



www.viserdata.com

# 城市建设与规划

URBAN CONSTRUCTION AND PLANNING

双  
月  
刊

■ 主办单位: Viser Technology Pte.Ltd.

■ ISSN 3041-0568(online) 3041-0525(print)

2024 3

第1卷 总第3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.





# 城市建设与规划

## Urban Construction and Planning

2024年·第1卷·第3期（总第3期）

主办单位：Viser Technology Pte. Ltd.

I S S N：3041-0568 (online)

3041-0525 (print)

发行周期：双月刊

出版时间：8月

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：李 哲

学术副主编：金光虎 王 鑫 曾忠忠

编 委：骆 辉 张学玲 郑 方 郑育新  
汪 洋 范 涛 柴蓓蓓 王 彤  
赵 逵 赵鹏飞 赵 京 周福川  
张晓瑞 张 弛 张学军 张远翼  
洪小春

责任编辑：金 星

美工编辑：李 亚 Anson Chee

定 价：SGD 20.00

### 本刊声明

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

版权所有，未经许可，不得翻译、转载本刊所载文章。

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

## 目 录

### CONTENTS

#### 建筑工程

玻璃幕墙数字化施工技术研究与应..... 李 明 1  
建筑结构检测过程中常见的方法及安全问题分析.....  
..... 杨世成 4  
医院中央空调施工中的多联机系统调试要点... 邱烁阳 7  
建筑结构检测技术在鉴定加固中的应用..... 闫 岩 11  
装配式建筑施工质量的控制要点探讨.....  
..... 胡 稳 夏欢欢 张双龙 陆 勇 邓文超 14  
高层建筑中玻璃幕墙的结构设计与施工探讨.. 张林耀 17

#### 建筑设计

被动房技术在中国东北地区老旧小区改造中的应用....  
..... 朱君怡 金光虎 20  
历史建筑保护与现代建筑设计的融合方法研究.. 杨义新 25  
海绵城市理念下市政道路给排水设计分析.... 王文燕 28  
基于性能导向的数字化设计和智能制造.....  
..... 殷澳奇 金光虎 31

#### 城市建设

面向 5G 演进的智能城域网组网架构探讨..... 刘 伟 36  
城市内涝治理系统化实施方案探索与实践.....  
..... 刘 健 刘 冬 张 洋 39  
立体绿化在城市建筑景观设计中的应用研究.. 郑晓倩 42  
城市生态绿化理念及其在城市生态建设中的应用.....  
..... 薛亚培 鲁晓宁 45  
市政工程施工质量的影响因素与质量控制.... 陈晶晶 48  
低碳城市建设中的风景园林角色与实践探讨.. 王心宇 51  
云计算背景下数据中心网络架构设计与技术研究.....  
..... 刘 伟 54  
城市更新改造项目施工安全风险评价与控制研究.....  
..... 周后贵 57

#### 石油化工

石油化工机械设备安装施工常见问题与优化.. 何渊博 60

#### 路桥工程

路桥工程现场施工管理难点与应对策略..... 王世浩 63

高速公路路基施工技术 & 质量控制措施研究..	潘存彬	66
道路安全防护设施施工技术 & 质量控制.....	陶君霞	69
公路工程排水沥青路面施工技术分析.....	邵勇军	72
公路工程路基防护工程施工技术的探析.....	蔺 鹏	75
隧道衬砌受力变形及地表沉降的分析和控制..	刘 娟	78
公路沥青路面就地热再生施工技术探究.....		
.....	张明斌 魏海强	81

## 电气仪表

电气自动化在电力系统中的运用分析.....	张耀巍	84
PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的应用的分析 ..		
.....	郎胤宗	87

## 工程管理

建筑安装工程竣工结算审核的基本原则及要点.....		
.....	林杭芝	90
污水处理项目成本管理优化与资源配置研究..	彭立霄	94
土建工程预算控制项目管理的有效措施总结..	童春波	97
建筑结构施工中的现场管理与质量控制技术 ..	陈相伟	100
土建工程中预算审计和结算工作研究.....	李 明	103
隧道施工中灌浆法加固技术的应用分析.....	蒋仁军	106
土建工程造价预算中存在问题分析及改进措施.....		
.....	徐士翔	109

## 冶金矿山

煤矿深部开采冲击地压的分析研究.....	韩 宇	112
煤矿机电技术管理在煤矿安全生产中的应用探究.....		
.....	刘利飞	116

## 水电建设

边坡开挖支护技术在水利水电工程施工中的应用.....		
.....	王明玉	119

水利水电工程施工质量与安全管理措施研究.....		
.....	蔺 兰	122
数字孪生的智慧污水处理厂建设和应用实践.....		
.....	邱 韬	125
水利工程施工中常见的质量问题解决方案分析.....		
.....	孟 欣 谢春玉	128
基于虚拟现实技术的变电站系统设计.....	黎 卡	131
电力系统中的分布式能源对调度的影响.....		
.....	庾胜琦 黄 亮 彭万俊 刘兰芳	134
电厂电气自动化控制设备可靠性分析.....	范良钦	137
水利水电工程基础处理施工技术探析.....	邓过义	140

## 勘察测绘

地灾防治中的地质灾害风险评估及管理研究.....		
.....	李天虎	143

## 节能环保

环境工程中工业污水治理的常见问题研究... 钱俊峰	146
---------------------------	-----

## 探讨交流

基于智能电网的电力通信运维管理初探.....	张裕昌	149
“移动式+站点式”设计：乡村教育建设中移动书店的可行性研究 .....	闵诣景 朴美睿 金昌杰	152
关于苗木管理技术在园林绿化施工中的应用分析.....		
.....	李云霞	157
基于物联网的电力通信网络智能运维系统研究.....		
.....	朱少锋	160
全过程跟踪审计及结算审核案例分析.....	牛小忠	163
配电线路常见线路故障及检测技术.....	王国宇	166



# 玻璃幕墙数字化施工技术研究与应用

李 明

浙江工业大学工程设计集团有限公司, 浙江 杭州 310000

[摘要] 自 20 世纪以来, 玻璃幕墙系统在建筑设计中被广泛应用, 透明且现代的视觉效果优化了自然采光, 并提升了建筑的外观美感。高精度的设计与复杂的工艺, 对玻璃幕墙的施工过程提出了更高的要求, 传统施工方法面临严峻的挑战。随着建筑行业的发展, 施工环境及技术条件持续变化, 现代建筑对玻璃幕墙设计与施工精度的要求愈加严格, 对施工效率及质量控制标准也提出了更高期望。传统施工方法难以满足这些需求, 从而导致设计与实际施工之间的差异, 进而引发质量问题及施工延误。基于此, 数字化施工技术应运而生, 建筑信息模型 (BIM)、参数化建模、智能制造设备及实时数据监测等技术的引入, 使施工的精度与效率得到了显著提升, 同时优化了项目管理与质量控制, 这些技术的应用不仅有效解决了传统施工方法中的诸多问题, 还为建筑行业的现代化进程提供了有力支持。随着数字化施工技术的持续进步, 建筑行业将迈向更高的发展水平。

[关键词] 玻璃幕墙; 数字化施工技术; 应用

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13963

中图分类号: TU973.1

文献标识码: A

## Research and Application of Digital Construction Technology for Glass Curtain Walls

LI Ming

Zhejiang University of Technology Engineering Design Group Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

**Abstract:** Since the 20th century, glass curtain wall systems have been widely used in architectural design. The transparent and modern visual effects optimize natural lighting and enhance the aesthetic appearance of buildings. The high-precision design and complex process have put forward higher requirements for the construction process of glass curtain walls, and traditional construction methods face severe challenges. With the development of the construction industry, the construction environment and technical conditions continue to change. Modern buildings have increasingly strict requirements for the design and construction accuracy of glass curtain walls, and higher expectations have been put forward for construction efficiency and quality control standards. Traditional construction methods are unable to meet these needs, leading to differences between design and actual construction, which in turn can cause quality issues and construction delays. Based on this, digital construction technology has emerged, and the introduction of technologies such as Building Information Modeling (BIM), parametric modeling, intelligent manufacturing equipment, and real-time data monitoring has significantly improved the accuracy and efficiency of construction, while optimizing project management and quality control. The application of these technologies not only effectively solves many problems in traditional construction methods, but also provides strong support for the modernization process of the construction industry. With the continuous advancement of digital construction technology, the construction industry will move towards a higher level of development.

**Keywords:** glass curtain walls; digital construction technology; application

### 引言

作为现代建筑行业中的关键外立面系统, 玻璃幕墙因独特的美学效果及功能优势, 已在高层建筑及商业综合体中得到广泛应用。建筑设计的复杂性以及施工要求的提升, 传统施工方法在精度、效率及质量控制方面带来了严峻的挑战, 因此数字化施工技术的采用已成为必然趋势。先进的信息技术与智能设备的结合, 使数字化施工技术在设计、制造及施工各个阶段提供了全面的支持, 从而显著提升了项目的整体表现与执行效率。

### 1 玻璃幕墙与数字化施工技术的概述

#### 1.1 玻璃幕墙

在现代建筑中玻璃幕墙作为一种常见的外立面装饰系统, 由玻璃板与相应的支撑结构组成, 发挥着重要的视觉与功能作用。建筑的美观不仅得到了提升, 且自然采光

与通透感也增强了, 使室内外空间更加和谐, 进一步提高了建筑的整体美学价值。施工过程中对玻璃幕墙的安装精度要求极高, 并需要高级的施工技术。通常幕墙系统包括了铝合金框架、密封材料及其他固定装置, 这些构件都需要经过详细的计算与设计, 确保结构的稳定性和耐用性。尤其是在高层建筑中, 玻璃幕墙不仅必须抵御风压与温度变化, 还需要应对其他外部环境的挑战。现代玻璃幕墙系统为了兼顾能源效率与环境影响, 采用了低辐射玻璃和隔热层, 这些设计能够提升建筑的能源利用效率, 并降低空调与采暖的能耗, 同时通过高性能的密封技术, 空气泄漏得以有效减少, 从而进一步提升了建筑的节能效果。

#### 1.2 数字化施工技术

作为现代建筑工程中的一种创新方法, 数字化施工技术通过引入先进的信息技术与智能设备, 显著提升了施工



过程的效率与准确性,这项技术涵盖了从设计到施工各个阶段的数字化管理,计算机辅助设计(CAD)、建筑信息模型(BIM)以及现场数据采集等手段被用来对传统施工过程的各个环节进行数字化处理与优化。在施工前详细的三维模型由BIM技术创建,设计图纸被转化为虚拟建筑,通过这一过程构件与系统的协调性得到了确保,使设计师与工程师能够在施工之前识别潜在冲突,并使施工团队能够提前规划施工步骤从而优化资源分配。在施工阶段,依托激光扫描、无人机及传感器等设备进行的实时监测与数据采集,使施工现场的实际情况能够被精准捕捉,这些设备将现场数据与设计模型进行比对,从而及时发现并纠正偏差。施工精度得到了提升,返工与材料浪费因误差减少而被有效遏制。集成的施工管理平台促进了项目团队的信息实时共享与进度更新,通过信息透明化与实时更新,团队的协作效率得以增强,有助于项目按计划推进并降低了施工过程中的风险与不确定性。

## 2 玻璃幕墙数字化施工技术的优势

### 2.1 施工精度显著提高

玻璃幕墙施工精度的显著提升,主要得益于参数化建模和BIM技术的广泛应用。施工前通过三维建模进行的数字化技术模拟,复杂建筑结构得到了精确展现,从而确保了每个幕墙构件的设计尺寸、安装位置以及连接方式与实际情况完全一致,入数字化工具使得测量与定位的精准度得到了大幅提升,传统手工测量带来的误差显著减少。在施工阶段,实时监测的实施由激光扫描与无人机等数字化设备进行,使施工过程中的偏差能够迅速被发现并加以纠正,通过这种实时反馈机制返工得以有效避免,施工质量得到了提升,同时工期延误的风险显著降低。

### 2.2 施工效率大幅提升

在显著提升施工效率方面,玻璃幕墙的数字化施工技术展现出独特优势。设计阶段通过应用数字化技术,潜在问题得以提前识别,从而避免了施工中可能出现的重复劳动<sup>[1]</sup>。建筑信息的整合通过BIM技术得以实现,使施工团队在材料调度与施工计划优化上变得更加高效。复杂工序的简化得益于智能化吊装系统与自动化安装工具等数字化设备的使用,这些设备大幅加快了幕墙构件的生产、运输与安装速度。数字化施工管理还促进了各工序之间的顺畅衔接,由于工序间断所带来的时间浪费得到了显著减少,整体工期的缩短得以有效实现。

### 2.3 全程可控的安全管理

全面的控制保障在玻璃幕墙的数字化施工技术中得到了实现,为安全管理提供了有效支持,各种风险通过实时监测与数据反馈能够被及时识别与处理。应用了智能设备,如传感器和无人机显著减少了施工人员从事高空或危险作业的需要,从而降低了意外事故的发生概率,施工现场的所有操作,包括工人操作、设备运行及施工环境都通过数字化管理平台进行全方位的追踪,确保操作处于严格

控制之下。异常情况一旦被系统检测到,即会自动发出预警,相关人员则能迅速采取措施以防止事故发生,这种数据化的安全管理方式,不仅提升了施工的安全性还增强了对潜在风险的预测能力,有效地减少了施工过程中的不确定性。

## 3 玻璃幕墙数字化施工技术

### 3.1 参数化建模技术

在玻璃幕墙数字化施工中,参数化建模技术起着至关重要的作用,通过这种技术设计师可以在灵活的数字环境中设定玻璃幕墙的各种参数,包括尺寸、形状及安装位置,使得设计可以根据实际需求迅速进行调整,确保设计方案的高效实施。例如建筑设计发生变化时参数化模型会自动更新,确保所有相关数据与构件尺寸得到及时同步,从而避免了传统设计中常见的错误与遗漏。此外与其他施工工具及系统的无缝集成,使参数化建模技术在提高设计与施工衔接效率方面发挥了关键作用,不仅增强了设计的准确性还优化了施工流程,确保项目能够按计划顺利推进。

### 3.2 BIM技术的应用

在玻璃幕墙施工中,BIM(建筑信息模型)技术的应用极大地优化了项目的管理与执行,通过构建详尽的三维模型,所有与设计、施工及运营相关的信息被整合于BIM技术中,该模型不仅展示了玻璃幕墙的空间布局,还包括了材料规格、施工顺序及维护要求等关键细节。施工团队得以利用BIM模型进行精确的碰撞检测,从而在现场发现设计与结构上的冲突,减少了对现场修正的需求。BIM技术还允许实时更新与数据共享,使项目参与者能够随时访问最新的设计与施工信息。信息的集中管理不仅提升了沟通效率还加快了决策速度,通过这种方式施工过程中的协调性与透明度显著提高,确保了玻璃幕墙项目的高效推进与质量控制。

### 3.3 施工精度控制技术

在玻璃幕墙安装中,施工精度控制技术通过先进的测量与调整手段,确保构件准确符合设计要求。激光扫描与三维定位技术的运用,使施工现场能够实时测量幕墙的位置与对接情况,并将其与设计模型进行对比从而及时发现并纠正偏差。智能化安装设备则被用来自动调整构件的位置,保证每个幕墙单元的精准安装。环境因素的监测,如温度与湿度对施工精度也有重要影响,这些因素可能会影响材料的尺寸及安装精度,通过这些技术措施误差引起的返工与材料浪费得到了有效减少,玻璃幕墙的稳定性与长期性能也得以确保,从而显著提升了项目的施工质量与效率。

### 3.4 数字化施工设备与工具

在玻璃幕墙安装过程中,数字化施工设备与工具的应用至关重要。先进的测量与调整手段确保了构件准确符合设计要求。例如,激光扫描与三维定位技术的应用,使施工现场可以实时测量幕墙的位置与对接情况,并与设计模型进行比对,从而能够及时发现并纠正偏差。自动调整构件位置的智能化安装设备,确保了每个幕墙单元的精准安



装。借助这些数字化技术，施工过程中的误差引起的返工与材料浪费被有效减少，同时玻璃幕墙的稳定性与长期性能也得以保障。这些技术措施的应用，显著提高了项目的施工质量与效率。

#### 4 玻璃幕墙数字化施工技术的应用

##### 4.1 设计阶段的数字化技术应用

在设计阶段数字化技术的应用显著优化了玻璃幕墙项目的设计过程。BIM（建筑信息模型）技术的引入，使得设计团队能够构建一个详尽的三维模型，整合了所有设计数据和建筑信息，不仅展示了玻璃幕墙的外观与结构还涵盖了材料规格、施工细节及维护要求，通过虚拟环境中的碰撞检测，设计师能够识别并解决设计中的潜在问题避免了施工阶段的冲突。参数化建模技术进一步增强了设计灵活性，允许设计师根据实际需求迅速调整设计参数，如玻璃尺寸、安装角度及连接方式，这种灵活性确保了设计能够迅速响应建筑要求的变化，使所有构件在设计阶段即与实际条件相匹配。此外数字化设计工具的使用支持了多方协同工作，设计师、工程师与施工团队能够通过共享平台实时访问和更新设计信息，这种高效的信息流动提升了各方的沟通效率，减少了设计与施工之间的误解与延迟。

##### 4.2 制造阶段的数字化技术应用

在制造阶段数字化技术对玻璃幕墙的生产效率与精度产生了显著提升，高级计算机辅助设计（CAD）及计算机辅助制造（CAM）系统的应用，确保了制造过程中每个环节的精确控制。设计数据从数字模型直接传输到制造设备，保证了玻璃幕墙构件的规格与尺寸完全符合设计要求。智能生产设备的应用，例如数控切割机与自动化装配机器人，极大地提升了玻璃的切割、加工及装配效率。数控切割机通过精准的计算与控制，能够迅速且准确地进行玻璃切割，生产速度与材料利用率因此得到提高，自动化装配机器人在构件装配时执行高精度操作，减少了由人工干预可能引发的误差。质量控制也因此变得更加高效，实时数据监测与反馈系统，使得生产设备能够及时调整加工参数，确保了每个构件的质量。生产过程中的每一步数据均被数字化监测系统记录，为后续的质量检查与追踪提供了可靠的依据。

##### 4.3 施工阶段的数字化技术应用

在施工阶段玻璃幕墙安装的精度与效率显著提升，数字化技术发挥了关键作用，激光扫描技术与无人机的应用，使建筑结构的现状能够被准确捕捉并与设计模型进行对比，通过实时数据采集与分析，这种实时监测不仅确保了幕墙构件的精确定位与安装，还减少了因现场条件变化引发的安装偏差。增强现实（AR）与虚拟现实（VR）技术也被用于施工现场的虚拟验证，实际施工前通过这些技术，施工团队能够预览安装过程的虚拟模型，潜在问题能够及时被发

现并进行调整，从而降低了现场调整的难度与风险<sup>[2]</sup>。施工进度、资源配置与人员调度的管理，通过数字化施工管理平台的使用，变得更加高效。实时跟踪各工序进展，集成的项目管理系统允许施工团队快速响应现场问题，确保施工计划的按时执行。数据共享与协同工作的支持，使得所有参与者能够及时获得最新的施工信息，从而优化了团队之间的沟通与协调。

##### 4.4 质量控制与管理的数字化技术应用

在玻璃幕墙施工过程中，质量控制与管理的数字化技术极大地提升了项目的质量保障水平，施工环节的实时跟踪通过集成的数字化监测系统得以实现。关键参数，如温度、湿度及材料应力等，由传感器与数据采集设备记录，这些数据实时与设定标准对比，通过即时的数据反馈施工团队能够迅速发现并纠正潜在问题，从而避免了环境变化对质量的负面影响<sup>[3]</sup>。在质量检查与验收阶段，高精度的激光扫描与无人机技术，被用来对施工完成后的玻璃幕墙进行全面的三维扫描。此举确保了所有构件的位置、尺寸及对接精度与设计模型的一致性，大幅提升了检测的准确性，并减少了人工检查的主观性。质量控制系统的集成，还支持数据分析及历史记录的管理，对施工过程中生成的数据进行分析，能够帮助项目团队识别常见的质量问题及风险点，从而制定更为有效的质量控制策略。历史数据的管理，为项目质量的追踪与验证提供了可靠依据，同时也方便了后续的维护与管理。

#### 5 结语

在现代建筑领域玻璃幕墙数字化施工技术的引入，标志着一项重要的技术进步。先进的数字化工具与技术的应用，优化了设计、制造及施工的各个环节，这一技术进步不仅提升了施工精度与效率，还增强了项目管理与质量控制。传统施工方法中的诸多难题，已通过数字化技术的广泛应用得到解决，这推动了建筑行业的现代化进程。建筑设计及施工因此变得更加高效且可靠，同时对建筑项目的可持续发展与环境保护做出了积极贡献。随着技术的不断进步与应用的深化，未来的建筑项目将趋向于更高的智能化与精细化，为建筑行业的发展注入新的动力与活力。

#### 【参考文献】

- [1] 齐海艳. BIM 技术在建筑外立面幕墙设计中的应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(14): 46-48.
  - [2] 王百超, 冯兴庚, 江涛. 玻璃幕墙外附着铝合金格栅装配式施工工艺[J]. 建筑技术开发, 2023, 50(11): 38-40.
  - [3] 李宇. 基于 BIM 技术的大扭转双向曲面玻璃幕墙设计与施工[J]. 中国建筑装饰装修, 2021(3): 38-39.
- 作者简介: 李明 (1990.7—), 男, 职称: 中级工程师, 籍贯: 浙江绍兴。



## 建筑结构检测过程中常见的方法及安全问题分析

杨世成

河北天博建设科技有限公司, 河北 保定 071100

[摘要] 结构安全评价是保障建筑结构稳定及延长使用寿命必要的步骤。该文对建筑物评估期间一般方法展开全面探讨, 涵盖了视觉检查、非破坏性检测、拆解检验以及各自对应适用范围及利弊分析。与此同时, 文本核心内容剖析了在检验过程中或许出现安全隐患, 如操作失误的概率、机械故障及外界条件对检验结果的干扰。通过对一系列问题的深入研究, 制定相应的防范措施, 以保证评估建筑结构的顺利进行, 确保评估所得结果准确性与可靠性。

[关键词] 建筑结构; 检测; 安全问题; 方法

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13960

中图分类号: TU746

文献标识码: A

### Common Methods and Safety Issues Analysis in the Process of Building Structure Inspection

YANG Shicheng

Hebei Tianbo Construction Technology Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071100, China

**Abstract:** Structural safety evaluation is a necessary step to ensure the stability of building structures and extend their service life. This article comprehensively explores the general methods used during building evaluation, covering visual inspection, non-destructive testing, dismantling inspection, as well as their corresponding scope of application and analysis of advantages and disadvantages. At the same time, the core content of the text analyzes potential safety hazards that may arise during the inspection process, such as the probability of operational errors, mechanical failures, and interference from external conditions on the inspection results. Through in-depth research on a series of issues, corresponding preventive measures are formulated to ensure the smooth progress of the evaluation of building structures and the accuracy and reliability of the evaluation results.

**Keywords:** building structure; testing; safety issues; methods

#### 引言

随着城市化的速度提升, 建筑的稳固性越发被看重得到关注焦点, 建筑稳固性评估作为保障建筑体安全关键环节。有助于及时地识别隐藏的安全隐患点, 预防意外事件的发生。当前, 建筑结构评价手段不断出现, 诸多评价技术相应地涌现, 包括老旧的外观和拆解检测, 同样新式的非破坏性检测技术, 各种检验手段拥有特点与局限, 在具体实施阶段须按照分别评判准则挑选适宜的方法途径<sup>[1]</sup>。但是, 在检验阶段同样不忽略诸多安全隐患, 如操作失误、机器故障和外界条件对检测结果产生影响等。针对这些问题, 本文将对常见的建筑结构检测方法及其安全隐患进行分析, 并提出有效的安全防范措施, 以确保检测工作的顺利进行。

#### 1 建筑结构检测的必要性

建筑结构稳固性和持久性评价的关键性体现在确保建筑物的安全、延长使用寿命、减少维护成本和遵守法律法规要求多个方面。建筑实体的稳固性关联到居民及使用者们生命安全财产保障, 特别是高层楼宇、关键构造物, 假如未能及时识别隐藏的安全隐患, 可能触发造成重大事故发生。长期以来承受的建筑物, 受到自然灾害侵袭、气候因素变动以及使用年限提升等多重影响, 构造或许产生老化问题、损坏乃至发生形变, 如果这些潜在风险未通过

专业查验手段及时地检查与修缮, 将显著增加安全风险程度。据此, 结构分析能够精确评价建筑物之现况当前状况, 保障其符合安全标准, 持续性进行实际评定有助提升建筑的使用寿命。运用前期识别和解决可能难题, 避免前期故障恶化成严重问题, 因此降低维修和改进费用。针对某些年代久远的建筑物, 及时检修和保养有助于这些保持正常使用, 推迟拆毁或重建的时间。另外, 建筑结构评定同样可以改进维修计划, 令维修工作的效率更高与经济性更强, 不但节约了资源, 而且降低了对日常运作或工作环节中的影响<sup>[2]</sup>。

建筑结构检测在法律范畴之中极其重要性。许多地区国家与地区对建筑结构稳固性要求有严谨标准, 建筑施工期间、使用与维护期间需要定期实施结构安全性评估, 并将评估结果报告给相关机构审查, 特别是在执行房屋扩展、结构调整或功能优化时, 结构评估往往必需步骤, 用以保证建筑物能够长期稳定安全运作避免由结构不稳定引起的安全隐患。未能做到执行配套检查制度可能遭受法律追责经济赔偿, 进而威胁到群众安全。结构检测方法仍然是项目工程评价和质量评定关键参数。在新建项目竣工检查时, 结构检视是确保建筑物符合设计要求、施工标准达标重要步骤。采用先进的检验技术, 能够验证建筑物的结构性稳定、现状和使用寿命是否已经达到规范标准, 这为工



程完工和长期运营确保了基础安全属。据此,不管是根据安全角度、经济角度、法律层面,还是质量管控角度,建筑结构检验十分重要,是关键步骤,具备极大必要性和实用价值。

## 2 常见的建筑结构检测方法

建筑物评估手段众多,主要归类大致分为目视评估、无损检测以及拆解评估三个主要类别。视觉观察极度根本性、最为明显性的种手段,一般而言由资深检测人员肉眼直视或利用简便设备对建筑物构造执行初步的检查,此法能够迅速识别显著的外观瑕疵,如裂痕、形变、侵蚀等瑕疵,具备易于操作、造价低廉的长处。但是,目视检验限制相当显著,这种方法主要取决于检验人员的专业技能,对于隐藏的构造缺陷不能作出准确判定,因此经常作为其他检验手段为辅助性,无损检测方法是现今建筑工程检测中广泛使用的技术种类,这项技术依据符合众多自然法则,例如超声波、红外线、雷达和电磁感应等,无损伤建筑体本身构造无损的前提条件,对其内部构造和材质状况实施监测<sup>[3]</sup>。超声波距离测定技术是广泛普遍采用的技术手段,它利用声波的反射和传播特性,可以检测出混凝土结构内部的情况裂缝、孔洞等瑕疵和缺陷,雷达检测则主要应用于测定混凝土板的厚度、钢筋的位置和腐蚀情况,适宜用于对广大区域建筑体的迅速评估。热红外成像技术手段可以检测建筑物的表面温度分布状况,识别结构瑕疵,比如水分渗透或保温层破损。这类无损检测手段特性表现在其检测范围广泛、使用简便、不会造成对建筑物本身的损害,可用于各种建筑物的日常检查维护保养。

相较之下,拆解检验便是进行建材或构造取样及破坏性测试,用以直接掌握材质特性及构造稳定性的具体数据。多样的损伤性测试技术涵盖水泥核心样本提取试验、钢铁延展性测试等,这些方法虽然能够给出很高准确度相对较好测量数据,然而其结果常常物体本身造成损害发生。通常当无法利用非破坏性检测获得准确数值时才会被使用。举例来说,开展重大项目确保安全审核时,可能需要运用核心样本测试来确认混凝土复合材料真实强度,破坏性检测的不足之处表现在费用较大,程序繁琐,并且必须建筑物维持完好无损条件下进行,因此不适用于一般检测。建筑质量评价挑选须要依据特定标准检测、建筑种类和评价目标实施全面思索,视觉的检查适合初步检查,非破坏性检测能够在不破坏原有结构的前提下进行全面检测,而侵入式检测则为精确性评估提供保障,融合各类手段,能够确保确架构的稳定与耐久性,防止可能存在的风险<sup>[4]</sup>。

## 3 检测过程中的安全问题

在建筑结构评估阶段,安全考量是务必要赋予关注核心要素之内,确认工作人员人身安全极其关键。特别进行高空作业过程中、针对年久失修的建筑物进行审查或结构遭受严重损坏的极端建筑内部,安全风险隐患诸。高空作

业时,检测人员需要使用脚手架、吊篮或高空作业车,任何设备故障或操作失误都可能导致严重的坠落事故。所以,严格执行安全操作规范,配备防护装备,按时审视设备状况,是确保检测人员安全重要保障。与此同时,实际环境的安全防护机制也不容忽视,位于某些施工完毕或遭损毁的地点,或许会有坠落物、崩塌或火灾和安全隐患,工地需要实施相应的安全防护措施,如设定安全范围、设置紧急疏散通道和编制应急响应计划。

框架本身潜在问题也需在检测过程中整体评估。尤其在观察古建筑、自然灾害侵蚀过的构造体或正在进行加固改造建筑时,建筑物的稳定程度与功能可能已经减弱,时常遭遇有崩塌的威胁。在这个基础上,提前必须执行全面安全评估,核实结构体是否适宜,如有需要应实施临时加强措施,保障检测期间安全无虞。与此同时,检测人员务必预防于潜在风险区域滞留,降低对结构稳固性的损害风险,防止诱发次生灾害,使用检测设备时段安全风险同样必须关注。当代建筑构造检测依靠诸多尖端的仪器机械,如声学检测器、电磁探测仪、热像仪等,这些设备在操作时可能涉及高压电源、强磁场或放射性物质,若操作不当,可能对操作人员及周围环境造成伤害。所以,检验工作者必须接受专业训练,熟练地了解各种仪器操作规程,并穿戴必需的防护用具。与此同时,机械设备的定期检修和检查也保证安全关键环节,确保设备运行过程中保持良好运行状态,防止由于机械问题造成意外事件<sup>[5]</sup>。

在对建筑物构造进行检测过程中同样需要思索对周边居民安全性的评估。在许多情况下,建筑检测是在使用中的建筑物或公共设施上进行的,可能会对居民、行人或使用者带来潜在的安全隐患。因此,先前必须执行周全安全警示和防范措施,界定安全范围,控制非相关人员进入,避免防止由于缺乏了解导致意外事故。另外,观察期间形成噪声、震动等现象会对周边环境产生干扰因素,观察机构需要采取措施努力降低所有负面影响,确保居民日常生活秩序和交通顺畅。建筑结构检测要全面考量众多复杂的安全问题,必须从检测人员的安全、建筑物的结构稳定、设备操作的安全以及对社会公众的影响等各个方面进行全方位思考,采用周全保护措施保证方法和严格地执行规定,能够有效地预防意外发生,保证检测过程顺利开展。

## 4 建筑结构检测过程中的安全防范措施

### 4.1 提高操作人员素养

增强员工的能力在建筑物结构检测环节中表现出来特别非常关键的任务。操作人员的综合素质不仅指职业技能,同样涉及职业操守、责任心、安全警惕性等多维度的品质要素,技术实力是评估职业活动有效执行关键因素。工作者需要熟练地掌握各种检验工具操作方式,如声波检测仪、雷达成像仪等先进设备,并拥有充足实践经验。当前建筑工程检验技术刷新快速,检验设备与技术持续升级



换新, 技术工作者须要不断充实和更新知识储备, 用来追随科技进步脚步。在同一时间段, 相关人员方面还须拥有对检测数据开展评估技能, 能够做到完成从大量数据之中筛选有效信息量, 并且能够做出精确评估和判断<sup>[6]</sup>。

职业操守和责任意识是确保检测质量精确性的关键要素。建筑结构检测直接关系到建筑物的安全和使用寿命, 任何误差或失误都可能导致严重的安全隐患。所以, 职员需要保持严谨工作态度, 依据标准流程, 保障信息准确无误和精确度。在职业生涯中, 有时可能会面对检测数据不尽如人意或客户期望改变结果的情形, 这时技术人员务必坚守职业道德, 拒绝任何形式的违规操作, 保证检测工作的公正性和科学性。安全观念同样属于员工素质关键要素, 在楼宇构造评估阶段, 工作人员时常须要在繁杂现场中执行任务, 遭遇例如高空作业任务、潜在风险建筑探查等安全隐患。所以, 工作者需要拥有坚定的安全觉悟认识, 了解并严格执行安全规章, 保障自身他人安全安全状态<sup>[7]</sup>。

#### 4.2 定期维护检测设备

定期保养检验工具是保障建筑物结构测量准确度与稳固性的关键措施。因此, 定时地经常地保养是保障其持续优秀性能运行重要条件, 检测设备的维护养护有利于增加其使用周期, 精密的测量工具, 如声波探头、热红外感应装置等, 在长期使用过程中可能出现故障磨损问题、反应变慢等一些问题, 假如没有定期保养, 设备或许会迅速性能下降甚至损坏, 采用经常性检查和维护, 就能迅速识别设备的隐藏故障, 如部件损坏、能源损耗、传感器迟钝等。随后实施合适修理或替换, 这样不仅能避免设备出现大故障, 还能有效延长设备的使用寿命, 减少因设备损坏而带来的经济损失。

按时保养有利于保证机器的精准度和稳固性。建筑结构评估对检测仪器准确度要求极高, 特别是在面临复杂评估环境时, 仪器需要提供清晰且可靠数据支撑。然而, 随着使用过程推移, 设备结构会逐渐磨损或受到的外界因素干扰, 因此会引起导致数据出现错误, 按时序实施修正和维护工作, 以此得以保障设备维持在良好运行状态, 确保测量数据精确性与稳定性取得确保。比如, 按时调整声波信号检测仪器, 就能避免因频率偏差或信号减弱引起的测量偏差, 进而提升检测结果准确度。按时检修因此增强机

械的使用寿命, 各式各样建筑工程检测器械, 如射线测定工具、电力检测工具等, 使用过程中或许包含隐存风险, 假如机械因长期未曾保养而发生电路老化故障、漏电问题或者种种故障现象, 将对员工人身安全导致安全风险。因此, 时常检验机械运行状态, 涵盖电力元件、外部防护装置、各种安全措施等, 有利于显著防止机械故障导致意外事件。实施措施提高机械稳定性, 既保障了工作人员安全, 也减少了机械问题导致的检测过程阻碍可能性<sup>[8]</sup>。

#### 5 结语

总体而言, 建筑结构审查归于复杂且技术含量极高的工作, 不仅依赖先进检测技术, 同时务必保障操作环节中安全无虞。采用若干测试手段全方位执行、适当的机械保养以及高效能的维护保养计划, 就能够完成对建筑体结构本体全面评估, 确保建筑稳定与耐久。这一过程不仅关乎建筑的物理安全, 也关系到操作人员的安全, 必须引起足够的重视并采取适当的管理和技术手段。

#### [参考文献]

- [1] 危雄风. 基于人工智能技术的住宅建筑结构缺陷检测方法研究[J]. 居舍, 2024(23): 165-168.
- [2] 汪星星. 高层建筑主体结构质量检测方法与应用分析[J]. 安徽建筑, 2024, 31(5): 167-168.
- [3] 张惠峰, 梁峰. 我国建筑结构检测与评定标准体系分析研究[J]. 建筑结构, 2024, 54(10): 106-111.
- [4] 范美红. 建筑主体结构检测的常用方法分析[J]. 安徽建筑, 2024, 31(2): 171-172.
- [5] 王晓堂. 建筑工程结构混凝土检测方法的选择与分析[J]. 四川水力发电, 2024, 43(1): 57-60.
- [6] 刘亚丽, 王阳. 基于建筑结构检测与加固施工技术的探讨[J]. 佛山陶瓷, 2023, 33(11): 48-50.
- [7] 张中中. 基于 BIM 技术的建筑结构抗震加固强度自动检测方法在加油站抗震加固改造中的若干应用[J]. 车用能源储运销技术, 2023, 1(5): 63-66.
- [8] 杜宜清. 建筑工程建设中的主体结构检测方法探讨[J]. 居舍, 2023(19): 136-138.

作者简介: 杨世成 (1991.6—), 毕业院校: 唐山学院, 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。

## 医院中央空调施工中的多联机系统调试要点

邱烁阳

河北医科大学第二医院, 河北 石家庄 050000

[摘要] 多联机空调系统作为现代空调技术的重要发展方向, 已广泛应用于医院等对环境要求极高的场所。其主要优势在于能够高效地调节各个区域的温度和湿度, 提供精确的舒适环境, 同时实现节能降耗。文中旨在探讨医院中央空调施工中的多联机系统调试要点, 重点介绍了施工前准备工作、调试前的检查、系统运行前后的调试及系统优化与故障排除等环节。通过对这些调试要点的系统性分析, 旨在帮助相关人员掌握多联机系统调试的核心方法, 以确保系统的高效稳定运行和长期可靠性。

[关键词] 医院中央空调施工; 多联机系统调试; 调试要点

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13955

中图分类号: TP316.81

文献标识码: A

## Key Points for Multi Split System Debugging in Hospital Central Air Conditioning Construction

DI Shuoyang

The Second Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang, Hebei 050000, China

**Abstract:** Multi split air conditioning systems, as an important development direction of modern air conditioning technology, have been widely used in places with extremely high environmental requirements such as hospitals. Its main advantage lies in the ability to efficiently regulate the temperature and humidity of various areas, provide precise comfortable environments, and achieve energy conservation and consumption reduction. The article aims to explore the key points of multi split system debugging in hospital central air conditioning construction, with a focus on the preparation work before construction, inspection before debugging, debugging before and after system operation, and system optimization and troubleshooting. Through systematic analysis of these debugging points, the aim is to help relevant personnel master the core methods of multi split system debugging, in order to ensure the efficient and stable operation and long-term reliability of the system.

**Keywords:** hospital central air conditioning construction; multi online system debugging; debugging points

### 引言

随着医院建筑功能的日益复杂, 以及对室内环境舒适度要求的不断提升, 中央空调系统在医院设施中的作用变得愈加关键。特别是多联机系统, 其在节能和灵活调节方面的优势, 使其成为现代医院中央空调系统的优选方案。该系统能够根据医院实际需求, 灵活调整各区域的温度与湿度, 以满足不同医疗环境的特殊要求。精准的施工与调试过程对于系统的高效运行至关重要。设备的正常运转不仅能通过有效的调试得到确保, 还能够显著提升系统的能效与使用寿命。每一个调试环节的严格把控, 是保证多联机系统在医院中稳定、可靠运行的关键所在。本文将重点探讨医院中央空调施工中多联机系统的调试要点, 涵盖施工前的准备工作到系统运行中的调试与优化的各个环节, 系统性能达到最佳状态, 以符合医院对空调系统的高标准要求, 将逐步分析如何实现。

### 1 医院中央空调施工中的多联机系统调试要点

#### 1.1 施工前准备工作

##### 1.1.1 施工图纸与技术资料的审核

在医院中央空调施工中的多联机系统调试阶段, 施工前的准备工作被视为确保调试顺利进行的关键环节。详尽

的审查需对施工图纸与技术资料进行。在施工图纸中, 系统的总体布局、管道走向及设备位置等信息应当展示清晰, 而技术资料则包括设备的技术规格、操作手册以及安装要求, 通过对这些资料的全面检查, 设计方案与实际安装情况的一致性能得到确认, 从而确保设备和系统组件的安装位置及连接方式无误。此外, 技术资料中设备运行参数与维护建议也应得到特别关注, 以确保在调试过程中按照规范操作, 减少潜在的安装错误和操作失误。

##### 1.1.2 设备及材料的检查

在医院中央空调施工中的多联机系统调试前, 确保系统正常运行的基础是设备及材料的检查。设备必须根据供应商提供的技术规格和质量标准进行检验。外观是否完好、接口是否正确、标识是否清晰等检查内容需被严格执行。此外, 施工图纸及技术要求中所示的设备型号与规格应与实际设备相符, 以保证兼容性与功能性。材料方面, 检查范围涵盖管道、阀门、隔热材料及连接件等, 应确认其材质、规格及数量符合设计要求, 并且在运输与储存过程中未受损, 生产日期及有效期也需被核实, 以确保材料为最新生产且符合相关质量标准。



### 1.1.3 施工人员的培训与安全检查

在医院中央空调施工中的多联机系统调试前,培训与安全检查对施工人员而言至关重要。系统化培训必须接受所有施工人员,以熟悉多联机系统的操作原理、调试流程及设备要求。基本结构、各组件功能、调试步骤、故障排除方法及安全操作规范应成为培训内容的一部分。此外,医院环境的特殊要求,如噪音控制及空气质量管理,也应被了解,以确保调试过程符合相关标准与规定。安全检查方面,全面审查施工现场是必要的,良好状态的操作工具和设备必须保证,电气设施需符合安全标准,所有安全防护措施亦需到位,包括个人防护装备的佩戴及安全警示标志的设置。

## 1.2 多联机系统调试前的检查

### 1.2.1 系统管路检查

在多联机系统调试之前,系统管路的检查是确保设备正常运行的关键步骤。细致的目视检查应对所有管路进行,以确认其安装是否牢固,确保没有明显的松动、漏水或损坏现象,特别注意管道连接部位的密封性,特别是接口与阀门处,必须确保无泄漏,并且焊接及连接点应符合设计规范。管道系统随后应进行压力测试,以检验其承压能力是否符合设计标准,从而确保系统能够承受运行中的压力波动而不出现泄漏<sup>[1]</sup>。此外,管道内部的清洁度也需严格把控,以防止异物或杂质对系统正常运行的影响。冷凝水管道及排气管道的检查同样至关重要,畅通的排水必须得到保证,以避免因堵塞而导致系统故障。

### 1.2.2 设备安装质量检查

在多联机系统调试之前,设备安装质量的检查至关重要,以确保系统的可靠运行。所有设备的安装位置及支撑结构应进行详细检查,以确认其符合设计图纸及规范要求。稳固的安装必须确保,以防设备因振动或外力而移位或松动,此外,水平度和垂直度也应进行检查,确保安装位置的准确性,避免对系统运行产生不利影响。连接管道及电缆的布置需仔细审查,以确保连接紧固且无损坏或磨损。设备的密封性检查同样重要,尤其是制冷剂管路的连接部位,必须防止泄漏的发生,同时,设备的保护装置,如过载保护和温度保护装置,应确认是否已正确安装。

### 1.2.3 电气连接及控制系统检查

在多联机系统调试前,至关重要的是电气连接及控制系统的检查,以确保系统正常运行与安全性。电气连接的完整性与正确性必须进行详细检查,所有电缆、导线及接头需确认已按设计要求正确连接并紧固,特别需核对的是电源线、信号线及控制线的连接,以确保无遗漏或错误接线,进一步,绝缘性及保护措施也应检查,以防止漏电或短路现象的发生。控制系统的检查包括确认控制器设置的准确性,编程是否符合实际需求,以及各类传感器与执行器的接线是否正确。此外,还需对系统中的电气元件,如断路器、接触

器及继电器等进行检测,以确保其功能正常且工作可靠。

## 1.3 系统运行前的调试

### 1.3.1 设备启动前的准备工作

在系统运行前的调试阶段,至关重要的是设备启动前的准备工作,以确保设备能够正常且稳定地运行。对所有设备及系统组件的全面检查是必不可少的,以确认其安装完成且符合设计规范。检查应包括设备的机械部分,如冷凝器、蒸发器及风机,需确认其安装正确且连接紧固,避免出现松动现象,同时,必须确保管路系统中的阀门处于正确位置,并检查是否存在泄漏。制冷剂的充填量也需符合设计要求,以防因制冷剂不足或过量而影响系统性能。电气连接的完整性和接地情况同样重要,以避免电气故障的发生。设备设置,包括控制器的编程及设定,应予以核对,以确保系统按预定工作模式运行。最后,系统的预启动测试应进行,对电源稳定性、设备初步运行状态进行检查,同时监测系统的压力及流量等参数。

### 1.3.2 初步系统运行测试

在系统运行前的调试阶段,初步系统运行测试被认为是确保多联机系统顺利运作的关键步骤。此测试的主要目的是验证系统的基本功能是否符合设计要求,并确保各组件能够协调一致地工作。测试过程应从启动所有系统设备开始,观察其启动是否平稳,是否伴有异常噪音或振动。随后,需要检查系统的运行参数,包括冷却或加热效果、风机运转状态,以及管路的压力和流量,以确保这些参数处于规定范围内。不同负荷条件下的系统测试亦不可忽视,以评估系统在实际工作环境中的表现,控制系统的响应时间及准确性还需监测,确保温度调节及运行模式的切换符合设定要求<sup>[2]</sup>。此外,应在测试过程中记录所有运行数据,将其与设计规格进行对比,以确保系统的各项性能指标达到预期标准。

### 1.3.3 系统压力与流量调节

在系统运行前的调试过程中,调节系统压力与流量被认为是确保多联机系统能够发挥最佳性能的关键步骤。各个管路和设备需经过检查,以确认是否存在泄漏或堵塞现象。依据设计要求和实际负荷需求,系统中的压力与流量应进行调整,以实现最佳工作状态。通常,压力与流量的控制通过调节泵的运行速度及阀门的开度来实现。冷媒流量,特别需要关注,确保其均匀地分布到各个空调分机,以防止因流量不均导致系统效率降低或冷却/加热效果不佳。系统在不同负荷条件下需进行调节,以保证在低负荷与高负荷情况下,压力与流量能够维持在设计范围内,调节过程中的系统运行数据监测极为重要,包括压力表与流量计的读数,这些数据需与设计参数进行对比,以确保系统运行的稳定性与效率。

## 1.4 系统运行中的调试

### 1.4.1 温度调节与控制

在系统运行中的调试阶段,确保医院中央空调系统正常运作的关键环节为温度调节与控制。调整系统的温度设

定值,使其符合设计要求并有效满足医院环境对舒适度的需求,是主要任务。首先,温控设备的检查应成为首要步骤,这包括温度传感器、控制器以及执行器,确保这些设备安装正确且功能正常。接着,空调系统的温度设定点及控制策略应被调整,以确保系统能够稳定维持在预定的温度范围。调节过程中,各个区域的温度数据需被实时监测,以确保所有房间或区域的温度维持在合理范围内,并根据外部环境变化和负荷波动适时调整设定值,在医院环境中,稳定的温度控制对提升患者的舒适度、医务人员的工作环境及设备的正常运行至关重要。

#### 1.4.2 制冷与制热模式切换测试

在系统运行中的调试过程中,切换制冷与制热模式的测试被认为至关重要,以确保医院中央空调系统能有效地根据季节变化及环境需求转换工作模式。验证系统在不同模式下的切换能力及性能稳定性,构成了测试的核心。首先,必须确认多联机系统的制冷与制热模式切换设置是否正确,并检查系统内部的相关控制参数是否依照设计要求配置<sup>[3]</sup>。系统启动后,逐步切换制冷与制热模式,系统的响应时间及切换过程的稳定性应被观察,在切换过程中,室内与室外温度的变化需实时监测,确保系统能迅速达到设定温度,并在预定的舒适范围内保持,同时,还应检查制冷和制热模式下风机的运转情况及冷媒流量,以确认其运行正常且无异常噪音。

#### 1.4.3 风机运转情况检查

在系统运行中的调试阶段,检查风机运转情况被认为是确保多联机系统正常工作的关键步骤。风机是否顺利启动,必须首先确认,随后检查其是否按照预设的转速和方向运转,特别需要对风机的运行噪音进行监测,以确保噪音保持在正常范围内,并避免出现异常声音或振动。对风机的运转平衡也应当进行检查,任何不平衡或震动问题,可能会对系统的整体性能及设备的使用寿命产生影响,同时,风量输出是否符合设计要求也需确认,以保证空气流量能够满足各区域的需求,并维持适宜的温度与湿度水平,此外,风机的电气连接及控制信号必须核实,以确保与系统控制中心的通讯畅通无阻。

#### 1.4.4 电气系统与控制信号的调试

在系统运行中的调试阶段,电气系统及控制信号的调试显得尤为重要,确保中央空调系统的稳定性与精准性。全面检查电气系统的任务必须完成,以确认电缆连接的牢固性、电气元件的正确安装及接线是否符合规范。作为系统顺利运行的基础,电气系统的正常运作,所有电气部件,如开关、断路器及接线端子,必须处于良好状态。控制信号的调试涉及到检查系统控制中心与各设备之间的通讯,确保信号的准确传输。在调试过程中,详细测试控制信号的传输延迟、信号强度及稳定性,是必不可少的步骤,以保证控制指令能够及时传达到各部件并准确执行,信号丢失

或传输错误,可能会导致系统故障或功能异常,因此,控制信号的逐一核实及调整,成为确保系统可靠运行的关键。

### 1.5 系统优化与故障排除

#### 1.5.1 性能优化措施

在系统优化过程中,提升医院中央空调多联机系统性能至关重要。关键在于对系统整体运行状况进行全面评估,以识别潜在的性能瓶颈及优化空间。这个过程包括了对系统冷负荷与热负荷的准确计算与分析,确保冷却与加热能力符合实际需求。任何发现的不匹配或过载现象,需通过调整设备配置或添加适当的补充装置来有效提升整体性能。同样重要的是,优化控制策略作为提升系统性能的关键步骤。通过调整控制算法以增强智能调节功能,系统能够在不同运行条件下更加高效地工作,例如,变频技术的应用优化了压缩机与风机的运行,从而显著提高了能源利用率,减少了能耗。

#### 1.5.2 常见故障及解决方法

在多联机系统的调试与运行阶段,系统的稳定性和可靠性依赖于对常见故障的及时识别与有效解决。制冷或制热效果不佳,作为系统中的常见问题,通常由制冷剂不足、系统泄漏或设备故障引起,通过检查制冷剂压力是否在正常范围内及是否存在泄漏点,此问题得以解决。异常的运行噪音,如风机、压缩机或管路的松动所引发,需对相关部件进行检查并重新紧固<sup>[4]</sup>。温度控制不准确,问题可能源于传感器故障或控制系统设置不当,应对传感器准确性进行检查,并确保控制系统参数的正确设置,频繁出现的系统停机或报警现象,通常与电气系统故障、控制信号问题或设备超负荷有关,需要检查电气连接的稳定性及控制信号的准确性,并确保设备在额定负荷范围内的运行。

#### 1.5.3 调试记录与分析

在系统优化与故障排除的过程中,扮演关键角色的是调试记录与分析。提供了系统运行的全面数据,详尽的调试记录对于技术人员准确诊断问题及实施优化至关重要。记录内容应包括每次调试的步骤、设备的运行状态、测试结果以及所发现的问题,通过对这些记录的分析,系统性能的变化趋势得以追踪,潜在的故障点与性能瓶颈被识别,并对调整措施的效果进行评估。对于当前的故障排除,这些数据不仅有帮助,也为未来的维护与系统升级提供了宝贵参考,通过系统化管理调试记录,完善的故障处理档案得以建立,知识的积累与经验的传承得到促进,从而整体维护效率与系统的可靠性得以提升。

### 1.6 系统验收与交付

在系统优化与故障排除的过程中,占据关键位置的是系统验收与交付。确保经过全面调试和优化后的多联机系统符合设计规范及实际使用要求,成为这一阶段的目标。详细检查系统各功能是验收工作的重要内容,包括设备的运行状态、控制系统的响应以及温度调节的精确度,以确



认所有功能的正常运作。此外,还需审查系统相关文档,确保调试记录、维护手册及操作指南的完整性与准确性。编制运行报告也是不可忽视的环节,报告中应详细记录系统的最终性能参数、调试过程中发现的问题及其解决方案,以及系统的整体表现,为后续的使用与维护提供重要依据,在交付阶段,确保操作人员掌握系统的使用方法及维护技巧,对其进行培训也是至关重要的。

## 2 结语

在医院中央空调施工中,至关重要是多联机系统的调试,这一过程决定了系统的高效与稳定运行。通过精细调试,空调系统的性能可以显著提升,运行效率也会得到优化,从而确保医院环境的舒适性与安全性。调试工作包括从设备安装前的准备阶段,到系统运行中的调整与优化,每一步骤都需认真对待。特别是在系统优化与故障排除阶段,详细记录与分析调试数据使得潜在问题可以被及时识别并解决,从而降低维护成本,提升系统的可靠性。展望

未来,调试方法与工具的更新将随着技术的不断进步而推进,对多联机系统的调试提出更高要求,在进行中央空调施工时,医院应当关注新技术的发展,持续改进调试工作,以实现更高效、更节能的空调系统,最终为医院创造一个更加舒适、安全的环境。

## 【参考文献】

- [1] 聂贤, 革非, 赵凯. 多联机空调系统在医院建筑中的适用性分析[J]. 建筑热能通风空调, 2019, 38(1): 76-79.
- [2] 郭红军, 崔萍. 传染病医院空调系统设计要点[J]. 暖通空调, 2023, 53(7): 94-98.
- [3] 潘善伟. 变频多联机空调机组在医院建筑中的使用状况[J]. 暖通空调, 2013, 43(12): 110-112.
- [4] 刘炎明. 多联机空调系统的控制能力与智能化应用[J]. 日用电器, 2024(6): 105-108.

作者简介: 邱烁阳 (1994.6—), 男, 汉族, 毕业学校: 唐山学院, 现工作单位: 河北医科大学第二医院。

## 建筑结构检测技术在鉴定加固中的应用

闫 岩

河北天博建设科技有限公司, 河北 保定 071100

[摘要] 建筑结构检测技术在评估和加固方面的运用日渐受到关注。伴随着城市化的加速, 众多老旧建筑物遭遇安全及功能隐患, 采用高效的检验技术, 就能立刻发现建造瑕疵。判定当前结构的稳固性与耐久性, 然后为加强措施拟定制定给出合适的根据, 宗旨是分析现阶段建筑结构评估技术方法的核心手段和应用。剖析在建筑修复工程中的关键性, 并且实例剖析呈现检测技术怎样有效促进实施建筑加固。

[关键词] 建筑结构; 检测技术; 鉴定; 加固; 安全评估

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13952

中图分类号: TU746

文献标识码: A

## Application of Building Structure Inspection Technology in Identification and Reinforcement

YAN Yan

Hebei Tianbo Construction Technology Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071100, China

**Abstract:** The application of building structure detection technology in evaluation and reinforcement is increasingly receiving attention. With the acceleration of urbanization, many old buildings are facing safety and functional hazards. By using efficient inspection techniques, construction defects can be immediately detected, the stability and durability of the current structure can be determined, and appropriate basis can be provided for strengthening measures. The purpose is to analyze the core means and applications of current building structure evaluation technology methods, analyze the criticality in building repair projects, and present examples of how detection technology effectively promotes the implementation of building reinforcement.

**Keywords:** building structure; testing technology; identification; reinforcement; safety assessment

### 引言

结构稳定性与持久性是当前建筑项目极为关键的问题。随着时间的推移, 诸多建筑物遭遇建材衰减、负重过大等多种安全隐患。所以, 迅速且精确地执行建筑物结构检验看来特别关键, 结构检查方法用以确保建筑物的稳定运作保证其稳定性, 并且以便提供后续改善计划制定必需统计根据。章将阐述现在普遍使用的建筑结构检测技术手段, 涵盖非破坏性检测、静态加载测试、动力检测等, 评估其在结构评估和加固环节中的效能, 展望将来的发展趋势。

### 1 建筑结构检测技术概述

评定建筑物的方法是保障建筑物稳固性和持久性核心策略, 随着城市发展速度的加快步伐, 日益增多的历史建筑遭遇安全隐患, 迫切需要采用精确的评价技术进行评估。核实方法起初分为非破坏性检测、静态加载测试和动态观测等几种类型, 非破坏性检测技术依据。比如声波、超声波、红外线等科学原理对物体实施结构分析隐藏瑕疵, 具备在不损害物体本体前提下识别例如裂缝、空洞等潜在缺陷, 当前最为广泛采用的技术之一<sup>[1]</sup>。举例来说, 声波侦测能够借助传播特点判断完好情况, 应用于混凝土构件和金属构件状况监测。静力测试则应用于实体框架之内施加载荷, 测定形变程度和应力水平, 进而评定承载力及稳

固性, 该技巧经常在构筑完毕后使用, 适用于新项目及改进工程。持续性追踪方法则依赖传感器实时监测建筑物在使用过程中动态反应, 可以快速展现结构的实际状态, 尤其在地震灾害等之后时期建筑物的结构评估中, 发挥重要作用。伴随科技进步发展, 智能测评技术逐步形成建筑安全评估新动向, 融合网络与传感网络技术和大数据应用, 得以实施执行对建筑物的实时监管和评估。这些方法同时提升了辨识精准度和效率性, 并且后续工作强化方案给予了稳定数据支持。另外, 建筑安全评估的必要性也逐渐凸显, 它不但关联到人民的生命和财产安全, 也影响法律执行的合规性。所以, 拟定出若干合适科学的检测指标技术准则, 保障所有建筑使用全过程安全稳定, 是现今建筑行业重大课题。监管手段确保结构稳定、增加使用周期提供了科学根据, 将来伴随科技发展, 应用领域和级别将扩大, 推进建筑行业持续发展筑牢基础。

### 2 建筑结构鉴定的必要性

务必对建筑物结构进行评估重要性体现在确保建筑物的稳定度安全性、功能性及经济收益尤其在于在城市化快速进展的环境中许多长时间未经维护的建筑遭遇着各种破坏结构安全隐患。随着时间的流逝, 建筑体经常承受许多影响, 涵盖自然原因、材料衰变、超负荷运作等, 众多因素可能引起结构衰弱、形变甚至潜在损坏。所以, 实



施定期架构检测是发现潜在风险、判定建筑结构现有状态和制定修缮方案依据之一。利用检测能够快速察觉裂缝、磨损、变形等隐藏故障，这些隐患如果未能及时解决，或许导致更加严重安全隐患<sup>[2]</sup>。

评估结果可用作使用效果供应合适根据，保证其在日常使用时的稳固性与适应能力。尤其在例如学校、医疗场所、建筑桥梁等公共建筑场合，这类需求程度非常紧急。另外，法规规定对建筑物安全标准作出明确要求，定期实施安全性评估严格遵循相关法律规定，有助于显著减少由此产生的法律责任风险。在经济方面，即时的评价有利于延长建筑物的使用寿命，降低预防性维护的大量修葺费用，因此为使用者节省了经费。评估结果同样可以优化与扩展参考，保障新架构与现有系统协同和稳定性的维护。建筑安全评价广泛包含建筑本身稳固性和功能性，还关联到人员生命财产安全、法律法规遵守情况及经济效益诸多领域。据此，强化建筑结构评估工作，提高评价专业能力标准化水平，将有助于增强整体建筑稳固性和推进持续发展产生积极影响。

### 3 检测技术在结构加固中的应用

#### 3.1 数据支持的加固

利用资料的加固方法在建筑工程加强环节起到极其关键作用，保障加固手段适用性及效果。随着时间推移构筑物使用时间增加，老旧建筑逐渐出现许多安全隐患，例如建筑材料损耗、结构老化和承载能力不足等问题。为了能够有针对性地解决众多问题高效有效加强措施，精确数据辅助支持是必需的，运用运用各类检测方法，比如超声波检测技术和静态测试与动态检测，工程技术人员可以准确掌握建筑物现状，发现潜在缺陷。这些方法同时具备辨认外在损伤，并且可以实现发现隐藏问题，如比如内部裂痕、腐蚀状况及材质情况。这些数据为制定后续加固方案提供了依据有力支撑，依据检测剖析获取的信息，工程师能够执行细致的结构剖析，判断建筑固有的承载能力和使用安全性能。通常整个过程涉及对物质的抗力、形变的特性以及压力分布进行计算和模拟分析，因此判断现有结构是否能够满足设计中的承载需求。例如，在进行混凝土结构加固时。通过超声波检测可以明确混凝土的密实度及内部缺陷，进而指导加固方案中所需材料和方法的选择。数据引导的决策过程能显著降低人为影响的偏差，保障提升方案的适宜性与合理性<sup>[3]</sup>。

实证确认的提高路径还包括对诸多强化途径评价与对照，多种多样加固手段具备不同的技术规范和施工难度级。精确数据集有利于辅助工程人员在众多选项中作出明智决策，挑选出最适宜的加固计划。举例来说，针对强化承重柱，工程师们或许考虑到外部加强材料、采用碳纤维材料增强条或增设支架结构等诸多方案，通过各种方案成本核算、施工时间和增强效能进行细致评估，最终确定决

定最适宜的做法。这种方式应用信息对比剖析，显著提高了决策制定环节效率性，并且未来执行给出了详细指引。数据驱动的增强方法亦涵盖对构筑行为监管管理机制，在加强工程执行时期，采用实时检测施工质量和构造稳定性能，可以迅速察觉并解决建造期间潜在的难题，这样的管理机制不但有能力提前防范建造环节中失误形成的安全隐患，并且还能够保障加强成效最后达到。

数据增强技术于提升阶段发挥作用，并且建筑领域持续监管及维护过程扮演关键角色。加强之后，采用建立长期监控机制，可以即时取得建筑物运作情况信息，发现可能故障隐忧。在此时期促使维修团队编制合理维修方案，保障建筑全周期稳固与安全，比如，伴随气候变化及使用环境的变化，建筑结构或许会遭遇不同的承载标准或自然老化，实时监控与数据解读可以为提前维护获取数据支持，减少高昂的修缮成本，进而增加建筑物的耐用期限。数据增广的加固方法采用供应全方位准确资讯，显著提高建筑物加固的合理度与效能，这类按照数据引导的决策方式，既满足当前项目管理标准，也同时也为建筑领域持续发展提供了坚实的根基基础。未来，伴随着资料搜集和信息解析方法论持续提升，数据加强的防护措施将更深入更加智能水平和系统增强，为建筑工程安全稳固性确保更可靠担保<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 加固效果评估

对建筑加固效果的评估是一个至关重要的环节这的目标是核实已经实施的加固措施是否能够满足设定的安全性和功能性需求。随着时间的流逝时间建筑物的使用期限延长，结构稳固性逐步转变为公众关注点，合理、准确的加固效果评定不但关系到建筑本身的安全性能与稳定状态，还直接关系到居民的生命和财产安全。为了实现有效的评估，工程师通常采用多种检测方法，包括静载试验、动态监测和非破坏性检测等。这些方法各有特点，能够全面反映加固后的结构的功能与安全性能，静态加载试验是划分为经典且广泛使用检测手段，它借助试验对象施加于既定负荷，测量其形变程度和应力状况，从而估算其承载力。在执行定值压缩前期，技术人员需要按照标准设定恰当的压力的设定值，保障实验结果具备正确性。根据对比实验之前的数据结果与之后的测量数值的差异数据，可以评估改进方法是否奏效，是否符合预定标准<sup>[5]</sup>。

持续跟踪方式近年来持续受到瞩目重视程度，特别是在结构应用环节，利用在建筑重要位置部署监控设备，及时检测其变化情况。工程师能够在加强结构后收集众多活动数据，这批数据涵盖建筑结构在正常使用过程中的振动特性、位移量和加速度等指标，可用于评估加固之后结构性能是否符合预定标准。优点体现于无阻碍性及即时性，具备能力准确掌握建筑物的本身构造各类环境领域状况，保障长期稳定性的安全保障防护措施。比如，在狂风肆虐

和地震灾情等特殊情况下,即时检测可以迅速发现隐藏的安全隐忧用以让管理者们立即采取适当的应急行动,无损检测技术归于核心检测技术,可以无需不会影响物体结构完整性,准确掌握强化效果。普遍使用的无损检测技术涵盖超声波检测技术、红外热像检测、声波检测等。这些方法具有功能准确辨认强化阶段可能生成新问题,比如裂痕增长、材料剥离等困难。运用定期实施无损检测,技术人员能够掌握结构整体状况,保证加固措施之后的持久有效性。

提高效能评定须要融合该建筑物的应用场合与性能指标规范展开详尽检验,各式各样的建筑可能遭遇各种使用压力和外部环境,所以作出评估要顾及这些要素。举例来说,某些民用型建筑在加强之后可能需要承受额外人员和荷载,评定期间需要运用模仿各类应用情境来检验加强效果合适性。另外,长期运用造成的外部环境,如潮湿程度、温度变化等,也会作用于结构特性。因此需要评估过程不仅关注加固之后短期效果,也必须考虑其长期稳固性与耐用性。为了确保提升效能的评估完整性,技术人员时常会拟定综合评估计划,明确定义评价的目的、手段及评价准则。必须在评估文件里详尽记录全部测试资料及评估效果,构建完善反馈体系,用来未来维护任务管理事务,如此综合评价程序不但有利于保证提高合理性准则和效率指标,并且为未来建筑设计维护供应借鉴资料。伴着技术的进步,数字方法与智能控制渠道于增强成效的评定时逐步展现关键作用<sup>[6]</sup>。

### 3.3 持续监测与维护

现在管理技术涵盖互联网与感应技术融合、无线通信技术和云技术等,借助众多尖端的技术,工程师们可以即时获得建筑物的实时信息反馈、受力情况和环境数据等数据。这些信息让工程师获取了完整的健康状况信息,从而工程师们有能力迅速发现问题并进行必要的修正操作。比如说,当监控设备测得建筑体某些形变超出设定的极限值时,该功能具备能够自动激活警报系统,通知维护人员执行彻底的检验与评估。

持续监测的另一个重要方面是数据分析与评估。借助不断观察数据累积,工程人员能够建立楼宇运行记录,对状态执行量化评价,此过程不但展示当前建筑物安全现状,且预兆潜在的安全隐患。例如,通过对振动数据的分析,工程师可以识别出可能的疲劳损伤和劣化趋势,从而制定出相应的预防性维护计划。运用数据支持决策方法明显提升了运维效果合理程度,降低了由单一评价引起

的失误<sup>[7]</sup>。

在维护作业中,持续监管扮演着关键角色。运用跟踪数据,管理者能够制定更为高效的维修计划,着重解决可能出现故障的部分,减少资源浪费减少。比如说,当检测信息表明某些部件生产的损耗状况超过标准限制时,宜首先计划对该部分的审查和保养,此方法同时提升了保养效率,还减少了由于意外状况引起的显著的修补费用。持续性跟踪与保养同样需要配合建筑物的使用状态和环境因素进行全方位管理,建筑实体在其使用期间潜在遭遇诸多安全风险,所以,针对特定使用场合的监控措施和保养策略是必要的<sup>[8]</sup>。

## 4 结语

概括而言,建筑结构评估技术在加固环节的应用是目前工程维护行业核心步骤。核心工作依赖准确数据作为依据支撑,增强结构安全和耐用性,建筑结构检测技术在鉴定加固中的应用,不仅提高了建筑物的安全性与可靠性,还为其后续管理提供了科学依据,推动了建筑行业的可持续发展。

### [参考文献]

- [1]崔华文,张坤. 建筑结构检测技术在鉴定加固中的应用[J]. 石材,2024(9):113-115.
- [2]肖静文. 建筑工程检测鉴定与加固技术探究[J]. 散装水泥,2024(4):101-103.
- [3]雷晓艳. 现有建筑结构抗震鉴定及混凝土结构加固设计研究[J]. 科技资讯,2024,22(14):133-135.
- [4]李瑞雪,刘嘉诚,任涓,等. 既有加固后砌体结构的检测鉴定研究[J]. 工程质量,2024,42(7):34-38.
- [5]冯智. 论住宅建筑结构安全性检测鉴定与加固技术[J]. 居舍,2024(18):38-41.
- [6]李刚,易鑫,潘志成,等. 混凝土框排架结构可靠性鉴定与减振加固分析[J]. 混凝土世界,2024(5):63-69.
- [7]刘炜. 建筑结构检测鉴定与加固浅析[J]. 居业,2024(1):70-72.
- [8]付郁桐,周靖东,徐照鑫,等. 某砖混结构建筑火灾后检测鉴定与维修加固技术应用研究[J]. 砖瓦,2023(8):121-123.

作者简介: 闫岩 (1990.4—), 毕业院校: 河北农业大学现代科技学院, 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。



## 装配式建筑施工质量的控制要点探讨

胡 稳 夏欢欢 张双龙 陆 勇 邓文超

中国建筑第八工程局有限公司, 安徽 安庆 246200

[摘要] 作为一种新型建筑模式, 装配式建筑凭借其高效、环保与可持续的特点, 逐渐演变为现代建筑行业的重要发展方向。与传统建筑方式相比, 通过预制构件的生产、运输及现场组装, 这种模式显著缩短了施工周期, 提升了施工效率, 并有效降低了人力成本。如此创新的施工方式, 不仅为建筑行业带来了前所未有的机遇, 还提出了新的挑战。尽管在技术与管理层面上具有显著优势, 施工质量的控制依然是确保项目成功的关键因素之一。文中探讨如何在装配式建筑施工过程中有效实施质量管理措施, 以期行业的发展提供可行的参考与借鉴。

[关键词] 装配式建筑; 施工质量控制; 设计质量; 构件生产; 管理措施

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13946

中图分类号: TU318

文献标识码: A

### Discussion on the Key Points of Quality Control in Prefabricated Building Construction

HU Wen, XIA Huanhuan, ZHANG Shuanglong, LU Yong, DENG Wenchao

China Construction Eighth Engineering Division Corp., Ltd., Anqing, Anhui, 246200, China

**Abstract:** As a new type of building model, prefabricated buildings have gradually evolved into an important development direction in the modern construction industry due to their high efficiency, environmental friendliness, and sustainability. Compared with traditional construction methods, this mode significantly shortens the construction period, improves construction efficiency, and effectively reduces labor costs through the production, transportation, and on-site assembly of prefabricated components. Such innovative construction methods not only bring unprecedented opportunities to the construction industry, but also pose new challenges. Despite significant advantages in technology and management, controlling construction quality remains one of the key factors ensuring project success. The article explores how to effectively implement quality management measures in the construction process of prefabricated buildings, in order to provide feasible references and inspirations for the development of the industry.

**Keywords:** prefabricated building; construction quality control; design quality; component production; management measures

#### 引言

随着城市化进程的加快, 建筑行业面临着资源短缺与环境污染等诸多问题。装配式建筑凭借其显著优势, 逐渐受到越来越多的关注。政策支持、市场需求的增长以及技术的不断进步, 共同推动了装配式建筑的迅速发展。我国政府积极倡导绿色建筑, 将装配式建筑视为实现建筑行业转型升级的重要手段, 鼓励各类企业参与该领域的研发与应用。然而, 在推广装配式建筑的过程中, 面临着许多挑战, 尤其是在施工质量管理方面。由于施工流程复杂, 涉及多个单位与环节, 如何有效控制施工质量已成为各方关注的焦点。若缺失或不当的质量管理, 直接将影响装配式建筑的安全性、耐久性与使用性能。因此, 深入研究与探索施工质量, 已成为提升装配式建筑整体水平的重要任务。

#### 1 装配式建筑概述

##### 1.1 装配式建筑的定义与特点

装配式建筑被定义为将各类建筑构件, 如墙体、楼板、屋顶等, 在工厂中进行预制, 然后运送至施工现场进行拼装的一种建筑方式。这种方式与传统的现浇施工模式存在显著差异, 主要特点在于其高度的工业化和模块化。由于构件在工厂环境中生产, 受环境和气候影响的程度显著降

低, 从而提高了施工效率。施工周期被缩短, 现场工序得以简化, 这有效减少了建筑过程中潜在的误差。由于预制构件在可控条件下生产, 建筑的精度和一致性得以保障, 满足了现代建筑对于高质量和标准化的严格要求。

##### 1.2 装配式建筑的优势与应用领域

在缩短施工周期、降低劳动力成本以及提升建筑质量方面, 装配式建筑展现出了明显的优势。构件的标准化生产使得现场施工时间显著减少, 进而降低了人工需求。与传统模式相比, 预制构件的高精度在现场安装时有效减少了误差, 从而提升了整体建筑质量。其应用领域极为广泛, 包括住宅、商业建筑、办公楼以及公共设施等。随着绿色建筑和可持续发展理念的日益普及, 装配式建筑的优势愈加显著。快速施工与模块化的特性, 使得其特别适用于大规模建筑项目。此外, 在桥梁、隧道等基础设施建设中, 装配式工艺同样被广泛应用, 展现了其在复杂结构和大型工程中的潜力。

##### 1.3 装配式建筑施工流程简述

装配式建筑的施工流程可分为五个主要阶段: 设计、构件生产、运输与堆放、现场组装以及竣工验收。每个环节均对施工质量产生直接影响, 且需严格遵循相关标准。设计阶段通过详细规划建筑功能需求, 确保构件标准化并适用于安

装。构件生产必须严格按照设计要求进行,以保证其质量和精度。合格构件在运输至施工现场时,需采取严格的保护措施,避免在运输过程中出现损坏。在堆放阶段,同样需遵守规范,以确保安全及施工的有序进行。组装阶段是施工的核心,精准的设备操作与节点对接的要求,保障了构件安装的稳固性和安全性。最后,在竣工验收阶段,建筑物需经过严格的质量检测,以确保符合设计与施工标准。整个施工流程的完整性及其贯穿性,彰显了质量管理有效性的重要性。

## 2 装配式建筑施工质量控制的现状与问题

### 2.1 当前装配式建筑施工质量存在的问题

尽管装配式建筑在提升施工效率及减少环境影响方面展现出显著优势,但诸多挑战依然困扰着其施工质量。显著的问题包括构件安装精度不足,直接导致建筑结构的稳定性受到影响。此外,未能满足相关标准的节点连接质量,进一步引发了对装配式建筑耐久性的质疑,增加了后期维护的复杂性。在运输与堆放阶段,构件损坏现象普遍,常常与管理措施不当及防护措施缺失密切相关。因此,施工质量控制措施的落实尚显不足,增加了装配式建筑在实际应用中的风险。

### 2.2 施工过程中常见的质量缺陷及其原因

在装配式建筑的施工过程中,构件尺寸偏差、安装错位及节点连接不牢固等质量缺陷频频出现。此类问题多源于管理环节的失误。设计阶段,图纸细节若不够明确,施工人员在执行时便容易产生误解,影响构件的安装。再者,若构件生产环节未能严格遵循生产标准,预制构件的质量将难以得到保障。而在现场安装过程中,未遵循技术规范的施工人员,往往导致质量问题的产生。

### 2.3 影响装配式建筑施工质量的主要因素

装配式建筑的施工质量受到多个方面因素的影响,其中设计图纸的完整性显得尤为关键。若设计内容不够详尽或模糊,施工人员在实际操作中便可能产生误解,从而影响构件的安装。此外,构件生产的工艺水平同样对施工质量具有重要影响。不同生产厂家间的技术水平、设备条件及管理经验的差异,常导致构件质量的参差不齐。同时,施工人员的技术水平直接决定了施工的质量高低。缺乏经验或未经过培训的人员,操作过程中易出现失误,加剧了质量问题的发生<sup>[1]</sup>。最后,项目各参建单位之间的沟通与协调对施工质量至关重要。若信息流通不畅或沟通不良,施工要求的理解可能出现偏差,进而影响整体施工质量。

## 3 装配式建筑施工质量控制的要点

### 3.1 设计阶段质量控制

在装配式建筑施工中,设计图纸的完整性与准确性,直接影响着后续施工的质量。任何细节的遗漏或设计上的错误,皆可能在后续施工中引发问题。为确保设计的精确性,设计团队被要求提供详尽且清晰的图纸,尤其是在各节点及构件连接部分,需经过多次校核。通过引入计算机辅助设计(CAD)等技术工具,提高设计精度、减少人为失误的可能性。实施

标准化设计被视为提升构件生产一致性与施工效率的重要手段。通过标准化,施工单位能够更有效地控制构件质量,同时降低设计调整对施工进度影响<sup>[2]</sup>。按照《建筑工程设计文件编制规定》,规范化的构件尺寸、材料选用及连接方式,促进了构件的系列化生产,从而提升整体施工效率。

### 3.2 构件生产阶段质量控制

构件生产在装配式建筑中占据关键地位,相关质量标准的严格遵循是必不可少的,确保构件的尺寸、强度与表面质量符合设计要求。根据《混凝土结构设计规范》,预制构件的强度等级、材料特性及物理性能必须经过严密测试,以保证其适用性与安全性。在材料选择上,所用材料必须符合国家相关标准,特别是在钢筋与混凝土等关键材料的选择中,强度与耐久性的要求显得尤为重要。在生产过程中,材料需经过严格检测,以防劣质材料进入施工现场。构件质量的控制可通过公式:

$$Q = \frac{S}{D}$$

来量化,其中Q表示构件质量,S为材料强度,D为设计要求强度。

### 3.3 运输与堆放质量控制

构件在运输过程中,采取有效的保护措施是至关重要的,以避免在搬运中受到碰撞或损坏。特别是对于大尺寸构件,运输前需制定详尽的方案,涵盖运输工具的选择、运输路径的规划及相关安全措施,从而确保构件在运输过程中的安全与质量。在施工现场,构件的堆放同样需要特别关注<sup>[3]</sup>。应选择平整且坚固的地面进行堆放,以防地面不平造成构件变形或损坏。同时,堆放的构件需采取适当的防护措施,例如使用防护垫或保护膜等,避免外界因素造成的损害。

### 3.4 施工安装阶段质量控制

施工安装环节被视为影响装配式建筑质量的核心,要制定详细的施工方案,明确各项工序的要求与标准,从而确保施工的系统性与连贯性。构件的连接与节点处理是影响装配式建筑结构安全的关键。在施工中,需采用符合设计要求的连接方式,并对每个节点进行严格的质量检查,以确保其牢固性与稳定性。在关键节点处,建议设立专门的质检环节,检测连接处的强度,确保符合设计标准。采用公式:

$$\tau = \frac{F}{A}$$

(其中 $\tau$ 表示剪应力,F为作用力,A为接触面积)能有效控制节点连接的质量。在施工安装过程中,严格的验收标准显得尤为重要,需逐一检查构件的安装质量。尤其是在关键节点与构件接口处,重点进行验收,以确保施工质量达到设计标准。

### 3.5 后期验收与维护质量控制

装配式建筑竣工后,各构件的安装质量与连接强度需



全面检查,以确保项目符合设计要求。通过引入验收标准,明确各项指标的合格标准,能够有效提升验收的严谨性与可靠性。竣工后,定期进行维护与保养显得尤为重要,尤其是对构件连接部位与外露结构的检查与维护。此过程不仅确保建筑的长期使用性能与安全性,还能预防潜在的安全隐患。建议定期开展结构健康监测与评估,实施维护记录制度,维护工作与建筑使用情况相结合,为后续管理与维护提供重要依据。

#### 4 提高装配式建筑施工质量的管理措施

##### 4.1 完善质量管理体系

在装配式建筑施工中,设计、生产、运输及安装的系统化质量管理流程,必将确保各环节的高效运作与质量控制。通过借助国际标准(如 ISO 9001),质量管理的科学性与有效性能够得到有效提升。质量管理体系的构建,应当明确各环节的控制点,并同时建立相应的管理制度。设计团队需提供详尽的设计图纸,经过多次审核以确保其准确无误;在构件生产阶段,严格执行质量标准,以保证构件的尺寸、强度及表面质量符合设计要求;在运输与安装阶段,细致的方案制定将确保构件的安全与质量<sup>[4]</sup>。应清晰界定施工单位、设计单位、材料供应商及监理单位的质量责任,并建立有效的监督机制。定期召开质量管理会议,能够及时发现并解决施工过程中出现的质量问题,从而防止其蔓延与恶化。

##### 4.2 加强施工人员培训

施工技术人员的操作能力直接影响施工质量,定期组织培训,将确保施工人员掌握最新的施工技术与方法,同时涵盖新工艺及新材料的应用。通过现场实操与案例分析,施工人员将深入理解质量标准与要求。通过开展质量管理知识的学习与宣传活动,增强施工人员对质量控制重要性的认识。组织质量知识竞赛、分享成功案例等形式,能够激励施工人员重视质量管理,从而提高其质量责任感。企业应将培训效果与施工人员的绩效评价相结合,通过定期检查与评估,及时发现不规范行为,给予反馈与改正。提升施工人员的质量意识,有助于促使其在每个施工环节自觉遵循质量标准,从而降低因操作不当引发的质量问题。

##### 4.3 加强沟通与协调

有效的沟通不仅消除了信息壁垒,还促进了各单位之间的紧密合作,确保施工质量的全面控制。在项目启动前,召开启动会议以明确各方的职责与分工,确保所有单位对项目整体目标及质量要求有清晰认识。透明的交流将有助于减少误解与冲突。在施工过程中,定期召开协调会议,汇报施工进度、分析存在的问题,并制定相应的解决方案。项目经理应鼓励各方提出意见与建议,以营造良好的沟通氛围。质量问题应及时反馈给相关单位,以便迅速解决。建立专门的问题记录与处理系统,对质量问题的处理过程进行追踪,为后续的质量改进提供重要依据。各方需积极沟通与协作,增强团队意识,共同提升施工质量。综合实施这一系列措施,有助于确保在装配式建筑施工过程中,

质量问题得到有效解决,进而提高整体施工质量水平。

##### 4.4 引入先进管理工具与技术

随着建筑行业的迅速发展,引入先进的管理工具与技术,势必显著提升装配式建筑施工质量管理的水平。建筑信息模型(BIM)技术的应用,可以实现设计、施工与运营等各阶段的高效协作。通过 BIM 技术,各参与方得以在虚拟环境中进行设计与模拟,从而提前识别潜在的设计缺陷与施工问题。在施工阶段,施工人员运用 BIM 技术对施工流程进行可视化管理,以确保各环节的顺畅衔接,从而提升施工效率与质量。智能化监测系统的引入实现了对施工现场实时数据的监测与分析。通过对温湿度、构件应力等关键参数的监测,潜在的质量隐患能够及时发现,并采取相应的应对措施。科技手段的引入,使得施工质量管理变得更加科学与精细化<sup>[5]</sup>。综合运用这些先进的管理工具与技术,将助力装配式建筑施工过程中进一步提高质量管理的有效性、针对性,确保施工质量的可靠性。不断创新与实践,必将推动装配式建筑行业的持续发展。

#### 5 结语

综合来看,提升装配式建筑施工质量的管理措施,除了完善质量管理体系外,还包括加强施工人员的培训与提升各方的沟通协调能力。通过实施这些措施,有效解决施工过程中的质量问题,推动装配式建筑行业的健康发展。在竞争愈加激烈的市场环境中,企业必须高度重视施工质量管理,主动适应行业变化,追求创新与卓越。高效的质量控制将提升企业的市场竞争力,同时节约资源与时间,确保建筑的安全与可持续性。实现装配式建筑的高质量发展,将推动建筑行业整体水平的提升,促进社会经济的可持续发展。唯有通过科学的管理、技术创新及各方的共同努力,装配式建筑才能在未来取得更大的成就,成为现代建筑行业的主流方向。未来,各参与单位应当相互配合,携手共进,共同致力于施工质量的提升。随着新技术的不断涌现,装配式建筑的质量管理手段也将日益丰富,从而为行业的持续发展奠定坚实的基础。

#### 【参考文献】

- [1] 项炳泉, 吴志新, 刘运林, 等. 预制装配式混凝土结构检测技术与应用[J]. 中国建筑金属结构, 2015(11): 19.
  - [2] 孙鹏程, 王晓光, 赵学军, 等. 装配式钢筋混凝土剪力墙结构套筒灌浆连接区质量控制关键技术创新及应用[D]. 合肥: 安徽建筑, 2015.
  - [3] 郑志涛, 杨皓东, 涂刚要. 装配式混凝土预制构件半灌浆连接施工质量控制[J]. 建筑技术开发, 2022, 49(2): 67-70.
  - [4] 杨金来. 安徽省预制装配式住宅结构体系技术应用探讨[J]. 住宅与房地产, 2014, 21(2): 65-66.
- 作者简介: 胡稳(1994.3—), 毕业院校: 青岛理工大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 中国建筑第八工程局有限公司, 职务: 技术主管, 职称级别: 工程师。

# 高层建筑中玻璃幕墙的结构设计与施工探讨

张林耀

浙江工业大学工程设计集团有限公司, 浙江 杭州 310000

**[摘要]**在高层建筑中, 广泛应用的玻璃幕墙以其通透性、简便的施工过程以及优异的密封性能而著称。建筑的视觉美感不仅得到了增强, 其室内的采光和视野也因此得到了优化。然而, 结构设计与施工过程中所面临的挑战, 涉及设计的复杂性、施工的精确性以及幕墙系统的长期性能等方面, 依然不可忽视。深入探讨高层建筑中玻璃幕墙的结构设计与施工技术, 旨在揭示可能出现的问题, 并提供相应的解决方案。期望通过系统化的分析, 为高层建筑玻璃幕墙的设计与施工提供有价值的参考, 从而提升幕墙系统的整体质量与性能, 并推动建筑行业技术的不断进步。

**[关键词]**高层建筑; 玻璃幕墙; 结构设计; 施工技术

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13962

中图分类号: TU767

文献标识码: A

## Discussion on the Structural Design and Construction of Glass Curtain Walls in High-rise Buildings

ZHANG Linyao

Zhejiang University of Technology Engineering Design Group Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

**Abstract:** Glass curtain walls, widely used in high-rise buildings, are known for their transparency, simple construction process, and excellent sealing performance. The visual beauty of the building has not only been enhanced, but its indoor lighting and visibility have also been optimized as a result. However, the challenges faced in the process of structural design and construction, involving the complexity of design, precision of construction, and long-term performance of curtain wall systems, cannot be ignored. In depth exploration of the structural design and construction technology of glass curtain walls in high-rise buildings, aiming to reveal possible problems and provide corresponding solutions. We hope to provide valuable references for the design and construction of high-rise building glass curtain walls through systematic analysis, thereby improving the overall quality and performance of curtain walls systems and promoting continuous technological progress in the construction industry.

