煤发电机组的余热烟气进行接触,废水中的水分在余热的作用下蒸发,从而实现废水的浓缩。浓缩后

的废水进入澄清池,通过沉淀和过滤等过程,进一步去除悬浮物和杂质。之后,废水进入浓水缓冲箱进行临时存储。接下来,浓缩后的废水被输送至高温烟气干燥塔。在高温烟气干燥塔中,废水受热并被干燥,由液体变成了固体灰。最后,经过除尘器处理后,废水达到环保排放标准,实现了零排放目标。特点是,通过低温余热烟气浓缩和高温烟气干燥的有机结合,实现了对废水的有效处理,节约了能源资源。澄清池和浓水缓冲箱的设置,使得废水能够在一定程度上进行预处理和暂存,保证了后续处理的连续性和稳定性。同时,高温烟气干燥塔的应用,有效地提高了废水的固体含量,降低了废水的体积,减少了处理成本。此外,除尘器的使用确保了排放废水的环保标准,保护了周围环境的健康和安全。

#### 2.2 废水浓缩减量处理系统

##### 2.2.1 设备介绍

废水浓缩减量处理系统采用了多种设备,每个设备都在系统中发挥着关键作用。清水泵是系统的核心设备之一,其主要功能是将废水从脱硫废水清水箱输送至低温余热烟气浓缩塔。低温余热烟气浓缩塔是系统中的关键设备之一,利用来自燃煤发电机组的余热烟气,与废水进行接触,通过传热传质作用,使废水中的水分蒸发并浓缩。澄清池是对浓缩后的废水进行进一步处理的设备,其主要功能是通过沉淀、过滤等物理和化学方法,将废水中的悬浮物和杂质去除,提

高废水的水质<sup>[2]</sup>。浓水缓冲箱则是对处理后的废水进行临时储存的设备,其作用是平衡处理系统的进出水流量,保证系统运行的连续性和稳定性。总之,废水浓缩减量处理系统中的设备包括清水泵、低温余热烟气浓缩塔、澄清池和浓水缓冲箱。

### 2.2.2 技术特点和性能

废水浓缩减量处理系统具有几项关键的技术特点和优越性能,使其成为平江项目废水处理的核心组成部分。首先,该系统采用低温余热烟气浓缩减量技术,充分利用燃煤发电机组产生的余热烟气资源,实现对废水的高效处理。通过利用余热进行蒸发浓缩,系统能够将废水中的水分有效地减少,从而减少了废水的体积和含水量,降低了后续处理的成本和能耗。其次,系统设备运行稳定可靠,具有高度的自动化控制能力。清水泵采用变频调速技术,能够根据实际需要实现流量的精确调控,保证废水的稳定输送;低温余热烟气浓缩塔采用高效的传热传质结构设计,确保了废水的充分接触和蒸发浓缩效果;澄清池和浓水缓冲箱的设置能够有效平衡进出水流量,保证系统运行的连续性和稳定性。此外,系统的处理效率高,能够有效去除废水中的悬浮物和杂质,使废水达到环保排放标准。澄清池通过沉淀和过滤等物理和化学方法,去除废水中的悬浮物和杂质,提高了废水的水质;而浓水缓冲箱的设置能够平衡处理系统的进出水流量,保证系统运行的连续性和稳定性。总之,废水浓缩减量处理系统具有高效、稳定、可靠的特点,能够实现对废水的有效处理和浓缩减量,为实现废水零排放目标提供了可靠的技术支持和保障。

## 2.3 末端高温蒸发处理系统

### 2.3.1 设备介绍

旋转雾化器是高温干燥塔顶部的核心设备之一,是将浓缩后的废水进行喷洒,以达到进一步干燥和处理的效果。通过旋转雾化器,浓缩后的废水能够被雾化成细小的水滴,从而增大水滴与高温气体的接触面积,促进废水的进一步蒸发和干燥。旋转雾化器通常由雾化器本体、旋转部件、喷嘴等组成。浓缩后的废水通过喷嘴进入雾化器本体,在旋转部件的作用下,废水被雾化成微小的水滴。水滴在高温气体的作用下迅速蒸发,通过旋转运动,废水水滴的分布更加均匀,与高温气体的接触更加充分,从而提高了废水的干燥效率和处理效果。

高温干燥塔是湖南华电平江一期 2x1000MW 煤电项目废水零排放处理系统中的核心设备之一,其主要功能是利用高温烟气进行废水的干燥固化处理,将浓缩后的废水中的水分进一步蒸发并固化成固体颗粒,从而实现废水的零排放。高温干燥塔采用先进的高温烟气干燥固化工艺,能够有效地将废水中的水分蒸发并固化,达到彻底处理废水的目的。高温干燥塔主要由干燥室、加热系统、除尘器等组成。浓缩后的废水首先进入干燥室,在高温烟气的作用下,废水中的水分被蒸发并固化成固体颗粒。经过干燥处理后的废水固体颗粒具有较高的稳定性和不易挥发性,可以有效地避免二次污染和排放。最后,经过除尘器的处理,确保烟气中的固体颗粒物被有效地捕集和清除,保证烟气的排放达标。

### 2.3.2 技术特点和性能

高温烟气干燥能够将浓缩后的废水在高温环境下进行干燥处理,迅速降低废水中的水分含量。高温烟气干燥塔的干燥效果优异,能够在短时间内实现废水的干燥固化,提高了废水的固体含量,降低了处理成本。除尘器采用先进的除尘技术,能够有效去除高温烟气中的颗粒物和有害气体,确保了废水的排放水质达标。除尘器采用高效的过滤器和清洁装置,能够保持设备长时间稳定运行,保证了废水处理系统的可靠性和稳定性。高温烟气干燥塔和除尘器的设备结构合理,操作简便,维护方便<sup>[3]</sup>。设备采用先进的自动化控制系统,能够实现设备的智能化运行和监控,减少了人工操作和维护的工作量,提高了工作效率。

## 3 平江项目的运行优势

### 3.1 高可靠性的系统运行

高可靠性的系统运行是平江项目废水处理工艺系统的一大优势。该系统采用了先进的设备和技术,确保了系统在长期运行过程中的稳定性和可靠性。清水泵、低温余热烟气浓缩塔、高温烟气干燥塔等关键设备均采用了优质材料和先进制造工艺,确保了设备的耐用性和稳定性。这些设备经过严格的质量控制和测试,能够在恶劣的工作环境下稳定运行,减少了设备故障的发生。该系统能够对废水处理工艺进行智能化监控和调节,实时监测各项参数和运行状态,及时发现和解决问题。通过自动化控制系统,系统能够根据实际情况进行智能调节,提高了系统的运行效率和稳定性,减少了人为操作的错误和失误。平江项目废水处理工艺系统定期进行设备检修和维护保养,保证了设备的良好状态和运行性能。同时,系统备有足够的备件库存,能够及时替换损坏的零部件,确保了系统长期稳定运行。

### 3.2 真正实现零排放

实现零排放是平江项目废水处理工艺系统的核心目标之一,通过系统工艺流程和技术设备的精密设计和高效运行,成功实现了对废水的零排放。在废水浓缩减量阶段,系统利用低温余热烟气浓缩减量技术,将废水中的水分蒸发浓缩,从而降低了废水的体积和含水量。接着,经过高温烟气干燥固化和除尘处理等工艺,将废水中的有害物质固化处理,并且去除了废水中的颗粒物和有害气体,最终确保了排放水质达标。废水处理系统中的各项设备,如清水泵、烟气干燥塔、除尘器等,均采用了先进的技术和高质量的材料制造,保证了设备的稳定性和耐久性。通过自动化控制系统的智能监测和调节,确保了设备的正常运行和处理效率,有效地避免了设备故障和停机对废水处理的影响。在废水处理过程中,严格遵守了环保排放标准,保证了废水处理后的排放水质符合国家和地方的相关法律法规要求,有效保护了周围环境的清洁和健康。同时,零排放的实现也是企业社会责任的体现,为企业树立了良好的环保形象,得到了社会各界的认可和支

### 3.3 低能耗的电耗

清水泵、烟气干燥塔等关键设备采用了节能型设备,

具有较高的能效比和运行效率。清水泵采用了变频调速技术,能够根据实际需要灵活调节流量和转速,避免了能源的浪费。而烟气干燥塔则采用了高效的干燥技术,通过提高干燥温度和优化干燥过程,降低了能耗,提高了能源利用效率。系统配备了先进的自动化控制系统,能够实时监测和调节各项参数和运行状态,优化运行策略,提高能源利用效率。此外,系统还采用了能源管理系统,对能源消耗进行监测和分析,发现和解决能耗问题,降低了能源的浪费。系统利用燃煤发电机组产生的余热烟气进行废水浓缩减量处理,充分利用了余热资源,降低了废水处理过程中的能耗。同时,系统还采用了废热回收技术,将废水处理过程中产生的热能进行回收利用,提高了能源利用效率,降低了系统的能耗。

### 3.4 经济成本分析

经济成本分析是评估平江项目废水处理工艺系统运行的重要指标之一。由于系统采用先进的自动化控制系统和稳定的设备结构,减少了设备故障和停机的可能性,降低了维护和修理的频率和费用。通过废水处理工艺系统的高效运行,确保了排放水质符合环保标准,避免了因排放超标而引发的环境污染治理成本。企业不需要额外投入资金进行污染物治理和排放改善,减少了对环境的不良影响,也为企业节省了可能的处罚费用和清洁费用。废水处理工艺系统通过采用节能设备、智能化控制系统和废热回收技术等手段,有效降低了能耗,减少了企业的电费支出。尤其是在长期运行中,低能耗的电耗意味着企业能够持续节约能源成本,提高了废水处理系统的经济效益。

## 4 平江项目对环境的贡献

### 4.1 减少水污染

平江项目通过其先进的废水处理工艺系统,显著减少了水污染的程度,为环境保护作出了重要贡献。废水经过浓缩减量处理和零排放处理后,其污染物含量大幅降低,包括重金属、有机物等有害物质的浓度明显下降。废水处理过程中采用的高效除尘器技术能够有效去除废水处理过程中产生的颗粒物和有害气体,防止了这些污染物被释放到大气中,从而避免了二次污染。废水处理工艺系统还通过零排放的处理方式,实现了对废水的彻底处理和清洁排放。

### 4.2 减少大气污染

平江项目的废水处理工艺系统不仅在减少水污染方面发挥着重要作用,同时也对减少大气污染做出了显著贡献。在废水处理过程中,烟气中可能会产生颗粒物和有害气体,若直接释放到大气中将会造成二次污染。然而,通过废水处理系统中的除尘器,能够有效地捕捉和去除这些颗粒物和有害气体,避免其进入大气中,从而减少了大气污染物的排放。该技术利用高温干燥废水中的固体废物,将其转化为干燥固体,从而减少了废水中的水分含量。干燥固化的过程在高温条件下进行,不会产生二次污染,同时通过固化处理,将废水中的有害物质固定在固体中,防止其重新释放到大气中,有效降低了大气污染物的排放。废水处理工艺系统通过高效处理和净化废水,确保了处理