**Keywords:** high-rise buildings; glass screen walls; structural design; construction technology

### 引言

在现代高层建筑设计中, 作为重要的建筑外立面材料, 玻璃幕墙因其独特的视觉效果及功能性, 已经得到了广泛应用。赋予建筑现代感与简洁美的, 不仅是这种材料, 它还提供了卓越的采光效果、开阔视野及良好的节能性能。然而, 确保这些功能及建筑整体安全性的实现, 依赖于玻璃幕墙的结构设计与施工技术。详细考虑玻璃幕墙在风荷载、地震荷载及温度变化等外部因素下的表现, 设计时必须进行, 以确保其稳定性与可靠性。同时, 在施工环节中, 涉及的预埋件、连接件、龙骨结构及玻璃安装等技术操作, 精确执行是必需的, 以保证幕墙系统的整体性能和施工质量。随着建筑技术的发展及施工工艺的不断进步, 面临的挑战也在逐渐增大。高层建筑玻璃幕墙的设计与施工, 已变得更加复杂。本研究深入探讨了高层建筑玻璃幕墙的结构设计及施工技术, 分析了现有方法及其优化策略, 探讨了如何在确保建筑美观与功能性的同时, 提升幕墙系统的安全性与耐久性, 通过对这些技术的详细分析, 期望为建筑行业提供有价值的参考, 推动玻璃幕墙技术的进一步发展与应用。

### 1 玻璃幕墙的重要作用

在现代高层建筑中, 至关重要的角色由玻璃幕墙扮演,

综合实现了美观性、功能性及环境控制等多重效果。作为建筑外立面的核心组成部分, 玻璃幕墙不仅提升了建筑的视觉冲击力与现代感, 还为建筑提供了显著的光学效益。能够有效减少对人工照明的需求, 玻璃幕墙通过自然采光实现了节能。此外, 室内外视野的开阔感得到了增强, 其透明性提升了建筑的空间感与舒适度。同时, 室内环境的舒适性显著改善了, 因玻璃幕墙具有优良的隔热与隔音性能。在高层建筑中, 需综合考虑风荷载、地震荷载等外部因素以确保稳定性与安全性, 对玻璃幕墙的结构设计至关重要。环境的可持续性在现代玻璃幕墙设计中也被注重, 采用高性能的玻璃材料及节能技术, 从而降低建筑的能耗与碳排放。

## 2 高层建筑玻璃幕墙的设计

### 2.1 设计玻璃幕墙结构

在高层建筑中, 玻璃幕墙的设计结构至关重要, 它决定了幕墙系统的性能和安全性。在设计玻璃幕墙结构时, 必须综合考虑建筑的整体风荷载、地震荷载以及温度变化等外部因素, 以保证幕墙系统的稳定性和安全性。需选择合适的玻璃类型与厚度, 例如钢化玻璃或夹层玻璃, 这些材料应满足耐风压、抗冲击以及隔热等性能要求。此外,



支撑系统的设计也极为关键,通常包括铝合金框架、钢结构支撑或复合材料支撑。这些支撑系统应与建筑主体结构紧密结合,以确保荷载的有效传递以及结构的稳定<sup>[1]</sup>。连接件的选择与布置必须依照设计规范,以确保玻璃板与支撑系统的牢固连接,防止因连接件失效而导致的幕墙系统问题。同时,为了保证施工的顺利进行,设计时应考虑施工与维护的便利性,为维护人员预留足够的操作空间,从而确保安装与调整过程的顺利完成。最终,通过系统化的设计,能够确保玻璃幕墙在满足建筑美观性、功能性及安全性方面达到预期,提升高层建筑的整体品质与性能。

## 2.2 设计玻璃幕防火设计

在高层建筑的玻璃幕墙设计中,至关重要的角色由防火设计扮演,它直接关系到建筑的安全性及防火能力。作为建筑外立面的关键部分,不仅需满足结构与美观的要求,玻璃幕墙还必须有效抵御火灾威胁。应从选择合适的耐火材料开始进行防火设计,包括防火玻璃或防火幕墙系统的使用,以防止火焰和高温的蔓延。在设计过程中,幕墙的隔热性能需被重视,以确保在火灾发生时,幕墙能够有效阻止热量的传递,从而保护建筑内的人员及财产。此外,应使用防火材料制成的幕墙连接件及支撑系统,并设置有效的防火封堵,以阻止火焰通过缝隙扩散。所有防火措施必须符合相关建筑防火规范与标准,并经过严格的防火测试与验证。

## 2.3 设计玻璃幕墙安全可靠

在高层建筑玻璃幕墙的设计中,确保其安全性与可靠性被认为至关重要。综合考虑玻璃幕墙系统的结构稳定性及其抗冲击能力,设计师必须应对多种外部荷载和环境因素。优先选择高强度且耐冲击的玻璃材料,如夹层玻璃或钢化玻璃,是在选材方面的关键,这类材料具有卓越的抗冲击性和耐久性,从而显著降低在极端天气条件或外部冲击下的破损风险。充分考虑风荷载、地震荷载等动态负荷,幕墙系统的结构设计也应做到,并确保连接件和支撑系统的稳固性。此外,幕墙的密封性被视为保证安全可靠性的关键,通过合理设计密封条和接缝,水分和空气的渗透可被有效防止,从而避免密封失效引发的结构问题。在设计过程中,进行详细的安全性分析与模拟测试是必须的,以验证设计的可靠性并进行必要的调整。

# 3 高层建筑玻璃幕墙的施工技术

## 3.1 预埋件安装技术

在高层建筑玻璃幕墙施工中,至关重要的作用由预埋件的安装技术发挥,其质量直接影响幕墙系统的整体稳定性和安全性。预埋件是指在建筑结构中预先设置的金属构件,用于固定和支撑玻璃幕墙,例如锚固螺栓、钢板及支架等。这些预埋件需在建筑施工的早期阶段完成安装,为后续的幕墙安装提供必要的支撑和连接。在安装过程中,设计图纸与施工规范必须被严格遵循,以确保预埋件的位置准确且固定牢固。在测量和标记预埋件的安装位置时,

应确保其与设计要求相符。随后,预埋件应被精确嵌入混凝土或其他建筑材料中,并用高强度固定材料加固,从而保证其在结构中的稳定性<sup>[2]</sup>。考虑幕墙荷载要求及施工环境因素如温度变化和湿度也是必要的,以确保预埋件在长期使用中的稳定性与可靠性。安装完成后,严格检查和测试预埋件是必须的,以确认其安装质量,避免在后续施工中出现潜在问题或安全隐患。

## 3.2 连接件安装技术

在高层建筑玻璃幕墙施工中,连接件的安装技术被认为至关重要,其直接影响幕墙系统的整体稳定性与安全性。连接件的主要功能在于将玻璃面板、龙骨、支架及其他结构组件紧密结合,形成一个稳固且可靠的幕墙系统。在安装连接件时,每个连接点的定位必须精确依据设计图纸,以确保所有连接件的位置符合设计标准。严格遵守施工规范是安装过程的要求之一,选用的材料,如不锈钢螺栓或铝合金连接件,必须具备耐腐蚀性与承载能力,以符合设计要求。钻孔、固定及调整是安装步骤的关键环节。在钻孔时,孔径需与连接件尺寸相匹配,以避免因孔位不准确而导致的结构松动。固定过程中,高强度螺栓及专用工具应被使用,以确保每个连接件的紧固力达到设计标准。安装完成后,连接件必须经过详细检查和测试,以验证其连接强度、稳定性及是否存在松动现象。尤其在高层建筑中,连接件的稳定性受风荷载、地震等外部因素的影响,施工过程中应进行充分的质量控制,以确保幕墙系统的安全性与长期稳定性。

## 3.3 龙骨结构施工技术

在高层建筑玻璃幕墙的施工过程中,至关重要的角色由龙骨结构的施工技术扮演,因为幕墙系统的稳定性与承载能力直接关系到它。作为幕墙系统的骨架,龙骨负责支撑和固定玻璃面板,并有效地将荷载传递至建筑主体结构。准确定位龙骨的安装位置,施工时需依据设计图纸,并对建筑结构进行测量和标记,以确保龙骨的水平与垂直度符合设计规范。包括水平龙骨与垂直龙骨的固定在内,龙骨的安装过程需要完成,前者用于支撑垂直龙骨,而后者则支撑玻璃面板。应选择高强度钢材或铝合金,确保龙骨的承载能力和耐久性符合设计要求。在建筑主体结构上,龙骨应通过焊接或螺栓连接的方式稳固地固定,同时确保连接点的强度与稳定性。特别是在高层建筑中,因风荷载和地震荷载的影响,龙骨的固定和调节尤为重要,施工时应使用精密的测量仪器进行校验,以确保龙骨的安装位置与角度准确无误。施工完成后,龙骨结构还需进行全面检查,以检测其变形、安装精度及连接强度,确保其符合设计要求。

## 3.4 玻璃安装技术

在高层建筑玻璃幕墙的施工中,玻璃安装技术扮演着至关重要的角色,直接决定了幕墙系统的整体质量和功能表现。必须对玻璃材料进行严格检验,以确保其尺寸、厚

度以及表面质量均符合设计标准。一般从底部开始玻璃安装,使用专用吊装设备将玻璃板准确吊运到指定位置<sup>[3]</sup>。在吊装过程中,玻璃的损坏需被避免,确保吊装工具和设备经过充分检查,并且施工人员应佩戴适当的安全保护装备。每片玻璃安装时,精确对位必须进行,并利用专业调整工具进行微调,以确保玻璃的水平和垂直度符合设计规范。玻璃与龙骨结构之间的缝隙也需要妥善处理,通常通过高质量密封胶进行填充,以增强密封性及防水效果。安装完成后,玻璃应经过全面检查,包括固定状态和密封效果,以确保没有松动或漏水问题。施工期间,现场环境条件如风速和温度也需考虑,以保障施工操作的安全性及玻璃安装的质量。

#### 4 玻璃幕墙施工注意事项

##### 4.1 注意施工材料的保护

在玻璃幕墙施工过程中,至关重要的一项是保护施工材料,以保证工程质量并延长材料的使用寿命。专门的区域应用于存放所有进场的玻璃材料,以避免雨水、直射阳光或极端温度对其造成影响。玻璃板在存放时必须平整堆放,重压或支撑不均而导致变形或损坏的风险需被避免。在施工现场,材料不应直接接触地面或其他物体,建议使用软垫或保护材料进行铺设。佩戴适当的保护装备,施工人员应在搬运和安装玻璃时做到,并遵循正确的操作方法,以防材料因操作不当而出现刮伤、碰撞等问题。定期检查并清理玻璃表面,以去除可能导致划伤的灰尘或颗粒,是必要的。施工结束后,剩余材料应妥善管理和存储,以备后续施工或项目维护使用。

##### 4.2 注意施工中的安全管理

在玻璃幕墙施工过程中,安全管理的至关重要性不可忽视,这不仅关系到项目的顺利推进,也涉及到施工人员的安全。清晰的安全标识需要在施工现场设置,并为施工人员提供必要的安全培训,包括个人防护装备的正确使用,如安全帽、护目镜和手套等。施工区域的围挡和警示标志应被设置,以防止无关人员进入,从而减少意外事故的风险。高处作业时,符合标准的安全绳索和支撑架必须被使用,以确保施工人员的安全<sup>[4]</sup>。同时,施工设备和工具的定期检查和维护是必要的,以确保其正常运作,从而防止设备故障引发的事故。在玻璃幕墙的安装过程中,严格遵守操作规程的要求,操作人员需要遵循,以避免在玻璃搬运、升降及安装中出现意外,如玻璃坠落或夹伤等。专门的的安全管理人员应在现场设立,负责监督安全措施的实施情况,并及时处理任何可能出现的安全隐患。

#### 4.3 注意施工中的人员管理

在玻璃幕墙施工中,施工的顺利进行及工程质量对人员管理的依赖不可忽视。由经验丰富、技能专业的成员组成的施工团队,所有工人需接受严格的培训和资格认证,以确保他们掌握必要的施工技术及安全操作规范。明确的岗位职责和 workflows 必须在现场设立,使每位工人了解其具体任务及在施工中的角色。此外,现场会议的定期召开是必要的,以沟通施工进度及存在的问题,从而促进团队的协作与信息共享。详细的入场教育,新进人员应接受,包括安全操作规程和施工技术要求,以帮助他们迅速适应团队并发挥作用。设有专门的项目经理或施工主管,现场也应进行安排,负责协调各施工环节,监督施工质量和进度,并及时解决施工过程中出现的各类问题。

#### 5 结语

在高层建筑中,作为现代建筑外立面的关键组成部分,玻璃幕墙的设计与施工技术研究显得尤为重要。提升建筑视觉美感的同时,玻璃幕墙在节能、隔音及防护性能方面所发挥的显著作用,可以通过深入探讨其结构设计与施工技术得以揭示。科学合理的设计及精确的施工技术,是这些优势实现的基础。在设计阶段,综合考虑玻璃幕墙的结构稳定性、抗风荷载能力及防火安全等因素,设计方案的科学性与实用性才能得以确保。施工阶段则要求技术的精准实施与严格的质量控制,以保障幕墙系统的性能与安全性。面对建筑技术的不断进步,未来玻璃幕墙的设计与施工将面临新的挑战与机遇。先进技术的学习与应用,以及规范的遵循,必须由设计师和施工单位不断进行,以解决施工中出现的各类问题,从而提升建筑幕墙系统的质量。通过技术的持续创新与管理的提升,能够确保高层建筑中玻璃幕墙在美观性、功能性及安全性上的全面提升,这将推动建筑行业的发展,满足日益增长的建筑需求。

#### [参考文献]

- [1] 马维炜. 高层建筑中玻璃幕墙的结构设计与施工探讨[J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(5): 148-150.
  - [2] 金冬. 高层建筑玻璃幕墙设计要素解析[J]. 居舍, 2024(16): 118-121.
  - [3] 严政. 高层建筑玻璃幕墙施工技术探究[J]. 门窗, 2015(6): 12-13.
  - [4] 黄芷淇. 对高层建筑玻璃幕墙设计与施工技术分析[J]. 建材与装饰, 2016(17): 30-31.
- 作者简介: 张林耀(1983.9—), 男, 职称: 中级工程师, 籍贯: 浙江绍兴。



# 被动房技术在中国东北地区老旧小区改造中的应用

朱君怡 金光虎\*

延边大学工学院, 吉林 延吉 133002

[摘要] 目前, 被动房技术在建筑领域受到越来越多的关注, 应用范围不断扩大, 被动房建筑符合当下节能环保的政策要求, 在环境保护, 低碳低能耗等方面有突出的贡献。早期我国城市化发展速度过快, 存留下大量老旧小区尚未得到改善, 尤其是东北地区, 其经济条件相对落后, 缺少新技术的应用。本篇论文通过对被动房技术的介绍, 运用斯维尔软件进行模拟分析, 提出被动房技术在东北地区老旧小区改造中使用的方案策略, 探讨被动房技术在东北地区老旧小区改造中的应用。充分发挥“被动房”技术的价值和作用, 更好地满足老旧小区改造需要, 促进我国建筑行业的可持续性发展。

[关键词] 被动房技术; 老旧小区; 改造; 东北地区; 绿色建筑

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13974

中图分类号: TU201

文献标识码: A

## Application of Passive House Technology in the Renovation of Old Residential Areas in Northeast China

ZHU Junyi, JIN Guanghu\*

College of Engineering, Yanbian University, Yanji, Jilin, 133002, China

**Abstract:** At present, passive house technology is receiving increasing attention in the field of construction, and its application scope is constantly expanding. Passive house construction meets the current policy requirements for energy conservation and environmental protection, and has outstanding contributions in environmental protection, low-carbon and low-energy consumption. In the early days, Chinese urbanization development was too fast, leaving behind a large number of old residential areas that had not been improved, especially in the Northeast region, where the economic conditions were relatively backward and lacked the application of new technologies. This paper introduces passive house technology and uses Swell software for simulation analysis to propose strategies for the use of passive house technology in the renovation of old residential areas in Northeast China. It explores the application of passive house technology in the renovation of old residential areas in Northeast China. Give full play to the value and role of "passive house" technology, better meet the needs of renovating old residential areas, and promote the sustainable development of Chinese construction industry.

**Keywords:** passive house technology; old residential areas; reform; northeast region; green building

### 1 概论

#### 1.1 研究背景

目前, 中国城镇化已进入高质量阶段。城市发展从向外延伸扩张转化为对内改造发展。老旧小区改造作为推进城市发展提升建设的重要过程中显得尤为重要。2020年7月, 国务院办公厅印发《国务院办公厅关于全面推进城镇老旧小区改造工作的指导意见》, 要求按照党中央、国务院决策部署, 全面推进城镇老旧小区改造工作, 满足人民群众美好生活需要, 推动惠民生扩内需, 推进城市更新和开发建设方式转型, 促进经济高质量发展。<sup>[1]</sup>全国各地开展老旧小区改造相关工作。

中国东北地区由于经济发展水平相对落后, 气候条件寒冷, 人口流失及老龄化问题严重, 目前存在大量老旧小区有待改造修缮。东北地区老旧小区存在的普遍问题主要有: 建筑结构老化、供暖设施老旧、保温性能差、管道老化漏水、楼体外墙脱落等等。这些问题导致居民生活质量下降, 造成能源浪费现象, 同时增加一定安全隐患, 为充分解决以上问题, 需要对老旧小区进行改造更新。

表1 国家提出老旧小区改造相关部署

时间	会议/报告	部署
2019年6月19日	国务院常务会议	今年开展城镇老旧小区改造试点, 为进一步全面推进积累经验
2019年6月20日	国务院常务会议	推进城镇老旧小区改造
2020年4月14日	国务院常务会议	加大城镇老旧小区改造力度
2020年4月16日	国务院政策例行吹风会	进行综合性改造, 改造内容分三类, 基础类, 完善类, 提升类
2020年5月22日	总理政府工作报告	新开工改造城镇老旧小区3.9万个

被动房技术是一种利用建筑本身的结构和自然资源来实现高效能耗的建筑设计理念。旨在最大程度地利用自然光、自然通风、太阳能等资源, 减少对传统能源的依赖, 从而降低建筑的能耗和环境影响, 在能源节约、环保、舒适性等方面具有显著优势。

#### 1.2 研究意义及目的

在东北地区老旧小区改造中引入被动房技术可以有

效提升建筑的保温性能,减少能源消耗,改善室内环境质量,降低运营成本,提升居民的生活舒适度。同时,被动房技术也符合当前社会对于节能环保的要求,减少对环境的影响,有利于促进建筑行业的可持续发展。因此,被动房技术在东北地区老旧小区改造中具有广阔的应用前景。本文旨在探讨被动房技术在东北地区老旧小区改造中的应用,并提出相关建议和技术方案,为被动房技术在东北地区老旧小区改造中的发展贡献一份力量。

## 2 理论基础

### 2.1 基本原理

20 世纪 90 年代,瑞典阿达姆森教授和德国菲斯特博士首先在“低能耗建筑”的基础上提出了“被动房”(Passive House)的概念,旨在运用各种被动和主动的技术手段,利用最少的能源,甚至不使用空调和供暖系统,维持室内的热舒适和良好的空气品质。<sup>[2]</sup>被动房技术是一种利用自然元素来实现建筑能源效益的设计理念,是节能建筑技术,是实现被动房的技术手段。被动房实施五大原则(图 1)。被动房技术原理是通过合理的建筑结构,适合的建筑材料,减少能耗的设计方案,对自然元素的利用,最大程度地减少对传统能源的消耗,提高建筑自身的能源利用效率。

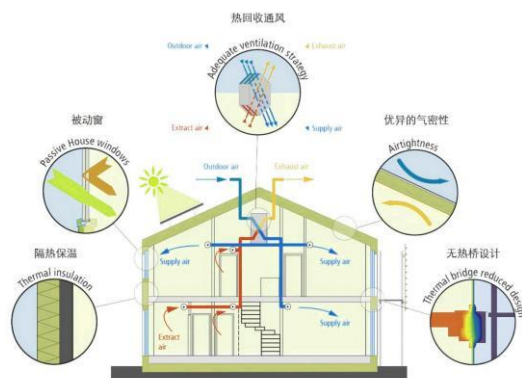


图 1 被动房实施五大原则

被动房建造和改造的关键技术要点主要包括 7 个方面:保温措施、门窗节能、气密性措施、无热桥处理、热回收新风系统、可再生能源利用和其他创新性措施。包括优化建筑朝向、采光设计、隔热保温、利用自然通风和地热等措施,以实现建筑内部舒适的温度和环境条件,减少对传统暖通设备的需求,从而降低建筑的能耗。

被动房技术在设计施工上有明显的优势:

(1) 被动房技术能够显著降低建筑物的能源消耗,通过高效的保温和气密性设计,减少冷热空气的渗透,降低空调和采暖设备的能耗。

(2) 被动房技术能够减少对传统能源的依赖,降低温室气体排放,有利于环境保护和气候变化应对。

(3) 被动房技术能够实现室内温度的稳定避免了传统

建筑中因冷热不均而引起的舒适度问题提高了居住和工作环境的舒适度。

(4) 被动房技术的初期投资可能较高但长期运营成本较低能够节省大量的能源费用和维护费用实现经济效益的长期回报。

### 2.2 国内外应用的应用情况

被动房技术起源于德国,欧洲是被动房技术发展较早且成熟的地区之一,其中德国,奥地利,瑞士等国家在被动房技术领域拥有丰富的经验和成功案例。被动房在我国引入较晚,但目前也得到了本土化应用,受到越来越多的关注。通过文献资料调研可知,采用被动房技术新建或改造后的房屋,都能达到极低的一次能源消耗水平,即使无法满足被动房的认证标准,也较普通建筑表现出了更加优异的节能性能。被动房技术的可行性与有效性在此得到了充分的实证。

目前,我国一些商业和住宅项目开始采用被动房技术,以降低耗能,改善室内环境质量,一些城市也开始推动被动房技术的应用,制定相应政策标准,促进被动房技术在建筑行业的推广。总的来说,被动房技术在国内外的发展现状都是积极的,被动房技术作为一种可持续的建筑设计理念,在建筑设计中更关注能源效率和环保,在未来会有更广泛的应用和推广。

## 3 软件模拟研究

### 3.1 研究方法介绍

为更好的表现出被动房技术对老旧小区改造产生的影响效果,本论文在研究过程中选择以东北地区(吉林省长春市)居住建筑模型为研究对象,采用斯维尔软件进行数字模拟实验,通过对模型的设置和参数调整,生成相应报告。通过软件模拟,有效地验证理论假设,证明被动房技术在老旧小区改造过程中的优势,以此分析被动房技术在中国东北地区老旧小区改造中的应用策略,为后续研究提供有价值的参考。本次研究主要使用斯维尔室内热舒适软件以及斯维尔建筑通风软件。

### 3.2 建筑热舒适度模拟分析

选择合适的建筑作为研究对象(图 2),在斯维尔软件中建立研究对象建筑模型,在斯维尔室内热舒适软件进行模拟分析。下表依据室内舒适温度测试得出外墙维护结构热工性能参数(表 2)。

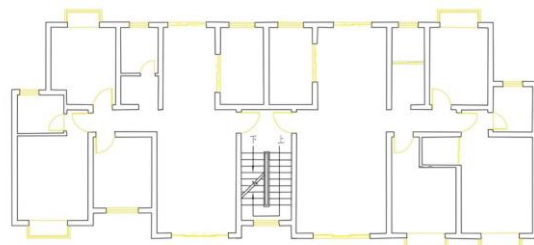


图 2 研究对象平面图



表2 外墙维护结构热工性能参数

材料名称 (由外到内)	厚度 $\delta$ (mm)	导热系 数 $\lambda$ W/(m·K)	蓄热系数 S W/(m²·K)	修正 系数 $\alpha$	热阻 R (m²·K)/W	热惰性 指标 D=R*S
水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
挤塑聚苯乙烯泡沫塑料 (带表皮)	20	0.030	0.340	1.20	0.556	0.227
水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
钢筋混凝土	200	1.740	17.200	1.00	0.115	1.977
石灰砂浆	20	0.810	10.070	1.00	0.025	0.249
各层之和 $\Sigma$	280	—	—	—	0.738	2.941
外表面太阳辐射吸收系 数	0.75[默认]					
传热系数 $K=1/(\frac{1}{\alpha} + \Sigma R)$	1.13					

### 3.3 建筑通风模拟分析

在斯维尔通风软件中对研究对象进行模拟分析。在研究中分别模拟初始建筑模型的通风情况与设置新风系统后建筑模型通风情况，得到建筑室内速度分布图（图3，图4），建筑室内风速矢量图（图5，图6），两组建筑模型得出的数据进行对比，观察分析。

根据两组模型软件模拟结果可知，设置新风系统的建

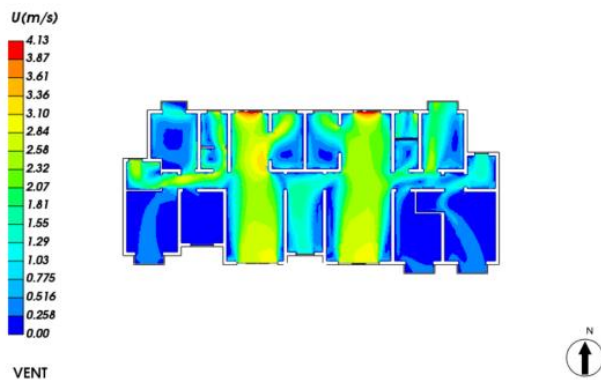


图3 初始建筑室内速度分布



图4 新风系统建筑室内速度分布

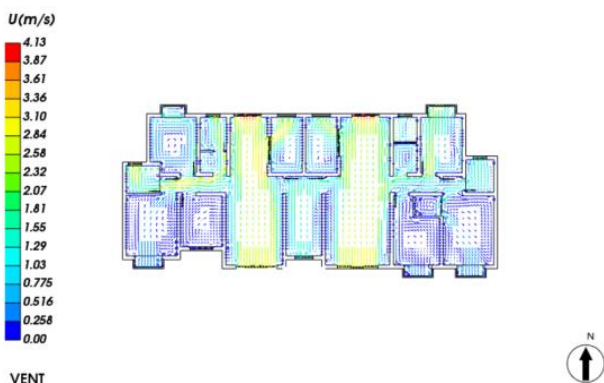


图5 建筑室内风速矢量图



图6 设置新风系统建筑室内风速矢量图

筑室内风速分布比初始建筑室内风速分布更均匀，能更好地保证各房间保持空气流通，减少室内能量损失，改善室内空气质量。

## 4 技术应用

### 4.1 东北老旧小区现状分析

东北地区老旧小区大多于2000年前后建成，建筑年代较久，存在建筑结构老化，墙体渗漏，楼体外墙脱落，管道老化，保温性能差的问题；小区内部公共设施较陈旧且配套设施不完善，基础设施老化，公共空间存在停车位不足，绿化不足，环境卫生差，规划不合理，杂物堆放严重等问题影响居民生活质量；一些老旧小区的建筑结构和设施设计不符合现代节能要求，存在能源浪费问题，对环境污染有很大影响，居民的能源消耗较高。老旧小区管理混乱，缺少有效的物业管理，小区内各种管线老化漏水，检查不及时，容易造成安全隐患，影响居民正常生活。

老旧小区改造工作已经持续多年，在国务院办公厅《关于全面推进城镇老旧小区改造工作的指导意见》中界定改造内容可分为基础类、完善类、提升类。本次研究中将通过对老旧小区进行基础类，完善类，提升类的改造，使其满足居民生活需求，改善小区居住环境，减少能源消耗，完善城市功能，提升城市形象。

## 4.2 技术方案

根据被动房建造和改造的关键技术要点,将被动房技术应用与老旧小区改造过程中技术方案分为如下几方面:

### 4.2.1 建筑热舒适度方面

(1) 改进老旧小区建筑维护结构的保温性能,有效降低建筑热损失和得热,提高建筑的热工性能。传统建筑由外墙引起的热量损失约占建筑总能耗的30%,由屋顶引起的热量损失约占8%~10%。老旧小区内建筑年限久,外墙保温性能降低,因此改善建筑墙体,屋面以及其他围护结构的保温性能是被动房的首要任务,也是被动房技术改造中最常用,最普遍的改造方式。选择合适的保温材料,根据当地气候条件,数字化模拟得出所需要的保温层厚度,准确把握建筑室外气候、室内环境以及建筑之间关系,在施工过程中,避免保温层间断,形成传热漏洞;可在新技术的配合作用下,合理使用智能化建筑结构外墙系统,真正实现节能和降耗的目标。

(2) 老旧小区建筑外表面门窗老化,安装技术过时,性能不完善。普通玻璃热阻低,且存在热量损失和热桥效应。因此,需对外门窗进行材料的更换,安装时进行精细设计,更换原有的老旧门窗,选择更加高效节能的玻璃系统。窗户的选择上可考虑层隔热玻璃,夏季隔热的同时,冬季起到一定的保温效果。玻璃隔层中间填充惰性气体,窗框对外窗的传热系数也有一定影响,在被动房设计中多采用铝包木型材门窗较多,既美观,相对其他材料而言传热系数更低,更好地提高建筑的气密性和保温性,降低能源消耗。

(3) 建筑的维护结构是多层多孔结构,此外窗框与墙体间的缝隙对建筑的气密性也有影响。老旧小区中,建筑外墙损坏,窗户受损是很普遍的问题,加上东北地区冬季寒冷,冷风渗透,热损失加大,其建筑气密性不好。必须要加强建筑的气密性,在施工改造过程中,对现存的漏风漏气部分予以密封处理,对窗户边缘缝隙进行填充,使气密层将整栋建筑完美包裹,不出现间断。

### 4.2.2 通风方面

安装热回收新风系统。新风系统是一种通过自然通风或机械通风来实现室内空气流通和更新的系统。老旧小区存在着设施老旧的问题,为提高居民生活质量,在室内可设置新风系统,保证室内有足够的新鲜空气,减少室内能量损失。在被动房设计理念中,新风系统是重要的一部分,机械通风设备几乎是每个被动房屋必备的系统装置。它可以有效地改善室内空气质量,排除室内污染物,调节室内温湿度,提高居住和工作环境的舒适度,为居住者提供清新、健康的室内空气。

### 4.2.3 其他方面

在老旧小区改造过程中可以合理利用可再生能源,融

入绿色建筑理念。东北地区太阳能,风能等自然资源充足,可以利用可再生能源的方式有太阳能热水技术,光伏发电技术等。使用最少的化石能源和自然资源,提高资源利用效率,满足舒适性。充分利用这些可再生能源,为老旧小区的被动房技术改造提供足够能源供应,提高居民生活质量,能源利用效率得到提升。

此外,被动房技术不断更新发展,手段也在不断创新,绿色屋顶,相变材料等新技术手段同样可以运用在老旧小区改造内容中。

## 4.3 影响因素分析

被动房技术在老旧小区改造的应用过程中会有如下几点影响因素:

### 4.3.1 政策因素

政策的出台是被动房技术实际运用在老旧小区改造上的基础在实际生活中发挥着重要作用。政府出台的支持政策可以为被动房技术在老旧小区改造中提供必要的资金支持,包括政策补贴、税收优惠等等,有利于开发商或业主更容易地采用被动房技术进行改造。在政策的引导作用下,相关企业对被动房技术的研发增多,提高被动房技术在改造项目中的应用水平,提升改造效果和质量。政策同样会促进技术的应用和推广,提高老旧小区改造效率和质量,推动城市可持续发展。

### 4.3.2 经济因素

被动房技术的落实需要一定的经济基础,被动房技术的改造比普通改造需要更高的投入成本,经济发达的地区,有能力承担被动房技术所需的高额成本,并愿意为城市资源节约和环保作出贡献。经济条件相对贫困的地区,资金有限,在改造中更多选择传统改造方式,较少应用被动房技术。被动房技术想全面发展,需要降低改造技术成本,经济限制小能够提高其在不同地区的应用与普及。

### 4.3.3 技术因素

技术水平高低直接影响被动房技术的应用和效果。高水平的技术团队能够更好地设计和实施被动房技术,保证改造工程符合标准并达到预期的节能效果。技术水平的提升也会带动当地施工队伍和相关行业的发展。技术先进的施工队伍能够更高效地进行建筑改造工程,保证施工质量,减少施工期间的能源消耗和资源浪费,能够为老旧小区改造提供更好的技术支持。还能促进被动房技术在东北地区的推广和普及。通过成功的案例展示和宣传,社会对被动房技术的认可度将提高,更多的老旧小区业主和管理者可能会选择这种节能环保的技术方式进行改造,推动整个地区建筑节能环保事业的发展。

## 5 结语

被动房建筑符合当下节能低碳的政策需求,与政策和当下社会形式相适应,在未来绿色建筑将会成为建筑行业发



展的主要方向之一。本文对被动房技术在东北地区老旧小区改造中应用的研究，为这一方向提供建议和借鉴意义，老旧小区改造中对被动房技术是使用，需要考虑老旧小区自身的实际情况，从保温系统、气密性，通风系统，门窗系统、管道维修等方面出发，运用被动房技术，提高老旧小区的居住环境，满足居民生活需求，更好地推进绿色建筑发展，适应当前我国建筑行业的发展需要。

#### [参考文献]

[1] 宋晓刚, 刘耀华, 张培兴, 等. 被动式超低能耗建筑推广

发展策略研究[J]. 建筑经济, 2022(2): 11-13.

[2] 徐怡, 刘柯, 刘凯, 等. 国内外被动房技术在建筑新建和改造中的应用: 现状与未来[J]. 建筑技术, 2021, 52(7): 772-779.

作者简介: 朱君怡(2003—), 女, 汉族, 吉林通化人, 本科在读, 延边大学工学院, 研究方向: 建筑技术; \*通讯作者: 金光虎(1978—), 男, 朝鲜族, 吉林延吉人,

硕士, 副教授, 硕士生导师, 国家一级注册建筑师, 延边大学工学院, 研究方向: 建筑设计及其理论。

# 历史建筑保护与现代建筑设计的融合方法研究

杨义新

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 本研究探讨了历史建筑保护与现代建筑设计的融合策略与方法。随着城市化进程的加速, 历史建筑与现代建筑设计之间的协调与平衡显得尤为重要。文中分析了历史建筑保护的重要性及其在政策、资金和技术等方面的挑战; 探讨了现代建筑设计的发展趋势、城市功能与审美的提升; 提出了材料与工艺、功能与空间布局的融合策略; 并通过国内外典型案例分析, 探讨了成功的融合模式及启示。研究发现, 历史建筑与现代设计的融合不仅可以延续文化价值, 还能赋予建筑新的活力, 推动城市的可持续发展。

[关键词] 历史建筑保护; 现代建筑设计; 融合策略; 材料与工艺; 空间优化

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13949

中图分类号: TU-87

文献标识码: A

## Research on the Integration Method of Historical Architectural Protection and Modern Architectural Design

YANG Yixin

Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** This study explores the integration strategies and methods of historical building preservation and modern architectural design. With the acceleration of urbanization, the coordination and balance between historical architecture and modern architectural design have become particularly important. The article analyzes the importance of protecting historical buildings and the challenges they face in terms of policies, funding, and technology; Explored the development trends of modern architectural design, the enhancement of urban functionality and aesthetics; Proposed a fusion strategy of materials and processes, functions and spatial layout; Through the analysis of typical cases at home and abroad, successful integration models and inspirations were explored. Research has found that the integration of historical architecture and modern design can not only continue cultural values, but also give new vitality to buildings and promote sustainable urban development.

**Keywords:** protection of historical buildings; modern architectural design; integration strategy; materials and processes; space optimization

### 引言

历史建筑是城市文化与历史的见证, 其保护与现代建筑设计的融合对城市的文化传承与功能优化至关重要。在快速发展的城市化进程中, 如何在保留历史建筑风貌的同时, 实现现代建筑功能的融入, 是城市规划与建筑设计中的核心问题。本文旨在分析历史建筑与现代建筑设计融合的必要性的必要性, 探讨两者在材料、工艺、空间布局等方面的融合策略, 借鉴国内外成功案例, 为实现历史与现代建筑的和谐共存提供理论和实践支持。

### 1 历史建筑保护的现状与挑战

#### 1.1 历史建筑保护的必要性

历史建筑承载着人类社会发展的文化、艺术与历史价值, 是一座城市历史变迁的重要见证, 亦是民族文化的重要载体。在城市发展过程中, 这些建筑不仅体现了建筑技艺与风格的独特性, 更反映了不同时代的社会、经济与文化特征, 具有不可替代的历史记忆和学术研究价值。同时, 历史建筑具有较高的观赏性与独特的美学价值, 在保留原有建筑风格的基础上, 能够为城市增添文化氛围与特色。因此, 保护历史建筑不仅是对城市文化的尊重和传承, 也

能够为现代城市增添独特的魅力, 丰富城市空间的多样性。保护历史建筑还能促进当地旅游业发展, 为城市带来经济收益。另一方面, 历史建筑作为一种可持续利用的资源, 其保护工作对于实现建筑材料的循环使用、资源节约与环境保护具有积极意义。同时, 在现代社会高速发展的过程中, 传统建筑形态的保留与维护可以唤醒城市居民的文化认同感与归属感, 从而促进城市文化的传承与发展<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 当前保护工作中存在的问题与局限

当前历史建筑保护工作虽取得一定进展, 但在实际操作中仍面临诸多问题与挑战。保护与发展之间的矛盾十分突出。在城市化快速推进的背景下, 历史建筑所在的区域通常也是城市发展的黄金地段, 保护工作往往面临土地开发与经济利益的巨大压力。为了追求经济利益, 部分历史建筑被拆除或改建, 导致原有风貌和文化内涵被破坏。历史建筑保护缺乏全面的政策与法规保障。虽然部分城市出台了相关保护政策, 但在实际执行过程中, 政策缺乏刚性, 监管不力, 导致违规破坏历史建筑的现象屡禁不止。此外, 资金投入不足也是一个关键问题。由于历史建筑保护工程需要大量的资金, 涉及修复、维护、保养等环节, 一些地



方政府和社会团体因资金短缺,难以对历史建筑进行有效的保护与修缮,致使建筑日渐老化、损毁。此外,专业保护人才匮乏也是历史建筑保护工作面临的难题,许多历史建筑因缺乏专业技术与科学管理而得不到有效保护。最终,由于社会公众对历史建筑保护的意识不强,部分历史建筑未能被充分重视与认知,进一步影响了保护工作的推进与实施<sup>[2]</sup>。

## 2 现代建筑设计在城市发展中的作用

### 2.1 现代建筑设计的发展趋势

现代建筑设计不断演变,其发展趋势体现了技术、材料、空间形式和可持续理念的融合与创新。在全球化和科技进步的背景下,建筑设计逐渐向高效、环保和智能化方向发展。新的建筑材料与工艺被广泛应用,如玻璃、钢结构、可再生材料,使得建筑设计更加多样、轻盈与富有科技感。此外,随着信息技术的发展,数字化、智能化建筑设计工具被广泛运用,包括 BIM (建筑信息模型)、虚拟现实等,使设计与施工更加精准和高效。建筑空间形式上,现代设计逐渐突破传统的对称与单一体块布局,更加注重空间的开放性与灵活性,以适应多样化的功能需求与人们生活方式的变化。在建筑形态上,流线型与曲面设计被大量采用,使建筑整体更具流动感与美感。可持续发展理念的广泛传播,推动了绿色建筑的发展,强调节能、环保、低碳排放。在建筑设计中融入生态技术,如光伏发电、雨水收集、绿色屋顶等,以降低建筑对环境的影响。此外,现代建筑设计也更加注重与城市文脉、周边环境的协调,呈现出地域文化特色与现代美学的完美融合,营造出宜居、舒适与可持续发展的城市空间<sup>[3]</sup>。

### 2.2 现代建筑对城市功能与审美的影响

现代建筑不仅满足城市的功能需求,还对城市审美风貌产生深远影响。功能方面,现代建筑通过科学的空间布局与先进的设计理念,提升了城市的综合功能。建筑形态从单一的功能性建筑向复合型、多功能建筑转变,商业、办公、居住、休闲等功能融合,增加了城市空间的利用率,提高了土地资源的经济效益。同时,现代建筑设计注重人性化与可持续性,运用科学的空间组织手法,创造出舒适、便捷的生活与工作环境,为市民提供良好的居住与公共空间。在审美方面,现代建筑通过创新的造型设计与多样化的立面材料,使城市面貌焕然一新。大量运用新材料、新技术、新工艺,打破传统建筑形式的局限,展现出现代建筑的多样性与独特性。玻璃幕墙、钢结构、曲线设计等使建筑呈现出通透、轻盈、现代的视觉效果,给城市增添了活力与现代感。此外,建筑与城市环境的融合也被视为审美的一部分,现代建筑注重与自然景观的互动,将绿化、光影、水景等元素融入建筑设计,营造出美观、和谐的城市空间,满足人们对现代城市环境的审美需求。

## 3 历史建筑与现代建筑设计融合的必要性

### 3.1 融合策略的重要性与意义

历史建筑与现代建筑设计的融合,不仅关乎城市风貌的和谐统一,更关乎文化传承与城市可持续发展。融合策略在保留历史建筑原有特色的同时,赋予其新的功能和活力,使之能够继续适应现代生活的需求,这对于提升城市整体的文化品位和功能优化至关重要。历史建筑因其独特的文化、艺术与历史价值,体现了城市发展的独特脉络和精神底蕴,在现代化城市更新中,如何通过科学合理的设计手段将其与新建筑相结合,不仅能够保护文化遗产,延续城市记忆,还能够赋予建筑新的使用价值与时代特征。融合策略的重要意义在于平衡传统与现代、文化与功能、保护与发展,促进城市空间的多样性与独特性,实现经济、社会和环境的协调发展。通过有效的融合策略,现代建筑设计可以在尊重历史建筑原有风貌的基础上,合理运用现代技术与材料,将历史建筑的结构、造型与现代元素相结合,既保持其文化价值,又充分满足现代生活的实用需求,为城市注入新的生机与活力<sup>[4]</sup>。

### 3.2 历史建筑与现代设计冲突与协调的现状

历史建筑与现代设计的融合往往面临一定的冲突与挑战,在材料、造型、功能等方面的差异,成为两者相互协调的主要难点。历史建筑多采用传统材料与工艺,追求细腻的装饰和严谨的建筑结构,而现代设计则注重创新和实用性,广泛运用钢、玻璃、混凝土等新型材料,并强调建筑空间的灵活与开放。这种差异可能导致在外观风格、结构体系与空间布局上产生冲突,影响融合的整体效果。在功能使用上,历史建筑通常存在空间狭小、设施老化等问题,难以完全满足现代生活的需求。如何在保护历史建筑原貌的前提下,融入现代建筑设计以增强其实用性,是设计融合中的关键。协调两者的冲突,需要在保留历史建筑文化价值的基础上,合理引入现代元素,如通过新材料与传统工艺的结合,或对历史建筑内部进行现代化功能的改造,以改善其空间利用率与使用体验。国内外一些成功的融合案例表明,现代设计可以有效地提升历史建筑的功能与审美价值,使其焕发新的生机与活力,为城市的多元化发展提供更多可能。

## 4 历史建筑与现代建筑设计的融合策略与方法

### 4.1 材料与工艺的融合

在历史建筑与现代建筑设计融合中,材料与工艺的选择和运用至关重要。传统建筑通常使用砖、石、木等天然材料,工艺注重细节与雕刻,体现了独特的时代风貌与地域特色。现代建筑设计则倾向于使用钢、玻璃、混凝土等新型材料,强调轻盈、通透与创新。因此,为了实现两者的融合,现代设计可以借鉴传统材料与工艺,同时引入现代材料,将历史建筑的文化内涵与现代建筑的实用性有机结合。例如,在修复历史建筑时,可以采用外观类似传统

材料但具有更好耐久性的新型材料,既保留历史建筑的风貌,又提升建筑的耐用性与功能。工艺方面,现代技术如激光雕刻、数字加工等,可用于复制和保留传统工艺的细节,同时大大提高施工效率与精度。此外,钢结构与玻璃幕墙等现代材料可以作为历史建筑的补充,在不破坏其原有风貌的前提下,实现结构加固与外观优化,使建筑具备更强的抗震性能与空间通透性。材料与工艺的融合策略不仅能够强化建筑的结构与功能,还能丰富其美学表现,实现历史与现代的和谐共存。

#### 4.2 功能与空间布局的优化

历史建筑在功能与空间布局上往往面临使用不便和不符合现代需求的问题,因此,对其功能与空间布局的优化是实现与现代建筑设计融合的重要环节。通过合理的空间改造,使历史建筑的内部功能更贴合现代使用需求,是一种有效的融合方式。现代建筑设计中强调灵活、开放的空间概念,这些理念可以引入到历史建筑的改造中,打破其原有的空间局限。例如,通过拆除部分内部墙体或隔断,扩大空间的连通性,使其适应新的使用需求,改善通风与采光条件。同时,现代化的设施如电梯、供暖、消防系统等可以隐蔽式地融入建筑中,既提高使用的便利性,又不破坏历史建筑的整体美感。在空间布局上,现代建筑设计追求功能多元化,因此在改造历史建筑时,可根据具体需求,将其用于文化展示、商业、居住等不同功能,增加建筑的实用性。

### 5 历史与现代建筑融合的典型案例分析

#### 5.1 国内融合案例的启示

国内许多城市积极开展历史与现代建筑的融合设计,积累了丰富的经验,提供了许多启示。如上海新天地项目成功将石库门历史建筑与现代商业区完美结合,充分利用了历史建筑的文化价值,通过现代设计的空间转换与功能改造,使老建筑焕发新生。项目中,石库门建筑保留了原有的砖石、木结构等传统特色,同时引入现代钢结构和玻璃材质,形成了视觉上的新旧对比,体现了历史与现代的共生关系。此外,建筑内部空间布局得到了优化改造,拓展了商业、餐饮、文化活动等多功能使用空间,使得古老的石库门在现代城市中焕发新的活力与商业价值。再如北京大栅栏地区,通过将传统四合院与现代酒店、餐饮等商业功能相结合,不仅延续了当地的历史文化特色,还使得该区域成为充满活力的城市新地标。这些案例强调了对原有建筑风貌的尊重和现代功能的巧妙引入,强调新旧融合

要基于建筑自身的文化背景与城市文脉,避免盲目创新,以实现历史建筑的可持续利用与城市发展的双赢。

#### 5.2 国外融合案例的参考与借鉴

国外在历史建筑与现代建筑融合方面也有着丰富的经验和成功的案例,提供了值得借鉴的做法。英国伦敦的塔桥项目就是一个典型的例子,该项目在保留原有哥特式建筑风格的基础上,通过现代技术对桥体进行了加固,并在塔桥中引入玻璃地板观景平台,既保持了历史建筑的完整性,又赋予其新的观赏体验与使用功能。此外,法国巴黎的卢浮宫金字塔项目,将现代的玻璃金字塔结构与传统的宫殿建筑相结合,呈现出历史与现代的巧妙融合。金字塔入口透明而轻盈,与卢浮宫古典的石砌外观形成鲜明对比,同时又通过其几何形式与宫殿的轴线对齐,保持了空间的整体和谐。这种利用对比与和谐的设计手法,使得历史建筑保留其文化内涵,而现代建筑则赋予其新的功能与视觉焦点。国外案例还常常强调建筑的绿色与环保理念,如德国柏林国会大厦重建时,充分考虑到光线、通风与能源的利用,将现代环保设计与历史建筑相结合,为建筑提供了可持续发展的可能性。

### 6 结语

历史建筑与现代建筑设计的融合是城市发展与文化传承中的关键议题。通过对材料、工艺、空间布局等策略的探讨,本文强调了历史建筑保护与现代设计在城市功能优化、文化延续及经济发展的协调关系。国内外案例启示了融合策略的多样化与可行性,为实现历史与现代建筑的共生共荣提供了实践依据。在城市化进程持续推进的背景下,推动历史建筑与现代设计的有机融合,不仅有助于保留历史风貌和文化记忆,也为现代城市增添独特魅力与活力,实现可持续发展的目标。

#### [参考文献]

- [1]陈海涛. 历史建筑保护与利用的策略探究[J]. 建筑文化,2018,12(3):45-48.
- [2]李春霞. 城市现代建筑设计的发展与实践[J]. 建筑设计研究,2019,15(5):23-27.
- [3]王晓琳. 历史建筑与现代建筑设计融合的策略分析[J]. 建筑与文化,2020,22(4):32-36.
- [4]孙志远. 国内外历史建筑保护案例对我国的启示[J]. 城市规划学刊,2017,19(2):58-61.

作者简介:杨义新(1982.1—),男,汉族,毕业学校:重庆大学,现工作单位:河北建筑设计研究院有限责任公司。



# 海绵城市理念下市政道路给排水设计分析

王文燕

浙江佳创规划设计有限公司, 浙江 台州 317100

[摘要]近年来,全球气候变化导致极端天气事件频发,城市内涝及水资源短缺问题日益严重,基础设施及居民生活受到显著影响。已无法满足新形势需求的传统城市规划与排水设计模式,亟需一种新理念来应对水资源管理的挑战。海绵城市理念,提出了基于自然生态的解决方案,通过合理配置绿地、雨水花园及生态沟渠等设施,增强城市对雨水的吸纳与利用能力。多座城市在我国已开始探索海绵城市的实践,力求通过政策引导与技术创新,在提升城市排水能力的同时,实现水资源的循环利用与生态环境的修复。借助这一理念,市政道路的给排水设计不仅能够增强城市的防洪能力,还能在环境保护与资源管理方面发挥关键作用。对海绵城市理念下的给排水设计进行深入分析,将为实现城市可持续发展提供宝贵的参考与实践经验。

[关键词]海绵城市;市政道路;排水设计

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13939

中图分类号: TU991.02

文献标识码: A

## Analysis of Municipal Road Water Supply and Drainage Design under Sponge City Concept

WANG Wenyan

Zhejiang Jiachuang Planning and Design Co., Ltd., Taizhou, Zhejiang, 317100, China

**Abstract:** In recent years, global climate change has led to frequent extreme weather events, increasingly severe urban waterlogging and water scarcity problems, and significant impacts on infrastructure and residents' lives. The traditional urban planning and drainage design model, which can no longer meet the needs of the new situation, urgently needs a new concept to address the challenges of water resource management. The concept of sponge city proposes a solution based on natural ecology, which enhances the city's ability to absorb and utilize rainwater by reasonably configuring facilities such as green spaces, rain gardens, and ecological ditches. Several cities in China have begun to explore the practice of sponge cities, striving to improve urban drainage capacity and achieve water resource recycling and ecological environment restoration through policy guidance and technological innovation. With the help of this concept, the water supply and drainage design of municipal roads can not only enhance the city's flood control capacity, but also play a key role in environmental protection and resource management. In depth analysis of water supply and drainage design under the sponge city concept will provide valuable reference and practical experience for achieving sustainable urban development.

**Keywords:** sponge city; municipal road; drainage design

随着城市化进程的加速,水资源管理与内涝风险问题愈发显著。传统排水系统往往依赖于快速排水,这使其难以有效应对极端天气的挑战。应运而生的海绵城市理念,强调通过自然与生态手段来管理雨水,从而显著提升城市的水循环能力与生态韧性。基于此,市政道路的给排水设计,作为城市可持续发展的关键环节,显得尤为重要,直接关系到城市的安全、舒适及其环境质量的提升。

### 1 海绵城市理念下市政道路给排水设计的重要性

#### 1.1 改善环境

在海绵城市理念的框架下,市政道路的给排水设计显著提升了城市环境。通过应用透水材料、绿化带以及雨水花园等措施,雨水得以有效渗透,地表径流显著减少,同时也实现了地下水资源的补充,这种设计不仅降低了城市热岛效应,还改善了空气质量,创造出更加宜居的生活空间。有效的排水系统能够防止积水的发生,降低城市洪涝灾害的风险,从而确保公共安全的保障,城市环境的改善正是这一系列设计措施所带来的积极结果。

#### 1.2 防洪防涝能力提升

海绵城市理念的实施在多个方面显著增强了市政道路的防洪防涝能力。排水系统的合理布局优化了雨水的流向与排放,渗透井的设置使雨水迅速渗入地下,降低了地表径流压力,从而有效减少了城市内涝的风险。蓄水池的设计为降雨时多余的水量提供了储存空间,确保了降雨后水流逐步释放,缓解了瞬时排水压力。生态沟渠的引入不仅为雨水提供了自然排放的通道,还通过植物根系系统促进水的渗透与净化提升了水质,这样的设计降低了对排水管网的依赖,使整个系统更加灵活增强了适应性<sup>[1]</sup>。绿地与植被的作用同样不可忽视,通过增加城市中的绿化面积,土壤的吸水能力得以有效提升。水分被植物根系吸收,蒸发作用减少了地表水的积聚,进一步提升了城市的排水效率。在极端天气情况下,这些绿地能够有效滞留并消耗大量降雨,从而降低洪涝风险。

### 2 传统市政道路给排水设计中的问题

#### 2.1 排水设施不完善

在传统市政道路的给排水设计中,排水设施的不完善

构成了一个突出的挑战。许多城市的排水系统建设滞后,普遍存在设施布局不合理、管道老化及维护不足等问题。强降雨期间排水能力未能满足需求,水流难以得到及时排出,从而造成积水现象。同时,必要的雨水收集装置在一些地区缺乏,导致大量降雨直接流入排水管道,进一步加重了系统的负担,这些不足不仅影响了道路的通行安全,还加剧了城市内涝,给居民的日常生活带来了诸多困扰。

## 2.2 城市规划不足

城市规划不足在传统市政道路给排水设计中,显然成为一个突出问题。许多城市在设计给排水系统时未能与整体城市发展相匹配,导致排水设施的布局缺乏系统性与前瞻性。新建区域的雨水排放量往往未被充分评估,致使老旧系统无法满足日益增长的排水需求。同时,地形、土地利用及生态环境在规划过程中常常未得到充分考虑,导致一些关键区域在降雨时易出现积水,这些规划上的缺陷不仅降低了城市的排水效率,还限制了可持续发展的进程。

## 2.3 水资源利用效率低

在传统市政道路的给排水设计中,亟需关注的问题为水资源利用效率的低下。许多城市的排水系统缺乏有效的雨水收集与利用措施,导致大量雨水直接排入河流或海洋,未能得到合理利用,这样的现象不仅造成了宝贵水资源的浪费,还加重了对自来水的依赖,进一步加剧了城市水资源的紧张状况。同时,由于缺乏雨水再利用的意识,可回收的雨水未能被转化为灌溉或景观用水等其他用途,这种低效的资源利用不仅影响了城市的水资源管理,也对生态环境产生了不利影响。

# 3 海绵城市理念下的给排水设计要点

## 3.1 完善给排水设施

在海绵城市理念的指导下,给排水设施的完善显得至关重要,以应对日益严峻的城市内涝及水资源管理挑战。优化排水管网的布局成为实现这一目标的基础,科学的规划与设计确保关键区域的排水管道高效连接,使得雨水在降雨后迅速被收集并排出。排水口与管道坡度的合理配置,不仅加速了水流还能减少沉积物的积累,从而降低管道堵塞的风险。透水性材料的使用,是道路与人行道建设中的关键措施之一,这类材料允许雨水直接渗透至地下,减轻了地表径流压力,避免了降雨造成的积水现象。同时,此设计还有助于地下水资源的补充,维持水土的生态平衡。雨水收集系统与蓄水池的设置亦不可或缺,有效捕获降雨并将其储存于蓄水池中,使得这些雨水日后可用于绿化灌溉或道路冲洗,减少了对自来水的依赖,这种方式不仅提升了雨水的利用效率,还减轻了排水系统的负担,降低了城市排水高峰期的压力<sup>[2]</sup>。鼓励在城市内设立生态雨水花园与渗透井,使这些设施能够进一步促进雨水的自然渗透与净化。生态雨水花园通过植被与土壤的结合,不仅美化了城市环境,还增强了雨水的滞留与吸收能力。

## 3.2 规划与城市建设协调

在海绵城市理念的背景下,规划与城市建设的协调显得尤为重要。有效的给排水设计需关注当前需求,同时紧密结合城市整体发展战略,以确保各项设施能够相辅相成,形成统一的管理体系。在城市扩展与基础设施建设阶段,雨水排放量及水资源需求的提前评估至关重要,通过对气候、地形与土壤特性的综合分析,科学的排水系统规划得以制定,这种前瞻性不仅有助于确保新开发区域的排水设施与周边环境兼容,还能有效避免因排水不畅而引发的内涝问题。合理布局城市绿地与水体,亦是提升城市防洪能力的关键所在。绿地的设置提供了雨水滞留与渗透的空间,同时改善了城市的微气候,调节温度与湿度。水体的配置在降雨时发挥调蓄作用,促进雨水的有效利用与循环。这种布局不仅提升了城市的美观度,还增强了生态功能,为生物多样性创造了良好的栖息环境。在实施过程中,各部门之间的协作显得至关重要。规划、建设及环境管理等部门需通力合作,以确保新项目的设计与实施充分考虑给排水系统的需求。例如,在道路建设中,与景观设计的结合是必不可少的,以确保绿化带、植被与排水设施的有效配置,形成生态和谐的整体。

## 3.3 改良排水系统

在海绵城市理念的指导下,改良排水系统显得尤为重要。传统排水系统往往过于关注水的快速排出,忽视了雨水的合理利用与管理。现代排水系统应结合生态设计采用多种手段,如设置雨水花园、生态沟渠与蓄水池,以实现雨水的有效管理与资源化利用。雨水花园是一种极为有效的生态设施,能够通过植物根系及土壤的过滤作用,滞留与净化雨水,在设计时选择适应当地气候与土壤条件的植物,不仅能增加生物多样性,还能提升城市的美观度。雨水花园的设置有助于减轻雨水径流量,并在降雨后逐渐释放水分,从而缓解排水系统的压力。作为一种自然排水方式,生态沟渠能够通过植被与土壤的结合,促进雨水的渗透与蒸发。在道路两侧或公共绿地中,生态沟渠的设置有助于引导雨水流向指定区域,同时提高周围土壤的水分保持能力,增强城市的水循环。蓄水池的建设则为雨水集中收集提供了空间。降雨期间蓄水池可以存储大量雨水,而在干旱时期则可用于灌溉或其他用途,设计时应考虑蓄水池的容量、位置及排放方式,以确保其高效运作,最大化雨水利用率。此外,改良排水系统还包括对现有管网的升级与维护。许多城市的排水管网已经老化,承载能力不足,因此定期检查与维修显得尤为必要,以避免漏水与堵塞现象,采用现代化材料与技术,增强管道的强度与耐腐蚀性,能显著提升排水系统的适应性与耐久性。

# 4 海绵城市理念下市政道路给排水设计分析

## 4.1 路基排水设计

在海绵城市理念的框架下,路基排水设计成为确保市



政道路有效排水与延长使用寿命的关键环节。透水性材料的选用,使得路基能够在降雨时迅速渗透水分,从而有效减轻地表径流的压力。在设计过程中,应关注路基及排水坡度,以确保雨水沿设定方向流向排水系统。同时,适当设置排水井与渗透井,将进一步提高水的排放效率,有效防止积水现象的发生。设计时,周围地形与植被的综合考虑也至关重要,通过绿化带及水体的合理利用,雨水的自然滞留与有效利用得以实现。这种排水设计不仅能够有效应对突发降雨降低城市内涝风险,还能促进雨水的合理循环,充分发挥生态效益,最终实现城市的可持续发展。

#### 4.2 人行道和车行道设计

在人行道与车行道的设计中,海绵城市理念显得尤为重要,这些设施不仅影响交通流畅性,还与雨水管理密切相关。透水材料的采用,使车行道能够有效减少雨水在表面的滞留,确保降雨后水分迅速渗透至路基。此外,合理设计的纵向与横向坡度能够有效引导雨水流向指定排水口,从而避免积水现象的发生。在人行道方面,绿化带与植被的设置尤为关键。植物的吸水能力得以充分利用,从而显著提升雨水的自然利用效率。设置雨水花园或生态步道,不仅美化了城市环境,还可作为雨水收集与净化的自然系统。这种综合设计理念,使得人行道与车行道共同承担雨水管理的功能,从而显著提高城市排水能力,创造出更为宜居的公共空间,进而提升居民的生活质量。

#### 4.3 绿化带设计

在海绵城市理念的指导下,绿化带的设计在生态与排水方面显得尤为重要。城市景观的提升不仅源于绿化带的美观,它还能很好地吸收雨水,从而大大减少了地表的水流。通过选择适应性强的植物,土壤的渗透性得以增强,从而促进雨水的下渗。绿化带的布置应与排水系统紧密结合,其位置与宽度的合理规划,可以自然引导雨水流向指定的蓄水区域或排水口。植物的健康生长需要定期维护与管理,以最大化其滞留与净化雨水的功能。这样的设计不仅增强了城市的生态效益,也提升了居民的生活质量,为可持续发展做出了积极贡献。

#### 4.4 附属设施设计

在海绵城市理念的指导下,附属设施的设计同样至关重要,市政道路的排水效率与生态效益因此显著提高。雨水收集系统的设置,如储水桶与蓄水池,能够有效捕获降雨,供日后灌溉或清洗使用<sup>[3]</sup>。同时,透水井与渗水道等设施的安装,不仅加快了雨水的渗透,还能有效防止水流聚集,从而降低内涝风险。在人行道与车行道交接处,排

水沟与排水口的合理配置,确保了雨水能够顺畅流入排水系统。此外,合适的溢流设施设计,则为应对极端天气时排水系统可能出现的超负荷问题提供了解决方案。通过这些综合性设施的设计,城市不仅能高效管理雨水,同时也创造了更安全、舒适的公共空间,提升了整体环境质量。

#### 4.5 城市绿地衔接

在海绵城市理念的指导下,城市绿地的衔接设计对于生态功能的提升及雨水管理能力的增强至关重要,通过科学规划绿地与道路、建筑之间的过渡区域,雨水的自然滞留与渗透得以实现。例如,在城市绿地的边缘,透水铺装的应用,有助于引导降雨水流入绿地,促进土壤对水分的吸收<sup>[4]</sup>。同时,利用绿化带与植被所形成的自然屏障,增强了绿地与周边环境的连接性,这不仅美化了城市景观,还提升了生物多样性。在设计过程中,绿地的多样性应被充分考虑,通过结合不同植物的生长特点,构建多层次的生态系统,以更好地支持雨水的自然循环与净化功能,这种衔接设计不仅提高了城市的韧性,也为居民创造了更为宜人的生活环境。

#### 5 结语

在海绵城市理念的引导下,市政道路的给排水设计正朝着科学、生态与可持续的方向迈进。通过优化排水设施,城市规划与建设的协调性得以显著增强,同时传统排水系统的改进,使得城市能够有效应对极端天气带来的挑战,降低内涝风险,并提升水资源的利用效率。这一系列措施的实施,不仅改善了城市环境,增强了居民的生活质量,也促进了生态平衡与人居的和谐。未来,推动海绵城市建设的关键方向,将是在不断探索与创新中前行,这将为实现更美好的城市生活奠定坚实的基础,并为生态文明建设贡献力量。

#### [参考文献]

- [1] 胡云春. 海绵城市理念下市政道路给排水设计中的应用分析[J]. 居业, 2023(7): 100-102.
  - [2] 陈鹏. 浅谈海绵城市理念下市政道路给排水设计中的应用[J]. 现代物业(中旬刊), 2019(9): 162.
  - [3] 廖春玲. 基于海绵城市理念下市政道路给排水设计分析[J]. 四川水泥, 2020(7): 93-95.
  - [4] 汪诗博, 徐锐. 基于海绵城市理念的市政道路给排水设计分析[J]. 中国建筑装饰装修, 2022(8): 134-136.
- 作者简介: 王文燕(1990.12—), 女, 毕业院校: 同济大学浙江学院, 所学专业: 环境工程(给排水工程), 就单位: 浙江佳创规划设计有限公司, 职务: 市政设计, 职称级别: 中级工程师。

## 基于性能导向的数字化设计和智能制造

殷澳奇 金光虎\*

延边大学工学院, 吉林 延吉 133002

**[摘要]** 文章探讨了数字技术在建筑领域的实际应用, 尤其关注设计和建造的阶段, 使用基于性能的设计原理, 并结合算法和计算机模拟技术, 性能参数可以在设计初期阶段起到关键作用, 这使建筑师能够在项目初期确定出既有效又经济的解决方案, 进一步分析了如何通过数据分析, 模拟技术等手段, 优化建筑设计的过程, 这些技术的应用不仅提高了设计和生产过程的效率和精确性, 还提升了建筑项目的整体品质和执行效率, 文章还讨论了如何应用大数据和云计算技术来优化建筑的全生命周期管理, 在智能化的背景下进行建筑项目的优化管理, 通过这些现代技术的应用, 建筑项目能够更灵活地适应环境和需求变化, 最后文中提出并评估了几种创新的解决方案, 这些方案不仅推动了数字化设计的发展, 也为智慧城市的构建提供了技术支持, 实施这些新策略和理念预计将极大推动建筑行业的现代化和技术化。

**[关键词]** 数字设计; 智能建造; 性能导向; 设计与建造结合

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13973

中图分类号: TH164

文献标识码: A

## Performance Oriented Digital Design and Intelligent Manufacturing

YIN Aoqi, JIN Guanghu\*

College of Engineering, Yanbian University, Yanji, Jilin, 133002, China

**Abstract:** This article explores the practical application of digital technology in the field of architecture, with a particular focus on the design and construction stages. By using performance-based design principles and combining algorithms and computer simulation technology, performance parameters can play a key role in the early stages of design. This enables architects to determine effective and economical solutions in the early stages of a project. Furthermore, the article analyzes how to optimize the process of architectural design through data analysis, simulation technology, and other means. The application of these technologies not only improves the efficiency and accuracy of the design and production process, but also enhances the overall quality and execution efficiency of building projects. The article also discusses how to apply big data and cloud computing technology to optimize the full lifecycle management of buildings and optimize building projects in the context of intelligence. Management, Through the application of these modern technologies, construction projects can adapt more flexibly to changes in the environment and demands. Finally, several innovative solutions are proposed and evaluated in the article, which not only promote the development of digital design, but also provide technical support for the construction of smart cities. The implementation of these new strategies and concepts is expected to greatly promote the modernization and technologization of the construction industry.

**Keywords:** digital design; intelligent construction; performance oriented; integration of design and construction

### 引言

计算机辅助设计 (computer aided design) 提高了设计效率与设计精度<sup>[1]</sup>, 并使得实现复杂和独特建筑形态成为可能, 这项技术的普及导致建筑设计朝着非标准化方向发展, 产生了更多形态流畅, 结构复杂的建筑, 然而这类设计往往缺乏对材质特性的充分考量, 导致建筑项目往往只着重于视觉美感而忽略了材料和结构等基本要素的重要性, 使得这些要素仅仅成为追求形式的工具, 然而建筑项目中的各个构成要素实际上是互相关联和互相作用的, 因此研究如何在计算机辅助设计的环境下有效整合这些要素, 通过高效的计算, 优化和反馈性能数据至设计和建造过程中, 成了一个关键议题, 这种整合确保了设计决策, 性能评估与建筑技术之间的有效协调, 从而提高了建筑的整体质量和实用性, 这不仅有助于更经济, 更环保的

建筑实践, 而且提升了建筑的功能性和持续性。

### 1.1 研究背景与意义

前数字时代, 数字化设计更多的只是将形式表达计算机化<sup>[3]</sup>。然而随着建筑行业在全球能源消耗和碳排放中所占比重的增加, 该行业对自然资源的需求以及对环境的压力也逐渐变大, 因此建筑设计施工的方法逐渐从传统依赖转向了数字化技术的应用, 这样的转变主要是为了实现更高的建筑性能, 在实际建筑中, 建筑并不是自由悬浮的, 而是受到材料的重量、推力和阻力等因素的制约<sup>[4]</sup>。因此注重性能优化的设计理念正变得日益重要, 这种设计理念不仅追求建筑的外观和实用性, 更加强调节能和环保等可持续发展的要求。

在全球尤其是发达国家, 数字化的设计和建造技术日益获得认可, 这类技术主要由建筑信息模型 (BIM), 参数

化设计, 以及性能模拟等组成, 与传统手段相比, 这些工具在提高信息管理的效率和增强团队协作上展现出其独到之处, 此外, 基于性能的设计策略, 通过在项目初期应用模拟与优化技术, 能够显著提升建筑的功能性, 同时大幅降低能源使用与碳排放, 研究和实施这些数字技术对于推动建筑业的可持续发展具有重要意义。

## 1.2 研究问题与目标

在本项研究中, 我们着重探讨了数字技术在提高建筑设计性能方面的作用, 文章全面考察了在建筑项目执行过程中, 基于性能的设计如何被应用, 涵盖性能分析工具的使用, 设计阶段的优化方法, 以及数字建设技术的成效, 研究的核心目的是将理论与实践结合, 分析数字化设计和建造如何助力提升建筑性能, 及其所面临的挑战, 从而为将来的建筑设计提供理论与实践的参考。

## 2 性能导向设计的理论基础

### 2.1 性能导向设计的定义与概念

性能导向设计 (Performance-based Design, PBD) 是一项侧重于建筑实用功能的设计理念, 其核心目标是确保建筑物在运营期间能够满足关于能源效率, 居住者的舒适性及建筑的结构安全等多方面的需求, 这种设计方法与传统的以规范遵循为主的设计方式有所不同, 性能导向设计更关注于建筑在实际使用过程中是否能够达到预期的性能标准, 此设计策略强调在设计过程中将实际的功能表现作为首要考虑因素, 不仅仅是简单地符合既定的规范要求。

建筑设计领域不断发展, 实现了技术与创新的融合, 特别是在性能优化方面, 设计师们越来越多地采用基于性能的设计策略, 这种策略通常依赖先进的计算工具和模拟技术以达到更好的设计效果, 具体来说, 设计团队通过详细的量化分析, 评估不同建筑设计方案的性能, 以促进建筑性能的全面提升, 在探索降低建筑能源消耗的过程中, 利用能耗模拟工具对不同方案进行能源消耗预测变得尤为重要, 这种做法不仅能有效优化能源使用效率, 还可以在长远中减少建筑的运营开支。

### 2.2 主要理论与框架

在建筑设计性能分析中, 运用演化博弈理论考察不同设计方案如同在自然选择中的物种竞争一般, 这一理论框架下, 设计方案被视为各种不同的策略, 它们在减少能耗的维度上互相作用, 通过对这些互动进行模拟, 可以观察到这些方案如何在多次试验和调整中逐步优化发展, 以期找出最有效的建筑设计方案, 这种方法促使设计者深入理解哪些设计方案在实际应用中表现最优, 并据此作出决策。

下面是一段使用演化博弈模型的 Python 代码示例, 模拟不同建筑设计策略在能耗优化中的演化过程。

```
import numpy as np
定义初始参数
种群规模 = 100 # 种群中的设计方案数量
代数 = 50 # 进化的代数
```

```
变异率 = 0.1 # 每一代中随机变异的概率
```

```
随机初始化种群, 每个策略表示为[建筑面积, 窗户面积, 保温系数]
```

```
种群 = np.random.rand(种群规模, 3)
种群[:, 0] *= 500 # 建筑面积范围: 0-500 平方米
种群[:, 1] *= 100 # 窗户面积范围: 0-100 平方米
种群[:, 2] *= 2 # 保温系数范围: 0-2 W/(m^2·K)
```

```
固定的环境参数
```

```
室内温度 = 22.0 # 摄氏度
室外温度 = -5.0 # 摄氏度
供暖天数 = 200
```

```
def 计算能耗(策略):
```

```
    """计算给定策略的能耗"""
```

```
    建筑面积, 窗户面积, 保温系数 = 策略
```

```
    传热量 = 保温系数 * 窗户面积 * (室内温度 - 室外温度)
```

```
    年能耗 = 传热量 * 建筑面积 * 供暖天数 / 1000 # 单位: kWh
```

```
    return 年能耗
```

```
def 适应度函数(策略):
```

```
    """适应度函数: 能耗越低, 适应度越高"""
```

```
    能耗 = 计算能耗(策略)
```

```
    return 1 / (1 + 能耗) # 适应度与能耗成反比
```

```
进化过程
```

```
for 代 in range(代数):
```

```
    计算每个策略的适应度
```

```
    适应度 = np.array([适应度函数(策略) for 策略 in 种群])
```

```
    根据适应度选择下一代的种群
```

```
    下代种群 = []
```

```
    for _ in range(种群规模):
```

```
        选择两个父代
```

```
        父代1, 父代2 = np.random.choice(种群规模, size=2, p=适应度/适应度.sum())
```

```
        交叉生成后代
```

```
        交叉点 = np.random.randint(3)
```

```
        后代 = np.concatenate((种群[父代1][:交叉点], 种群[父代2][交叉点:]))
```

```
        随机变异
```

```
        if np.random.rand() < 变异率:
```

```
            后代 += np.random.normal(, 0.1, 3)
```



```
确保参数在合理范围内
后代[0] = np.clip(后代[0], 0, 500)
后代[1] = np.clip(后代[1], 0, 100)
后代[2] = np.clip(后代[2], 0, 2)
下代种群.append(后代)
```

```
种群 = np.array(下代种群)
```

```
找到进化结束后能耗最低的设计策略
最佳策略 = min(种群, key=计算能耗)
最佳能耗 = 计算能耗(最佳策略)
```

输出结果

```
print(f"进化后最佳设计策略为: 建筑面积 = {最佳策略[0]:.2f} 平方米, 窗户面积 = {最佳策略[1]:.2f} 平方米, 保温系数 = {最佳策略[2]:.2f} W/(m2·K)")
print(f"对应的年能耗为: {最佳能耗:.2f} kWh")
代码说明:
```

种群初始化: 初始种群由一组随机生成的建筑设计策略组成, 每个策略包含建筑面积、窗户面积和保温系数。

适应度函数: 用能耗的倒数作为适应度, 能耗越低, 适应度越高。

进化过程: 通过选择、交叉和变异生成下一代种群, 不断优化设计策略。

最终输出: 在进化结束后, 输出能耗最低的设计策略及其对应的年能耗。

演化博弈思想:

在该策略下, 我们采用了仿生学的概念, 即模仿自然界的選擇与变异机制, 来提升建筑设计的效率, 在众多设计方案中, 那些能耗更低的设计(表现出更好的适应性)会逐渐被优先考虑, 从而帮助我们斟酌和识别出最优解, 这种方法特别有利于解决那些结构复杂并涉及多种优化目标的项目, 使我们能够在追求卓越性能的同时, 确保选出最适合的设计方案。

### 2.3 国内外相关研究进展与趋势

全球范围内, 以性能为核心的建筑设计理念已被广泛采纳, 并成为建筑业的一项重要准则, 在美国, 德国和日本等国家, 关于绿色建筑和高性能建筑的探索和应用已经较为成熟, 而在中国, 这种以性能为导向的设计方法则相对起步较晚, 但是, 得益于政府对绿色建筑政策的大力支持, 这种设计方法开始在国内逐步流行, 目前, 研究的主要方向是如何将性能导向的设计方法与数字技术结合起来, 从而提升建筑设计的质量与效能。

## 3 性能导向数字化设计工具及技术

### 3.1 建筑信息模型(BIM)在性能导向设计中的应用

建筑信息模型(BIM)作为一种集成化的数字化设计

工具, 已成为性能导向设计的关键技术之一。BIM的核心优势在于其能够集成建筑物的几何、物理和功能信息, 为性能分析提供精确的数据支持。性能驱动设计则是从各要素的能动性中找到形式(form finding), 它从根本上颠覆了“先设计形式, 再分析结构, 最后填充材料”的序列式工作模式, 从而兼顾建筑设计的创新性和合理性<sup>[6]</sup>。

在性能导向设计中, BIM的主要应用包括:

通过BIM技术整合能源管理软件如EnergyPlus和Green Building Studio, 建筑设计师能在设计初期进行能源效能分析, 这种方法不仅预测了建筑的能耗, 还允许通过优化设计来减少能源消耗, 在建筑的结构设计方面, 结合BIM技术和结构分析软件, 如SAP2000和ETABS, 使得设计师可以在设计过程中优化结构解决方案, 这不只提高了建筑的安全性, 也增强了其经济性, 同时, 利用BIM技术与环境分析工具, 例如Ladybug和Honeybee, 设计师能在设计阶段对建筑的自然光, 通风和噪音等进行详细评估, 这样的环境性能分析极大地提升了建筑的居住舒适度, 并促进了其环境的可持续发展。

脱离性能的数字化设计降低了加工精度并加重了施工难度。数控加工技术的发展使建造从标准化发展到定制化, 从模数化发展到模块化<sup>[5]</sup>。但在此过程中, 由于缺乏对材料复杂性能的认知和处理技能, 缺乏对于结构表现与建造方式的深入思考, 在非线性作品中, 施工过程愈加被动、低效、高价, 并且精确性难以保证。

### 3.2 基于结构性能的数字化设计

在当今的数字化设计行业, 最初普及的方法强调以结构的效能作为设计的主导, 这一方式突显在建筑设计的早期阶段, 通过模拟和优化技术去发掘结构效能的特性及其与构造形态的有效协同<sup>[7]</sup>, 在过去, 结构效能通常仅被看作是实现建筑设计理念的一种工具, 其过程中常常需要进行事后的合理化调整<sup>[8]</sup>, 然而, 随着数字化技术的引入, 这种以结构效能为核心的设计方法已经发生了转变, 推动了结构设计向更加主动和预见性的方向发展。

在当代的建筑设计领域, 优化结构性能已经越来越依靠高科技的数码工具和深入的力学知识, 这种优化主要分为两类: 形态的数字化创造以及结构力学仿真<sup>[9]</sup>, 在形态的数字化创造过程中, 融合了图解静力学, 计算机技术与创新设计理念, 另一方面, 结构力学仿真则基于物理学中的力学定律和结构的拓扑优化技术, 针对这种优化, 业界已经研发了多种高效技术, 包括推力线网络分析法(TNA), 渐进结构优化法(ESO)以及双向渐进优化法(BESO), 推力线网络分析法是由菲利普·布洛克和他的团队开发, 利用图解静力学的原理, 此方法通过计算力密度来分析在各种规模的拱壳结构中力的分布, 并实时将这些力与建筑的形状关联起来, 至于渐进结构优化法和双向渐进优化法<sup>[9]</sup>, 则是通过将结构细分成众多小单元来进行分析, 确定哪些区域是

材料生长的关键,哪些区域的应力低于某一特定阈值且应该被剔除,这样的分析和调整有助于实现理想的结构形状,使表面应力得到均匀分布<sup>[10]</sup>,结合现代化的计算机仿真技术,这些方法极大地提升了建筑设计的精度与工作效率。

### 3.3 于建造性能的数字化设计

建筑性能的定义涵盖了建筑在运行期间的多方面表现,这些包括但不限于建筑的结构稳定性,能源消耗量,居住舒适度以及建筑的耐久性,这些性能指标不仅关乎于建筑本身的功能性和使用寿命,还紧密关联着资源利用和环境保护,由此可见,在建筑设计的初期阶段,预测和优化这些关键性能指标是至关重要的,它决定了提升建筑的整体性能,是现代建筑设计中的重要目标。

在现代建筑业中,数字化设计技术已成为设计过程中的重要工具,与传统的手绘设计和以经验为基础的方法不同,数字化设计依赖于复杂的数学模型和算法,辅以先进的模拟技术,从而显著提升设计的精确度和可变性,这种技术的应用使得建筑师能够在项目初期就对建筑的功能和表现进行深入分析,从而实现更优的设计成果。

在现代建筑设计领域,数字化方法已成为一种重要工具,它集合了美学与实用性,使设计过程中的数字模拟和效能评估变得至关重要,这种方法不仅确保了建筑设计既美观又功能全面,还能符合预设的性能标准,对于设计要求复杂的建筑项目,如注重环保的绿色建筑以及对能效和耐久性有极高标准的高层或节能建筑,应用数字化设计策略特别有效,这种策略的实施有助于提升建筑项目的整体质量与性能。

自1980年以来,机器人技术已经在建筑领域得到应用,起初,如早稻田建筑机器人集团和清水建设等日本领先企业开始探索在工厂和现场使用机器人来增强自动化效能,这些早期的机器人系统通常很大,像脚手架一样,能够结合多种功能执行复杂的操作<sup>[11]</sup>,进入21世纪初特别是2005年后,机器人技术在建筑业的运用趋向于激发更多的创新和发展新的建设技术,这种转变主要是由苏黎世联邦理工学院等学术机构所推动的。

性能分析的构建对于设计过程中的反馈至关重要,它不仅帮助设计师优化他们的设计方案,还使得机器人能够利用深度学习进行自主的设计创新,世界顶级的教育与研究机构,包括麻省理工学院,苏黎世联邦理工学院和普林斯顿大学等,已在这方面取得了一些开创性的研究成果,这表明,通过整合先进的学习技术,创新的设计方法正在逐步发展并成形。

## 4 性能导向的数字化建造技术

### 4.1 数字化制造技术

3D打印技术在建筑行业的应用带来了革命性的变化,它通过电子模型直接制作建筑部件,大幅度减少了建造所需的时间并提高了制作的精度,例如许多小型建筑项目现

在可以完全依靠3D打印技术一次性完成,这样不仅大大降低了成本,还减轻了人力资源的需求,此外,随着技术的不断进步,机器人的运用在建筑领域变得越来越普遍,机器人技术通过提高建筑工程的自动化程度,使建设过程更加高效,它们能够进行砌砖,喷射混凝土以及执行钢结构焊接等任务,不仅提高了工作效率,也优化了工作场所的安全性,减少了施工过程中的风险。

### 4.2 智能施工管理

数字化技术不仅影响了建筑的设计和制造,还在施工管理中发挥了重要作用。智能施工管理通过物联网、大数据、云计算等技术,对施工过程进行实时监控和管理。数字化施工监控:通过传感器、无人机等设备,施工管理人员可以实时监控施工现场的进度、质量和安全状况,及时发现并解决问题。建筑的结构变形、环境监测、人员安全都可以通过数字化手段进行监控,确保施工的顺利进行。施工质量与安全保障:智能施工管理系统可以自动化地进行质量检测和安全评估,减少人为误差,提高施工质量。自动化的结构检测可以及时发现建筑物的隐患,避免施工过程中出现质量问题。

### 4.3 数字化建造的可持续性

技术发展已经使得建筑行业经历了显著的变革,特别是数字化技术的应用,它不仅优化了建筑过程的效率,还在环境保护方面发挥了重要作用,通过数字化设计工具,建筑师能够精确预测建筑材料的需求量,大大减少了资源的浪费,采用3D打印技术和自动化机器人施工可以提高施工的准确性,同时确保材料得到最佳利用,此外,数字化技术在减轻建筑对环境的负担方面也起到了关键作用,它通过优化施工程序和改进能源利用效率,有效减少了能源消耗与碳排放,工地模拟技术等进一步优化了现场布局与物流安排,有效减少了施工过程中对燃油和电力的依赖,从而降低了环境污染,这些进步表明,现代建筑业正在迅速向着更环保,更高效的方向发展。

## 5 性能导向数字化设计与建造的实际案例研究

在当代的建筑设计实践中,采用高级设计工具和技术来创造创意空间结构已成为主流趋势,例如,扎哈·哈迪德诗所在策划伦敦奥运会游泳中心以及MAD建筑设计事务所在规划哈尔滨大剧院期间,都运用了壳体结构技术以满足大跨度空间的需求,这类结构不仅外观引人注目,还体现了结构设计的创新性与实用性,在不同的案例中,设计师将结构性能视作设计进程中的核心元素,比如,在江苏省园艺博览会主题馆的设计过程中,设计师袁烽就从项目伊始就将结构功能作为设计决策的重心,他利用完全数字化的工作流程,从早期的设计概念到最终的建造实施,贯彻设计的每一个阶段,具体而言,袁烽在设计中通过确定建筑平面的边界和支撑点,利用RhinoVAULT软件进行数字仿真,形成独特的自由形态壳体结构,这包括生成初

始的平面网格设计,并识别外部及内部的关键支撑点,在模拟与优化的阶段,设计进一步通过计算模拟分析结构在实际受力情况下的响应,以优化网格密度,方向和形状,这种策略不仅增强了结构的功能性,还为建造阶段的精确执行提供了重要指引,这些设计案例显示了数字技术在现代建筑设计领域的关键作用,特别是在解决复杂结构问题时的效率与精确。

## 6 结论

性能导向的数字化设计与建造技术在建筑行业中展现了巨大的潜力。对建筑学本体而言,性能化不再是与前期设计脱节的后评价形容词,而是建筑要素之间平等并相互影响的设计参数<sup>[1]</sup>。通过将性能参数作为驱动因素在设计初期阶段参与方案设计,能够帮助建筑师探寻结构轻、耗材少、建造高效的建筑形式和建造途径。通过 BIM、参数化设计、性能模拟、数字化建造等技术,建筑师和工程师可以在设计阶段就优化建筑的能耗、结构和环境性能,从而提高建筑的整体表现。然而这一过程也伴随着技术整合、成本控制、人才培养等方面的挑战。未来,随着技术的进一步发展,性能导向设计有望成为推动建筑行业可持续发展的重要力量。在学科融合上,建筑师不再只考虑建筑形式,而是将数学、计算机科学、物理力学和材料科学等学科的知识综合考虑在内,因此性能导向下的建筑设计,更具有现实的建造意义。

### [参考文献]

- [1]袁烽,肖彤.性能化建构——基于数字设计研究中心(DDRC)的研究与实践[J].建筑学报,2014(8):14-19.  
[2]SHI X,YANG W.Performance-driven architectural design and optimization technique from a perspective of

architects[J].Automation in Construction,2013(32):125-135.

[3]袁烽.从图解思维到数字建造[M].上海:同济大学出版社,2016.

[4]ANTOINE P.Architecture and the Virtual:Towards a New Materiality[J].PRAXIS,2004(6):114-121.

[5]张焱.智能建造引导下的建筑设计:数字技术·建筑全生命周期——2018 年全国建筑院系建筑数字技术教学与研究学术研讨会论文集[C].北京:中国建筑工业出版社,2018.

[6]孙澄,韩昀松,庄典.“性能驱动”思维下的动态建筑信息建模技术研究[J].建筑学报,2017(8):68-71.

[7]袁烽,胡永衡.基于结构性能的建筑设计的简史[J].时代建筑,2014(5):10-19.

[8]袁烽,柴华,谢亿民.走向数字时代的建筑结构性性能化设计[J].建筑学报,2017(11):1-8.

[9]袁烽.数字化结构性能生成研究[J].西部人居环境学刊,2014,29(6):6-12.

[10]谢亿民,左志豪,吕俊超.利用双向渐进结构优化算法进行建筑设计[J].时代建筑,2014(5):20-25.

[11]ROL AND S,GW YLLIM J.C looseness:On the Relationship of Multi-agent Algorithms and Robotic Fabrication[J].Robotic Fabrication in Architecture, Art and Design,2016(1):218-229.

作者简介:殷澳奇(2003—),男,汉族,吉林梅河口人,本科在读,延边大学工学院,研究方向为建筑设计;\*信作者:金光虎(1978—),男,朝鲜族,吉林延吉人,硕士,副教授,硕士生导师,国家一级注册建筑师,延边大学工学院,研究方向为建筑设计及其理论。



# 面向 5G 演进的智能城域网组网架构探讨

刘 伟

中国电信股份有限公司河北分公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 通信网络技术持续演进。运营商通信承载网络发生变化日益深刻。固定网从数字电路转变为以太网电路, 从交换型转变到当前的路由型城域网, 已经基本形成了骨干网络架构。在移动网, 不断演进的过程中, 5G 已经迈入规模化商用的趋势。固、移业务接入带宽及相关服务要求, 逐渐具有趋同性。伴随着技术的持续演进, 相关技术的运营更加灵活, 例如 SRV6、EVPN、端到端切片等。在形成网络服务保障时, 固、移融合网络架构逐渐成为运营商全新需求。文章通过分析 5G 对城域网的相关需求, 结合智能城域网的现状和基本特征, 分析现有城域网架构中存在的局限, 探讨智能城域网组网架构设计原则与相关思路, 结合总体组网架构与管网系统建设, 研究智能城域网关键技术的运用, 为城域网的智能化转型提供理论参考与实践指导。

[关键词] 5G 演进; 智能城域网; 组网架构; 网络转型

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13941

中图分类号: TN913.2

文献标识码: A

## Exploration on Intelligent Metropolitan Area Network Networking Architecture for 5G Evolution

LIU Wei

Hebei Branch of China Telecom, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** Communication network technology continues to evolve. The changes in telecommunications carrier networks are becoming increasingly profound. The fixed network has transformed from digital circuits to Ethernet circuits, from switch type to the current routing type metropolitan area network, and has basically formed a backbone network architecture. In the continuous evolution of mobile networks, 5G has entered the trend of large-scale commercial use. The bandwidth and related service requirements for fixed and mobile services are gradually converging. With the continuous evolution of technology, the operation of related technologies has become more flexible, such as SRV6, EVPN, end-to-end slicing, etc. When forming network service guarantees, the integration of fixed and mobile network architecture has gradually become a new requirement for operators. The article analyzes the relevant requirements of 5G for urban area networks, combined with the current situation and basic characteristics of intelligent urban area networks, analyzes the limitations of existing urban area network architectures, explores the design principles and related ideas of intelligent urban area network architecture, and combines the overall network architecture and pipeline system construction to study the application of key technologies in intelligent urban area networks, providing theoretical reference and practical guidance for the intelligent transformation of urban area networks.

**Keywords:** 5G evolution; intelligent metropolitan area network; networking architecture; network transformation

### 引言

5G 技术不断普及。随着其应用的日益拓展, 在城域网的承载能力和智能化水平等层面逐渐提出了高标准和高要求。在 5G 时代背景下, 形成了多样化的业务需求。传统的城域网架构带宽不足且存在时延过高、灵活性差等方面的问题。将其作为通信领域在研究过程中的重点, 加强对面 5G 演进的智能城域网组网架构的相关探讨, 对促进网络技术的发展具有关键指导意义。

### 1 5G 对城域网的需求分析

作为 5G 网络的基础, 在 5G 频谱当中新增设了 Sub6G 及超高频频段, 目的在于满足大宽带方面的需求。通过预计, 基站的带宽需求将为 10 倍以上。对于低时延方面的要求, 在发挥车联网, VR, AR 等相关应用的优势具有至关重要的作用。另外, 在 3GPP 等相关标准层面, 的时延有着不能严格的技术指标设定。除此之外, 为维持网络的稳定性, 确保相关数据准确, 还需要满足高可靠性和同步

性等多方面的需求, 发挥在工业控制和远程医疗等多个方面的应用优势。

结合不同的业务需求, 基于灵活性的特征同步应用切片, 实现对网络的动态化调整, 能够对多种应用场景带来支持。在系统性的要求下, 网络需要通过对故意的融合对不同设备予以支持, 确保相关服务的连接高效性。为确保上述需求得到充分满足, 需要对城域网架构优化并升级, 在云与网的深度融合基础上, 借助 SDN 技术和 NFV 技术, 有利于网络云化和智能化目标的实现。在多网协同的基础上, 避免网络架构各自为政, 可以促进网络整体效益提升, 使其更具有灵活性。对于端到端的业务在开通之后, 针对网络管理和维护进行简化, 达到了降低运营成本目的<sup>[1]</sup>。

### 2 智能城域网现状与特征

#### 2.1 网络结构

基于 5G 的发展这一契机, 对于智慧城市网络的建设, 在网络扣除法这一设计理念的指导下, 从网络通讯协定和

网络设备等多层面着手,在简化处理的基础上,朝着网络管理和网络智慧管理的发展方向转型。通过 DC 资源池,由智能城市网络面向网络的云元素,由前者为后者提供支持,实现综合负载的目标。

为有效简化网络架构,还可以使用内核+边界转发架构的方式实现。为促进 5G 融合,随着家庭宽带的接入,并顺利提供客户端通讯等服务,需要用到多种外围设备。对于网络管理系统的建设,坚持制度从端到端,通过对业务的自动化开放,为智能化运营提供支持,使互联网运营更好地展开,优化用户的使用体验。

## 2.2 网络的特点

结构简单。由于总体结构比较简单,并且具有标准化的特性,所以能够带动网络结构随之简化。保障维护作业的开展更加便利,从而更好地实现扩展目标。在简化协议的指导下,还能够对相关硬件要求予以降低。合理缩减网络成本,在智能城市网络当中可以提供多样化的服务并促进融合,例如家庭宽带接入,5G 移动宽带,通信云等等。

自动有效。在 SDN 的自动化和可编程性的基础上,该网络能够对业务快速启动。所提供的服务具备差异化的特性。网络分离,网络和业务保持分开。连接和托管主要交由网络负责。在 SDN 和源网络元素的基础上实现业务的快速发展,并且能够保障灵活。

## 3 现有城域网架构的局限性

### 3.1 城域网结构复杂

当前,传统电信网络对某种类型的服务都是通过统一承载网络来实现。目前,由 IP-RAN (IP Radio Access Network) 及无线接入网的 IP 网元构成。固定网由光线路终端 (OLT)、宽带访问服务器 (BRAS) 两部分组成,还包括综合承载网和通信云计算 (Communication Cloud Data Center)。每一个网络的运作和管理工作都应该彼此独立,所以有很大的差别。在云网协同的过程中,其重要特征在于业务能够被快速开通<sup>[2]</sup>。

### 3.2 网络建设和扩容成本过高

由于采用了端到端的方式,因此在网络中的终端设备间的背靠背连接数量是比较大的。因此,必须有多个网络来协作服务,这就导致了费用的显著增长。此外,在接入网和核心汇聚层间,也面临着不同厂家对设备的解灾。在升级和扩容过程中,则需要更多成本的投入。

### 3.3 网络缺乏智能性

部分业务必须保证终端对终端,因此商业的重心也逐步转向了通讯云计算。但是,目前还没有很好地解决多网协作管控问题。在建立控制系统的时候,如果使用划分区域的方式,那么就会使得控制体系的层次也随之增长。不利于控制效率的提升。因此,为了能够建设一张完善的智能城域网,除了需要提供云服务之外,还需要满足云网融合的基本要求,在确保运行高效性的同时,实现成本有效降低。

## 4 智能城域网组网架构设计原则与思想

### 4.1 智慧城市网络的设计原则

在简化网络架构的基础上,基于标准化的设计形式,便于维护工作和扩充作业更好地展开。采用的通讯方式更加简单,可以减少对设备的需求,缩减在网络建设过程中的费用投入。自动化和高效性属于设计智慧城市网络的关键原则之一。以软件定义网络为基础,在形成自动化可编程的能力时,可以确保业务的开放更加迅速。所提供的服务保障存在一定的区别,坚持将网络与服务功能分开。将网络作为重点,以服务为基础,利用软件定义和云端,确保服务的发展具有便利性和灵活性。

### 4.2 设计思想

为避免出现更为复杂的网络问题,所使用的框架与 Spin-Leaf 相似,此时能够对网络结构进行简化。在使用 SR/EVPN 的过程中,通过对网络协议的简化,可以进一步减少对设备的技术需求。在简化网络装置的基础上,对于引进的网络装置可以使用普通芯片,达到减少建造费用的目的。以开放功能的方式对全部网络软件定义网建设完成,随着网络结构功能虚拟化的不断推进,使网络系统的运行更加灵活。所运用的软件定义网络管理具备统一性,能够在服务时实现端到端的配置<sup>[3]</sup>。

## 5 总体组网架构与管控系统

### 5.1 总体组网架构

在采用核心器件与汇聚器件相结合的简化体系结构下,以通信云数据中心为核心,以达到业务集成承载的目的,如通信云移动服务,政企客户接入,固网宽带等。在网路层次,采用 SR/EVPN 简化协定,藉由引入简易网路装置,提升网路疏导能力。对于中心装置而言,存在于网络当中的各个收集器之间,主要负责对相关业务的转发,或者可以在其他网络之间用于转发业务。在使用汇聚设备时,将其设置在基站主设备集中点的位置,并且可以直接接入,同时也能够实现综合服务接入的目标,满足多种服务需求,并且能够实现各种组合形式,例如通信云云 Leaf、大客户及家宽接入等。另外,在 DRAN 模式的基站当中,也可以将其运用在接入环汇聚这一环节。对于基地台存取装置的应用,主要是在 DRAN 方式当中,存取基地台或者某些节点的集成服务<sup>[4]</sup>。

### 5.2 管控系统架构

以省级为基本单元,统一化部署智慧城域网网络控制器。面向无线、大客户等多方面的服务,实现自动化开通的目标并发挥弹性调节作用,基于在线控制的形式来运行。在统一建设网管系统集团时,保障相关部署集中能够在省级层面实现分散分区等管理应用目标。

### 5.3 智能城域网组网方案

智能城市网络采用简化的核心架构(MCR)+融合(MER)+接入(MAR),能够实现多方面的服务目标,例如专线服

务、5G 服务、家庭客户服务等等，并且能够综合实现 4G 和 5G 基站互操作的目标。

对于主设备（MCR）而言，主要处于网络当中转发各种聚合设备之间的流量，并且能够转发其他网络之间的流量。联合设备（MER）的使用，通常需要接入集成多服务承载，其中将基站反馈服务、大型客户端服务、云通信服务和 vBRAS 服务全部包含在内。与 MER 的 BBU 位置相同，以及少量的外围基站。接入装置（MAR）被用来存取基地台，并整合存取特定的节点。将 MCR 与 169 网联合起来，缓解了 vBRAS 的宽带流量与 Internet 专线流量；连接 MCR 与 CU/BBU，方便存取 5G 数据；MCR 与 UPF 成对，方便存取 UPF 数据流。将 MCR 与 IP-RAN 连接起来，以实现业务的共享与访问 4G 的核心网；MCR 与电信网相连，共同指导交通分配。

## 6 智能城域网关键技术

### 6.1 级联技术

在智能城域网体系中，通过对分时复用技术的直接融合，可以确保各种比特律信息传输的有效性。在合理利用级联技术时，在特定的数据通道当中，传输数据促进传输速率的提升。之后的数据传输效果超出了特定标准，需要按照特定方式发挥数据的映射功能，促进净负荷区域使用效率的提升。形成稳定的数据运输模式，避免出现带宽浪费的现象。通过对多种通信设备的有效融合，所建立的数据传输通道运行更加高效。能够自由切换临近级联和虚级级联等方式。

### 6.2 链容量调整技术

为实现对网络数据的动态化、智能化调整目标，可以运用链容量调整技术，最大程度满足客户使用要求。在必要情况下，需要合理运用各种数据传输协议，使不同用户的数据传输要求都能够被满足。面对当前的通信压力，在应用链路容量调整技术时，可以为数据传输速率提供有效保障，减少严重数据阻塞问题的出现。若形成的数据传输压力较小时，一旦带宽资源比较低，需要合理分配数据信息，减少对网络资源的消耗。

### 6.3 成帧协议技术

目前，随着网络技术的发展，网络中的成帧协议也在逐步完善，数据链路层的适应性也在进一步得到保障。通过采用 GFP 协议，能够对数据链路层进行封装，确保不同的数据传输效果，减少数据损耗率，充分发挥数据链的作用，提高宽带网络的利用率，使各个用户能够更公平地利用数据。利用透明映射函数，可以有效地集成光纤信道的映射功能，更好地识别各种类型的服务特征和控制特征，并将其中的无用信息进行有效的筛选，保证物理层、业务层、控制层、核心层的相互连接。合理地运用成帧技术，能更好地保障分组抽取的效率，并确保各类数据信息的交互效果。

### 6.4 虚级联和链路容量调整保护计

在智能城域网系统中，虚拟连接技术与链路容量保护技术的应用有着密切的联系，能够在大量的光纤传输中实现对数据的支持。随着数字交换技术的发展，数据信息

的密集度越来越高，对通信节点、线路的安全运行也提出了更高的要求，一旦发生断线，数据传输的完整性就很难得到保障，也就很难确保整个网络的高效、系统的运行。在城域网中，为保障业务的正常运转，可以采用虚级级联与链路容量保护相结合的方式，并对城域网的数据进行自动恢复。该过程不会影响到用户的体验，也不会出现数据通信中断的现象，能够在很短的时间内完成网络传输的重构。

## 6.5 复用算法

现代基础理论研究发展日益成熟。复用算法在智能城域网信道统计方面的运用逐渐变得丰富。在选择统计复用方式时越来越灵活，并且能够对多种算法带来相应的支持。在合理使用各种算法时，随着数据共享信道的建立，扩展了多路复用算法的应用范围，如分层算法，平衡排队算法，系数加权算法等。为了切实保证数据交换服务的有效性，需要加强对各种数据的控制，在使用复用算法时避免存在大量的误差，映射误差几率随之降低，促进数据包使用效果的提升，减少信道错误。

## 6.6 自相似仿真平台

自相似模拟平台是在特定的城域网环境下构建，可以在城域网技术应用的过程中，进行多种数据的交流，更清楚地展示整个数据传输过程，并获得相关的模拟结果。基于众多研究结果，本项目提出了一种基于智能城域网的数据传输服务，该服务能够有效地刻画连接路径，调节各站点间的关联关系，从而达到更好的仿真效果。在此基础上，通过构建多个自相似模型，获得多个传输参数之间的关联关系，分析多个传输参数之间的内在联系，并据此提出有针对性的解决方案，将数据丢包问题降到最低。

## 7 结束语

面向 5G 演进的智慧城市网络体系结构是目前移动通信技术发展的一个重要趋势。通过网络体系结构的优化和先进的技术的引入，能够很好地解决现有城域网中存在的许多问题，从而更好地适应 5G 多样化的服务需求。在未来，随着科技的进步与创新，智慧城域网还将继续演化，深入到各个领域，为建设数字社会提供强有力的网络支持。为了跟上通讯科技日新月异的发展，我们必须不断地探讨与研究。

### 【参考文献】

- [1] 吴国良, 黄振峰. 面向 5G 演进的智能城域网组网架构探讨[J]. 大众科技, 2023(12): 4-5.
- [2] 刘倩, 项朝君, 吕艳娜, 等. 基于 5G 承载的智能城域网部署研究及实现[J]. 电子产品世界, 2023(3): 44-52.
- [3] 杨荫宇. 基于 5G 业务承载的新型智能城域网重构分析[J]. 无线互联科技, 2021(2): 105.
- [4] 刘德才, 迟晓玲, 刘立刚. 新型智能城域网 5G 承载方案浅析[J]. 邮电设计技术, 2023(9): 85-89.

作者简介：刘伟（1977.12—），男，中国人民解放军军械工程学院，河北电信公司，全业务保障中心，技术主管，高级工程师。



## 城市内涝治理系统化实施方案探索与实践

刘健<sup>1</sup> 刘冬<sup>2</sup> 张洋<sup>3</sup>

1. 徐州市供水排水管理中心, 江苏 徐州 221000
2. 沛县水利局沛城镇水利管理服务站, 江苏 徐州 221600
3. 徐州市南水北调工程管理中心, 江苏 徐州 221000

**[摘要]**城市内涝是指由于城市排水系统不畅或无法满足极端降水事件时的需求, 导致雨水在城市内部积聚形成的现象。成因复杂多样, 涉及到地形地貌、城市化进程、基础设施建设及管理等多方面因素。随着城市人口的增加和建设用地的扩展, 原本透水的自然地表被大量的建筑、道路和人工覆盖物所取代, 使得雨水难以渗透, 增加了城市内涝的风险。传统的内涝治理方式往往依赖于单一的工程措施, 如扩建排水管网或增设抽水泵站, 但这些方法在面对日益频发和复杂化的内涝事件时显得力不从心。因此, 为了有效应对城市内涝问题, 需要采用综合治理策略, 结合工程、非工程措施以及信息化管理技术的综合应用, 实现从源头控制到系统优化的全方位防治, 提升城市的防洪排涝能力和可持续发展水平。

**[关键词]**内涝治理; 实施方案; 内涝成因; 综合治理

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13978

中图分类号: TU992

文献标识码: A

## Exploration and Practice of Systematic Implementation Plan for Urban Flood Control

LIU Jian<sup>1</sup>, LIU Dong<sup>2</sup>, ZHANG Yang<sup>3</sup>

1. Xuzhou Water Supply and Drainage Management Center, Xuzhou, Jiangsu, 221000, China
2. Peicheng Town Water Resources Management Service Station of Peixian Water Resources Bureau, Xuzhou, Jiangsu, 221600, China
3. Xuzhou South to North Water Transfer Project Management Center, Xuzhou, Jiangsu, 221000, China

**Abstract:** Urban waterlogging refers to the phenomenon where rainwater accumulates within a city due to poor drainage systems or inability to meet the demands of extreme precipitation events. The causes are complex and diverse, involving various factors such as topography, urbanization process, infrastructure construction and management. With the increase of urban population and the expansion of construction land, the naturally permeable surface has been replaced by a large number of buildings, roads, and artificial coverings, making it difficult for rainwater to penetrate and increasing the risk of urban waterlogging. The traditional methods of waterlogging control often rely on a single engineering measure, such as expanding drainage networks or adding pumping stations, but these methods are inadequate in the face of increasingly frequent and complex waterlogging events. Therefore, in order to effectively address urban waterlogging issues, it is necessary to adopt comprehensive governance strategies, combining engineering and non-engineering measures with the comprehensive application of information management technology, to achieve comprehensive prevention and control from source control to system optimization, and to enhance the city's flood control and drainage capabilities and sustainable development level.

**Keywords:** waterlogging control; implementation plan; causes of waterlogging; comprehensive control

### 引言

随着城市化进程的加速和气候变化的影响日益显现, 城市内涝问题正成为全球城市面临的普遍挑战之一。城市内涝不仅影响了居民的生活质量和城市基础设施的运行效率, 还对经济、环境和社会稳定造成了重大影响。因此, 如何有效地治理和预防城市内涝, 成为当前城市规划和管理中亟需解决的重要课题。

### 1 城市内涝的危害与影响

城市内涝是指由于极端降雨、排水系统失效或城市化进程中土地利用变化等因素引起的城市地区积水现象, 这一现象不仅影响居民的正常生活, 还对城市交通、基础设施等方面带来严重影响。首先, 城市内涝会导致建筑物被淹, 设备

设施损坏, 严重影响市民的生活和工作。其次城市内涝会导致道路交通拥堵甚至中断。洪水会淹没道路和桥梁, 使车辆无法正常行驶, 导致城市交通瘫痪。此外, 积水还会造成公共交通设施损坏, 进一步加剧交通问题。此外, 长期内涝还会导致土壤侵蚀加剧、地基沉降增加, 对城市基础设施和建筑物的稳定性构成潜在威胁。因此, 科学有效的内涝治理对于保障城市正常运行、提升居民生活质量具有重要意义。

### 2 城市内涝成因分析

#### 2.1 区域流域因素

城市内涝的成因涉及多个方面, 其中区域流域因素是重要的考量因素之一。区域流域的地形、土地利用类型及地表覆盖情况直接影响了降水径流的产生和流动路径。复杂的地

形和高地势差可能导致降水迅速汇集形成洪水,进而引发城市内涝<sup>[1]</sup>。同时,不合理的土地利用和城市化进程中大量的非透水表面覆盖,如建筑物、道路和人工铺装,大大降低了地表的渗透能力,加剧了降水径流量,从而增加了城市内涝的发生频率和严重程度。因此,有效的区域流域规划与管理对于减少城市内涝具有重要意义,需要综合考虑地形、土地利用结构和水资源的合理配置,以提升城市的防洪排涝能力。

## 2.2 城市化影响

城市化进程对城市内涝问题有着显著影响。随着城市化的推进大量的土地被开发和覆盖,原有的自然地表被人工建筑、道路和其他非透水覆盖物取代,这些变化显著降低了地表的渗透能力,使得降水无法迅速渗入地下,导致了城市地区的地表径流增加和地下水补给减少,增加了城市内涝的风险和频率。此外,城市化过程中对于排水系统的建设和维护也尤为重要,因为一个良好的排水系统可以有效地处理和管理城市降水,减少内涝的发生。因此,城市化影响是城市内涝成因中不可忽视的重要因素,需要在城市规划和建设中加以合理控制和管理。

## 2.3 基础设施问题

城市内涝问题的成因中,基础设施因素至关重要。城市基础设施的老化、容量不足或者设计不当,都可能导致排水系统的失效或者运行效率下降,进而加剧城市内涝的发生和程度。例如,老旧的排水管网可能存在漏损或堵塞问题,无法有效地将降水排出城市,导致水流积聚在地面上形成积水。另外,设计不当的排水系统可能无法有效应对极端降水事件,导致水流超过系统承载能力而发生内涝现象。因此,城市内涝治理需要重视基础设施的检修与更新,以提升排水系统的抗灾能力和运行效率,从而有效减少内涝对城市生活和发展的影响。

## 2.4 管理与规划缺陷

城市内涝问题的成因之一是管理与规划的缺陷。有效的城市内涝治理需要科学合理的管理和规划策略,包括对排水系统的定期维护和更新、对建设项目的环境影响评估及控制,以及对城市发展过程中水资源的合理利用等方面的考虑。管理不当或规划缺陷可能导致排水设施布局不合理,未能充分考虑到地形地貌和降水特征,或者未能有效整合各部门和利益相关方的资源和力量,进而影响了排水系统的运行效率和抗灾能力。因此,加强管理与规划的科学性和系统性,对于预防和减少城市内涝问题具有重要的意义。

## 3 城市内涝治理系统化实施方案与实践

### 3.1 总体治理思路与目标

城市内涝治理的总体思路和目标应当立足于整体性、系统性和可持续性。首先,总体治理思路包括从源头控制、中游调控到末端处理的全过程管理,即通过科学规划和综合布局,优化城市排水系统的设计和建设。其次,治理目标应明确关注降低内涝风险、提升城市抗洪排涝能力,同

时兼顾生态环境保护和城市可持续发展的要求。在实施过程中,需要充分考虑地形地貌、降水特征和城市化水平等因素,结合现代技术手段如智能化控制系统、大数据分析和人工智能应用,以确保治理方案的科学性和有效性。通过这样的综合治理思路和明确的目标,可以为城市内涝问题的有效预防和管理奠定坚实的基础。

### 3.2 综合治理措施

#### 3.2.1 工程措施

综合治理城市内涝问题的工程措施是确保城市排水系统高效运行和有效应对极端降水的核心部分。首先,排水管网优化与扩展是其中重要的一环,这涵盖了对现有排水管网的全面评估,包括管道的年限、材质和流量承载能力等因素的考虑。通过定期检修和更新老化管道、修复漏损部位或增设新的排水管道,可以提升整体排水系统的稳定性和抗风险能力。其次,雨水收集和存储设施的建设是另一个重要的工程措施,这包括建设雨水花园、雨水收集池、地下蓄水设施等,用于临时储存和利用降水。这些设施不仅可以减少城市地表径流,还可以通过后续的利用,如景观灌溉或工业用水,实现资源的可持续利用,降低城市降水对排水系统的冲击。进一步,先进的排水技术如绿色屋顶、透水铺装和人工湿地的应用,可以有效提升城市地表的透水性。绿色屋顶通过植被覆盖和多孔材料构造,能够吸收和延缓降水,减少直接流入排水系统的水量;透水铺装则通过特殊设计的路面和人行道,促进雨水迅速渗透到地下水层,减少地表积水;人工湿地则利用植物和土壤的生态功能,过滤和净化径流水质,同时增加地表的水文延时,减少降水的径流量。最后,工程措施还需考虑到地形调整和土地利用规划的因素。合理的地形调整可以通过适当的坡度设计和水流导向,减少水流汇集和积水的形成;而在城市建设和规划中,通过科学的土地利用规划,合理布局和设计建筑物和道路,能够有效减少非透水面积,提高整体的水资源利用效率和排水系统的负荷能力。

#### 3.2.2 非工程措施

综合治理城市内涝问题的非工程措施是通过政策、社会参与和技术手段等多方面的综合应对策略,以增强城市的抗洪排涝能力和减少内涝风险。首先,法律法规与政策支持是非工程措施的核心,建立和完善相关的内涝防治法律法规体系,包括环境保护、城市规划和水资源管理等方面的法规制度,为内涝治理提供法律保障和政策支持,促进内涝防治工作的顺利进行和长期有效实施。其次,公众参与和教育宣传是非工程措施中至关重要的部分,通过开展内涝预防知识的普及教育和技术培训,提升公众对内涝问题的认知和理解,增强市民自我防护意识和应急响应能力。同时,促进社区和公众组织参与内涝治理,鼓励居民参与到内涝预防和应急响应的实际行动中,共同推动城市内涝治理工作的深入开展。第三,监测预警系统建设是非工程措施中的关键环节,通过建立先进的内涝监测预警系统,包括实时监测降水情况、地下水位和城市排水系统运

行状态等,及时预警和响应内涝风险,为城市内涝治理提供科学依据和技术支持。这些系统不仅可以提高内涝预测的准确性和响应速度,还能有效降低内涝事件对城市居民和经济的损失,实现城市内涝治理的智能化和信息化管理。

### 3.3 信息化管理平台建设

#### 3.3.1 物联网技术

信息化管理平台在城市内涝治理中的关键作用日益凸显,而物联网技术则是其重要的技术支撑和应用手段之一。物联网技术通过将传感器和设备与互联网连接,实现对城市内涝相关数据的实时监测、收集和分析,从而为内涝预防和应急响应提供科学依据和技术支持<sup>[2]</sup>。物联网技术在内涝治理中的应用包括多方面内容。首先通过部署在地下排水管网、雨水收集设施和水泵站等关键设施的传感器,可以实时监测和传输液位、流量、压力等数据,帮助运营人员及时了解设施运行状态和水情变化,实现设备的远程监控和智能化管理。其次,物联网技术能够构建起城市内涝监测预警系统。通过布设在城市各区域的雨量计、地下水位传感器等设备,实时采集和传输降水数据和地下水位信息。结合实时地图和数据分析技术,可以及时预测并警示可能发生的内涝风险,为城市管理者提供决策支持和紧急响应指导。第三,物联网技术还能够促进城市内涝治理的智能化和信息化管理。通过数据的集中管理和分析,可以发现和分析内涝问题的潜在原因和热点区域,为优化排水系统设计和城市规划提供科学依据。同时,结合大数据和人工智能技术,可以实现数据的深度挖掘和预测分析,进一步提升内涝治理的精准性和效率。

#### 3.3.2 大数据与人工智能

大数据与人工智能在城市内涝治理中的应用,为信息化管理平台提供了强大的数据分析和智能决策支持能力。首先,大数据技术通过收集、存储和分析大规模的城市内涝相关数据,如降水量、地下水位、地形地貌等,能够揭示内涝发生的规律和潜在风险因素。通过数据挖掘和分析,可以识别出内涝易发区域和可能的内涝原因,为城市管理者提供科学依据和优化内涝治理策略的决策支持。其次,人工智能技术在内涝治理中的应用主要体现在预测和智能决策方面。通过建立基于人工智能算法的预测模型,结合历史数据和实时监测信息,可以实现对内涝事件的精准预测和预警<sup>[3]</sup>。这些预测模型能够及时发现内涝可能发生的迹象,并提前采取有效的预防和应急措施,最大限度地减少内涝对城市生活和经济活动的影响。第三,大数据与人工智能技术的结合还能够推动城市内涝治理的智能化管理和优化。通过实时数据监测和分析,可以动态调整排水系统的运行策略,实现对水流的精确控制和调节。同时,基于机器学习和深度学习算法的应用,可以提高内涝治理系统的自适应能力,逐步优化系统性能和效率,实现城市内涝治理的持续改进和提升。

#### 3.3.3 BIM 技术在城市内涝治理中的应用

建筑信息模型(BIM)技术在城市内涝治理中的应用,突显了在设计、建设和管理城市基础设施方面的关键作用。

首先,BIM 技术通过整合和建模城市排水系统的各个组成部分,包括管道网络、雨水收集设施和泵站等,实现了对城市水资源的全面数字化管理。通过 BIM 模型,工程师和设计师能够在虚拟环境中精确地模拟和分析不同设计方案对内涝治理效果的影响,从而优化设计方案并提高项目的可持续性和效率。其次,BIM 技术在施工阶段的应用使得内涝治理工程的实施更加精准和高效。建立在 BIM 模型基础上的施工管理系统,可以帮助监理团队和施工人员实时监控工程进度和质量,确保设计方案的准确实施。例如,在施工过程中,可以利用 BIM 技术进行三维模拟和碰撞检测,避免设计与实际施工之间的冲突和误差,从而保障内涝治理工程的顺利进行和质量的高效控制。第三,BIM 技术在内涝治理系统的运营和维护阶段的应用,能够实现设施的智能化运行管理和长期监测。通过将实时监测数据与 BIM 模型集成,运营管理团队可以实时掌握设施的运行状态和效率,并及时采取必要的维护和调整措施。此外,BIM 技术还支持设施的历史数据追溯和预测性维护,通过分析和比对不同时间段的数据变化,提前预警可能出现的设施故障或性能下降,从而降低维护成本和提升设施的整体可靠性和持久性。

### 4 结语

城市内涝治理是一个复杂而持续的挑战,直接关系到城市居民的生活质量和城市的可持续发展。本文通过分析城市内涝的成因、治理策略及其实施方案,强调了综合治理措施在解决内涝问题中的重要性和必要性。从工程措施到非工程措施,再到信息化管理平台的建设,每一项都在不同层面和角度为内涝防治提供了有力支持。在未来的城市规划和建设中,我们需要更加重视科学技术的应用,尤其是物联网、大数据和人工智能等先进技术在内涝治理中的广泛应用,以提升城市排水系统的智能化和预测能力。同时,政策法规的完善和社会公众的参与也是保障城市内涝治理成功的重要保障。通过持续的创新和合作,我们有信心克服城市内涝带来的挑战,打造更加安全、宜居的城市环境,为城市的可持续发展贡献我们的力量。

#### [参考文献]

- [1] 吴友恒. 泉州市城市内涝治理系统化实施方案探索与实践[J]. 福建建筑, 2023(10): 101-105.
- [2] 付乐, 张世元. 城市内涝治理系统设计要点及案例分析[J]. 科技和产业, 2022, 22(1): 236-240.
- [3] 周一青. 我区制定城市内涝治理系统化实施方案[N]. 宁夏日报, 2021-12-29(02).

作者简介: 刘健(1987.12—), 毕业院校: 扬州大学, 所学专业: 水利工程, 当前就职单位: 徐州市供排水管理中心, 工程师; 刘冬(1975.11—), 扬州大学农学院, 农田水利专业, 沛县水利局沛城镇水利管理服务站, 工程师; 张洋(1994.4—), 毕业院校: 南昌工程学院, 所学专业: 水利水电工程, 当前就职单位: 徐州市南水北调工程管理中心, 职称级别: 助理工程师。



# 立体绿化在城市建筑景观设计中的应用研究

郑晓倩

河北天和咨询有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 近年来, 随着城市化和工业化进程的加速, 城市面临着空间资源有限、环境污染加剧和生态系统恶化等问题。传统的城市设计和规划模式已经难以满足日益增长的人口和经济活动对城市功能和生活质量的要求。因此寻找一种既能够提升城市绿化覆盖率, 又能够实现可持续发展的解决方案显得尤为重要。立体绿化作为一种新兴的城市设计理念, 不仅仅强调在建筑物表面增加绿色植被的装饰效果, 更重要的是通过绿色系统的构建和植被的选择, 实现生态功能的提升和生态系统的恢复。它不仅美化城市环境, 还能够改善空气质量、调节城市气候、增加城市生态系统的抗灾能力, 以及提升居民的生活质量和健康感。因此, 立体绿化已经成为了当前城市建筑景观设计中一个备受关注和研究的重要方向。

[关键词] 立体绿化; 城市建筑; 景观设计; 应用

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13977

中图分类号: TU986.4

文献标识码: A

## Application Research on Stereoscopic Greening in Urban Architectural Landscape Design

ZHENG Xiaoqian

Hebei Tianhe Consulting Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** In recent years, with the acceleration of urbanization and industrialization, cities are facing problems such as limited spatial resources, intensified environmental pollution, and deteriorating ecosystems. The traditional urban design and planning models are no longer able to meet the increasing demands of population and economic activities for urban functionality and quality of life. Therefore, it is particularly important to find a solution that can both improve urban green coverage and achieve sustainable development. As an emerging urban design concept, three-dimensional greening not only emphasizes the decorative effect of adding green vegetation on the surface of buildings, but more importantly, through the construction of green systems and the selection of vegetation, it achieves the improvement of ecological functions and the restoration of ecosystems. It can not only beautify the urban environment, but also improve air quality, regulate urban climate, increase the disaster resistance of urban ecosystems, and enhance residents' quality of life and sense of health. Therefore, three-dimensional greening has become an important direction of attention and research in current urban architectural landscape design.

**Keywords:** stereoscopic greening; city building; landscape design; application

### 引言

随着城市化进程的加速和人口的持续增长, 城市面临着日益严峻的环境和生活质量挑战, 如何有效利用有限的城市空间, 同时改善生态环境和提升居民的生活品质, 成为了当代城市规划和设计的重要课题。立体绿化作为一种创新的设计理念, 不仅可以在城市建筑景观中实现空间的多层次利用, 还能够通过植物生长和生态系统的建设, 提升城市的环境质量和人们的生活体验。本文将探讨立体绿化在城市建筑景观设计中的应用及其优势、存在的问题以及未来的发展前景。

### 1 立体绿化在城市建筑景观设计中的应用优势

#### 1.1 空间利用效率提升

立体绿化在城市建筑景观设计中, 空间利用效率提升是其显著的优势之一。传统的地面绿化常常受限于土地稀缺和建筑密集, 而立体绿化巧妙地利用了建筑立面、屋顶以及其他垂直结构空间, 有效扩展了绿化面积, 不仅使得城市在有限空间内也能实现丰富的绿化布局, 还为居民和

游客提供了更多与自然亲近的机会。这种做法不仅提升了城市的整体美观和生态环境质量, 同时也促进了城市的可持续发展和居民的生活品质。

#### 1.2 环境改善与生态保护

立体绿化在城市建筑景观设计中, 对环境改善和生态保护起到了重要作用。通过引入大量植被, 立体绿化不仅能够有效吸收空气中的有害物质, 还能减少城市热岛效应提升空气质量。植物的生长过程中释放的氧气能够改善周围的空气环境, 同时吸收二氧化碳, 有助于减少温室气体的排放。此外, 立体绿化还可以促进生物多样性, 为城市提供了重要的生态系统服务, 如提供栖息地和食物来源, 有助于保护城市内的自然生态平衡。因此, 立体绿化不仅美化了城市, 还在保护和改善环境方面发挥了积极作用。

#### 1.3 美学价值增加

立体绿化在城市建筑景观设计中, 显著提升了美学价值。通过在建筑物和城市空间中引入植被, 不仅增加了自然元素的存在感, 还赋予了城市更为生动和宜人的面貌。

这些绿化设计不仅令人心情愉悦,还能够改善城市的整体视觉效果,为居民和游客创造了一个愉悦的生活和休闲环境<sup>[1]</sup>。植物的色彩和形态多样性,不仅丰富了城市景观的层次和色彩,还为城市的建筑物增添了独特的艺术魅力。因此,立体绿化不仅在功能上丰富了城市空间,还在审美上提升了城市的整体品质和吸引力。

## 2 立体绿化在城市建筑景观设计中应用存在的不足

### 2.1 缺乏丰富立体的空间结构设计

在立体绿化的城市建筑景观设计中,一个显著的不足是缺乏丰富的立体空间结构设计。尽管立体绿化已经在建筑立面、屋顶和公共空间得到广泛应用,但设计上的创新和多样性仍然有限。目前许多立体绿化项目过于单一,缺乏针对性地结合建筑形态和环境特征进行设计的实践。这种情况导致了一些绿化结构在视觉和功能上显得单一乏味,无法充分展现出立体绿化的潜力和吸引力。丰富立体空间结构设计的不足不仅影响了绿化效果的美观性和独特性,还限制了绿化系统在城市中的整体融入感和协调性。缺乏创新的空间设计限制了绿化系统在不同建筑类型和环境条件下的适应能力,使得一些项目难以充分发挥其环境改善和美学增值的潜力。因此,未来的研究和实践应该注重发展多样化和创新性的立体空间结构设计,以提升立体绿化项目的整体质量和城市景观的多样性,从而更好地满足不同城市环境和社区需求。

### 2.2 缺乏人性化设计

缺乏人性化设计在立体绿化的城市建筑景观中是一个显著的问题。这意味着设计师在规划和执行过程中,未能充分考虑到居民和使用者的实际需求和体验。结果可能导致绿化项目的功能性与实用性社区生活方式和文化背景不匹配,从而减弱其在城市环境中的可持续性和长期接受度。

### 2.3 缺乏高水平的专业人才

缺乏高水平的专业人才是立体绿化在城市建筑景观设计中的一个主要挑战。这一问题反映出行业内对于具备深厚知识和跨学科能力的专业人才的需求未能得到充分满足。由于绿化项目需要综合考虑工程、设计、生态学和社会科学等多个领域的知识,缺乏高水平的专业人才可能导致设计方案的局限性和实施过程中的技术难题。此外,专业人才的缺乏也可能影响到绿化项目的创新性和可持续性,限制了行业发展的潜力和影响力。

## 3 立体绿化在城市建筑景观设计中的具体应用

### 3.1 立交桥的立体绿化设计

立交桥的立体绿化设计在城市建筑景观中具有重要的应用价值和意义。立交桥作为城市道路交通的重要节点和城市形象的突出部分,绿化设计不仅仅是美化城市景观的手段,更是提升城市生态环境和改善空气质量的重要途径之一。通过在立交桥结构的不同层次和空间中引入绿植

和景观元素,可以有效地利用空间,增加城市的绿化覆盖率和生态多样性。例如,在立交桥的支柱、梁和墙面等结构部件上安装绿色植物或垂直花园,不仅能够改善周围空气质量,还可以减少城市热岛效应的影响。此外,通过选择适合当地气候和生态环境的植物品种,并结合自动灌溉和智能监测系统,可以有效提高绿化的维护效率和成活率。立交桥的立体绿化设计不仅在视觉上增加了城市的绿色面积,还通过生态功能的发挥,如吸收尾气中的有害物质和噪声缓解,为居民提供了更为健康和舒适的居住环境。因此,立交桥绿化设计不仅仅是单纯的美化项目,更是城市可持续发展战略的重要组成部分,体现了人与自然和谐共生的理念。

### 3.2 屋顶的立体绿化设计

屋顶的立体绿化设计在城市建筑景观中具有显著的功能和美学效果。它不仅仅是屋顶空间的装饰,更是一种提升城市生态环境、改善居住质量的创新方式。首先,屋顶绿化可以有效利用城市建筑的空间,将原本未被利用的屋顶转化为绿色花园、种植区或休闲空间,从而提升城市的绿化覆盖率和空间利用效率。这种设计不仅美化了城市天际线,还改善了城市的空气质量,减少了城市热岛效应的影响。其次,屋顶绿化设计有助于水资源的管理和保护,通过引入雨水收集系统和植被覆盖层可以减少雨水径流,提高水资源的利用效率降低洪涝风险。这种生态系统还有助于过滤空气中的有害物质,改善周围居民的生活环境。除此之外,屋顶绿化还提供了一个理想的生态栖息地,促进城市生物多样性的增加。选择适合当地气候和生态环境的植物品种,并配备智能灌溉系统和光伏板等先进技术,能够有效提高绿化的维护效率和可持续性。

### 3.3 生态走廊与连接的立体绿化设计

生态走廊与连接的立体绿化设计在城市规划中具有重要的功能和战略意义。这种设计不仅仅是美化城市空间的手段,更是促进生态系统健康、提升城市可持续性的关键举措之一<sup>[2]</sup>。首先,生态走廊与连接的立体绿化设计通过连接城市内外的绿地、公园和自然保护区,形成一个连续的生态网络。这种设计能够提供野生动植物迁徙的通道,促进生物多样性的维持和增加。同时,它还可以减少城市开发对自然生态系统的干扰,保护和恢复生态系统的完整性和功能。其次,生态走廊与连接的立体绿化设计有助于改善城市居民的生活质量和健康状况,通过在生态走廊沿线增加步行道、自行车道和休闲设施,可以为市民提供健康的户外活动空间,并促进社区之间的互动和交流。这种设计不仅提升了城市的休闲娱乐功能,还有助于减少城市热岛效应改善空气质量。此外,生态走廊与连接的立体绿化设计还可以有效提升城市的景观品质和文化价值。通过选择与当地生态和文化背景相适应的植物种类,并结合景观艺术作品和文化符号,可以打造具有地方特色和历史感

的景观,增强市民对城市的归属感和文化认同。

#### 4 立体绿化在城市建筑景观设计中的应用前景

##### 4.1 多学科合作与创新

立体绿化在城市建筑景观设计中的应用前景展示了多学科合作与创新的重要性和潜力。随着城市化进程的加速和生态环境问题的日益突出,立体绿化不仅仅是一种美化手段,更成为解决城市生态挑战、提升居民生活质量的关键策略。首先,设计师、工程师、生态学家、城市规划师和社会科学家等各个领域的专家需要共同合作,共享资源和知识,从而在设计阶段就能够综合考虑到生态、技术、社会和经济的各种因素。例如,生态学家能够提供关于植物种植和生长环境的专业知识,工程师能够设计灌溉系统和结构支持,而社会科学家则能够评估居民对绿化设计的态度和需求,从而确保设计方案的可持续性和社会接受性。其次,随着科技的发展和材料工艺的进步,例如智能灌溉系统、轻型耐候材料和可再生能源的应用,使得立体绿化不再局限于传统的植物种植,而是能够更高效地利用资源并提升设计的功能性和持久性<sup>[3]</sup>。这种技术创新不仅提升了绿化系统的管理效率,还能够适应不同气候和环境条件下的挑战,如干旱、高温或者寒冷地区的应对方案。最后,多学科合作与创新不仅仅能够推动立体绿化技术的发展,还能够促进城市生态文明的建设和全球环境可持续发展目标的实现,通过整合各方资源和创新力量,立体绿化设计有望成为未来城市发展的重要组成部分,为居民提供更加宜居和健康的生活空间,同时也为城市增添独特的生态魅力和文化价值。

##### 4.2 强调用户参与和体验

强调用户参与和体验是立体绿化在城市建筑景观设计中的重要趋势和未来发展方向。传统的景观设计往往是由专业设计师单方面规划和实施,而如今,越来越多的设计理念强调让居民和使用者参与到设计过程中来,从而更好地满足他们的需求和期待。首先,用户参与可以从设计的初期阶段就开始。通过开展社区研究和调查,设计团队可以了解到居民对于城市绿化的偏好、习惯和期望,这些信息可以直接影响到最终的设计方案。例如,居民可能更倾向于具有本地文化特色的植物种植或者具有特定功能性质的公共空间设置,这些需求可以通过用户参与的方式被有效地反映和满足。其次,强调用户体验意味着设计不仅仅关注于视觉上的美观,还要考虑到使用者在空间中的感受和互动。设计师可以通过增加多样化的活动设施、创新的座椅设计、舒适的休息区域等方式,提升居民在绿化空间中的生活质量和幸福感。例如,在公园和休闲区域中加入互动艺术装置、音乐演出或者户外健身设施,可以吸引更多的居民参与和利用这些空间,从而增强社区的凝聚力和活力。最后,用户参与和体验不仅仅是为了美化城市环境,更是促进城市居民参与公共事务和环境保护的一种

手段。通过让居民参与到绿化设计中来,可以增强他们对城市环境的责任感和归属感,从而推动社会的可持续发展和生态保护意识的培养。

##### 4.3 提升教育培训和跨学科能力

提升教育培训和跨学科能力是推动立体绿化在城市建筑景观设计中应用的重要策略之一。随着立体绿化技术的复杂性和应用领域的扩展,培养具备跨学科知识和技能的专业人才显得尤为关键。首先,教育培训的提升需要从学术和实践两方面着手,在学术层面需要加强与生态学、景观设计、工程学等相关学科的交叉教学和研究合作。通过设立专业课程和研讨会,培养学生对于城市生态系统、绿色基础设施和可持续设计原则的深刻理解。同时,实践经验的积累也至关重要,学生应当有机会参与到真实项目中,与行业专家共同探索解决方案,并在实地操作中提升技能和应对复杂问题的能力。其次,跨学科能力的提升需要强调团队合作和跨界交流。在设计团队中,不同专业背景的成员如生态学家、城市规划师、艺术家和社会科学家等应能够有效地协作和交流,共同探讨如何在绿化设计中融合生态保护、社会需求和技术创新。这种跨学科的合作不仅能够促进设计方案的综合性和创新性,还能够培养团队成员在复杂环境中解决问题的能力 and 灵活应对挑战的态度。最后,教育培训和跨学科能力的提升不仅仅是为了满足当前立体绿化设计的需求,更是为了培养未来城市规划与设计领域的领导者和决策者。这些专业人才将在推动城市生态可持续发展和改善居民生活质量的过程中发挥关键作用,促进社会对环境保护和可持续发展的认知与实践。

#### 5 结语

在城市建筑景观设计中,立体绿化作为一种创新和可持续发展的手段,展现了在空间利用效率、生态保护、美学价值等方面的重要作用。通过有效的设计和实施,立体绿化不仅美化了城市环境,还促进了社区的互动和生活质量的提升。面对设计中的挑战和实施中的复杂性,需要多学科的合作与创新,以及持续的教育培训和跨学科能力的提升,以推动其在未来的进一步发展和应用。立体绿化的未来,将在技术进步和社会需求的驱动下,继续为城市可持续发展和人们的生活带来积极的影响。

##### 【参考文献】

- [1]唐乐天,彭玥,罗爽爽.立体绿化在城市建筑景观设计中的应用[J].居舍,2022(28):142-145.
  - [2]谭国栋.立体绿化在城市建筑景观设计中的应用[J].城市建筑,2021,18(9):163-165.
  - [3]李文轩.立体绿化在城市建筑景观设计中的应用[J].现代园艺,2019(2):123-124.
- 作者简介:郑晓倩(1984.10—),女,高级工程师,籍贯:河北省石家庄市。



## 城市生态绿化理念及其在城市生态建设中的应用

薛亚培<sup>1</sup> 鲁晓宁<sup>2</sup>

1. 河北金石建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

2. 九易庄宸科技(集团)股份有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着城市化进程的加快,空气污染、城市热岛效应和水资源短缺等环境问题日益严重。生态绿化作为一种综合解决方案,关注的不仅是环境美化,更包括生态系统的恢复、资源的高效利用及文化的融入。通过科学规划与设计,生态绿化致力于改善城市微气候、提升生态韧性,并彰显地方文化。这一理念标志着城市绿化从单纯美观转向全面的生态功能与社会效益提升。

[关键词]城市生态绿化;城市生态建设;原则

DOI: 10.33142/ucp.v1i2.13614

中图分类号: TU986.4

文献标识码: A

## The Concept of Urban Ecological Greening and Its Application in Urban Ecological Construction

XUE Yapei<sup>1</sup>, LU Xiaoning<sup>2</sup>

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

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

**Abstract:** With the acceleration of urbanization, environmental problems such as air pollution, urban heat island effect, and water scarcity are becoming increasingly serious. Ecological greening, as a comprehensive solution, focuses not only on environmental beautification, but also on the restoration of ecosystems, efficient utilization of resources, and integration of culture. Through scientific planning and design, ecological greening is committed to improving urban microclimate, enhancing ecological resilience, and showcasing local culture. This concept marks the shift of urban greening from simple aesthetics to comprehensive ecological functions and social benefits enhancement.

**Keywords:** urban ecological greening; urban ecological construction; principles

### 引言

在全球城市化进程的加快中,城市面临着环境污染、资源短缺和生态退化等严峻挑战。传统的绿化方式逐渐显露出其局限性,难以有效解决这些问题,生态绿化作为一种全新的城市环境管理理念逐渐受到关注,它不仅关注城市景观的美化,更注重生态系统的修复与资源的可持续利用。通过将自然环境、生态功能和文化背景相结合,生态绿化致力于创建健康、宜居的城市空间,提升居民的生活质量和城市的整体环境水平。

### 1 生态绿化的作用

#### 1.1 提升城市生态系统质量

生态绿化对提升城市生态系统质量具有至关重要的作用。通过引入多样化的植物种类和设计合理的绿地系统,生态绿化可以增强城市的生态稳定性和生物多样性。绿地和植被的增加有助于净化空气、降低噪声污染,并且提供栖息地,支持城市生物群落的健康发展。此外,生态绿化还能改善城市土壤结构,减少水土流失促进雨水渗透,从而增强城市生态系统的整体功能。通过这些综合效益,生态绿化不仅提升了城市环境的质量,还增强了城市对环境变化的适应能力和恢复力。

#### 1.2 改善城市微气候

生态绿化显著改善城市微气候,通过增加植被覆盖调

节城市温度和湿度。植被的蒸腾作用能有效降低周围空气温度,缓解城市热岛效应,从而使城市环境更加宜人。绿地和树木的阴影效果也减少了地表温度,降低了对空调和冷却系统的需求,进一步节约能源。此外,植物通过吸收二氧化碳和释放氧气,有助于改善空气质量。雨水通过植被的截留和渗透,减少了城市洪水风险并提高了水资源的利用效率。

#### 1.3 增强城市韧性与可持续性

生态绿化通过提升城市的自然系统能力,增强了城市的韧性与可持续性。绿色基础设施,如城市公园、湿地和绿化带,能够有效吸收和缓解自然灾害带来的冲击,例如洪水和风暴。植被的存在减少了城市表面的硬化程度,提高了雨水的吸收和排水能力,从而减轻了洪涝灾害的影响。绿地系统也为社区提供了缓解压力的空间,增强了居民的生活质量。同时,生态绿化促进了资源的可持续利用,通过减少能源消耗和维护自然生态系统,支持了城市的长期发展和环境保护。

### 2 生态绿化与传统绿化的比较

#### 2.1 可持续发展理念的融入

生态绿化与传统绿化的主要区别在于是否融入了可持续发展理念。传统绿化通常侧重于短期的美观和功能性,如简单的绿化装饰和功能性绿地。生态绿化则将可持续发展理念作为核心,通过长期的环境、经济和社会效益平衡,

推动城市绿化的全面提升。它强调选择本土植物以减少维护成本,应用节水灌溉技术减少资源消耗,并采用环保材料降低对自然资源的依赖。生态绿化还注重系统化的规划,考虑生态系统服务功能,如空气净化、雨水管理和生物多样性保护,从而实现资源的高效利用和环境的可持续性。

## 2.2 生态功能的增强

生态绿化显著增强了城市的生态功能,通过系统化的绿地规划和多样化的植被配置提供了多重环境效益。与传统绿化相比,生态绿化更加注重生态系统服务的提升。例如,通过设置绿化带和湿地,可以有效改善空气质量,降低城市热岛效应,并提高雨水的自然渗透能力,从而减少洪水风险。此外,生态绿化支持生物多样性的增长,为野生动植物提供栖息地,增强了生态系统的稳定性和恢复力。

## 2.3 人本主义设计的应用

人本主义设计在生态绿化中的应用,将用户需求和体验置于设计核心,创造更加宜人和功能性的城市空间。这种设计理念注重从人的视角出发,结合社会文化和心理需求,以提升公共绿地的使用价值和人文关怀。例如,在城市公园和绿地的规划中,设计师会考虑到步行路径的连贯性、休息区的舒适性及活动空间的多样性,以适应不同年龄层和生活方式的用户需求。此外,人本主义设计还重视社区参与,通过与居民的互动,了解他们的意见和期望,使绿化项目更具本土特色和适应性。这种以人为本的设计方法不仅提升了城市绿化的使用效率和舒适度,还增强了居民的归属感和幸福感,促进了社会和谐与可持续发展。

# 3 城市生态绿化的应用原则

## 3.1 城市绿地系统规划

城市绿地系统规划是生态绿化实施的基础,通过系统化的布局和科学的设计提升城市环境质量。有效的绿地系统规划应综合考虑城市的空间结构、生态需求和社会功能<sup>[1]</sup>。首先,规划应明确绿地的功能分区,包括公园、社区绿地、缓冲带和生态走廊,以优化空间使用和生态连接。其次,应根据城市的气候条件和地形特点,选择适宜的植物种类,确保绿地的生态适应性和可持续性。合理的绿地网络布局不仅要满足居民的休闲需求,还应增强城市的生态功能,如空气净化、雨水管理和温度调节。此外,规划过程中应充分考虑到未来发展需求和环境变化,确保绿地系统的长期有效性。通过科学规划和全局视角,城市绿地系统能够有效提升城市的生态质量和居民的生活福祉。

## 3.2 “天人合一”设计理念

“天人合一”设计理念源于传统的哲学思想,强调人类活动与自然环境的和谐共生。在生态绿化中,这一理念体现在将自然元素与建筑环境无缝融合,通过设计实现人与自然的和谐互动,倡导利用自然地形、气候条件和生态系统服务,最大化自然资源的利用效率,并减少对环境的负面影响。例如,在城市规划中,通过融入自然景观元素如水体、

绿地和自然植被,创造出既符合生态要求又满足人类需求的公共空间。同时,设计还应尊重当地的生态环境,选择适应性强的本土植物,减少对外来资源的依赖。通过“天人合一”的设计,城市不仅能够提升环境质量,还能增强居民的自然体验和生活质量,实现人与自然的共生与持续发展。

## 3.3 生态功能优先

在城市绿化设计中,生态功能优先的原则强调优先考虑生态系统的健康和功能需求,以确保环境的可持续性和城市的长期适应能力。这一原则要求在绿地规划和设计过程中,首先满足生态功能的需求,如空气质量改善、雨水管理、生物栖息地保护等,而非单纯追求视觉美观或短期效益。例如,设计师应优先创建生态走廊和湿地系统,以促进生物多样性和自然水循环,同时选择具有高生态价值的植物种类,以增强绿地的生态服务功能。通过这种方式,绿化项目不仅能够有效提升城市环境的生态质量,还能为城市居民提供更为健康和舒适的生活空间。生态功能优先的设计思路确保了城市绿化的可持续性,使其在应对气候变化和环境压力时更加具有韧性和有效性。

# 4 生态绿化在城市生态建设中的应用

## 4.1 文化与生态园林

文化与生态园林的结合是现代园林设计中的一项重要创新,将绿色设计理念与丰富的文化背景融合,创建出既具生态功能又富有地域特色的园林空间。这一理念不仅关注植物配置和景观美学,还深刻体现了地方历史、文化和社会习俗,使园林成为自然与文化的交汇点。在文化与生态园林设计中,园林布局和景观构造通常会深刻反映当地的历史和传统。例如,传统园林中的水景(如池塘、溪流)和假山(如岩石叠砌)不仅具有观赏价值,还能调节微气候、提升生态功能。亭台楼阁等元素则承载了丰富的文化象征,通过这些结构,设计师可以将传统文化和现代生态技术巧妙结合,实现既保留历史遗产,又满足当代生态需求的双重目标。这样的设计既尊重了地方文化,又增强了园林的实用性和美观性。此外,文化与生态园林还注重地方植物的应用,选择本土植物不仅有助于保护地方生态,还能提升园林与周边环境的协调性。植物的配置和景观设计应结合地方特有的植物群落,体现地域特色,增强园林的文化认同感。例如,在某些地区可能会使用具有地方传统意义的植物,如象征好运的梅花或松树,来增加园林的文化深度。园林的设计还可以通过形式和材料的选择来体现文化背景。例如,利用当地传统建筑风格和材料,如古代砖瓦或木结构,与现代环保材料相结合,创建具有文化厚度的生态空间<sup>[2]</sup>。这种设计不仅提升了环境的美学价值,还加深了居民对本土文化的认知和情感联系。通过文化与生态园林的应用,城市绿化项目不仅能丰富城市景观的层次和多样性,还能提升公众对园林文化和生态保护的认识。这种融合的设计方法不仅使园林具备了历史价值

和文化内涵,也为城市居民提供了更加贴近自然的生活环境,实现了生态保护与文化遗产的和谐统一。

#### 4.2 自然生态环境的保护与恢复

在城市生态建设中,自然生态环境的保护与恢复是核心任务之一。保护和恢复自然生态环境不仅能提升城市生态系统的稳定性,还能促进生物多样性和生态服务功能的增强。首先,应用乡土树种是保护自然生态的有效策略。乡土树种因其对本地气候和土壤的适应性强,能够更好地生长,减少了外来物种对环境的潜在威胁。这些植物在城市环境中不仅美化了景观,还具备净化空气、防风固沙、调节气候和涵养水源的多重生态功能。选择如樟树、侧柏、白蜡和榆树等适应性强的乡土树种,有助于提升城市绿地的生态稳定性和抗逆性。其次,重视水资源的科学利用是实现生态恢复的重要环节。在城市园林设计中,应充分考虑水资源的合理利用和节约。例如,通过种植适应湿润环境的水生植物和湿生植物,可以提高园林对水资源的利用效率。同时,合理配置植物和铺设草坪,能够优化水资源管理,减少灌溉需求和维护成本。在设计中,应避免过度使用草坪,选择适合的植物种类和配置方案,以确保水资源的可持续利用和园林绿化效果的提升。

#### 4.3 资源利用的优化与高效管理

在城市生态建设中,资源利用的优化与高效管理至关重要,它不仅涉及对自然资源的节约和再利用,还包括提升资源使用效率以支持可持续发展。优化资源利用首先要求精准评估和合理配置资源。例如,在绿化工程中,通过选择本土植物和耐旱植物,可以减少水资源的消耗并降低维护成本。同时,利用雨水收集系统和节水灌溉技术,可以有效提高水资源的使用效率减少对自来水的依赖。其次,高效的资源管理还应包括废弃物的循环利用和处理。城市园林建设中应鼓励使用可回收和可再生材料,如回收木材和再生塑料,以减少资源浪费并降低环境负担。同时,通过建设绿色基础设施,如生态停车场和雨水花园,可以促进废水和雨水的自然处理和再利用,提升资源的整体利用效率。此外,智能化管理技术的引入也是资源优化的重要手段<sup>[3]</sup>。利用传感器和数据分析工具监测植物生长、土壤湿度和环境条件,可以实现精准灌溉和养护,进一步提高资源使用的科学性和高效性。城市绿地管理系统通过实时数据和反馈机制,不仅能够及时调整管理策略,还能预测和应对潜在问题,确保资源的长期可持续利用。

#### 4.4 科学配置植物

科学配置植物是实现城市绿化目标和提升生态效益的关键环节。植物配置不仅关乎景观美学,更直接影响生态功能的发挥。首先,科学配置需要考虑植物的生态适应性和生长特性。选择适应当地气候、土壤条件和环境变化

的植物种类,可以确保植物的健康生长,减少对额外资源的需求。例如,选择耐旱植物或本土植物可以有效减少灌溉需求,同时提高植物的存活率和抗逆性。其次,植物的空间布局应根据功能需求进行优化。例如,植树造林可以在城市中创建绿色屏障,减少噪音和风速,同时提供阴凉和美观;花坛和草坪则适合用于公共休闲区,提升城市景观的多样性和可观赏性。在配置过程中,还应综合考虑植物的生长高度、冠幅以及根系扩展,以避免植物间的相互竞争和遮挡,确保各类植物的功能最大化。另外,植物配置应注重季节变化和生态功能的动态平衡。选择具有不同开花期和观赏期的植物,可以使绿地在不同季节保持美观和生机。同时,合理搭配不同功能的植物,如固氮植物、净化空气的植物和遮荫植物,可以增强绿地的生态服务功能,如空气净化、温度调节和生物栖息地提供。最后,植物配置还需融入生态系统服务的考虑。例如,通过配置雨水花园和湿地植物,可以提升雨水管理效果,减少城市排水压力。

#### 5 结语

城市生态绿化不仅仅是提升城市环境美观的手段,更是实现可持续发展、保护生态系统和传承文化的重要途径。通过对生态绿化作用的深入探讨,我们认识到提升生态系统质量、改善城市微气候、增强城市韧性等方面的显著益处。同时,生态绿化在实践中与传统绿化的比较,突显了可持续发展理念的深远影响。在应用原则中,我们强调了科学规划城市绿地系统、融入“天人合一”的设计理念以及优先考虑生态功能的重要性。而文化与生态园林的结合,更是将地域特色和历史文化融入现代绿化项目,实现了环境美学与文化遗产的双重提升。未来的城市绿化应继续秉持这些原则,推动资源的高效管理和科学植物配置,以建设更加绿色、可持续和充满文化内涵的城市环境。只有这样,才能在实现生态保护与城市发展的平衡中,创造出更具生命力和人文关怀的城市空间。

#### 【参考文献】

- [1]朱惠蓉.浅谈生态系统理念在城市园林绿化中的应用与技术分析[J].园艺与种苗,2023,43(11):52-55.
- [2]徐佩美.城市生态绿化理念及其在城市生态建设中的应用[J].现代园艺,2022,45(22):159-161.
- [3]刘斌.生态理念下城市街旁绿地设计探究[J].现代园艺,2021,44(12):110-111.