后的水质符合环保标准,不会对大气环境造成污染。

### 4.3 保护生态环境

平江项目的废水处理工艺系统不仅对水质和大气环境的保护做出了重要贡献,同时也对生态环境的保护起到了积极作用。通过系统的高效净化处理,废水中的有害物质得到有效去除,降低了对河流、湖泊等水域生态环境的影响。废水处理系统通过去除废水中的有害物质,减少了土壤和植被受到的污染程度,保护了土壤的肥力和生态系统的稳定性。这对于维护土地生态平衡和生物多样性具有重要意义。通过零排放的处理方式,废水处理过程中不会产生对生态环境有害的废气排放,不会对周围植被和动物造成伤害,保护了生态环境的完整性和稳定性。

### 4.4 促进可持续发展

平江项目的废水处理工艺系统不仅在环境保护方面具有重要意义,同时也对可持续发展做出了积极促进。通过对废水进行高效处理,项目确保了企业生产过程中产生的废水能够符合环保排放标准,避免了因排放不达标而导致的生产受限或处罚,保障了企业的生产经营稳定。同时,系统的高可靠性运行和低能耗的特点降低了企业的运营成本,提高了企业的竞争力,为企业的持续发展提供了坚实保障。通过减少水污染、大气污染和土壤污染,系统保护了周边自然生态环境的健康和完整性,为当地居民提供了清洁的生活环境和良好的生态条件。这有利于增强当地居民的环保意识,促进了生态文明建设,实现了经济发展和环境保护的良性循环。系统的运行需要技术人才和管理人才的支持,促进了相关产业的发展和就业机会的增加。同时,系统的环保效益和社会效益得到了社会各界的认可和支 持,有助于树立企业的良好社会形象,提升企业的社会责任感和品牌价值,为企业在市场竞争中赢得更大的信誉和声誉。

## 5 结语

在平江项目废水处理工艺系统的实施和运行中,我们见证了环保技术的力量,以及企业对环境保护和可持续发展的承诺。通过系统的高效净化和零排放处理,我们成功降低了水污染和大气污染的程度,保护了生态环境的健康和完整性。同时,系统的高可靠性运行和低能耗特点,不仅保障了企业的生产稳定和竞争力,也促进了产业的可持续发展。我们坚信,环保与经济发展并不矛盾,而是相辅相成,唯有实现了对环境的保护,才能真正实现经济的可持续发展。

### 【参考文献】

- [1]赵德玉,崔振,王志永,等. 燃煤锅炉烟气石灰石湿法脱硫废水处理技术与应用[J]. 煤质技术, 2023, 38(2): 19-29.
  - [2]张建花. 针对燃煤电厂废水零排放技术研究与实践分析[J]. 内蒙古煤炭经济, 2021(22): 38-40.
  - [3]季宏飞,李志猛,陈金明,等. 电渗析技术在电镀废水零排放方面的应用研究[J]. 电镀与精饰, 2023, 45(9): 64-68.
- 作者简介: 黄国强(1983.10—),男,职称: 中级工程师,籍贯: 湖北荆门。

# 大规模新能源项目开发的经济效益与环境效益分析

徐可

辽宁龙源新能源发展有限公司, 辽宁 沈阳 110000

**[摘要]**大规模新能源项目的开发在全球能源转型和减排目标中发挥着重要作用。文中旨在分析大规模新能源项目(如风电、光伏等)在经济效益和环境效益方面的表现。本研究深入剖析了新能源项目的财政投入、持续管理与操作开支, 以及其对生态系统的潜在作用, 旨在探讨该类项目如何在促进经济发展的同时, 保持环境可持续性的策略。研究指出, 尽管新能源项目在启动阶段资金投入较大, 然而其带来的长期经济收益是巨大的, 此外, 该类项目对于降低温室气体排放量、提升空气质量以及推进可持续发展具有突出的环境优点。研究论文针对新能源项目的开发实践, 提供了具体建议和支持政策, 目的是为相关决策制定提供有价值的参考资料。

**[关键词]**大规模新能源项目; 经济效益; 环境效益

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13739

中图分类号: U649

文献标识码: A

## Economic and Environmental Benefit Analysis of Large-scale New Energy Project Development

XU Ke

Liaoning Longyuan New Energy Development Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

**Abstract:** The development of large-scale new energy projects plays an important role in the global energy transition and emission reduction goals. The purpose of the article is to analyze the performance of large-scale new energy projects (such as wind power, photovoltaics, etc.) in terms of economic and environmental benefits. This study provides an in-depth analysis of the financial investment, ongoing management, and operational expenses of new energy projects, as well as their potential impact on ecosystems, with the aim of exploring strategies for such projects to promote economic development while maintaining environmental sustainability. Research has shown that although new energy projects require significant capital investment during the start-up phase, the long-term economic benefits they bring are enormous. In addition, such projects have outstanding environmental advantages in reducing greenhouse gas emissions, improving air quality, and promoting sustainable development. The research paper provides specific suggestions and supportive policies for the development practice of new energy projects, with the aim of providing valuable reference materials for decision-making.

**Keywords:** large-scale new energy projects; economic performance; environmental benefit

### 引言

随着全球对气候变化问题的关注加剧, 新能源技术的发展和已应用成为应对环境挑战和实现可持续发展的关键途径。实施这些计划, 不仅能够缓解我们对化石能源的依赖, 并减少温室气体的排放量, 同时也能为区域经济增长带来新的增长动力。在新能源领域, 项目的推进遭遇了诸如资本投入庞大、技术尚不成熟的诸多考验, 剖析大型新能源项目在经济层面与环境层面的效果, 探究其对经济与环境的双重作用, 对促进可持续发展战略具有至关重要的作用。本研究旨在通过对新能源项目的经济与环境效益进行详尽分析, 阐释其在改善能源结构方面的职能, 同时, 基于分析结果, 提出相应的政策建议。

### 1 大规模新能源项目的背景与现状

在化石能源日渐耗竭与环境问题日益严重的背景下, 众多国家和公司正加大对新型能源领域及其研发的投入, 目的是促进能源消费模式的转变并降低温室气体排放, 尤其是风电场与光伏电站这类可循环利用、排放低、环保的

新能源建设项目。在全球范围内正快速扩张其版图, 利用风力发电机, 风电项目实现了将风能转换为电能的目的, 此举不仅显著降低了对化石燃料的依靠, 而且确保了电力供应的稳定性; 利用光伏电池板, 太阳能可转化为电能, 此种光伏发电项目不仅环保, 而且随着技术的不断成熟和成本的降低, 渐成发展趋势, 装机容量从几十兆瓦至上千兆瓦的项目, 促使新能源技术得到迅猛发展和广泛应用<sup>[1]</sup>。

为了促进新能源领域的项目发展, 多个政府机关共同制定并实施了一系列援助方案及经济激励机制, 新能源项目的经济性和可靠性, 在技术创新不断涌现和产业链逐步完善的推动下, 获得了显著提高。举例来说, 虽然大规模的新能源项目预计会有积极的成长潜力, 但它们在早期阶段往往需要较高的资金投入, 且在实施过程中可能会遭遇技术障碍和资源分配的不平衡等问题。项目实施过程中必须面对的难题, 迫使开发者实施基于科学的管理与技术策略, 以保障项目的顺利执行及其长远利益。在推动可持续发展和实现绿色低碳目标的过程中, 深入探讨大规模新能

源项目的背景、现状及存在的问题，具有重要的实践意义和研究价值。

## 2 大规模新能源项目开发的经济效益分析

### 2.1 初期投资成本

对于新能源领域，在项目启动阶段所需的高额资金投入，主要涵盖了从设备的选购到施工搭建，再到土地占用以及基础设施的打造等多个关键环节。在风电项目的早期阶段，资金主要流向于风力发电机组的购置与安装，对风电场的土地进行开发利用，以及构建电力输送的相关系统。技术层面的挑战与高昂的生产成本构成了风力发电机组的关键问题，此外，安装与调试过程中的技术标准严格，进一步增加了相关投资的资金投入，土地的整形及风电场相关基础设施的完善，如道路、变电站及输电线路等，均需庞大的资金投入作为支持。

在光伏发电项目的早期阶段，资金主要用于购买光伏电池板、安装逆变器及其他相关辅机设备，构建发电站，以及获取必要土地的使用权或所有权。技术进步促使光伏组件与逆变器更新换代，引发购置与配置费用的波动，尽管如此，总体来看，这仍涉及显著的资金支出。在构建光伏电站的过程中，包括电缆的布设、支架的竖立等多个步骤，这些因素都将直接决定着项目的最初资金投入规模。项目经济性会受到初期投资成本的影响，因此在项目规划阶段，需全面评估包括设备采购、建设在内的各项费用，并制定合适的资金筹措计划。实施有效的成本管理与投资策略，能大幅提升项目经济回报，同时为运营阶段奠定稳固的财务支撑<sup>[2]</sup>。

### 2.2 运营维护费用

在运营过程中，大规模新能源项目的维护成本对长期的经济收益产生显著影响，成为评估其整体经济效益的关键因素之一。在风电项目的执行过程中，涉及到的运营维护开销，主要涵盖了机械设备的日常保养、潜在故障的修复、系统运行的持续监控，以及从事这些工作的员工的薪资支付。对于风力发电机组，为了保持其正常运作并优化发电效率，定期维护和检查是必不可少的，风电场的电力生产稳定性与经济效益紧密相关，这取决于设备的稳定运行及维护水平。

运营维护光伏发电项目涉及的主要费用涵盖了光伏组件的清洁保养、逆变器的检查更新、监控系统的持续维护等多个方面，光伏组件因其长期运行周期和较低的故障率，带来了较低的维护经济负担。环境因素，如灰尘、积雪等，会对光伏电站的发电效率产生较大影响，因此，对电站进行定期清洁与检查，以保持其发电效率，是十分必要的措施。采用先进的监测技术和数据分析方法，能够实现对设备运行状况的实时监控，进而对潜在故障进行预警，并迅速维修，从而显著减少不必要的服务成本，提升项目的总体经济收益。

### 2.3 收益情况

在新能源领域，大型项目所能获得的利益，主要涵盖电力销售所产生的收入、来自政府的财政支持，以及通过碳市场交易而获得的盈利等多个层面。电力的销售是风电项目获取经济效益的主要途径，在风电场，能源产出一其量化输出一由风速与设备运转效率决定，此产出量乘以市场电价即得电力销售收益。诸多国家和地区的政府机构，对风电领域的投资项目，提供财政补助或者税负减免政策，旨在促进新能源技术的应用与普及。

电力销售是光伏发电项目收益的主要来源，其收益情况与之类似，在实施光伏发电计划时，通常签订为期较长的电力销售与购买合同，即电力购买协议（PPA），此举旨在固定电价，确保项目的稳定收益。例如，某些区域政府机关推行如光伏能源补贴和税收优惠等激励机制，这无疑提升了光伏系统开发的财务吸引力。在探讨新能源项目盈利潜力时，必须纳入市场电价的不确定性、政策环境的变迁以及项目所具备的实际发电效率考量。为了最大化项目盈利并提高整体经济效率，需对发电设备的组合及其经营策略进行优化<sup>[3]</sup>。

### 2.4 投资回报率

投资回报率是衡量大规模新能源项目经济盈利性的关键比率，它揭示了项目投资所获得的盈利与投入成本之间的比较。新能源项目的投资回报率将受到如初期的高投资成本、后续的运营和维护费用，以及预期的收益等多重因素的共同作用与影响。风电项目的投资回报率受到诸多因素的直接影 响，其中包括风电场的发电效率、风资源的充沛性以及设备的稳定性和可信赖度，在项目初期，通过减少资本投入和运营开销，能够显著提高其财务回报。