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。鲁晓宁(1991.5—),毕业院校:河北大学,所学专业:建筑学,当前就职单位:九易庄宸科技(集团)股份有限公司,职务:主创建筑师,职称级别:工程师。



## 市政工程施工质量的影响因素与质量控制

陈晶晶

宜昌朝阳建设工程有限责任公司, 湖北 宜昌 443100

**[摘要]**在我国经济飞速发展的大背景下, 城市化建设的步伐日益加快, 市政工程项目也随之增加, 不仅如此, 其规模也不断随之扩大。市政工程在城市经济发展中占有重要地位, 对城市经济发展影响重大。市政工程的不断发展对城市居民生活水平和生活质量影响深远, 我们必须重视市政工程建设质量。此文对市政工程在施工过程中影响施工质量的因素进行分析, 并提出控制施工质量因素的对策, 供大家参考。

**[关键词]**市政工程; 施工质量; 影响因素; 质量控制

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13975

中图分类号: TU99

文献标识码: A

### The Influencing Factors and Quality Control of Municipal Engineering Construction Quality

CHEN Jingjing

Yichang Zhaoyang Construction Engineering Co., Ltd., Yichang, Hubei, 443100, China

**Abstract:** Against the backdrop of rapid economic development in China, the pace of urbanization construction is accelerating, and municipal engineering projects are also increasing. Moreover, their scale is constantly expanding. Municipal engineering plays an important role in urban economic development and has a significant impact on urban economic development. The development of municipal engineering has a profound impact on the living standards and quality of life of urban residents, and we must attach great importance to the quality of municipal engineering construction. This article analyzes the factors that affect the construction quality of municipal engineering during the construction process, and proposes countermeasures to control the construction quality factors for your reference.

**Keywords:** municipal engineering; construction quality; influencing factors; quality control

#### 引言

市政工程施工质量的控制是确保城市基础设施安全、功能性和耐久性的关键环节。市政工程项目涉及复杂的工程设计和施工过程, 涵盖道路、桥梁、隧道、排水系统等多个方面, 其质量直接影响到城市的交通流畅、公共安全和居民生活质量。然而, 施工质量受到多种因素的综合影响, 其中包括设计阶段的科学性和准确性、施工材料的选择和质量、施工工艺的规范性、施工人员的技术水平以及施工现场的管理和监督。设计方案的合理性、材料和设备的规格与标准、施工工艺的实施情况、施工人员的技能与经验, 以及质量控制和监管的力度, 都是决定施工质量的关键因素。因此, 在项目的每一个阶段都需要实施严格的质量控制措施, 确保各项标准和要求得到有效执行。通过深入分析这些影响因素, 并采取针对性的质量控制措施, 可以有效提升市政工程施工的整体质量, 确保工程按时、按质完成, 满足公众和社会对基础设施的高标准需求。这不仅有助于提高工程项目的长期使用效果, 还能促进城市的可持续发展。

#### 1 加强市政工程施工质量管理意义

加强市政工程施工质量管理具有深远的意义, 直接关系到城市基础设施的安全性、耐久性和功能的有效发挥。市政工程作为城市发展的基础支撑, 其施工质量不仅影响到工程的使用寿命和运营成本, 还关系到市民的日常生活

质量和公共安全。高质量的施工管理能够有效避免因施工瑕疵引发的安全事故, 减少后期的维修和维护费用, 从而降低全生命周期的成本。此外, 优质的施工管理还能够提升项目的整体形象, 增强公众对政府和施工企业的信任度, 进一步推动城市的可持续发展。对于施工企业而言, 严格的质量管理是提升市场竞争力的重要途径, 能够帮助企业树立良好的品牌形象, 获取更多的市场份额。

#### 2 市政工程的特征

市政工程具有独有的特征, 主要表现为其规模庞大、涉及面广、与城市居民的日常生活紧密相关。市政工程通常包括道路、桥梁、供水、排水、供电、供气等基础设施建设, 这些工程不仅技术复杂、施工周期长, 而且需要协调多个部门和专业的协作。同时, 市政工程往往位于城市的核心区域, 施工过程中需要兼顾交通、环保和居民生活的正常运行, 这对施工的组织管理提出了更高的要求。此外, 由于市政工程直接服务于公众, 其质量和安全性至关重要, 必须确保工程在高标准下进行, 以满足长期使用的需求<sup>[1]</sup>。因此, 市政工程的特征决定了其在规划、设计、施工和管理各个环节都需要高度重视和严格控制。

#### 3 影响市政工程施工质量的主要因素

##### 3.1 质量管理体系因素

影响市政工程施工质量的主要因素之一是质量管理

体系的健全性和执行力度。一个科学合理的质量管理体系能够为工程项目提供规范的操作流程和标准,确保各个施工环节都有明确的质量控制措施。然而,如果质量管理体系不够完善,缺乏系统性或执行不力,就可能导致施工过程中出现质量隐患。例如,管理流程不清晰、职责划分不明确、监督检查不到位等问题,都会直接影响到工程的整体质量。此外,管理人员的专业素质和管理意识也是影响质量管理体系有效性的的重要因素。如果管理人员对质量控制的重视程度不够或缺乏相关知识,可能会导致施工质量流于形式,无法真正起到保障工程质量的作用。

### 3.2 工程设计因素

工程设计是影响市政工程施工质量的关键因素之一,设计的科学性和合理性直接决定了施工的顺利进行和最终工程的质量。一个优秀的工程设计应充分考虑项目的实际环境条件、使用功能、材料特性和施工工艺等多方面因素,确保设计方案既满足技术规范,又具有良好的可操作性。然而,若设计阶段存在问题,如设计图纸不完善、设计标准不合理、未充分考虑现场实际情况等,就可能在施工过程中引发一系列质量问题。例如,设计中的细节疏忽可能导致施工过程中出现返工或修改,增加成本并延误工期。此外,设计与施工的衔接不当,或者设计变更未及时沟通,也会对施工质量产生不利影响。

### 3.3 材料管理因素

材料管理是影响市政工程施工质量的重要因素之一,材料的质量直接决定了工程的整体性能和耐久性。若材料采购、运输、存储等环节管理不当,容易导致材料性能下降,甚至引发质量隐患。例如,采购环节如果缺乏严格的供应商筛选机制或质量检验程序,可能导致不合格材料进入施工现场;运输过程中的防护措施不足,可能导致材料损坏或变质;存储不当,特别是在环境条件恶劣的情况下,材料可能会发生受潮、腐蚀或老化等问题,严重影响工程的施工质量。

### 3.4 人员因素

人员因素是影响市政工程施工质量的重要因素之一,施工人员的技术水平、经验积累、责任心以及管理人员的组织协调能力都直接影响到工程的质量和进度。高素质的施工人员能够准确理解设计意图,严格按照施工规范进行操作,减少施工过程中的失误和偏差<sup>[2]</sup>。然而,如果施工队伍缺乏足够的专业培训,或者管理人员组织不力、沟通不畅,就可能导致施工质量不达标,甚至出现安全隐患。此外,人员流动性大、现场管理混乱、施工人员对质量要求认识不足等问题,也会严重影响施工的质量控制。

## 4 提高市政工程项目质量的控制措施

### 4.1 构建健全完善的市政工程项目质量管理体系

提高市政工程项目质量的关键在于构建一个健全而完善的质量管理体系,这不仅是保证工程质量的基础,也是项目成功的关键。首先,项目开始时应制定一套全面的

质量管理计划,该计划应明确质量目标、标准和流程,涵盖从设计、施工到验收的全过程。这包括确定质量控制点,制定质量标准,和设立质量责任制度。其次,在设计阶段,应对设计方案进行严格的审查,确保其符合国家标准和地方规范,同时考虑施工的实际可操作性和经济性。设计变更需经过严密的审查和审批程序,以防止对项目质量造成不利影响。在施工阶段,建立一套系统化的质量控制流程至关重要,包括对施工材料、设备的采购和检验,施工工艺的规范操作,以及施工过程中的质量监控。必须设立专门的质量管理团队,负责日常的质量检查和控制工作,该团队应具备丰富的专业知识和实践经验。此外,为确保质量管理的有效性,还需要对施工人员进行系统的培训,提升其对质量标准和操作规程的认识和执行能力。项目的各个阶段都应进行详细的记录和报告,建立健全的质量信息管理系统,以便追踪问题、分析原因并制定改进措施。定期进行质量审计,评估质量管理体系的执行效果,并及时调整和优化管理措施。

### 4.2 不断加强项目设计阶段质量控制工作

首先,在设计阶段的初期,需进行全面的需求分析,准确把握项目的功能要求和技术规范,确保设计方案能够满足实际需求。设计团队应由经验丰富的多学科专家组成,包括结构工程师、设备工程师和环境工程师等,确保设计的全面性和科学性。设计方案应经过严格的内部审查和外部专家评审,重点检查设计的合理性、可行性和符合性,以及及时发现和纠正潜在的设计缺陷。设计阶段还应利用先进的设计软件和工具进行模拟和优化,预见可能的问题并进行调整。对设计变更进行严格控制,变更方案需经过充分的论证和审批,以避免对工程质量产生负面影响。此外,设计文件的完整性和准确性非常重要,所有设计图纸和技术文件应详尽清晰,确保施工人员能够准确理解和实施<sup>[3]</sup>。项目设计阶段还应建立完善的反馈机制,施工过程中应及时收集和分析设计实施中的实际问题和反馈意见,以便及时调整和改进设计。定期组织设计审计和回顾会议,总结设计过程中的经验教训,优化设计管理流程。

### 4.3 严把施工材料和设备质量关

首先,应在材料和设备采购阶段进行严格的筛选和审查,选择信誉良好的供应商,并确保所有采购的材料和设备符合国家标准和行业规范。采购合同中应明确质量要求、规格标准以及验收程序,以保障采购物资的质量。所有进场材料和设备必须经过严格的验收,包括对其外观、规格、性能等方面进行全面检查,并要求供应商提供合格证书和检测报告。对材料和设备的存储和管理也需要精心安排,确保在施工期间保持良好的状态,避免因储存不当而导致的质量问题。例如,防止材料受潮、污染或损坏,并按照规定的方法进行保管。同时,施工过程中必须建立系统的质量控制程序,对使用的材料和设备进行定期检查,确保

其在施工中的实际表现符合设计要求。对于发现的任何问题或缺陷,应及时采取纠正措施,包括更换不合格的材料和设备,或进行必要的修理。施工现场应设立专门的质量控制人员,负责监督材料和设备的使用情况,确保所有操作符合质量标准。此外,建立详细的质量记录和追溯体系,记录每批材料和设备的检验结果和使用情况,以便于后续的质量追踪和管理。

#### 4.4 全面提高项目施工人员的综合素质水平

在提高市政工程项目质量的过程中,全面提高项目施工人员的综合素质水平是至关重要的。首先,必须从项目开始阶段就对施工人员进行系统的培训,确保他们掌握最新的施工技术、工艺标准和安全规范。培训内容应涵盖专业技能、质量控制要求、施工安全和应急处理等方面,帮助施工人员全面提升其专业能力和工作素养。培训应采取理论与实践相结合的方式,通过模拟操作、案例分析等手段,增强培训的实用性和有效性。此外,施工人员的资格认证和技术等级评定也应严格把关,确保每一位施工人员都具备相应的资质和经验。在施工过程中,应定期进行技能考核和质量评估,及时发现和纠正施工人员在工作中存在的问题。建立健全的绩效管理机制,对表现优异的人员给予奖励,对质量问题严重的情况进行必要的整改或培训,激励施工人员不断提高其工作质量和效率。现场管理人员应加强对施工人员的指导和监督,确保施工操作符合标准要求,并及时解决施工中遇到的各种问题<sup>[4]</sup>。通过设立质量反馈机制,施工人员可以及时报告施工过程中发现的质量问题和改进建议,从而不断优化施工方法和流程。此外,还应关注施工人员的职业素养和团队合作能力,培养他们的沟通协调能力和责任感,确保施工团队能够高效协作,充分发挥团队的整体优势。定期组织团队建设活动,提升团队凝聚力和协作精神。

#### 4.5 对项目施工质量加大评审、监管力度

首先,应建立全面的质量评审机制,明确评审的关键节点和标准,包括设计审核、材料检验、施工工艺和施工质量等方面。项目开始时,需要对施工图纸和设计方案进行详细审查,确保其符合所有相关规范和标准,并在施工过程中进行阶段性评估。其次,施工现场应设立专门的质量监管机构,负责对施工过程进行实时监督和检查。监管人员需要定期巡查施工现场,检查施工活动是否按照既定的质量标准和操作规程进行,及时发现和纠正施工中的质

量问题。在施工过程中,建立系统的质量控制流程,包括对施工材料、设备和工艺的严格把关,确保所有投入使用的材料和设备符合质量要求。对施工工艺的每一步都需进行详细记录,并进行必要的检查和测试,以保证施工质量的一致性和可靠性。同时,应制定详细的质量检查计划和程序,定期对施工质量进行评估和检测,包括对结构、设备和工艺的综合检查。发现质量问题时,必须立即采取纠正措施,确保问题得到有效解决并防止其进一步影响工程质量。此外,项目管理团队应定期组织质量评审会议,评估施工过程中的质量控制效果,分析质量问题的根源,并制定改进措施。质量评审应包括内部审查和外部专家评审,结合各方面的意见和建议,优化质量管理方案。

#### 5 结语

市政工程施工质量的提升依赖于对多个影响因素的全面理解和有效控制。设计的合理性、材料的质量、施工工艺的标准化、施工人员的技术水平以及质量监管的严格性,都是决定施工质量的关键因素。每个环节的质量控制都必须精细化,以确保施工过程符合规范,最终实现工程的安全、耐用和功能性。通过制定和执行科学的质量管理计划、严格把控施工材料和设备、加强对施工人员的培训以及强化现场监督和评估,可以有效减少施工中的问题,提升工程的整体质量。质量控制不仅是技术层面的挑战,更是管理和组织的综合考量,需要在项目的各个阶段都体现出严谨性和规范性。最终,只有通过系统化的质量管理,持续改进和优化,才能确保市政工程项目按期完成,满足预期标准,并为社会提供高质量的基础设施服务。这不仅提升了工程的长期使用效果,也为城市的可持续发展奠定了坚实的基础。

#### 【参考文献】

- [1] 张祥. 市政工程施工质量的影响因素及质量控制[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(5): 201-203.
  - [2] 马永峰. 市政道路工程施工管理中质量控制的影响因素及对策[J]. 运输经理世界, 2021(33): 49-51.
  - [3] 俞润. 浅议市政工程施工中质量的影响因素和项目质量控制[J]. 科技风, 2019(31): 112.
  - [4] 尹家双. 浅谈水利工程施工质量控制影响因素及改进措施[J]. 中国设备工程, 2019(17): 221-222.
- 作者简介: 陈晶晶(1987.9—), 女, 职称: 工程师, 籍贯: 湖北宜昌。



## 低碳城市建设中的风景园林角色与实践探讨

王心宇

石家庄财经职业学院, 河北 石家庄 050000

**[摘要]** 风景园林在低碳城市建设中发挥着重要作用, 不仅能够维持城市碳平衡、提升生物多样性, 还能通过美化环境和节能降耗, 优化城市能源结构。文中着重分析了风景园林在低碳城市建设中的生态功能、资源利用效率和政策实践协同中存在的挑战, 并探讨了其在绿色基础设施、生态设计、植物配置优化和景观资源再利用中的实践路径。此外, 结合典型案例对风景园林在减缓城市碳排放中的实际成效进行了分析, 总结其在低碳技术融合、多方协作等方面的优化策略, 为推进低碳城市建设提供理论和实践支持。

**[关键词]** 风景园林; 低碳城市; 绿色基础设施; 生态设计; 碳排放

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13951

中图分类号: TU9

文献标识码: A

## Exploration on the Role and Practice of Landscape Architecture in Low Carbon City Construction

WANG Xinyu

Shijiazhuang Vocational College of Finance & Economics, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** Landscape architecture plays an important role in the construction of low carbon cities. It can not only maintain urban carbon balance and enhance biodiversity, but also optimize urban energy structure by beautifying the environment and reducing energy consumption. The article focuses on analyzing the ecological functions, resource utilization efficiency, and challenges in policy practice coordination of landscape architecture in low carbon city construction, and explores its practical paths in green infrastructure, ecological design, plant configuration optimization, and landscape resource reuse. In addition, the actual effectiveness of landscape architecture in reducing urban carbon emissions was analyzed based on typical cases, and its optimization strategies in low carbon technology integration and multi-party cooperation were summarized, providing theoretical and practical support for promoting low carbon city construction.

**Keywords:** landscape architecture; low carbon city; green infrastructure; ecological design; carbon emission

### 引言

低碳城市建设是应对全球气候变化、实现可持续发展的重要途径。作为城市生态系统的重要组成部分, 风景园林在碳吸存、降温减排、美化环境等方面具有独特优势。然而, 现有的风景园林规划与建设仍存在资源浪费、政策执行与实际落地脱节的问题。本文将探讨风景园林在低碳城市中的角色与实践路径, 分析其在绿色基础设施建设、生态设计、植物配置等方面的作用与挑战, 为低碳城市风景园林的优化策略提供建议, 助力城市生态环境的可持续发展。

### 1 风景园林在低碳城市建设中的重要作用

#### 1.1 风景园林的生态功能与城市碳平衡

风景园林在城市生态系统中扮演着关键角色, 对维持城市碳平衡有着显著影响。城市绿地、林带和水系等风景园林要素, 能够通过植物的光合作用吸收二氧化碳并释放氧气, 有效降低城市碳浓度。此外, 风景园林中的植物还具有净化空气、吸附颗粒物和调节温度的作用, 从而降低城市热岛效应, 减少能源消耗。与此同时, 风景园林中的湿地和水体不仅能提供景观美感, 还能够通过生态系统服

务调节水文循环, 减少洪涝灾害的发生, 从而降低由灾害应对产生的碳排放。城市绿化景观还可为动植物提供生存栖息地, 提升城市生物多样性, 这在一定程度上有助于维持生态系统的平衡和健康, 有利于增强城市应对气候变化的韧性。因此, 在低碳城市建设中, 通过增加风景园林绿地面积、优化植被结构、加强植物多样性等措施, 能够有效提升城市生态系统的碳吸存能力, 实现碳平衡。同时, 风景园林的设计不仅要关注景观美学, 还需注重绿地系统的生态功能和碳吸存效益, 通过选择适应性强的本地植物品种、合理布局林带和灌木群落, 以提高绿地的碳汇效益, 为低碳城市目标的实现提供坚实的生态基础<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 风景园林对城市环境美化和能源优化的贡献

风景园林在低碳城市建设中的价值不仅在于碳吸存, 还体现在城市环境的美化和能源的优化利用。风景园林通过提供视觉美感、休闲空间和心理疗愈环境, 改善了城市景观, 提升了居民生活质量。此外, 景观植物与城市建筑的结合, 能够有效降低建筑物的能耗。垂直绿化、屋顶绿化等风景园林措施, 通过植物蒸腾作用降温、遮阳减热和绿地降噪等方式, 能够减少建筑制冷和采暖需求, 进而降

低能源消耗。风景园林中的水景设计不仅能提供视觉舒适度,还可利用水体的蒸发冷却效应,改善城市微气候,调节空气湿度与温度,有效降低城市环境中的热负荷。合理布局的风景园林绿地网络,可以通过增加空气流通,调节城市局部气候,从而降低高温天气下的空调使用频率,减少因城市建筑密度高而造成的能源浪费<sup>[2]</sup>。

## 2 当前风景园林在低碳城市建设中的主要挑战

### 2.1 资源利用效率低下与设计理念局限

风景园林在低碳城市建设中面临的主要挑战之一是资源利用效率低下和设计理念的局限性。在风景园林建设中,水、土、植物等资源的利用往往存在浪费和低效的问题。很多园林绿地的灌溉、养护方式仍采用传统模式,未能充分结合当地的气候、水文和土壤条件,导致水资源消耗量过大。同时,苗木和景观材料的选择没有充分考虑其生长周期、抗逆性和碳吸存效益,部分植物的生长需要大量人工维护,增加了碳排放。此外,风景园林的设计理念过于注重视觉效果,忽视了生态效益和资源节约。部分园林绿地设计追求短期的景观美观效果,忽略了对植物配置、生态功能和碳汇效应的长远规划,导致绿地生态服务功能得不到充分发挥,难以实现可持续发展目标。另外,风景园林在设计和规划阶段缺乏对资源循环利用和废弃物处理的考虑,例如园林修剪废弃物、枯枝落叶等没有被有效利用,反而增加了垃圾处理的负担。在风景园林建设中,合理配置植物、水系与土壤等资源,实施生态节水技术,选用本地耐旱、抗逆的植物材料,有助于提高资源利用效率,降低碳足迹。

### 2.2 风景园林在低碳政策与实践中的协同不足

风景园林在低碳城市建设中面临的另一大挑战是政策导向与实践措施间的协同不足。低碳政策强调城市绿地系统的建设与优化,然而,政策层面的宏观指导和实际风景园林建设的落地执行之间存在明显脱节。部分城市缺乏系统性的政策支持,在园林绿地建设和维护中缺乏明确的低碳化目标与规范,使得风景园林低碳实践难以有效落实。此外,风景园林建设涉及多个领域和部门,包括城市规划、建筑设计、生态环境等,但在实际工作中,部门间的协调与沟通不足,导致风景园林低碳实践在执行过程中难以形成合力。例如,城市规划部门可能关注整体绿地布局,环境部门关注生态效益,而园林部门则注重景观效果,各部门目标不一致,削弱了风景园林在低碳建设中的综合效应。与此同时,风景园林在低碳政策执行中的监测与评估机制不健全,缺乏对园林建设中碳排放量、碳汇效益和生态服务功能的综合评估,导致低碳政策难以量化和衡量其实际效果<sup>[3]</sup>。

## 3 风景园林在低碳城市中的实践路径探索

### 3.1 绿色基础设施建设与生态设计创新

绿色基础设施作为低碳城市建设的重要组成部分,强

调在风景园林规划中将生态功能与景观设计相结合,实现城市绿地的可持续利用。风景园林中的绿色基础设施不仅涵盖公园绿地、城市绿道、垂直绿化、屋顶花园等显性生态空间,还包括水体湿地、透水铺装、雨水花园等隐性生态功能设施。这些基础设施通过加强城市生态网络,实现植被连通,增加生物多样性,改善城市环境质量。同时,生态设计创新是绿色基础设施的重要组成部分。生态设计强调与自然相融合,以人为本,注重材料和能源的可循环利用。在风景园林设计中,生态设计手法融入建筑、道路和城市景观中,通过巧妙布局,利用地形、水系和植物群落等元素,实现雨水收集、净化与利用,以及自然风道的引入,从而优化城市微气候,降低建筑能耗。在一些生态设计中,透水性地面铺装可以有效缓解雨水径流压力,并为城市地下水补充提供渠道,构建雨洪调蓄系统。

### 3.2 植物配置优化与景观资源再利用

植物配置优化是风景园林低碳化实践的重要途径,通过合理选择植物品种、搭配层次和布局模式,能够提高绿地的生态效益和碳汇能力。植物选择应充分考虑其生长特性、对当地气候的适应性,以及对碳吸存的贡献,优先选用本地抗逆性强的植物品种,以减少人工维护所需的水、肥、药等资源投入。同时,植物的多样性和群落配置是提高风景园林碳汇功能的关键。在景观设计中,乔灌木结合、多层次立体绿化的方式可以增加绿地的覆盖度和生态稳定性,增强绿地对碳的吸收和储存能力。此外,景观资源的再利用是风景园林低碳实践中的另一个重要方面。在园林建设过程中,修剪废弃物、枯枝落叶等植物残余物应得到有效回收和循环利用,例如将其制成有机肥料,用于园林绿地的养护,减少对化肥的依赖,降低碳排放。对景观材料的选择和使用也应注重可持续性,优先选用天然、可再生材料,避免一次性、难降解的高碳材料。在景观资源再利用方面,还可将旧有的景观设施、建筑构件进行二次改造和利用,赋予其新的景观功能和审美价值,减少新材料的消耗和浪费。

## 4 风景园林低碳实践的案例分析与成效评估

### 4.1 典型低碳城市风景园林案例解析

在低碳城市建设中,多个城市开展了风景园林的低碳实践,积累了丰富的经验。例如,某生态城市通过构建城市绿道网络,将分散的公园绿地、道路周边绿化带与社区绿地有机连接,点、线、面形成完整的绿色廊道体系,改善城市通风环境,降低热岛效应。同时,该城市推行雨水花园和生态湿地海绵城市建设,最大化利用雨水资源,减少径流和城市内涝,并通过多层次植物配置实现景观美观与生态功能的结合。在另一个低碳城市案例中,实施了屋顶绿化和垂直绿墙的设计策略,增加城市绿化覆盖率,降低建筑物的热负荷,减少空调制冷需求。此外,该城市在风景园林的设计和施工中大力推广透水铺装技术,有效减

缓城市雨水径流压力,实现雨水下渗与地下水补充。还有一些城市在公园和绿地的建设中,注重本地耐旱植物的选用和天然材料的应用,降低园林维护成本,减少碳排放。这些典型案例通过科学规划和实施低碳技术,充分体现了风景园林在城市低碳建设中的多重效益,实现了生态环境保护、城市景观提升与碳排放减少的协调统一,为其他城市风景园林低碳实践提供了有益的借鉴<sup>[4]</sup>。

## 4.2 风景园林对城市碳排放减缓的实际成效

风景园林在城市碳排放减缓中发挥了显著作用,其实成效体现在多个层面。通过增加城市绿地面积,风景园林植物的光合作用吸收了大量的二氧化碳,形成了显著的碳汇效应,提高了城市的碳中和能力。同时,绿化覆盖提高了城市的降温效果,降低了夏季高温时的空调使用频率,减少了建筑制冷所产生的能源消耗和碳排放。此外,海绵城市的透水性铺装和雨水花园等风景园林基础设施的应用,有效缓解了城市排水压力,减少了雨水径流中的污染物排放,并促进了水资源的循环利用。在生态湿地和水景设计中,利用植物净化水质和自然水循环降低水处理能源消耗,提高了城市水体环境的质量与稳定性。风景园林通过生态设计和合理配置植物,使城市景观在实现美化环境的同时,具备了减排和节能的功能。而在园林废弃物处理方面,通过修剪废弃物和枯叶的堆肥和再利用,也大大减少了垃圾填埋的碳排放,形成了可持续的循环利用体系。

## 5 风景园林在低碳城市建设中的优化策略

### 5.1 风景园林与低碳技术的深度融合

在低碳城市建设中,风景园林需要与低碳技术进行深度融合,以实现其生态效益的最大化。可再生能源的光伏技术在风景园林中的应用可提高能源利用效率,借助太阳能路灯、光伏廊架等设备,将绿地空间与可再生能源利用有机结合,达到节能减排的效果。同时,雨水调蓄收集池与利用技术可通过建设雨水花园、透水铺装等,实现雨水的渗透、收集与再利用,降低城市排水负担,并为园林灌溉提供水源。智慧园林技术的发展为风景园林低碳化管理提供了技术支持,通过物联网、传感器和数据分析,实现对园林绿地的水分、土壤、光照等要素的实时监测与管理,精准调控灌溉、施肥,减少资源浪费。垂直绿化、屋顶绿化和生态墙等绿化技术能够在有限的空间内实现最大程度的绿化覆盖,增加城市碳汇。通过合理搭配多种低碳技术,风景园林在城市生态系统中不仅发挥绿化与美化作用,更成为碳排放控制的重要载体,为城市可持续发展提供了

多维度的解决方案。

### 5.2 多方协作推进风景园林低碳化发展

风景园林低碳化发展需要多方协作,共同推动其规划、设计和管理的系统优化。政府部门需出台完善的政策法规,明确低碳园林的规划目标和实施标准,确保低碳理念贯穿于城市风景园林的建设与维护全过程。园林设计与规划部门应强化低碳设计意识,注重绿地生态功能,合理配置资源,积极采用本地植物品种,减少水、肥、药等资源投入,强化绿地的碳汇功能。施工和养护单位应加强对低碳施工技术的应用,优化施工工艺,降低施工过程中的碳排放,并在园林养护中推行节能、节水、节肥措施,提高园林绿地的生态效益。科研机构与高校则可通过创新研究,为低碳园林的设计、技术和管理提供理论支持与技术保障,开发更加先进的低碳技术与工艺。同时,公众参与是风景园林低碳化发展的重要力量,通过公众对低碳风景园林的认知与支持,能够推动低碳理念的普及和推广,提升社会整体对城市绿地的生态价值认知,形成全社会共建低碳城市的良好氛围。

## 6 结语

风景园林在低碳城市建设中扮演着不可或缺的角色,其生态功能、能源优化以及美化城市环境的作用日益凸显。面对资源利用效率低下、设计理念局限和政策协同不足的挑战,需要进一步探索绿色基础设施、生态设计和植物配置的优化路径。结合低碳技术的深度融合和多方协作,有望推动风景园林在低碳城市中的实践取得更大成效。通过科学规划与创新实践,风景园林将为城市生态系统的碳中和目标提供有力支撑,助力实现绿色可持续发展的低碳城市愿景。

### [参考文献]

- [1]陈建华.城市风景园林与低碳生态系统构建策略研究[J].园林学报,2018,35(4):45-49.
- [2]刘芳.风景园林在城市低碳化进程中的设计应用探析[J].中国生态环境杂志,2019,30(6):112-118.
- [3]张宇航.绿色基础设施在低碳城市中的实践路径及效益分析[J].城市规划学刊,2020,26(3):98-103.
- [4]吴晓婷.低碳理念下风景园林资源利用与优化策略探讨[J].园林规划与设计,2021,14(2):23-29.

作者简介:王心宇(1993.6—),女,汉族,毕业学校:意大利米兰布雷拉美术学院,现工作单位:石家庄财经职业学院。



# 云计算背景下数据中心网络架构设计与技术研究

刘 伟

中国电信股份有限公司河北分公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着大数据技术的迅猛发展, 数据中心网络架构设计与技术研究正面临着前所未有的挑战与机遇。云计算作为一种基于互联网的計算新方式, 通过虚拟化技术将计算资源、存储资源和网络资源封装成一个独立的虚拟环境, 为用户提供按需即取的服务。这一变革不仅极大地推动了 IT 基础设施的革新, 也对数据中心网络架构的设计和技术应用提出了新的要求。基于此, 笔者结合自身多年工作经验, 对基于云计算的数据中心网络架构设计与技术进行深度剖析, 希望对相关人士有所帮助和启发。

[关键词] 云计算; 数据中心; 网络架构设计

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13940

中图分类号: TN915

文献标识码: A

## Research on Network Architecture Design and Technology of Data Centers under the Background of Cloud Computing

LIU Wei

Hebei Branch of China Telecom, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** With the rapid development of big data technology, the design and research of data center network architecture are facing unprecedented challenges and opportunities. As a new computing method based on the Internet, cloud computing encapsulates computing resources, storage resources and network resources into an independent virtual environment through virtualization technology to provide users with on-demand services. This change not only greatly promotes the innovation of IT infrastructure, but also puts forward new requirements for the design and technical application of data center network architecture. Based on this, the author combines his years of work experience to conduct a deep analysis of the design and technology of cloud computing based data center network architecture, hoping to provide assistance and inspiration to relevant personnel.

**Keywords:** cloud computing; data center; network architecture design

在云计算背景下, 数据中心网络架构的设计需要充分考虑虚拟化、自动化、可扩展性、高可用性和安全性等关键要素。虚拟化技术使得计算资源、存储资源和网络资源能够像“云”一样灵活调度和分配, 而自动化则提高了数据中心的管理效率和运维水平。同时, 随着数据量的爆炸性增长和业务需求的多样化, 数据中心网络架构必须具备高度的可扩展性, 以应对未来可能出现的更大规模的数据传输和存储需求。

### 1 云计算背景下数据中心网络架构设计的基本原则

#### 1.1 拓展性原则

在云计算时代下业务和数据量都在快速增长, 因此数据中心网络架构必须能够轻松应对这种增长并保证服务的

连续性和稳定性, 而数据中心网络架构设计遵循拓展性原则可以具备更为灵活扩展的能力, 从而适应未来业务增长和技术发展的需要。而拓展性原则的具体体现如表 1 所示。

#### 1.2 可控性原则

在云计算环境中, 数据中心承载着大量的业务和数据, 其网络架构的可控性直接关系到业务的连续性和数据的安全性, 因此网络架构设计应具备高度可管理性、可监控性和可配置性, 以保证网络资源的合理分配与快速响应。具体而言, 数据中心网络架构设计引入 SDN 控制器和网络管理平台等智能化网络管理系统可以实现对网络资源的集中管理、实时监控与动态调整; 管理员通过可视化界面能够更为直观地了解网络状态、流量分布和设备性能, 进而快速定位和解决网络问题。

表 1 数据中心网络架构设计拓展性原则的具体体现

横向扩展能力	①通过增加服务器和网络设备的数量来提高数据中心的扩展能力; ②采用负载均衡的方式来保证网络流量的均匀分布, 避免单点过载; ③增加链路带宽, 提升网络传输能力; ④引入多路径路由, 提供冗余和负载均衡的网络连接
纵向扩展能力	①提升服务器和网络设备的性能来增加数据中心的纵向扩展能力; ②使用更高性能的 CPU、内存及存储设备; ③引入更高速的网络技术
模块化与层次化设计	①采用模块化设计, 将数据中心网络划分为多个独立的模块, 每个模块可以独立扩展和管理; ②实施层次化设计, 将网络分为接入层、汇聚层和核心层, 各层之间通过高速链路进行连接

同时,网络架构应灵活地配置和调整,以满足不同业务场景的需求,比如通过配置 VLAN 的方式对不同业务区域进行隔离;支持动态路由协议来自动调整网络路径。此外,网络安全作为可控性原则的重要组成部分,数据中心网络架构应部署防火墙、入侵检测系统和访问控制列表等安全设备,来保证网络免受攻击和恶意流量的侵害<sup>[1]</sup>。

### 1.3 标准化原则

标准化原则是指在数据中心网络架构设计中采用统一的技术标准、协议和接口,以确保不同设备、系统和应用之间的无缝集成和互操作,这一原则对于提高数据中心的整体性能、降低运维成本、增强安全性和促进技术创新具有重要意义。具体而言,在网络架构设计中应遵循国际和国内的技术标准,如 IEEE、ITU 和 ETSI 等制定的网络协议和标准,并选择符合行业标准的网络设备、系统和软件。同时,协议采用 TCP/IP、HTTP 和 HTTPS 等标准化的网络协议和 API 标准化接口,以实现不同系统之间的集成和数据共享。此外,采用标准化网络管理工具 SNMP 或 NETCONF 可以对网络设备进行远程监控与管理<sup>[2]</sup>。

## 2 云计算背景下数据中心网络架构的设计策略

### 2.1 网络分层设计

#### 2.1.1 互联网接入设计

互联网接入层的核心职责在于连接 CMNET 架构与数据中心,同时在这一过程中承担路由信息的实时维护与高效转换。为了实现数据中心的高效运作,必须倾向于采用高端路由器,以保证数据传输的稳定性与速度。此外,路由器与 IP 骨干网之间的连接应采用全冗余架构,这一设计依托高端路由器的卓越性能,为数据中心与互联网之间构建了一个无缝且强健的数据交换桥梁。企业在部署互联网接入层时,可以策略性地采用两台路由器堆叠的配置方式,以分担网络节点的负载压力,并确保接入端口具备冗余备份能力。这一举措旨在显著提升数据中心架构的容错水平,即便在面临单点故障时,也能有效防止整个系统受到连锁影响,从而增强架构的整体抗风险能力<sup>[3]</sup>。

#### 2.1.2 核心汇聚设计

核心汇聚层作为连接核心路由器的重要枢纽,它不仅为系统内部及外部客户提供了坚实的网络安全防线,还实现了个性化的服务差异化。为了支撑未来网络需求的增长,该层在设计时特别注重扩展性,因此选用了大容量、高性能的多层交换机作为关键设备。这些交换机通过 10GE 端口与互联网接入层的高端路由器实现高效互联,并且采用了双重 10GE 连接。在物理连接层面,运用了链路捆绑技术来整合多个连接通道,进而形成一条具备负载均衡能力的逻辑连接。

#### 2.1.3 业务接入设计

业务接入层作为数据中心网络架构中的重要一环,它直接关联着网络设备与主机系统,是实施多种 QoS 策略与

安全策略的核心场所。在设计这一层次时,鉴于其无需承担高层交换的复杂任务,因此着重于打造高度可靠且高性能的第二、三层交换能力。这意味着,业务接入层能够灵活支持高速数据链路,让用户能够根据自己的特定需求来构建和优化内部网络结构。为实现这一目标,应当采用交换机作为桥梁,将核心层与服务器紧密相连,同时根据业务的安全性和性能要求,精心配置安全监控设备和防火墙等关键组件。这种布局不仅能够确保用户服务的个性化与定制化,还能够在源头上保障数据传输的完整性和保密性。

#### 2.1.4 分层运营管理

数据中心的运营管理是支撑其业务运作的关键环节,专注于优化网络系统经营策略及监督系统的日常维护。在云计算浪潮下推进数据中心架构的升级,首要任务是确保硬件基础设施的稳固可靠。这要求将服务器和网络设备实施分域管理,严密管控信息访问途径,明确区分内部环境为管理区域与业务区域,利用双网卡机制实现两者的隔离与高效协作。此外,通过业务流量的合理分流策略,能够在加强网络设备的安全防护的同时,提升服务器对突发情况的响应灵敏度。对于管理区域,可以进一步细化分割,比如设立后台管理区与客户服务区两个子网段。后台管理区专注于系统的深度监控与出入访问的精细化管理,同时根据业务性质的不同实施多层次的安全等级划分,旨在实现更加精细化的安全控制<sup>[4]</sup>。

### 2.2 选择数据中心设备功能

在规划数据中心设备功能时,必须紧密围绕前述各层次的设计需求来精准定位所需设备。具体来说,运营管理层、互联网接入层、业务接入层及核心汇聚层的设计均高度依赖于高性能网络设备。为确保系统运行的稳定性和可靠性,采用电信级别的双冗余网络拓扑结构可以有效分散风险,增强系统的容错能力。在这一架构中,高端三层交换机不仅能够继承二层交换机的快速数据转发能力,还可以融合第三层路由功能,实现网络层与数据链路层的无缝协作;这种设计既能确保数据包在传输过程中的高效转发,又能根据路由信息进行智能化路径选择,从而实现对网络流量及性能的综合性优化<sup>[5]</sup>。

与此同时,高端路由器则是连接不同网络域、优选数据传输路径的关键设备,它们专注于数据包的路由转发,通过复杂的路由算法和协议,能够保证数据准确无误地穿越网络并到达目的地。因此,在选择路由器时应重点关注其转发能力和路由协议的支持程度,以确保网络的高效运行和灵活扩展。此外,设计数据中心网络架构时应综合考虑各层次的需求,合理配置高端三层交换机、高端路由器以及普通二层交换机,并通过电信级双冗余网络拓扑结构提升系统的稳定性和可靠性。在设备选型上需要重视设备的转发能力和路由协议支持,以构建高效、安全及可扩展的数据中心网络环境。

在选择数据中心设备时,除了要考虑上述各层次的设计需求及设备的特定功能外,网络规模与流量特性也是不可忽视的关键因素。具体来说,当互联网数据中心内部服务器间的互访数据量不大,且网内流量很少在核心汇聚层进行大量交换,这些服务器系统与外部互联网系统之间却保持着高效的通信渠道与优质的通信质量,这就对路由处理能力提出了更高要求。在此情况下,鉴于当前路由器技术的快速发展,许多高端路由器的端口密度已经能够媲美交换机,这意味着它们在处理大量数据包和提供丰富路由功能方面具有更为明显的优势。因此,在中等规模的网络环境中,特别是在核心汇聚层,采用路由器作为核心设备是合理的选择。这样做的优势在于,路由器能够充分发挥其强大的路由处理能力,为数据中心内部服务器与外部系统之间的数据交换提供稳定、高效的路径选择。同时,由于内部服务器间的互访需求不高,交换机在接入层或更低层次就足以满足需求,而不需要在核心汇聚层也大量使用交换机,从而避免了资源的浪费。

在互联网数据中心(IDC)的运营中,当内部各网络间存在大量且频繁的数据互访需求,同时对外系统的通信量也相当可观时,特别是在面对大规模网络环境的挑战时需要设计策略进行相应调整。在此情况下,于核心汇聚层部署三层交换机不仅能够继承二层交换机的高效数据转发能力,还可以融入路由功能,智能性地处理来自不同子网间的数据互访请求,确保数据流通的顺畅无阻。同时,在云计算的背景下,实现各 IDC 子网间虚拟资源的无缝迁移和异地统一资源池的管理变得尤为重要,为满足这一需求,应专门选用高性能的路由器设备和优化设计的三层交换机来构建数据中心网络。这些设备不仅能够提供强大的路由转发能力和高密度的端口配置,还支持虚拟化技术和先进的网络管理协议,从而确保在云计算环境下各子网间的虚拟资源可以灵活调度、高效共享,实现真正的资源池化管理和动态优化。

### 2.3 安全设计

在构建基于云计算的数据中心网络架构时,安全性的考量至关重要且与网络性能紧密相连。传统网络架构中,集中式安全部署策略虽有其便利之处,却也存在显著弊端,其将安全设备集中部署于核心区域,导致对业务区域的安全防护显得力不从心,存在安全漏洞。更为严重的是,一旦核心区域遭受安全威胁或出现故障,很可能会引发整个数据中心网络的瘫痪,造成大范围的服务中断。在当前的数据中心网络安全架构中,分布式安全部署策略占据主导地位,该模式将安全设备部署位置下移,紧密集成于数据业务出口处及各服务器的接入层。这样一来,当任一服务

器遭遇网络攻击时,核心层能够迅速响应并自动隔离受攻击服务器,有效阻断攻击扩散,确保数据中心内其他服务器免受波及,从而最大程度地保护整体网络的安全与稳定。

常见的分布式安全部署模式广泛采用插卡式安全设备,这些设备通过直接与宿主交换机建立三层连接来实现集成。这种连接方式的差异取决于客户的访问需求,利用静态路由和默认路由的机制确保三层网络间的顺畅互通。此设计模式专为区块内服务器量身打造,旨在提供针对性的安全防护特性,同时在不影响网关工作效率的前提下,明显增强整个网络的安全性能。

在优化数据中心安全架构时,可以将 IPS 专注于核心区域业务数据的保护,而 RF 则作为分布式安全部署的关键维护工具。数据进入服务器前,首先经过防火墙的初步筛查,确保无害后迅速通过插卡设备实现三层网络的快速互联。一旦发现潜在威胁,RF 立即激活,对整个服务器实施全面的安全维护策略。在此过程中,受保护的数据需通过插卡设备进一步验证身份,必要时,插卡设备将果断切断与核心层的连接,以防止风险扩散。这种深层次的安全设计不仅能够有效增强数据中心在云计算环境下的防护能力,也能在一定程度上顺应海量数据处理的需求,尽管管理与部署成本有所增加,但已成为当前云计算数据中心广泛采纳的安全解决方案。

### 3 结语

在大数据时代下,云计算环境下的数据中心网络面临网络流量的激增、网络延迟的降低以及网络安全的保障等,因此,对数据中心网络架构的深入研究和技术创新就显得尤为重要。基于此,本文对云计算背景下数据中心网络架构的设计原则、关键技术等内容进行分析与讨论,以期为中心的数据建设和运维提供有益的参考和借鉴。

#### [参考文献]

- [1]管春泓.云计算背景下数据中心网络架构设计研究[J].信息系统工程,2021(12):97-100.
- [2]李雨泰,王洋,陈紫儿,等.云计算背景下数据中心网络架构设计[J].无线互联科技,2020,17(20):38-39.
- [3]李洋.云计算背景下数据中心网络架构设计[J].中国新通信,2018,20(14):56.
- [4]张丹丹.云计算背景下数据中心网络架构设计[J].数字通信世界,2018(2):215-240.
- [5]童亮斌.云计算背景下数据中心网络架构设计[J].信息通信,2016(3):171-172.

作者简介:刘伟(1977.12—),男,中国人民解放军军械工程学院,河北电信公司,全业务保障中心,技术主管,高级工程师。



## 城市更新改造项目施工安全风险评价与控制研究

周后贵

北京光华建设监理有限公司, 北京 102600

[摘要]城市化加速进程中,城市更新项目的数量不断增加,但同时也带来了施工安全问题的增加。文中对城市更新改造项目施工安全风险进行系统的评价与控制研究,旨在为相关管理者提供科学有效的安全管理措施。通过分析施工现场的风险因素,建立了风险评价指标体系,并运用定量与定性相结合的方法,对不同风险因素进行评估。研究结果表明,施工安全风险主要集中在工程技术、管理组织和外部环境三个方面。针对这些风险,文中提出了一系列控制措施,包括完善安全管理制度、加强施工现场安全培训、采用先进的施工技术等。最后,通过案例分析,验证了所提控制策略的有效性,为未来城市更新改造项目的安全管理提供借鉴。

[关键词]城市更新;改造项目;施工安全;风险评价;风险控制

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13930

中图分类号: TU714

文献标识码: A

### Research on Construction Safety Risk Assessment and Control of Urban Renewal and Renovation Projects

ZHOU Hougui

Beijing Guanghua Construction Supervision Co., Ltd., Beijing, 102600, China

**Abstract:** With the acceleration of urbanization, the number of urban renewal projects continues to increase, but it also brings about an increase in construction safety issues. The article systematically evaluates and controls the construction safety risks of urban renewal and renovation projects, aiming to provide scientific and effective safety management measures for relevant managers. By analyzing the risk factors on the construction site, a risk assessment index system was established, and a combination of quantitative and qualitative methods were used to evaluate different risk factors. The research results indicate that construction safety risks are mainly concentrated in three aspects: engineering technology, management organization, and external environment. In response to these risks, the article proposes a series of control measures, including improving safety management systems, strengthening construction site safety training, and adopting advanced construction technologies. Finally, the effectiveness of the proposed control strategy was verified through case analysis, providing reference for the safety management of future urban renewal and renovation projects.

**Keywords:** urban renewal; renovation project; construction safety; risk assessment; risk management

#### 引言

在快速城市化的背景下,对城市进行更新和改造,成为强化城市功能和优化居民生活环境的关键途径。在进行此类项目施工时,常常遭遇安全风险问题,这不仅对施工人员构成了严重威胁,对周边居民及社会公共安全亦产生负面影响。在城市更新改造项目的施工阶段,对潜在的安全风险进行准确评估并实施控制,是确保工程顺利进行的关键环节<sup>[1]</sup>。本研究致力于整理现有资料并开展实地考察,对建筑施工过程中可能引发安全问题的多种风险要素进行系统性分析。在此基础上,构筑一个科学的风险评估框架,并据此提出针对性的风险控制方案,旨在提升施工阶段的安全管理水平。

#### 1 城市更新改造项目施工安全风险的定义与特征

在城市旧区改造与建设活动中,潜在的安全隐患问题涉及多方面原因,可能引起施工过程中的意外事件。涉及的风险范畴广泛,既延伸至物理层面的损害,亦扩展至环境破坏,以及可能导致邻近居民日常生活的负面影响。在

城市更新改造项目中,涉及老旧建筑物拆毁、公共卫生设施重建与优化,以及公共空间的改善,此类活动因技术性与施工方法多样,导致安全风险具有多重复杂性。在城市高密度区域,进行城市更新改造项目时,施工现场常面临空间紧凑、作业条件受限等问题,这无疑提高了事故发生的风险。诸多项目涉及众多参与主体,诸如设计机构、建筑公司、监管机构以及地方行政机构等,这些参与主体构成的复杂组织架构和沟通链条,往往使得安全管理措施失效。

在施工活动期间,涉及多种设备和材料的应用,以及多种工艺的实施,这导致了风险因素的广泛存在,从而使得施工安全管理的任务更加困难。面临更多的挑战,在城市的翻新项目中,不稳定的气候、土壤和地下水等环境要素的不确定性,常常带来安全风险,这是项目必须面对的一个重要方面。在城市更新改造项目的施工过程中,安全事故的发生往往与工人缺乏必要的安全培训和违规操作直接相关,这凸显了提升人员素质和增强安全意识在降低施工风险中的重要性<sup>[2]</sup>。

## 2 施工安全风险评价指标体系的建立

在城市更新改造项目的施工阶段,构建一个风险评价指标体系,其目的在于全面地识别、评估以及控制施工过程中所涉及的各种安全风险。构建一个系统时,需从众多角度进行全面分析,其中涉及的要素有项目的独特性、作业场所的条件、工作人员的能力以及管控手段等,这些都与建筑施工作业的安全紧密相关。在项目特性评估过程中,必须仔细考量施工的规模、所涉工艺的复杂性及严格的技术要求,这些因素在决定工程实施中可能遭遇的风险水平上起着决定性作用。在规模宏大的施工项目中,频繁地应用机械设备和人力资源配置,这无形中提高了事故发生的潜在风险。在对施工区域进行综合考量时,必须细致分析邻近建筑的稳固性、地下管线布局以及交通流量等因素,旨在识别并预防潜在的外部风险。

在构建风险评估模型时,工人的安全教育和实操经验是衡量其职业素质的关键指标,对事故预防具有决定性作用。高素质的施工人员通常具备更强的安全意识和应急处理能力,从而有效降低安全事故的发生概率。评价一个管理活动的有效性,关键在于其管理手段的实效性,这包括项目组织结构、信息交流流程以及安全规则的实施状况。明确安全管理任务分工和操作流程,有利于提升施工安全水平。风险评价的指标体系需融合定量和定性的技术手段,涵盖可以具体计量的指标,诸如事故发生频次、安全隐患的整改效率等,同时整合专家论证和评审、现场勘察等非量化标准,以保障评价结果的周全性与学术性。在项目实施的具体过程中,需针对各个项目的独特性和具体需求,灵活地调整和改善所涉及的指标体系,以便增强其实际操作性和针对性<sup>[3]</sup>。

## 3 施工安全风险的定量与定性评价方法

对城市更新改造项目中可能出现的安全风险进行全面分析的重要手段是安全风险的定量与定性评价方法。借助数据和统计分析,风险程度的量化主要通过定量评价方法完成,其中概率分析、故障树分析和事件树分析是常用技术。采用历史上积累的数据和各类事故案例,研究者们构建了数学模型,以此计算和评估特定风险事件发生的可能性及其潜在影响。在审视历史项目中相似事件的记录后,有关施工活动的危险程度得以量化,这协助项目经理制订更为精确的安全防护计划。

定性评价方法主要强调利用专家意见、问卷调查、现场观察等多样化手段,对施工现场的风险因素进行全方位的评估。此种策略的优势体现在其具备的弹性及广泛适用范围,它能够辨识那些难以用量化手段评估的风险,涵盖团队协作、领导方式以及职场环境等非结构化领域内的要素。定性分析领域中,SWOT 分析法、德尔菲法以及鱼骨图等,均为常见的分析工具,借助这些辅助手段,集体能够辨识出风险的源头,进而深入解析成因,并且制定出针

对性的解决措施<sup>[4]</sup>。

在实际运用场景里,定量分析和定性分析两种评价手段往往互相配合使用,数据支撑与科学验证由定量评价提供,而定性评价则对那些数据所未能涉及的诸多复杂元素进行了补充。将两种策略相融合,能够构建一个全方位的施工安全风险评估框架。在针对建设工地开展风险识别过程中,首先采用量化手段对事故的可能性及其潜在损害进行计算,继而借助定性分析深入挖掘风险要素及其后果,据此制订更为高效的安全生产管控策略。

## 4 安全风险控制措施的提出

### 4.1 完善安全管理制度

城市更新改造项目的施工安全,关键在于完善安全管理制度,其中包括对安全措施系统化、规范化和制度化的管理。在项目的各个阶段,应明确安全责任,并制定安全管理流程与标准,确保每位员工都清楚自身的职责及安全操作规范。安全培训的需求应嵌入制度之中,旨在令所有涉事人员掌握必需的安全认知与操作技能,借以降低操作失误导致的安全事故风险。

安全管理制度还需建立健全的安全风险评估机制。通过对项目施工现场进行全面的风险识别与评估,及时发现潜在的安全隐患,并制定相应的控制措施。定期开展安全检查和隐患排查,确保所有安全措施落实到位,形成安全风险的动态监控体系。在此基础上,完善事故应急预案,制定清晰的应急响应流程,以便在突发事故发生时能够快速、有效地进行处理,最大限度地减少损失。制度的实施还应注重反馈与改进机制。通过定期组织安全管理评估,收集施工现场的安全管理数据与信息,对安全管理制度的执行情况进行分析与总结。依据反馈结果,及时调整和完善安全管理制度,以适应不断变化的施工环境和技术要求<sup>[5]</sup>。

### 4.2 加强安全培训与教育

对于城市更新改造项目,加强安全培训和教育是降低施工期间安全风险的关键策略。项目施工过程中,必须对所有参与者,无论是管理层、技术人员还是一线工人,实施全面的安全教育,以确保他们在安全认知、操作规程掌握以及紧急情况应对等方面具备必要的专业能力和培训水平。定期举办现场消防安全演练,通过结合理论与实践的培训方法,使工程管理人员深刻领会安全管理的关键性和具体执行细则。通过案例分析手段,揭示施工环节潜在的安全风险,并介绍应对策略,目的是提升施工管理及操作人员对安全问题的警觉性和解决风险的能力。

针对特定项目,在考虑实际施工环境的基础上,制定定制化的安全培训课程,针对如攀登(高处)作业、有限空间作业、动火作业等高风险作业类别,必须开展专门的培训课程,重点传授相关的安全操作流程及需要注意的事项。借助模拟训练,作业人员在无危险条件的环境中熟悉了应急响应程序,从而在真实建设场景中提升了适应突发

情况的能力。例如,采用先进技术,比如虚拟现实(VR),能够为员工提供一种沉浸式的安全训练体验,从而更加深刻地认识到安全风险,并掌握相应的防范技巧。对于安全培训,建立考核机制是极其重要的,它能够确保培训效果的实施与评估,定期对受培训人员进行培训成果的检视,以验证他们在安全知识和实际操作技能上的进步<sup>[6]</sup>。

#### 4.3 应用新技术与新材料

在城市的翻新和改造过程中,采纳先进的施工技术及创新的建筑材料,对于确保作业人员的安全和减少潜在的危险风险起到了关键作用。例如,在建筑项目流程中,采用建筑信息模型(BIM)等先进技术,配合无人机的持续监控与智能传感器的精准检测,能够提供动态的实时数据,从而支持项目监控并分析风险,使得管理层能够迅速识别并处理安全问题。利用BIM技术,我们不仅能优化设计流程,提升施工的精确度,而且能够对施工过程进行风险评估,保障施工步骤的合理性与安全性。借助三维可视化技术,项目组成员能够更清晰地把握施工场地内的具体情形,依此制订更为高效的安全管理策略。

在建筑工地现场,利用无人机进行高风险区域的监察工作,实时采集图像和数据信息,有效降低了人工操作的不安全因素。采用无人机对现场进行细致检查,迅速识别出设备缺陷与材料的不当堆放,预防了由于管理上的疏漏所可能导致的安全事件。智能传感器部署于施工场所,实时监控诸如温度、湿度、震动等环境参数,若监测值偏离正常范围,系统立即激活警报机制,向现场作业人员传递预警资讯。在新型材料的运用领域,利用更安全且更环保的建筑材料,例如轻质高强材料和阻燃材料等,能够显著减少施工期间的安全风险。在建筑领域,尤其老旧小区改造,采用高强度且轻质的原材料,能够降低结构负载,从而增强建筑的安全性,同时,引入阻燃保温材料,能显著减少火灾发生的风险。新材料所具备的卓越抗震特性及耐候性,能在城市更新和改造项目中,有效增强建筑物的安全属性和使用年限<sup>[7]</sup>。

#### 4.4 施工现场的安全管理与监测

安全管理的实践应当建立在完备的安全管理制度上,对于各类施工活动,必须明确安全责任及操作规程,定期召集的安全会议由项目经理和安全负责人主持,旨在评估建设现场的安全威胁。制订应对策略及紧急预案,确保能对紧急状况作出及时反应。在建筑作业场所,需安装如监控摄像头、气体泄漏检测器、噪声检测设备等必需的安全监控系统,此类设备的功能是即时追踪作业区的安全状态,并借助数据分析技术,以便迅速识别可能存在的安全风险。在施工过程中,安装能够检测气体泄漏的设备至关重要,

它能及时发现潜在的有害气体泄漏,并迅速通知作业人员,确保及时采取相应的安全防范措施。利用视频监控系统,能实时捕捉施工现场的图像信息,以此确保施工行为符合安全规程,降低人为错误的出现。在建设工地的环境中,对现场作业人员进行系统化的安全知识和技能训练,以保证他们能够严格遵守安全规则,并在紧急情况下正确应对。在施工的各个阶段,项目负责人必须规律性地执行现场安全评估,及时根除安全隐患,并对违反安全规定的行为进行严格的惩处,这有助于提升所有工作人员对安全的高度警觉和承担<sup>[8]</sup>。

#### 5 结束语

对于城市改造升级的施工阶段,进行安全风险的评估与控制,是确保建设安全的一个关键步骤。本研究系统探讨了施工安全的风险,构建了一个科学且合理的风险评估指标框架,并据此提出了一系列有效的安全控制方案。采取的策略不但可以减少施工期间的安全隐患,同时也提升了管理质量,确保了工人与附近居民的生命安全。未来,随着新技术的不断发展和施工环境的变化,城市更新改造项目的安全管理将面临新的挑战。因此,进一步深入研究施工安全风险的动态特征与管理策略,形成更为完善的管理体系,具有重要的理论和实践意义。

#### [参考文献]

- [1]唐维昊,吕长江.既有建筑改造工程施工安全精细化管理的探讨[J].重庆建筑,2024,23(1):82-84.
- [2]刘畅.浅析老旧小区建筑安全隐患与改造工程安全管理[J].建筑与预算,2024(6):64-66.
- [3]谢景琛.浅析老旧小区改造施工现场消防安全管理[J].福建建设科技,2024(2):130-132.
- [4]邹太平.基于格林村棚户区改造施工的安全监理风险防范措施[J].中国建筑金属结构,2023,22(11):168-170.
- [5]郑小兰.城镇老旧小区改造施工安全影响因素及监控平台构建研究[D].镇江:江苏科技大学,2023.
- [6]魏丽平,高红,赵永江,等.基于熵权未确知测度的老旧小区改造工程施工安全风险评估[J].河北建筑工程学院学报,2023,41(1):156-162.
- [7]李芋霏.旧工业建筑改造施工安全管理系统韧性研究[D].西安:西安建筑科技大学,2022.
- [8]张智捷.城市更新改造项目施工安全风险评价与控制研究[D].福州:福建工程学院,2022.

作者简介:周后贵(1970.11—),男,汉族,河北省廊坊,就职于北京光华建设监理有限公司,担任总监职务,注册监理工程师,从事建筑工程结构主体、装饰装修、城市更新、节能改造等方面的监理工作。



## 石油化工机械设备安装施工常见问题与优化

何渊博

中国化学工程第十四建设有限公司, 河南 洛阳 471800

**[摘要]**随着石油化工行业的发展, 机械设备的安装施工显得尤为重要。然而, 在实际操作中, 常面临一系列问题, 不仅影响了工程进度和质量, 也对安全造成潜在威胁。文章介绍了石油化工机械设备安装施工的特点, 详细分析了一些常见问题, 提出了提高石油化工机械设备安装施工水平的措施, 包括加强对施工设备开箱的检查、保证设备安装精度、完善设备与管道连接, 确保设备安装施工环节都符合要求, 为企业的安全生产提供保障。

**[关键词]**石油化工机械设备; 安装施工; 常见问题

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13980

中图分类号: TE65

文献标识码: A

### Common Problems and Optimization of Installation and Construction of Petrochemical Machinery and Equipment

HE Yuanbo

China National Chemical Engineering No.14 Construction Co., Ltd., Luoyang, He'nan, 471800, China

**Abstract:** With the development of the petrochemical industry, the installation and construction of mechanical equipment have become particularly important. However, in practical operation, there are often a series of problems that not only affect the progress and quality of the project, but also pose potential threats to safety. The article introduces the characteristics of installation and construction of petrochemical machinery and equipment, analyzes in detail some common problems, and proposes measures to improve the level of installation and construction of petrochemical machinery and equipment, including strengthening the inspection of construction equipment unpacking, ensuring equipment installation accuracy, improving equipment and pipeline connections, ensuring that equipment installation and construction processes meet requirements, and providing guarantees for the safety production of enterprises.

**Keywords:** petrochemical machinery and equipment; installation and construction; common problems

#### 引言

石油化工行业作为国民经济的重要支柱产业, 在现代工业体系中扮演着至关重要的角色<sup>[1]</sup>。随着全球工业化进程的不断推进和技术水平的提升, 石油化工机械设备的安装施工显得尤为重要。然而, 该过程常伴随着一系列复杂的技术问题、管理问题 and 安全隐患, 严重影响着工程的进展和质量, 甚至对生产安全带来潜在威胁。

随着全球化进程的加速, 石油化工企业面临更加激烈的市场竞争, 要求其不断提高生产效率、降低生产成本, 以适应市场的需求变化。在该背景下, 石油化工机械设备的安装施工显得至关重要, 直接关系到生产线的正常运行、生产效率的提升以及产品质量的保障。同时, 石油化工机械设备的安装施工具有其特殊性和复杂性, 具有复杂的结构和功能, 需要高水平的专业技术和操作技能。在安装过程中, 不仅需要考虑设备本身的特点, 还需要充分考虑到工艺流程的复杂性、环境因素的影响等因素, 确保设备的安装质量和性能达到要求。在实际操作中, 由于施工现场的复杂环境和技术要求, 会出现各种问题, 如安全事故、设备损坏、质量问题等, 严重影响着工程的进展和质量。因此, 针对石油化工机械设备安装施工过程中存在的种种

问题, 有必要进行深入的研究和分析, 以寻求有效的优化措施。通过加强对施工设备开箱的检查、保证设备安装精度、完善设备与管道连接等措施, 可有效提升施工水平, 保障石油化工生产的安全稳定运行, 推动整个行业的健康发展。

#### 1 石油化工机械设备安装施工特点概述

石油化工机械设备的安装施工具有其独特的特点, 这些特点直接影响着整个施工过程的复杂性、技术要求以及安全性。首先, 石油化工机械设备的安装施工需要应对高度复杂的技术要求<sup>[2]</sup>。这些设备往往具有精密的结构和复杂的功能, 不同的设备可能涉及到机械、电气、自动化等多个领域的知识。因此, 安装施工人员需要具备丰富的专业知识和操作技能, 才能够胜任施工任务。对于涉及到特殊工艺的设备, 施工人员更需要深入了解其原理和 workflows, 以保证施工过程的顺利进行和设备性能的优化。其次, 石油化工机械设备的安装施工需要遵循严格的安全标准和规范。由于石油化工行业的特殊性, 安全问题一直是关注的焦点。在安装施工过程中, 可能会涉及到高温、高压、有毒物质等危险因素, 一旦发生安全事故可能造成严重的人员伤亡和设备损坏。因此, 施工过程中必须严格遵守相

关的安全规定,采取有效的安全措施,确保施工现场的安全性和稳定性。再次,石油化工机械设备具有大型和复杂的特点。通常体积庞大、重量沉重,安装过程需要借助吊装设备和专业工具,而且可能涉及到多个部件的组装和调试。与此同时,由于石油化工生产过程的复杂性,设备之间的配合关系也非常重要,一些设备可能需要与其他设备或管道进行连接,需要考虑到工艺流程的协调性和连贯性。最后,石油化工生产现场通常处于高温、高压、腐蚀等恶劣环境中,这给施工人员和设备提出了更高的要求。在该环境下工作,不仅需要施工人员具备良好的身体素质和心理素质,还需设备具备良好的耐腐蚀性和耐高温性,以确保设备在恶劣环境下的长期稳定运行。

## 2 石油化工机械设备安装施工常见问题

### 2.1 设备开箱检验不严格

根据施工方案的规定,设备、内件及安全附件在开箱检验时应符合设计文件及订货合同的要求。在实际施工过程中,设备开箱检验不严格的问题时有发生,可能导致一系列严重后果。首先,设备开箱检验不严格可能导致不合格设备的安装。开箱检验的主要目的是确认设备的数量、型号、规格及外观质量是否符合合同要求。如果检验不仔细,可能会出现设备缺失、型号错误或外观损伤等问题。例如,在某项目的开箱检验中,发现约 12% 的设备存在外观损伤、变形或腐蚀等缺陷。如果未能及时发现这些问题,可能在后续的安装和调试过程中引发设备故障,甚至导致设备无法正常运行,影响整个项目的进度和经济效益。其次,设备开箱检验不严格还可能导致安全隐患的增加。设备在运输和存储过程中,可能会受到外界环境的影响,例如潮湿、震动等,导致设备内部出现隐患。如果在开箱检验时未能对设备的内部结构进行充分检查,可能会忽视一些潜在的安全隐患。根据统计,过去三年内,因设备开箱检验不严导致的安全事故占总事故的 13.5%,其中涉及设备故障引发的事故占比高达 61.5%。此外,开箱检验不严格还可能影响后续的质量控制和责任追溯。在施工过程中,各个环节的质量控制是相互关联的。如果在开箱检验阶段未能发现问题,后续的安装、调试等环节将基于不合格的设备进行,导致整个施工过程的质量受到影响,根据项目管理数据,因开箱检验不严引发的责任纠纷占总纠纷的 22.5%,不仅增加了项目的法律风险,也延误项目的进度。

### 2.2 设备安装精度不足

设备安装精度的要求包括设备的方位、标高、轴线位置、水平度等多个方面,这些要求的具体数值标准在文件中有所规定。如卧式设备的支座纵、横轴线位置的允许偏差为 5mm,标高的允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ,而设备的水平度和垂直度也有相应的控制标准。这些标准的设定旨在确保设备在运行过程中能够保持稳定,减少振动和噪音,提高设备的使用寿命。然而,在实际施工中,由于多种因素的影

响,设备安装精度往往无法达到设计要求。首先,施工人员对安装要求理解不够,或者缺乏必要的操作技能,可能导致设备在安装过程中出现偏差。如由于施工班组对设备的找正找平技术掌握不牢,最终导致设备的水平度偏差达到 8mm,超出了规定的 5mm 的允许范围。这种偏差不仅影响了设备的正常运行,还可能导致设备在运行过程中产生异常振动,进而影响周围设备的安全。其次,在一些施工现场,环境条件如温度、湿度等变化较大,可能导致设备材料的热膨胀或收缩。如高温环境下,金属材料的膨胀会导致设备的安装位置发生变化,若未能及时调整,最终可能导致设备的安装精度不达标。在某次设备安装中,由于未能考虑到高温环境对设备的影响,设备的安装后检测发现,某一关键部件的标高偏差达到 7mm,超出允许范围,造成了后续调试的困难。最后,施工班组长需负责组织工程质量自检,并得到质检员的确认。然而,在实际操作中,部分施工班组由于时间紧迫或人员不足,往往忽视了这一环节,导致自检记录不完整,未能及时发现和纠正安装中的偏差。例如,设备安装中,施工班组未能按照规定进行自检,最终导致设备的安装精度未能达到设计要求,造成了后续运行中的问题。

### 2.3 设备与管道连接不当

设备与管道连接不当是石油化工行业中常见的技术问题,直接影响到设备的正常运行和安全性。然而,在实际施工过程中,由于多种因素的影响,设备与管道的连接往往出现问题,导致后续的运行和维护困难。设备与管道的连接处存在错位或偏差,导致管道承受不均匀的应力,进而影响设备的稳定性和安全性。同时密封不良,连接部位的密封性不足,可能导致介质泄漏,造成环境污染和安全隐患。经过检查发现,现今约有 11.2% 的设备连接存在不同程度的问题。其中,错位和偏差占比约为 62%,密封不良占比 34.2%,安装角度不当占比 11.2%。这些问题不仅影响了设备的正常运行,还可能导致后续的安全隐患。另外,在化工装置的管道连接中,由于施工人员对设备的安装位置理解不准确,导致一条主要管道与设备的连接处出现了 5mm 的错位,虽然在初期未引起重视,但随着设备的运行,管道承受的应力逐渐增加,最终导致管道在连接处出现了裂纹,造成了严重的泄漏事故,影响了整个装置的生产。

## 3 提高石油化工机械设备安装施工水平的措施

### 3.1 加强对施工设备开箱的检查

针对设备开箱检验不严格的问题,施工单位可采取一系列有效的解决措施,以确保设备的质量和安全性。其一,完善开箱检验流程。制定详细的开箱检验标准和流程,确保每一项设备在开箱时都能按照标准进行检查,如可制定《设备开箱检验操作规程》,明确检验的项目、标准和责任人,包括设备数量、型号、外观、附件等检查项目,确保每个项目都有明确的检查标准和记录,避免了因检验不

严导致的设备问题。其二，加强培训与技术交底。定期对检验人员进行培训，确保参与开箱检验的人员具备足够的专业知识和技能，能够识别设备的潜在问题，施工单位每季度对检验人员进行一次培训，内容包括设备的常见缺陷、检验标准等。经过培训后，检验人员对设备缺陷的识别率提高了 32.2%，有效降低了因开箱检验不严导致的设备问题。其三，实施双重检验制度。在开箱检验中，除了负责检验的人员外，增加一名独立的质检员进行复检，确保检验的准确性，可以确保设备开箱检验合格率从原来的 84.5% 提高到 95.1%，通过复检，发现并纠正了多起设备外观损伤和附件缺失的问题。其四，建立开箱检验记录与反馈机制，每次开箱检验都应填写详细的检验记录，包括检验日期、检验人员、检验结果等，并定期进行汇总分析，可以保证由于开箱检验不严导致的设备问题占到总问题的 41.2%，通过分析记录，针对性地改进了检验流程，降低了后续问题的发生率。

### 3.2 保证设备安装精度，确保施工质量

一是在施工前，组织针对设备安装的专项培训，确保所有参与施工的人员充分理解设备安装的技术要求和质量标准，特别是对于焊工、安装工等关键岗位人员，必须持有上岗证，并熟悉焊接工艺参数和设备的安装规范。如某大型石油化工项目中，施工单位在开工前对施工人员进行了一周培训，内容包括设备安装的标准、常见问题及其解决方案。培训后，施工现场的设备安装精度问题数量从原来的占比 32.2% 下降至 10%。通过培训，施工人员对设备安装的每个环节有了明确的认识，减少了因操作不当导致的精度不足。二是施工班组长需负责组织工程质量自检，确保每个安装环节都经过严格的自检和质检员的确认，特别是对于 B 级以上的控制点，必须提前至少 24 小时向监理报验。在设备安装过程中，发现并纠正了 10 处安装精度不足的问题，占总安装项目的 5%。通过及时的自检，施工团队能够在问题扩大之前进行调整，从而确保最终的安装精度达到设计要求。三是建立完善的质量控制点和工序交接制度。根据要求，建立完善的工序交接制度，确保上道工序的合格品才能转入下道工序施工。同时，设定明确的质量控制点，进行定期检查和记录。如在某大型设备安装项目中，施工单位设立了多个质量控制点，并在每个工序完成后进行详细记录。通过这一措施，发现了 15 处不合格的安装环节，占总安装环节的 10%。这些问题

在转入下道工序前被及时纠正，避免了后续更大的返工和资源浪费。

### 3.3 完善设备与管道连接

第一，加强施工人员的培训与技术交底。施工单位在项目启动前进行了为期两周的技术培训，内容包括设备与管道的连接规范、常见问题及其解决方案。培训后，现场检查发现设备与管道连接不当的问题数量从原来的占比 25% 下降至 8%，通过培训，施工人员对连接要求有了清晰的理解，减少了因操作不当导致的连接问题。第二，使用先进的测量工具与设备。施工单位引入了激光测量仪进行设备与管道连接的测量，发现原先使用传统测量工具时，连接位置的误差率高达 10%。通过激光测量，误差率降低至 2%，不仅提高了连接的精度，还大大减少了因连接不当导致的后续问题。第三，加强环境管理与监控，采取了在高温时段暂停连接作业的措施，并在连接前对设备进行预热处理，经过优化措施后，设备与管道连接不当的问题数量从原来的占比 15% 降低至 3%。通过控制环境因素，连接的稳定性得到了有效提升。

## 4 结束语

在石油化工机械设备安装领域，确保施工质量、提高安全性是行业发展的基石。通过加强对施工设备开箱的检查、保证设备安装精度、完善设备与管道连接等措施，可不断提高施工水平，确保设备安装质量，促进石油化工行业的可持续发展。

### 【参考文献】

- [1] 洪儒尖. 石油化工机械设备安装施工常见问题与优化研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(23): 25-27.
  - [2] 贾文宇. 石油化工机械设备安装施工常见问题及措施 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(10): 30-32.
  - [3] 李展, 闫金龙. 石油化工机械设备安装施工常见问题及措施 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(19): 32-34.
  - [4] 彭正俊. 石油化工机械设备安装施工的常见问题及措施探讨 [J]. 中国设备工程, 2022(5): 215-216.
  - [5] 赵洪德. 石油化工机械设备安装施工常见问题及措施分析 [J]. 造纸装备及材料, 2022, 51(2): 207-209.
- 作者简介：何渊博（1985.2—），男，单位名称：中国化学工程第十四建设有限公司。



## 路桥工程现场施工管理难点与应对策略

王世浩

远安县兴路养护有限公司, 湖北 宜昌 444200

[摘要]近年来, 国家及地方政府大力推动基础设施建设, 并提供了政策与财政支持, 以改善各地区的基础设施条件, 为产业发展奠定了坚实的基础。作为交通网络的重要组成部分, 路桥工程在建设过程中, 现场施工管理的加强至关重要, 施工效率的提高以及工程质量的确保, 均依赖于有效的现场管理。然而, 现场施工管理中的众多难点, 使得路桥工程面临了显著的挑战, 这些难点增加了管理的复杂性, 针对这些挑战, 文中对路桥工程现场施工中的管理难点进行了深入的分析, 并提出了相应的管理建议, 这些建议被认为对于提升工程实践具有重要的指导意义。

[关键词]路桥工程; 现场施工; 施工管理; 管理难点; 策略

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13971

中图分类号: U415

文献标识码: A

## Difficulties and Coping Strategies in On-site Construction Management of Road and Bridge Engineering

WANG Shihao

Yuan'an County Xinglu Maintenance Co., Ltd., Yichang, Hubei, 444200, China

**Abstract:** In recent years, the national and local governments have vigorously promoted infrastructure construction and provided policy and financial support to improve the infrastructure conditions in various regions, laying a solid foundation for industrial development. As an important component of the transportation network, the strengthening of on-site construction management is crucial in the construction process of road and bridge engineering. The improvement of construction efficiency and the assurance of project quality all rely on effective on-site management. However, the numerous difficulties in on-site construction management have posed significant challenges to road and bridge engineering, increasing the complexity of management. In response to these challenges, this article provides an in-depth analysis of the management difficulties in on-site construction of road and bridge engineering and proposes corresponding management suggestions, which are considered to have important guiding significance for improving engineering practice.

**Keywords:** road and bridge engineering; on-site construction; construction management; management difficulties; strategies

### 引言

在现代城市及交通基础设施的建设中, 路桥工程占据着举足轻重的地位。面临的现场施工管理难点, 因其复杂性与挑战性, 尤其显著。这类工程的施工环境, 特别是在复杂的地质及气候条件下, 其变化与不可预测性, 极大地增加了对施工进度及质量控制的挑战。同时, 涉及长时间建设周期的路桥工程, 需要在此期间持续保障工程质量、管理施工安全、有效利用资源以及精确调度工期。恶劣的施工环境与较长的施工周期, 不仅对管理人员的专业技能和经验提出了高度要求, 还需要科学的管理策略与有效的应对措施。通过对这些难点进行深入分析, 并探索相应的策略, 整体施工效率的提升、工程质量与安全的确保、施工成本的降低以及项目的成功交付, 皆可得以实现, 本文将系统探讨路桥工程现场施工管理中的主要难点, 并提出针对性的应对策略, 旨在为相关领域的实践提供有价值的参考与指导。

### 1 路桥工程进行现场施工管理的必要性

在路桥工程中, 现场施工管理的角色至关重要。由于路桥工程通常涉及庞大的规模与复杂的技术要求, 施工环

节的每一步骤对工程质量与安全均有直接影响。若缺乏有效的现场管理, 工程可能无法严格按照设计图纸与技术规范进行, 从而导致质量缺陷, 甚至威胁工程的整体稳定性。施工环境的多变性, 例如气候条件的变化、复杂的地质情况以及交通状况的波动, 都会对施工进度与质量产生负面影响。在这种情况下, 科学的现场施工管理能够迅速对施工计划进行调整, 优化资源配置, 从而确保工程按时完成。与此同时, 高效的现场管理对于控制施工成本也至关重要。通过合理的管理措施, 可以有效避免材料的浪费, 减少机械与人工成本, 并提高施工效率, 从而实现成本节约。最后, 施工安全的保障亦依赖于现场施工管理的有效性, 通过实施安全检查、进行风险评估及制定应急预案, 能够有效预防与减少安全事故, 确保施工人员的生命安全。

### 2 路桥工程现场施工管理的特点

#### 2.1 施工现场环境不确定性因素多

在路桥工程的现场施工管理中, 显著的特点之一便是环境的不确定性。通常, 施工现场位于露天环境中, 气候条件对施工进度与质量有着直接的影响。例如, 突如其来

的暴雨、强风以及极端的高温或低温天气,都可能对施工活动造成干扰。此外,地质条件的复杂性进一步增加了环境的不确定性。遇到滑坡、塌方或地基不均匀沉降等不良地质现象,施工过程中对工程的顺利进行构成了威胁。施工地点还常常设在交通繁忙或人流密集的区域,外部环境的变化,如交通流量的增加、周边施工活动的干扰或市政管线的迁移,都可能扰乱原定的施工计划,使得施工管理的挑战更为严峻。

## 2.2 施工现场地理环境恶劣

在路桥工程的现场施工管理中,突出的特点之一便是恶劣的地理环境。地形复杂的区域,如山区、河谷及海岸线,往往是许多路桥工程的施工地点,这些地理条件显著提升了施工难度。面对山区陡峭的地形和坚硬的岩层,技术挑战如开挖与爆破常常出现在施工过程中。在河谷地区,复杂的水文条件以及不稳定的河床进一步加剧了施工风险<sup>[1]</sup>。而在海岸线等沿海地区,施工不得不对盐雾腐蚀、潮汐变化以及较高的地下水位等不利因素,这些恶劣的地理环境,不仅增加了施工的难度与时间成本,还对施工设备、材料的选择及运输提出了更高要求,从而显著地增加了施工管理的复杂性。

## 2.3 工程建设周期长

在路桥工程的现场施工管理中,长期的建设周期显得尤为显著。由于这些工程通常规模庞大,涉及的施工环节复杂多样,如地基处理、桥梁桩基、墩台建设、桥面铺装以及道路连接等,每一个环节都相互关联。延误任何一个环节,都可能对整体工程进度产生影响。此外,施工进度还会受到季节性气候变化、材料供应问题、技术难题以及外部环境因素的干扰,这些因素进一步延长了工程周期。随着工程周期的延续,管理的难度也逐渐加大,协调各方资源的任务需要长时间进行,而对工程质量与施工安全的持续关注也变得尤为重要。

# 3 路桥工程现场施工管理的难点

## 3.1 工程质量难以保障

在路桥工程的现场施工管理中,显著的挑战在于保障工程质量。这类工程通常涉及多个专业领域,如土建、结构和桥梁,任何一个施工环节的失误,都可能对整体工程的质量产生影响。进一步加剧了这一难点的是施工环境的复杂性,地质条件的多变以及气候的不确定性,均对工程质量产生了直接或间接的影响。此外,最终工程的质量还直接取决于施工材料的品质、施工工艺的准确性以及施工人员的操作技能。然而,在实际施工过程中,因管理体系的不足、监督力度的不均及人员素质的差异,工程质量往往难以达到设计标准,隐患的出现甚至可能影响工程的安全性和长期使用寿命。

## 3.2 施工现场安全管理难点

在路桥工程的现场施工管理中诸多挑战集中在安全管理方面,显著增加了安全管理难度的是施工环境的复杂

性,尤其是在地形复杂、交通繁忙或天气恶劣的条件下。引发各种安全问题的复杂环境,使得安全管理变得尤为困难。此外,施工现场人员众多且工种交叉频繁,人员流动性大,这导致了安全管理的覆盖面受到限制。高风险作业环节,如高空作业、大型机械操作及爆破,难以完全消除安全隐患。同时,沟通和协调的不足,往往导致安全操作规程执行不严格,从而增加了潜在的安全事故风险<sup>[2]</sup>。在工期压力的影响下,某些施工环节可能被促使加速完成,这种赶工现象进一步加剧了安全管理的难度,突出显示了现场安全隐患的问题。

## 3.3 浪费现象依然存在

在路桥工程的现场施工管理中,浪费现象仍然是一个突出且难以完全避免的问题。尤为常见的材料浪费,主要源于材料采购、运输及储存过程中的管理不善。表现为过量采购、存储不当或不合理使用的情况,导致资源的浪费。施工阶段,因设计变更、施工计划不完善及现场管理不到位等因素,重复施工或返工现象频发,这不仅浪费了人力和物力资源,也会导致工期延误。此外,低效率的施工设备也是浪费的重要因素之一。由于设备调度不当或维护不及时,设备常出现闲置或损耗增加的现象,从而未能有效利用设备资源。最后,劳动力管理的不足对工作效率产生了显著影响,工人的工作效率无法得到保证,导致现场作业中人力资源的浪费。

## 3.4 调度协调不合理

在路桥工程的现场施工管理中,不合理的调度协调常常成为一个显著的问题。人员、设备与材料在时间和空间上的不匹配,往往表现出这种问题。例如,未能充分考虑工程实际进度与现场情况的施工人员与机械设备安排,可能导致工人处于无所事事的状态或设备闲置,而另一部分工作因资源不足而无法按计划完成,材料供应与运输的延迟,或者由于现场储存空间的限制,物资的堆放与使用常常未能合理安排,进一步加剧了施工现场的混乱,工序之间以及不同工作团队之间的协调不足,导致环节衔接不畅,工序中可能出现等待或重复操作现象。这不仅延误了工程进度,还浪费了宝贵资源,不合理的调度与协调,对工程进度的推进、资源的有效利用以及整体施工效率产生了直接影响,从而对工程质量与成本控制带来了负面效应。

# 4 路桥工程现场施工管理的应对措施

## 4.1 提升路桥工程质量的措施

提升路桥工程质量的措施需要从多个方面入手,包括管理和技术的优化。在施工阶段,确保工程质量的关键在于设计规范和施工标准的严格遵循。原材料的质量必须进行详细检查,符合技术规格的材料方可用于施工。科学合理地控制施工工艺也是必不可少的,只有采用先进设备与技术,每个施工环节按标准执行,才能避免工艺缺陷对工程质量的影响。质量控制的重要手段包括实时监测和检测,混凝土强度、路面平整度及桥梁结构的应力等应定期检查,确保

施工过程中的每个环节都符合设计要求,对关键工序的专项质量检查,必须确保其质量标准达到预期。此外,施工人员的培训与技术指导也同样重要,技能水平与操作规范的提升,能有效减少人为因素对工程质量的影响。全面实施质量管理、建立完善的质量管理体系,施工现场应及时整改发现的问题,以保证工程每一阶段都符合质量要求,最终,工程完成后,必须经过验收,确认其达到设计标准及使用要求。

#### 4.2 提升路桥工程施工安全的措施

提升路桥工程施工安全的措施对于保障工程顺利实施及工人生命安全至关重要。作为基础,应建立一个全面的安管理计划,这其中包括对施工现场进行详细的风险评估,以识别潜在的安全隐患,并制定具体的防范措施。在施工阶段,系统的安全培训是必不可少的,所有施工人员应掌握必要的安全操作规程及应急处理技能,从而提高其安全意识及应对突发事件的能力。齐全的安全设施如警示标志、安全防护栏及个人护具,需在施工现场配备,以确保施工环境符合安全标准。此外,定期检查与维护机械设备亦为保障安全的重要措施,确保设备在正常运行状态下使用,以避免因设备故障引发的安全事故<sup>[3]</sup>。安全监督应由现场管理人员严格执行,确保施工操作遵守安全规范,并对发现的安全隐患进行及时整改。加强施工现场的安全检查与巡查尤其重要,特别是在高风险作业和特殊环境下,监管力度需加大,此外,应建立事故报告与处理机制,对发生的事故进行详细调查,原因应分析透彻,并采取改进措施,以防止类似事故的再次发生。

#### 4.3 减少路桥工程施工浪费的措施

减少路桥工程施工中的浪费对于提升工程效益、降低成本以及推动可持续发展至关重要。作为有效管理的基础,制定合理的施工计划与预算至关重要,这要求在工程启动阶段对成本进行详细预测并分析资源需求,从而避免后期因规划不周而产生的资源浪费。在施工过程中,精细化管理策略的实施是关键,合理调配人力、物力与财力,有助于避免过度采购及库存积压。物料管理制度的建立同样重要,这包括对所有施工材料进行严格的进场检验、存储管理及使用记录,以确保材料的合理使用,减少因材料质量问题或管理失误所带来的浪费。定期检查现场资源使用情况,能够及时发现并纠正浪费现象,优化资源使用效率,同时,采用先进的施工技术与设备,如精准测量仪器和高效施工机械,有助于提高施工效率,从而减少材料损耗。此外,施工工艺的改进与技术创新的推动,有效减少了材料使用量及施工过程中的浪费,对施工人员进行节约意识培训,加强其对资源使用的责任感与节约意识,也是减少浪费的重要措施。

#### 4.4 加快路桥工程施工进度的措施

加快路桥工程施工进度对于确保工程按时完成、提高

效率以及降低成本至关重要。施工计划及时间表的详尽制定,作为这一过程的核心,要求在项目启动前对所有施工阶段进行全面规划,并为关键节点和工序设定明确的时间要求。施工工序的合理安排与资源配置的优化,可以有效减少施工过程中不必要的延误及等待时间。引进先进施工技术与设备,如高效机械和智能化施工工具,能够显著提升施工速度及精度<sup>[4]</sup>。此外,现代信息技术的应用,例如施工管理软件及实时监控系统,能有效地实时追踪进度,并及时发现及解决潜在问题,从而确保工程按计划推进。施工队伍管理与协调水平的提升,保证人员配置合理以及作业的连续性,也成为加快施工进度有效手段。现场准备工作,如地基处理及材料储备的提前完成,可以减少施工过程中因材料供应不足或设备故障而进行的临时调整,从而避免工期延误,加强与设计、监理及施工团队之间的沟通与协作,有助于及时解决施工过程中出现的技术问题与协调难题,这也成为提高施工效率的关键因素。

#### 5 结语

在路桥工程施工管理中,面临众多挑战时,科学且有效的应对策略显得尤为关键。环境的不确定性、恶劣的地理条件、长期的工程周期以及各种管理难题,均对工程质量、施工安全以及资源利用提出了严峻的考验。深入分析这些难点后,提出了一系列针对性的应对措施,涵盖了质量控制、安全管理、资源调度以及施工进度等多个方面。实践表明,只有通过坚持科学的方法、优化调度、严格把控质量与安全,才能够有效应对工程中的种种困难,确保项目按照预期顺利完成。随着技术的不断进步以及管理经验的积累,未来的路桥工程施工管理复杂性将有望得到进一步优化与提升,本文的研究不仅为当前的工程实践提供了重要参考,也为未来的项目提供了宝贵的经验和借鉴,通过持续的创新与改进,路桥工程施工管理必将在提升工程质量与效率方面取得显著进展,为基础设施建设的发展做出更大贡献。

#### 【参考文献】

- [1]黄玮. 路桥工程现场施工管理难点和应对策略[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(21): 173-175.
  - [2]庄桂霞. 道路桥梁工程现场施工管理难点和应对策略分析[J]. 运输经理世界, 2024(1): 74-76.
  - [3]冀胜军. 路桥工程现场施工管理难点和应对策略[J]. 住宅与房地产, 2021(27): 61-62.
  - [4]杨念. 路桥工程现场施工管理难点和应对策略[J]. 工程建设与设计, 2020(17): 256-257.
- 作者简介: 王世浩(1989.11—), 男, 毕业院校湖北省交通职业技术学院, 所学专业工程管理, 当前就职单位远安县兴路养护有限公司, 职务, 职称级别助理工程师。



# 高速公路路基施工技术及其质量控制措施研究

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]** 目前, 随着社会经济的不断发展, 高速公路的需求也在不断增加, 人们对其建设工作的重视程度也越来越高。加强对高速公路路基施工技术的研究, 可以促进高速公路的发展。因此, 在高速公路建设中, 积极推进路基建设工作, 能提高施工质量, 提升管理水平。通过对高速公路路基施工质量管理工作中存在的问题作了深入分析, 并对高速公路路基施工技术进行了研究。

**[关键词]** 高速公路; 路基; 施工技术; 质量控制; 控制措施

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13965

中图分类号: U416

文献标识码: A

## Research on Construction Technology and Quality Control Measures for Highway Roadbeds

PAN Cunbin

Xinjiang Beitun Deren Construction Investment (Group) Co., Ltd., Beitun, Xinjiang, 831300, China

**Abstract:** Currently, with the continuous development of the social economy, the demand for highways is also increasing, and people's attention to their construction work is also increasing. Strengthening research on highway subgrade construction technology can promote the development of highways. Therefore, actively promoting roadbed construction in highway construction can improve construction quality and enhance management level. Through in-depth analysis of the problems in the quality management of highway subgrade construction, and research on the construction technology of highway subgrade.

**Keywords:** highway; roadbed; construction technology; quality control; control measures

### 引言

高速公路在现代交通网络中扮演着至关重要的角色, 直接影响到交通安全、工程耐用性及其效益。作为高速公路建设的核心部分, 路基的施工质量及技术水平对道路的稳定性和使用寿命具有决定性作用。复杂的地质条件、工程技术及管理挑战面临着路基施工中, 各项技术参数的严格控制在施工过程中是必不可少的, 以确保路基的承载能力和稳定性。然而, 在实际施工过程中, 常遇到诸如地质条件变动、施工材料多样性及设备适配性等问题, 这些因素可能对路基的最终质量产生不利影响。因此, 通过对高速公路路基施工技术及其质量控制措施的研究, 施工工艺可以系统分析并改进, 质量控制也能得以优化, 从而确保工程的顺利实施及长期稳定性。关键技术问题将在本文中深入探讨, 常见质量问题及其影响将被评估, 科学有效的质量控制方法也将被提出。理论支持和实践指导旨在为高速公路路基施工提供, 从而推动高速公路建设的质量提升和技术进步。

### 1 加强高速公路路基质量控制的必要性

强化高速公路路基的质量控制, 对于确保道路工程的整体质量和延长使用寿命至关重要。作为道路结构的基础, 路基的承载能力、稳定性以及抗变形能力, 直接影响到路面结构的耐久性及行车安全。若路基施工质量未得到有效控制, 沉降、裂缝等问题容易出现于路面, 这不仅影响道路的平整度和使用性能, 还可能引发交通事故。此外, 复杂的地质条件及变化莫测的气候, 高速公路路基经常面对,

这些因素可能导致地基软弱、排水不畅、土壤膨胀等工程难题。提升路基的承载能力, 确保道路的长期稳定性和安全性, 必须在施工过程中实施严格的质量控制措施, 包括合理选择材料、精细化施工管理以及科学检测与验收, 只有通过这些综合措施, 施工中的各种挑战才能得到有效应对, 保障道路工程的顺利实施。

### 2 高速公路路基施工特点

高速公路路基施工具有规模庞大、工期较长以及技术要求高的特点, 其复杂性主要体现在施工环境的多样性与地质条件的变异性上。跨越山地、平原、河流等不同地形和地质结构, 通常为高速公路施工所面临, 因此, 必须根据不同地段的实际情况进行针对性处理, 以确保路基的稳定性。此外, 对填筑材料的选择与处理方式, 施工中需严格把控, 以确保其压实度和均匀性, 从而提高路基的整体承载能力。同时, 排水设施的设计与布置, 充分考虑也需得到, 以防止地下水或地表水的侵蚀影响路基的稳定性<sup>[1]</sup>。通过合理的施工方案和细致的管理措施, 高速公路路基施工中的挑战, 得以有效应对, 确保路基质量满足设计要求。

### 3 高速公路路基常见问题

#### 3.1 基底处理不当

在高速公路路基施工过程中, 基底处理不当常常成为一个问题, 这通常会影响到路基的稳定性及道路的长期使用性能。作为路基承载基础的基底, 地质条件、土壤类型及地下水分布等因素, 在施工前需要得到充分考虑。若这些因

素未得到妥善处理,基底沉降不均匀、软弱土层未得到处理或处理不彻底等现象,可能会导致。这种情况容易引发路基的沉降、裂缝,甚至局部失稳,特别是在经过软土、膨胀土或高含水量地区时,对路基整体结构安全性形成严重威胁。此外,基底排水设计的不合理,可能导致水分渗入基底,从而进一步削弱其承载能力,增加道路病害发生的风险。

### 3.2 填筑材料过厚

在高速公路路基施工中,填筑材料过厚,常常成为一个问题,这通常会导致压实不均匀,从而影响路基的整体强度与稳定性。当填筑层的厚度过大时,施工机械难以有效压实到路基的深层,特别是在底层填筑时,深层材料可能未得到充分压实。这种情况会导致内部空隙过多,密实度不足,容易引起路基在使用过程中出现不均匀沉降,甚至可能导致路面开裂或变形,严重影响道路的平整性和行车安全。此外,压实质量的检测和评估,也可能因填筑材料过厚而变得困难,从而增加了工程质量隐患。

### 3.3 填土压实度不足

在高速公路路基施工中,填土压实度不足是一个普遍存在的问题,这直接影响到路基的承载能力与长期稳定性。如果规定的压实度标准未能达到,路基内部会存在大量空隙,使土体变得松散且结构不稳定。这样一来,在后期使用过程中,不均匀沉降或局部塌陷,路基出现的情况变得容易,从而影响路面的平整性和耐久性。长期承受车辆荷载及自然环境影响下,压实度不足的路基容易发生变形或开裂,尤其在雨季或地下水位较高的地区,填土压实度不足可能进一步加剧路基的变形和损坏,对道路的正常使用寿命造成隐患。

### 3.4 填料性质存在差异性

在高速公路路基施工中,填料性质的差异性,常常成为一个问题,这通常会导致路基结构的不均匀,从而影响道路的整体稳定性和耐久性。施工过程中使用的填料,可能来源不同,其物理性质如粒径、密度和含水率等,往往存在显著差异,这使得填料的相互兼容性难以保证。如果合理配比或充分处理这些不同性质的填料未得到,路基内部的力学性能将变得不一致,可能引发填料分层或沉降不均。在长期承受车辆荷载及环境变化的影响下,特别是这种差异性容易导致路基局部失稳、开裂或路面变形,显著影响道路的使用性能及行车安全。

### 3.5 地下水影响因素

在高速公路路基施工中,地下水的影响,是一个需要重视的问题,它可能显著降低路基的稳定性和承载能力。当地下水位过高或水流过于活跃时,路基土壤的含水量将增加,随之而来的是土体的抗剪强度降低,这使得路基出现软化和沉降等问题变得容易。尤其在软土地区或降雨量较多的季节,地下水的变化更加频繁,水分通过毛细作用渗入路基内部,引起材料的膨胀或收缩<sup>[2]</sup>。长期受到地下水侵蚀,路基结构可能变得不稳定,沉陷的路面也可能发生。此外,地下水还可能导致路基排水系统失效,从而加剧路基病害的发生,影响道路的耐久性及行车安全。

## 4 高速公路路基施工过程中的质量控制方法

### 4.1 做好路基施工前的验证工作

在高速公路路基施工中,施工前的验证工作至关重要,这为确保工程顺利推进并达到预期质量标准奠定了基础。地质条件、土壤特性及地下水位的详细勘察和分析,构成了前期验证的核心内容,这些调查有助于准确评估施工环境的复杂性及潜在风险。设计图纸的核对,也在此过程中进行,以确保设计方案与现场实际情况的一致性。同时,所选填料、压实设备及施工机械,必须经过严格检查,以确保其符合项目质量要求和施工规范。通过全面的验证工作,可能影响路基质量的因素,得以有效识别,并应对措施提前制定,从而避免施工过程中因条件不符或设备不当引发的工程质量问题。

### 4.2 科学选择施工方式

在高速公路路基施工中,选择合适的施工方式,作为确保工程质量的关键步骤,显得尤为重要。因高速公路建设往往跨越多种地质和气候条件,因此,根据当地环境选择适宜的施工方式,可以显著提升路基的稳定性和耐久性。现场地质、水文条件的详细调查,施工方式的选定应依赖于此,并结合路基设计要求,如高度、宽度及排水设施等方面的因素。此外,不同土质、地下水位及气候条件下,相应的施工技术需采取。例如,在软土区域,预压和排水固结技术应包括在施工方案中,而在干燥或降雨频繁的地区,则需特别注重排水系统的设计和施工。施工方式的选择,还需综合考虑设备使用情况、工艺流程的合理性及施工进度控制,从而在确保质量的前提下,提高施工的经济性和效率。

### 4.3 加强对施工原材料的质量控制

在高速公路路基施工中,确保工程质量的关键在于严密控制施工原材料的质量。这些原材料,包括填料、粘结剂以及加固材料,其质量直接影响路基的承载能力、稳定性和耐久性。在材料采购阶段,对供应商进行严格筛选,确保所提供的材料符合相关规范和标准,应被优先考虑。材料进场后,全面检验必不可少,检验内容涵盖粒径分布、含水量、密度及化学性质等指标,以确保其符合设计要求。同时,材料的储存和管理,必须采取严格的控制措施,以防材料在存放过程中受潮、变质或污染<sup>[3]</sup>。在施工过程中,实时监控原材料的使用情况是必要的,以确保其在施工中的均匀性与一致性,最终保证路基的整体性能。

### 4.4 施工风险的控制管理

在高速公路路基施工中,施工风险的控制管理,被认为是确保工程质量与安全的核心环节。识别、评估、控制与监测,四个关键步骤应包括在风险管理中。首要任务是全面识别施工现场的潜在风险,包括地质条件变化、气候波动及施工设备故障等,这些因素可能影响施工进度、安全性及质量。随后,识别出的风险需进行详尽评估,对其对工程的潜在影响进行分析,并根据风险的严重程度及发生概率,制定相应的应对策略。在风险控制阶段,必须采取技术与管理措施,例如优化施工工艺、加强现场监控及配备备用设备,以减少或消除风险对施工过程的影响。有效的风险监测机制,



建立至关重要,它能实时跟踪施工过程中的风险,并在必要时调整管理措施,确保施工风险保持在可控范围内。

#### 4.5 提高施工器械的管理力度

在高速公路路基施工中,保障施工质量与效率的关键举措是强化施工器械的管理。器械的选型与采购,需严格把控,以确保其符合工程要求和技术标准。投入使用之前,每台设备必须经过详细的检验与调试,以确认其性能和工作状态达到预期。至关重要的是,建立系统化的器械管理制度,包括定期维护保养、故障修复及性能检测,从而保持设备处于最佳工作状态。在施工期间,应对设备的运行情况进行实时监控,及时识别并解决设备故障或异常,以避免因设备问题造成施工延误和质量缺陷。此外,专业培训应由设备操作人员接受,以掌握设备的正确操作方法与维护技巧,从而提升操作安全性与效率。

#### 4.6 提高路基工程施工质量

在高速公路路基施工中,确保道路安全与耐久性的核心任务,是提升施工质量。为保证路基工程的高质量,必须采取多项综合措施。详细审查设计方案,并进行现场勘查,施工前的工作不可忽视,以确保设计与实际地质条件的一致性。在施工过程中,每个环节,包括填土、压实以及排水系统的安装,都应严格按照施工规范执行,确保工艺标准化。专业培训应由施工人员接受,以掌握先进的施工技术与操作规范,从而提升技术水平。同时,实施实时监测与质量控制,施工过程中不可或缺。利用现代检测设备,对填土的压实度、含水量及材料质量进行检测,以确保其符合设计要求。若发现问题,应立即进行整改,以防不合格部分影响整体工程质量。

#### 4.7 填筑桥涵与其他构造物

在高速公路路基施工中,对桥涵及其他构造物的填筑质量的严格控制,显得至关重要,因为这些构造物直接影响路基的整体稳定性和使用寿命。科学合理的施工方案,是填筑过程的基础,填筑作业必须根据设计图纸和施工规范精确执行。施工前,桥涵及其基础的全面检查应进行,以确保结构无缺陷并符合设计要求。在填筑作业中,填料的质量必须严格把控,以满足承载力和稳定性的要求。适当的压实工艺应在分层填筑时使用,以防止填料层出现松散或不均匀的现象。填筑材料的含水量与压实度的监测应进行,以避免对构造物产生不利影响,并及时调整施工方法<sup>[4]</sup>。施工结束后,桥涵及其他构造物的详细质量检测亦需进行,以确保其结构强度与稳定性符合设计标准。

#### 4.8 软土基的处理

在高速公路路基施工过程中,对于软土基的处理是确保路基稳定性与耐久性的关键。低承载能力和高压缩性通常特征于软土基,因此,施工前必须对其进行有效处理以改善其工程性质。进行详细地质勘查以掌握土壤特性及地下水状况,前提是处理软土基。在勘查结果的基础上,适宜的处理方法应被采取,例如预压缩、深层搅拌或加固桩

基技术,这些方法用于增强土体的承载力与稳定性。通过施加预载荷的预压缩方法,使土体在施工前发生初步压缩,从而减少施工期间的沉降。固化剂与土体混合的深层搅拌技术,改善了土体的强度与稳定性。此外,通过实施合理的排水措施,能够降低土体含水量,从而减少土体的压缩性。这些处理措施共同作用,显著提高了软土基的工程性能。

#### 4.9 路基精加工施工

在高速公路路基施工中,路基精加工施工阶段是确保最终工程质量与性能的关键。这一阶段包括对已完成的路基进行细致的调整与修整,目标是使其符合设计要求与施工规范。在精加工之前,必须进行全面的检查与评估,以确认高程、平整度及压实度达到设计标准。检查结果将指导对路基表面进行必要的修整,例如填补坑洼和修正高低不平的问题,从而确保表面平整,符合设计要求。在精加工过程中,必须严格控制填料的均匀性与压实度。通过细致的测量与调整,确保各部分路基能够承受设计荷载,并保持良好的稳定性。施工期间的天气及环境条件也需被考虑,以防降雨或其他因素对路基质量产生负面影响。精加工完成后,最终质量检测是必不可少的,包括对路基强度、稳定性及表面平整度的检查,以确保所有指标均符合规范要求。

#### 5 结语

高速公路路基施工技术及质量控制措施,在保障道路工程质量、提高施工效率、确保交通安全方面,发挥了至关重要的作用。通过对路基施工过程中技术要点和常见问题的深入分析,当前施工实践中存在的挑战不仅被揭示,且相应的改进策略也被提出。实现高质量路基施工的关键在于科学的施工方法、严格的质量控制和有效的风险管理。随着技术的不断进步与管理水平的提高,未来的高速公路建设将更加注重施工过程中的精细化管理与系统化控制,以确保道路工程的长期稳定性与安全性。希望,本文的研究成果能够为相关领域的工程实践提供有价值的参考,并促进高速公路路基施工技术的不断发展与完善。通过持续的技术创新和实践探索,未来的高速公路将变得更加安全、可靠,为社会的经济发展与交通便捷做出更大的贡献。

#### 【参考文献】

- [1] 卢绍峰. 关于高速公路路基施工技术与质量控制的思考研究[J]. 汽车周刊, 2024(9): 241-242.
- [2] 苗成林, 陈东. 高速公路路基施工技术与质量控制策略研究[J]. 运输经理世界, 2024(19): 55-57.
- [3] 杨世杰. 高速公路路基施工及质量控制技术[J]. 四川建材, 2023, 49(1): 149-150.
- [4] 李忠秀. 高速公路路基施工技术及质量控制探究[J]. 科学技术创新, 2022(32): 121-124.

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。



## 道路安全防护设施施工技术及质量控制

陶君霞

远安县交通运输局, 湖北 宜昌 444200

[摘要]近年来,我国在道路安全防护设施的施工技术与质量控制方面取得了显著进展,但仍面临诸多挑战。基础设施的设计、施工及维护阶段已经因施工技术的不断进步而得到了显著改善。隔离带、防撞墙、护栏系统以及交通标志和标线的施工技术已经得到了广泛应用,并根据不同道路环境和交通流量的需求不断优化。尽管如此,实际施工过程中仍然会出现问题,这些问题可能导致道路防护设施在实际使用中效果不佳,从而影响道路交通安全。因此,至关重要的是进一步推进规范化与标准化,以提升质量控制的全面性与有效性。只有这样,才能在道路安全防护设施的实际应用中更好地保障交通安全,降低事故发生率。

[关键词]道路安全;防护设施;施工技术;质量控制

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13964

中图分类号: U417.1

文献标识码: A

## Construction Technology and Quality Control of Road Safety Protection Facilities

TAO Junxia

Yuan'an County Transportation Bureau, Yichang, Hubei, 444200, China

**Abstract:** In recent years, China has made significant progress in the construction technology and quality control of road safety protection facilities, but still faces many challenges. The design, construction, and maintenance stages of infrastructure have been significantly improved due to the continuous advancement of construction technology. The construction techniques of isolation belts, crash barriers, guardrail systems, as well as traffic signs and markings, have been widely applied and continuously optimized according to the needs of different road environments and traffic flow. However, problems may still arise during the actual construction process, which may result in poor effectiveness of road protection facilities in practical use, thereby affecting road traffic safety. Therefore, it is crucial to further promote standardization and normalization to enhance the comprehensiveness and effectiveness of quality control. Only in this way can we better ensure traffic safety and reduce accident rates in the practical application of road safety protection facilities.

**Keywords:** road safety; protective facilities; construction technology; quality control

### 引言

在现代交通系统中,至关重要的是道路安全防护设施。这些设施包括隔离带、防撞墙、护栏、交通标志、标线以及人行道安全设施,其核心目的是提升道路安全性、减少交通事故,并保护道路使用者的生命财产安全。随着道路交通量的持续增长以及道路使用环境的日益复杂,施工技术与质量控制防护设施建设中的重要性愈加突显,设施长期稳定有效的基础在于技术规范与质量标准的严格遵守。每一环节的施工准备、施工工艺、质量控制以及验收工作质量,均直接影响道路安全设施的功能及使用寿命。本文将深入探讨施工技术与质量控制方法,旨在通过科学施工技术与严格质量监控,提供系统化的解决方案以提升道路安全。

### 1 道路安全防护设施的类型与功能

在公路交通系统中,至关重要的是道路安全防护设施。种类繁多的这些设施,包括隔离带、防撞墙、护栏系统、交通标志、标线以及人行道安全设施,主要目的是保障行车安全、规范交通秩序,并减少交通事故的发生。用于分隔不同方向交通流的隔离带与防撞墙,旨在防止车辆跨越

车道并引发碰撞事故,通过吸收碰撞能量,护栏系统能够减轻车辆与外部设施的直接冲击,从而有效降低事故的严重性。作为信息传递的重要手段,交通标志与标线引导和警示驾驶员,尤其在复杂路段或恶劣天气条件下,其作用显得尤为重要。确保行人安全的目的在于人行道安全设施,如护栏、警示灯等,通过防止车辆侵入人行道区域来实现。

### 2 施工技术

#### 2.1 施工准备工作

##### 2.1.1 现场勘察与方案设计

在道路安全防护设施施工过程中,确保施工顺利进行的关键步骤为现场勘察与方案设计。全面细致的现场勘查是施工单位必须进行的,以便收集包括地形地貌、道路走向、交通流量及气候条件在内的基础数据,从而对施工环境有深入了解。通过这一过程,潜在的施工难点与风险可以被识别,例如复杂的地质条件或密集的交通流量,这些因素直接影响后续施工方案的制定。基于勘察结果,科学合理的施工方案应被制定,其中包括明确防护设施的具体位置、类型、规格及安装方式,以确保安全需求的满足。

综合考虑交通组织、施工进度及材料选择的施工方案,能够保证施工过程中不会干扰正常交通流动,同时优化资源使用效率,相关标准和规范必须被遵循,方案设计应经过严格的论证与审批,以确保其可行性与安全性。

### 2.1.2 施工材料与设备准备

在道路安全防护设施的施工中,工程质量及进度的关键在于材料与设备的准备。正式施工前,符合国家标准材料需根据项目设计要求进行采购,例如钢材、水泥、防撞墙材料及护栏组件,确保这些材料的质量可靠与规格准确。对于防护设施材料而言,耐久性与抗腐蚀性尤为关键,以满足长期使用的需求。实际施工地点的情况,例如气候条件与地质特性,也需在材料准备过程中予以考虑,以确保所选材料适应现场环境<sup>[1]</sup>。设备准备同样不可忽视,挖掘机、压路机、吊车及切割机等施工机械设备,必须经过全面检查与维护,以保证其在施工期间能够正常运转,从而避免因设备故障导致的施工延误。根据施工计划,材料与设备的进场时间需合理安排,以防止因堆积占用过多场地或设备不足而影响施工进度。同时,材料的存放也必须明确的管理措施,以防止天气和环境对其性能造成损害。

## 2.2 施工工艺

### 2.2.1 隔离带与防撞墙施工

在道路安全防护设施的施工中,隔离带与防撞墙的建设至关重要,其对行车安全与道路功能的有效运行直接产生影响。依照设计图纸,隔离带的施工首先需要进行现场测量与放线,以确保其位置与尺寸严格符合设计要求。路基的清理与平整,必要时还需进行基础加固,以保证隔离带的稳定性。至于防撞墙的施工,根据不同路段的需求,适当的施工工艺需被选择,包括现浇混凝土防撞墙或预制防撞墙。在现浇混凝土防撞墙的施工中,模板的安装与混凝土的浇筑至关重要。平整且稳固的模板必须确保,以免影响防撞墙的直线度与强度。混凝土的浇筑应分层进行,并配合振捣作业,以确保其密实度与质量得到保证。预制防撞墙的施工过程中,墙体的运输、吊装与对接需严格按照施工规范进行,以确保各节段连接稳固,防止缝隙或不均匀沉降的出现。整个施工期间,施工进度、材料质量以及施工环境的实时监控不可忽视,确保防撞墙能够有效缓冲车辆碰撞,从而最大程度地保障道路使用者的安全,是施工工作的核心目标。

### 2.2.2 护栏系统安装

在道路安全防护设施施工中,护栏系统的安装至关重要,其主要职责是保障车辆行驶安全并防止车辆意外驶出道路。初步步骤包括现场放线,以确保护栏的位置、间距与高度符合设计图纸的要求。随后,基础施工的开展通常采用钻孔或开挖方式设置护栏柱的混凝土基础或预埋件,以确保护栏柱的稳固。在护栏柱的安装过程中,柱子的垂直度与高度需严格一致,水平仪的使用对于逐个检查至关

重要,以避免任何安装偏差,达到预定强度后,护栏板的固定与连接便成为关键步骤,护栏板的对接与拼装须按照设计要求进行,确保接缝平整且紧密,以防止松动或错位。常见的护栏板材料包括镀锌钢板或铝合金板,其防腐处理尤为重要。安装过程中,防护涂层的损伤应尽量避免,以保证护栏的长期防护性能。安装精度及施工质量控制在整个过程中极为关键,特别是在高速公路、桥梁等高风险区域,护栏系统必须符合国家标准并满足抗冲击要求,只有通过有效吸收撞击能量,护栏系统才能在车辆撞击时减轻事故的严重性。

### 2.2.3 交通标志与标线施作

在道路施工中,交通标志与标线的施作对交通安全及车辆通行的保障起着至关重要的作用。确定交通标志的具体位置、类型及尺寸时,须依据道路设计图纸。选择标志时,需要考虑交通流量、道路功能及周边环境,以确保标志内容既清晰又具有良好的反光性能,从而保证其在各种天气条件下的可视性。在标志杆的安装过程中,通常需要设置混凝土基础,以确保标志杆的稳固性及抗风能力。标志牌的安装高度与角度也必须严格遵循设计要求,以确保驾驶员能够在行车过程中及时获取相关指示信息。对于标线施作,必须首先对道路表面进行彻底清洁,以确保施作区域无灰尘、油污及其他杂物,从而增强标线与路面的粘结力。常见的标线材料包括热熔型、冷涂型及双组分标线漆,其中,因其优良的耐久性与反光效果,热熔标线被广泛应用于高速公路及城市主干道,在标线施工过程中,专用划线设备的使用对于确保标线的宽度、厚度及颜色符合设计规范至关重要。同时,必须保持线条的平直度及均匀性<sup>[2]</sup>。为了提升标线的夜间可视性,通常在标线中添加反光材料,如玻璃珠,从而增强其反光性能。

### 2.2.4 人行道安全设施安装

在人行道安全设施的安装过程中,详细勘察安装区域,依据设计图纸进行,是确保施工质量的基础。地形条件需确认符合设计要求,以保证设施的有效性。包括人行护栏、防撞桩、盲道砖等在内的人行道安全设施,每种设施的方案都应根据其功能及位置精心选择。基础处理在安装人行护栏时必不可少。混凝土基础通常被使用,以确保护栏的稳固性及抗冲击能力。护栏的高度、间距及位置必须严格遵循设计规范,以确保行人的安全,同时不影响交通视线。防撞桩的安装则主要集中于车辆通行频繁或存在潜在危险的区域,其基础处理与护栏类似,要求坚固耐久并具备足够的抗冲击能力,以防止车辆误入人行道区域。防撞桩的安装时,精确测量位置与高度是必要的,以保证其有效的保护功能。盲道砖的铺设在为视障人士提供行走引导方面至关重要。施工前,铺设区域需进行平整处理,以确保地面干净无杂物。盲道砖的铺设须严格按照设计方向,以形成连续的导向路径,盲道砖的材质应具备良好的防滑性与耐磨性,其颜色需要明显对比于周围路面,以便视障

人士能够清晰感知。

### 3 质量控制

#### 3.1 质量控制体系建设

在道路安全防护设施的施工过程中,关键在于构建一个完善的质量控制体系,以确保工程质量。至关重要的是建立一个清晰的质量管理组织,该组织负责制定并执行质量管理政策。组织的构成通常包括高级管理层、项目管理团队以及现场质量控制人员,各层级的职责需明确,以确保沟通与协调的高效。总体质量目标的设定及资源的分配由高级管理层负责,而项目管理团队则将这些目标转化为具体的质量控制计划,并在施工阶段确保这些计划的实施。质量控制体系的构建需全面规范施工过程,包括制定严格的质量标准、检验方法及验收标准。施工开始前,所有材料、设备及施工工艺需经过严格审核,以确保符合相关技术规范。在施工过程中,质量控制体系应涵盖日常的质量检查、过程监控以及问题整改。实时监控施工情况的任务由现场质量控制人员承担,他们需迅速发现并解决质量问题,以保证每一个施工环节都符合设计要求及施工标准。为了保证质量控制的长期有效性,必须建立定期的质量评估机制,通过内部审核及外部评估,质量管理体系的有效性需定期检查,以确保其与时俱进<sup>[3]</sup>。此外,详细的记录与报告制度也应包含在质量控制体系中,对施工过程中的质量数据进行准确记录,形成完整的质量档案,从而为后续的质量评估与改进提供依据。

#### 3.2 施工过程质量监控

在施工过程中,质量监控涉及多个关键方面。确保施工质量的基础在于设置专门的质量监控团队,该团队负责对施工的各个阶段进行实时监督。包括对施工材料进场的验收、施工工艺的执行以及施工人员操作规范的严格检查,这些都是监控的重点。材料的验收需要符合相关标准,以保证其质量可靠,避免对最终施工效果造成影响。在施工阶段,应建立实时监控系统,以持续跟踪施工活动。这一目标可以通过现场巡视、定期抽查以及现代检测技术来实现。施工现场应设置专门的监控点,关键环节如隔离带与防撞墙的施工质量以及护栏系统的安装精度,需集中关注。每一项施工活动都必须严格按照预定的技术规范和施工标准进行,同时,施工人员的操作也必须符合安全及质量要求。质量问题的识别需迅速进行,主要通过现场检查、仪器检测以及施工记录的审核来实现。问题一旦被识别,必须立即采取纠正措施。问题的分析应迅速进行,并依据情况制定整改方案,以确保问题得到及时解决。整改过程需详细记录,便于后续的跟踪和分析,整改后,必须进行复检,以确认问题已被彻底解决,确保工程整体质量不受影响,为保证施工质量的持续改进,定期的质量评估与总结也不可或缺。

#### 3.3 完工验收

在道路安全防护设施的施工完工验收阶段,确保工程

质量符合设计标准和规范是至关重要的。完工验收包含对工程的全面检查和评估,重点考察设施的功能性、安全性以及与设计要求的一致性。应组织专业的验收团队,对施工后的防护设施进行彻底检查。该过程要求设计图纸和技术规范的详细对照,核查设施的尺寸、位置及安装质量是否符合规定。特别需要关注的是设施的结构完整性和功能可靠性。例如,护栏系统的稳固性、防撞墙的强度与耐久性、隔离带是否达到设计的宽度和高度标准,都必须仔细检查。同时,交通标志与标线的施作也需确认位置、尺寸及标识的清晰度,以及是否符合交通法规的要求。在检查过程中,所有发现的问题需被及时记录,并制定相应的整改措施。验收工作不仅限于现场检查,还需结合相关测试数据和记录<sup>[4]</sup>。必要的试验,如强度测试和耐久性测试等,应确保设施能够在实际使用中承受各种环境和负荷,施工方需提供完整的施工记录、测试报告及质量保证文件供验收团队审核,验收报告应详尽记录所有检查结果和测试数据,对发现的问题作出说明,并提出整改建议或要求。最终的验收目的是确保所有施工内容符合预定的质量标准和安全要求,从而保障道路使用者的安全,一旦验收合格,验收团队将签署验收报告,正式确认项目的完成,并为后续的维护和管理提供参考依据。

### 4 结语

道路安全防护设施的施工技术及其质量控制在保障交通安全和提升道路使用效益方面具有极其重要的作用。随着技术的不断进步与施工标准的不断完善,现代道路安全防护设施的施工技术在提升道路安全性与交通流畅性方面取得了显著的成效。然而,复杂的道路环境与不断增长的交通需求仍然带来诸多挑战。这些挑战需要通过进一步加强施工技术的创新与标准化、完善质量控制体系来应对。每个施工环节必须严格按照标准要求执行,同时加强施工过程的监控与验收也尤为重要。建立健全的反馈机制,及时总结经验教训,有助于不断提高施工质量。只有通过全面提升技术水平与管理能力,才能有效维护道路交通安全,保障道路使用者的生命财产安全。这将对社会的可持续发展产生积极影响。

#### [参考文献]

- [1]刘雁冰.道路安全防护设施施工技术及其质量控制[J].交通世界,2021(35):16-17.
  - [2]胡涛,陆蓉,廖天伟,等.山区公路路侧安全防护技术研究[J].山西建筑,2021,47(8):111-113.
  - [3]徐家宽.交通工程道路安全防护施工技术研究[J].中小企业管理与科技(上旬刊),2020(12):180-181.
  - [4]李彩林.公路路基工程开挖施工技术要点及安全防护研究[J].黑龙江交通科技,2022,45(9):29-31.
- 作者简介:陶君霞(1996.4—),女,长沙理工大学,交通运输工程专业,远安县交通运输局。



## 公路工程排水沥青路面施工技术分析

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]在公路建设中, 沥青路面因其优良的稳定性、承载能力和表面特性而被广泛使用。然而, 若在路面设计之初未充分考虑排水问题, 诸如积水滞留、水渗透等现象可能会严重影响路面的性能和行车安全性, 增加了事故发生的风险。为了解决这一困扰工程师和施工单位的问题, 随着科技的进步, 排水沥青路面技术逐渐崭露头角, 成为一种有效的应对措施。该技术通过优化沥青材料的配比和结构设计, 增强了路面的排水性能, 从而提升了整体行车安全性和耐用性, 得到了广泛的实践与研究, 展现了良好的应用前景。

[关键词]公路工程排水; 沥青路面施工技术; 分析策略

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13961

中图分类号: U416.217

文献标识码: A

### Analysis of Construction Technology for Drainage Asphalt Pavement in Highway Engineering

SHAO Yongjun

Transportation Service Center, the 10th Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Beitun, Xinjiang, 836099, China

**Abstract:** Asphalt pavement is widely used in highway construction due to its excellent stability, bearing capacity, and surface characteristics. However, if drainage issues are not fully considered at the beginning of road design, phenomena such as stagnant water and water infiltration may seriously affect the performance and driving safety of the road, increasing the risk of accidents. In order to solve this problem that troubles engineers and construction units, with the advancement of technology, drainage asphalt pavement technology has gradually emerged as an effective response measure. This technology enhances the drainage performance of the road surface by optimizing the proportion and structural design of asphalt materials, thereby improving overall driving safety and durability, which has been widely practiced and studied, demonstrating good application prospects.

**Keywords:** highway engineering drainage; asphalt pavement construction technology; analysis strategy

#### 引言

随着交通运输业的快速发展, 公路工程建设已成为国家基础设施建设的重点之一。排水沥青路面施工技术作为公路工程中的重要技术之一, 对于提高公路的使用寿命和安全性具有重要意义。本文将重点分析公路工程排水沥青路面施工技术, 并通过数据案例加以阐述。

#### 1 排水沥青路面施工技术概述

排水沥青路面作为公路建设中的一种重要创新结构, 其独特的设计理念在于有效排除路表面和基础层中积存的水分, 以此大幅提升了道路的耐久性, 减轻水分渗透对路基和上覆沥青面层造成的一系列问题。与传统的沥青混凝土路面相比, 排水沥青面层显著改善了行车安全和公路使用寿命的指标。对于排水沥青路面的设计和施工, 材料的选择极为关键。通常, 高性能的石油沥青因其良好的粘结性和适应性成为首要材料之选, 能够有效固定在面层中并保证路面的长期稳定运行。优质石料, 包括粗骨料和细集料, 则承担着构建强韧面层的重责。尤其是具有优良抗水侵性能的矿质集料, 在确保排水效能和路面强度方面不可或缺<sup>[1]</sup>。另外, 添加适当比例的填料也是优化路面综合性能的重要手段, 既能调节混合料的粘聚力, 又能增加路面的抗磨损和抗老化能力。除了材料的选择外, 合理设计

也是排水沥青路面成败与否的重要因素。设计阶段通常需要重点考虑排水路径、排出口的设计, 以及防水层的构建等多方面的要素。排水层应根据路基地貌及降雨模式来确定其位置及深度, 以最大程度地引导积水向地面排水或渗入土体深层。防水层的铺设, 一方面能保护下面的结构层免受雨水侵蚀, 另一方面通过物理隔绝减少渗透性的影响, 从而增强整个系统的防水效能。科学合理的施工工艺是排水沥青路面最终效果的保障。拌合过程应精细掌握, 确保沥青与集料的均匀混合并维持适宜温度以避免分离; 施工环节需严格按照规范执行, 如沥青温度、压实程度以及施工连续性等方面的管控, 以保证混合料性能得到最大化的发挥。此外, 施工过程还应密切监督排水通道的状态, 防止堵塞等问题影响路面的正常功能, 确保排水效果得以体现。

综上所述, 排水沥青路面不仅要求在材料选择、设计布局上有深思熟虑, 更要依靠严谨细致的施工程序和技术标准, 通过这些多维度、全方位的精心考量与实践应用, 确保了路面的抗水性能得以优化, 显著增强了道路系统的整体稳定性和可持续性。这样一种集技术进步与环境保护之大成的道路建设方案, 正日益得到行业内的广泛推广和认可, 标志着公路工程技术迈向更高质量和环保的新阶段<sup>[2]</sup>。

## 2 材料选择与施工方法

### 2.1 材料选择

排水沥青路面,作为一种高效解决道路积水问题的城市建设技术,其材料选择是整个铺设过程的核心和灵魂,决定着该类道路的安全性、耐久性和环保效能。因此,在考虑铺设排水沥青路面时,材料的选择必须严谨,每一项材料的选择都将对最终的道路效果产生直接或间接的影响。优选的沥青应具备优异的温度稳定性,能够在极端的温差条件下保持韧性和粘结性,避免因冷热交替造成的表面裂缝问题。此外,高分子改性的石油沥青因其卓越的弹性和韧性在实践中被广泛应用。这样的沥青能显著提高排水沥青路面的承载能力,确保道路长时间承受车辆荷载而不降低其服务功能。而且,通过使用适当的添加剂或改性剂来增加沥青的抗剥落性及防水性能,从而延长路面的使用寿命,降低了维修成本和频率。优质的天然沙粒或破碎岩石不仅是路基和沥青混合层的主要构建者,还能通过其特殊的物理和力学性能提升路面的整体强度。坚硬的石质可以减少路表面在车辆长时间和高压作用下的磨损。而具有理想粒径分布的骨料能够有效地改善压实度与密度,使得排水沥青路面更坚固、更稳定。这种良好的颗粒级配还可以促进水快速渗透入地表,降低水分积聚风险,防止冰冻膨胀等潜在的道路破坏因素。排水材料的合理选择是保证道路系统良好运作的关键。通常选用透水性能好的天然石材作为骨料或者特定设计的排水板作为专用排水材质。这些选择不仅能够加速水流穿过路面的速率,减轻积水问题,而且还能促进地下水的自然循环,保持土壤的水分平衡。这种自然排水策略既有助于缓解城市内部洪水压力,也促进了生态系统的健康发展,体现了排水沥青路面技术在环境保护方面的先进性<sup>[3]</sup>。

综上所述,排水沥青路面材料的选择是一门综合技术学问,它结合了现代工程材料科学、水力学与生态环保理论成果。每一个细节的选择都蕴含着设计者的深思熟虑,不仅关乎道路的使用安全和经济利益,也关乎城市的可持续发展与生态和谐共存理想实现。

### 2.2 设计要点

设计一个高效的排水沥青路面不仅仅是选择优质材料那么简单,而是要在深入研究和充分理解现场环境特征的基础上,做出灵活和精准的决策。这项工作强调的是“因地制宜,因时制宜”的原则。这意味着,在设计前,需要对当地的气候变化趋势进行精确预测,如降雨模式的变化;分析地质结构,确定基础层稳固性如何;评估道路的重要程度和服务年限,以及预计通行车流量等关键因素。这一系列综合分析将确保设计符合实际需求并能应对潜在的问题。在详细的设计规划阶段中,排水层的设定是一项不可或缺的工作重点。其厚度将直接影响水分从地面层到地底深处的速度与效率,这在雨量较大的地区尤为关键。若

雨量频繁较大,可能需要调整排水层的厚度至更厚,以确保多余的雨水可以快速、有效排除。反之,在降水量小或者气候干燥的地区,则可以根据实际情况减少这一部分的铺设厚度以控制成本,并保持路面美观。

与此同时,选择合适的排水材料也至关重要。这不仅是针对降雨量和地质特性,还需要兼顾经济效益和环境友好性。比如,对于排水性能优良且价格适宜的透水沥青或透水石子等自然石料,可以优先选用作路面铺设;而对于地质情况特殊或是降雨分布非规律区域,可能需要使用更为专业的排水材料,如带有滤水层的高性能排水板或特殊的合成材料,来适应更加复杂或特殊的需求状况。铺设方法同样是设计考虑的范畴之一,不同的地理和气候条件下,适宜的施工流程也存在差异性,如防潮、排水管道布局、土质稳定性检测以及施工中的温度控制等。为了保障整个排水系统正常运行,需要精心设计与规划,包括对各种施工细节的严格要求,如排水通道的畅通度检验,以及排水沟的布置与尺寸优化,以确保所有排水路径都能够迅速且有效地将雨水排出路面下方。

总之,设计高质量、可持续的排水沥青路面不仅需要基于具体地理和气候情况作出定制化的调整策略,还要在预算与长期使用需求间寻求最优平衡。这要求设计工程师有全面的背景知识和敏锐的洞察力,能将复杂的信息融入到精细的规划方案之中,确保每一处细节都能够服务于更大范围的道路管理目标——提高道路的耐用性、增强道路的环境效益并为驾驶者提供更加安全顺畅的旅行体验<sup>[4]</sup>。

### 2.3 施工流程

施工准备工作是任何道路工程项目的前提条件,其严谨性和细致性直接决定了项目的后续进程和最终结果。这其中包括了对施工场地进行彻底的清理和必要的测量放样工作。清除原有的障碍物与杂质不仅可以确保道路铺设的平稳,还能避免在铺设过程出现潜在的工程风险。精确测量和细致标定,使得每一步操作都能精准定位、按计划展开,从而提高施工的高效性和准确率。在开始具体操作之前,首要任务便是对现有基层进行严格的处理和准备。这就涉及清除老旧涂层、修复坑洼、加固软基等多项作业。有效的基层处理能显著提高路面结构的稳定性和延长路基的使用寿命,为随后的建设奠定坚实的基础。接着,就是进入到核心建设流程——首先进行铺设排水层的操作。这一步骤的要点在于确保该层具有出色的渗排性能。理想的排水层能有效收集路面与雨水通道排出的雨水,进而将其导向地下水源层,以减缓地表积水现象并减轻下渗压力<sup>[5]</sup>。

之后,进入沥青混合料的拌和与运输阶段。这不仅要求原材料(如粗细砂粒、黏结剂)品质优秀,还要通过专业设备进行精确比例和温度的调控,以形成具有良好韧性的混合物料。同时合理的运输策略确保了拌合材料从生产基地高效转移到施工地,避免了因高温或寒冷天气引起的

变性风险。在沥青混合料摊铺与压实阶段,施工队要紧密配合,利用先进的摊铺机精确控制材料的厚度,均匀分布在整个道路区域。紧接着的压实时,则考验着机械的精确控制能力和操作人员的经验技巧,确保表面平滑致密无气泡、空洞等瑕疵,形成坚固耐磨的路面结构。完成上述工序后,进行严格的质量检测是确保工程符合标准与预期的关键环节。检测覆盖从基础材料性能到整体构造强度,从平整度检查到水稳性的实验测试,涵盖了多维度的品质考核指标。只有通过这些详尽细致的检测,工程才能被授予竣工资格。

综上所述,从初始清理基层直至最后的竣工质量检查,整个公路建设项目环环相扣、密不可分,任何一个阶段都不容疏忽。施工准备工作与具体步骤的有效执行,不仅是技术操作的展现,更是责任意识与安全准则的实际践行<sup>[6]</sup>。

### 3 数据案例分析

在某个位于常年湿润地区的城市附近,建设了一条新的高速公路。此公路面临着特殊的挑战:该地区的平均年降雨量相当大,地下水位则居高不下。这些因素均大大加剧了道路可能遇到的湿气侵蚀,给车辆通行和道路安全性带来了威胁。为了确保新建公路在极端湿润条件下仍能提供良好的服务,保持足够的安全性及较长的使用寿命,决策方采取了前瞻性的战略——铺设排水沥青路面。这一选择充分展现了工程规划者们的专业性和远见卓识。考虑到高湿度气候下的特殊需求,在选材方面格外重视高性能的沥青与高品质、低透水性的集料。更重要的是,专门设计并采用了一套高效的排水结构——所谓的排水板系统,旨在有效导引路面上的水分向下,并及时输送到土壤深层,避免表面泛涝或路面积水,有效缓解水害问题。

在铺设过程中,每一寸路面的品质都是施工人员精心把控的焦点。沥青混合料的拌合必须确保其内部含有适量并稳定结合的大颗粒材料,以及恰当的含水比例。这要求拌和厂不仅具备高效的搅拌能力,而且能精确掌控拌合时的各种参数,如温度控制、配料顺序和混合时间等细节。接下来,摊铺与压实的过程亦需特别重视。沥青混合料在摊铺时的厚度与密度须均匀一致,并采用现代化的压路设备,确保在摊铺完成后路面能够迅速获得坚实的表面状态,减少后期可能的沉降或开裂风险。在这样的精心筹划和严格管理下,这条全新的排水沥青路面成功应对了极端降水带来的严峻挑战。数年的运行证明,其不仅有效抵抗住了

雨水侵蚀,减少了路面因为频繁积水而导致的损害。通过持续监测,公路维护专家们还发现该排水系统大大降低了由水造成的路面损坏程度——诸如裂缝形成和表面坑洼等问题的发生概率,明显延长了路面寿命的同时,也增强了道路的行驶平稳性和安全性<sup>[7]</sup>。

总之,排水沥青面层作为对抗湿环境挑战的强大解决方案,以其卓越的技术性能在实践中展现出独特的价值。通过对材料的选择、施工流程的优化及排水系统的设计与集成,该方案成功确保了在恶劣天气下维持高速公路的功能完好与安全可靠,为当地交通网络提供了更为持久、有效的支撑,为市民与过往行人带来了更加安全便捷的交通体验。

### 4 结语

排水沥青路面施工技术对于提高公路的抗水损害能力具有重要意义。在实际工程中,应合理选择材料、科学设计、严格控制施工流程,以确保排水沥青路面的施工质量。通过数据案例分析,我们可以看到排水沥青路面在应对降雨量较大的地区具有显著的优势。未来,随着科技的进步和新型材料的研发,排水沥青路面施工技术将得到更广泛的应用和发展。

#### [参考文献]

- [1]魏昨.公路工程排水沥青路面施工技术分析[J].科学技术创新,2024(18):165-168.
- [2]郭旭.公路工程沥青路面施工现场试验检测技术要点[J].四川建材,2024,50(8):189-191.
- [3]姜丽华.公路工程中沥青路面设计与施工技术研究[J].大众标准化,2024(10):59-61.
- [4]于伟.公路工程 SBS 改性沥青路面施工关键技术[J].交通世界,2024(13):121-123.
- [5]崔林.沥青路面施工技术在高速公路工程中的实践研究[J].运输经理世界,2024(13):10-12.
- [6]陶幸红.公路工程沥青路面施工技术与质量控制策略[J].城市建设理论研究(电子版),2024(5):156-158.
- [7]马武.公路工程沥青路面摊铺施工技术应用分析[J].工程技术研究,2023,8(22):86-88.

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。



## 公路工程路基防护工程施工技术的探析

蔺 鹏

宁夏圣道建设发展有限公司, 宁夏 石嘴山 753000

[摘要]我国的社会经济发展在不断加快, 各行各业都在这个背景下实现了繁荣发展, 社会综合经济实力的增强给基础设施的建设带来了很大的推动力, 其中道路工程项目的建设加速了我国交通运输行业的发展, 密切了各个区域之间的联系, 给人民群众的出行带来了很大的便捷。其中道路工程项目的建设安全是非常关键的, 这就必须要高度关注道路工程项目的路基施工建设, 公路路基的建筑施工质量不仅直接影响道路工程项目的使用年限, 而且还会影响到交通运输的安全和效率。由于道路工程项目的每天车流量是很大的, 同时车辆的载重和速度也比较大, 所以良好的道路工程项目的基础结构建设对于道路工程项目的使用性能也有一个重要的保障。

[关键词]公路工程; 路基防护; 防护工程; 施工技术

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13945

中图分类号: U416.1

文献标识码: A

## Exploration on Construction Technology for Roadbed Protection Engineering in Highway Engineering

LIN Peng

Ningxia Shengdao Construction and Development Co., Ltd., Shizuishan, Ningxia, 753000, China

**Abstract:** Chinese socio-economic development is constantly accelerating, and various industries have achieved prosperous development in this context. The enhancement of comprehensive social and economic strength has brought great impetus to the construction of infrastructure. Among them, the construction of road engineering projects has accelerated the development of Chinese transportation industry, strengthened the connections between different regions, and brought great convenience to the daily travel of the people. The construction safety of road engineering projects is crucial, which requires high attention to the roadbed construction of road engineering projects. The construction quality of highway roadbeds not only directly affects the service life of road engineering projects, but also affects the safety and efficiency of transportation. Due to the large daily traffic volume of road engineering projects, as well as the high load and speed of vehicles, a good infrastructure construction for road engineering projects is also an important guarantee for the performance of road engineering projects.

**Keywords:** highway engineering; roadbed protection; protective engineering; construction technology

### 引言

在现代公路工程中, 路基作为道路结构的核心组成部分, 其防护工程的施工技术, 被认为对公路的安全性与稳定性具有至关重要的影响。随着交通流量的持续增加以及自然环境的变化, 路基防护问题日益突出, 成为工程建设与运营管理中亟需解决的关键难题。路基防护工程的目标, 在于有效预防路基沉降、变形及水土流失等现象, 从而保障道路的使用功能与行车安全。为实现这一目标, 科学合理的施工技术显得尤为关键。目前, 传统施工方法在实际应用中, 常常面临诸多挑战, 如施工质量不均、材料选用不当及监测手段不足等。因此, 探索并引入先进施工技术, 成为提升路基防护效果的必然趋势。本文将深入分析公路工程路基防护施工技术, 明确各类施工技术的特点与适用范围, 探讨存在的问题及其成因, 并为今后路基防护工程的实施, 提供科学依据与实践指导, 以推动公路工程的安全、快速及可持续发展。

### 1 公路工程路基防护工程施工类型和技术要求

#### 1.1 施工类型

在公路工程的路基防护项目中, 主要涵盖的施工类型

包括边坡防护、挡土墙建设、路基排水系统以及植被恢复等多种形式。通过采用挡土墙、锚杆及喷射混凝土等技术, 坡面滑坡与土体坍塌有效地得以防止, 从而确保了路基的稳定性。针对高度差异较大的路基区域, 挡土墙的建设通过支撑与隔挡作用, 减轻了土体侧向压力, 以此保护公路及其周边环境。此外, 路基排水系统的设计与施工同样被认为至关重要。通过合理配置排水沟、集水井及渗水管等设施, 确保了路基内部水分的有效排出, 从而减少了水对土体的侵蚀与冲刷, 降低了路基沉降及破坏的风险。植被恢复则通过种植适应性强的植物, 以增强土体的稳定性并改善生态环境。综合考虑上述施工类型, 结合实际的地质条件、气候变化及交通状况, 制定切实可行的施工方案与技术要求, 对保障公路路基的安全性与耐久性具有重要意义。

#### 1.2 技术要求

在公路工程的路基防护项目中, 确保施工质量与安全的关键环节为技术要求的制定。在施工开始之前, 详细的地质勘察是必须进行的, 以准确掌握土壤性质、地下水位及地形地貌, 从而为后续设计与施工提供科学依据。在设

计阶段,结合具体的气候条件及交通荷载,合理选择防护结构的类型与材料,以确保其长期的稳定性与适应性是至关重要的。在实际施工过程中,严格按照设计图纸及相关规范执行是必要的,这保证了每个施工环节均符合质量标准。例如,在边坡防护施工中,喷射混凝土的厚度、强度及养护时间应严格控制,以防止因施工不当而导致后期出现塌方或裂缝<sup>[1]</sup>。此外,施工材料的质量也应通过检测确保符合标准,尤其在选土布、混凝土及锚杆等关键材料时,需重点关注其耐久性与抗压能力。最后,施工完成后,全面的验收与检测应进行,以确保防护工程满足设计要求,并及时处理潜在隐患,以保障公路的安全运行及使用寿命。

## 2 公路路基出现破坏的原因

### 2.1 公路路基施工质量不足

公路路基施工质量不足,已成为导致路基出现破坏的重要因素之一。在施工过程中,若设计规范及技术标准未得到严格遵循,路基的承载能力可能不足,进而影响公路的整体稳定性。例如,若土方填筑未达到适当的压实度,或填料选择不当,路基的密实度将显著不足,导致沉降和裂缝等问题的出现。此外,施工工序的随意性以及施工人员技术水平的差异,可能使得路基结构强度未达设计要求,从而影响其耐久性。长期以来,缺乏严格的施工质量监控与验收措施,致使一些潜在隐患未能及时发现与处理。随着时间的推移,这些质量问题会逐渐显露,最终导致路基受损,从而影响公路的安全性及行车舒适度。

### 2.2 公路运营管理不足

公路运营管理不足,已成为导致路基出现破坏的重要因素之一。在运营过程中,若对路基状况缺乏定期的监测与维护,潜在问题常常无法及时发现。随着车辆的频繁通行,路基承受着不断变化的荷载,若未能进行适时的检测,路基沉降、开裂等现象可能随之发生,进而引发更为严重的结构损坏。此外,交通流量控制的缺失也可能源于管理不当,超载车辆的频繁出现进一步加重了路基的受力情况。这些问题的综合作用,使得路基的安全性与稳定性受到严重威胁。

### 2.3 公路排水系统设计不合理

公路排水系统设计不合理,已成为导致路基出现破坏的重要因素之一。当排水系统未能有效引导雨水和地表水时,路基周围的积水往往长时间滞留,导致土壤湿度上升,从而降低土壤的承载力,增加路基沉降的风险。排水系统设计缺陷的存在,例如排水管道坡度不足、排水口位置不当或设计流量不足,均会导致水流排出不畅,从而加剧积水现象。此外,适当的渗透性材料或透水层的缺乏,会进一步恶化路基的水损害问题。在某些情况下,若排水系统的设置未考虑周边的地形与环境因素,水流的改变可能会导致新的水流汇聚点的形成,进而威胁路基的稳定性与安全性。

### 2.4 公路施工土质的影响

公路施工土质的影响,已被证实是导致路基出现破坏的重要原因之一。不同类型的土壤各自具备独特的物理与

化学特性,这些特性包括颗粒组成、密实度以及水分保持能力,均与路基的承载力与稳定性直接相关。例如,膨胀土在湿润状态下体积膨胀,而在干燥时则收缩,这一特性使得路基在季节变化过程中易出现裂缝与沉降。另一方面,尽管砂土具备优良的排水性能,但当水分过多时,其承载能力显著下降,易发生流动现象<sup>[2]</sup>。此外,若在施工过程中未能对土质进行充分检测与评估,则可能导致不适合的土壤被用于路基填筑,从而引起路基的不均匀沉降与变形。

## 3 公路工程路基防护工程中的施工技术

### 3.1 边坡防护施工技术

边坡防护施工技术在公路工程的路基防护中占据着重要地位,其目的在于有效防止因自然或人为因素引发的边坡滑坡与坍塌。进行边坡稳定性评估时,需通过详细的地质勘查与土工试验,确定土壤类型、强度及其水文条件。基于评估结果,合适的防护措施应被选定,包括植被覆盖、锚杆支护、挡土墙或生态袋等加固技术。在施工过程中,必须确保土方开挖的坡度与高度符合设计标准,以避免对边坡造成额外扰动。在植被覆盖环节,适宜的植物种类应被选择,以增强抗侵蚀能力与土壤的稳定性。锚杆支护技术的应用,尤其需要关注锚杆的布置、锚固深度及材料选择,以确保其能够有效抵御边坡的侧压力。此外,施工过程中,应重视排水设施的设置,以防止雨水的浸透造成边坡水分过饱和,进而引发滑坡风险。

### 3.2 挡土墙施工技术

挡土墙施工技术在公路工程的路基防护中发挥着重要作用,主要用于支撑与固定路基,以防止土体的滑动与崩塌。施工前,详尽的地质勘探及土壤试验应进行,以明确土壤的物理力学特性及水文条件,从而确保挡土墙设计的科学性与合理性。在施工过程中,基坑开挖需严格按照设计图纸进行,基坑的尺寸与深度应符合设计要求,并确保其稳定性。随后,挡土墙的基础设置至关重要,基础的宽度与深度需要根据土质及墙体受力情况进行合理设计。选择合适的挡土墙材料,如混凝土、钢筋混凝土或石料,则是影响墙体稳定性与使用寿命的重要因素,材料的强度与耐久性直接关系到挡土墙的安全性。在构建挡土墙时,需关注墙体的垂直度和平整度,以确保各施工环节的精度与质量<sup>[3]</sup>。施工完成后,应及时进行回填土与压实,回填土的分层与夯实必须符合规范,以减少墙体的沉降与变形。这些措施的落实,必将对挡土墙的长期稳定性产生积极影响。

### 3.3 路基排水施工技术

路基排水施工技术在公路工程中扮演着关键角色,主要目的是有效排除路基内外的积水,以避免水对路基结构造成的损害与变形。在施工之前,应进行全面的水文地质勘察,以分析路基区域的排水需求及水位情况,并依据勘察结果制定合理的排水方案。在施工阶段,排水设施的布置应综合考虑地形、土壤性质及路基结构特征。常见的排水方式包括设置排水沟、渗水管及透水层等。在开挖排水

沟时,需遵循设计的宽度与深度,确保坡度适宜,以便水流畅通。渗水管的安装应确保管道具备适当的倾斜度,以保证积水能顺利排出,并防止泥沙进入管道造成堵塞。进行回填土作业时,应特别注意分层夯实,以确保土层的密实度,增强排水效果。施工完成后,排水系统的功能需定期检查,沉积物及杂物应及时清理,以保持排水通畅。上述措施的实施,对于确保路基的安全性与稳定性具有重要意义。

#### 4 公路路基防护工程管控措施

##### 4.1 提高路基设计人员、施工人员的综合能力

在公路路基防护工程中,提升设计人员与施工人员的综合素质被认为是确保工程质量与安全的关键措施。扎实的专业知识,设计人员需具备,涵盖土木工程、结构力学及相关技术标准,深入理解各种土质特性及其对路基稳定性的影响。通过不断的专业培训与实践,能够熟练掌握设计软件与分析工具,从而优化设计方案,确保其合理性与经济性的,正是设计人员的能力所在。施工人员的综合素质同样重要,现场的实操能力、应变能力及安全意识直接关系到工程的进度与安全。定期开展技能培训与安全演练,有助于提升对施工设备的操作技能及应对突发状况的能力,从而有效降低施工过程中的风险。同时,团队的协作与沟通也被认为是提升综合能力的重要方面,设计人员与施工人员之间的紧密配合有助于确保设计意图的准确传达与实施。

##### 4.2 加强公路路基施工材料的选择

加强公路路基施工材料的选择,被认为是确保路基防护工程质量的重要环节。根据具体的地质条件与工程特点,材料的选择应严格遵循国家标准及行业规范,以确保其具备良好的力学性能、耐久性 & 稳定性。例如,在土料的选用中,应关注粒径分布、密实度及水分含量,以保证其在施工过程中的可塑性 & 抗压能力。同时,石料、混凝土及土工材料等应经过严格的检测与试验,以验证其强度、耐磨性及抗冻性等性能,确保其满足不同环境下的使用要求。施工材料的来源也需引起重视,优先选择信誉良好的供应商,以确保材料在生产、运输及储存过程中的质量控制。此外,施工材料应定期进行抽检,以便及时发现并处理不合格产品,防止其进入施工现场。在材料的存放与使用过程中,防潮及防污染的措施也不可忽视,以避免外部环境对材料性能的影响。

##### 4.3 做好公路路基施工前的准备工作

做好公路路基施工前的准备工作,被视为确保工程顺利进行与质量可靠的重要环节。充分的现场勘查与地质调查至关重要,以全面了解土质、地下水位及周边环境,从而确保施工方案的科学性与合理性。随后,详尽的施工组织设计应被制定,包括明确的工序安排、施工方法及人员分工,以保证各项工作的协调与有序进行。此外,提前调配与检查施工所需的设备与材料,确保其数量与质量满足施工要求,也是非常必要的,以避免因材料短缺或设备故障而导致工期延误。现场安全管理措施的落实同样不可忽

视,施工人员需接受安全培训,以提高他们的安全意识与应对突发情况的能力<sup>[4]</sup>。完善的技术交底与质量控制体系在施工前也应建立,以确保每位施工人员明确施工标准与要求,从而在施工过程中严格按照规范操作。

#### 4.4 完善公路路基的施工技术

完善公路路基的施工技术,被认为是确保路基防护工程质量与安全的重要环节。选择合适的施工技术,须基于具体项目的特点及环境条件,通过对不同施工方法的比较,确定最适合的技术方案。利用现代化的施工机械与设备,施工效率与精度不仅能够提升,同时也能有效降低人工成本。在施工过程中,技术规范与标准应严格遵循,对各施工环节进行有效控制,以确保每一工序都能满足设计要求。施工材料的质量同样至关重要,符合国家标准的优质材料应被选用,以增强路基的稳定性与耐久性。此外,加强现场管理,确保施工人员在作业时遵循操作规程,是提升施工技术的重要措施。定期进行技术交底与培训,有助于提高施工人员的专业技能与安全意识,从而减少因人为因素导致的施工失误。同时,完善的施工监测系统应被建立,对施工过程中的关键参数进行实时监控,以便及时发现并解决潜在问题,确保施工技术的有效实施。

#### 5 结语

在公路工程的路基防护项目中,施工技术的应用与提升,被认为是确保工程质量与安全的重要环节。通过对多种防护技术的探讨与分析,施工过程中的关键环节及其影响因素已被明确,并有效的管控措施也随之提出,以最大限度地降低安全隐患,进而提高路基的稳定性与耐久性。随着现代科技的不断进步,新材料及新技术的引入,为路基防护工程提供了更多的可能性,推动了施工工艺的持续创新。为此,工程管理者需重视对施工人员的专业培训,科学选择材料,并对施工过程进行规范化管理,以确保防护工程的有效实施。展望未来,基础设施建设的不断推进,将使路基防护工程在技术创新与应用方面发挥更为重要的作用,为公路交通安全奠定坚实的基础,并为实现可持续发展目标做出积极贡献。

#### [参考文献]

- [1]刘睿,陈涛.公路工程路基防护工程施工技术探析[J].交通科技与管理,2024,5(17):134-136.
- [2]陈飞.公路工程施工中路基施工技术应用分析[J].汽车周刊,2024(8):231-233.
- [3]陈华.公路工程施工中路基施工技术研究[J].散装水泥,2024(2):148-150.
- [4]陈凌中.公路工程施工中路基施工技术研究[J].运输经理世界,2024(5):19-21.

作者简介:蔺鹏(1972.10—),毕业院校:宁夏大学,所学专业水利水电工程管理,当前工作单位:宁夏圣道建设发展有限公司,职务:副总经理,职称级别:中级。



## 隧道衬砌受力变形及地表沉降的分析和控制

刘娟

天津市宁河区房产服务中心, 天津 301500

**[摘要]**隧道工程作为交通建设中不可或缺的部分, 其衬砌受力变形及由此引发的地表沉降问题, 直接关系到隧道的安全与施工的顺利进行。这篇文章借助理论与案例, 详细探讨了隧道衬砌结构于不同施工条件下的受力特性及变形特征, 特别讨论了地层沉降的原因及其影响因素。结合现代工程技术手段, 文中提出了解决方案多种切实可行的缓解和抑制地表沉降对策, 涵盖合理安排施工流程、采用新型建材和实时监控等手段, 旨在为隧道建设给出技术指南和操作建议。

**[关键词]**隧道衬砌; 受力变形; 地表沉降; 变形控制; 优化施工

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13944

中图分类号: U455.4

文献标识码: A

### Analysis and Control of Stress Deformation and Surface Settlement of Tunnel Lining

LIU Juan

Tianjin Ninghe District Real Estate Service Center, Tianjin, 301500, China

**Abstract:** As an indispensable part of transportation construction, tunnel engineering is directly related to the safety of tunnels and the smooth progress of construction due to the deformation of lining under stress and the resulting surface settlement problems. This article uses theoretical research and case studies to explore in detail the stress and deformation characteristics of tunnel lining structures under different construction conditions, with a particular focus on the causes and influencing factors of ground settlement. Combining modern engineering techniques, the article proposes various practical and feasible solutions to alleviate and suppress surface subsidence, including reasonable arrangement of construction processes, adoption of new building materials, and real-time monitoring, so as to provide technical guidelines and operational recommendations for tunnel construction.