光伏发电项目的投资回报率受多种因素影响，其中包括光伏组件的发电效率、逆变器的性能以及电力销售价格等。在光伏项目中，投资所期待的回报率会受到多种因素的显著影响，这其中包括了项目的光照环境、所采用设备的品质以及系统操作的效率。项目的经济效益可通过采用高效率的光伏组件和尖端逆变器技术得到优化，进而提升其投资回报率。对于大规模新能源项目，通过投资管理和运营优化的科学结合，能够显著提高其投资的经济效益。政策上的促进与技术层面的革新，将共同推进新能源项目在经济领域的发展，增强其在市场中的竞争能力。

## 3 大规模新能源项目开发的环境效益

### 3.1 温室气体减排效果

开发大规模的新能源项目能显著减缓全球变暖趋势，并有效降低温室气体排放，特别是二氧化碳（CO<sub>2</sub>），传统使用化石燃料进行电能生产，是主要的温室气体排放源头之一。在规模化运行的风能和太阳能电力项目中，通过替换传统化石能源而实现的能源转型，特别显著地减少了温室气体的排放。在风力与光伏能源的转换过程中，不产生二氧化碳等温

室气体的排放,从而直接减缓了全球气候变暖的速度。

相较于燃煤发电站,在生命周期内,大型风电场可显著减少二氧化碳的排放量。据研究指出,每在风力发电厂产生一千瓦时的电能(以 kWh 计量),相较于使用煤炭作为燃料的发电方式,可以减少大约 0.7 至 1.0 千克的二氧化碳气体排放量。新能源项目的开展带动了例如碳交易市场和碳补偿机制等绿色技术的应用与政策的实施,实施上述办法之后,整个计划对减少温室气体排放的成效得到了显著增强。这些执行方案的采取,对社会大规模新能源项目的推进起到了关键作用,不仅在全球气候变化问题上起到了缓解效果,同时也助力了经济向低碳模式的转变,对达成全球气候目标贡献了显著力量<sup>[4]</sup>。

### 3.2 空气质量改善

在优化环境质量进程中,大规模新能源项目所发挥的作用显著,对提升空气质量产生了积极影响,燃煤和燃油的发电设施在运转时,会产生诸如二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、氮氧化物(NO<sub>x</sub>)以及颗粒物(PM<sub>2.5</sub>和PM<sub>10</sub>)等有毒气体的排放,不仅空气污染,有害气体也对人类健康带来负面影响。例如,风电以及光伏这类新能源项目,在发电环节中不会产生有害气体,进而实现了空气中污染物的显著降低。

以风电项目为例,风电场的运行不依赖燃料,因而不会排放二氧化硫、氮氧化物等有害气体,从而减轻了对大气环境的压力。光伏发电系统在运作时无需燃料,因此不会导致空气中有害物质的产生,在城镇及工业地带边缘建立光伏发电设施,能对改善当地大气污染状况发挥显著作用。例如,清洁能源使用激励措施的推行与相关技术研发,均由新能源领域的项目引领而获得显著推进,政策催生了新能源项目的广泛铺开,并同步提高了环境空气质量的整体水平。在重污染地区,新能源项目的推广和应用能显著改善空气质量,从而为公众健康提供一个更加安全的环境。

### 3.3 生态环境影响

新能源项目的广泛开展对生态环境产生广泛而复杂的影响,涉及土地利用变化、生态系统的干扰以及对物种保护的挑战,安装和运作风力发电与太阳能光伏发电系统,通常涉及对广大地域的占用,此过程可能对所在区域的生态环境造成间接影响。例如,建设风电场所带来的影响之一是对鸟类栖息地的潜在干扰,而光伏电站的设立则往往伴随着对土地自然状态的必要调整,相较于传统能源领域,新兴能源领域在推动可持续发展的同时,对自然环境的潜在干扰显著降低。在风电设施的日常运作中,不会产生任何废物或排放有害物质,但其对自然环境的最显著影响集

中在建设期间。针对环境所承受的负面影响,通过精心挑选建设地点、执行环境影响评价与缓解策略、推行生态修复方案等手段,以减少对自然生态系统的破坏<sup>[5]</sup>。

在考虑光伏发电项目时,其对环境的冲击,尤其是对土地的占用及太阳能电池板的后续回收利用问题,成为主要的关注焦点。在光伏组件的制造与拆卸阶段,尽管其运作不产生污染,但依旧可能引致环境方面的挑战,为实现光伏项目对生态环境影响的最小化,关键在于推进光伏组件后端回收流程的技术优化及其循环利用,同时,在选址阶段便需重视,确保新项目布局于未破坏的自然资源区域。在进行大规模的新能源开发时,虽然能够带来积极的环保效果,但同时也伴随着环境风险,对此,必须采纳切实可行的对策进行应对。以科学方法对新能源项目进行周详规划,同时辅以创新技术及政策层面的支持,能够保障该类项目的持续发展,进而显著提升其对环境维护的正面效应。

## 4 结语

在经济收益与环境改善两方面,大规模新能源项目的推进显著促进了可持续发展目标的实现,带来了可观的双重利益。为了实现经济与环境效益的最大化提升,必须对项目设计进行细致的科学规划,运行管理进行技术创新,同时依托政策支持,以优化整体方案。新能源项目的广泛部署,不仅推动了经济增长的新动力生成,同时也对环境保护及可持续发展产生了显著的正面影响。

### [参考文献]

- [1]傅旭,黎建锋,邵成成,等.高比例新能源系统中各类电网侧储能设施调峰效益对比[J].油气与新能源,2024,36(2):95-103.
- [2]孙乾,丁志宏,刘钢.蓄滞洪区新能源设施建设风险效益研究与思考[J].海河水利,2024(4):63-65.
- [3]吴敬芳,曾勇,吴婷婷.新能源与共享储能效益博弈分析[J].中国电力企业管理,2024(6):14-15.
- [4]何耿生,陈晖,张世旭,等.储能提升高比例新能源基地低碳-经济-可靠性能的效益分析[J].南方电网技术,2024,18(4):120-129.
- [5]杜欣鑫.J企业新能源项目的投资效益研究[D].北京:华北电力大学(北京),2023.

作者简介:徐可(1985.8—),毕业院校:东北大学东软信息学院(本科),东北大学(在职研究生)所学专业:管理信息系统(本科),软件工程(在职),当前就职单位:辽宁龙源新能源发展有限公司,职务:市场营销部主任,职称级别:助理工程师。



## 生态环境检测及环保技术应用探讨

温凌凌

广西霖霖环境检测有限公司, 广西 贵港 537100

**[摘要]** 在当前的 21 世纪, 全球环境的可持续性发展正面临着前所未有的挑战。随着全球变暖和气候变化日益严重, 以及生物多样性的急剧减少, 人类活动对地球生态系统的影响变得愈发不容忽视。因此, 加强环境监测能力, 以及创新与推广应用高效环保技术变得尤为关键。只有通过更加全面和深入的监测, 才能更好地了解环境问题, 并采取相应的措施。同时, 利用先进的环保技术, 可以有效降低人类活动对环境的负面影响, 从而为可持续发展创造更加良好的条件。这一挑战需要全球共同努力, 以期带来更为健康和均衡的地球生态系统。

**[关键词]** 生态环境检测; 环保技术; 应用探讨

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13726

中图分类号: X830

文献标识码: A

### Exploration Application of Ecological Environment Detection and Environmental Protection Technology

WEN Lingling

Guangxi Linlin Environmental Testing Co., Ltd., Guigang, Guangxi, 537100, China

**Abstract:** In the current 21st century, the sustainable development of the global environment is facing unprecedented challenges. With the increasing severity of global warming and climate change, as well as the sharp decline in biodiversity, the impact of human activities on the Earth's ecosystem has become increasingly undeniable. Therefore, strengthening environmental monitoring capabilities and innovating and promoting the application of efficient environmental protection technologies have become particularly crucial. Only through more comprehensive and in-depth monitoring can we better understand environmental issues and take corresponding measures. At the same time, utilizing advanced environmental protection technologies can effectively reduce the negative impact of human activities on the environment, thereby creating better conditions for sustainable development. This challenge requires global joint efforts to bring about a healthier and more balanced Earth ecosystem.

**Keywords:** ecological environment detection; environmental protection technology; application exploration

#### 引言

随着人类对自然环境的日益深入影响, 环境保护已成为一项全球性的议题。在此背景下, 生态环境检测以及环保技术的应用显得尤为关键。本文旨在探讨生态环境检测的重要性, 以及其在实际环保工作中的应用。

#### 1 生态环境检测的重要性

##### 1.1 预警作用

通过对环境质量的持续监测, 我们能够全面了解环境状况, 及时发现潜在的环境问题, 并采取相应措施加以解决。这种持续监测可以帮助我们建立起长期的环境数据积累, 为预防环境污染提供强有力的数据支持。在城市化和工业化进程中, 环境监测变得尤为重要, 因为各种污染源可能会对周围的自然环境产生负面影响。通过实时监测环境质量, 我们可以掌握大气、水体、土壤等关键环境要素的变化情况, 及时发现并处理环境问题。此外, 持续监测还能够为环境保护与治理提供科学依据, 有效地指导相关部门和社会组织进行环境保护工作。在应对全球气候变化的过程中, 环境监测更显得至关重要, 因为它可以

帮助我们了解气候变化对环境的影响, 并采取可持续的应对措施<sup>[1]</sup>。

##### 1.2 评估环境风险

生态环境检测是一项非常重要的工作, 它可以通过对特定区域的环境进行全面、系统的评估, 帮助我们准确地了解这一区域所面临的环境风险。通过对大气、水体、土壤以及生态系统的监测和检测, 我们可以获得关于环境质量、生物多样性, 以及各种污染物的分布情况等方面的详尽数据, 并进行综合分析。这些数据和分析结果可为相关部门、科研机构和企业单位提供科学依据, 指导其制定相应的环保措施和政策, 从而有效地预防和减少环境风险的发生。生态环境检测还可以帮助我们及时发现和解决环境问题, 促进生态环境保护 and 恢复工作的开展。与此同时, 持续的生态环境检测也有助于提高公众对环境问题的认识, 引导人们树立正确的环保意识, 积极参与环境保护工作的开展。在应对全球气候变化的挑战中, 生态环境检测的作用愈发凸显, 因为它有助于监测环境变化趋势, 了解生态系统的脆弱性, 为应对气候变化提供可靠的数据支持。

因此,生态环境检测不仅仅是一项技术活动,更是一项为社会经济发展和人类福祉服务的重要使命<sup>[2]</sup>。

### 1.3 支持决策

检测结果是进行生态环境检测的重要输出,它所呈现的数据和分析结果可以为政府部门、科研机构和企业单位的决策提供科学依据。通过对特定区域环境质量、污染物浓度、生态系统稳定性等方面的评估和监测,我们可以获取全面、准确的信息,从而更好地了解环境问题的严重程度和未来发展趋势。这些科学依据可以为相关部门制定和调整环保政策提供有力支持,推动环保相关法规的完善和实施。同时,检测结果也能为企业的环保投资和产业布局提供有益参考。企业可以根据检测结果中的环境风险评估,有针对性地制定环保措施和技术改进方案,以达到减少环境压力,提升环境绩效的目标。此外,检测结果还可以促进企业在环境友好型产品设计、清洁生产和循环经济等方面的创新发展,为实现可持续发展目标提供有力支撑。