**Keywords:** tunnel lining; deformation under stress; surface subsidence; deformation control; optimize construction

#### 引言

隧道开挖作业作为都市交通基础设施、铁路运输体系及水资源开发与应用项目的重要组成部分。其施工安全保障施工品质与效率直接影响工程总体效果, 隧道衬砌是关键的部分, 主要功能是抵抗地壳压力, 保障隧道的整体稳定。在隧道工程中建设和使用过程中, 隧道壁经常面临多种外力威胁, 导致各种变形状况, 从而影响隧道结构的稳固性。在同一时间, 地层下降也是地下盾构施工普遍问题, 尤其是在城市区域地下隧道和较浅层地下隧道中, 地层下沉会影响到周边建筑物, 也可能对施工的安全性和隧道运行的稳定性构成挑战。所以, 探究地下隧道支撑体系构成受力状况变化和地面下沉原因和调控手段, 具备很大理论意义和实践意义。

#### 1 隧道衬砌受力变形的理论

隧道衬砌需承受的力学负担及其形态变化是隧道施工的关键环节, 直接影响隧道的结构稳固与长期耐久性保障。衬砌作为隧道的承载结构, 其受力情况复杂多变, 受众多因素制约, 主要涉及围岩的压迫力、挖掘深度、地质状况、施工方法和选用的支持材料等。岩石压力是支护结构承受主要作用因素, 一般而言由隧道挖掘完成后岩石内部应力调整和自身重量导致。对于浅埋隧道, 地表附加荷载和地下水压力也会显著影响衬砌的受力状态。不同的围

岩等级对衬砌的支撑要求不同, 各种岩石种类对洞穴地块结构支撑需求呈现区别。在脆弱或断裂带的岩石层内, 岩石承载力相对较低, 衬砌结构需要承受附加压力载荷, 而在相对稳定的岩石构造体中, 隧道支撑体系承担压力比较低, 但设计不恰当, 还是会引起受力过度集中现象, 导致隧道加强构件产生形变或损坏<sup>[1]</sup>。

随着隧道埋深的增加, 围岩压力成倍增长, 这对衬砌的抗压和抗剪能力提出了更高要求。潜藏在地底管道内, 支护构造必须承受巨大垂直与水平力矩负载, 维持全面结构稳固特性, 而地下隧道则遭遇地壳变动、建筑物震动众多挑战。这些外部因素时常引起隧道壁的承重能力变得复杂。在此同时, 地下隧道施工技术的选用也直接作用于隧道衬砌承载力。以现今地下管线通道工程技术典型为代表的当代隧道施工技术着重提出“依靠围岩自身的支撑能力”, 即借助管理开挖步骤、逐渐加固等方式, 切实利用围岩自身的稳定能力, 降低衬砌所承受的压力。而注入锚固棒强化技术手段方式则依赖迅速加强, 避免地下的隧道工程挖掘之后发生周围岩石层过分移动, 因此缓解衬砌结构的压迫承载压力。其中之一地质条件的差异是作用于地下通道支护结构变形关键因素。在坚固的岩石层构造环境下, 支持结构承受力相对较为平衡, 变化幅度较小范围; 而在松软或潮湿土层中, 支护结构时常会遭受不平衡外影

响力作用,引起各个部分承受力分布不均,出现非均匀形变,特别在地下水储量充足的地区,地下水压力作用会通过渗透效应对支撑墙体形成引起附加压力,加大形变的可能性。在此种背景下,隧道衬砌体的防水构思及抗渗策略尤为关键,需要保障衬砌体的结构在长期使用过程中能有效抵御水压,防止长期浸泡引起的导致的结构劣化或损坏<sup>[2]</sup>。

选择材料的决定和施工的质量同样衬墙结构的承载能力在变化过程中相关因素的影响不容忽视。现在地下的通道建造时期,普遍应用支护系统建造建材涵盖水泥混凝土、钢筋混凝土和预制品等,各种材质的坚硬度、弹性系数、持久性等特性不同直接地作用于衬料的承重力 and 形变特点。先进坚固材质能够显著增强承载材质的承载力,降低因外界外力影响引起的形变。但是,材料属性不只受制于其理论值,还受施工技术影响因素,如果施工时段出现状况频繁混凝土浇筑呈现不均匀性、预制组件组装不精细等瑕疵,可能引发衬砌部分应力聚焦甚至可能造成裂缝生成,从而恶化衬砌在承压时的形变情况。所以,保障工程质量在隧道衬砌工程施工变形检测中非常重要。衬砌的形态变化多种多样,主要涉及弯曲形变、压缩形变和剪切形变等。其中,弯曲形变常出现在隧道的拱顶或墙角部位,尤其是在不均匀荷载作用下,衬砌可能会产生明显的弯曲应力,导致局部开裂或破损。压缩形变主要体现在隧道两侧墙体或拱脚部位,受围岩压力或地表附加荷载影响,衬砌材料会发生压缩变形,若超过材料的抗压强度,则可能发生结构失效。而剪切形变则常出现在隧道转角或断层带等特殊地质条件下,局部的剪切力会导致衬砌沿某一平面发生滑动,产生裂缝或错位<sup>[3]</sup>。

数值模拟技术为分析隧道衬砌受力变形提供了重要手段。使用分析工具,能够构建地下管线和周围岩层的三维图像,模仿隧道在各种地质条件、各种施工情况所承受的力学状态,数值解析能够计算隧道衬砌结构承载力,进而为改进方案提供支持参考数据。举例来说,借助仿真分析能够识别出若干设计预案相关应力集中区,接着执行调整衬砌厚度值、改进支撑体系等手段,降低减轻由应力分布情况引起的风险损失。在同步条件下,数值模拟也有助于建筑行业企业预估施工期间的地基沉降状况,为控制地基变形参考依据,地下通道结构的承压与形变表现出一种包含众多因素的复杂特性,其决定性因素不仅涉及岩石压力、开挖深度、地质状况等自然因素,也涉及建造技术、所用的支撑物料和建设质量标准等工程要素,实施适宜策划与施工流程管控。尤其普遍使用计算模型,可以精确预测并调整衬砌结构的形变,保障地下隧道的长期稳定与稳定特性。

## 2 地表沉降的成因

隧道开凿过程中,围岩内部的应力状态发生调整,原本坚固的岩壁,若缺乏支撑,可能会出现松动甚至坍塌,特别是在地质结构较脆弱的地层内,隧道开挖完成后,岩

壁迅速向开挖面接近,导致地面上方发生沉降,因此矿物质边界变化导致下沉常常表现出不断扩散态势。伴随挖掘面积增加,地面的下沉幅度同样扩大。与此同时,岩石周围特性对地层下沉作用同样极为重要,如果地下管道穿越地质状况相对复杂,如松散土壤层、松散土层或潮湿土层,周边岩石的稳定性不足够的区域,隧道挖掘过程中时常会发生出现大规模移动和坍塌,而在相对硬度较高的岩石层深处,周围岩石相对稳定,地表沉降规模大小以及程度则较为微小<sup>[4]</sup>。

以盾构法和新奥法(NATM)为例,盾构法因其能够在开挖过程中同步进行支护和封闭,对围岩扰动较小,因此地表沉降相对可控。然而,盾构机推进过程中,如果出现超挖或盾尾间隙过大等问题,也可能导致开挖面周围围岩过度变形,从而引发地表沉降。而新奥法施工过程中,由于依赖分步开挖和逐步支护,开挖面暴露时间较长,围岩失稳的风险较大,尤其是在软弱围岩或富水地层中,极易导致地表出现较大沉降。因此,合理的施工组织 and 支护措施在控制地表沉降中至关重要。为了减少沉降风险,施工过程中通常采用分层开挖、小导管注浆、预加固等技术,增强围岩的稳定性,同时避免大面积暴露开挖面导致的沉降。在地下水丰富的区域,隧道开挖时常常需要进行地下水的抽排工作,以避免施工区域内积水过多影响工程进度和安全。但是,过分地下水抽取会引起土壤间大量水分流失,地面由于持水能力进而产生压缩状况,这造成地面前下沉,这种由地下水水位下降引起的沉降时往往表现出来明显的长期性,有时隧道建设完成之后仍会发生持续出现。所以,在地下水资源充足的地区,施工团队习惯于运用高效率的排水及回灌手段,需要确保施工场地保持干燥状态,同时尽力降低对地下水循环的影响,避免地下水位显著降低导致地面塌陷现象。

地下工程常常在城市或其他居民区,这些地区的地表通常分布着众多建筑群、道路以及其他公共设施,这些建筑物自身的重量会对地下施工过程导致地下工程造成附加压力,导致地层的承载力上升,引起地面下沉。另外,在地下通道建造期间,若缺少恰当处置地基加固工程与两者之间互相影响。建筑物的下沉或倾斜问题也可能引起大大地下通道周边地面的下沉<sup>[5]</sup>。所以,在设计、施工至运营全过程,工程技术人员时常会对隧道周边建筑执行详尽的负荷检测与评估。基于建筑种类、地质情况实施适宜的加固方案,例如水泥浆灌浆强化、打桩加固技术等方法,用来减轻降低由建筑额外负荷引发的地面下沉问题,地壳构造的演变和人类行为的作用可能导致地表下沉的现象发生,比如说,在城市发展阶段,剧烈的土地挖掘、基础设施搭建等许多工程时常会对地下岩石和土壤层造成变动,破坏地质结构的稳定性,从而导致地面下沉。同样,地下的空白区域的利用与发展,如地下管道网络、地铁设

施、地下停车设施等建设项目,往往伴随着隧道工程交织进行,这会增加地面下沉的风险。

### 3 隧道施工过程中地表沉降的监测与控制

隧道施工过程中地表沉降的监测与控制是保障隧道及其周边建筑物安全、稳定的重要环节。地表沉降通常伴随隧道开挖导致的岩体压力缓解及地层形变,所以,对沉降的实时跟踪监控,配合恰当的控制手段,可以及时规避和降低可能的工程危险。地面沉降的监控与调整主要涉及技术监测方案的选择及相应调控措施的执行。尖端技术性管控方法不但能够提供建设过程提供即时数据,并且帮助在建设过程中调整和改善给予数据支撑。利用地表布设多个观测点,随时间完成测量高度,能够准确记录下相关区域的下沉状况,伴随陆续下管道工程的进展,水平观测的资料会呈现出下沉现象的累积影响因子,即时显示施工地段地面的下沉状况,对比于常规水准测量,GPS测定同样地可以获得精确的沉降数据。然而该系统的优势表现在实现连续性监测、实时数据收集,适用于广阔地域地面沉降观测<sup>[6]</sup>。

一般来说,监测点的安排应彻底顾及地下通道开挖区域、地质状况、地面建筑的散布等因素。通常情况下,监测点同步部署于地下隧道施工地点正上方,并且还需涵盖施工周边区域,用于全面监控施工导致的地表下沉区域,特别在松散土壤层或潮湿土壤层中,测量密度需要适量提升,用来更为准确反映下沉数值差异的微小变化。同时,地下管道施工阶段各个阶段也必须适时调整监测位置设置数量。举例来说,在地下隧道挖掘初始阶段,考虑到岩石稳定性较差的较大可能性,观测点需要相对密集地设置,随着工程逐渐推进和岩石逐渐变得稳固,观测点之间的距离可以逐渐拉大。另外,针对该区域内建筑和其他特定地点,监测点的设置要考虑到结构形态的变化、承载状况和基础性质的不同,重点将监测点布置在建筑周围和基础部位设置监测点,能够精确监测到结构的下沉和形变,保障建筑物结构的安全与稳定。在对地壳变动状况进行持续观测中,搜集数据与解析极其关键,降落跟踪的旨在是借助数据波动实时呈现地面降落的走向和影响区域,所以,收集监测数据必须具备持续性与时效性。依照地下管道施工

进度和地质状况,监测频率以及周期应依据实际情况适当调整,针对初期变化显著的阶段特征,提议增加观测频次,实现每日甚至实时数据收集。当下落速度逐渐接近稳定状态,观测时间能够适度缩短。收集获得资料历经整理与解析后,需要实施立刻比对,制作地层厚度图表,清晰展示减薄区走势,这些资料可用于项目建设过程中的调整和优化<sup>[7]</sup>。

### 4 结语

综上所述,隧道衬砌受力变形及地表沉降的分析与控制是一项复杂而系统的工程技术任务,涉及多学科的理论知识与技术手段。通过对衬砌受力特性及地表沉降成因的深入研究,结合科学的监测与控制措施,能够有效降低施工风险,确保隧道及其周边环境的安全与稳定。未来实施地下通道施工工作中,伴随先进科技持续进步及运用,支护结构的承载状况和地面下沉观测和调整将逐渐向着精确化和智能进步,为地下建筑项目安全保障给予更加稳固的支持体系。

### 【参考文献】

- [1] 严申华, 邹嘉炜, 陈美鹏, 等. 断层错动对高速铁路隧道衬砌结构受力变形特性的影响研究[J]. 价值工程, 2023, 42(34): 133-135.
  - [2] 汪勤民, 何国辉, 汪飞. 隧道复杂结构受力变形特征及加固效果研究[J]. 公路, 2023, 68(8): 406-410.
  - [3] 董振国, 唐明. 大断面黄土隧道衬砌结构受力变形特征研究[J]. 地下水, 2023, 45(4): 179-181.
  - [4] 李丹丹. 隧道衬砌厚度不足对结构受力变形的影响及处治[J]. 福建交通科技, 2023(3): 41-44.
  - [5] 张健. 寒区隧道局部存水冻胀特性及对衬砌结构的影响[D]. 兰州: 兰州交通大学, 2022.
  - [6] 刘登新. 接缝倾斜角度对水工隧道衬砌管片受力影响研究[J]. 陕西水利, 2022(1): 14-17.
  - [7] 李世麟. 城市人工杂填土隧道围岩特性及结构受力行为研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2018.
- 作者简介: 刘娟(1982.12—), 毕业院校: 天津理工大学, 专业: 工程管理, 单位: 天津市宁河区房产服务中心, 职称: 工程师。



## 公路沥青路面就地热再生施工技术探究

张明斌 魏海强

陕西三秦路桥有限责任公司, 陕西 西安 710000

[摘要]随着城市化进程的不断加快,对交通基础设施的需求逐渐上升,公路养护及施工技术的创新显得尤为重要。由于传统沥青混凝土路面施工方法在维护成本、施工效率及环保方面的不足日益凸显,热再生施工技术因此成为了解决这些问题的有效方案。该技术通过现场加热,迅速恢复旧沥青路面,施工速度可达1.5至4米/分钟,同时消除了对封闭道路的需求。在显著降低新材料需求的同时,热再生施工技术具有较高的废料再利用能力,实现了旧路面材料的100%循环使用。施工过程中,环境影响被显著减少,为推动公路养护的可持续发展作出了贡献。文中探讨热再生施工技术在沥青路面施工中的应用及其带来的经济与社会效益。

[关键词]热再生施工技术; 沥青路面养护; 资源循环利用; 经济效益

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13943

中图分类号: U4

文献标识码: A

## Exploration on In-situ Thermal Regeneration Construction Technology for Asphalt Pavement on Highways

ZHANG Mingbin, WEI Haiqiang

Shaanxi Sanqin Road and Bridge Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710000, China

**Abstract:** With the continuous acceleration of urbanization, the demand for transportation infrastructure is gradually increasing, and innovation in highway maintenance and construction technology is particularly important. Due to the increasingly prominent shortcomings of traditional asphalt concrete pavement construction methods in terms of maintenance costs, construction efficiency, and environmental protection, hot recycling construction technology has become an effective solution to address these issues. This technology quickly restores the old asphalt pavement through on-site heating, with a construction speed of 1.5 to 4 meters per minute, while eliminating the need for closed roads. While significantly reducing the demand for new materials, hot recycling construction technology has a high ability to reuse waste materials, achieving 100% recycling of old pavement materials. During the construction process, the environmental impact was significantly reduced, contributing to the sustainable development of highway maintenance. The article explores the application of hot recycling construction technology in asphalt pavement construction and the economic and social benefits it brings.

**Keywords:** hot recycling construction technology; asphalt pavement maintenance; resource recycling and utilization; economic performance

### 引言

在经济持续发展的背景下,交通运输系统的建设与维护已成为现代城市发展的重要组成部分。公路作为关键交通基础设施,其质量直接影响着城市的经济发展及居民的出行体验。然而,面对传统沥青混凝土路面施工方法在维修与养护过程中所面临的众多挑战,如施工周期长、环境影响显著及材料浪费等,这些问题不仅增加了施工成本,也降低了路面的使用寿命。近年来,热再生施工技术逐渐引起行业内人士的广泛关注。该技术通过现场加热再利用旧路面材料,有效减少了新材料的使用,从而降低了资源消耗与环境污染。同时,热再生施工的快速特性使得在道路维修过程中不需要封闭交通,从而最大限度地减少了对公众出行的影响。

### 1 就地热再生施工技术特点

#### 1.1 关键技术

就地热再生施工技术的实施,依赖于对旧沥青混凝土

路面材料的再利用,旨在实现环保与经济效益的双重目标。核心在于旧材料的多次配合比设计,确保经过优化后其满足工程要求。通过这种技术,新原材料的消耗得以减少,工程成本也有效降低,充分体现了可持续发展的理念。在实际操作中,加热温度的控制被视为关键因素之一。旧沥青的软化及新旧材料的融合效果,均受加热过程的影响。建议的加热温度应保持在130°C至160°C之间。温度过高会导致旧沥青的老化,进而影响再生混合料的整体性能;反之,温度不足则可能造成混合料无法充分融合,最终降低路面强度。因此,采用高精度温度监控设备,确保加热温度的稳定性,对提升再生过程的质量与效果至关重要。

#### 1.2 施工要点

在施工过程中,旧路面的加热温度控制被视为首要考虑的因素,因其准确性直接影响后续施工的顺利进行。同时,旧路面铣刨厚度的合理控制也是施工中的一个重要环节。铣刨深度一般设置在2至5厘米之间,这样既能有效

去除表面损坏的沥青层,又能保留坚固的基层结构,以确保再生材料具备足够的强度与稳定性。在旧路面中添加新沥青混凝土时,混合料的拌合均匀性尤为重要。只有均匀地混合,才能保证整个混合料的性能达到标准要求,从而确保路面质量。混合料的拌合及摊铺温度需要控制在  $160^{\circ}\text{C}$  至  $170^{\circ}\text{C}$  之间,以确保混合料良好地摊铺并与旧路面牢固粘结。实时监测温度变化,对避免拌合料摊铺过程中的不均匀现象也显得尤为必要。新旧路面的接缝处理同样是不可忽视的环节。合理的接缝处理不仅可以提高路面的整体强度,还能有效防止后期使用中可能出现的开裂或剥落问题。通过设定适当的重叠宽度及使用高质量的处理剂,确保接缝的密封性与强度,从而延长路面的使用寿命<sup>[1]</sup>。总之,成功应用就地热再生技术需在每个环节上保持精细管理。无论是旧材料的选择、加热温度的准确控制,还是混合料均匀性的把握,均不可忽视,提高了旧路面材料的再利用率,为沥青混凝土路面的施工提供了经济有效的解决方案。

## 2 在工程中的应用情况

### 2.1 施工工艺流程

就地热再生的施工工艺流程可概括为几个关键步骤:首先,由加热机加热路面后,热铣刨机将立即进入作业区域进行铣刨。在此过程中,旧路面被铣刨的同时,再生剂与新沥青被加入。随之,热复拌机对混合料进行强制搅拌,新沥青被均匀地添加至其中。接下来,摊铺机将复拌的再生沥青混合料均匀摊铺,紧接着,压路机组对摊铺的混合料进行碾压。路面降温至  $50^{\circ}\text{C}$  后,质量检测将随之进行,以确保施工质量。通过系统化的施工流程安排,得以保障再生路面的性能与质量。

### 2.2 加热机加热

在施工过程中,通常将加热机之间的间距设定为 1 米,以确保加热区域宽于再生宽度 5 至 10 厘米。对加热温度的严格控制是就地热再生施工的关键环节:1#加热机的目标温度需保持在  $120^{\circ}\text{C}$  至  $140^{\circ}\text{C}$ , 2#加热机则应确保在  $140^{\circ}\text{C}$  至  $160^{\circ}\text{C}$  之间, 3#加热机的温度应控制在  $160^{\circ}\text{C}$  至  $180^{\circ}\text{C}$  的范围内。温度的精准控制至关重要,过高的温度可能导致旧路面过度老化,过低的温度则会损害铣刨过程中路面级配,进而影响路面的强度。此外,低温可能造成再生混合料中空隙增加,进而削弱混合料之间的粘结力,这将直接影响路面的压实度及渗水系数。为了确保加热温度的有效控制,施工中应使用经过校准的远红外测温枪与温度计进行实时监测。加热机的运行需要与铣刨机及复拌机密切协作。复拌机的操作手根据摊铺温度(通常为  $120^{\circ}\text{C}$  至  $150^{\circ}\text{C}$ )估算行驶速度,通过对讲机或手语与其他操作手进行有效沟通,从而确保设备的运行速度协调。机组的行驶速度应控制在 1.5 至 5 米每分钟,现场负责人将全面统筹再生机组的操作。在施工接近尾声时,加热功率应逐步降低,行驶速度也需相应减缓。3#加热机采用多次往复及长时间加热的方式,以确保加热温度的稳定。

### 2.3 路面加热翻松、添加再生剂、添加沥青

当加热机行驶至铣刨机的一个车位时,铣刨机迅速进入工作区域。此时,加热铣刨机下方的加热板再次对原路面进行加热,以便于铣刨翻松。在确认两侧铣刨鼓与施工起点线对齐后,副操作手通知主操作手降下铣刨鼓并开始两侧路面的铣刨。副操作手负责监控铣刨深度,并根据需要进行微调,以确保达到设计深度。当中间铣刨鼓到达起始边线时,副操作手再次通知主操作手降下铣刨鼓,启动中间路面的铣刨,并根据情况喷洒再生剂与新沥青。铣刨深度的误差应控制在 5 毫米以内。在中间铣刨鼓铣刨软化的沥青路面时,应翻松并搅拌洒有适量再生剂与新沥青的混合料,以向路中央汇集集料,从而形成初步预混合的梯形集料带。此时,料垄的温度应保持在约  $110^{\circ}\text{C}$ 。再生剂与新沥青的喷洒装置与铣刨机的行驶速度联动并自动控制,以确保按照设计剂量喷洒,减少人为因素及行驶速度变化的影响。若铣刨翻松后的“路槽”边缘出现多余的旧料堆积,需指派专人进行清理,以保证施工质量。

### 2.4 新旧料复拌

新旧料复拌作为热再生施工中的重要环节,在旧路面材料经过加热、翻松后,它们与新材料的充分混合必须得到确保。通常,搅拌装置被安装在摊铺设备上,以保证旧料、新沥青混合料和添加剂能够均匀融合。新沥青与添加剂的配比需严格控制,只有精确的配比,才能有效提升旧料的性能。在复拌过程中,若温度过高,会导致材料老化加剧;若温度过低,新旧料之间难以实现良好结合。复拌时,温度通常应维持在  $130^{\circ}\text{C}$  至  $150^{\circ}\text{C}$  之间,这样不仅有助于确保材料的充分融合,还为后续的摊铺与压实提供了适宜的条件。合理的复拌操作,不仅减少了对新沥青和集料的依赖,还有效降低了原材料的使用量。通过循环利用旧料,施工成本得以显著降低,而环境效益与经济效益也同时得到了提升。最终,通过新旧料的均匀复拌,达到了环保与经济效益的有机统一。

### 2.5 摊铺

在沥青路面施工中,摊铺时施工参数的控制,包括厚度、速度及温度,至关重要。精准调控摊铺厚度,不仅关乎路面高度,还直接关系到其压实度,从而决定路面的强度与耐久性。一般来说,施工速度应保持在每分钟 2 至 4 米之间。若速度过快,可能导致摊铺不均匀;反之,过慢则会使混合料的温度迅速下降,进而影响后续的压实效果。在摊铺之前,摊铺机的平整性必须得到充分确保,熨平板的调整需符合路面平整度的规范要求。同时,混合料的温度应维持在  $120^{\circ}\text{C}$  至  $140^{\circ}\text{C}$  之间,以确保良好的流动性与可塑性,促进后续压实作业的顺利进行。在摊铺过程中,避免停顿或材料断料的情况应被视为重要措施,因为这些问题可能导致局部不平整或冷接缝,进而影响整体施工质量。摊铺作业的连续性与稳定性需被保持,确保新摊铺层与下层之间良好的粘结,以此保证结构的稳定性。

此外,摊铺完成后,应立即进行碾压,以防止温度快速下降对压实效果造成影响。

## 2.6 碾压

在沥青路面施工过程中,碾压环节尤为重要,其质量直接影响着路面的平整性与耐用性。本项目配置了两台双钢轮压路机与一台轮胎压路机,以提升施工效率。为确保压路机能够紧跟摊铺机,其间的距离被严格限定在不超过10m。这样的紧密跟进碾压方式有效防止了混合料因温度降低而导致性能下降。选择的大吨位振动双钢轮压路机与轮胎压路机提供了更大的静压力,前者增强了压实效果,而后者则能更有效地压实沥青层的表面。此外,为了减少温度散失,尽量避免喷水的使用,以维持沥青的最佳施工温度。其它碾压技术要求应与厂拌热沥青的摊铺及碾压施工工艺保持一致,这样可确保整体施工质量的统一性与可靠性。

## 2.7 接缝施工

在热再生施工中,接缝处理的质量对路面的整体性能与使用寿命至关重要。热接缝处理技术被必须采用,以确保热再生接缝的施工质量。具体操作中,压路机在横向接缝的起点与终点处,应沿行车方向与路面形成45°角进行压实,进而提高接缝区域的密实性。完成横向接缝的压实后,随即进行纵向热缝施工,以确保接缝面平整。若接缝表面存在浮砂、杂物或尘土,需及时清理,以保证热再生材料的良好粘结。加热机被用于对接缝加热,沥青在接缝上撒布后需加热至130℃,以确保其与混合料之间的有效结合。此外,复拌机接缝的铣刨宽度应保持在15cm以上,尽量避免在复杂区域(如人行道等)进行接缝处理,这样能够有效维持路面的平整度,防止施工过程中出现潜在问题。

# 3 取得的经济与社会效益

## 3.1 修路不封路

在传统的道路修复作业中,破损路面的铣刨与清运常导致交通频繁中断,影响了正常通行。而采用就地热再生施工技术后,路面加热、翻松、复拌、摊铺及碾压的多项工序,能够一次性完成。施工速度可达1.5-4 m/min,从而显著缩短了工期。施工完成后,路面温度在降至50℃时,交通即可恢复通行。施工期间,仅占用一个车道,其他车道则可保持开放,确保了交通的畅通无阻。此技术的应用,不仅提升了施工效率,还极大地减少了对交通流动的干扰,充分体现了其显著的社会价值。

## 3.2 废物再利用

在传统沥青混凝土施工工艺中,旧路面的铣刨与清运带来了大量的废弃物,对环境造成了严重污染。与此相对,采用就地热再生施工工艺时,旧沥青混凝土材料能够被有效回收,实现100%的循环利用。这一做法显著减少了对新沥青及石料等原材料的需求,降低了对自然资源的开采,从而减轻了对生态环境的压力。同时,废物的有效再利用,与现代公路建设的绿色环保理念高度契合,推动了公路养护的可持续发展,显示了对生态环境的高度重视。

## 3.3 经济成本低

在经济成本方面,就地热再生施工工艺展现出显著优势。该技术有效降低了施工所需的人员、材料及设备投入。以5cm厚的沥青混凝土路面为例,传统施工工艺的每平方米费用为75.50元,其中铣刨费用为4.5元、粘层费用为3.5元、沥青混凝土面层费用为67.5元。而采用就地热再生施工工艺时,每平方米费用仅为51.56元。因此,计算得出的成本降低率为31.7%( $1 - (51.56/75.50) = 31.7\%$ ),提升了施工的经济效益,使得公路养护与维修的资金投入更加合理,优化了资源的配置。

## 3.4 路面功能、结构恢复

通过翻松与添加剂复拌,就地热再生施工工艺生成的新沥青混凝土混合料具有优良性能。经过摊铺与碾压处理后,新路面的标高几乎保持不变,其功能及结构实现了100%恢复。施工后,超车道与行车道的级配及沥青含量经过检测,结果表明:超车道再生沥青混合料的级配为AC-13型,沥青含量为4.96%;行车道再生沥青混合料同样为AC-13型,沥青含量为4.93%。这些检测结果显示,经过热再生处理的新沥青混合料性能符合设计标准。同时,新沥青混合料的沥青含量为4.56%,满足相关技术指标要求。施工后,路面的平整度与渗水性能均符合规范,路面构造深度则位于0.55~0.95之间,进一步证明了就地热再生施工后的沥青路面在抗滑性能方面满足了规范要求,从而为道路的安全行驶提供了可靠保障。

# 4 施工总结

采用热再生施工技术施工结束后,对原沥青路面的超车道、行车道分别进行级配及沥青含量检测,并对再生混合料进行级配调整,经检测,超车道再生沥青混合料路面级配为AC-13型,沥青含量为4.96%;行车道再生沥青混合料路面级配为AC-13型,沥青含量为4.93%。新沥青混合料沥青含量为4.56%。就地热再生施工后的路面平整度、渗水性能均满足规范要求<sup>[4]</sup>。路面构造深度满足规范要求的0.55~0.95之间,表明就地热再生施工后的沥青路面抗滑性能满足规范要求。

## [参考文献]

- [1]苏明星,周传宁. 沥青路面就地热再生技术在道路施工中的应用研究[J]. 黑龙江交通科技,2021,44(10):27-29.
- [2]高燕. 高速公路养护中沥青路面就地热再生技术研究[J]. 交通世界,2022,12(9):55-56.
- [3]曹治国. 就地热再生技术在高速公路沥青路面养护中的应用[J]. 运输经理世界,2024,12(20):117-119.
- [4]李建. 高速公路沥青路面养护中的就地热再生技术[J]. 科学技术创新,2024,12(20):193-196.

作者简介:张明斌(1981.6—),毕业院校:西安建筑科技大学,所学专业:工程管理,当前就职单位:陕西三秦路桥有限责任公司,职务:技术人员,职称级别:中级工程师。



# 电气自动化在电力系统中的运用分析

张耀巍

克拉玛依市三达有限责任公司, 新疆 克拉玛依 834000

[摘要] 随着社会经济的快速发展, 信息技术的进步, 电气自动化技术已成为了目前最为前沿的一门科技, 因其在电力系统中的广泛应用, 也使得该技术越来越受到人们的关注。下面文章就电力系统中电气自动化技术的应用进行研究和分析, 在论述了电气自动技术运用的基础上, 还阐述了其未来的发展趋势, 望通过文章内容的阐述可推动我国电力行业的发展, 提高电力系统与电气自动化水平。

[关键词] 电气自动化; 电力系统; 运用

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13957

中图分类号: TS211.3

文献标识码: A

## Application Analysis of Electrical Automation in Power System

ZHANG Yaowei

Karamay Sanda Co., Ltd., Karamay, Xinjiang, 834000, China

**Abstract:** With the rapid development of the social economy and the advancement of information technology, electrical automation technology has become the most cutting-edge technology at present. Due to its wide application in the power system, this technology has also attracted more and more attention from people. The following article conducts research and analysis on the application of electrical automation technology in the power system. Based on the discussion of the application of electrical automation technology, it also elaborates on its future development trends. It is hoped that the content of the article can promote the development of Chinese power industry and improve the level of power system and electrical automation.

**Keywords:** electrical automation; power system; application

### 引言

在全球能源结构转型与电力需求不断增长的背景下, 电气自动化技术在电力系统中的应用愈加重要。作为国家经济与社会发展的重要支柱, 电力系统的安全性、稳定性与高效性对各行各业的正常运作产生直接影响。通过整合先进的信息技术、控制技术及通信技术, 实现了电力生产、传输、分配与消费全过程的智能化管理, 电气自动化显著提升了系统的智能水平与运行效率。该技术不仅能够优化电力调度、提高资源利用率, 还通过数据采集与处理、监控与报警及实时控制等功能, 有效降低运营成本, 增强系统的抗风险能力。此外, 伴随可再生能源的广泛应用, 电气自动化在提升电力系统灵活性与适应性方面发挥了重要作用。面临未来电力市场的挑战与机遇, 深入分析电气自动化在电力系统中的应用、探讨其技术特点与发展方向, 具有重要的理论意义与实际价值。这将为构建更高效、环保的电力系统提供有力支持。

### 1 电气自动化在电力系统运行中的运用价值

电气自动化在电力系统运行中的应用价值体现在多个方面, 其核心目标在于提升系统的安全性、稳定性与经济性。通过自动化技术, 实现了对电力设备的实时监测与数据采集, 潜在故障得以及时发现, 从而显著减少了人工巡检的工作量, 降低了人为失误的风险。此外, 电力系统

的调度与控制被电气自动化所优化, 使得电能的生产与消费变得更加合理与高效。此种实时调度能力不仅提高了系统的响应速度, 还增强了对负荷波动的适应性, 确保了电力供应的连续性与可靠性。

在提升能源利用效率方面, 电气自动化也发挥了关键作用。通过智能化调控手段, 能量损耗得以减少, 实现了电力资源的优化配置。最终, 促进了智能电网的发展, 电气自动化的推广与先进的信息技术及通信技术的结合, 构建了一个更加灵活、智能的电力网络, 更有效地应对可再生能源接入所带来的挑战, 同时提高了系统对突发事件的应对能力。

### 2 电气自动化技术的特点

#### 2.1 无需建立控制模块

电气自动化技术的一个显著特点在于其无需建立传统控制模块。这一优势源于高度集成的设计理念与先进的通信技术。与传统电力系统中单独配置复杂控制设备的做法相对, 现代电气自动化系统通过集中数据处理与分布式控制策略, 实现了各个设备之间的直接信息交互与协作。这一设计不仅简化了系统结构, 还减少了对物理控制模块的依赖, 从而降低了安装与维护的复杂性。在扩展性方面, 该特点使得系统表现出色<sup>[1]</sup>。用户能够根据实际需求灵活地增加或更改设备, 而不必进行大规模的现有控制系统改动。

## 2.2 便于调整控制电气系统

电气自动化技术的一项重要特点在于其便于调整控制电气系统。这一特性源自灵活的架构与先进的控制策略。通过集成的监控系统和智能化的控制算法,实时监测电力设备的运行状态成为可能。异常情况的迅速识别使操作人员能够及时作出相应调整。这种便捷的调整能力使得电气自动化系统得以有效应对负荷变化、设备故障或其他突发事件,从而保障电力供应的稳定性与可靠性。值得一提的是,系统的配置及参数设置可通过软件进行远程修改,避免了传统控制方式中繁琐的手动操作,极大地提升了工作效率。电气自动化系统的灵活性与高效性,为电力系统的安全运行提供了坚实的基础。

## 2.3 自动化技术的一致性很强

电气自动化技术展现出较强的一致性,这一特点主要体现在标准化与规范化的设计及实施过程中。通过统一的通信协议与数据格式,实现无缝协作与信息共享成为各个设备在电气自动化系统中的常态。这种高度一致性不仅提升了系统集成效率,且减少了不同厂商设备之间的兼容性问题,从而确保各类电气设备在同一平台上能够稳定运行。此外,在进行系统管理与维护时,操作人员能够依赖于相似的操作界面与控制流程,这一特性显著降低了培训成本,提高了工作效率。值得注意的是,标准化的设计还促进了设备的互换性,使得设备更换或升级时,系统的平滑过渡变得更加简单。

## 3 电气自动化在电力工程中的应用策略

### 3.1 电气自动化技术在发电厂中的应用

#### 3.1.1 数据采集与处理

在发电厂中,电气自动化技术的应用在数据采集与处理环节显得尤为重要,为实现高效、安全与稳定的运行奠定了基础。通过引入先进的传感器及监测设备,关键的运行参数,如发电机的转速、温度、压力、电流及电压等,得以实时获取。这些数据迅速通过网络传输至集中控制系统,凭借强大的数据处理能力,深入分析大量数据成为可能,进而提取出有价值的信息。实时监控发电设备的运行状态不仅是数据采集与处理的主要功能,还使得通过智能算法预测设备的故障趋势成为现实,并及时发出预警,从而有效减少停机时间与维护成本。此外,经过处理的数据被用于优化发电过程,提高燃料利用率与电能转换效率,确保发电厂在不同负荷条件下维持最佳性能。

#### 3.1.2 监控与报警功能

在发电厂中,电气自动化技术的监控与报警功能被视为至关重要,确保设备的安全与稳定运行。通过安装多种监测设备,关键系统,如发电机、变压器、锅炉及辅助设备,得以进行全方位的实时监控。设备运行数据,如温度、压力、电流和振动等参数,收集于监控系统中,进行实时状态分析。一旦异常被检测到或超出预设安全阈值,报警机制将立即被触发<sup>[2]</sup>。不仅能及时向操作人员发出警报,促使其采取必要措施以防止设备损坏或安全事故的发生,

这一报警功能还会记录报警事件,提供详尽的历史数据分析,以便于后续维护策略与改进措施的制定。此外,监控与报警功能的智能设计使得各设备的状态得以在集中控制室的监控界面上直观查看,从而迅速判断故障来源,缩短响应时间,优化应急处理流程。

#### 3.1.3 控制与操作功能

在发电厂中,电气自动化技术的控制与操作功能被视为确保电力生产高效、稳定与安全的重要环节。通过现代化的控制系统,发电设备得以实时监测与精准控制,进而优化发电过程。这些控制系统不仅支持对发电机组的启停、负荷调节与发电参数设置等基本操作,还能够自动执行复杂的控制策略。例如,电网负荷变化时,发电机的输出功率将自动进行调整,以应对需求波动,实现负荷平衡。

此外,先进的调度算法与自适应控制技术被集成于电气自动化系统,使其在不断变化的运行环境中能够优化发电策略,提升能源利用效率。通过图形化界面,设备状态可被操作人员直观地查看,操作也变得更加便捷,从而迅速响应异常情况。这一系列功能的实现,不仅确保了发电厂的高效运行,也为电力供应的可靠性提供了有力保障。

## 3.2 电气自动化技术在变电站中的应用

在变电站中,电气自动化技术的应用不仅促进了设备的智能化升级,还在提升电力系统的安全性与稳定性方面发挥了关键作用。作为电力传输网络的核心节点,变电站负责将高压电转换为符合用户需求的中低压电。借助电气自动化技术,全面监控与智能控制得以在变电站中实现,从而确保电力供应的可靠与稳定。现代变电站的电气自动化系统配备了高性能的监控与数据采集装置,实时获取电流、电压、频率、温度及设备状态等各项参数。这些数据通过高速通信网络传输至中央控制系统,并利用大数据分析机器学习算法进行深度分析。如此一来,设备的运行异常不仅能被实时识别,故障趋势的预测也得以实现,为维护决策提供科学依据。例如,基于条件监测的预防性维护策略使得在设备出现重大故障之前,及时进行检修或更换成为可能,从而减少停机时间与维护成本。此外,变电站的操作因电气自动化技术的引入而变得更加高效与灵活。通过友好的用户界面,操作人员能够实现远程监控与控制,迅速应对各种突发情况。当监测到设备运行异常或外部环境变化时,自动保护机制会立即启动,快速切断故障线路,以防事故蔓延,同时通过报警系统及时通知操作人员。这一自动化保护功能显著提高了变电站的安全性,降低了人为操作的风险。在优化变电站调度与负荷管理方面,电气自动化同样发挥了重要作用。借助智能算法,供电策略能够实时调整,确保在电网负荷波动时实现平衡与稳定。自动化控制系统不仅提升了供电效率,还与分布式能源及可再生能源的接入相协调,增强了变电站的灵活性与适应性。

## 3.3 电气自动化技术在电网调度中的应用

在电网调度中,电气自动化技术的应用显著提升了电

力系统的运行效率、稳定性及安全性,成为现代电力管理的核心环节。电网调度的主要任务是实时监控电力供需情况,合理配置电力资源,以确保电力的可靠供应及系统的安全运行。通过集成先进的电气自动化系统,来自各个发电厂、变电站和负荷中心的运行数据能够被调度中心实时获取,这些数据包括发电量、负荷需求、电压及频率等重要参数。通过高速通信网络,这些信息传输至调度系统,形成一个集中监控的平台。在该平台上,智能算法与数据分析工具被电气自动化技术运用,对海量运行数据进行实时处理与分析,从而实现电力的动态调度与优化分配。例如,基于负荷预测模型,调度系统能够预测未来一段时间的电力需求,从而合理安排发电计划,尽量避免资源浪费及电力不足的风险。同时,突发事件的迅速响应成为自动化技术的又一优势,例如设备故障或负荷骤增时,发电机组的输出能够及时调整,以确保电网在各种情况下保持平衡。此外,电气自动化技术在调度中的应用还增强了可再生能源接入的管理能力<sup>[3]</sup>。随着风能、太阳能等可再生能源比例的不断提高,电网调度的复杂性随之增加。借助智能调度系统,调度中心能够实时监测可再生能源的发电状况,并根据其波动性对传统发电资源进行优化配置,确保电力供应的可靠性。这种智能化调度能力不仅提高了电力系统的灵活性,还为实现能源的可持续利用提供了技术支持。电气自动化技术的应用还显著提升了调度过程的安全性。通过设置自动化监控与报警机制,监测到电网运行异常或接近安全阈值时,系统能够立即发出警报并自动执行应急措施,从而减少由于人为判断失误而带来的风险。

### 3.4 智能电网技术的应用

智能电网技术在电力工程领域的应用引领了电力系统的转型,成为实现可持续发展的重要支撑。通过整合先进的信息技术、通信技术及自动化控制技术,电力生产与供应的效率不仅得到了提升,还有效应对了传统电网所面临的挑战。双向电力与信息流动的实现是智能电网的核心,这一特性使得供电公司与客户之间的互动更加紧密。依靠智能电表与传感器等设备,电力供应商能够实时监测电网的运行状态,用户的用电数据被收集,并通过大数据分析优化电力调度,以确保供需之间的平衡。在可再生能源快速增长的背景下,智能电网的重要性尤为凸显。对风能、太阳能等波动性发电资源的有效管理,使得智能电网能够通过智能调度系统将这些可再生能源高效地接入主电网,从而提升整个电力系统的灵活性与稳定性。此外,对分布式能源的管理得以实现,使用户不仅是电力的消费方,屋顶光伏系统等小型发电设施也可以参与到电力的生产中,形成一种“用户参与”的新模式。这种参与模式不仅提升了能源的自给自足率,还通过需求响应机制在高峰用电时段降低电力消耗,合理利用峰谷电价。智能电网的安全性同样被视为其重要特性之一。通过实时监控与自动化控制,

在网络攻击、设备故障等紧急情况下,系统能够迅速采取措施进行隔离与修复,最大限度降低对电力供应的影响。同时,网络安全技术的应用伴随着智能电网的实施,确保系统的数据完整性与安全性,从而维护用户的隐私与利益。

### 4 电力系统电气自动化技术发展方向

电力系统电气自动化技术的发展方向正朝着智能化、数字化、可持续化及安全性增强等多个领域迈进。智能化,作为未来电力系统的核心趋势,随着人工智能与大数据分析技术的持续进步,将使电力系统实现更高效的负荷预测、动态调度及故障检测。这种智能化的决策支持显著增强了系统的自适应能力与运行效率。与此同时,数字化技术的广泛应用,使得电力企业能够利用数字双胞胎模型进行实时监控与模拟,从而优化运行管理与维护策略,降低成本并提升可靠性。随着对可再生能源集成需求的增加,电力系统愈加重视可持续发展,智能电网技术被有效应用于风能、太阳能等分布式资源的管理,推动绿色电力的使用<sup>[4]</sup>。在安全性方面,强化网络安全防护措施是电力系统必须采取的措施,以应对潜在的网络攻击与安全威胁,确保电力供应的稳定性与安全性。

### 5 结语

在电力系统现代化的进程中,显著的潜力与价值被电气自动化技术展示出来。通过高效的数据采集与处理以及精确的监控与控制,不仅提高了电力系统的运行效率与安全性,该技术还促进了可再生能源的有效整合与利用。随着技术的不断进步与市场需求的变化,更为重要的作用将在智能电网建设、需求侧管理及分布式能源管理等领域由电气自动化发挥。为了适应复杂的电力环境与不断增长的能源需求,未来电力行业需要持续推动电气自动化技术的创新与应用,从而提升整体系统的灵活性与抗风险能力。通过加强研究与实践,电气自动化将继续引领电力行业的发展,为实现可持续能源目标提供有力支持。

### 【参考文献】

- [1]彭琮波,赵慧源. 电气自动化技术在电力工程中的运用分析[J]//广东省国科电力科学研究院. 第五届电力工程与技术学术交流会议论文集. 重庆市市政设计研究院有限公司;重庆航天职业技术学院;2024:2.
  - [2]田媛媛,赵璞. 电力系统中电气自动化技术的应用分析[J]. 产业与科技论坛,2022,21(12):39-40.
  - [3]李继光,王建宏,杨志伟,等. 电气自动化技术在生产运行电力系统中的运用分析[J]. 电子测试,2020(12):123-124.
  - [4]邵文. 电气自动化在电力系统运行中的运用分析[J]. 科学技术创新,2019(29):162-163.
- 作者简介:张耀巍(1984.10—),毕业院校:华南理工,所学专业:电力系统及其自动化,当前就职单位名称:克拉玛依市三达有限责任公司,就职单位职务:副总经理,职称级别:中级职称。



## PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的应用的分析

郎胤宗

沈阳惠东管道控制有限公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要] 可编程逻辑控制器 (PLC) 作为现代电气工程及其自动化控制系统中的核心技术之一。凭借其高可靠性、灵活性及易于编程的特点, 广泛应用于各类工业自动化领域。该文依据探讨 PLC 技术工作机制的基本原理发展轨迹, 介绍其在电气自动化领域的具体应用实例, 特别解析可编程逻辑控制器在自动化生产线、流程控制及智能化建筑应用特点。另外, 依据实例, 探讨可编程逻辑控制器技术手段技术在增进生产能力、减少经营成本和增强安全性能方面的成效, 研究表明, PLC 技术在电气工程自动化中具有不可替代的地位, 并将在未来发展中继续发挥重要作用。

[关键词] PLC; 电气工程; 自动化控制; 应用

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13947

中图分类号: TM921.5

文献标识码: A

### Application Analysis of PLC Technology in Electrical Engineering and Its Automation Control

LANG Yinzong

Shenyang Huidong Pipeline Control Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

**Abstract:** Programmable Logic Controller (PLC) is one of the core technologies in modern electrical engineering and automation control systems. With its high reliability, flexibility, and ease of programming, it is widely used in various industrial automation fields. This article explores the basic principles and development trajectory of the working mechanism of PLC technology, introduces specific application examples in the field of electrical automation, and particularly analyzes the application characteristics of programmable logic controllers in automated production lines, process control, and intelligent buildings. In addition, based on examples, this study explores the effectiveness of programmable logic controller technology in enhancing production capacity, reducing operating costs, and enhancing safety performance. The research shows that PLC technology plays an irreplaceable role in electrical engineering automation and will continue to play an important role in future development.

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

### 引言

伴着生产技术的持续提升, 电气操控和自动化管理行业正遭遇剧烈转变, 可编程逻辑控制器 (PLC) 作为这一变革的核心技术之一, 逐步替代旧有的继电器控制系统, 变为当代工业自动控制系统关键构成部分<sup>[1]</sup>。编程型控制器具备易于编程、反应迅速、可靠性高诸多优点, 这使得在自动化生产线控制系统、流程控制和楼宇自动化控制系统多个领域获得了广泛的使用。文章将利用剖析可编程芯片的基础理论和于电气自动化领域内实际操作, 深入研究编程逻辑控制器如何推进工业自动化进程, 并预测其将来智能制造领域的未来走向。

### 1 PLC 技术概述

可编程逻辑控制装置是当代工业自动化系统关键组件, 其设计理念在于替换老旧的继电器逻辑控制系统。PLC 的起源可以追溯到 20 世纪 60 年代, 当时随着工业自动化需求的提升, 工程师寻找一种新高灵活性和效率的控制技术, 相较于传统的继电器控制系统, 可编程装置具备编程容易、维护方便和优异的稳定性等诸多突出优点。可编程的逻辑控制装置的基本运作机制是依赖信息输入端、数据处理和输出阶段三个步骤, 输入部分应用感应器和控制模块搜集现场环境装置的运行信息, 处理单元则使用算法完

成逻辑处理和解析处理, 最终通过输出端口将指令发出给执行机构, 如电动机、阀门装置等<sup>[2]</sup>。另外, 编程控制器的编程方法多种, 开发者可以应用梯形图语言类型、功能模块语言、结构文本等各类语言进行编程, 适应各种工艺要求。伴随着技术的持续地提升, PLC 的性能参数和功能特性也在不断优化, 目前的可编程逻辑控制器同时具备网络连接与数据获取能力, 同时能够协同如变频器、伺服驱动器等自动化设备 (比如变频器、伺服驱动器等) 完成无间断协同工作, 进而构建高度集成的自动化系统整合。编程逻辑控制器广泛应用于工业生产的多个环节中, 涵盖自动化生产环节、过程管理、智能化建筑管理诸多领域, 显著地提升了生产速率安全性能。与此同时, 可编程逻辑控制器技术也向着更高级别进步, 例如与网络科技、物联网、云计算等前沿技术的融合, 让它们在智能制造领域和工业 4.0 环境下显露出更为宽广的应用潜力成长空间, 因此, 能够编程的逻辑控制器作为电子自动化设备自动化控制领域关键部分, 将在未来工业进步中长期施展其无可替代的功能。

### 2 PLC 在电气工程中的应用

#### 2.1 生产线自动化

智能生产环节是现代制造业的基础, 目标在于旨在采

用前沿技术方法,提升生产速度、减少劳动力成本和优化产品质量。其核心思想是将人工操作转变为机器操作及自动化流程,以达到高效生产和稳定特性,关键在于运用各类自动化设备及管理方案,如编程控制装置、感应器、自动化机械装置等。建立一体系整体的生产流程,物流传输、制造处理、组装和检测流程能够利用自动化设备完成持续、高效率工作,进而明显减少生产周期和提升产出速度<sup>[3]</sup>。

自动化生产流程规划一般而言包括许多技术要素机器设备协同运作,举例来说,编程逻辑控制器应用于实时监控和调整制造设备运行情况,保证生产流程顺利进行。监管平台则承担即时回馈制造现场的各类信息,如温度指标、压力指标、位置信息等,旨在平台执行自动评估和调优。机器人工厂中的应用,让繁杂的装配、熔接、涂装等工作实现精确度和一致规格,有效减少人为错误的发生率,与此同时,当前生产流程还利用数据搜集和解析手段,对生产阶段执行即时监管予以改善,助力公司形成更加明智决策策略。

在生产过程当中自动化技术实施时期,公司遭遇很多难题,涵盖机械设备及资金投入、技术创新、人员培训等,起初阶段起初投入成本资本较高额,但长远来看,生产流程自动化方式有助于促使企业获得显著的经济利益和竞争优势,通过减少人工开支和提升生产效能,公司能够在剧烈的市场竞争环境中维持竞争优势,自动化生产系统是提高工业总体效率的重要手段。伴随着科技不断发展,自动化技术将持续促进并加快生产方式的创新升级,为工业持续发展建立坚实根基。

## 2.2 过程控制

流程管理是工业自动控制系统其中一个关键要素,主要包含实时监控和优化生产流程,用来保障产品质量与生产高效率。基本思想是着眼于全面生产过程例如化工业和药品生产和食品生产等领域的任务实时监控达到高效率的生产及管理效率,通常来说,流程控制架构包括传感器、执行器、控制单元以及操作界面等要素。控设备承担即时收集工作期间中数据,如温度指标、压力指标、流量指标和液位数据等,而控制系统则按照控制中心发布的命令调整生产线设备运作情况,用来保持既定的生产标准<sup>[4]</sup>。

基本原理在流程调节中是调控手段,借助观测流程参数的即时监管实施对照,迅速修正调节变量,降低误差再趋近既定目标。这个流程频繁采用闭环控制系统,在此系统中调控单元持续地收集源自传感器所收集的数据,予以处理。接着发出指令信号到执行单元,广泛调控手段涵盖比例调节、积分调节和微分调节(PID 控制器),每种手段都面向各种控制需求和过程特点,确定最适宜控制方案至关紧要重要。

在当代制造业领域,流程管理同步提升了生产效能,同时减少了能源耗费和物料损耗。在这个过程中,伴随着科技和智能演算法提升,流程管理逐步向智慧化、数位化

趋势演进,应用尖端数据加工算法与模型,能够有的放矢地流程执行更为精确的预估进行优化,明显增强生产活动的稳定性与安全水平。另外,流程控制的自动化方法和智能化措施让能够实现员工们能够更专心致志于监控工作和改善流程,不再是执行繁杂的人工任务,流程管理是保障生产流程环节的高效率运作、可靠性安全防护关键部分,伴着科技持续提升,流程管理将不断发展向更高级别的自动化程度推进。

## 2.3 智能建筑

智能楼宇是建造领域革新关键发展方向,目的是以便运用融合前沿技术与技术架构,提高加强建筑的居住感受、安全保障、节能效率及智能化程度。这种理念囊括诸多领域,涵盖建筑规划、能源配置、安全保障、信息技术等,目的是打造智慧化能够适应使用者需求、提升居住及工作环境品质的智慧空间。信息化的设计思想突出聚焦于用户需求实施。运用内部众多设备升级,智能楼宇具备按照业主的个性化需求,自动地调节照度、温度控制、空气清洁度和多种设置,以确保最佳舒适感受<sup>[5]</sup>。举例来说,智能照明系统根据自然光线的变化情况,自动调节室内亮度,目的是达到节约能源和提升居室温馨感两种效果之一。在此过程中,借助个性化配置和手机等便携设备的操作,智能楼宇为居民与用户赋予了显著的便捷性和适应性。智能建筑在能源操控行业展现明显优点,利用融合尖端的感应器、监管平台和能耗管理系统,智能化楼宇可以即时监管和解析楼宇内能源使用状况,利用信息,软件可以辨认能源消耗过程,即时实施方案逐渐改善,举例来说,智能控制系统具备依据建筑物的实际运用状况,自动调整暖通空调设备运作,减少多余的能源耗费,从而达成持续成长目标点。

在安全性方面,智能化楼宇装备了尖端的监管和警示体系,借助视频监控、入侵检测和消防设施等技术的整合,智能楼宇完成即时监管楼宇全域安全状态,若出现紧急情况,软件具备立即向相关人士发出警示,并实施应对策略,这有助于增强了结构稳固性,也提高了使用者心理舒适度,保证其处于安全状态进行日常生活和工作活动。信息技术通讯技术的应用是智能化的建筑体系关键组成部分之一。借助快速的数据传递和信息互动,智能化建筑设施可以完成各类设施彼此直接联接和整合,举例来说,应用网络 and 智能网络途径,楼宇内全部设施能够互相连接,完成即时收集与处理掉数据,进而提高楼宇智能程度。同时,智能化楼宇也能借助云技术和数据处理,进而改进资源分配,提高管理效能。智能楼宇不仅仅是建设领域的类新趋势,同时也是促进城市可持续发展核心推动力,利用融合尖端的技术元素,智能楼宇提供居住者提供更为优越的条件的居住和工作场所,并且达到提高资源效率和节约能源并减少排放量,这一趋势将伴随科技进步而持续拓展,为未来的建筑设计及管理实践创造全新的领域执行可能性<sup>[6]</sup>。

### 3 PLC 技术的发展趋势与未来展望

PLC（可编程逻辑控制器）技术作为工业自动化领域的重要组成部分，伴随工业 4.0 和智能生产技术发展，编程控制器作为系统的核心，将担当工业化场合中扮演着更为关键的职能，能够编程的逻辑控制器技术手段的智能特点是发展方向成长的主要路径其中一项项，传统的可编程控制器多数依赖固化指令集执行控制任务，无法适应复杂且千变万化的工业环境。而结合智能技术、机器学习技术和数据处理技术提升，编程控制器将更加频繁融合智能操作模式和自主学习功能，可以依据即时数据执行自动优化处理调整优化，例如，通过引入基于深度学习的故障预测和维护技术，PLC 系统能够实时监测设备状态，预测潜在故障，提前进行维护，显著提高生产效率和设备可靠性。这种智力水平的提高使得编程逻辑控制设备不再局限于仅作为控制单元，更偏向于智能决策机制，拥有能力进行独立控制和优化操作<sup>[7]</sup>。

网络化是 PLC 技术发展的另一个重要方向。随着工业物联网（IIoT）的兴起，PLC 将逐渐向网络化和分布式架构发展，使得设备之间的互联互通成为可能。未来的时代可编程逻辑控制器技术将拥有更为强大的网络联接能力，能够实现与各类感应器、执行设备和云计算平台实现信息实时互动。利用的信息结构将展现信息整合和共享特性，从而公司可以对生产流程全方位监控管理。举例来说，借助网络处理平台，公司能够即时取得和解读制造数据，进而完成更为精细生产安排和资源分配，网络技术的进步将推动可编程控制器设备以及各类自动化设备协同运作，增强整体生产过程灵活性提升和反应速度。未来，伴着科技进步对个性化应对措施的渴求，可编程的模块化逻辑操控装置将逐步地赢得青睐，客户可以依据特定性之生产流程和设备特点，自主挑选执行设置各类控制单元，进而完成量身打造的自动化解决方案。与此同时，模块化设计还将增强编程控制器在各种实际应用场景的适应性效能，例如汽车生产、食品制造、电子产品装配等领域内的广泛应用。

PLC 技术的开放性将进一步增强。伴着工业规范持续优化和开源平台发展，可编程逻辑控制技术将更为广泛各种自动化控制手段和整合化。举例来说，PLC 与 SCADA（监控与数据采集）系统、MES（制造执行系统）和 ERP（企业资源计划）系统的集成，将达成更为高级的自动化控制层面信息化管理层面。全方位的提升将解决暂时性的问题，

使得各个制造商的机器可以互相联接，构建更灵活高效率生产网络。这一特点也表现在软件与硬件的兼容性方面，从而推进整个工业自动化领域协同发展。PLC 技术的进步趋势将体现在智能化、网络化、模块化以及开放性这四个主要方向上，这种促进效果能够设定程序的逻辑控制器于工业自动控制范畴的普遍使用，同时增强于智能制造领域内关键职能<sup>[8]</sup>。

### 4 结语

总之，PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的应用正不断扩展，其灵活性、可靠性和智能化特征使其在各个领域中都发挥着重要的作用。从生产过程的自动化控制器监控到过程管理方式优化方案，随后拓展至智能化建筑行业领域整体运用，可编程性逻辑控制控制技术手段已逐渐发展成为现代工业领域和建筑行业不可缺少关键性元素。未来，随着科技持续提升，适应性强的编程设计逻辑控制器将不断推进电气自动化行业与自动化控制技术革新发展进程，助力公司完成智能化制造和高效运营。

#### 【参考文献】

- [1] 杨涛, 李念. PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用[J]. 造纸装备及材料, 2024, 53(7): 113-115.
- [2] 王雅成. PLC 技术在电气工程及自动化控制中的应用[J]. 自动化应用, 2024, 65(1): 155-157.
- [3] 孙凤玲, 张立鹏, 关博文. 电力系统电气工程自动化中 PLC 自动控制技术的运用[J]. 科技资讯, 2024, 22(12): 37-39.
- [4] 于建勇. PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用[J]. 大众标准化, 2023(22): 159-161.
- [5] 仲军. 基于 PLC 技术的电气设备自动化控制应用分析[J]. 中国设备工程, 2023(20): 233-235.
- [6] 何亚福, 李留现, 路续. PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的应用[J]. 锻压装备与制造技术, 2023, 58(4): 83-84.
- [7] 刘文波, 刘文涛. PLC 技术在电气工程自动化控制中的应用研究[J]. 中国设备工程, 2023(14): 200-202.
- [8] 刘琦. 电气工程及其自动化控制中 PLC 技术的运用[J]. 电气技术与经济, 2023(5): 93-96.

作者简介：郎胤宗（1997.7—），毕业院校：辽宁大学，所学专业：电气工程及其自动化专业，当前就职单位：沈阳惠东管道控制有限公司，职务：自动控制工程师，职称级别：助理工程师职称。



## 建筑安装工程竣工结算审核的基本原则及要点

林杭芝

宁波工建工程造价咨询有限公司, 浙江 宁波 315600

**[摘要]** 建筑安装工程竣工结算审核是项目管理中至关重要的环节, 其准确性直接影响到建设单位和施工单位的经济利益。然而, 当前竣工结算审核的现状却面临诸多问题, 这些问题使得审核过程中的客观性、公正性受到影响, 导致结算结果不够准确。此外, 市场环境的变化和工程项目的复杂性增加也使得结算审核面临更高的要求。为此, 文中探讨了当前竣工结算审核的基本原则与要点, 旨在为提升审核效率和确保工程造价的合理性提供参考, 促进建设工程市场的健康发展。

**[关键词]** 建筑安装工程; 竣工结算审核; 基本原则; 要点

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13932

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

### Basic Principles and Key Points of Final Settlement Review for Construction and Installation Projects

LIN Hangzhi

Ningbo Construction Engineering Cost Consulting Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315600, China

**Abstract:** The final settlement review of construction and installation projects is a crucial link in project management, and its accuracy directly affects the economic interests of the construction unit and the construction unit. However, the current situation of completion settlement review faces many problems, which affect the objectivity and impartiality of the review process, resulting in inaccurate settlement results. In addition, changes in the market environment and the increasing complexity of engineering projects also pose higher requirements for settlement review. Therefore, the article explores the basic principles and key points of the current completion settlement audit, aiming to provide reference for improving audit efficiency and ensuring the rationality of project costs, and promote the healthy development of the construction project market.

**Keywords:** construction and installation engineering; completion settlement review; basic principles; key points

#### 引言

在建筑安装工程实施过程中, 竣工结算审核作为项目管理中的关键环节, 负责确保工程费用的合理性与合规性。随着建筑市场的不断演变, 项目的规模与复杂性日益增加, 使得竣工结算审核面临更高的要求与挑战。科学制定的审核原则与规范的审核要点, 不仅能有效预防潜在的经济风险, 还能提升项目的透明度与公正性, 从而维护各方的合法权益。在此背景下, 合理性、真实性、规范性, 以及公正性与透明性等基本原则, 为竣工结算审核提供了重要的指导框架。同时, 涉及合同审核、工程量审核、单价与总价审核、变更与签证审核、费用索赔审核及材料与设备费用审核等多个方面的审核要点, 成为审核工作不可或缺的一部分。通过系统地理解与运用这些原则与要点, 审核工作的效率与质量得以提升, 坚实的数据为后续的工程管理与决策提供数据依据。

#### 1 竣工结算审核的基本原则

##### 1.1 合理性原则

竣工结算审核中的基本原则之一是合理性原则, 该原则强调在审核结算结果时, 各项费用的计算与支出必须符合合同条款、工程实际情况及相关规定。合理性原则的核心在于确保工程量、单价以及变更签证等方面的费用经过

科学、客观的核算, 从而避免超出预算或不合理的费用增加。遵循这一原则的严格性, 不仅有效降低了结算过程中的争议风险, 还维护了各方的经济利益, 确保项目的最终费用真实、合规且合理。

##### 1.2 真实性原则

竣工结算审核的重要原则之一是真实性原则。该原则要求在审核过程中, 所有工程数据、费用支出以及各类凭证的真实性必须得到验证。具体而言, 结算中的工程量需与实际施工情况保持一致, 材料使用及费用计算则应以真实的采购与验收单据为基础, 虚报或冒报的情况绝不可存在。此外, 工程变更、签证及费用索赔等内容也需有真实记录和凭证作为支持, 以确保所提交的结算资料全面反映工程的实际状态。

##### 1.3 规范性原则

竣工结算审核的基本原则之一为规范性原则。根据该原则, 审核过程必须严格遵循国家相关法律法规、行业标准以及合同约定, 以确保结算流程及方法的合法性和合规性。具体而言, 工程量的计算、单价的确定及变更费用的处理需符合合同及设计文件的规定, 各类费用的支出与审核也应依据统一标准执行, 从而防止因操作不当而导致结算结果的偏差。此外, 所有审核资料及凭证的整理与归档

应遵循相关管理规定，以确保审核工作有据可依，遵循既定程序。

#### 1.4 公正性与透明性原则

竣工结算审核的重要原则之一为公正性与透明性原则。在审核过程中，保持客观公正是必须的，以确保所有参与方的合法权益得到公平对待。审核人员应以中立态度进行工程量核算、费用审核以及合同条款的执行，任何形式的偏袒或利益输送均应杜绝<sup>[1]</sup>。同时，透明性原则强调，审核过程必须公开透明，相关资料、凭证及结算依据应明确且清晰，审核在各方共同监督下进行，以确保审核结果具备公信力。

### 2 建筑安装工程竣工结算审核的要点

#### 2.1 合同审核

合同审核在建筑安装工程的竣工结算审核中扮演着关键角色，其主要目的是确保结算内容与合同条款的一致性及合规性。审核人员应仔细核对合同中涉及的核心内容，包括工程范围、工作内容、施工标准、单价条款、付款条件及计价方式，以确保结算依据来源于合同，符合相关法律法规。特别是针对合同中所涉及的工程变更及补充协议，审核需确保这些变更已得到双方的正式确认，并在结算中得到准确反映。此外，合同中有关风险分担、违约责任及质量保证的条款亦应被审核人员审查，确保结算金额充分考虑这些因素，并确保所有合同条款已得到严格执行。在整个审核过程中，识别合同条款与实际工程执行情况之间的差异至关重要，这不仅有助于确保结算数据的准确性，还能有效降低结算争议的发生，保障各方的利益。

#### 2.2 工程量审核

在建筑安装工程的竣工结算审核中，工程量审核发挥着至关重要的作用，其主要目的是确保结算中列示的工程量准确合理。审核人员需对实际施工情况进行全面的现场检查，并与原始设计图纸、施工记录及合同约定进行对比，以确认工程量计算是否符合实际完成的工作量。在此过程中，特别应关注工程量的分类与计算方法，确保所有项目均按照合同规定的标准进行测量与计算。此外，对于涉及的分包工程、变更工程及新增项目，相关的变更单、签证及记录需被审核人员审查，以确保这些工程量在结算中得到合理反映。对于不清晰或存在争议的工程量，及时与项目经理及施工单位进行沟通是审核人员应采取的措施，并查阅相关记录，以确保所有数据的准确性。

#### 2.3 单价与总价审核

在建筑安装工程的竣工结算审核中，单价与总价审核是不可或缺的环节，确保各项费用的合理性与合规性是其主要目的。审核人员需对合同中规定的单价进行详尽审查，以验证这些单价与市场价格、材料费用及人工成本的吻合度，从而确保所列单价能够真实反映市场状况及施工成本。针对涉及的材料、设备及人工的单价，审核人员应参考采

购合同、市场行情及行业标准进行比对，以评估其合理性。在审核总价时，各项单价与相应工程量的乘积需被审核人员准确计算，以避免出现错误或遗漏。对于合同外的变更费用，审核人员应确认相关单价的合理性，并确保这些费用在总价中得到适当反映<sup>[2]</sup>。同时，在审核过程中，可能存在的费用重复计算情况需引起注意，以确保所有费用的计算具有唯一性。

#### 2.4 变更与签证审核

在建筑安装工程竣工结算审核中，变更与签证审核作为至关重要的环节，其主要目的是确认所有变更和签证的合法性、合理性及合规性。审核人员需仔细审查所有变更记录，以确保这些变更经过合法程序并获得各方的书面确认。在此过程中，变更内容是否符合合同条款应引起特别关注，确保其范围、性质及实施依据均清晰明确。针对涉及的签证，相关工程量及费用需经过审核人员的核实，以确保其与实际施工情况相符，并符合合同中关于变更的规定。此外，变更对工程进度、质量及费用的影响也应被评估，确保变更费用的计算方法合理，并在必要时查阅相关市场价格及行业标准进行对比。对于未在合同中明确规定的变更，审核人员应保持高度警惕，以确保所有额外费用得到妥善核算并准确反映在结算中。

#### 2.5 费用索赔审核

费用索赔审核在建筑安装工程竣工结算审核中占据着重要地位，其主要目的是确认所有索赔请求的真实性、合理性与合规性。所有索赔文件需由审核人员进行仔细审查，以确保索赔依据明确，包括相关的合同条款、变更记录及签证资料，从而确认索赔的合法性。同时，索赔金额的计算是否符合合同中规定的标准及程序也需得到核实，以确保所有费用支出的凭证齐全，并符合财务管理要求。对于因工期延误、设计变更或不可抗力等因素引发的索赔，审核人员应重点关注相关证据材料的完整性与有效性，以确保索赔请求获得充分支持。此外，索赔的时效性也需在审核过程中进行评估，确保所有索赔请求在合同规定的期限内提出，以防因逾期而失去索赔权利。

#### 2.6 材料与设备费用审核

材料与设备费用审核在建筑安装工程竣工结算中至关重要，其主要目的是确保列示的费用在准确性、合规性及合理性方面得到保障。全面审查所有材料与设备的采购凭证、发票及相关合同的责任，审核人员必须确认这些凭证与实际使用情况一致，且所有费用均附有正式的支付凭证。在审核过程中，材料的市场价格波动需特别关注，以判断所列费用的合理性，从而防止因价格异常引发的结算争议。此外，材料的质量及规格是否符合合同要求也应得到核查，以确保所用材料与设备经过合格检测，符合施工规范。针对设备的租赁费用，审核应确认租赁协议条款的合理执行情况，并确保费用计算方式与合同保持一致。若

材料或设备发生变更,审核人员需查阅变更记录,以确保相关费用得到合理的索赔与结算。

### 3 竣工结算审核过程中存在的问题

#### 3.1 审核资料不全

在竣工结算审核过程中,普遍存在的问题是审核资料的不完整,往往严重影响审核的准确性与有效性。由于资料的缺失,审核人员难以全面掌握工程的实际情况,包括施工记录、变更文件及材料采购凭证等。这种不足不仅可能导致对工程量的误判,还妨碍了对费用合理性的分析,增加了审核工作的复杂性。此外,审核资料不全的原因可能源于施工单位在实施过程中的记录不规范,或未能及时整理及提交相关文件,从而造成信息的不对称。缺少关键文件,如施工日志、进度报告与验收记录,使得审核人员无法有效核实工程的实施情况,影响结算的公正性与准确性。若发生争议或纠纷,资料的不完整将使各方在责任划分上面临困境,进一步加大了解决问题的难度。

#### 3.2 工程变更记录混乱

在竣工结算审核过程中,突出的问题是混乱的工程变更记录。这种情况不仅妨碍了审核的准确性,还可能引发后续的争议与纠纷。混乱的记录通常表现为相关文件的缺失、变更内容的不明确,或时间顺序的混乱,从而使得审核人员在查阅时难以理清实际变更情况。涉及范围、费用与进度等关键因素的工程变更,若变更记录不清晰,审核人员将无法准确评估变更对工程成本的影响,也无法确认变更是否经过了适当的审批程序。此外,某些变更未能及时记录,进一步影响了结算金额的合理性与合法性<sup>[3]</sup>。由于变更记录的不规范,施工单位、监理单位与业主之间的信息可能出现不对称,导致对变更的理解产生偏差,从而增加了结算审核的复杂性。

#### 3.3 费用计算不规范

在竣工结算审核过程中,费用计算不规范是一个常见且严重的问题,直接影响了结算的公正性与准确性。表现为方法不一致、公式使用错误、数据录入失误等情况,费用计算的不规范可能导致最终结算金额与实际支出不符。尤其是在复杂工程项目中,涉及多个环节的费用计算,如材料费、人工费和设备费等,若某一环节出现计算错误,将可能引发整体结算的连锁反应。缺乏标准化的计算流程与规范,导致不同审核人员在计算时采用不同方法与标准,进一步增加了费用计算的随意性与不确定性。重复计算或漏算的风险不仅可能由这种不规范的情况引发,还会影响合同约定的履行,甚至导致施工单位、承包商与监理单位之间的争议。

### 4 提高竣工结算审核效率的措施

#### 4.1 完善审核制度

完善审核制度是提升竣工结算审核效率的重要措施,为审核工作提供了科学、系统的指导。通过建立清晰的审

核流程与标准,有助于审核人员深入理解各个环节,明确每项工作的具体要求与责任,从而减少因流程不明而导致的效率低下。应包括对审核资料的规范要求,完善的审核制度应明确所需提交的文件清单与格式标准,以确保资料的完整性与一致性,使得审核人员能够迅速查找与核对相关信息。同时,制度中需规定审核的时间限制,确保每项审核工作能够在规定的时间内完成,避免因拖延而导致项目进度的延误。定期评估与调整审核制度,应依据实际工作中遇到的问题与变化,及时更新审核标准与流程,以适应不断变化的工程需求。

#### 4.2 加强工程管理协调

加强工程管理协调是提升竣工结算审核效率的重要举措,有助于确保各参与方在审核过程中信息畅通及资源共享。关键在于明确各方的责任与权限,施工单位、监理单位、业主与审核团队之间的沟通机制应保持畅通,以避免因信息不对称而造成的误解与延误。定期召开协调会议,以便及时分享项目进展、变更情况及费用支出等关键信息,有助于各方对项目整体的把握,减少因资料不全或记录混乱引发的审核问题。此外,利用信息化手段,如工程管理软件与平台集中存储和管理相关文档,能够显著提高资料查询的效率与准确性,使得所需信息能够迅速获取<sup>[4]</sup>。同时,施工单位需与审核人员保持紧密联系,及时反馈审核过程中的问题与建议,以确保审核所需的支持与配合到位。

#### 4.3 提高审计人员的专业能力

提升审计人员的专业能力,作为提高竣工结算审核效率的关键措施之一,直接影响着审核工作的质量与效果。扎实的专业知识应当具备于审计人员,深入理解建筑工程相关的法律法规、行业标准及技术规范,以便在审核中能够准确评估费用的合理性与合规性。定期组织专业培训与研讨会,能够有效更新审计人员的知识,同时提升其对行业最新动态与发展趋势的认识,进而增强其应对复杂项目的能力。此外,实践经验的重要性亦不容忽视,通过参与不同规模与类型的项目审核,审计人员得以积累丰富的实务操作经验,从而提高识别潜在风险与问题的能力。建立知识共享平台,鼓励审计人员之间的经验交流与最佳实践分享,有助于提升整个团队的专业水平。同时,审计人员的沟通与协调能力需被培养,以使其在审核过程中能够与项目各方进行有效互动与协作,进一步提升审核效率。

### 5 结语

在建筑安装工程中,竣工结算审核不仅是确认工程造价的重要环节,更是维护各方合法权益、促进市场健康发展的关键过程。遵循合理性、真实性、规范性、公正性与透明性等基本原则,审核的客观性与科学性得以确保,从而提升审核工作的效率与质量。重视合同审核、工程量审核、单价与总价审核、变更与签证审核、费用索赔审核及材料与设备费用审核等关键要点,对于准确把握工程结算



的每个细节至关重要。在面对日益复杂的工程项目与不断变化的市场环境时，进一步完善审核机制、提升审核人员的专业能力及加强各方的协调与沟通，是确保竣工结算审核顺利进行的重要保障。综合运用上述原则与要点，能够有效促进工程项目的顺利实施，并为建筑行业的可持续发展奠定坚实基础。

#### [参考文献]

[1]周建华. 建筑安装工程竣工结算审核的基本原则及要点[J]. 企业科技与发展, 2022(4): 138-140.

[2]李婷. 谈如何提高建筑安装工程结算的审核质量[J]. 山西建筑, 2012, 38(27): 257-258.

[3]韩文斌. 探讨建设工程竣工结算审核工作[J]. 现代经济信息, 2010(7): 20-30.

[4]陈萍. 建筑安装工程造价结算审核问题及应对[J]. 居业, 2021(11): 220-221.

作者简介: 林杭芝(1995.11—), 毕业院校: 浙江工业大学, 所学专业: 工程管理, 当前就单位: 宁波工建工程造价咨询有限公司, 职务: 造价师。

# 污水处理项目成本管理优化与资源配置研究

彭立霄

中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司, 四川 成都 611130

[摘要] 随着社会的进步和人们生活水平的提高, 日常产生的污水越来越依赖污水管道输送至处理厂进行处理, 城市的污水处理率已成为衡量城市发展水平的重要指标。在我国, 生态环境保护的重视程度日益加深, 各级政府通过多种途径对居民生活污水处理进行大量投资。污水处理项目的成功与否, 离不开有效的成本管理与资源配置。深入分析表明, 科学的成本管理与优化的资源配置不仅能显著降低项目成本, 而且提升了资源的使用效率, 这些优化措施推动了污水处理项目的可持续发展, 并有助于提高城市环境质量。

[关键词] 污水处理项目; 成本管理优化; 资源配置

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13968

中图分类号: X324

文献标识码: A

## Research on Cost Management Optimization and Resource Allocation of Sewage Treatment Projects

PENG Lixiao

PowerChina Chengdu Engineering Corporation Limited, Chengdu, Sichuan, 611130, China

**Abstract:** With the progress of society and the improvement of people's living standards, the daily generated sewage is increasingly dependent on sewage pipelines to be transported to treatment plants for treatment. The sewage treatment rate of a city has become an important indicator to measure the level of urban development. In China, the importance of ecological environment protection is increasingly deepening, and governments at all levels are investing heavily in the treatment of residents' domestic sewage through various means. The success of sewage treatment projects depends on effective cost management and resource allocation. In depth analysis shows that scientific cost management and optimized resource allocation can not only significantly reduce project costs, but also improve resource utilization efficiency. These optimization measures promote the sustainable development of sewage treatment projects and help improve urban environmental quality.