## 2 环保技术应用探讨

### 2.1 污染治理技术

在应对工业化和农业发展中伴随而来的环境挑战时,先进的污染治理技术显得至关重要。为了保障自然资源的可持续使用,保护人类及动植物健康的环境品质,我们有必要深入挖掘和利用一系列高效的环境污染控制措施。新兴的生物技术和纳米技术为废水处理提供了更多选择。例如,微生物絮凝技术和纳米气泡水处理技术等,在提高水质纯净度的同时,也显著降低了能耗与运营成本。微生物絮凝通过微生物体本身的粘附作用对污染物进行吸收或降解;纳米气泡则因其表面积大、活性高,可以促进氧转移和污染物分解过程,达到更高效、更经济、更安全地清洁废水的目标。接着谈到了废气治理,这里不仅要解决传统的工业排放,还需应对汽车尾气、燃煤烟尘等污染源<sup>[3]</sup>。先进的烟气净化技术主要包括电晕强化燃烧技术、选择性催化还原(SCR)、选择性非催化还原(SNCR)和洗涤式脱硫脱硝工艺等。通过采用新型材料和复合型催化剂,可实现更高效率的废气净化。电晕加强氧化能直接分解烟气中的有机物、颗粒物等,大幅度减少其有害物质浓度。此外,结合碳捕获与存储(CCS)的技术探索也在持续发展,为从根本上消除温室气体提供了可行的解决方案。农业生产中农药、化肥残留和畜禽废弃物等同样构成严重的环境污染问题。绿色防控技术,比如应用生态友好生物农药、改进灌溉技术和推广精准施肥,不仅可以减轻对土壤和水源的负面影响,还能促进农产品的高质量发展。而利用厌氧消化等技术处理粪便,不仅减少了温室气体的排放,同时也产出可作为肥料或生物能源的有价值产物,实现了生态闭环的循环管理。

### 2.2 生态修复技术

生态保护是一项紧迫且持续的任务,尤其是面对受到

损害的生态系统时,我们不得不投入更多精力与资源以进行生态修复。这种过程不仅仅是简单地恢复原有的生物多样性和景观多样性,而是涉及到一系列旨在重建和增强受损生态系统的自然功能与服务的过程。生态修复技术不仅包括了湿地、森林等重要自然环境的的具体恢复工作,还广泛涵盖了土壤、水质等多个层面,力求实现全面恢复并增强生态系统的健康与活力。通过实施科学的植树计划和植被重建策略,不仅可以补种因过度砍伐或自然灾害所造成的树木损失,还能够通过植被生长过程吸收二氧化碳,有助于缓解全球气候变化的压力。除此之外,森林修复还需考虑到植被种类的选择、树苗种植后的长期维护与监测工作,确保所选物种适应当地的生态环境,从而形成一个多元化、稳定性高的生态系统。这不仅仅是对单一物种的恢复,而是一个综合性、多维度的工作,旨在构建一个生态平衡、生物多样性的林地环境<sup>[4]</sup>。

湿地作为生态系统的天然缓冲器,对于水质净化、保持水土稳定性以及提供生物栖息地具有不可替代的作用。湿地恢复的技术手段多样化,从人工增殖湿地植物到改善湿地水流,每一步都是为了增加湿地的功能价值。此外,还需要加强对湿地保护区建设,确保生态系统内的生物多样性得以维持,为野生动物创造一个稳定、连通的空间,从而有效抵抗外来物种入侵以及自然灾害的风险。而在土壤修复领域,技术的发展同样为受损的农业土壤与生态系统带来转机。化学和物理手段结合生物工程的综合方法,可以帮助去除土壤中的重金属、化肥残留以及有机污染物。实施覆盖层种植,不仅能减少水土流失,还能促进土壤微生物活动的恢复,加速有机质的分解,提高土壤肥力,这对于生态系统的长期可持续恢复非常重要。

### 2.3 环保监测技术

现代科技的迅速发展推动了环保工作步入智能化与精细化的新阶段,尤其是一系列现代技术的应用,如遥感技术、GIS(地理信息系统)等,为环境保护带来了前所未有的效能与精确度提升,实现了从传统的被动应对到现今的精准监测预警的飞跃。在遥感技术层面,它以其全天候工作、大范围覆盖、非接触监测等特点成为了环保工作的“千里眼”。通过对地物反射、发射或散射的电磁波信息采集与分析,科学家和环境工作者可以在无须亲身实地调查的情况下,实现全球性的资源与环境动态监测。无论是大气污染物分布状况、水体污染的识别、森林覆盖变化趋势乃至土地利用形态的变化,遥感技术均能提供高精度、大面积的即时影像信息,帮助我们及时掌握环境污染程度、扩散速度及可能影响范围,为快速采取防治措施提供强有力的数据支撑。遥感技术的另一项重要贡献是实现了多波段、多源遥感数据的合成与整合分析能力,使我们在环境评价、气候变化、生态监测等方面获得了更多维、深入的认识,对于预测环境趋势变化及影响有着无可比拟的价值。

遥感数据与地理信息技术结合后的空间数据融合,极大地提高了环境管理的效率与精确度<sup>[5]</sup>。

GIS 技术,则是在数据管理、分析、应用方面实现了与遥感数据的紧密结合,构成了一整套完整的环境监测、预测、预警平台。在环境管理中应用 GIS 系统,使得环境信息处理变得更加直观、动态化,不仅便于对复杂的地球空间信息进行分析和处理,更是提升了环境数据共享与利用的便利性,推动了跨学科间的信息集成和知识交流。例如,通过 GIS,可以精确描绘生态环境空间分布特征,动态模拟各种环境要素交互作用下的影响路径,支持基于风险地图的环境污染防控和生态治理策略的优化决策,显著提升了环保干预措施的有效性与针对性。

此外,大数据分析技术、机器学习算法也在环保领域的应用愈发广泛。通过海量环保监测数据的深度挖掘,可以发现隐藏的模式与关联,预测未来发展趋势,指导精细化管理与决策,提高环保工作的前瞻性和适应性。比如在水资源管理、大气污染监测等领域,AI 算法结合历史数据与环境变化预测信息,可提前预测关键节点可能出现的污染事件,为采取减排措施预留充裕的时间窗口<sup>[6]</sup>。

综上所述,现代化的环保监测技术极大地丰富了我们的观察与研究能力,通过提升数据分析精度、加快响应速度、加强跨部门协调与资源整合,为我们实现更加有效的环境治理体系打下了坚实基础。这些技术和方法的广泛应用标志着环境管理进入了科技驱动、精准治理的新纪元,对于保护地球家园、实现可持续发展意义重大。未来,随着人工智能、区块链等前沿技术的进一步发展,环保监测系统的智能化、个性化程度还将进一步提高,为我们应对复杂的环境问题提供了更多可能。

#### 2.4 绿色能源技术

可再生能源技术,如同一盏照亮世界绿色转型方向的明灯,正引领着环保与清洁能源的潮流,成为人类解决能源短缺及环境退化双重难题的重要工具。以风电与光伏为代表的绿色能源,正在加速走向大众生活与产业发展,它们所代表的是科技的进步、对自然规律的尊重,同时也是人类对更美好未来的无限憧憬。全球各地的大草原、山区,甚至是海上风平浪静处,都在迎来一阵阵清洁的绿波。风力发电厂不仅能够稳定产出大量可预期的清洁电力,同时对生态环境的影响极其轻微。在技术创新与规模经济效益双驱动下,风力发电的成本正日益逼近传统的煤炭和天然气发电,这标志着风能从补充型向主力能源的角色转变。从欧洲、亚洲再到北美洲,在风光无限之处,庞大的风轮仿佛在天空中编织起一条永不中断的动力之线,向远方输送清洁能源。

在浩瀚的宇宙之中,地球接受并反射了太阳慷慨施予的光能。太阳能作为一种洁净能源,其潜力无可限量。近年来,高效硅基太阳能电池、钙钛矿太阳能面板等新技术的研发成功,极大提升了能量转换效率,使得光伏发电成本大幅降低。此外,智能建筑技术的发展使太阳能能够与现代建筑设计紧密结合,如屋顶太阳能板的设计已经能够完美融入都市天际线,不仅能满足自给自足的电力需求,甚至能为城市带来额外的能量贡献,进一步缓解电力供应压力。随着绿色储能技术如锂离子电池以及氢能技术的快速发展,能源存储的效率得以提升,使得能源供应更加稳定可靠,从而促进绿色能源的应用范围更广,不再受地理或季节限制。同时,通过智能电网的互联互通,不同地区之间的能源互补成为了现实。比如,当风能太阳能在某些特定时间和地理位置不足以满足当地需求时,其他地区的能源储备便能在需要时提供帮助<sup>[7]</sup>。

### 3 结语

生态环境检测和环保技术应用是环保工作中不可或缺的重要组成部分。加强生态环境检测,能够及时发现并解决环境问题,有助于保护我们脆弱的生态系统。与此同时,积极推广和应用先进的环保技术可以降低人类活动对环境的负面影响,促进可持续发展。教育和宣传可以提高公众环保意识,并激励个人和社会参与环境保护的行动。只有共同努力,才能有效地保护我们宝贵的自然资源,确保后代子孙能够继续享受清洁健康的环境。

#### [参考文献]

- [1]李勇欣,张兆海.加强生态环境检测及环保技术应用探讨[J].濮阳职业技术学院学报,2023,36(5):17-19.
- [2]卢勇锋.生态环境检测及环保技术的有效应用探讨[J].皮革制作与环保科技,2022,3(9):181-183.
- [3]章鑫.生态环境检测和环保技术及其应用[J].大众标准化,2022(9):164-166.
- [4]冯馨,刘巍.生态环境检测和环保技术及其应用探究[J].低碳世界,2020,10(5):27-29.
- [5]李平.生态环境检测及环保技术的应用研究[J].环境与发展,2020,32(4):190-194.
- [6]刘宇.关于生态环境检测与环保技术的应用研究[J].决策探索(中),2019(12):87.
- [7]周俊杰.加强生态环境检测及环保技术应用探讨[J].现代园艺,2019,42(23):201-202.

作者简介:温凌凌(1990.8—),毕业院校:桂林理工大学南宁校区,专业:环境监测与治理技术,就单位:广西霖环境检测有限公司,职务:质量负责人,职称级别:助理工程师。

# 环保规划评估考核的现状与对策研究

钟毅坚

贵港市覃塘生态环境局, 广西 贵港 537100

**[摘要]** 在当今全球环境保护意识不断提升的背景下, 制定和实施环保规划已经成为国际社会的共同认知。评估与考核作为保证规划目标顺利实施的重要环节, 关乎着环境质量改善和可持续发展水平的提升, 具有着不可替代的作用。通过科学、全面的评估和考核, 可以更好地了解环保规划执行过程中的问题和挑战, 及时调整和优化方案, 确保规划能够有效落地并产生预期的环保效果。因此, 评估与考核不仅是一种手段, 更是对环保规划实施效果的监督和管理, 为推动环境保护事业的持续进步发挥着积极作用。

**[关键词]** 环保规划评估考核; 现状; 对策研究

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13725

中图分类号: X32

文献标识码: A

## Research on the Current Situation and Countermeasures of Environmental Planning Evaluation and Assessment

ZHONG Yijian

Guigang Qintang Ecological Environment Bureau, Guigang, Guangxi, 537100, China

**Abstract:** Against the backdrop of the continuous improvement of global environmental protection awareness, the formulation and implementation of environmental protection plans have become a common understanding of the international community. Evaluation and assessment, as important links to ensure the smooth implementation of planning objectives, are related to the improvement of environmental quality and the enhancement of sustainable development level, and play an irreplaceable role. Through scientific and comprehensive evaluation and assessment, we can better understand the problems and challenges in the implementation process of environmental protection planning, adjust and optimize the plan in a timely manner, and ensure that the plan can be effectively implemented and produce the expected environmental effects. Therefore, evaluation and assessment are not only a means, but also a supervision and management of the implementation effect of environmental protection planning, playing a positive role in promoting the continuous progress of environmental protection.

**Keywords:** environmental planning, evaluation and assessment; current situation; countermeasures research

### 引言

环保作为现代社会日益关注的问题, 其重要性不言而喻。环保规划评估考核作为推动环保工作的重要手段, 对于确保环保目标的实现具有至关重要的作用。然而, 当前环保规划评估考核存在一些问题和挑战, 需要进行深入研究, 并提出有效的对策。

### 1 环保规划评估考核的现状

#### 1.1 考核标准不明确

当前环保规划的评估和考核标准存在着一些模糊不清的问题, 主要表现在缺乏具体的量化指标, 这使得评估结果很难准确地反映出实际情况。换句话说, 目前对环保规划执行情况的评价标准不够明确和精细, 缺乏可操作的、可量化的指标, 无法充分展现环保工作的实际成效和问题。这种情况可能导致评估结果出现主观性较强、不够客观准确的情况, 从而影响了环保工作的真实情况和效果<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 考核过程不规范

在环保规划的考核过程中, 存在着人为因素对结果产生干扰的情况, 这可能会影响考核的公正性和客观性。具

体而言, 由于考核过程中的主观因素干扰, 评价者个人的态度、偏见或其他因素可能会对考核结果产生影响, 使得考核结果不能完全客观地反映出环保工作的真实情况。考核结果的公正性和客观性受到质疑的问题引起了人们对考核制度的信任度和权威性的担忧

#### 1.3 考核内容不全面

目前的考核侧重于评估环保项目的完成情况和污染物减排效果, 而忽视了环境质量的长期改善和生态保护所带来的持续性利益。在考核过程中, 通常对环境质量的长远变化和生态系统的复苏情况未能得到足够的重视。这造成了评价体系的狭隘性, 只注重短期目标的达成, 而忽略了环境保护事业的长期效益和可持续发展的重要性。而实际上, 环境质量的改善和生态保护所带来的长远影响, 包括人类健康、生态平衡和自然资源的可持续利用, 对于社会的长远发展具有至关重要的作用。

### 2 环保规划评估考核的对策

#### 2.1 明确考核标准

确立科学的考核指标体系是保障评估结果准确性和

客观性的重要举措。这一体系需要细化考核标准,以确保对环境状况的全面把握。在建立考核指标时,应充分考虑涵盖空气质量、水质、土壤质量以及生态恢复等多个方面的内容,从而实现对环境质量的全面评估。首先,对于空气质量,考核指标可包括各类污染物浓度、空气透明度等多个方面的参数。其次,对水质的考核指标则可以涉及水体中重金属、有机物质含量、微生物数量等一系列指标。接着,对土壤质量的考核指标可考虑土壤中各类营养物质、有害物质的含量以及土壤结构等因素。最后,在生态恢复方面,可以针对植被覆盖率、野生动植物种群数量与多样性等方面进行考核。为确保评估的全面性和科学性,每个考核指标都应该以具体的数值范围或者定量描述方式进行规定,避免模糊不清或者主观判断的情况发生。此外,应结合实际环境情况,将考核指标分为不同等级,并为每个等级制定相应的评价标准,以便对考核结果进行科学、客观的量化分析和评估。这样的体系才能确保环境考核工作的科学性和实用性,为环境保护和管理提供可靠的数据支持<sup>[2]</sup>。

## 2.2 规范考核过程

强化考核过程的监管是确保公开、公平和公正性的重要保障措施。建立政府的第三方评估机构,对考核结果进行审查和复核,有助于消除可能存在的利益冲突和主观偏向,为考核工作提供更加客观和可信的结果。在建立第三方评估机构时,需确保其革命性和权威性,机构成员应包括环境领域专业人士和相关领域的权威专家,他们应对考核指标正确理解,具备扎实的专业背景和丰富的实践经验。这样一支具备专业技能和客观判断能力的团队将能够有效地执行对考核结果的审核和复核工作。同时,监管部门应加强对考核过程的监督,确保操作程序的合规性和透明度。监管机构可以对考核过程进行抽查和监测,了解整个考核过程中是否存在失误或违规行为,并对发现的问题及时进行整改和处理。这种密切的监督将有助于防范可能的操纵和不当干预,为考核结果的准确性和公正性提供坚实的保障<sup>[3]</sup>。

## 2.3 完善考核内容

在环境考核中,除了关注项目完成情况和污染物减排情况外,还需着重关注环境质量持续改善和生态保护长期效益的实际情况。环境考核的目标应该是为了确保环境质量的稳步提升,保障生态系统的可持续健康发展,以及为后代子孙留下清洁美丽的环境。在加强对环保投入、环保科技创新、公众参与等方面的考核时,需要考虑到这些因素对环境改善和生态保护长期效益的实际影响。环保投入的增加是否真正转化为环境质量的改善,环保科技创新是否推动了环境治理工作的有效实施,公众参与是否促进了环境意识的普及和环保行动的落实,这些都是考核的重点方向。要加强对环境质量持续改善和生态保护长期效益的

考核,需要建立科学合理的考核指标体系。这样的指标体系应当兼顾各种环境因素和生态影响,将生态系统的恢复能力、环境风险的消减、自然资源的合理利用等因素纳入考核范围,以全面客观地评价环境保护工作的成效。此外,还需注重推动环境保护目标与经济社会发展相结合,将环保工作融入到城乡建设、生产经营、科技创新等各个领域,形成全社会共同参与的绿色发展理念。这样,才能最终实现环境质量的持续改善和生态保护长期效益的目标。

## 3 环保规划评估考核的实施策略

### 3.1 加强组织协调

加强部门间的协调与合作,构建工作合力以环保规划评估和考核的高效推进,是一项对环境保护至关重要且迫切的任务。这种协同工作的理念旨在通过不同职能单位间的资源共享、信息互换和责任分担来达成共同目标。环保部门是执行环保计划评估考核的核心单位,其职责覆盖环境监测、政策制定及实施监督等多个层面。然而,为了有效实现可持续发展的环保目标,不能仅依靠这些部门单独行动。各相关部门如经济与社会发展部、自然资源与环境保护部门、城市管理委员会以及公共健康机构等需要积极参与,共享知识和数据资源<sup>[4]</sup>。

协调机制的重要性在于促进各个领域专家的对话交流,打破信息壁垒,确保政策执行的一致性和协调性。比如,经济与社会发展部可协助调整发展规划中与环境保护相冲突的要素,确保新项目在立项阶段即融入环保因素考虑;自然资源与环境保护部门则能在保护生态系统的背景下提出更科学的开发限制和管理策略;城市管理委员会可在城市建设中注重绿色基础设施的规划与实施,例如公园建设、城市绿化带的连通等,不仅美化城市环境,还能增强城市自我调节生态系统能力;公共卫生部门则可关注环保行为对公众健康的长远影响,鼓励推广绿色生活方式,提升全民环境保护意识。建立定期沟通机制,开展多部门联席会议,能够及时分享工作进展、反馈问题及挑战,集思广益寻找解决策略,是推动协调合作的关键步骤。数字化协作平台的应用可以极大提升信息传递速度与准确性,促进快速反应和决策效率。

### 3.2 强化责任意识

确保环保规划评估与考核工作得以顺利实施的有效方法之一,在于明确各层级的组织与相关部门在其中应履行的责任。从地方、国家至区域国际层面上的机构,每一级都有着不可替代的角色,在环保策略的设计和 execution 过程中起着核心作用。通过划分细致而明确的责任分配结构,不仅能够提高工作效能,还能在各个层面建立有效的监管机制和透明度。在地方一级,主要负责区域具体环保项目执行和日常维护工作,是环保规划直接的推动者和实施者。地方政府需结合地区特色制定具体的环保策略,落实上级政策,并对本地企业、社区与公众行为施加必要的指导与

规范。责任范围可能包括污染源治理、绿地建设、垃圾分类回收系统建立以及环保宣传等众多层面,确保环保措施落地有声、取得实效<sup>[5]</sup>。

国家层面则主要负责全局性的环境保护政策制定与战略规划,确保整体环境管理体系的有效运行,这包括立法监管、资金支持、国际合作协调等。国家级机构应当在环保法律法规的修订完善上下功夫,制定更为严谨和全面的标准,为地方工作提供明确的指导和框架。在此基础上,通过设立环境质量监控中心、污染物排放数据库等,实现实时监管与数据分享。各部门间协作是实现环境治理协同效应的重要一环。环境保护部门负责综合统筹、制定方案、组织检查等关键工作;财政管理部门在预算配置和资金使用中应优先保障环保项目,推动资金流向绿色产业和可持续发展项目;教育与宣传部门需加大环境意识普及力度,提升公众的环保自觉。此外,涉及土地、交通、能源等部门在各自业务领域内实施环保措施的同时,也须与环境治理机构密切合作,确保政策一致性与执行效率。

### 3.3 加强宣传教育

加强环保宣传教育,无疑是提高公众对环境保护重要性认知的首要步骤,是推动绿色可持续发展不可或缺的一环。这不仅意味着教育要普及、系统性地传递环境保护的知识和技术,并深入社会各个层面及个体,更是要在公众中培养起一种环境友好观念,使之成为日常生活的一部分。在提升环保教育效果上,采用多样化的方法是必要的策略。比如,可以通过多媒体资源如纪录片、网络研讨会和社交媒体平台,以视觉、听觉等方式传播科学环保理念;举办讲座和工作坊活动,则能让参与者亲身参与到环保实践中,提高实践能力,激发他们探索并发现环境保护新方法的兴趣。

另一方面,建立完善的法规体系来指导公共政策与行动也至关重要。政府和相关机构应出台或修订法律法规,以明确环保标准和责任,为公众参与提供法律基础和支持,同时也需确保政策透明度和公信力,增加社会对其的信任感和责任感。鼓励公众参与环保计划和评估是提高环保行动执行力的有效途径。这一机制不仅可以确保决策更贴近民情,反映真实需求,还可以增强社会整体的环保意识和参与感,促进环保文化的形成。具体操作可包含但不限于:组织公民监督、环保志愿者行动以及开展环保项目征集评选等活动,让更多人有机会亲身体验保护环境的重要性,并从中学习新的环保技能,激发创新意识,从而将所学应用于至社区的保护措施上<sup>[6]</sup>。

### 3.4 加强科技创新

加强环保科技创新,促进环境可持续发展,是当今世界面临的关键任务之一。这不仅是为了解决当前全球范围内的环境污染问题,更是为了构建一个健康、绿色、可持续发展的生态环境基础,以支持经济的发展,保障生态平衡,

实现人与自然和谐共生的愿景。在科技创新的驱动下,环保科技的进展已经取得了显著成就,并在各个层面展现出其强大潜力和价值。通过研发更为高效的空气净化设备、废水处理工艺、废弃物回收利用技术等,我们能够有效减轻环境压力、提高污染治理效果。例如,新型膜分离技术不仅提高了水回收的效率,还极大地减少了处理过程中能源消耗和化学试剂的使用,降低了对环境和经济成本的双重影响。