**Keywords:** sewage treatment projects; cost management optimization; resource allocation

### 引言

污水处理项目作为保障公共健康和维持环境质量的重要基础设施, 其有效实施对于社会的可持续发展具有关键意义。随着城市化进程的推进及环境保护要求的提升, 面临的挑战在污水处理项目中变得日益复杂, 特别是在成本管理和资源配置方面。成本管理的有效性对于项目的经济性有着直接影响, 而资源配置的合理性决定了项目的运行效率与质量。在污水处理项目中, 进行成本管理和资源配置的优化, 显著提高了项目的经济效益, 并提升了运营的可持续性。在成本管理方面, 除了涵盖设备采购和施工安装, 长期的运营和维护费用也被包括其中。由于这些项目涉及复杂技术和大规模基础设施建设, 成本控制的难度也随之增加。为确保项目在预算内完成并实现预期效果, 优化成本管理策略至关重要。详细的成本预算的制定、准确的成本预测与分析的进行、有效的成本控制方法的实施, 这些措施的综合应用有助于确保项目的经济性。同样, 资源配置的优化在污水处理项目的成功实施中也是关键因素。通过有效的资源规划与调度、提高资源利用效率以及优化资源配置策略, 各阶段资源的最优使用得以确保。科学的资源配置不仅减少了资源的浪费, 还提升了项目

目的运行效率和经济效益, 通过先进的管理方法和技术手段, 本研究旨在探讨如何在污水处理项目中提升成本控制能力和资源利用效率。

### 1 污水处理项目的特点

污水处理项目的复杂性、规模性及对技术和环境要求的高度依赖, 是显而易见的。其复杂性表现为涉及多种工程设施和设备, 如污水处理厂、泵站以及管道网络等, 这些设施的设计和施工必须严格遵循技术标准。项目的规模通常庞大, 建设周期长、工程量巨大, 且所需的资金投入亦高。处理过程中, 面对多种污染物的挑战, 要求污水处理技术不断更新和升级, 以适应不断变化的处理需求。同时, 环保政策的严格约束对项目提出了高标准的环境保护要求, 在设计和运营过程中, 必须遵守环保规定, 以避免对周围环境造成负面影响。除了这些, 项目的运行和维护同样复杂, 必须由足够的专业人员进行操作和维护, 以确保系统能够长期稳定运行。

### 2 成本管理优化策略

#### 2.1 成本预算与控制

在污水处理项目中, 确保项目顺利完成并实现预期经济效益的关键环节, 正是成本预算与控制。涉及所有支出

的详细预测和规划,成本预算包括了项目全生命周期内的各个阶段,如工程设计、设备采购、施工以及运营维护。编制预算时,规模、技术要求、市场价格波动及潜在的风险因素,均需综合考虑<sup>[1]</sup>。合理依据为项目资金安排提供了科学预算编制,同时也为后续资金使用提供了有效参考。成本控制作为确保预算得到有效执行的核心环节,要求对实际支出进行实时监控和分析,以便及时发现并纠正预算偏差,通过实施严密的控制措施,预算范围内的顺利推进得以确保,从而实现预期的经济效益。

## 2.2 成本预测与分析

在污水处理项目的成本管理中,占据核心地位的,是成本预测与分析。为财务规划提供科学依据并对未来可能的成本波动进行预警,其主要目的得以实现。涉及对项目各阶段可能发生支出的系统性预估,成本预测包括了工程建设、设备采购以及后期运营维护等方面。在进行预测时,历史数据、市场趋势、技术进步以及项目特定条件等因素,需被综合考虑。借助数学模型及先进预测工具,未来成本的估算将更为准确。成本分析则是对实际支出与预测成本进行比较的过程,偏差原因的评估及必要的调整措施的制定,都是其中的关键内容。通过定期进行成本分析,能够及时发现成本超支的早期迹象,进而调整预算计划并优化资源配置,从而确保经济效益的最大化。潜在问题的识别与有效措施的采取,皆有助于维持项目的财务稳定性。

## 2.3 成本控制方法与工具

在污水处理项目中,成本控制方法与工具对预算执行和费用管理的保障,至关重要。详细的预算控制体系的建立、严格的变更管理流程的实施,以及定期的成本监控与评估,均构成有效的成本控制策略。预算控制体系,通过明确每个项目阶段的预算分配及支出标准,帮助项目团队更有效地管理成本。所有项目变更经过仔细审查,并评估其对成本的影响,变更管理流程确保了预算不超支。成本监控与评估则是通过定期检查实际支出与预算之间的差异,及时采取纠正措施,保障项目在预算范围内推进。各种成本控制工具的使用,可以显著增强成本管理的效果。例如,项目管理软件、成本跟踪系统及进度管理工具,使实时记录和分析成本数据成为可能,这些工具生成报告并预测潜在的成本问题。应用价值工程技术,能够在保证项目质量的前提下,优化成本结构,提高资源利用效率,这些方法和工具的结合,提供了全面的成本控制手段,有效支持了项目的财务管理与资源优化。

## 3 资源配置的优化方法

### 3.1 资源规划与调度

在污水处理项目中,优化资源配置对于实现项目目标并提升效率,资源规划与调度的作用至关重要。资源规划的过程包括对项目整体需求的全面评估,其中涉及了人力、设备、材料及资金的具体需求的确定。该过程要求对项目的规模、复杂性及各阶段的工作内容进行详细分析,以制

定出切实可行的资源计划。通过建立资源需求模型和时间表,所需资源可以被提前预测并安排,从而避免了在项目实施过程中资源短缺或过剩的情况。在项目执行阶段,资源调度的职责则在于依据实际进展和需求变化,动态调整资源的配置与使用。实时监控资源使用情况的有效调度系统,使得能够及时调整以应对各种突发事件。通过使用资源管理软件进行数据跟踪与分析,项目团队能够在资源需求与实际使用之间找到最佳平衡点,从而提高资源利用效率并减少浪费。这样,资源规划与调度的结合不仅优化了资源配置,还增强了项目执行的灵活性与响应能力。

### 3.2 资源利用效率提升

在污水处理项目中,提高资源利用效率的核心目标在于通过优化资源配置与管理,最大化资源的使用效益。精确的需求预测与资源规划作为提升资源利用效率的基础,进行详细的项目各阶段需求分析并合理安排资源,能够有效地避免资源的过度使用或闲置。通过应用先进技术与工具,如资源管理系统和数据分析平台,资源使用情况得以实时监控,为决策提供了数据支持。这些技术的使用不仅有助于识别资源使用中的瓶颈和不足,还促使了及时的调整措施的实施。在提升资源利用效率的关键手段中,优化工作流程与提高操作效率也占据重要地位<sup>[2]</sup>。例如,通过实施精益生产理念与自动化操作,能够减少资源浪费,并提升生产效率。进一步推动跨部门协作与信息共享,增强资源调度的灵活性,以确保资源在不同任务和部门间的合理分配,通过这些措施,能够使污水处理项目在资源使用上实现更高效和经济的管理。

### 3.3 资源配置优化策略

在污水处理项目中,资源配置优化策略至关重要,其目的在于通过精细管理与科学规划实现资源的最佳利用。全面的需求分析,作为优化的首要步骤,必须对项目的工作量、阶段性目标以及技术要求进行详细了解,以便制定出准确的资源需求计划。此计划不仅涵盖设备、材料及人力资源的需求预测,还需考虑项目进度及潜在风险,从而确保资源分配有效支持项目的顺利推进。在资源配置过程中,利用先进的数据分析工具及优化算法,如线性规划与模拟优化模型,可以实现资源配置的动态调整。通过实时监控资源使用情况,能够识别资源闲置或不足的状况,并提供相应的调整建议,确保项目各阶段的资源得到合理配置。同时,综合资源调度系统及智能管理平台的实施,有助于提升资源调配的灵活性与响应速度,通过整合实时数据与预测信息,这些系统优化了资源分配与使用效率,减少了资源浪费,从而实现了资源配置的优化。

## 4 污水处理项目中的技术创新与管理提升

### 4.1 新技术对成本管理的影响

新技术在污水处理项目中的引入,对成本管理的影响显著,主要体现在降低运营成本、提升效率及优化资源配置等方面。显著降低长期运营费用的先进污水处理技术,



如膜生物反应器 (MBR) 和高级氧化过程 (AOP), 通过提升处理效率、减少能耗及降低化学品使用, 成功减少了运营和维护开支。此外, 实时监控与数据分析的可能性由自动化与智能化技术的应用带来, 潜在问题得以及时识别与解决, 从而减少了停机时间和维修成本。这些技术不仅加快了故障修复的速度, 还有效降低了维护费用。在资源配置方面, 新技术同样发挥了关键作用。智能调度系统通过优化设备的运行时间与负荷, 显著提高了资源的使用效率, 避免了过度投资与资源浪费。

## 4.2 管理创新对资源配置的促进

在污水处理项目的资源配置中, 管理创新发挥了至关重要的作用, 尤其在优化资源分配及提升使用效率方面显著。显著提高资源配置的灵活性与响应速度, 通过引入先进的项目管理方法, 如敏捷管理与精益管理, 实现了。这些创新方法注重团队合作、快速反馈及持续改进, 以确保在项目需求变化时, 资源能够迅速调整, 进而防止资源浪费或短缺的情况发生<sup>[3]</sup>。实时监控和数据分析的可能性, 由数字化管理平台与智能系统的应用带来, 这些系统能够提供精准的资源使用信息, 支持项目团队进行科学决策, 从而实现动态优化的资源配置。改进的沟通与协调机制也在管理创新中扮演着重要角色, 这种机制提升了各部门之间的协作效率, 使得资源配置更加贴近实际需求与项目目标。

## 5 污水处理项目风险管理

### 5.1 风险识别与评估

在污水处理项目的风险管理中, 核心环节为风险识别与评估, 其目的在于为项目提前揭示潜在风险因素, 并对这些风险的可能影响进行系统化的评估。所有潜在风险源的彻底梳理, 包括技术、环境、法律法规以及经济等方面的风险, 需在风险识别过程中进行。各类可能威胁项目成功的风险因素, 能够通过如头脑风暴、专家访谈及历史数据分析等工具与方法系统地识别。对识别出的风险进行深入分析, 在随后的风险评估环节中着重进行, 此阶段结合了定量与定性的方法, 如风险矩阵与敏感性分析, 以量化风险的严重性和可能性。评估过程帮助项目团队明确每种风险的优先级, 从而制定相应的应对策略, 确保在面对潜在风险时, 项目能够维持稳定运行。

### 5.2 风险应对策略

在污水处理项目中, 风险应对策略的实施至关重要, 其核心在于通过系统化措施有效管理和减少风险的负面影响。关键策略之一是风险规避, 通过在项目规划阶段采用成熟技术和最佳实践, 高风险因素可以有效避免。例如, 选择经验丰富的设备供应商和施工承包商, 将显著降低技术和施工相关的风险。另一种有效策略为风险转移, 通过合同条款、保险或外包将部分风险转移给第三方。例如, 项目保险或详细的责任协议的签订, 可以将设备故障或事故损失等不可控风险转移给外部方, 从而减轻项目自身的财务压力。对于那些无法完全规避或转移的风险, 实施风险减轻

措施尤为重要。例如, 通过设置冗余系统及进行定期维护, 设备故障的可能性可以减少, 确保系统的稳定运行。在某些情况下, 风险接受策略也可能是必要的, 这意味着在评估了风险的成本和影响后, 某种程度的风险被接受, 并为此制定详尽的应急预案。应急预案应包括明确的应急响应程序及资源准备, 以便在风险事件发生时能够迅速采取适当行动。

### 5.3 风险管理与成本控制的关系

在污水处理项目中, 风险管理与成本控制之间的密切关系显而易见, 两者相辅相成, 确保项目的经济效益及成功实施。显著降低潜在风险, 通过有效的风险管理, 项目团队能够实现, 从而减少因风险事件引发的额外成本。例如, 风险的提前识别与评估使得团队能够制定针对性的应对策略, 从而预防由于风险事件导致的预算超支和项目延误<sup>[4]</sup>。与此同时, 成本控制则专注于确保项目在预算范围内的顺利完成。通过实时监控和调整支出, 项目团队能够避免不必要的费用增加。

有效的风险管理不仅帮助减少不可预见的支出, 还增强了成本控制的效果。风险规避、转移及减轻策略的采取直接影响项目的成本结构, 这些策略通过降低风险发生的概率或其潜在影响, 从而减少应急资金的投入及修复成本。

## 6 结语

优化污水处理项目中的成本管理与资源配置, 对于提升项目效率及经济效益至关重要。随着城市化进程的加快及环境保护要求的提高, 面临成本控制挑战的污水处理项目, 同时也需要高效的资源配置以保证顺利运营。本研究深入探讨了成本预算、预测、分析与控制策略, 以及资源规划、调度与利用效率提升的方法, 揭示了科学管理与优化配置在项目成功中的关键作用。研究表明, 通过系统化的管理优化措施, 项目成本能够显著降低, 资源使用效率得以提高, 从而实现污水处理项目的可持续发展。这一发现不仅提升了城市环境质量, 还为政策制定者及项目管理者提供了有价值的参考。未来的研究应更加关注新技术的应用与管理模式的创新, 以应对日益复杂的污水处理挑战, 推动行业的整体进步。

### 【参考文献】

- [1] 柳行. 污水处理厂项目成本管理研究[D]. 北京: 中国石油大学(北京), 2023.
- [2] 张大周. 浅析市政污水处理的成本管理[J]. 居舍, 2020(20): 165-166.
- [3] 冯雪, 朱娅. 基于全生命周期理论的污水处理厂项目成本控制研究[J]. 工程经济, 2019, 29(3): 36-39.
- [4] 蔡玉帅. 污水处理项目成本控制的改进对策探讨[J]. 企业改革与管理, 2022(8): 133-135.

作者简介: 彭立霄 (1990.7—), 女, 毕业院校: 巴黎高等国际贸易与管理学院, 所学专业: 市场营销与贸易发展, 目前就职单位: 中国电建集团成都勘测设计研究院, 职务: 商务经理, 职称: 中级职称。

# 土建工程预算控制项目管理的有效措施总结

童春波

宁波工建工程造价咨询有限公司, 浙江 宁波 315600

[摘要]随着城市化进程的加快以及基础设施建设的持续扩大, 土建工程的规模与复杂性不断提升。项目投资额的增加、工期的紧迫以及施工环境的多变, 导致预算控制的有效性显得尤为重要。在实际操作中, 许多土建工程项目在预算编制、执行与监控等方面仍面临诸多问题, 诸如预算编制缺乏科学性与动态调整机制, 这些问题不仅可能导致项目成本失控, 还可能引发延误及质量问题等一系列风险, 从而影响项目的整体效益。基于此, 推动土建工程预算控制的有效措施, 成为行业内亟待解决的任务。通过对当前预算控制现状的深入分析, 识别出存在的问题, 并结合实际情况提出相应的解决方案, 为提升土建工程项目的管理水平提供有益的参考与借鉴。

[关键词] 土建工程; 预算控制; 有效措施

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13933

中图分类号: F293.35

文献标识码: A

## Summary of Effective Measures for Budget Control in Civil Engineering Project Management

TONG Chunbo

Ningbo Construction Engineering Cost Consulting Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315600, China

**Abstract:** With the acceleration of urbanization and the continuous expansion of infrastructure construction, the scale and complexity of civil engineering projects continue to increase. The increase in project investment, the urgency of the construction period, and the changing construction environment make the effectiveness of budget control particularly important. In practical operation, many civil engineering projects still face many problems in budget preparation, execution, and monitoring, such as the lack of scientific and dynamic adjustment mechanisms in budget preparation. These problems may not only lead to project cost control, but also trigger a series of risks such as delays and quality issues, thereby affecting the overall efficiency of the project. Based on this, effective measures to promote budget control in civil engineering have become an urgent task in the industry. Through in-depth analysis of the current budget control status, identify existing problems, and propose corresponding solutions based on actual situations, providing useful references and guidance for improving the management level of civil engineering projects.

**Keywords:** civil engineering; budget control; effective measures

### 引言

在现代土建工程中, 预算控制已成为项目的核心环节愈发受到重视。随着市场经济的快速发展与竞争的加剧, 项目管理者面临的重要挑战之一便是在确保工程质量与进度的同时有效控制成本。影响项目盈利能力的不仅是预算控制, 还直接关系到资源配置的效率与风险的可控性。因此, 构建一个科学合理的预算控制体系, 成为提升土建工程项目管理水平的关键所在。

### 1 土建工程预算控制的重要性

#### 1.1 确保项目盈利

在土建工程中, 预算控制被视为实现项目盈利的关键因素之一。合理的预算编制为项目提供了明确的财务指引, 有效确保各项成本保持在可接受范围内。准确的预算能够有效预测所需的材料、人工及设备费用, 避免因估算失误而引起的资金不足或超支。项目经理通过深入分析历史数据与市场行情, 制定出的成本预算更加精准, 从而有效控制支出。潜在风险同样能够通过预算控制得以识别, 在项目实施过程中各种不可预见的费用, 例如材料价格波动或

工期延误常常会出现, 这些因素直接影响盈利水平, 通过建立动态调整机制及时修订预算确保资金合理分配, 能够有效应对这些挑战。良好的预算控制还促进了资源的优化配置, 依据预算项目经理合理安排人力与物力, 确保在关键环节投入足够的资金与人员, 从而提高工作效率, 对各项支出的严格监控, 使每一笔费用都能为项目整体盈利贡献力量。

#### 1.2 提高资源利用效率

提高资源利用效率被视为土建工程预算控制的关键目标之一。在项目实施过程中, 合理的预算管理有助于团队更有效地配置与利用各类资源, 包括人力、物力与财力, 科学的预算编制能够确保资源分配的针对性, 确保关键环节获得必要的资金与人员支持。举例而言, 若在施工初期能够准确预估各阶段所需的材料与工时, 资源的浪费与闲置便可显著降低。实时的预算监控同样被认为至关重要, 使项目管理者能够及时识别并调整不合理的资源使用情况。当某一施工环节进展缓慢时, 管理者能迅速分析相关的成本与时间数据, 进而调整施工方案或增派人手确保项

目按期完成。预算控制还促进了不同资源之间的协同效应,通过跨部门的协作与信息共享,资源的优化配置得以实现,重复投入得以减少从而进一步提升整体工作效率。此外,预算管理也为项目团队建立合理的绩效评估机制提供了支持,通过对各类资源利用情况的分析与总结,团队得以识别最有效的资源配置方式,并在未来的项目中加以应用,一过程不仅提升了资源利用的效率,也为后续项目的成功奠定了坚实的基础。

### 1.3 控制项目风险

控制项目风险被视为土建工程预算管理的核心环节之一。在项目实施期间,团队面临的多种不确定性因素,包括市场波动、施工延误以及突发的法律法规变化等,都可能对项目的成功构成威胁。有效的预算控制不仅能识别这些潜在风险,还能对其进行评估,从而制定相应的应对策略,通过全面的风险评估,项目团队在编制预算时能够预测可能出现的风险,并为此留出充足的风险备用金,这种前瞻性的资金准备使项目在遭遇意外情况时能够迅速反应,从而避免因资金短缺导致的延误或中断。借助信息化工具,预算数据可随时更新,项目经理能够跟踪实际支出与预算之间的差异。当发现某一环节出现超支迹象时,管理者可以迅速分析原因,调整资源配置或施工方案以减少潜在损失。此外,定期的预算审查与反馈机制促使团队不断优化风险控制策略,通过总结过去项目的经验教训,提高未来项目的应对能力,这种系统化的管理方法为项目的成功奠定了坚实的基础。

## 2 土建工程预算控制的现状及存在问题

### 2.1 缺乏动态调整机制

在土建工程中,预算控制往往缺乏有效的动态调整机制,这一缺失成为项目管理不善的重要因素。初期制定的预算通常基于静态数据,但在实际施工过程中,项目环境及条件可能会发生显著变化。例如,材料价格波动、人工成本上升以及施工进度延误等都会对整体预算产生影响。缺乏及时的动态调整机制,使项目团队难以快速应对这些变化,导致预算失控的风险显著增加。与此同时,动态调整机制的不足也使得项目团队在风险管理方面面临挑战,当项目实施过程中遭遇突发情况,如恶劣天气或技术问题,若预算无法根据实际情况进行及时调整,项目的盈利能力和进度将受到威胁,这时团队往往只能被动应对,缺乏主动调整策略的能力。许多项目在预算执行阶段缺乏定期审查与反馈机制,导致团队难以及时识别预算执行中存在的问题,缺少对预算执行情况的监控,使得资源配置与支出控制的灵活性不足,进一步影响了整个项目的执行效率。动态调整机制的缺失因此成为土建工程预算控制中的突出痛点,这一问题直接关系到项目的成功与整体效益。

### 2.2 成本控制意识淡薄

在土建工程中,成本控制意识普遍薄弱对项目经济效

益带来了不利影响。管理人员通常更关注施工进度和质量,对成本的关注度不高,导致在材料采购和人力使用中未充分考虑成本效益,从而增加了不必要的支出。施工现场人员缺乏成本意识,常常随意使用材料造成浪费。此外,面对突发情况时,团队优先解决问题而忽视成本因素,这进一步加剧了费用超支。

### 2.3 缺乏有效的预算监控工具

在土建工程项目中,缺乏有效的预算监控工具成为一个突出的问题,直接影响了预算执行的透明度与准确性。许多项目仍依赖传统的手工记录与简单表格,导致数据更新滞后信息沟通不畅,这种低效的监控方式使项目团队难以实时掌握预算执行情况,无法及时发现超支或未达标的现象。缺少专业的预算监控软件,项目管理者往往难以在面对复杂预算数据时进行全面分析与评估,预算变动与实际支出之间的差异难以迅速识别与调整,可能导致项目在执行过程中出现严重的资金短缺或浪费。传统监控工具通常缺乏数据可视化功能,致使项目团队难以直观理解预算执行的趋势与问题,进而造成决策时信息不足。监控工具的缺失还影响了团队的责任分配,在缺乏明确预算监控系统的情况下,各部门之间的预算责任往往不明确,导致项目成员在控制成本时缺乏主动性,这种情形使得项目的预算控制无法有效实施,甚至可能因信息不对称而引发更大的财务风险。

## 3 预算控制的有效措施

### 3.1 预算编制阶段的控制

在预算控制的有效措施中,预算编制阶段的控制至关重要。编制预算时,项目整体规划与设计要求应被充分考虑,确保所有费用项目经过细致的分析与核算,这一过程要求项目团队全面掌握施工图纸的每个细节,涵盖材料、人工与设备的使用,从而确保预算的科学性与合理性。不可或缺的一部分,市场调研同样在预算编制中发挥着重要作用,通过深入了解材料市场价格、劳动力成本及相关法规政策,团队能够有效避免预算的低估或高估,这不仅促进了对项目总体成本的准确预测,也为未来的动态调整奠定了基础。预算编制的重要环节还包括加强各部门之间的沟通与协调,设计、施工及采购等环节的紧密结合,确保了预算编制的全面性,通过跨部门讨论与数据共享,信息孤岛现象能够得到有效避免,从而增强预算的透明度与准确性。建议引入专业的预算编制工具或软件,以实现预算数据的系统化管理,这类工具不仅能提高数据处理效率,减少人为错误,还提供实时的数据分析与报告功能,使预算编制工作更加高效与科学。

### 3.2 执行过程中的动态控制

在土建工程项目的执行阶段,动态控制被视为确保预算有效性与项目顺利推进的关键环节。建立定期监控机制,项目管理团队需要持续跟踪预算执行情况。这要求对实际



支出与预算之间的差异进行定期审查,以便及时识别潜在的超支风险。例如,通过每月或每周的财务报告,各项费用的使用情况能够被清晰掌握,从而迅速采取必要的应对措施。灵活的预算调整机制,动态控制还必须具备。随着项目的进展,材料价格、人工成本或施工进度等因素的变化,项目团队需要迅速调整预算适应新的情况,通过有效的沟通与信息共享,各部门能够及时了解预算调整的原因与依据,从而确保整体项目目标不受影响。信息化管理工具的应用显著提高了动态控制的效率,借助集成的项目管理软件,实时更新预算数据的能力,使团队能够生成可视化分析报告,帮助决策者快速识别问题,这种实时监控的方式不仅增强了预算控制的透明度,还使得各个参与者对项目的财务状况有更清晰的认识,从而提升了团队的协作意识。

### 3.3 信息化管理系统的应用

信息化管理系统在土建工程预算控制中的重要性日益显著,其应用带来的效率提升与决策质量改善显而易见。通过引入现代化的管理软件与工具,预算数据得以集中管理与实时监控,项目团队的工作流程得以优化。实时的数据更新与分析功能是该系统的一大优势,各环节的费用支出、材料采购及工时记录通过系统自动输入,从而避免了传统手工记录所导致的错误与遗漏,数据的实时流动使管理者能够迅速了解当前财务状况,必要的信息支持为及时调整预算提供了保障。不同部门在同一平台上共享信息,从而确保预算编制、执行与调整过程的透明性。例如,施工队伍能够即时反馈施工中遇到的资金需求,而财务部门则能够根据实际情况快速响应,避免因沟通不畅而导致的延误与误解<sup>[1]</sup>。此外,系统强有力的报表生成与分析功能为项目管理提供了支持,管理者能够通过可视化图表与报告,清晰识别各项费用的使用趋势及其对整体预算的影响。这种可视化方式不仅便于决策,还能向上级领导或投资方展示项目财务状况,从而提高项目的透明度与可信度。

## 4 土建工程项目管理中的具体实施策略

### 4.1 详细掌握施工图纸内容和规定

在土建工程项目管理中,施工图纸的内容与相关规定深入理解的必要性不言而喻。确保工程顺利进行的基础不仅体现在此,更与有效控制成本及提升施工质量息息相关。作为项目实施的蓝图,施工图纸详尽地展现了设计意图、结构布局及各项技术要求,项目团队需全面掌握图纸中的每一个细节,其中涵盖了材料规格、尺寸准确性以及施工工艺的要求。理解施工图纸还需包括对相关法规与行业标准的熟悉程度,这些规定不仅影响施工过程中的安全性与合规性,且直接关系到项目整体质量及其可持续性,通过对图纸及相关规定的了解,潜在问题能够在施工过程中更有效地被识别,及时调整施工方案,从而避免因设计误解

或规范忽视而导致的返工或损失<sup>[2]</sup>。定期组织图纸审查及培训活动被视为必要措施,这类活动不仅提高了团队成员的专业技能,还增强了他们的责任感与协作意识,通过共同讨论图纸内容,信息的有效分享得以实现,确保每位成员对项目整体方向具备清晰的认知。

### 4.2 强化工程建设全过程预算监督管理

在土建工程项目中,确保项目顺利实施及有效控制成本的重要策略之一便是强化全过程预算监督管理,这一过程不仅涉及对预算编制的严格审查,且包括在项目执行期间对预算执行情况的持续监控与调整。在项目启动阶段,预算控制的目标与责任人需明确,通过设定具体的预算指标,团队能够清晰了解各项开支的预期范围,从而在实施过程中有针对性地进行管理。同时,预算执行情况的定期分析与评估,有助于及时发现潜在问题,防止项目进展中的资金短缺或超支现象。借助预算管理软件实时跟踪各项支出得以实现,且预算执行报告可自动生成,这种透明的信息流动,不仅使管理层能够随时掌握资金使用情况,还便于在出现异常时迅速作出反应<sup>[3]</sup>。通过数据分析,项目团队可识别出哪些环节支出较大,从而调整资源分配,优化预算使用效果。定期召开预算监控会议,鼓励各部门分享预算执行中的经验与教训,有助于团队更好地协作形成合力,这种文化氛围的营造,增强了每位成员对成本控制的重视程度,使其在日常工作中自觉遵循预算规定。

## 5 结语

土建工程预算控制是确保项目顺利实施与提升经济效益的重要环节。在当前复杂多变的市场环境中,科学的预算管理不仅影响项目的盈利能力,还直接关系到资源的合理配置与风险的有效控制,通过对预算编制进行细致审查、在执行过程中实施动态监控,以及有效应用信息化管理系统,项目团队得以实现预算控制的精确把握。同时,强化预算监督管理与提升团队的成本控制意识,成为实现预算目标的关键因素。持续改进与创新则为在激烈市场竞争中立于不败之地奠定了坚实的基础,这也为土建工程的成功提供了有力保障。

### 【参考文献】

- [1]李旭明. 土建工程预算控制项目管理的有效措施分析[J]. 工程技术研究,2019,4(22):149-150.
  - [2]祝晶晶,郭生南. 土建工程预算审计方法与控制建筑工程结算的探讨[J]. 居舍,2021(29):151-152.
  - [3]茹艳. 土建工程预算控制项目管理的有效措施[J]. 建材与装饰,2018(16):186.
- 作者简介:童春波(1988.2—),毕业院校:浙江广厦建设职业技术学院,所学专业:工程造价,当前就单位:宁波工程造价咨询有限公司,职务:造价师,职称级别:初级工程师。

## 建筑结构施工中的现场管理与质量控制技术

陈相伟

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]** 在建筑结构施工过程中, 现场管理与质量控制技术的有效结合对提升施工质量至关重要。通过对现场管理流程的优化, 可以确保施工人员的协调与沟通, 提高作业效率。实施严格的质量控制措施, 建立健全的质量管理体系, 将有助于及时识别和解决施工过程中出现的质量问题。文中分析了当前建筑施工中常见的管理问题和质量缺陷, 并探讨了改进的方法与技术, 包括使用信息化手段和标准化流程。通过案例研究, 证明了有效的现场管理与质量控制能够显著降低工程返工率, 确保施工质量符合规范, 提升项目的整体成功率。本研究旨在为建筑行业提供实用的管理与技术建议, 以实现高质量、高效率的施工目标。

**[关键词]** 现场管理; 质量控制; 建筑施工; 施工质量; 技术应用

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13948

中图分类号: TU3

文献标识码: A

### On-site Management and Quality Control Techniques in Building Structure Construction

CHEN Xiangwei

Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** The effective combination of on-site management and quality control techniques is crucial for improving construction quality during the construction process of building structures. By optimizing the on-site management process, coordination and communication among construction personnel can be ensured, and work efficiency can be improved. Implementing strict quality control measures and establishing a sound quality management system will help identify and solve quality problems that arise during the construction process in a timely manner. The article analyzes common management problems and quality defects in current construction, and explores methods and technologies for improvement, including the use of information technology and standardized processes. Through case studies, it has been proven that effective on-site management and quality control can significantly reduce the rate of engineering rework, ensure construction quality meets standards, and improve the overall success rate of the project. This study aims to provide practical management and technical recommendations for the construction industry to achieve high-quality and efficient construction goals.

**Keywords:** on-site management; quality control; construction of buildings; construction quality; technical application

#### 引言

建筑行业在现代经济中扮演着不可或缺的角色, 其工程质量直接影响到社会的安全与发展。随着建筑技术的不断进步和施工规模的扩大, 传统的管理模式逐渐暴露出诸多不足, 导致工程质量问题频发。现场管理与质量控制作为确保施工质量的重要环节, 其重要性愈加凸显。有效的现场管理不仅能够优化资源配置, 提升施工效率, 更能通过科学的质量控制方法, 减少因施工缺陷带来的经济损失。面对复杂的施工环境和多变的项目需求, 如何将现场管理与质量控制技术有机结合, 成为业内亟需解决的问题。通过综合分析施工现场的实际情况, 制定切实可行的管理方案, 能够在很大程度上提高工程的整体质量和效率。此外, 信息技术的迅速发展为建筑施工管理带来了新的机遇, 使得质量控制的手段更加丰富, 管理方式更加高效。此研究将探讨这些技术与方法的应用, 旨在为建筑施工现场的管理提供新的思路与解决方案<sup>[1]</sup>。

#### 1 建筑结构施工中常见的现场管理问题

在建筑结构施工过程中, 现场管理面临多种挑战, 影

响工程的整体质量与效率。其中, 人员协调不足是一个显著的问题, 施工现场通常涉及多个团队和工种, 各自的工作进度和任务安排未能有效衔接, 导致施工延误和资源浪费。此外, 现场安全管理不到位也是普遍现象, 许多施工单位未能严格遵循安全规范, 存在隐患, 进而增加了工人受伤的风险。这不仅会影响施工的顺利进行, 更可能导致严重的安全事故, 造成经济损失。

技术应用不足是另一个亟待解决的问题。随着信息技术的发展, 建筑行业逐渐引入了许多新技术, 但在实际施工中, 仍有不少企业未能充分利用这些先进技术, 如 BIM (建筑信息模型) 和施工管理软件的应用。这使得施工过程中的信息传递不够及时、准确, 影响了决策的效率。对于施工进度和质量的监控缺乏实时数据支撑, 导致问题出现时难以迅速采取有效的纠正措施。

质量控制的落实情况也相对薄弱。许多施工单位在实施质量管理时, 往往停留在表面, 缺乏系统的质量监测机制, 导致在施工过程中难以发现和纠正潜在的质量问题。这种情况不仅延误了项目进度, 还可能造成后期的返工,

进一步加大了工程成本。材料管理不当也是一个突出的问题,施工中使用的材料未能严格按照规范进行验收,劣质材料的使用严重影响了工程的安全性和耐久性。沟通渠道不畅使得信息的传递和反馈机制不够高效,导致现场管理人员与施工团队之间的误解和信息失真。这一系列问题相互交织,形成了复杂的现场管理挑战。因此,必须重视并解决这些问题,以提升建筑结构施工的整体质量和效率。

## 2 质量控制技术在施工现场的应用

在施工现场,质量控制技术的应用是确保建筑工程质量的关键环节。现代建筑项目通常采用多种质量控制手段,包括材料检测、工艺监控和现场 inspections 等,以实现施工全过程的质量把控。材料的入场验收是质量控制的第一步,必须严格依据国家标准和行业规范进行,确保所用材料的性能和规格符合设计要求。通过建立完善的材料管理系统,可以对材料的来源、检测和使用情况进行全程追踪,从而降低因材料问题导致的质量隐患<sup>[2]</sup>。

在施工工艺方面,实施过程中的质量控制尤为重要。施工人员需要遵循标准操作流程(SOP),并在每个施工阶段进行自检与互检,确保每道工序都符合设计和施工规范。采用可视化管理工具,如施工进度管理软件,能够实时监测施工进度与质量指标,及时发现问题并进行调整。此外,定期的质量检查和评估是确保工程质量的必要措施,现场管理人员应结合质量管理体系,对施工现场进行定期抽查和检查,及时纠正不符合项。

引入建筑信息模型(BIM)技术可以进一步提升质量控制的有效性。通过在BIM环境中进行协同设计和施工模拟,施工团队可以在项目开始前识别潜在的设计和施工冲突。这种方法不仅可以减少因设计变更带来的质量问题,还能够优化施工方案,提升施工效率。实时数据收集和分析则为质量控制提供了数据支持,帮助管理人员根据实际情况进行科学决策。培训和技术支持同样是施工现场质量控制技术有效应用的重要组成部分。定期对施工人员进行质量控制技术培训,使其掌握相关知识和技能,能够在施工过程中自觉遵循质量标准。此外,借助外部技术咨询和支持,施工单位可以引进先进的质量控制方法和工具,提升整体施工质量水平。通过这些多方面的质量控制技术应用,能够有效保障建筑结构施工的质量,确保工程按时交付并达到预期标准<sup>[3]</sup>。

## 3 现场管理与质量控制的有效结合策略

现场管理与质量控制的有效结合策略是提升建筑工程质量和施工效率的重要途径。现场管理必须与质量控制目标紧密结合,通过制定明确的管理制度和质量标准,使得每位施工人员都能清晰地理解其在整个施工过程中的职责与质量要求。建立一个全面的质量管理体系,涵盖从设计、采购到施工的各个环节,可以确保各项工作有条不紊地进行,并保持高标准的质量控制。通过这种方式,能

够在项目一开始就将质量控制理念深入到每一个环节,形成全员参与的质量管理氛围。在实施策略中,信息化管理工具的应用显得尤为重要。引入建筑信息模型(BIM)和施工管理软件,不仅可以实现施工进度的实时监控,还能提供可视化的数据分析和决策支持。这种数据驱动的管理方式使得现场管理者能够及时掌握施工状态,发现潜在的质量问题并采取措施。实时数据的分析可以帮助管理者进行风险评估,从而在问题发生之前采取预防性措施,降低质量风险。

有效的沟通机制在现场管理和质量控制的结合中同样不可或缺。各施工队伍、管理人员及其他相关人员之间需要建立畅通的信息交流渠道。通过定期召开项目协调会,分享施工进度、质量问题及整改措施,确保信息的透明和实时更新。增强团队协作意识,使各个施工环节能够相互支持,形成合力,确保项目质量与进度的双重保障。这样的沟通机制不仅提升了团队的凝聚力,还为现场管理的有效实施提供了坚实的基础。针对施工过程中的关键环节,进行重点管理与控制也极为重要。在浇筑混凝土、安装结构构件等关键工序中,必须设置专门的质量控制点,并由经验丰富的技术人员进行全程监督。在每一个控制点上,采取抽样检测、视觉检查等手段,确保施工质量符合规范。施工日志的记录也应详尽,涵盖施工过程中的关键数据和发生的问题,以便于后续的质量追溯与改进。这种精细化的管理方法可以有效提升关键工序的施工质量,减少因操作不当引发的质量缺陷<sup>[4]</sup>。

培养高素质的现场管理团队是提升管理效果的核心。通过定期培训,提升管理人员和施工人员的专业技能,使其掌握先进的质量控制技术和管理方法。这种培养不仅包括技术培训,还应涵盖质量管理理念和团队合作精神,增强施工人员的质量意识,使其在日常工作中自觉遵循质量标准。此外,鼓励技术创新和实践探索,使管理团队能够灵活应对现场施工中的各种挑战,提升现场管理与质量控制的结合效果。在对现场管理和质量控制进行综合考虑时,项目管理的整体性思维不可忽视。各个环节的管理策略需形成系统化的联动,通过整体计划与实施,确保资源的合理配置。通过持续的改进和反馈机制,可以根据施工进度和实际情况,动态调整管理策略,确保质量控制措施始终保持高效和灵活。通过上述结合策略,能够在提升施工质量的同时,有效降低工程成本,实现建筑施工的高效管理与优质成果。

## 4 成功实施现场管理与质量控制的项目

在某大型住宅小区的建设项目中,成功实施现场管理与质量控制的案例提供了宝贵的经验。该项目采用了先进的建筑信息模型(BIM)技术,初期通过BIM进行施工模拟和冲突检测,确保设计方案在实施前得到充分验证。施工团队在项目启动之初,就明确了各项质量标准和安全规范,并在整个施工过程中持续进行监控。通过引入专业的



质量管理软件,项目管理者能够实时跟踪施工进度和质量指标,确保各工序的质量控制点得到有效落实。

在施工阶段,团队建立了定期质量检查机制,由专门的质量监督人员负责关键工序的检验和记录。通过实施严格的材料验收制度,所有进场材料均需经过专业检验,确保符合国家标准和设计要求。施工过程中,定期召开质量评审会议,及时识别潜在问题并进行讨论,确保各部门之间的信息沟通流畅,问题处理迅速。在现场管理方面,项目实施了精细化管理策略,要求施工人员在每个施工阶段都进行自检,并记录相关数据,以便后续分析。通过建立可追溯的质量管理档案,任何质量问题都能迅速找到责任人和解决方案。项目还特别重视安全管理,针对施工现场的特定风险进行评估,制定相应的安全措施,有效降低了工伤事故的发生率<sup>[5]</sup>。

该项目的成功实施,最终不仅确保了施工质量满足设计要求,还在施工周期内按时完成。通过以上实践经验,可以看出,将现场管理与质量控制有效结合的策略,能够显著提升建筑项目的整体质量和效率。这一案例为后续项目提供了可借鉴的管理模式,充分展现了科学管理在建筑施工中的重要性。

## 5 提升施工质量的综合管理建议

提升施工质量的综合管理建议围绕多个方面展开,以确保建筑项目的成功实施和高标准的质量保证。实施全生命周期管理理念至关重要,从项目立项阶段开始,便需对设计、施工和运营阶段进行整体考虑。合理的前期规划能够有效识别潜在风险,确保项目在后续阶段的顺利推进。运用建筑信息模型(BIM)技术,在设计阶段对施工方案进行模拟和优化,不仅能够减少后期的变更和返工,还能为施工提供准确的指导,避免因设计错误导致的质量问题。在现场管理方面,建立系统化的质量管理体系显得尤为重要。该体系应覆盖从材料采购到施工完成的每一个环节,确保每个步骤均符合质量标准。加强材料管理,确保所有进场材料经过严格的检验和确认,以满足设计和规范的要求。同时,建议在施工过程中引入质量控制点,针对关键工序进行重点监控,确保施工质量在每个节点都能得到保障。通过制定详细的施工日志,记录每个环节的质量数据,便于后续的追溯和分析。

提升施工人员的素质和技术水平同样重要。定期进行专业培训,使施工人员了解最新的质量标准和控制技术,增强其质量意识和责任感。培训内容应包括现代施工技术、安全规范、质量管理等多个方面,以全面提升其综合能力。

此外,营造良好的施工文化,通过激励机制鼓励员工提出质量改进建议,促进团队合作与创新精神的培养。加强沟通与协作是提升施工质量的另一关键因素。建立多层次的沟通机制,确保项目各方能够及时交换信息、反馈问题,避免因信息不畅导致的质量隐患。通过定期召开项目例会、质量分析会等方式,促进各部门之间的协作,提高决策的有效性和准确性。

实施持续改进的管理策略,对施工过程进行动态评估。通过建立定期的质量回顾机制,收集施工过程中的数据和反馈,分析问题根源并及时调整管理策略。这种以数据驱动的管理方式可以快速响应现场变化,提高整体施工效率。应用现代化的信息技术手段,如云计算和大数据分析,能够进一步提升质量管理的智能化水平,实现对施工质量的实时监控与分析。通过以上综合管理建议,可以在实际操作中有效提升施工质量,降低风险,确保建筑项目的顺利完成和高标准交付。

## 6 结语

在建筑结构施工中,现场管理与质量控制的有效结合是确保项目成功的核心因素。通过明确的管理体系、先进的技术应用和高素质的施工团队,可以在各个环节中有效识别和解决质量问题,从而提升施工效率。有效的沟通与协作机制不仅促进了团队之间的信息流动,也为快速响应现场变化提供了保障。未来,随着建筑行业的不断发展,持续改进和技术创新将成为推动施工质量提升的重要动力。通过借鉴成功案例和实施综合管理策略,建筑项目能够在保证质量的同时,有效降低成本,确保按时交付,为行业的可持续发展贡献力量。

### [参考文献]

- [1] 王伟. 建筑施工现场管理的探讨[J]. 建筑技术, 2022, 53(4): 278-280.
- [2] 李明. 建筑工程质量控制的有效措施[J]. 质量与安全, 2023, 41(1): 34-37.
- [3] 张强. 建筑信息模型在施工管理中的应用[J]. 土木工程, 2022, 50(5): 112-115.
- [4] 刘洋. 施工现场安全管理与质量控制研究[J]. 建筑科学, 2021, 37(3): 45-48.
- [5] 陈敏. 现代建筑施工管理的创新与实践[J]. 工程管理, 2023, 29(2): 76-80.

作者简介: 陈相伟(1982.5—),男,汉族,毕业学校:河北工业大学,现工作单位:河北建筑设计研究院有限责任公司。

## 土建工程中预算审计和结算工作研究

李 明

宁波工建工程造价咨询有限公司, 浙江 宁波 315600

[摘要]随着我国城市化进程的加快, 建筑工程建设成为当前社会发展的主题。然而土建工程预算审计方法在建筑工程领域的有效应用, 对于建筑工程的进一步发展具有积极的推动作用。因此, 施工企业在实际的工程建设中积极地推广土木工程预算审计方法, 完全符合当前建筑企业发展的历史需要。因此文中具体分析了其工程预算的审计方法以及有效控制建筑工程结算。希望文章的论述, 对建筑企业的相关从业人员有所帮助。

[关键词] 土建工程; 预算审计; 结算工作

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13935

中图分类号: TU9

文献标识码: A

## Research on Budget Audit and Settlement Work in Civil Engineering

LI Ming

Ningbo Construction Engineering Cost Consulting Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315600, China

**Abstract:** With the acceleration of urbanization in China, construction projects have become the theme of current social development. However, the effective application of civil engineering budget audit methods in the field of construction engineering has a positive driving effect on the further development of construction engineering. Therefore, the active promotion of civil engineering budget audit methods by construction enterprises in actual engineering construction fully meets the historical needs of the current development of construction enterprises. Therefore, the article specifically analyzes the audit method of its engineering budget and the effective control of construction project settlement. The article's discussion can be helpful to relevant practitioners in construction enterprises.

**Keywords:** civil engineering; budget audit; settlement work

### 引言

在土建工程领域, 预算审计与结算工作在确保项目顺利实施与财务管理透明方面, 扮演着重要角色。随着建筑行业的快速发展, 项目规模不断扩大, 施工过程愈加复杂, 合理的预算编制与准确的结算审核显得尤为重要。作为工程管理的重要环节, 预算审计的目的在于评估预算编制的合理性、真实性及合规性, 确保工程资金的有效利用, 以防止因预算失控而导致的经济损失。与此同时, 结算审核负责审查工程的实际支出, 确认最终的工程造价, 维护各方合法权益, 避免因结算争议而引发法律纠纷。在当前市场竞争日益激烈的环境中, 建筑企业需提高施工质量与效率, 通过精细化管理预算控制与结算审核, 确保项目的盈利能力与可持续发展。为此, 深入研究土建工程中的预算审计与结算工作, 能够识别现行流程中的问题与不足之处, 为优化管理模式与提升审核效率提供科学依据。本文将对预算审计的重要性、主要方法、结算审核中存在的问题及有效控制措施进行系统分析, 以期工程管理实践提供切实可行的建议, 从而推动行业的健康发展。

### 1 预算审计工作的重要性

预算审计在土建工程中扮演着不可或缺的重要角色, 其核心价值主要体现在保障工程项目的经济性、合规性与透明性方面。有效地防止预算超支问题的出现, 正是预算

审计的重要功能之一。建筑工程通常需要巨额资金投入, 若缺乏严格的审计, 资金浪费可能因管理不当而发生, 甚至可能导致项目停工。此外, 项目决策得以基于坚实的数据支持, 使管理层在各个阶段能够根据准确的信息进行调整与优化, 从而提升项目的经济效益。在合规性方面, 预算审计同样发挥着关键作用。审计过程的开展, 能够核实预算编制是否符合相关法律法规、行业标准及合同约定, 从而保障各参与方的合法权益。同时, 增强各方对项目管理信任的透明审计过程, 减少了因信息不对称而引发的纠纷。预算审计还积极推动项目管理水平的提升。在审计过程中, 审计人员不仅审查预算的执行情况, 潜在的管理问题与风险亦得以识别, 从而为后续决策提供参考与建议。这种反馈机制促进了预算执行的规范化, 同时提升了项目管理的专业水平。总之, 预算审计不仅是对过往工作的反思, 更是对未来项目实施的重要指导, 其推动了土建工程的整体健康发展。

### 2 土建工程预算审计方法

#### 2.1 全面审核法

全面审核法作为一种系统性、综合性的预算审计方法, 旨在对土建工程的各个方面进行细致而全面的检查与评估。工程预算、实际支出、合同条款及相关文件通过逐项审查, 确保所有预算编制与执行符合行业标准、法律法规及合同约定。在实施全面审核法时, 不仅需关注预算的准

确性与合理性, 审核人员还应综合考虑项目的整体进度、质量控制与安全管理等因素, 以提供全方位的审计视角。通过大量相关数据的收集与分析, 潜在风险与问题能够被识别在预算执行过程中, 从而为改进提出建议。这种方法的有效性在于, 信息遗漏与错误判断的发生可通过防止局部审核而大大降低, 审计的全面性与深度显著提高。

## 2.2 重点审核法

重点审核法作为一种针对土建工程预算审计中关键环节及重要事项进行深入审查的有效方法, 通过聚焦于预算中可能存在的重大风险与问题, 审核人员得以更精准地识别与评估潜在的财务风险与管理缺陷。通常, 此方法围绕工程重大变更、关键材料采购、主要人工费用及特殊工艺等方面展开, 确保这些重点领域的审核不会被忽视。在实施重点审核法时, 审核人员依赖于对工程的深刻理解与丰富经验, 以便能够准确识别预算中的异常情况或不合理之处。这种方法不仅提升了审核的针对性与有效性, 还使审核人员能够将资源与精力集中于最重要的环节, 从而提高审计效率<sup>[1]</sup>。对于复杂的土建工程项目而言, 此方法尤为关键, 有助于管理层做出更科学合理的决策, 确保项目的顺利推进及资金的合理使用。

## 2.3 对比分析审核法

对比分析审核法是一种有效的预算审计技术, 通过将实际发生的费用与预算编制时的预计费用进行比较, 旨在评估预算的合理性及执行效果。在这一过程中, 真实的费用数据需由审核人员收集整理, 包括材料费、人工费及其他相关支出, 随后, 这些数据与预算中的对应数据进行详尽的对比。该方法的核心在于快速识别预算与实际之间的差异, 深入探讨其成因, 如市场价格波动、施工过程中的设计变更或工艺调整等因素。通过这一对比过程, 问题的准确识别得以实现, 为后续的调整与改进提供有力的数据支持与决策依据。潜在的财务风险不仅能被揭示, 管理层还可因此获得有效的反馈, 助力其制定更加合理的预算计划与控制措施, 从而提升项目的管理水平与经济效益。

## 3 土建工程结算审核过程中所存在的问题

### 3.1 各个单位配合不够紧密

在土建工程的结算审核过程中, 协作不足的问题普遍存在于各个单位之间。通常, 这种情况表现为信息沟通不畅、责任界定模糊及工作进度协调不足, 进而导致审核流程的延迟。互动频率较低的施工单位、监理单位、业主及审核团队, 使得各方在项目实施中的决策与变更难以及时传递, 信息滞后致使审核人员难以全面、及时地掌握工程的最新动态。在这种背景下, 结算审核的准确性与公正性受到严重影响, 可能导致对工程量、费用及变更的误判。有效的应对机制难以形成, 突发情况面前的各单位更加无力, 争议风险随之增加。由于对自身职责的理解存在差异, 信息收集与核实工作在材料、费用及工程进度等方面出现

盲区, 从而加剧了结算审核的复杂性。

### 3.2 预算工作和市场联系不够紧密

在土建工程结算审核过程中, 预算工作与市场之间的联系不足, 成为一个显著问题。这种脱节往往导致预算编制未能准确反映市场的实际情况, 进而引发对预算数字合理性的质疑。随着建筑行业市场价格的波动, 材料、人工及设备费用的变化未能及时体现在预算中, 直接影响结算审核的准确性与公正性。市场行情的变化使预算的静态性成为障碍, 审核人员因此难以进行有效的对比与分析, 无法真实体现项目实施过程中所需的实际成本。实时跟踪与分析市场动态的缺乏, 使得预算编制依据相对滞后, 从而增加了各参与单位在成本控制与资金安排方面的困难。市场需求、供给及竞争格局的变化, 进一步加大了工程项目所需资源获取的难度, 这种情况在审核过程中愈加凸显, 导致审核人员对费用的合理性与合规性评估出现偏差。

### 3.3 工程审核人员素质不够

在土建工程结算审核过程中, 工程审核人员的素质问题日益显著, 影响了审核工作的有效性与公正性。这一现象严重地体现在许多审核人员在专业知识、实践经验及综合素养方面存在缺陷, 导致在审核过程中难以准确理解与分析相关技术细节及财务数据。对建筑行业法规、标准与市场行情了解不足, 使审核人员在面对复杂工程数据时感到困惑, 难以作出有效判断。缺乏专业素养, 不仅使得审核结果缺乏权威性, 还可能引发对审核结论的质疑。此外, 缺乏实践经验的审核人员在识别潜在风险及异常费用方面的能力有限, 常常无法及时发现并纠正问题, 从而影响结算审核的质量<sup>[2]</sup>。沟通与协调能力相对不足的审核人员, 未能与施工单位、监理单位及业主保持良好沟通, 进而影响信息传递及审核进展。

## 4 土建工程结算有效控制措施

### 4.1 对工程量加强核对工作

在土建工程的结算过程中, 加强工程量的核对至关重要, 这直接关系到项目的经济效益及各方利益的保障。为实现对工程量的有效核对, 与施工单位的紧密合作是审核人员必须进行的工作, 全面收集与核实各类施工记录、工程量清单及变更文件, 以确保所有数据真实反映实际施工情况。此外, 现场检查与抽样核实同样是必要的环节, 通过对工程现场的实际测量与观察, 能够验证施工记录的准确性与完整性, 确保计量结果的公正性。在核对过程中, 应特别关注关键项目与风险点, 例如复杂的结构部分及高成本材料的采购, 以防止因细节疏忽而导致重大误差。采用信息化手段亦可显著提升核对的效率与准确性, 利用工程管理软件实现实时数据更新与共享, 使得审核人员能够方便地获取最新工程数据, 减少因信息不对称而带来的误解与错误。核对工作还应涵盖对相关合同条款与预算的对照, 以确保实际完成的工程量与合同约定一致。



#### 4.2 科学并且灵活地使用不一样的审核方法

在土建工程结算过程中,确保结算准确性与有效性的关键措施在于科学灵活地运用多种审核方法。由于工程项目的复杂性及多样性,单一的审核方法往往无法全面反映实际情况。因此,结合不同的审核手段,灵活调整以满足项目的具体特点与需求,显得尤为重要。适用于对项目整体把控的全面审核法,通过系统审查所有相关文件与数据,以确保每个环节的合规与合理性。而重点审核法则针对高风险、高成本的项目部分,深入挖掘与分析潜在问题,从而降低审核风险。在市场波动较大的情况下,对比分析审核法尤为有效,通过将实际支出与市场价格进行对比,能够及时发现不合理费用,帮助审核人员识别异常现象。灵活运用这些审核方法,需具备较强判断力与适应能力的审核人员,能够根据项目进展阶段、工程性质及潜在风险的变化,适时调整审核策略<sup>[3]</sup>。在实施过程中,能够确保审核工作的针对性与有效性,及时收集各方反馈并动态调整审核重点。同时,通过信息化手段与大数据分析,结合多种审核方法,实现更高效的数据处理与信息共享,从而提高审核的整体效率。

#### 4.3 在工程结算审核过程中加强和市场的联系

在土建工程结算审核中,至关重要加强的是与市场的联系,这不仅能提升审核的准确性,还能有效防范市场风险的影响。通过与市场保持紧密联系,能够及时获取市场动态、价格变动及行业趋势等信息的审核人员,进而更好地评估工程成本的合理性与合规性。例如,施工材料的价格波动、人工成本的变化,以及相关法规政策的调整,均可能直接影响工程结算的结果。若对这些信息反应不够敏感,审核人员可能面临结算审核结果出现偏差的风险。在这一过程中,尤为重要建立有效的信息沟通机制。定期召开市场分析会议,邀请相关专家与行业人士分享市场见解,可以为审核人员提供有价值的参考。此外,通过利用信息化工具与平台,将市场数据与工程项目相结合,使得所需信息能够快速获取,从而增强决策的科学性。通过对比市场价格与实际支出,审核人员能够更准确地识别不合理的费用,确保结算的公正。在项目的不同阶段,及时与市场互动,了解市场对该类工程的普遍认可标准与价格区间,有助于建立合理的成本控制框架。同时,增强与其他专业机构的合作,如咨询公司与行业协会,将进一步丰富审核人员的市场知识,提高其分析能力。

#### 4.4 提高审核人员的综合素质

提升审核人员的综合素质,成为确保土建工程结算审核质量的关键措施,这直接关系到审核工作的有效性与准确性。审核人员需具备扎实的专业知识,深入理解建筑工

程相关法规、行业标准与技术规范,以便在面对复杂的工程数据和变更时,能够做出合理判断。对于全面评估项目的可行性与经济性,熟悉预算编制、合同条款以及市场行情的变化至关重要。同样不可忽视的是,提升审核人员的实践经验。通过参与不同类型与规模的项目审核,丰富的实务操作经验能够被积累,从而增强识别潜在风险与问题的能力。沟通与协调能力的培养也极为重要,使得审核人员能够与施工单位、监理单位及业主等各方进行有效互动,显著提高审核工作的效率。在项目审核过程中,及时获取各方信息与反馈,有助于形成全面认识及有效解决方案<sup>[4]</sup>。定期组织专业培训与学习交流,促使审核人员了解行业最新动态与技术进步,以提升其对复杂工程项目的应对能力与适应性。同时,建立知识共享机制,鼓励团队内部经验交流与最佳实践分享,有助于提高整个审核团队的专业水平与协作能力。

#### 5 结语

在土建工程中,预算审计与结算工作被视为项目管理的重要组成部分,其有效性直接关系到工程的顺利实施与资金的合理运用。通过深入研究预算审计,可以明确其在控制成本、提升透明度及规避财务风险等方面的重要作用。同时,结算工作的严谨性与准确性,确保了各方权益的合法维护。在当前复杂多变的市场环境中,预算审计与结算工作面临诸多挑战,例如各单位协调配合不足、市场与预算脱节,以及审核人员素质参差不齐。然而,显著提升工作效率与成果质量的有效措施与科学方法,能够被采用。展望未来,随着信息技术的进步,预算审计与结算工作将逐步实现数字化与智能化。这一变革不仅将提高工作效率,还将为行业的可持续发展提供有力支持。因此,深化对预算审计与结算工作的研究,持续优化与完善相关流程,将成为推动土建工程行业健康发展的重要保障。

#### 【参考文献】

- [1]吴壮颖. 土建工程中预算审计和结算工作研究[J]. 房地产世界, 2024(16): 119-121.
- [2]徐慧萍. 论土建工程预算审计方法与有效控制建筑工程结算[J]. 中国住宅设施, 2021(10): 89-90.
- [3]朱晓芳. 土建工程预算审计方法与有效控制建筑工程结算探析[J]. 大众标准化, 2020(4): 57-60.
- [4]王佳莉. 土建企业工程预算审计方法与有效控制建筑工程结算研究[J]. 知识经济, 2018(11): 91-92.

作者简介: 李明 (1993.4—), 毕业院校: 浙江建设职业技术学院, 所学专业: 地下工程与隧道工程技术, 当前就职单位: 宁波工建工程造价咨询有限公司, 职务: 造价师, 职称级别: 初级工程师。

# 隧道施工中灌浆法加固技术的应用分析

蒋仁军

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]在隧道施工中为了高效应用灌浆法加固技术, 应详细介绍灌浆材料、灌浆技术种类和技术应用优势等, 以此对半径、灌浆压力和灌浆量等进行有效扩散, 进而对工程施工中灌浆法加固技术要点进行探讨, 研究施工流程和质量保障方法, 从而为其他工程施工建设提供参考。

[关键词]隧道施工; 灌浆法; 加固技术; 应用分析

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13936

中图分类号: U4

文献标识码: A

## Application Analysis of Grouting Reinforcement Technology in Tunnel Construction

JIANG Renjun

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

**Abstract:** In order to efficiently apply grouting reinforcement technology in tunnel construction, it is necessary to provide a detailed introduction to grouting materials, grouting technology types, and technical application advantages, in order to effectively diffuse radius, grouting pressure, and grouting volume. This will further explore the key points of grouting reinforcement technology in engineering construction, study the construction process and quality assurance methods, and provide reference for other engineering construction projects.

**Keywords:** tunnel construction; grouting method; reinforcement technology; application analysis

### 引言

铁路、桥梁以及隧道工程施工周期较长, 并且在等待过程中因为天气和地质条件影响导致麻面、砂浆脱落和蜂窝等问题, 以此影响工程安全性和稳定性。灌浆法加固技术的应用能够机加强结构的稳定性, 此技术通过气压、液压等将特定固化浆液注入裂缝和孔隙中, 在固化后可以改善介质的物理学性质<sup>[1]</sup>。隧道施工过程中不论是以往隧道的加固改造还是新建隧道, 灌浆法加固技术均可起到重要作用, 经过灌浆处理能够防渗堵漏, 将地基土强度提升, 有助于地层沉降控制, 保证隧道的安全。然而为了更好应用此技术需要全面分析其原理、优势和施工流程等, 从而提升应用效果。

### 1 灌浆法加固技术

#### 1.1 原理

灌浆法加固技术作为工程建设中的加固方法, 按照工程实际情况配置浆液, 通过液压、气压或者电化学等方法在裂缝中注入浆液, 而后经过浆液固化效果加强结构稳定性。虽然灌浆法加固技术施工步骤较为简单, 但是在实际操作过程中需要重视每个环节, 保证施工安全有效性。为了避免盲目施工, 技术人员需要正确判断裂缝位置、宽度和深度。全面了解裂缝后可以按照实际情况制定合适的施工顺序。在灌浆过程中技术人员需要对灌浆压力变化进行观察, 保证浆液可以充分到达裂缝内部, 增强加固效果。(图1为灌浆加固原理)

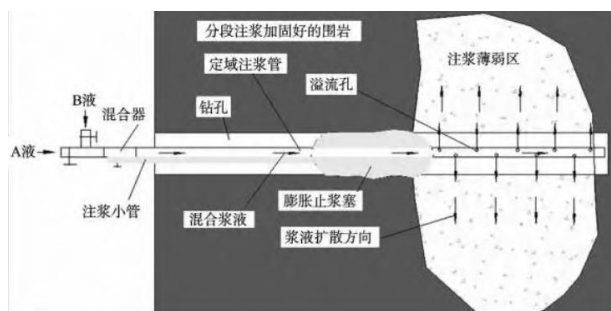


图1 灌浆加固原理

### 1.2 分类

#### 1.2.1 渗透灌浆加固

工程施工过程中对于复杂的地基情况, 渗透灌浆法加固技术能够对隧道裂缝、岩土裂缝等情况进行有效处理, 即使是在工环境恶劣情况下也会充分发挥自身的优势。在实际操作过程中需要合理配置浆液, 保证加固效果, 对浆液配比和性质进行控制可以渗透进隧道裂缝或者岩土裂缝中, 伴随渗透会逐渐填充空隙, 从而产生类似岩土层结构。当浆液的强度和抗剪切力提升后, 可以加强地基稳定性和承载能力, 从而延长工程结构的使用寿命。

#### 1.2.2 压密灌浆加固

压密灌浆加固技术主要通过设备在需要加固的位置进行钻孔, 而后将配置好的浆液经过钻孔灌注到岩土层, 此种浆液一般具有良好的流动性和渗透性。在灌浆过程中

施工人员需要注意提升浆液密度,因为密度能够直接影响灌注效果和岩土层中的扩散能力,当浆液浓度较高时才可以渗透到岩土层,进而紧密结合提升强度和密实度<sup>[2]</sup>。与此同时通过灌浆加固将原本松散的岩土颗粒进行紧密结合,可以加强岩土的稳定性和改善变形特性。

### 1.2.3 填充灌浆加固

隧道工程使用环节中地基沉降不均匀属于常见问题,会出现孔洞和裂隙结构损害,对隧道整体稳定性产生影响,因此可以采用填充灌浆加固技术,对孔洞、裂隙等缺陷部位注入特定的浆料,浆料在凝固后会和岩土紧密结合,加强地基承载能力。隧道运营过程中因为车辆荷载和地下水作用等因素影响,隧道结构可能会产生破碎或者孔洞等问题,可以向存在问题的区域注入一定量浆料,对空洞和破碎位置进行填充修复。

## 2 隧道施工中裂缝产生的原因

在施工过程中如果出现混凝土配比不当,会因为混凝土水灰比、骨料大小等原材料影响导致混凝土内部结构不均;此外浇筑压力和振捣不足等会使混凝土在硬化过程中出现应力不足现象,以此产生裂缝。隧道结构设计过程中,并未考虑地质条件和荷载等因素,或者结构布置不合理,也会产生一定的影响。此外隧道排水设计如果不合理,地下水无法及时排出,会增加混凝土水压力,且隧道地区季节变化和昼夜温差较大,当温度快速变化后混凝土会因为温度应力出现裂缝。

隧道工程中裂缝主要形态如下:①砌浆脱落。砌浆出现脱落会对墙面整体性和美观性产生破坏,脱落砌浆不能为墙体提供支撑,增加了墙体破损风险。②砌石松动。作为隧道砌石常见问题,之间的连接如果不够紧密或者因为外部因素影响,会出现松动或者脱落,进而将隧道的承载能力降低,对于外部压力而言更加脆弱<sup>[3]</sup>。③结构裂缝。结构裂缝作为隧道工程最为严重且复杂的裂缝形态,会因为多种因素引发,隧道主体支撑部分对结构完整性会产生决定性作用,如果未及时处理则不能保证安全,会出现严重的安全事故。

## 3 隧道施工中灌浆法加固技术应用

### 3.1 工程情况

以某高速公路隧道为例,全长为 1.25 公里且采用单洞双向两车道,隧道穿越岩层为花岗岩和风化凝灰岩,其稳定性较差。通过勘查后可知隧道所处位置水文条件简单,主要为基岩裂隙水,由于隧道选择单向纵坡结构,为了防止围岩失稳引发安全隐患,在施工过程中应选择浆法加固技术。

### 3.2 灌浆加固

#### 3.2.1 施工准备

施工准备阶段需要控制水泥和煤灰的配比,以此保证工程质量,按照试验结果对最佳比例进行确定(见表1)。对于材料管理而言,需要由专人负责材料采购和入场检查,保证每批材料均符合施工标准,并且按照施工方案对电机、搅拌车和灌浆机等设备的运行情况进行检查,保证施工过程中可以顺利进行,以免由于设备故障对施工质量和进度产生影响。

表 1 控制参数

项目	参数
水泥强度/MPa	32
水泥:煤灰	4:1
搅拌后方式时间/min	60 分钟以下

#### 3.2.2 确定施工标准

首先需要通过试验确定灌浆压力,保证灌浆过程中可以有效填充缝隙,同时不会对周围结构产生较大的压力,在实际施工过程中如果遇到突发情况需要及时缝隙,对灌浆压力进行调整,保证施工安全和灌浆质量。按照地质涂层性质和工程需求确定灌浆加固区域范围,依据土层厚度和加固要求对灌浆深度确定,通常情况下灌浆深度需要加固土层厚度。在完成灌浆作业后需要对结构稳定性和承载力检查,通过现场检测和模拟实验等,保证结构的稳定性和承载力达到设计要求,而后需要按照工程实际情况确定灌浆深度,综合考虑地质条件、结构要求和灌浆材料性能,保证灌浆效果达到最佳状态<sup>[4]</sup>。

#### 3.2.3 钻孔施工

在钻孔施工过程中施工人员需要检查设备运行情况,从而预防设备故障,将施工效率提升,并且对每台设备性能良好情况进行检查,以免设备运行异常产生安全隐患。此外需要和现场施工具体情况对开孔位置和角度调整,保证钻孔质量,施工人员需要对地质条件和设计要求等因素进行考虑,合理确定位置和角度,保证钻孔的正确稳定性。在钻孔过程中如果钻机出现异响,施工人员需要停止操作,检查异常情况,异响一般表示设备或者钻孔过程中存在问题,为此需要及时排查并处理。除此之外还需要对钻孔精度进行控制,保证钻孔的深度,合理精度能够确保钻孔的连续稳定性,可以防止过快或者过慢产生的质量问题。如果隧道工程钻孔难度较大且地质条件复杂,施工人员需要采用以往的经验,和液压钻机和风动潜孔钻机的优势结合进行施工,钻进过程中需要控制卡钻情况的产生,卡钻会对施工进度和效率产生影响,并且损坏设备,施工人员需要对钻进过程中的各种情况进行关注,如果出现卡钻现象需要及时处理。完成钻孔后为了确保灌浆位置缝隙充分清洁,可以选择压力脉动冲洗方法,对于串通孔可以采用压缩空气和水流进行冲洗,在结束冲洗后可以选择具有代表性的钻孔进行压水试验,为了保证试验结果的正确性,试验孔需要达到灌浆孔总数的 5%。钻孔参数见表 2。

表 2 钻孔参数

项目	标准值
钻孔深度/m	8m
钻孔直径/mm	70mm
孔间距/m	1.0×1.0
钻孔水平倾角/度	30 以上

#### 3.2.4 灌浆施工

和工程实际情况结合对于复杂的地质条件,需要控制注浆管道壁厚,保证在 3.5mm 以下,并且注浆管直径应小



于 48mm, 从而适应施工需求保证注浆效果。灌浆加固选择分次灌浆方法, 第一次在常压下实施, 第二次在灌浆前需要检查第一次效果, 保证满足设计要求, 避免出现冒浆, 进行第二次灌浆过程中需要适当进行加压, 控制实际注浆压力在 0.4MPa 以下, 选择 P. 042.5 普通硅酸盐水泥配合适量抗裂剂和膨胀剂, 以此将浆液的稳定性和强度提升。并且控制水温在 30 摄氏度, 以此避免浆液提前凝固, 确保注浆过程顺利。完成灌浆施工后需要全面清理钻孔, 保证孔内并无残留物, 为孔洞密封工作奠定基础, 选择大于 10cm 的混凝土深度, 保证孔洞可以充分密封。当孔洞如果未达到要求, 需要将内部残留物凿除, 保证孔壁洁净, 以此提升封孔材料和孔壁间的粘结度, 加强密封效果。

### 3.2.5 浆砌石施工

隧道中间存在的软土位置, 在施工过程中应选择浆砌石进行施工, 此种施工方法可以加强地基的承载能力。在此阶段施工人员需要了解施工位置的地质情况, 其中包含稳定性、含水量等, 保证施工方案具有针对性。而后施工人员需要了解并熟知基坑开挖、挂线校准、石块砌筑到砂浆灌注的每个步骤, 尤其是完成基坑施工后, 应选择挂线方式进行校准, 保证坡度和方向均符合设计要求, 通常情况下控制为 1:1.75, 避免出现滑坡或者坍塌等相关安全事故。在进行浆砌石施工时, 现场技术人员需要对地质和环境因素影响进行充分考虑, 制定合理的施工方案, 并依据流程操作, 例如选择合适的配比、控制砌筑速度和质量等, 使得浆砌石施工能够达到质量要求。

### 3.2.6 养护作业

在此隧道工程中高度设计为 5.2m, 行车速度每小时 100 公里, 为了保证隧道结构的安全性和持久性, 需要定期对隧道内壁、路面和排水设施进行清洁, 以免灰尘和油污等物质影响隧道结构和使用性能, 检查并修复隧道防水层, 选择高性能防水材料对裂缝修补, 以免水分渗入结构内部形成腐蚀<sup>[5]</sup>。按照隧道结构具体情况选择灌浆加固、碳纤维布加固方法对关键位置进行加固, 并且对钢筋和钢结构等部件实施防腐处理, 而后创建检测制度, 全面检查隧道结构、排水系统和照明设施, 对检查结果进行记录评估。

## 4 注意事项

### 4.1 控制材料质量

隧道灌浆加固过程中材料质量具有重要意义, 为了保证加固效果需要对施工材料进行严格管理和控制。在此过程中需要了解隧道工程灌浆加固特征, 如工程所在地气候环境、水文地质条件等, 当全面了解其特征后合理选择施工工艺, 为后续材料选择和采购提供依据。对于材料采购而言, 虽然价格较为重要, 但是不可忽视材料性能和质量, 为此需要对材料的强度、含泥量和细度模数等关键指标进行全面检查, 以此保证采购材料符合设计要求。材料入场过程中还需要重视验收环节, 对于用量较大的材料需要按照批次进行抽样检查, 如果发现不合格的材料需要暂停应用, 并选择相应的处理措施, 以免对工程质量产生不良影响。

### 4.2 异常处理

隧道灌浆加固施工中对异常情况处理能够保证施工安全, 在钻孔施工过程中如果出现涌水问题需要立即停止施工, 保证人员安全。而后通过加压注浆封堵涌口水, 将积水进行排除, 直至作业环境恢复安全, 以此防范潜在风险。而后在灌浆施工过程中, 对于压力突然增大的紧急情况需要及时响应, 需要选择加入清水措施待压力自然恢复, 如果采用此方法压力依旧未下降, 需要进步排查原因, 并终止灌浆作业, 对设备和管道实施全面检查, 有助于发现并疏通堵塞点, 保证后续施工顺利进行。如果灌浆压力持续升高, 需要按照现场实际情况对砂浆配比进行调整, 或者选择间歇性灌浆技术对凝结时间进行控制, 从而提升灌浆加固效果, 以免因为压力过大出现灌浆孔破损。

### 4.3 技术指导

灌浆加固施工进行有效的技术指导能够保证施工质量, 按照项目需求和基础资料选择合适项目的施工方法, 并充分考虑到施工现场的实际情况和各种问题, 详细阐述施工过程中的每个环节, 确定可能影响施工质量的相关因素, 以此制定应对措施。通过信息技术手段对施工前的技术指导进行精细化和可视化管理, 施工人员可以全面地了解内容和工艺。施工技术人员在施工过程中需要全程参与, 并和施工人员进行沟通交流, 对施工情况进行了解, 按照实际情况予以具体施工建议, 充分发挥自身的专业优势, 对灌浆加固施工提供有力技术支撑, 以最大限度保障施工质量稳定性。

## 5 结语

隧道作为交通运输主要载体, 对于国家发展具有重要意义, 采用灌浆加固技术在隧道工程中进行加固, 可以将隧道的抗压能力提升, 从而加强整体强度, 此技术可以有效解决施工过程中产生的工程缺陷, 在一定程度上避免返工, 进而节省了一定量时间和经济成本。应用灌浆加固技术可以提升隧道的安全性, 并为人们提供舒适且便捷的出行环境。长时间使用隧道过程中, 因为地质条件和施工工艺等多种因素影响, 会产生缺陷和损害, 灌浆加固技术能够有效进行处理, 可以深入隧道内部, 正确加固损害位置, 保证隧道的稳定性和安全性, 为此在隧道工程中的应用采用灌浆加固技术价值显著。

### 【参考文献】

- [1]程丽. 隧道施工中灌浆法加固技术关键点分析与应用[J]. 交通世界, 2024(21): 109-111.
  - [2]李汪阳. 灌浆法加固技术对隧道施工的应用意义及方案分析[J]. 交通建设与管理, 2024(3): 104-106.
  - [3]潘冬. 隧道施工中灌浆法加固技术的应用分析[J]. 广东建材, 2024, 40(2): 135-137.
  - [4]张生荣. 桥梁隧道工程施工中灌浆加固技术的应用[J]. 大众标准化, 2023(8): 25-27.
  - [5]梅强. 公路桥梁隧道工程施工中灌浆法加固技术的应用[J]. 运输经理世界, 2022(31): 71-73.
- 作者简介: 蒋仁军 (1981.12—), 男, 毕业于长沙理工大学, 交通土建专业, 就职于新疆北新路桥集团股份有限公司杭州分公司, 副总经理, 高级工程师。

## 土建工程造价预算中存在问题分析及改进措施

徐士翔

宁波工建工程造价咨询有限公司, 浙江 宁波 315600

[摘要]随着城市化进程的快速推进,日益增多且愈发复杂的土建工程项目使得造价预算的科学性与准确性显得尤为重要。在项目实施过程中,土建工程的造价预算不仅需要全面评估人工、材料、设备及管理费用,也为资金的合理分配与资源优化奠定基础。通过有效的资金规划与精准的成本控制,项目的经济效益将显著提升。然而,在实际操作中,土建工程的造价预算面临着诸多挑战,例如成本超支、预算编制不规范及预算管理控制失效等。这些问题不仅妨碍项目的顺利进行,还可能导致企业的经济损失。因此,深入分析土建工程造价预算中存在的问题及其根源变得尤为重要。

[关键词]土建工程;造价预算;成本控制;问题分析;改进措施

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13934

中图分类号: TU7

文献标识码: A

## Analysis of Problems and Improvement Measures in the Cost Budget of Civil Engineering Projects

XU Shixiang

Ningbo Construction Engineering Cost Consulting Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315600, China

**Abstract:** With the rapid advancement of urbanization, the increasing number and complexity of civil engineering projects make the scientificity and accuracy of cost budgeting particularly important. In the process of project implementation, the cost budget of civil engineering not only requires a comprehensive evaluation of labor, materials, equipment, and management costs, but also lays the foundation for the rational allocation of funds and optimization of resources. Through effective funding planning and precise cost control, the economic benefits of the project will be significantly improved. However, in practical operation, the cost budget of civil engineering projects faces many challenges, such as cost overruns, non-standard budget preparation, and ineffective budget management control. These issues not only hinder the smooth progress of the project, but may also lead to economic losses for the enterprise. Therefore, it is particularly important to conduct a thorough analysis of the problems and their root causes in the cost budget of civil engineering projects.