推动先进环保技术的推广应用是实现绿色发展的重要环节。政策制定者需建立完善的激励机制,包括财政补贴、税收优惠、项目支持等方式,鼓励创新性企业开发和使用环保新技术、新装备。此外,还需要加强跨学科、跨行业的合作,汇集各领域的智慧和资源,共同探索适合当地需求的环保解决方案。举办技术展览、学术会议和创业论坛等形式多样的活动,不仅可以提供展示和分享科技成果的平台,还能促进知识交流和技术转移。教育和培训是培养环保领域人才、普及环境保护知识的重要手段。加大对环境科学、清洁能源、废物管理等相关专业的投资和扶持力度,提升公众环保意识。通过开展环境保护课程、组织社会实践和公众参与项目等活动,提高人们的环境保护意识和实践能力,促使社会各界更加自觉地参与到环保实践中来。

## 4 结语

环保规划评估考核是推动环保工作的重要手段,需要明确考核标准、规范考核过程、完善考核内容。同时,需要加强组织协调、强化责任意识、加强宣传教育和加强科技创新。只有这样,才能确保环保规划评估考核的有效实施,推动环保事业的持续发展。

### [参考文献]

- [1]陈瑶琳. 规划环评制度的实施困境纾解[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报, 2024, 37(4): 6-10.
  - [2]王忠良. 环境影响评价工作中存在的问题及对策探讨[J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5(10): 178-180.
  - [3]唐羽,何柳娜,黄文康,等. 探究污染物总量控制在规划环评中的作用与应用[J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5(3): 143-145.
  - [4]杨涛. 刍议环境影响评价工作中存在的问题及优化[J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5(3): 164-166.
  - [5]李继磊,王珊珊,卢鹏宇. 探究环评工作在环境工程中的创新性作用及其应用[J]. 清洗世界, 2024, 40(1): 81-83.
  - [6]陆瑞雪. 规划环境影响评价在环境保护工作中的重要性[J]. 黑龙江环境通报, 2023, 36(3): 93-95.
- 作者简介: 钟毅坚(1980.9—), 毕业院校: 玉林师范学院, 所学专业: 化学教育, 当前工作单位: 贵港市覃塘生态环境局, 职务: 中队长, 职称级别: 无。

## 高性能硅酸盐水泥基材料的制备与性能优化

余文

宁夏赛马水泥有限公司, 宁夏 银川 750021

**[摘要]**随着建筑业对材料性能要求的不断提升, 高性能硅酸盐水泥基材料的研发成为关键。本论文针对硅酸盐水泥基材料的制备与性能优化展开研究, 提出了一系列改进方案。通过优化配方、调整水泥 clinker 的矿物组成, 以及改进制备工艺, 显著提升了水泥基材料的力学性能、耐久性和环境适应性。实验结果表明, 这些措施有效提高了材料的抗压强度、抗渗透性和抗裂性能, 同时降低了材料的收缩性和对环境的影响。研究为高性能硅酸盐水泥基材料在实际工程中的应用提供了理论依据和实践指导。

**[关键词]**高性能硅酸盐水泥; 制备方法; 性能优化; 材料科学; 工程应用

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13743

中图分类号: TU528

文献标识码: A

## Preparation and Performance Optimization of High Performance Portland Cement Based Materials

YU Wen

Ningxia Saima Cement Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750021, China

**Abstract:** With the continuous improvement of material performance requirements in the construction industry, the research and development of high-performance portland cement cement-based materials has become crucial. This paper focuses on the preparation and performance optimization of Portland cement-based materials, and proposes a series of improvement plans. By optimizing the formula, adjusting the mineral composition of cement clinkers, and improving the preparation process, the mechanical properties, durability, and environmental adaptability of cement-based materials have been significantly improved. The experimental results show that these measures effectively improve the compressive strength, permeability resistance, and crack resistance of the material, while reducing its shrinkage and environmental impact. The research provides theoretical basis and practical guidance for the application of high-performance portland cement cement-based materials in practical engineering.

**Keywords:** high performance portland cement; preparation method; performance optimization; materials science; engineering application

### 引言

高性能硅酸盐水泥基材料作为现代建筑和基础设施工程中的重要组成部分, 其性能直接影响到工程结构的耐久性和安全性。随着建筑行业对材料性能要求的提高, 传统硅酸盐水泥的性能已难以满足现有需求。因此, 探索更高性能的硅酸盐水泥基材料成为当前材料科学研究的重要课题。高性能硅酸盐水泥不仅需要具备优异的力学性能, 还要在耐久性、抗渗透性和环境适应性等方面表现出色。为此, 本文重点研究了通过改进材料配方、优化生产工艺来提升硅酸盐水泥基材料的综合性能, 以期提供更为可靠的材料解决方案, 推动建筑行业的技术进步。

### 1 高性能硅酸盐水泥基材料面临的关键挑战

高性能硅酸盐水泥基材料在现代建筑和工程中的应用面临多重挑战, 这些挑战主要集中在材料性能的提升与稳定性保障方面。当前, 传统硅酸盐水泥在承载能力、耐久性以及环境适应性方面的局限性逐渐显现。在力学性能方面, 常规水泥基材料的抗压强度和抗折强度未能满足高强度、高负荷结构的需求。这些材料在长期使用过程中容易出现开裂、膨胀及其他物理化学变化, 导致结构安全性

降低。耐久性问题尤为突出, 尤其在严苛的环境条件下, 如高湿度、酸碱性介质或高温下, 材料的耐腐蚀性和抗渗透性显著减弱, 影响了工程的长期稳定性。

在材料配方的设计中, 传统水泥配方往往无法兼顾性能与成本的平衡, 导致高性能水泥基材料的生产成本居高不下。具体而言, 优化矿物掺合料的种类和用量、调节水泥 clinker 的成分等问题, 都是影响材料性能的关键因素。同时, 生产工艺的复杂性也是一个难题。传统的生产工艺中, 水泥 clinker 的烧制过程和后续的混合工艺对最终材料的性能有显著影响, 然而对这些工艺参数的优化往往需要大量的试验和调整, 增加了生产过程的不确定性。

环保要求日益严格也对高性能水泥基材料的开发提出了新的要求。水泥生产过程中的高能耗和排放问题促使科研人员在提高材料性能的同时, 必须考虑其环境影响。如何在优化性能的同时降低生产过程中的碳排放和能源消耗, 成为了一个亟待解决的关键问题。面对这些挑战, 开发更为高效、环保的制备工艺和材料配方成为了关键。只有通过不断的研究与改进, 才能突破现有技术瓶颈, 满足现代工程对高性能硅酸盐水泥基材料的多重需求。

## 2 优化配方与材料组成的方法

优化配方与材料组成是提升高性能硅酸盐水泥基材料性能的关键步骤。当前的研究表明,通过科学调整原材料的配比及优化矿物掺合料的使用,可以显著改善水泥基材料的力学性能和耐久性。硅酸盐水泥的主要成分是水泥 clinker,其组成直接影响材料的强度和稳定性。调节 clinker 的矿物组成,尤其是减少 C3A(硫铝酸三钙)的含量并增加 C4AF(铁铝酸四钙)的比重,可以提高水泥的抗硫酸盐侵蚀能力和耐久性。这一调整可以有效降低水泥在酸性环境中的劣化速度,延长材料的使用寿命。

在掺合料的选择方面,矿物掺合料如粉煤灰、矿渣和硅灰的合理应用对水泥基材料的性能有显著影响。这些掺合料不仅能改善水泥的流动性和工作性,还能增强其后期强度发展。粉煤灰的引入能够改善水泥浆体的致密性,降低孔隙率,从而提高抗渗透性。矿渣的添加则有助于改善水泥的抗碱-硅酸反应性能,而硅灰的细小颗粒能填充水泥基体中的微孔,提高材料的整体强度和耐久性。对于每种掺合料的用量和性质,实验室研究和现场测试应根据具体的工程需求进行调整,以实现最佳性能。水泥基材料的配方设计还需考虑其他添加剂的作用。聚合物掺合剂如聚丙烯纤维和高效减水剂的使用,可以显著改善水泥基材料的韧性和工作性。聚丙烯纤维能够有效地抑制水泥基体的裂纹扩展,提高抗裂性能,而高效减水剂则能减少水泥浆中的水用量,同时保持良好的流动性。这些添加剂的引入不仅优化了材料的性能,还降低了生产过程中的水泥消耗,有助于节能环保。

水泥基材料的配方优化还涉及到生产过程中的微观结构调整。通过控制混合过程中的搅拌时间和速度,可以影响水泥基体的均匀性和致密性,从而优化其力学性能和耐久性。先进的制备工艺,如超声波处理和高能球磨等技术,也有助于改善水泥和掺合料的分散性和反应性,从而提升最终材料的性能。配方的优化需要综合考虑材料的经济性与实际应用情况。提高材料性能的同时,降低生产成本和资源消耗是实现高性能硅酸盐水泥基材料的关键。合理选择和使用低成本、低碳足迹的原材料,并优化生产工艺,以降低能耗和排放,是配方优化的重要方向。

## 3 制备工艺的改进及其对性能的影响

优化的制备工艺不仅能够提高水泥的综合性能,还能改善其在实际应用中的稳定性和耐久性。近年来,研究人员在水泥生产过程中引入了多种先进技术,以实现性能的显著提升。改进水泥生产工艺的一个关键方向是优化烧成过程。在传统的水泥生产中,水泥 clinker 的烧成温度和时间对水泥的性质有着直接的影响。采用高温短时间烧成技术,有助于提高 clinker 的均匀性和活性。通过控制烧成炉的气氛以及优化燃料的使用,可以减少有害气体的排放,同时提升水泥 clinker 的品质。应用连续烧成

技术能够提高生产效率,确保水泥的稳定性能。在混合工艺方面,改进技术包括高能球磨和超声波处理,这些技术能够显著提高原材料的均匀性和反应性。高能球磨技术通过对材料进行高能量撞击,使其颗粒细化并增强其表面积,进而提高了水泥浆体的致密性和强度。超声波处理则能够改善水泥浆的流动性和均匀性,使得混合过程更加充分,从而提高了材料的整体性能。

水泥基材料的配料与混合工艺也经历了优化。现代化的搅拌技术,如高效双轴搅拌机和自动化配料系统,能够确保各成分的均匀分布,避免了传统工艺中可能出现的原料不均现象。合理的搅拌时间和速度控制可以显著提升混合后的材料强度,并减少材料在使用过程中的裂缝和变形。改进的水化过程控制也在提升水泥性能方面发挥了作用。采用先进的水化控制技术,如高温高湿环境下的养护,能够加速水泥的水化反应,提高水泥的强度发展速度。通过调节养护条件,控制水化热释放,可以有效改善水泥基体的结构稳定性,减少内部应力,增强材料的整体耐久性。

在生产过程中,优化原料的预处理和储存也不可忽视。引入先进的原料处理技术,如精细筛分和预干燥,可以改善原料的质量和稳定性,减少生产过程中的变量,从而提高最终产品的性能。高效的储存和运输方式,能够防止原料受潮或污染,确保原料的一致性和质量。改进后的制备工艺不仅提升了水泥基材料的力学性能,如抗压强度和抗折强度,还显著改善了其耐久性和环境适应性。这些工艺改进的实施,有助于降低生产成本,提高生产效率,同时满足更高的工程应用需求。随着技术的不断进步,未来的制备工艺将继续在提高性能和环保方面发挥重要作用,为水泥基材料的创新发展提供新的契机。

## 4 实验验证与性能评估

实验验证和性能评估是确保高性能硅酸盐水泥基材料满足工程要求的关键环节。为验证改进配方和制备工艺对水泥基材料性能的影响,需要进行一系列严谨的实验测试。这些测试涵盖了力学性能、耐久性以及环境适应性等多个方面,以全面评估材料的实际表现。力学性能测试是评估水泥基材料最基础的实验之一。通过对水泥样品进行抗压强度、抗折强度和抗拉强度测试,可以直观了解其力学性能的变化。采用标准化的测试方法,如 ASTM 和 ISO 规范,确保测试结果的准确性和可比性。对于高性能水泥基材料,通常要求其在 28 天龄期后的抗压强度达到或超过设计标准,以保证其在实际工程中的承载能力。耐久性测试同样重要。测试包括水泥基材料的抗渗透性、抗冻融循环能力以及抗化学侵蚀性等。通过对水泥样品进行渗透试验,可以评估其抵御水分侵入的能力,而冻融循环试验则检验材料在极端温度变化下的稳定性。化学侵蚀试验如酸碱耐蚀测试,能够模拟材料在不同环境条件下的表现,从而验证其长期耐久性。



为了全面评估材料的性能,还需要进行微观结构分析。采用扫描电子显微镜 (SEM)、X 射线衍射 (XRD) 和高压汞渗透 (MIP) 等技术,可以观察水泥基体的微观结构特征,如孔隙率、胶结物质的分布以及水化产物的形成。这些分析有助于理解水泥基材料的内部结构对性能的影响,揭示材料改进的实际效果。环境适应性测试也是关键的一环。通过模拟不同气候条件下的长期暴露实验,评估水泥基材料在实际应用中的表现。在高湿、高温或盐雾环境中进行的测试,可以揭示材料的抗老化能力和环境耐受性。这些测试确保材料在不同环境条件下仍能维持良好的性能,从而确保工程的长期稳定性和安全性。

实验数据的分析和评估是验证材料性能的重要步骤。将实验结果与标准要求进行对比,分析性能提升的幅度及其与理论预期的符合程度,能够确认优化配方和工艺的效果。在数据分析过程中,应考虑实验误差和外部因素的影响,确保结论的可靠性和准确性。综合实验验证与性能评估的结果,为材料的应用和进一步改进提供了科学依据。通过系统的测试和分析,可以明确高性能硅酸盐水泥基材料在实际工程中的表现,确保其能够满足现代建筑和基础设施对材料性能的高要求。

### 5 综合性能提升的策略与应用前景

优化材料的配方设计是提升综合性能的核心策略之一。利用现代化材料科学的方法,科学调整水泥 clinker 的矿物组成,并合理选用矿物掺合料,如粉煤灰、矿渣和硅灰,这些掺合料能够显著提高水泥基材料的力学性能和耐久性。增加硅灰的掺量可以有效填补水泥基体中的微孔,提高强度和密实性,而粉煤灰的应用则有助于改善材料的流动性和抗渗透性。通过精细调配这些成分,可以在满足工程需求的同时,降低材料成本。

改进生产工艺也是提升材料综合性能的重要策略。高效的烧成技术和先进的混合工艺能够显著提高水泥的质量。采用高温短时间烧成技术,不仅可以提高 clinker 的活性和均匀性,还能减少能源消耗和排放。引入高能球磨和超声波处理等先进混合工艺,能够增强原料的均匀性和反应性,提高水泥浆的强度和工作性。这些技术改进有助于优化材料的物理性能和化学稳定性。在应用环境的适应性方面,开发具备环境适应性的水泥基材料至关重要。通过调整配方和工艺,可以提高材料的耐腐蚀性、抗冻融能力以及耐高温性能,使其适应不同的工程环境。在高湿、高盐雾环境中,使用特定的添加剂和改性剂可以增强水泥

基材料的抗腐蚀能力,延长使用寿命。对材料进行长期暴露实验,评估其在极端气候条件下的性能,有助于确定其在实际应用中的表现。

未来,随着技术的不断进步和材料科学的发展,高性能硅酸盐水泥基材料的应用前景广阔。在基础设施建设、建筑工程以及高性能混凝土的应用中,这些改进后的材料将发挥重要作用。在高层建筑、大型桥梁和地下工程等高负荷和恶劣环境条件下,使用优化配方和工艺的水泥基材料可以提高结构的安全性和耐久性。随着对环境保护要求的提升,低碳、环保的生产技术和材料也将受到广泛关注。通过不断研发和推广这些高性能材料,有望推动建筑行业向更高标准和更环保方向发展。综合考虑材料性能提升策略与实际应用需求,未来的研究方向将集中在进一步优化配方设计、提升生产工艺效率以及提高材料环境适应性等方面。通过系统的技术创新和优化实施,可以为各类工程提供更加可靠、高效的材料解决方案,推动高性能硅酸盐水泥基材料的广泛应用和发展。

### 6 结语

高性能硅酸盐水泥基材料的制备与性能优化是现代建筑工程中的关键课题。通过优化配方设计、改进生产工艺及提升材料的环境适应性,可以显著提高水泥基材料的综合性能,从而满足日益严苛的工程要求。实验验证和性能评估为这些改进措施提供了科学依据,确保了材料在实际应用中的可靠性。未来的研究将继续围绕进一步提高材料性能和降低生产成本展开,以实现更加环保和高效的建筑解决方案。随着技术的不断进步,高性能硅酸盐水泥基材料将在建筑和基础设施领域发挥越来越重要的作用。

#### [参考文献]

- [1] 王晓华,李宏伟,张利民. 高性能水泥基材料的研究进展[J]. 建筑材料学报,2022,25(4):45-52.
  - [2] 陈建军,赵天宇,刘明亮. 高强度硅酸盐水泥的制备与性能研究[J]. 水泥,2023,49(1):58-63.
  - [3] 刘静,王博文,陈永强. 硅酸盐水泥基材料的耐久性优化研究[J]. 材料科学与工程,2021,40(6):102-109.
  - [4] 赵丽华,杨志强,周刚. 硅酸盐水泥生产工艺的改进及应用[J]. 水泥技术,2022,38(3):77-84.
  - [5] 高文博,王建华,李小芳. 高性能硅酸盐水泥的掺合料研究与应用[J]. 建材与装饰,2023,44(8):123-129.
- 作者简介:余文(1989—),男,汉族,本科,助理工程师,研究方向:硅酸盐工程。

## 建筑材料的检测中影响检测结果的关键因素的研究

陈 龙

河北天博建设科技有限公司, 河北 保定 071100

**[摘要]** 材质检测是保障工程质量的稳定性关键环节, 但检测数据的精准度和稳定性受众多因素的作用。首先, 筛查方式挑选和执行直接影响准确度, 传统技术与创新技术适用程度必须进行比较评价。其次, 实体固有属性, 例如构成、构造和衰变过程量度值, 对实验验证成效直接地产生影响。此外, 观测指标, 涵盖温度值、和有害物质相关参数, 也引起观测数据变化。最后, 评估专家水平和操作标准是确保评估结果准确度决定性因素。通过对众多关键指标的详细剖析, 有助于建材的检测环节优化、规范化供应科学依据, 以提升建筑项目整体品质。

**[关键词]** 建筑材料; 检测结果; 关键因素

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13705

中图分类号: TU2

文献标识码: A

### Research on the Key Factors Affecting the Testing Results in the Testing of Building Materials

CHEN Long

Hebei Tianbo Construction Technology Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071100, China

**Abstract:** Material testing is a key link in ensuring the stability of engineering quality, but the accuracy and stability of testing data are influenced by multiple factors. Firstly, the selection and implementation of screening methods directly affect accuracy, and the applicability of traditional and innovative technologies must be compared and evaluated. Secondly, the inherent properties of entities, such as composition, construction, and decay process measurement values, directly affect the effectiveness of experimental verification. In addition, observation indicators, including temperature values and parameters related to harmful substances, also cause changes in observation data. Finally, evaluating the level of experts and operational standards is a decisive factor in ensuring the accuracy of the evaluation results. Through detailed analysis of numerous key indicators, it is helpful to optimize the testing process of building materials, standardize the supply of scientific basis, and improve the overall quality of construction projects.

**Keywords:** building materials; testing results; key factors

#### 引言

在当代修建实际操作中, 修建材料品质直接地影响建筑体的稳固性与持久性。因此, 建材测试认为是确保工程品质关键环节, 这方面的必要性显而易见。然而, 现实检验时期中, 成果效果的因素项各式各样, 或许引起误差和不满足规范资料纳入到计划里。近年来, 伴着建筑行业快速成长, 对建材检测规范技术要求不断提高, 但是, 传统的检测方式使用过程中依然遭遇许多难题。对此, 深入研究应用于评估结果关键性要素, 探究其根本, 对提升评估技术的准确度与稳健性具备重要价值。

#### 1 建筑材料检测的基本概念

建筑材料功能特性评定是保障建筑项目质量与安全核心环节。该领域的基本理念包括了对建筑材料的固有属性、性能以及适用特性全面评价。建筑材料一般涵盖用于建造房屋及相关设施的各种物料, 诸如混凝土、钢筋、木料及砖头等, 各类物质拥有特有的物理化学特点, 上述特性直接地作用于关联到工程质量结构的稳定度、持久性及坚固性<sup>[1]</sup>。所以, 建材检测的核心职责关键在于核实建材是否满足规范、行业标准及设计规范。在检测过程中, 常

常采用多样的物理、化学和力学方式, 对材料之抗压性能、抗拉属性、抗剪能力、持久性、稳定特性等性能执行量化分析。此外, 验证不仅限制在受限实验室里试验, 也涵盖现场取样、持久监测等多种方法, 以保证材料实际成效与实验室环境下稳定性表现。

对建材品质执行检验必要性表现在众多领域, 认为是指工程质量控制的基本原则。借助检验能够迅速识别和剔除不达标材料, 防止在建造过程造成安全问题。规范的建材检测有助于确保建筑物的使用寿命及经济价值, 保障工程的经济回报。与此同时, 随着建筑业对安全与环保标准的提高, 材料测试也更加深入地深入重视材料的环保性能和可持续性特征。在当代建筑设计活动中, 科技进步推动建材检测技术持续更新, 比如非破坏性检测技术的应用举例, 让检测流程更加方便快捷且高效率, 降低了建材损耗。总体来看, 建筑材料的质量检验不只是单一技术操作, 同时还是建筑业的发展与安全的基础, 明显体现了科技手段力量、科技以及理论与实践的结合<sup>[2]</sup>。

#### 2 影响检测结果的关键因素

影响建筑材料检测结果的关键因素多种多样, 在这些

因素中测试手段挑选、材质本质属性、测试环境和测试人员的素质诸多方面共同起到决定性影响。检验手段的适宜性直接地影响结果的精确度与可信度,许多物体和特性指标需要采用各类检测手段,传统和先进技术使用范围差异时常引起数据冲突。因此,挑选合适的检验手段和仪器,保障其符合规范,是保障检测数据精确基础。物质的固有属性对检验效果同样关键影响,举例来说,物质的基本属性、构造、衰变周期方面和环境适应能力多种因素可能引起产生检测数据的偏差和成效,性能退化物质的特性可能与新开发的材质迥异,这在应用过程中极为重要。所以,在测试阶段必须顾及到材料所在的应用场景<sup>[3]</sup>。

评判准则同样地关键作用成果的关键性要素。气温、湿润度、气压值等外在因素项项的改变都或许引起材料特性参数的变化,举例来说,在高温高湿环境下进行过程中测试,可能引发物料表现出不同于通常常态下的特性展现,因此影响测试结果稳定性。为此,合理控制和记录检测环境条件至关重要,评估职员的素质与技术操作技能紧密影响检测流程执行和结果分析,操作人员的职业背景、操作技能和对检测规范的掌握水平,都会对决定检测准确度。为了保证检查品质,经常性训练和评价是必需的,应用于建筑材料检验数据关键指标复杂多变,需要实际操作中全面评定与优化,确保结果的准确性及可靠性,从而为工程项目的安全构筑稳固的支持<sup>[4]</sup>。

### 3 检测方法的比较与分析

在现代建筑工程中,材料的质量直接关系到结构的安全性与耐用性。因此,建筑材料检测作为保证工程质量的重要手段,其重要性不言而喻。许多检验方法各具长短处,使用范围和效果亦迥异,常规检验手段,比如抗压能力、抗拉属性和抗弯特性等系列检测,尽管具有相对较高的精确度与可信度,然而常常需要专门地针对材料执行破坏性试验,制约了材料的重复使用,这些技术手段适用于对建材实施基本性能检测。然而具体施工环境中可能可能引发材料损耗,导致建造成本与工程延期的增加。进而来说,许多方式经常依赖先进甚至优良技术标准,导致测试过程的复杂性和成本。此外,伴随科技进步,无损检测技术逐步获得广泛认可,比如超声波检测技术、雷达成像技术和红外热成像技术等,这些方法具备了能力无需损坏物品本体,对物品缺陷、物理属性及功能进行检测,显著地提升了检测的便捷性和效率性。无损检测具有减少材料损耗,并且有功能迅速获得检测数据,为建设工程项目决策制定环节过程给予实时支持。但是,诸多技能精确度时常依赖操作者的技术能力和机械的精确控制力,对设备性能要求较高要求较为严格。

规范化测试手段与新型勘探技术例如声波探测和电磁勘探各类技术逐步逐开始应用于建材检测范围。众多种创新性技术手段融合了前沿数据分析手段,有能力完成高

效率且精确的检验任务。虽然初始阶段费用或许偏高,但在长期而言应用中,该设备能够显著降低人工成本劳动时间,提升总体检验效率。建筑领域检测手段的深入探讨阐明,传统手段与新型技术分别有拥有其使用范围和限制条件,挑选适宜的检验手段应该按照物品特性、工程要求和财政预算来全面思考,用来达到最高的检验成效。伴着科技领域发展,将来建材检测方法的革新提升将继续推进建筑业进步,保证项目安全防护和品质<sup>[5]</sup>。

### 4 材料特性对检测结果的影响

材质特性对建筑材料测试成效作用归纳为关键议题,建筑材料检测是确保工程质量和安全的重要环节,然而,检测结果的准确性和可靠性受到多种因素的影响。包含物理特性、化学特性与机械特性诸多领域,构成元素和细微结构直接地影响其特性值。以混凝土为例其强度与质量、骨料种类及其配合比例紧密相关,不同配比的混凝土经压力测试可能呈现显著不同的抗压性能。与此同时,材料的细微结构,如晶体的排列、孔隙占比和瑕疵等,同样会作用于其总体性能,引起测定数据差异。研究显示,具有较大孔隙度的材料遭受压力影响下往往更易出现裂痕,所以于抗压测试时表现不及紧密材料。

物质的衰变程度和适应性特点同样作用于检测结果关键因素。长期地处于较差环境里(如潮湿和高温的环境,或长期接触化学物质)的材料,或许可能性下降,这种状况进行检测时表现为强度和韧性降低。举例来说,潮湿环境能使木材容易霉变和变形,金属材料则可能因氧化而强度降低,这些变化需要在检测过程中被考虑进去。物质属性受制于温度和湿度状况的共同作用,这种状况也值得关注。众多物品在各类差异,其特性展现明显转变,如塑料制品高温时可能变得变薄,而混凝土产品低温时固化不彻底。所以,执行验证步骤中,需要在相同环境里执行,用来保证验证结果精确性与可复制性,实物材质的处理方式及其演变过程也作用于评价结果。诸多生产技艺(如铸造成型、锻造加工、挤压成型等)使得材料微观结构调整,因此作用于性能,在运用时,物料的损耗或磨损情况可能会造成转变其特性,使得后续的试验数据不准确。所以,在开展建材的测试时,全面衡量诸多技术指标至关重要,以确保效果的准确性和适用度,旨在保证工程品质达到规范<sup>[6]</sup>。

### 5 环境因素的作用

外部条件对材料测试数据起显著作用,所以关联质量特性与检测结果,温度信息是决定物体物性关键参数。各类物质的坚固度、柔韧度和可塑性都随温度变动而明显改变,比如,金属高温情况下在此情况下可能出现软化情况,相较之下低温环境下则可能变得脆弱,使得抗拉力特性与抗压力特性改变。所以,在执行产品检测时,保证适当的环境温度执行检验非常重要。含水量对物质特性作用同样不能不能忽略,湿润氛围可能可能引起木料吸收水分比率

增加、混凝土结构侵入的比率改变。因此作用于其稳固性和持久性，专门针对特种复合材质，湿度波动或许导致界面故障、材质衰变众多问题，它们随即显现于检测数据中，检验期间湿度水平需严格管理，防止因外界条件引起偏差<sup>[7]</sup>。

有害物质也作用于测定数据关键因素。工业化发展相对先进的地区，气体氛围中或许有诸多有害成分，如酸雨、盐分和悬浮物等，这些有害物质可能和材料发生化学反应，导致其性质下降。举例来说，水泥和钢铁持久处于侵蚀性氛围中，稳固度与持久度都可能受到伤害，所以作用于测试结果的准确性。此外，在物品检验前，应估测其存放位置周围污染状况，并假如有需要实施适宜的防范措施。施工现场的环境因素。诸如土壤性质、地下水状况及邻近建筑物的制约，同样会在某种程度上左右材料的性能展现。全方位思索各类要素，保障在受控条件下执行，是增强测试结果精确性与稳固性的决定性要素。总体来说，气候条件在建筑材料品质评价领域扮演关键角色，通过对之恰当调整和监管手段，能够明显提升结果的精确度，为建筑项目的安全性与质量保证更加稳固的基础。

## 6 人员素养的提升

技术水平的提升在建材检测环节极为关键，它可能作用于检验流程的标准化、精准度以及整个工程的质量。高超技能水平是保证评估技术人员能够准确挑选和运用各种评估技术基本条件，建筑材料检测涵盖多个学科范畴，涵盖材料科学、物理学科、化学基础知识等。检测工作者须要拥有匹配的专业技能，来了解各类材料属性和适当的检测方法。所以，不断地训练和深造对提升检测人员专业水平能力极为重要，操作技能的提升同样不可忽视。建筑材料检测既要求理论基础的支撑，也依赖于实际操作的技术实力。具备专业知识的检测工作者具备技术娴熟熟悉各类检测工具使用方法，并且能够迅速在操作现场辨认并及时改正不准确之处，这就要求检测人员在培训阶段，必须熟悉理论知识，并且还要进行众多实际操作训练，目的是增强操作技巧以及解决问题的实际能力。另外，随着崭新技术装备的持续出现，检测人员们必须维持稳定地不断学习，不断刷新知识储存技术层面，以符合迅速提高的行业规范<sup>[8]</sup>。

严谨的工作作风和优秀的职业行为规范同样是增强职业技能重要要素。在建筑材料检测阶段中，检测人员应始终保持充足责任感，严格遵循着检测规范和操作程序，

确保各个环节都得以实现达到质量要求，任何的冒失行为或错误都可能引起重大后果剧烈地干扰工作可靠性使用周期。因此，塑造优秀的职业道德工作精神是增强检验人员素质能力关键要素。团队配合技能的提高同样提升工作成效关键要素。在实际工作中，建筑材料检测往往需要多个部门的协同配合，良好的沟通和协作能够提高工作效率，确保检测结果的可靠性。因此，借助安排团队训练和部门合作，有助于显著增强团队成员之间的协调和合作技能，提高了整个团队的运作效率，综上所述，增强人才素质不仅涵盖专业技能与实际操作技能增强，亦涵盖职业伦理与团队合作能力培育，是保证建筑材料质量检测工作的重要因素。

## 6 结语

综合来看，鉴定影响建筑材料品质评定的重要因素由多方面和角度交织而成的复杂体系。在具体操作过程中需要综合考虑精心完善，以此保证评价结果的精确与可信度，进而确保建筑工程的安全性得到稳固的支撑。此项研究同样有助于提升检验技术的应用效果，并且能够推动建筑行业的全面发展，保证其在安全性和耐久性方面的持续改进和提升。

## 【参考文献】

- [1] 王文韬. 探究建筑材料检测中影响检测结果的关键因素[J]. 产品可靠性报告, 2024(3): 123-125.
  - [2] 郑艳霞, 李树勇. 绿色住宅建筑材料检测中影响检测结果的关键因素探究[J]. 居舍, 2024(9): 58-60.
  - [3] 廖喜文. 绿色建筑材料检测中影响检测结果的关键因素分析[J]. 中国建筑装饰装修, 2023(10): 68-70.
  - [4] 胡淑斐. 绿色建筑材料检测中影响检测结果的关键因素分析[J]. 陶瓷, 2023(1): 94-95.
  - [5] 邓怡鹏. 建筑材料检测中影响检测结果的关键因素分析[J]. 江西建材, 2021(9): 69-70.
  - [6] 周旭东. 建筑材料检测中影响检测结果的关键因素探讨[J]. 冶金与材料, 2021, 41(3): 173-174.
  - [7] 韩光辉. 建筑材料检测中影响检测结果的关键因素分析[J]. 中国建筑装饰装修, 2021(1): 74-75.
  - [8] 薛涛, 赵颖峰, 袁慧雯, 等. 建筑材料检测中影响检测结果的关键因素分析[J]. 江西建材, 2020(10): 49-51.
- 作者简介: 陈龙(1988.5—), 毕业院校: 河北建筑工程学院, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 河北天博建设科技有限公司, 职务: 检测员, 职称级别: 工程师。

# 征 稿

《工程建设》由新加坡Viser Technology Pte.Ltd. 主办，ISSN: 2630-5283。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。本刊为开源（Open Access）期刊，出刊的所有文章均可在全球范围内免费下载，文章被维普网等权威数据库收录。

期刊针对工程项目建设的全过程，重点报道工程建设过程的科研成果、先进技术、高效设备、新型材料、工程项目管理经验等，突出工程领域新技术、新工艺、新方法，反映建筑、市政、交通等工程领域新成果、新进展，促进工程技术行业的交流与成果展示，为推动国际工程技术和科学技术发展服务。

《工程建设》期刊的主要栏目有：

工程管理、建筑工程、市政工程、机械工程、石油工程、矿山工程、冶金工程、勘察测绘、施工技术、建筑设计、节能环保、材料科学等。

鼓励工程建设各领域的专业技术人员和管理干部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

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

官方网站

[www.viserdata.com](http://www.viserdata.com)