**Keywords:** civil engineering; cost budget; cost control; problems analysis; improvement measures

### 引言

土建工程造价预算作为项目管理的重要组成部分,承担着控制成本与促进资源合理配置的双重任务。近年来,建设市场迅猛发展,许多建设单位在投标阶段选择低价中标策略。尽管这种做法短期内有助于提高中标概率,但在实际施工过程中,常常出现成本超支的现象。同时,设计变更与市场价格波动等因素增加了预算编制的难度,导致原有预算框架难以满足实际需求。基于此,预算管理需要关注项目各阶段的资金使用情况,并结合行业动态与市场环境进行全面的风险评估与控制。

### 1 土建工程造价预算概述

#### 1.1 土建工程造价预算的基本概念

土建工程造价预算对项目各类资源的费用进行综合评估,涵盖人工、材料、设备及管理费用,从而为项目实施提供明确的成本规划,也为合理分配资金及优化资源配置奠定基础。确保项目在预算框架内有效实施,被认为是预算编制的首要目标。土建项目的预算的准确性与科学性,对施工过程中的成本控制至关重要。为了实现预算的合理性,必须全面估算每个施工环节的费用。预算编制需

结合市场动态及施工现场的实际状况,以保证项目实施过程中资金的合理调度。科学的预算能有效预防项目资金短缺或超支的风险,显著提升整体经济效益。预算的编制不仅是资金管理的工具,更是确保项目顺利推进的重要保障。项目能否在可控的成本下按时完成,直接影响到预算的准确性,进而影响施工企业的盈利能力和整体经济效益。

#### 1.2 造价预算的重要作用

土建工程造价预算在项目执行过程中发挥着极为重要的作用,通过合理的资金规划,预算能够有效避免项目运行期间资金使用不当或超支的现象,确保施工按预定计划顺利进行。依靠预算,项目团队可以合理分配各阶段的资源,以确保工程在既定的资金范围内推进。预算的作用不仅体现在成本估算上,亦为项目的资金使用提供了清晰的框架,帮助管理者预测各阶段的资金需求。合理的资金安排可以防止施工过程中因资金不足或分配不合理而导致的资源浪费或额外开支。对于大型项目而言,预算的精确性直接关系到项目的成本可控性及顺利完成的可能性。有效的资金安排确保在施工各阶段材料与设备的供应充足,从而使工程得以按计划推进,最终实现项目的质量目

标。同时,预算的监督与控制保证项目在既定时间及资金范围内完成,进而实现施工的经济效益。总之,预算不仅是项目成本管理的关键工具,更是确保施工顺利推进及达到预期质量的重要手段。科学的预算编制能显著提升资金使用效率,降低资源浪费,最终实现项目经济效益的最大化。

### 1.3 土建工程造价预算的工作流程

土建工程造价预算的编制流程贯穿于项目的各个阶段,每个阶段的预算任务各有侧重,共同构成了项目资金管理的重要体系。可行性研究阶段是项目启动的起点,此时的预算工作主要集中在对项目投资规模和实施条件的初步评估,为投资决策提供了基础,影响着项目的总体投资方向。随着设计逐步明确,预算进入设计概算阶段,预算编制人员需依据设计方案进行详尽的工程量与费用计算,涉及人工、材料及设备费用等。此阶段预算的准确性对后续施工阶段的成本控制至关重要。如若此阶段的预算考虑不足,施工过程中可能面临预算超支或资金调配不当的风险。当施工图纸确定后,施工图预算便开始编制。此时,预算需细化至项目的每个环节,预算人员依据工程量计算书及市场价格进行详细核算,以确保预算能真实反映项目的实际资金需求,并能够应对施工中的变更。在项目的招投标阶段,预算不仅需评估投标报价的合理性,还需确保资金的合理分配,以保证项目资金在施工过程中得到高效利用。此时的预算文件需准确、全面地反映项目的实际需求,为承包商的选择提供依据<sup>[1]</sup>。项目的施工阶段是预算控制的核心部分。随着施工进展,预算人员需动态调整和监控资金的使用情况,确保各阶段资金分配合理,避免因资金短缺或超支影响施工进度。通过有效的预算控制,能够及时识别施工中存在的资金问题,并采取相应措施进行调整。在竣工结算阶段,预算进入最终审核阶段。预算人员对项目实际支出与预算计划进行对比,总结项目执行过程中产生的差异。这不仅为项目的资金结算提供依据,也为未来项目的预算编制提供宝贵的经验参考。

## 2 土建工程造价预算存在的问题及成因分析

### 2.1 成本超目标问题及成因

在土建工程项目中,许多建设单位在投标阶段,通常采取低价中标的策略,以此吸引投资并获取项目。这种做法虽在短期内能够降低成本,提高中标概率,但在实际施工过程中,实际支出常常显著增加。成本控制意识的缺乏,使得建设单位未能在项目实施阶段有效监测和管理开支,最终导致实际成本远超预算。预算编制人员与实际施工之间的脱节,在进行工程可行性分析时,预算编制人员对市场波动及工程实际情况的了解往往不足,直接导致了预算编制未能全面反映项目实施的真实需求,尤其是在预算制定时未充分考虑材料、人工及设备的市场变动情况,从而频繁导致预算超支<sup>[2]</sup>。企业内部的预算管理体系缺陷,许多企业缺乏科学的预算管理框架及长远规划,预算部门的

职能往往难以有效发挥。预算工作在实际操作中流于形式,未能与实际施工有机结合,造成项目成本控制失效。在缺乏明确预算管理体系的情况下,企业的成本控制难以真正落实,导致预算执行过程中的混乱与失控现象。

### 2.2 预算编制中的问题及成因

预算编制过程中存在的多种问题,编制规范性不足,导致预算文件缺乏针对性,未能与工程各阶段的实际需求有效对接,部分项目环节因资金短缺受到影响,从而增加了超支的风险。在预算编制阶段,设计变更及施工过程中的动态调整未被充分考虑,结果是施工阶段的成本与预算大幅偏离。许多项目在设计更改及施工条件变动后,未能及时调整预算,使得原有预算无法反映当前实际情况。随着市场经济的波动,材料及设备价格经常出现显著变动。若在预算编制中未能充分考虑这些因素,项目在实施阶段将面临巨大的成本压力,最终导致预算失控的风险。

### 2.3 预算管理控制中的问题及成因

预算管理控制环节存在的预算执行不到位问题,使得项目资金在各个施工阶段的调配常常不合理,最终导致预算无法真正落实,对资金流动产生了消极影响,令项目难以在预定时间内顺利完成。许多项目缺乏健全的造价预算监督管理机制,致使资金使用缺乏有效的监管与考核,常使得项目资金使用过程中混乱现象频繁发生,增加了成本失控的风险,造成了对预算的漠视。在施工过程中,管理人员对物资采购与使用的约束不足,导致预算超支的风险不断增大。缺乏有效考核与监管的环境,使得施工团队难以对预算形成有效约束,最终影响项目的整体经济效益。

## 3 土建工程造价预算管理的改进措施

### 3.1 全过程预算管理的改进

确保各个阶段之间紧密衔接,能够为预算的准确性与合理性奠定坚实基础。在设计阶段,准确性至关重要,设计概算必须符合国家及行业规范,以减少因设计问题引起的后期变更,从而降低预算偏差。在实际操作中,进行全面市场调研是必要的,以便结合项目特性制定合理的成本预测。同时,有效的预算调整机制也需建立,以应对设计过程中可能出现的意外变化。在招投标阶段,采用专业的招标代理机构,将显著提高预算文件的审核质量。预算的详细审查不仅确保其规范性与合理性,还能防止因预算编制不当引发的成本超支。借助专业招标机构的行业经验与市场敏锐度,审核各项费用将帮助提出建设性的建议,确保招标过程的公正与透明。这样的做法同样有助于减少因不当投标策略引起的后续成本风险<sup>[3]</sup>。在施工阶段,预算的动态管理需得到加强,以适应施工条件的变化。设计变更更应严格控制,确保每一项改动都有充分的理由与预算支持。定期对预算进行调整,有助于及时处理实际支出与预算之间的差距,避免出现超支现象。此外,定期召开预算分析会议,能够促进各方信息的沟通,帮助项目团队共同



识别并解决潜在的预算问题。竣工结算阶段的详细审核同样显得尤为重要。在这一阶段，需剔除所有不合理费用，并重点关注材料及机械设备的成本差异。通过这种方式，项目管理人员能够迅速识别结算偏差的原因并采取相应的纠正措施。此过程有效控制了项目整体成本，并为后续的预算编制提供了重要的经验数据。对项目经验的总结，能使企业不断优化预算管理流程，提升未来项目的经济效益。

### 3.2 造价预算审核方式的改进

预算审核中，项目文档管理的重要性愈发凸显。预算审核人员应高度重视与工程项目相关文档的收集与管理，如设计变更及机械材料单据等，以确保审核工作的准确性。建立系统的文档管理机制，使审核人员能够及时获取所有必要信息，以进行科学的审核决策。针对项目中的关键环节与重要材料，提高重点审核的精准度显得尤为重要。对这些环节进行专门审核，将显著增强资金控制的精度。结合市场的实际情况，审核人员可针对特定风险点进行深入分析，从而提出合理的预算建议。此外，定期对重点材料的市场价格进行调研，有助于及时调整预算，避免因市场波动造成的成本超支。引入对比审核法也被认为是提升造价预算审核精度的有效方式。通过对比类似项目的预算情况，审核人员能够识别出差异点，并进行有针对性的调整。此方法不仅帮助项目团队发现潜在问题，还为后续预算编制提供宝贵的经验教训。实施这一方法要求审核人员具备较强的分析能力与市场敏锐度，只有如此，才能在对比中提炼出有效的管理策略。完善预算审核报告机制建立健全的反馈机制，及时发现问题并形成详细的预算审核报告，还需指出预算编制中存在的不足之处，以便为后续改进提供依据。

### 3.3 信息化与智能化管理工具的应用

信息化与智能化管理工具的运用显著提升了土建工程造价预算的效率与准确性。BIM（建筑信息模型）技术的引入，使三维模型的设计与预算整合成为可能。利用BIM技术，项目团队能够在设计阶段实现对预算的实时更新，确保各个施工环节的数据一致性。借助三维可视化，相关人员能够直观理解工程量与预算之间的关系，迅速识别设计中的潜在问题，从而有效降低因设计变更导致的成本风险。数据管理与实时监控系统，项目团队能够实时监控预算执行情况，以及时应对市场价格波动及其他风险。这种实时监控机制的实施要求企业建立数据共享平台，以确保所有相关人员能够即时获取所需信息。在市场变动或施工条件变化的情况下，团队能够迅速作出调整，从而确保预算的合理性与有效性。采用数据驱动的管理模式，企业不仅能提高项目的经济效益，还能增强在市场竞争中的优势。运用先进的人工智能算法，企业能够对历史数据进行分析，预测未来可能出现的市场波动。智能化工具的运用有助于减少人工审核的误差，提升预算编制质量，从而

为项目的成功实施提供保障。

### 3.4 完善企业内部管理与监督机制

企业内部管理与监督机制的完善，成立专门的预算管理团队，能够有效提高预算编制与审核的专业性。该团队应由具备相关专业背景的造价人员组成，负责各类预算的编制与审核工作。通过集中管理与专业化操作，团队能够在预算的各个环节中充分发挥其专业优势，从而确保项目预算的科学性与合理性。在预算管理过程中，引入考核机制后，预算执行人员在执行过程中受到更严格的约束，促使其加强对预算的管理。设定合理的考核指标与激励措施，将企业的预算执行人员积极参与预算管理工作，提高预算的执行效率<sup>[4]</sup>。企业应建立健全的预算监督体系，定期检查与评估各项预算的执行情况，以加强内部监督机制。通过监督与管理的双重作用，企业能够实现对预算的有效控制，确保项目的经济效益最大化<sup>[5]</sup>。培养全员的成本意识，使每位员工都能理解预算管理的重要性，从日常工作中自觉遵循预算要求，营造文化氛围，为企业的预算管理提供坚实基础，促进各项预算管理措施的顺利实施。

## 4 结语

科学合理的预算编制与有效的成本控制，对项目的顺利推进产生着深远的影响。对当前存在的问题及其成因的深入分析表明，成本超支、预算编制不规范以及预算控制不足等问题普遍存在，严重影响了项目的经济效益。企业必须采取切实可行的改进措施，以优化全过程预算管理、增强造价预算审核力度、引入信息化工具，以及完善内部管理与监督机制。提升全员的成本意识与预算管理能力，也是实现可持续发展的关键所在。随着市场环境的变化与科技的不断进步，土建工程造价预算管理将面临更多挑战，只有不断调整与完善，企业将在应对激烈的市场竞争中获得强有力的支持。

### 【参考文献】

- [1]肖芸.合理规划土建工程造价预算的实践方式分析[J].工程技术研究,2019,4(10):156-157.
  - [2]杨梅芳.土建工程概预算编制及其对工程造价的影响[J].住宅与房地产,2019(27):32.
  - [3]许鑫鹏.土建工程概预算编制及其对工程造价的影响探讨[J].工程建设与设计,2021(2):253-254.
  - [4]孟亚.土建工程概预算编制及其对工程造价的影响分析[J].建筑与预算,2024(2):4-6.
  - [5]宋娇.浅析住宅建筑工程中土建预算审核[J].居舍,2024(28):159-162.
- 作者简介：徐士翔（1993.10—），毕业院校：吉林建筑大学城建学院，所学专业：工程造价，当前就单位：宁波工建工程造价咨询有限公司，职务：造价师，职称级别：初级工程师。

# 煤矿深部开采冲击地压的分析研究

韩 宇

吉林省宇光营城矿业有限公司, 吉林 长春 130000

[摘要] 随着现代社会的不断发展, 对于我国煤矿开采行业带来了很大便利, 由于工作过程中会受到很多因素的制约而影响开采作业效率, 所以还需要结合实际环境特点制定可行方案, 这样才能够满足各项工作需求。冲击地压防治技术目前被应用到深部煤层开采作业中, 且获得了令人称赞的成绩和效果。文中对此技术展开深入研究, 同时针对深部厚煤层开采存在的问题进行了探讨, 并提出几点有效的对策, 希望能够为相关人员带来参考依据。

[关键词] 煤矿深部开采; 冲击地压; 分析研究

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13979

中图分类号: TD324

文献标识码: A

## Analysis and Research on Impact Ground Pressure in Deep Mining of Coal Mines

HAN Yu

Jilin Yuguang Yingcheng Mining Co., Ltd., Changchun, Jilin, 130000, China

**Abstract:** With the continuous development of modern society, the coal mining industry in China has brought a lot of convenience. Due to the constraints of many factors during the work process, the efficiency of mining operations is affected. Therefore, it is necessary to develop feasible plans based on the actual environmental characteristics in order to meet various work needs. The technology of preventing and controlling rockburst has been applied in deep coal seam mining operations and has achieved commendable results and effects. The article conducts in-depth research on this technology and explores the problems existing in deep and thick coal seam mining, and proposes several effective countermeasures, hoping to provide reference for relevant personnel.

**Keywords:** deep mining of coal mines; impact ground pressure; analysis and research

### 引言

煤矿深部开采冲击地压是煤矿开采过程中一种严重的地质灾害, 其对矿山安全和生产造成了重大威胁。随着全球能源需求的增加和传统煤矿资源的逐渐枯竭, 深部开采已成为煤炭开采的主要趋势之一。然而, 深部开采环境复杂, 地质条件恶劣, 地压问题因此显得尤为突出和复杂化。冲击地压的形成是由于地下煤岩层在采煤过程中受到重大变形和应力变化的影响。主要因素包括地质构造的复杂性、煤层与围岩的地质力学特性、开采工艺参数(如开采速度、采场布置等)、地下水文地质条件等。这些因素相互作用, 导致地压在煤矿深部开采中呈现出多样化和动态化的特征, 增加了其预测、监测和防范的难度。因此, 为了有效应对煤矿深部开采冲击地压的挑战, 有必要深入研究其形成机理和发展规律, 提升地质灾害预测与评估能力, 探索科学有效的防治措施和应急响应策略。本研究旨在通过系统性的分析与研究, 为煤矿深部开采冲击地压问题提供理论支持和技术指导, 推动煤矿安全生产和可持续发展。

### 1 煤矿深部开采特点

煤矿深部开采具有其独特而复杂的特点, 这些特点直接影响着矿井的安全生产和冲击地压的管理。深部煤矿开采通常指的是煤层深度超过 800 米的开采作业, 相较于浅

部开采, 深部开采面临着更多挑战和技术难题。首先, 深部煤矿的地质条件复杂多变, 随着深度的增加, 地质构造和岩性变化更为显著, 煤层和围岩的地质压力也随之增大。这些复杂的地质条件导致了煤层和围岩的稳定性受到严重挑战, 容易发生地质灾害, 如冲击地压、顶板冒顶、瓦斯突出等。其次, 随着开采深度不断增加, 开采所面临的地应力随之增大, 当巷道轴线与最大水平主应力方向垂直时, 巷道顶底板将承受较大的应力, 容易导致顶底板变形、破坏, 此时巷道压力较大。为了保证巷道的稳定性和安全性, 需要采取合理的支护措施, 如加强支护强度、优化支护方式等。同时, 在进行巷道布置和开采设计时, 也应充分考虑地应力的影响, 尽量使巷道轴线与最大水平主应力方向平行, 以减小巷道压力。

## 2 煤矿深部开采冲击地压影响因素分析

### 2.1 围岩地质条件

在煤矿深部开采中, 围岩的地质条件是影响冲击地压形成和演变的重要因素之一。围岩地质条件主要包括岩性、构造、断裂发育、煤层厚度和岩石力学性质等多个方面。首先, 岩性的差异直接影响了围岩的稳定性和耐压能力。不同的岩石类型具有不同的力学特性, 如硬度、抗压强度、抗拉强度和变形特性, 这些因素决定了围岩对地应力的响应方式。例如, 砂岩和页岩相对较软, 容易发生压缩和变

形;而凝灰岩和安山岩等坚硬岩石则具有较高的抗压强度,能够相对稳定地承受地应力的作用。其次,构造对围岩的影响主要体现在构造线的发育程度和构造变形特征上。在深部煤矿开采中,若构造线发育,易形成构造复杂的断层和褶皱,这些构造变形不仅影响围岩的力学性质,还可能引发地层的不稳定和局部应力集中,从而增加冲击地压的危险性。此外,断裂的发育情况也是围岩地质条件的重要方面。断裂带在围岩中的分布及其性质,直接影响围岩的整体稳定性和变形特性。发育严重的断裂带容易形成应力集中区,进而导致地层的破裂和巷道的变形,加剧冲击地压的形成和发展。最后,煤层厚度和岩石力学性质也是影响围岩地质条件的关键因素<sup>[1]</sup>。煤层厚度越大,围岩受到的覆压和地层应力就越大,对矿井的支护要求也越高。而岩石的力学性质直接决定了其抗压、抗拉和抗变形能力,不同岩石的力学参数对地压力的响应及其引发的危险性有显著差异。

## 2.2 开采工艺参数

开采工艺参数主要包括采场布置、采煤方法、支护方式以及回采进度等多个方面。首先,采场布置直接影响了矿井内部的应力分布和传递路径。合理的采场布置能够有效减少地应力的集中区域,降低煤层的应力变化率,从而减缓冲击地压的发展速度和危害程度。在深部煤矿中,常见的采场布置方式包括沿层开采、逆层开采等,不同的布置方式会对地压力产生不同的影响。其次,采煤方法的选择对冲击地压有着直接的影响。传统的采煤方法如支柱法和放炮落煤法,在深部开采中可能会造成大面积煤层失稳和围岩变形,从而加剧地压的危害。因此,引入先进的采煤技术如综放采煤法和巷道液压支架技术,能够有效减少煤层的回采阻力,降低压力的生成和传递。支护方式作为冲击地压治理的重要手段,其选择和设计也至关重要。传统的支护方法包括木柱支护和钢架支护等,随着技术的进步,越来越多的高效、耐压的新型支护材料和技术被广泛应用,如门式支架、巷道式液压支架等,能够有效提升围岩的稳定性和矿井的安全性。此外,回采进度的合理安排也是减少地压危害的重要策略之一。通过科学制定回采速度、采场排距和支护密度,可以有效控制地压的发展趋势,减少事故的发生概率。

## 2.3 水文地质条件

水文地质条件主要包括地下水位、地下水渗流性质、水文地质构造以及水文地质环境变化等多个方面。首先,地下水位的变化对于冲击地压的形成具有直接影响。深部煤矿开采过程中,地下水位的高低和变化情况会直接影响煤层和围岩的稳定性。高地下水位可能导致巷道顶板和围岩软化、溶解等现象,增加地压的危害。因此,合理的水文地质勘探和监测是预防和控制地压的关键步骤。其次,地下水渗流性质是决定围岩稳定性的重要因素之一。不同

的岩层和煤层具有不同的渗透性和水文特征,这些特性直接影响地下水的运移路径和渗流速度。在深部开采中,地下水的渗流可能导致局部应力的集中和围岩的变形,从而促进地压的发生和加剧。此外,水文地质构造如断裂带和构造线的发育情况也会对冲击地压形成产生重要影响。这些构造特征不仅影响地下水的分布和渗流路径,还可能在地下水位和渗流性质上形成复杂的空间变化,进而影响围岩的稳定性和地压的分布。最后,水文地质环境的变化也是深部煤矿冲击地压影响因素的重要组成部分<sup>[2]</sup>。随着煤层开采的深入和时间的推移,地下水位、渗流性质以及地质构造都可能发生变化,这些变化会对地压的发展和稳定性产生持续的影响。

## 3 煤矿深部开采冲击地压监测与预测方法

### 3.1 监测技术综述

煤矿深部开采冲击地压的监测技术是确保矿井安全和预防地质灾害的关键手段之一。监测技术综述涵盖了多种技术手段和方法,用于实时监测地下应力、围岩变形、地面沉降以及地下水位等关键参数,以提前发现地压危险,采取有效的预警和治理措施。常见的监测技术包括微震在线监测、应力在线监测、变形监测、振动监测、地下水位监测和地面沉降监测等。微震在线监测通过在采场周围布置检波器,接收采场震动信号传输至井上微震监测分站,并进行微震事件的定位分析与多方位展示。应力在线监测通过在采场巷道两侧回采帮安装应力计,实时记录煤层和围岩的应力变化情况,从而评估围岩稳定性和地压发展趋势。变形监测则通常使用测点布设或激光扫描等技术,监测巷道和支护结构的变形情况,以判断支护是否有效并预测地压影响范围。振动监测则用于检测地下工作面爆破振动对围岩稳定性的影响,及时调整爆破参数,减少地面震动对矿山周边环境和设施的影响。地下水位监测则通过井筒和水文地质观测点,实时监测地下水位的变化,分析其与地压的关系,判断地下水对煤层和围岩稳定性的影响。地面沉降监测通过全站仪、GPS测量等手段,监测地面沉降情况,评估矿山开采对地表环境的影响,特别是在矿山邻近地区的影响预测和管理中具有重要意义。

### 3.2 数值模拟方法

在煤矿深部开采中,数值模拟方法是评估和预测冲击地压影响的重要工具。这些方法基于数学模型和物理规律,通过计算机仿真和模拟,可以精确地描述和预测煤层和围岩在不同开采条件下的应力、变形和稳定性变化。数值模拟方法的核心是建立煤层和围岩的力学模型,考虑地质构造、地应力分布、岩石力学参数等多种因素的影响。通过有限元法、离散元法、边界元法等数值计算技术,可以模拟和分析开采过程中的地应力分布、围岩变形、巷道稳定性以及支护结构的受力情况。具体来说,数值模拟方法可以用于以下几个方面:首先,通过模拟不同开采方案和支



护设计的影响, 评估其对地压形成和演变的影响。例如, 可以模拟不同的采场布置方式、支护结构类型和回采速度对地压稳定性的影响, 为优化设计和制定应对措施提供依据。其次, 数值模拟可以帮助分析煤层和围岩在开采过程中的应力分布和变形特征。通过建立三维数值模型, 可以实时监测和预测开采进度对地压影响的空间和时间分布, 识别潜在的地质灾害风险点。此外, 数值模拟还能够模拟复杂的地下水-围岩-地压耦合作用机制<sup>[3]</sup>。考虑地下水对煤层和围岩稳定性的影响, 预测地下水位变化对地压形成和演变的响应, 为水文地质条件下的煤矿安全生产提供科学依据。

### 3.3 统计分析方法

在煤矿深部开采中, 统计分析方法在冲击地压监测与预测中扮演着重要角色。这些方法基于历史数据和现场观测结果, 通过数理统计学原理和方法, 分析和推断地压发生的规律性、潜在风险及其可能的影响因素, 为制定有效的预防和应对策略提供科学依据。首先, 统计分析方法通过收集和整理大量的地质勘探数据、地下水位监测数据、围岩变形数据等, 建立起全面的数据库。这些数据不仅包括煤层和围岩的物理性质, 还包括矿山开采过程中的操作参数和环境条件等。通过对这些数据进行统计分析, 可以揭示地压与不同因素之间的关系和规律。其次, 统计分析方法能够识别和量化地压影响因素的重要性。通过相关性分析、回归分析、主成分分析等统计技术, 确定哪些因素对地压形成和演变具有显著影响, 有助于重点监测和控制关键因素, 减少地质灾害的风险。此外, 统计分析还可用于制定地压的预测模型和预警系统。基于历史数据和监测结果, 可以建立起时间序列分析、趋势分析、灰色系统分析等模型, 预测未来地压的发展趋势和变化规律。这些预测模型可以提供及时的预警信息, 帮助防冲部门和决策层采取预防措施, 有效应对潜在的冲击地压风险。

## 4 煤矿深部开采冲击地压控制与治理策略

### 4.1 支护技术应用

在煤矿深部开采中, 冲击地压是一种常见的地质灾害, 对矿山安全和生产造成严重威胁。为了有效控制和治理冲击地压, 支护技术的应用是至关重要的措施之一。支护技术旨在通过合理布置和优化设计支护结构, 加固和稳定地下巷道和采场, 以抵御地质应力的影响, 保障工作面 and 通风巷道的安全稳定运行。首先, 支护技术的应用包括传统的锚喷支护和 U 型钢支护, 以及现代化的巷道式液压支架等技术。这些支护结构不仅能够提供稳固的支撑力量, 还能够有效地分散和减轻地质应力对围岩的影响, 延缓和减少地压灾害的发生风险。其次, 支护技术的应用需要根据煤层和围岩的特性、地质结构的复杂性以及开采工艺参数的变化进行精细化设计和施工。通过预测冲击地压地压发展趋势和巷道稳定性分析, 科学地确定支护方案, 选择合

适的支护材料和技术手段, 确保支护结构能够有效抵御地质应力带来的挑战。此外, 支护技术的应用还需要结合现代化的监测和反馈系统, 实时监测支护结构的变形和应力情况, 及时调整和强化支护措施, 提高支护效果和安全性。

### 4.2 降低采场应力方法

在煤矿深部开采中, 为有效控制和治理冲击地压, 降低采场应力是一项关键的策略。采用这一策略的目标是通过合理的工艺参数调整和科学的采场布置, 减少或分散地下岩层应力集中, 从而降低地压对巷道和支护结构的影响, 确保矿井的安全稳定运行。首先, 降低采场应力的方法包括优化采场布置和采煤工艺。通过合理布置采场和调整采煤工艺参数, 如合理设置开采序列、降低回采速度、减少煤柱比等, 可以有效减少地质应力对围岩和支护结构的影响。例如, 采用分段开采、合理设置支柱、增加局部支护等措施, 可以有效分散地压作用, 减缓地质应力的传递和积累。其次, 通过巷道布局 and 支护设计, 合理利用地下空间, 减少采场开挖对周围围岩的影响, 降低地压发生的风险。选择合适的支护材料和结构设计, 提高巷道的稳定性和承载能力, 有效应对地质应力的挑战。此外, 还可以借助数值模拟和实时监测技术, 预测和评估采场应力的分布和变化趋势, 及时调整和优化采煤方案, 提高地压控制的效果和精度。

### 4.3 安全预警与应急响应措施

在煤矿深部开采中, 冲击地压控制与治理的关键策略之一是建立健全的安全预警与应急响应措施。这些措施旨在通过有效的监测系统和迅速响应机制, 及时识别和处理地质灾害风险, 最大限度地减少事故损失, 保障矿工的生命安全和矿山设施的运营稳定。首先, 安全预警系统应当包括多种监测手段, 如地质微震监测、应力监测、电磁辐射监测等。这些技术手段能够实时监测地下岩层的变化情况, 预警可能发生的地压灾害, 为采取预防措施和应急响应提供重要依据。通过设定合理的预警指标和警报机制, 确保监测数据的及时传输和有效处理, 提升预警系统的准确性和响应速度<sup>[4]</sup>。其次, 建立完善的应急响应措施是保障安全的重要环节。煤矿应当制定详细的应急预案和逃生方案, 明确各级责任人员和部门的职责和任务, 确保在地压灾害发生时能够迅速组织疏散和救援工作。应急响应措施还应包括定期的演练和培训, 提升员工的应急反应能力和危险意识, 有效应对突发事件, 最大限度地减少人员伤亡和财产损失。此外, 应急响应措施的实施需要与当地政府、相关部门和社会力量紧密合作。建立健全的信息共享机制和协调联动机制, 加强矿山安全管理和监督, 形成多方协同作战的态势, 提高应对突发事件的整体响应能力和效率。

## 5 结语

煤矿深部冲击地压灾害是煤矿开采过程中的一种严重地质灾害, 对煤矿安全和生产造成了严重威胁。本研究

分析了冲击地压的成因和影响因素,探讨了现有的监测预测技术及其应用效果,并讨论了有效的地压控制与治理策略。研究表明,冲击地压的形成复杂多样,受地质条件、采煤工艺参数和水文地质等因素影响。为有效应对地质灾害风险,需建立完善的监测系统和预警机制,采用科学的支护技术和应急响应措施,提升矿山的安全防范能力。通过本研究,可以深化对煤矿深部开采冲击地压的理解,并为矿山安全管理提供实用建议,以确保煤矿开采的安全稳定和可持续发展。

#### [参考文献]

[1]张俊文,宋治祥,刘金亮,等.煤矿深部开采冲击地压灾害结构调控技术架构[J].煤炭科学技术,

2022,50(2):27-36.

[2]马海涛,刘雷.深部厚煤层开采冲击地压防治技术研究[J].内蒙古煤炭经济,2021(11):13-14.

[3]李明钦.关于煤矿深部开采冲击地压监测解危关键技术研究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(9):192-193.

[4]谭云亮,郭伟耀,辛恒奇,等.煤矿深部开采冲击地压监测解危关键技术研究[J].煤炭学报,2019,44(1):160-172.

作者简介:韩宇(1989.4—),毕业院校:黑龙江科技大学,专业:采矿工程,当前就职单位:吉林省宇光营城矿业有限公司,职务:防冲副总经理,职称级别:采煤中级。

# 煤矿机电技术管理在煤矿安全生产中的应用探究

刘利飞

山西忻州神达万鑫安平煤业有限公司, 山西 忻州 034000

[摘要] 在全球能源结构转型及可持续发展目标的情况下, 煤矿行业面临着严峻的安全与环保压力。尽管在安全管理方面, 矿业企业已取得一定进展, 但设备老化、管理制度不完善及员工安全意识不足等问题依然存在。机电设备的使用效率与安全性, 直接关系到煤矿的生产安全。因此, 煤矿企业迫切需要对机电技术管理进行深入研究, 以提升整体安全生产水平。随着自动化与智能化技术的快速发展, 新的机电技术应用逐渐增多, 为煤矿安全生产提供了新的解决方案。基于此, 对机电技术管理的作用及优化策略进行系统分析, 能够为煤矿企业的安全生产提供有效指导。

[关键词] 煤矿机电; 技术管理; 安全生产; 应用

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13928

中图分类号: TD407

文献标识码: A

## Application Exploration on Coal Mine Electromechanical Technology Management in Coal Mine Safety Production

LIU Lifei

Shanxi Xinzhou Shenda Wanxin Anping Coal Industry Co., Ltd., Xinzhou, Shanxi, 034000, China

**Abstract:** In the context of global energy structure transformation and sustainable development goals, the coal mining industry is facing severe safety and environmental pressures. Although mining enterprises have made some progress in safety management, problems such as aging equipment, incomplete management systems, and insufficient employee safety awareness still exist. The efficiency and safety of the use of electromechanical equipment are directly related to the production safety of coal mines. Therefore, coal mining enterprises urgently need to conduct in-depth research on mechanical and electrical technology management to improve the overall level of safety production. With the rapid development of automation and intelligent technology, the application of new electromechanical technologies is gradually increasing, providing new solutions for coal mine safety production. Based on this, a systematic analysis of the role and optimization strategies of electromechanical technology management can provide effective guidance for the safety production of coal mining enterprises.

**Keywords:** coal mine electromechanical; technical management; safety production; application

### 引言

作为能源生产的重要领域, 煤矿行业肩负着国家经济发展的重任。由于煤矿特殊的作业环境及复杂的机械设备, 安全生产面临着众多挑战。近年来, 随着技术的进步与管理水平的提升, 机电技术在煤矿安全生产中的应用日益受到关注。有效的机电技术管理, 不仅提升了生产效率还显著降低了事故风险, 确保了员工的生命安全。因此, 深入研究机电技术管理在煤矿安全生产中的应用及优化策略, 具有重要的现实意义与理论价值。

### 1 煤矿安全生产中机电技术管理的作用

#### 1.1 提高煤矿企业经济效益与生产效率

在煤矿安全生产中, 机电技术管理的有效实施对煤矿企业的经济效益与生产效率产生直接影响。通过对机电设备的精细化管理, 企业能够最大程度地提升设备的使用效率。定期维护与保养不仅延长了设备的使用寿命, 更减少了因故障导致的停产损失。先进的监测系统使得设备运行状态得以实时掌握, 潜在故障能够及时被发现, 从而避免事故的发生确保生产的连续性。引入自动化控

制技术后, 生产流程变得更加高效。优化的作业流程降低了人力成本, 同时提升了生产的灵活性与响应速度。显著增强了煤矿企业整体经济效益的, 正是这些相互作用的因素, 使企业能够在竞争激烈的市场中保持领先地位, 重视机电技术管理不仅是安全生产的保障, 更是提升企业竞争力的重要途径。

#### 1.2 增强煤矿生产的安全性与稳定性

在煤矿生产中, 机电技术管理对安全性与稳定性的提升至关重要。配备高效自动化控制系统的先进机电设备, 能够实时监测并分析生产环境中的各项参数, 这种监控方式迅速识别异常情况, 如气体泄漏或设备故障, 从而确保能够及时采取应对措施, 有效降低潜在安全隐患。随着机电技术的持续更新与升级, 设备的设计愈加符合安全标准, 操作过程中的风险因此得以减少。现代安全监测系统不仅具备报警功能还能智能调节设备的运行状态, 确保在突发情况下能够自动停机, 以保障操作人员的生命安全。同时, 通过强化机电技术管理与培训, 员工的安全意识得到提升, 使其在实际操作中更加谨慎。



## 2 煤矿机电技术在煤矿安全生产中存在的问题

### 2.1 机电设备使用不当

在煤矿安全生产中,机电设备的误用问题显得尤为突出。缺乏必要培训的矿工在操作设备时,往往无法准确理解设备的功能与操作规程,这种不规范的操作使得设备的潜力未能充分发挥,甚至可能导致设备的损坏。例如,在调整设备时,部分工人未按照规定的流程执行,这种行为可能引发故障或产生安全隐患。此外,在引入新技术与设备时,部分煤矿未进行充分评估与适配,导致新设备与现有操作流程之间的不兼容性,进而增加了安全风险。错误地使用机电设备不仅降低了生产效率,还可能对员工的生命安全构成严重威胁,形成了安全生产的隐患。

### 2.2 安全意识薄弱

在煤矿安全生产中,安全意识薄弱普遍存在,直接影响作业环境的安全性。在许多煤矿部分员工对安全规程与操作流程的重视程度不足,常常忽略潜在风险,这一现象的部分原因在于长期形成的侥幸心理,使得一些工人在日常操作中放松警惕,甚至出现违规行为。例如,在繁忙的生产过程中,必要的安全检查可能被员工跳过,或使用设备时不佩戴必需的个人防护装备的情况时有发生。更为严重的是,未能有效传达安全文化重要性的管理层,导致整个团队对安全的关注度下降,这种状况不仅增加了事故发生风险,还可能对团队士气及整体生产效益产生负面影响。

### 2.3 管理制度不完善

管理制度的不完善在煤矿安全生产中构成了一个重要问题,直接影响整体运营的效率与安全性。在制定安全管理制度时,许多煤矿企业缺乏系统性与针对性,相关规定往往流于形式,难以有效落实。某些制度未能及时更新,无法适应快速发展的技术与市场环境,导致实际操作中出现诸多漏洞。责任分配的模糊性使得员工在遵守安全规程时缺乏主动性,常常抱有“出事再说”的心态。此外,缺乏定期评估与反馈机制,使得潜在问题长期得不到解决,安全隐患不断累积,最终可能引发严重事故。

## 3 机电技术在安全生产中的应用

### 3.1 机电设备的安全性与可靠性

机电设备的安全性与可靠性,确保煤矿安全生产的关键,直接关系到矿井的运行效率与安全水平。现代煤矿的日常作业离不开提升机、输送带、通风系统及各种自动化控制设备,这些设备的性能不仅影响生产效率,更直接关系到员工的生命安全。在结构设计与材料选择上,高质量的机电设备至关重要,设计阶段必须考虑矿井的特殊环境因素,如高湿度、低温及有害气体的存在。使用防爆电机与高强度输送带等特殊材料,有效降低了潜在的安全风险<sup>[4]</sup>。例如,在煤尘及可燃气体浓度较高的环境中,防爆电机能

够安全运行从而减少了爆炸的可能性。定期维护与检修也是提升设备可靠性的重要环节,通过建立系统的维护计划,企业能够定期检查关键部件,及时发现磨损、老化或其他潜在故障,并进行必要的修理或更换,不仅降低了故障率还延长了设备的使用寿命,减少了因设备故障导致的生产中断与经济损失。为了进一步保障设备的安全性,许多煤矿企业引入了实时监测系统,这些系统全面监控设备的运行状态,实时采集温度、振动及压力等数据。一旦监测到异常情况,警报将自动发出,相关人员能够迅速响应采取必要措施,防止事故的发生。例如,当设备温度异常升高时,监测系统会立即停机以避免因过热引发火灾或设备损坏。

### 3.2 自动化控制系统的应用

自动化控制系统在煤矿安全生产中的应用,显著提高了操作的安全性与效率。通过实时数据的采集与分析,这些系统得以监测矿井内多种环境变化,包括温度、湿度、有害气体浓度及振动等参数并及时发出预警。当某项指标超过安全阈值时,警报立即被系统发出,提醒相关人员采取相应措施防止事故的发生,这种智能化管理不仅减少了人为操作的错误,潜在安全风险也显著降低。在设备控制方面,自动化控制系统能够精确调节设备的运行状态,如提升机的速度与通风设备的风量,这样的细致控制确保了设备始终保持在最佳运行状态,从而降低了故障发生的几率。同时,该系统支持远程操作,员工可以在安全的控制室内监控并操作矿井设备,避免在复杂或危险的环境中直接接触高风险区域。事故响应的迅速与有效,得益于远程监控与操作能力,确保能够及时采取必要措施以保护工人安全。自动化控制系统还具备整合多种数据并进行综合分析的能力,从而优化生产流程。例如,通过对设备运行数据的分析,系统能够识别出影响生产效率的瓶颈环节,并提出改进建议,这种数据驱动的决策能力不仅提升了生产效率,也为资源的合理配置提供了支持。同时,实时监测的环境数据可使系统动态调整生产策略,确保在安全的前提下实现生产的最大化。

### 3.3 安全监测与预警系统

安全监测与预警系统在煤矿生产中发挥着至关重要的作用,能够有效降低事故风险,保障员工的安全与矿井的稳定运行。该系统通过布设多种类型的传感器,实时监测矿井内的关键环境参数,包括有害气体浓度(如甲烷和一氧化碳)、地压变化、温度、湿度以及振动等。一旦某项参数超出正常范围,警报会立即被系统发出,警报不仅限于声音提示,还会通过显示屏、手机应用或电子邮件等多种形式迅速传达信息,这样的联动机制确保管理人员和操作员工能够迅速获得警示,从而及时采取必要的应对措施,例如撤离人员、调整通风系统或启动紧急处理程序。响应能力的快速提升显著增强了矿井的安全性,降低了事故发生的可能性。安全监测系统还具备数据存储与分析功

能,可以积累历史数据对环境变化趋势进行深入探讨,通过对这些数据的挖掘,潜在安全隐患,如气体泄漏的早期迹象或设备异常的规律,能够被管理层识别,这样的分析结果为企业制定科学合理的安全策略提供了依据,优化生产流程,根本上提升安全管理水平。例如,通过分析历史事故数据,系统能够识别高风险区域,从而进行针对性的管理与改进。结合监测与预警功能,煤矿企业得以在潜在危机发生前采取预防措施,这种前瞻性管理模式不仅保护员工的生命安全,还提高了生产的稳定性与连续性。借助智能化的安全管理方法更高效的资源配置得以实现,确保安全与生产之间的平衡。

#### 4 煤矿机电技术管理在煤矿安全生产中的优化策略

##### 4.1 完善管理制度

完善管理制度被视为提升煤矿机电技术管理水平的关键策略,为安全生产提供了坚实的保障。煤矿企业应根据实际生产环境与技术发展,定期评估与更新安全管理制度确保其与时俱进,符合最新的安全标准及法规。责任与义务在各级管理人员与员工中明确,有助于增强每个人对安全的责任感,从而营造全员参与的安全管理氛围。制度中应详细纳入机电设备的管理流程,包括使用、维护、检查及故障处理等环节,确保每一步骤都有据可依。此外,健全的信息反馈机制的建立,使员工在日常操作中发现的问题能够及时上报并得到解决,从而促进制度的有效执行。

##### 4.2 提高人员专业素养

提升人员的专业素养被认为是增强煤矿机电技术管理水平的关键所在。企业应定期组织专业培训,以帮助员工掌握最新的机电技术与操作规程,通过理论学习与实践操作的结合,不仅能够使员工理解设备的工作原理,还能将所学知识有效应用于实际操作中<sup>[1]</sup>。同时,鼓励员工参加外部专业认证课程及行业研讨会,能够拓宽视野,吸收行业内的先进经验与技术。建立导师制度被视为提升专业素养的重要措施,通过经验丰富的员工对新员工的指导,使其更快适应工作环境,提升实际操作能力。定期进行知识评估与技能考核同样至关重要,这种评估有助于员工识别自身短板,激励其不断进步。

##### 4.3 操作规程与安全培训

操作规程与安全培训被视为确保煤矿安全生产的基础。企业应制定详细且易于理解的操作规程,以确保每位员工明确设备的使用方法及安全注意事项,这些规程需覆盖从设备启动、运行到故障处理的所有环节,并在实际操作中不断强调其重要性<sup>[2]</sup>。同时,定期开展安全培训,有

助于员工识别潜在安全风险,掌握基本的应急处理技能。培训方式应多样化,包括现场演示、模拟演练与小组讨论,旨在营造轻松的学习氛围,促进理解。针对新员工应制定专项培训计划,以确保他们在上岗前具备必要的知识与技能,通过持续的培训与严格的操作规程,企业得以提升员工的安全意识,且能有效降低事故发生率,从而为煤矿的安全稳定运营提供有力支持。

##### 4.4 应急管理与响应机制

应急管理与响应机制被认为是煤矿安全生产的重要组成部分,能够有效减少突发事件带来的损失。企业应制定详细的应急预案,针对火灾、爆炸及设备故障等不同类型的安全事故,明确处理流程与责任分工,这些预案必须通过定期演练,确保所有员工熟练掌握应对措施,从而提高实际操作的反应速度与效率。应急管理团队的构建同样至关重要,团队成员应涵盖技术、管理及安全等多个领域的专业人士,便于在突发事件发生时迅速调动资源,开展多方位的救援工作<sup>[3]</sup>。同时,需建立高效的信息传递渠道,确保在紧急情况下关键信息能够迅速传达到所有相关人员,从而避免因信息延误引发的二次事故。

#### 5 结语

在煤矿安全生产中,机电技术管理的重要意义不容忽视,其有效性直接影响企业的安全与运营效率。通过管理制度的完善、员工专业素养的提升、操作规程及安全培训的强化,以及应急管理与响应机制的健全,煤矿企业能够有效降低事故发生的风险,确保员工的生命安全与健康。随着技术的不断进步,机电设备的安全性与自动化水平也在持续提升,从而为煤矿生产提供更为可靠的保障。面对未来的挑战,企业应持续关注机电技术管理的优化与创新,确保在安全的基础上实现高效、可持续的发展。只有深入人心的安全生产理念,才能真正推动煤矿行业的健康发展,为社会提供更稳定、更安全的能源保障。

##### [参考文献]

- [1]王磊,陈玉军.煤矿机电技术管理在煤矿安全生产中的运用研究[J].内蒙古煤炭经济,2023(13):109-111.
  - [2]康来坡,李亚伟,窦明.煤矿安全生产中煤矿机电技术管理的合理应用探究[J].内蒙古煤炭经济,2023(3):95-97.
  - [3]孙光辉.煤矿机电技术管理在煤矿安全生产中运用分析[J].内蒙古煤炭经济,2021(23):85-87.
  - [4]秦雷.探讨煤矿机电技术管理在煤矿安全生产中的运用[J].中国设备工程,2021(19):51-52.
- 作者简介:刘利飞(1984.9—),男,助理工程师,山西。

## 边坡开挖支护技术在水利水电工程施工中的应用

王明玉

中泽源工程有限公司, 宁夏 银川 750001

**[摘要]** 水利工程作为现代基础设施建设的关键组成部分, 在山地及复杂地质环境中占据着重要地位。在这样的情况下, 边坡稳定性与支护技术直接关系到工程的安全与顺利施工。因此, 确保合理的边坡设计和安全有效的支护措施至关重要。这不仅能够保障工程建设的稳定性和效率, 还能大幅降低潜在的工程风险, 确保人员和资源的安全。因此, 工程师们需要对地形、地质环境等因素进行综合分析, 采取科学的设计与支护方案, 以应对山地及复杂地质环境带来的挑战。综合考虑工程的长期稳定性以及施工期间的安全性, 是确保水利工程顺利进行的关键因素。

**[关键词]** 边坡开挖支护技术; 水利水电; 工程施工; 应用

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13970

中图分类号: TV5

文献标识码: A

### Application of Slope Excavation Support Technology in Water Conservancy and Hydropower Engineering Construction

WANG Mingyu

Zhongzeyuan Engineering Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750001, China

**Abstract:** Water conservancy engineering, as a key component of modern infrastructure construction, occupies an important position in mountainous and complex geological environments. In such a situation, slope stability and support technology are directly related to the safety and smooth construction of the project. Therefore, ensuring reasonable slope design and safe and effective support measures is crucial. This can not only ensure the stability and efficiency of engineering construction, but also significantly reduce potential engineering risks and ensure the safety of personnel and resources. Therefore, engineers need to conduct comprehensive analysis of factors such as terrain and geological environment, and adopt scientific design and support plans to cope with the challenges brought by mountainous and complex geological environments. Taking into account the long-term stability of the project and the safety during construction is a key factor in ensuring the smooth progress of water conservancy projects.

**Keywords:** slope excavation and support technology; water conservancy and hydropower; engineering construction; application

#### 引言

在水利水电工程施工过程中, 边坡开挖支护技术是一项至关重要的工程技术。该技术不仅关乎工程的安全性, 还直接影响工程的稳定性和经济效益。本文将详细介绍边坡开挖支护技术在水利水电工程施工中的应用, 并通过数

#### 1 边坡开挖支护技术概述

边坡开挖支护技术主要针对水利水电工程中的边坡开挖过程, 为确保边坡的稳定性和安全而采取的一系列技术措施。随着科技的不断进步, 边坡开挖支护技术也在持续发展和完善, 为工程提供更为可靠的技术保障。

#### 2 边坡开挖支护技术的应用

##### 2.1 地质勘察, 确保项目顺利

工程项目的开展, 往往需要以扎实的数据基础为支持。在这一环节中, “地勘”, 或地质勘察, 成为确保项目顺利实施的“先知”。这不仅包括对工程所在区域的地质结构全面掌握, 还有对岩土性质深入理解, 以及精确判断地下水的情况。地勘的工作就像是工程建设的“先行者”, 引导工程人员一步步踏着坚实的“步伐”向

目标前进。地球深藏的秘密, 在地表下静静诉说着, 地勘工作者利用专业的技术和工具去聆听这些声音。他们会通过现场钻探、挖掘取样、物探测量等多种手段, 试图还原出这块土地过去和未来故事。地下的世界复杂而神秘, 每一层土壤、每一块岩石、每一个岩层都是对工程环境的直接描述, 是建筑稳固的基础所在。精准的数据分析, 能帮助工程师更好地预测未来潜在风险, 并提前布局相应的应对策略<sup>[1]</sup>。

岩石的种类、硬度、延展性等等特性, 都会在一定程度上决定建筑物的安全度和建设成本。岩石性质的研究能够使设计更加精确合理, 有效防止因岩石特性造成的安全问题。无论是抗压能力还是耐受侵蚀性, 这些岩石属性数据都成为了选择最佳材料和建设方式的宝贵资源。最后, 地下水的情况也对整个建设项目具有重要影响。它不仅关系到建筑物的稳定性, 还直接关系到排水系统的设计与维护。准确掌握地下水流的速度、压力和走向, 能预防水位上升带来的沉降风险, 同时合理配置防涝设施, 保证工地及周围环境不受损害。

综上所述, 工程地勘工作如同一把万花筒, 其背后的



精心考量和细节处理对工程的成功至关重要。每一个环节的精确到位,都为后续的边坡设计、支护结构选定提供了坚实的理论与实践依据,使得整条建设链条在逻辑和效率上形成闭环,最终推动高质量建筑产品的诞生。从微观的地质探索,到宏观的建设规划,地勘工作贯穿于项目全程的每一个细节之中,其意义和价值远远超出了一般的认识范畴,堪称工程设计与实现过程中的基石之一。

## 2.2 边坡设计, 保证工程全面性

在构建任何土木工程项目之前,细致周到的边坡设计都是至关重要的环节,因为它直接影响了整个项目的稳定性与安全。为了确保边坡设计方案的有效性,在开展实际设计时,我们需要结合多种科学依据,综合评估自然环境、地形特点以及地质勘查成果。在设定边坡角度时,应依据土壤或岩石的具体特性来考量其适宜的坡度限制值,同时参考《建筑地基基础设计规范》及其他相关设计准则,避免过度倾斜或突变性的陡峭边坡,从而确保坡面的稳定性。例如,对于稳定性较高的黏土地段,可能适合较平缓的斜坡角度;而在软土地质环境中,则更需要选择更为谨慎和小角度的坡度,以降低潜在的安全风险。边坡的角度还需经过详细的计算验证和安全评估,确保工程的实际安全性和合理性<sup>[2]</sup>。

在支护结构形式的选择方面,工程师需根据现场的具体状况和项目的需求进行权衡。常用的主要有土钉墙、钢筋混凝土桩、重力式挡墙或混合式的复合结构。土钉墙因其良好的经济性和环保性在许多情况下成为优选方案,而当遇到深层、复杂的土质时,则可能倾向于更加强韧稳固的钢筋混凝土支撑系统或使用预应力锚杆加固边坡,以保证边坡能够承受更大的外部作用力而不致产生滑塌或倾覆的现象。选择恰当的支护结构形式还需充分考虑工程的成本效益比以及施工难度,以实现整体成本的最优控制与工程质量的最佳保证。此外,科学有效的排水措施同样是边坡设计中不可或缺的一环。雨水和地表径流水的侵蚀是导致边坡不稳定性的重要因素之一,因此设置良好的排水系统显得尤为重要。这包括设置横向排水沟、集水井或使用盲管系统引导并排放地下水,同时确保边坡上方有一定的坡降,以减少水土侵蚀的风险。这些措施既能有效地减小外力对边坡产生的作用,又能避免土壤因积水造成的结构性损害,进而保障整个边坡系统的稳定性和长期使用寿命。最后,从安全性与稳定性角度出发进行的设计必须兼顾经济性。通过对材料合理的选择、优化施工工艺以及精细的成本管理,寻找成本与效果的平衡点,可以最大化项目的价值输出。比如,在边坡支护材料的选择上,采用性价比高的本土材料,或利用先进的施工技术减少资源消耗,都能显著提升工程的整体经济效益,使其成为可持续发展的优质工程典范<sup>[3]</sup>。

综上所述,通过综合评估边坡环境特性、遵循严格的

设计规范、采用合理的技术解决方案、精心布局排水系统,并在实施过程中严控工程成本,我们能打造出既安全可靠又高效经济的优质工程,实现社会和经济价值的同时也为未来留下了宝贵的建设经验。

## 2.3 支护施工, 确保有效技术实施

严格按照已制定设计方案来进行边坡开挖与支护施工作业是一项极为重要的工程实施步骤,它直接关乎项目的最终安全性能及质量水平。为了确保施工过程既高效又无误,需在整个阶段持续实施严格的质量管理和监控机制。在实际进行边坡开挖前,必须详细审阅地质勘探资料,并对现场实际情况进行实地核实,明确地层结构特性,预测可能出现的地质问题,制定详细的预防及应急策略。基于此信息制定开挖顺序和速度,确保挖掘设备的选择和技术参数匹配,以防止过度扰动导致地质环境改变。开挖阶段要严格控制作业深度与速度,利用高精度测量仪器实时监控边坡变形,调整挖掘机等设备的运作参数,以保持开挖线形平整与稳固性。在此过程中特别强调安全第一原则,在挖掘作业周围设置安全隔离区,配备专业安全防护装备,培训作业人员熟悉操作规程和紧急撤离流程。

在边坡开挖完毕后随即进入支护结构施工阶段,这一步骤需要依据预先规划的支护类型进行施工,比如预应力锚索支护或者钢筋格子梁支护系统等。首先,施工队伍需要准确钻设锚孔和浇筑钢筋网结构,确保其位置准确无误,并且混凝土灌浆充盈均匀,以充分发挥加固作用。施工过程中,必须严格遵守相关规范和指导,使用合适的设备工具以及施工技巧,精确计算钢筋用量、锚固强度及间距等关键数据。施工完成后,进行全面的质量检测,通过视觉检查、超声波测验、敲击振动法及力学测试等方式综合评定支护结构的完整性和可靠性。发现任何不合规或者潜在隐患部分都需要即刻返工修复,不得有任何懈怠之处。此外,针对不同阶段施工,要注重对土壤湿度的把控,采用有效的保湿或者排水设施避免地下水的影响导致支护材料软化,进一步保障工程结构稳定性与耐久性。为了确保边坡开挖和支护工作的连续性与协调性,建立多团队、交叉作业模式至关重要。各个作业环节之间进行良好信息传递和协调配合,确保各工序有序衔接、同步进展,提高整体效率<sup>[4]</sup>。

综上所述,在严格遵循设计规范和标准的基础上进行的边坡开挖与支护作业不仅能够确保工程质量和项目进度,还能显著提升工程结构的安全水平与抗灾害能力。在施工全程持续强化质量控制,严格遵循作业流程和规范,才能最终达到“施工零误差”的理想目标,实现工程项目的圆满交付。

## 2.4 实时监测, 及时发现安全隐患

在建筑工程的每一个重要节点,边坡的稳定性和安全性是最关键考量因素之一,因为不稳定性不仅影响项目的进度,更重要的是威胁到工人的人身安全以及工程结构的

整体稳固性。因此,在建筑项目施工过程期间,采取有效措施对边坡进行实时监控成为了一个必备的操作规程。通过运用科技与智能手段对边坡进行全方位的动态监测是现代安全管理的重要举措之一。实时监测系统通过整合各种数据源和智能算法,可以全天候、无间断地收集并分析关于地质结构变化的关键信息。这种高科技系统的部署不仅限于传统的地面观测点或常规的定点测量技术,还可以结合遥感技术、无人机巡检和物联网传感器的集成运用,实现对边坡多维多层次的精准监测。这些数据可以被用于即时预警、精细决策,确保在第一时间识别到可能引发塌方、滑坡等严重后果的早期迹象。

制定一套完善的风险管理机制也至关重要。这就包括了事先建立详细的地质报告,精确了解施工区域的土质状况及潜在危险因子;建立健全的安全管理规章和应急响应体系,确保遇到异常时,有快速反应和妥善处理机制;进行定期员工安全教育与培训,提高全体人员对于边坡不稳定性及其危险性的意识,从而能够在实践中迅速作出正确的应对措施。实施有效的边坡监测不仅是一种对工程质量负责的表现,同时也是对参与施工团队最大的人道关怀与保护。通过实时的数据分析,及时发现潜在的不稳定因素并采取相应干预措施,不仅能降低安全事故的发生率,还可以为未来的工程建设提供更多科学的数据支持和实践经验。最终,实现边坡的长寿命、安全稳定的管理目标,确保整个工程项目能够顺利进行,并且为所有利益相关者提供一个安全可靠的作业环境<sup>[5]</sup>。

### 3 数据案例分析

假设这水利工程位于山区地形,其地层环境多样且复杂,主要受复杂的地壳构造和长期的侵蚀作用影响,其中蕴含的硬砂岩、页岩、黏土等地质组成赋予了该区域独特的岩石力学特性和地下水量特性。面对如此挑战性的环境特征及潜在的滑坡威胁,工程项目团队决定在施工策略制定之初就对地质情况进行详实调查,通过运用先进的地质勘查设备和技术手段,深入分析地质结构,同时精确评估和掌握地表水文、地下水文信息以及土壤结构分布等情况。依据调查结果与地质结构的科学解析,设计师们在工程中引入边坡稳定理论、岩体力学原理和现代土木工程知识,针对不同区段的地质特点设计出最适合的安全边坡角度及结构形式——部分边坡采用梯级错台的处理手法来提高稳定系数;而在地质脆弱地带,则采取更为紧密和稳

固的锚杆加混凝土框架支撑措施以加强保护。

为了确保施工安全和边坡结构长期稳固性,在正式开工后,严格遵循质量管理体系标准,每道工序均经由质量工程师和监理工程师联合验收,确保每一环节的质量达标。同步实施边坡监测系统构建和定期数据分析工作,通过对位移量、倾斜角度、地下水压等关键数据的实时监控,动态调整维护计划以响应环境变化和地质动态调整。同时,引入专家会议机制,邀请多领域学者定期研讨解决方案和技术路径,有效预防了可能的边坡塌方风险。工程最终完成,通过了专业检测单位的全面评估,证明边坡的稳定性达到预期指标,不仅未出现滑坡事故和其他安全隐患,还为当地居民的生产、生活提供更加稳固的环境条件和支持基础,彰显了现代工程技术面对自然挑战的强大适应力与安全保障能力。该水利工程不仅成为了同类工程中的示范项目,更以其卓越的环保设计理念、高质量的工程质量和可持续的经济效益,赢得了业内外一致认可,成为区域基础设施的重要一环和经济社会发展的强有力支柱<sup>[6]</sup>。

### 4 结语

通过数据案例分析,可以看出边坡开挖支护技术在水利水电工程施工中的重要作用。合理应用该技术,可以确保工程的安全性和稳定性,提高工程的经济效益。未来,随着科技的不断发展,边坡开挖支护技术将继续完善和创新,为水利水电工程建设提供更为可靠的技术支持。

#### [参考文献]

- [1]张全荣. 水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用分析[J]. 水上安全, 2024(11): 178-180.
- [2]付桂生,张弦. 水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用分析[J]. 四川水利, 2023, 44(5): 116-118.
- [3]黄耀坤. 边坡开挖支护技术在水利工程施工中的应用[J]. 黑龙江水利科技, 2023, 51(4): 140-143.
- [4]马秀芳. 边坡开挖支护技术在农村水利工程施工中的应用策略[J]. 数字农业与智能农机, 2023(4): 38-40.
- [5]杨明辉,罗超. 水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用研究[J]. 工程建设与设计, 2022(24): 180-182.
- [6]陈保翠. 水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的有效应用[J]. 长江技术经济, 2022, 6(1): 85-89.

作者简介: 王明玉(1976.9—), 毕业院校: 东北大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 中泽源工程有限公司, 职称级别: 中级。

# 水利水电工程施工质量与安全管理措施研究

蔺 兰

宁夏新建设水利电力工程有限公司, 宁夏 固原 756000

[摘要]在当前社会经济快速发展的背景下, 水利水电工程也得到了较好的发展, 水利水电工程的建设是一项十分重大而长远的工作。在水利水电工作中, 涉及到的内容具有较多方面, 但是在具体的工作中, 其质量与安全管理方面还存在一系列问题, 进而对水利水电工程的施工质量与施工安全造成影响。基于此, 文中首先对水利水电工程中存在的安全质量问题进行了分析, 并提出了有效的解决措施。

[关键词] 水利水电工程; 施工质量; 安全管理; 鼓励措施

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13958

中图分类号: TV513

文献标识码: A

## Research on Construction Quality and Safety Management Measures for Water Conservancy and Hydropower Engineering

LIN Lan

Ningxia New Construction Water Conservancy and Power Engineering Co., Ltd., Guyuan, Ningxia, 756000, China

**Abstract:** Against the backdrop of rapid socio-economic development, water conservancy and hydropower engineering has also achieved good development. The construction of water conservancy and hydropower engineering is a very significant and long-term task. In water conservancy and hydropower work, there are many aspects involved, but in specific work, there are still a series of problems in quality and safety management, which in turn affect the construction quality and safety of water conservancy and hydropower projects. Based on this, the article first analyzes the safety and quality issues that exist in water conservancy and hydropower projects, and proposes effective solutions.

**Keywords:** water conservancy and hydropower engineering; construction quality; safety management; encouragement measures

### 引言

水利水电工程在现代社会中占据着举足轻重的地位, 稳定的电力与水资源保障不仅由其提供, 更在防洪、灌溉及生态保护等多个方面发挥着不可替代的作用。随着国家对水利水电项目投资的持续增加, 工程规模与技术复杂性不断提升, 施工质量与安全管理的重要性愈加突出。在施工过程中, 水利水电工程常面临多种挑战, 例如复杂的地质条件、严峻的气候变化及多方参与的协同管理。这些因素可能对工程的安全性质量控制产生不利影响。尽管近年来在水利水电工程建设方面取得了显著的技术进展, 但安全事故与质量问题依然频频出现, 给项目带来的不仅是经济损失, 更对施工人员的生命安全构成了威胁。为了解决这些问题, 及需深入研究水利水电工程施工中的质量与安全管理措施, 以确保施工过程的安全与工程的高质量完成。切实有效的管理策略与技术手段的探索, 显得尤为重要。

本文将全面分析当前水利水电工程施工质量与安全管理的现状, 深入剖析其中存在的问题, 并提出针对性的改进措施, 旨在为相关领域的研究与实践提供理论支持与实用指导。推动水利水电工程的可持续发展, 将在于通过提升施工质量与安全管理水平, 增强工程整体效益, 从而为实现绿色发展与生态文明建设目标打下坚实基础。

### 1 水利水电工程施工的特点

水利水电工程施工具有独有的特征, 这些特征源于其复杂的工程性质、施工环境及技术要求。涉及大规模的土木工程、机电设备安装以及水工建筑物等多个组成部分, 该工程对施工单位的技术能力与项目管理经验提出了全面的要求。此外, 通常位于复杂自然环境中的水利水电工程, 如山地、河流及湖泊周边, 这些地形、气候及水文条件对安全与施工的顺利进行产生显著影响。因此, 必须采取相应的应对措施, 以保障施工的安全性。较长的建设周期以及涉及环节的众多, 使得各方资源与力量的协调显得尤为重要。在施工过程中, 国家与地方相关法规标准的严格遵循, 是确保工程质量与安全的关键。同时, 考虑到项目建设的规模及资金投入通常较大, 施工单位应对项目的经济效益进行全面评估, 以确保资源的合理配置与有效使用。

### 2 水利水电工程的质量和安全管理现状

#### 2.1 水利水电工程施工质量安全管理现状

当前, 水利水电工程的施工质量安全管理现状仍存在不规范的问题, 主要体现在制度执行力度及其适用性方面。许多施工单位在制定与实施质量安全管理现时, 往往缺乏系统性与全面性, 导致关键环节未能有效监管。在实际施工过程中, 管理制度的落实情况良莠不齐, 普遍存在执行不力、流于形式的现象。此外, 部分项目未能建立与实



际情况相适应的质量安全管理标准,主要由于相关法规政策的不完善,施工过程中难以形成有效的约束机制<sup>[1]</sup>。与此同时,管理人员的专业素养及培训力度不足,进一步加剧了制度执行中的盲点与漏洞。这一情况不仅影响了工程整体质量,更对施工安全造成了隐患。因此,亟需加强制度建设,以提高执行力,确保施工质量与安全管理的有效性。

## 2.2 安全施工存在隐患

在水利水电工程施工中,安全隐患普遍存在,严重威胁着工程的顺利进行及施工人员的安全。施工现场的环境复杂多变,涉及水流、土质、气候等多种自然因素,意外事故的发生极易被引发。此外,许多施工人员的安全防护意识薄弱,部分工人未能严格遵守安全操作规程,增加了事故发生的风险。施工设备的维护与管理也存在不足,老旧设备的使用及故障排查不够及时,机械事故的发生可能因此而增加。在施工过程中,对于高风险作业的监控力度不足,高空作业和水下作业等违规操作的出现,进一步加剧了安全隐患的风险。此外,施工现场的安全管理体系尚不完善,缺乏有效的风险评估与监测手段,潜在危险难以被及时识别与处理。为确保施工安全,迫切需要加强现场管理,提高安全意识与技术措施的应用。

## 2.3 安全管理投入不足

在水利水电工程的质量与安全管理现状中,安全管理投入不足的问题显得尤为突出,直接影响着工程的安全性与施工质量。许多施工单位在项目初期未能充分重视安全管理,导致资金与资源的投入相对有限。安全管理人员的配备往往不足,且其专业素养与经验无法满足实际需求,现场的安全监督与管理力度因此不足。此外,培训机制的不完善,使得施工人员对安全操作规程的理解不够深入,安全意识较为薄弱,进一步增加了安全隐患的风险。尽管不少项目已制定了安全管理计划,由于缺乏有效的资金支持与资源配置,计划的实施往往流于形式,难以发挥应有的作用。

## 2.4 材料质量问题

在水利水电工程的质量与安全管理现状中,材料质量问题作为一个不容忽视的重要因素,直接影响着工程的整体性能与安全性。在材料采购环节,许多工程面临着标准不统一与检测不充分的现象。为了降低成本,一些材料供应商可能提供不合格的产品,这使得工程施工中所使用的原材料存在潜在的质量隐患。此外,施工现场对材料的管理与储存缺乏有效控制,环境因素如潮湿与高温等可能对材料性能产生不利影响,进而影响工程质量<sup>[2]</sup>。与此同时,施工人员在材料质量检测方面的意识与能力普遍不足,未能严格按照国家标准与行业规范进行抽样检测与验收。

# 3 水利水电工程施工质量和安全管理应对的策略

## 3.1 提高建筑单位的安全管理意识

提升建筑单位的安全管理意识,作为水利水电工程施

工质量与安全管理的核心策略之一,关乎施工现场的安全环境,并直接影响工程的整体质量及其可持续发展。应从企业文化建设开始,安全管理意识的提升需将安全视为企业核心价值观之一。以身作则的企业领导,需定期组织安全教育培训与宣传活动,通过案例分析与安全演练等多种形式,使员工充分认识到安全管理的重要性及其对工程成功的影响。在这一过程中,培养员工的安全责任感至关重要,确保每位员工都能主动参与安全管理,形成关注安全、共同参与的良好氛围。此外,建筑单位应建立健全的安全管理制度,明确各级管理人员及员工的安全职责,将安全管理目标细化到每个项目与环节,以确保安全责任的落实。定期进行安全检查与评估也是必要的,监控安全管理措施的有效性与执行情况,及时发现并整改问题。此外,鼓励员工积极反馈安全隐患与建议,畅通的沟通渠道将为他们提供,增强员工的归属感与参与感。

## 3.2 强化制度建设与管理

强化制度建设与管理,作为确保水利水电工程施工质量与安全的重要策略,至关重要。通过建立完善的管理制度,为施工过程提供明确的指导与保障是其主要功能。建筑单位应依据国家法律法规及行业标准,制定切实可行的安全管理制度,包括安全生产责任制、施工现场安全管理制度及事故应急预案,确保每项制度具备可操作性与针对性。制度的执行力度同样不容忽视,建立相应的监督机制,定期检查与评估制度的实施情况,确保各项措施能够得到有效落实。此外,单位应根据不同施工环节及风险类型,设立具体的管理规范,以便在施工过程中及时识别与处理安全隐患。通过这样的制度建设,不仅能提高施工现场的安全管理水平,还能为工程的高质量完成提供坚实的保障。

## 3.3 扩大资金投入力度,加强质量安全培训

扩大资金投入力度及加强质量安全培训,被视为提升水利水电工程施工质量与安全管理的措施。资金的增加,为安全管理提供了充足的资源支持,使施工单位能够配备必要的安全设施与设备,从而确保施工环境的安全。此外,采购高质量建筑材料的资金也可以得到有效利用,减少因材料问题引发的安全隐患,从而提升工程整体质量。在此基础上,开展质量安全培训显得尤为重要。通过系统化的培训计划,全体员工的安全意识与专业技能能够得到有效提升。培训内容应涵盖施工安全操作规程、事故应急处理措施及材料质量检测标准,以确保员工熟练掌握与自身工作相关的安全知识与技能<sup>[3]</sup>。邀请专业安全培训机构或专家进行授课,将有助于确保培训的科学与有效性。

## 3.4 施工流程规范化

施工流程的规范化,被视为提升水利水电工程施工质量及安全管理的重要策略。通过对各个施工环节进行系统化和标准化管理,操作失误与安全隐患能够得到有效降低。施工单位应根据具体工程要求,制定详尽的施工流程规范,

这些规范应涵盖前期准备、材料进场、施工操作、质量检测及验收等各个阶段。具体的操作步骤、责任人及相关质量安全标准,需在每个环节中明确,以确保每位施工人员清楚自身职责与操作要求。此外,施工流程规范化还需考虑现场的特殊条件及潜在风险,灵活调整流程以适应实际情况,确保施工的顺利进行。为保证流程的有效实施,单位应定期评估与修订施工流程,结合实际施工经验与反馈,不断完善流程规范。

### 3.5 严把材料质量关

严把材料质量关,被视为确保水利水电工程施工质量及安全管理的重要基础措施。工程的耐久性与安全性,直接受到材料质量的影响。施工单位应建立严格的材料采购制度,选择信誉良好且具备相关资质的供应商,以确保所采购的材料符合国家与行业标准。在采购阶段,全面的质量检测需对材料进行,包括出厂合格证、检验报告及相关质量证明文件,以确保所有材料在进场前经过严格审核。材料进场后,复检是必不可少的,特别是对于混凝土、钢筋及防水材料等关键材料,必须确保其性能达到设计要求。在施工过程中,单位还应加强对材料的管理与存储,以避免环境因素导致材料性能下降,确保材料在使用前保持最佳状态。此外,施工人员需接受相关材料质量知识的培训,以增强其对材料质量的识别能力与管理意识,从而能够及时发现与处理材料质量问题。

### 3.6 利用信息技术进行现场管理

利用信息技术进行现场管理,成为提升水利水电工程施工质量与安全管理的重要策略之一。施工现场的管理效率及安全水平,显著提高了现代信息技术的应用。引入建筑信息模型(BIM)技术后,施工单位能够在工程实施前进行全面的三维建模与仿真,设计方案得以优化,确保在实际施工中精准配置与调度资源,从而有效减少施工过程中的错误率及返工率。同时,借助物联网(IoT)技术,实时监测施工现场的环境条件、设备运行状态及材料使用情况,确保各项施工活动在安全条件下进行<sup>[4]</sup>。通过安装传感器与监控设备,现场数据得以实时获取,使施工单位能够及时识别潜在安全隐患并迅速采取应对措施,以保障施工安全。此外,施工人员的管理也可通过信息技术进行,考勤系统及培训管理平台确保每位员工的资格与培训状况符合安全要求,从而提升整体安全管理水平。最后,施工单位借助信息化平台,能够实现工程进度、质量及安全等各项指标的在线监控与数据分析,促进信息透明化与决策科学化。

### 3.7 强化日常巡检

强化日常巡检,成为确保水利水电工程施工质量及安

全管理的重要措施。通过定期且系统的现场检查,潜在的安全隐患与质量问题得以及时发现并处理。施工单位需建立完善的巡检制度,明确巡检的频率、内容及责任人,从而确保每个施工环节得到有效监控。巡检内容应涵盖施工现场的安全设施、机械设备、材料存放、施工操作及环境卫生等,以确保各项工作符合安全标准与质量要求。具备专业安全知识与经验的巡检人员,能够及时识别不符合规范的操作及设备故障,并提出整改建议。在巡检过程中,加强对施工人员的安全教育显得尤为重要,提升其安全意识,使其在日常工作中自觉遵守安全规程。此外,建立巡检记录制度,发现的问题需及时记录并反馈给管理层,以便于后续的整改与跟踪。

## 4 结语

在对水利水电工程施工质量与安全管理措施进行研究时,行业普遍认识到保障工程安全与质量的重要性。通过对施工现状的深入分析,虽然已经建立了一定的管理体系,但在实际操作中,仍面临许多挑战,包括安全管理意识薄弱、制度执行不力以及技术应用不足等问题。为了解决这些问题,施工单位的的安全管理意识亟待加强,制度建设需要完善,资金投入应当增加,施工流程必须规范,材料质量关应当严把,而充分利用信息技术进行现场管理则是提升施工质量与安全管理水平的有效策略。展望未来,水利水电工程将面临更加复杂的技术与管理挑战,因此,持续推动质量与安全管理的创新与升级显得尤为必要。引入先进的管理理念与技术手段,完善培训体系,提升全体员工的安全意识与责任感,有助于有效降低事故发生概率,进而提高工程的整体施工质量与安全保障。同时,结合行业最佳实践进行经验交流与分享,将促进整个行业在质量与安全管理方面的提升。通过各方的共同努力与不断探索,期望在这一领域实现更高标准与更佳实践,为国家基础设施建设及生态文明发展做出积极贡献。

### 【参考文献】

- [1] 彭建军. 水利水电工程施工安全管理及控制措施[J]. 四川建材, 2024, 50(7): 235-237.
  - [2] 罗德兵. 水利水电工程施工质量与安全管理措施研究[J]. 工程技术研究, 2024, 9(12): 139-142.
  - [3] 张猛, 周旭东, 邱晓侨. 水利水电工程施工质量与安全管理探讨[J]. 中国设备工程, 2022(6): 241-242.
  - [4] 赵乙丁, 蔡万琪. 水利水电工程施工质量与安全管理存在的问题及对策[J]. 住宅与房地产, 2021(24): 177-178.
- 作者简介: 蔺兰(1988.2—), 毕业院校: 南昌工程学院, 所学专业: 水利水电工程, 当前就职单位: 宁夏新建设水利电力工程有限公司, 职务: 项目经理, 职称级别: 中级。

# 数字孪生的智慧污水处理厂建设和应用实践

邱 韬

重庆市排水有限公司, 重庆 404100

[摘要] 数字孪生技术作为第四次工业革命的关键组成部分, 在智慧城市的建设中扮演着越来越重要的角色。对于传统重器如污水厂的运营和优化来说, 数字孪生不仅是提升效率和资源利用率的有效途径, 还能促进更加智能化的环境管理和可持续发展。文中将深入探讨如何运用数字孪生在构建智慧污水处理厂中的建设和应用实践策略。

[关键词] 数字孪生; 智慧污水处理厂; 建设; 应用实践

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13956

中图分类号: TU991

文献标识码: A

## Construction and Application Practice of Smart Sewage Treatment Plant with Digital Twins

QIU Tao

Chongqing Drainage Co., Ltd., Chongqing, 404100, China

**Abstract:** As a key component of the Fourth Industrial Revolution, digital twin technology plays an increasingly important role in the construction of smart cities. For the operation and optimization of traditional heavy equipment such as sewage treatment plants, digital twins are not only an effective way to improve efficiency and resource utilization, but also promote more intelligent environmental management and sustainable development. The article will delve into the construction and practical strategies of using digital twins in building smart sewage treatment plants.

**Keywords:** digital twin; smart sewage treatment plant; construction; application practice

### 引言

随着城市化进程的加速, 污水处理成为一项至关重要的环保工程。传统的污水处理厂面临着管理复杂、能效低等问题。而数字孪生技术以其精准模拟、智能预测和优化决策的优势, 为智慧污水处理厂的建设和应用提供了新的解决方案。本文将探讨数字孪生在智慧污水处理厂建设和应用实践的策略。

### 1 数字孪生技术概述

数字孪生是指通过数字化手段创建物理实体的虚拟模型, 通过该模型可以模拟、预测和优化实体在现实世界中的运行情况。在污水处理厂的语境下, 数字孪生可以构建一个虚拟的污水处理厂模型, 以实时监控设备状态、优化运行参数、预测维护需求等<sup>[1]</sup>。

### 2 智慧污水处理厂建设策略

#### 2.1 基础设施建设

借助物联网技术, 我们可以建立一个涵盖各个方面的全面感知网络, 实时收集污水处理厂的各项数据。这些数据涵盖了进出水的水质情况, 包括各种重金属、有机物质和微生物的含量, 确保排放水质符合相关标准。同时, 我们也可以实时监测能耗情况, 包括供水、通风、污泥处理等设备的耗能情况, 以便调整运行策略, 提高能效。除此之外, 设备状态也是需要关注的重点, 我们可以通过感知网络获取到各种设备的运行状态, 及时发现异常并进行维护。通过这一全面的监控体系, 管理者可以随时了解污水

处理厂的运行情况, 实时调整运行策略, 保证其高效、安全、稳定地运行。最终, 这将有助于改善环境质量, 提高污水处理效率, 为改善城市环境做出积极的贡献<sup>[2]</sup>。

#### 2.2 数字孪生模型构

通过对收集到的污水处理厂数据进行深度分析, 我们可以构建一个数字孪生模型, 以模拟和优化整个污水处理过程。这个模型将全面涵盖工艺流程、设备布局以及运行环境等多种要素, 形成一个虚拟的现实反映, 为管理者提供精准的决策支持。在工艺流程方面, 数字孪生模型将详细记录各个处理单元的功能、连接关系及流量变化, 包括初沉、好氧、厌氧等多个环节的数据。这使得管理团队能够有效识别流程中的瓶颈, 并提出相应的改进方案。设备布局方面, 模型能够清晰展现各类设备的位置及其相互关系, 帮助运营人员更好地理解整个系统的结构和功能。同时, 通过实时数据反馈, 模型可以动态调整设备的运行参数, 实现负荷均衡及故障预警, 从而提高设备的使用寿命和可靠性。此外, 运行环境因素如温度、湿度、气压等也会被纳入考虑, 模型能够在不同环境条件下进行仿真分析, 判断各项参数对处理效果的影响。这一切将为污水处理厂的模拟和优化提供科学依据, 促进整体效率提升, 降低运营成本。从长远来看, 这种数字化管理方法不仅能够提高资源利用率, 还将推动可持续发展目标的实现。

#### 2.3 智能决策系统

借助数字孪生模型和大数据分析技术, 我们可以搭建



一套智能决策系统,该系统不仅能够实时监测污水处理厂的运行状态,还能根据实际情况自动调整运行参数,从而优化能效,降低运行成本,提高整体运营效率。这套智能决策系统将通过数字孪生模型对污水处理工艺进行深度仿真,实时收集各类传感器和设备的数据,并结合大数据分析技术进行智能化处理。在监测到异常情况时,系统能够立即做出相应调整,保障处理过程的稳定性和高效性。采用的大数据分析技术将能够对海量的数据进行快速处理和分析,识别出潜在的优化空间和提升点。通过对历史数据和实时数据的对比分析,系统能够发现潜在的问题和隐患,并给出相应的应对措施,帮助管理团队及时调整运营策略,提高污水处理的整体效率。而且,智能决策系统还可以通过机器学习算法不断优化运行参数和流程控制策略,实现更加精细化的运行管理。通过这种智能化的手段,污水处理厂不仅能够提升处理效率,同时也能够降低能耗和运行成本,达到可持续发展的目标<sup>[3]</sup>。

## 2.4 云计算和边缘计算

在现代信息技术环境下,云计算和边缘计算的结合为数据存储和快速处理提供了创新性的解决方案。云计算以其强大的数据处理能力,能够高效管理和分析海量的信息。这一技术通过集中式服务器,实现了异地备份和数据共享,使得企业能够实时访问、处理和存储数据。借助云服务,组织可以灵活地根据需求扩展资源,从而确保在高负载时依然保持系统的稳定性和可用性。此外,云平台通常具备先进的安全防护措施,从而保障数据的安全性。然而,单纯依赖云计算存在一定的延迟风险,因此引入边缘计算便显得尤为重要。边缘计算将数据处理的部分任务下放至靠近数据源的边缘设备,极大地提升了响应速度。在工业生产、物联网等场景中,边缘计算能实时处理传感器数据,及时做出决策,显著缩短了延迟。同时,这种架构能够减轻云端的负担,将网络带宽资源更有效地利用起来,使得整体系统运行更加流畅。通过这种协同方式,云计算与边缘计算的结合不仅提高了数据处理的效率,还增强了系统对于动态变化环境的适应能力。例如,在智能制造领域,机器设备可实时监控并反馈数据,云端则可对收集到的信息进行全面分析,从而制定出优化的生产计划,从根本上提升生产力<sup>[4]</sup>。

## 3 应用实践策略

### 3.1 实时监控

借助数字孪生模型技术,可以实现对污水处理厂运行状态的实时监控,并保证设备在安全、高效的工况下运行。数字孪生模型是指利用物理系统的数据和数学模型相结合,构建虚拟的实体,以达到对真实系统进行仿真、监测和优化的目的。在污水处理领域,数字孪生模型能够通过传感器获取实时数据,并将其反映在虚拟模型中,使操作人员能够全面了解实际设备的运行状态。通过建立数字孪生模型,污水处理厂管理者可以在虚拟环境中模拟各种运

行情况,包括正常运行、突发事件等,从而制定相应的预案和应急措施。这种实时的监控能力有利于提前发现设备故障、异常情况或性能下降的迹象,进而采取有效的措施进行干预,避免因设备故障带来的生产中断和质量问题。此外,数字孪生模型还有助于精准预测设备寿命以及进行设备的优化设计,从而提高污水处理工厂的整体运行效率。在污水处理厂的日常管理中,数字孪生模型也能够帮助制定维护计划,识别设备的潜在问题并进行预防性维护。通过在虚拟模型中模拟各种维护方案的效果,可以选择最佳的维护策略,从而降低维护成本,提高设备的可靠性和稳定性。

### 3.2 预测维护

基于数字孪生模型的预测功能,能够有效计算和预测设备的维护周期及部件更换需求。这一技术通过实时收集和分析设备运行数据,形成一个精确的虚拟模型,从而为管理者提供决策支持。通过深入了解设备的当前状态,管理人员可以掌握每个组件的健康状况和使用寿命,以更好地安排维护和更换计划。数字孪生还依赖先进的算法和机器学习技术,能够识别出设备在某些操作条件下可能出现的潜在故障和疲劳状态。例如,在长期运行过程中,某些部件由于磨损或腐蚀会逐渐失去性能。预测功能不仅可以评估这些风险,还能结合历史数据,给出最优化的维护建议和更换时间,有效延长设备的整机服役时间。通过这样的预测机制,企业能够防范突发的设备故障,避免因停机造成的生产线中断与经济损失。提前进行维修和部件更换,不仅保障了设备的高效运转,也提升了整个污水处理厂的生产效率。此外,合理的维护策略还有助于减少能源消耗和运营成本,使企业手中的资源得到最佳利用<sup>[5]</sup>。

### 3.3 优化运行

在现代化工业生产和日常运作中,能效提升是追求可持续发展与降低经营成本的关键要素之一。为了达到这一目的,一种有效策略就是部署智能决策系统来自动化调整运行参数,进而实现能效最大化、大幅降低运行成本的目标。这一系统的应用涉及多方面的技术进步和策略整合,包括但不限于人工智能、机器学习、数据分析与控制工程等。智能化决策系统的核心优势在于它的自我学习与动态优化能力。系统能通过连续监测工厂运营过程中的能耗指标、生产效率、设备状态以及其他相关数据,实时收集并分析这些信息,识别不同运行条件下的效率特征,并据此预测最优运行策略。这种基于大数据和高级算法的决策模型,使得系统能在瞬息万变的运行环境下进行高效、灵活的适应和调整,以最优参数匹配当前的生产条件或需求,确保能源的使用率达到最高的效能水平,从而显著降低单位产能的耗电量和能耗成本。除了实现节能降耗的目标,智能决策系统的部署还能通过预测性维护功能提高设备的可用性和生产线的稳定性。通过持续的数据分析,该系统可以提前检测到设备性能衰退的迹象,预测故障发生的

可能性,进而安排适时的预防性维护工作,这避免了设备意外停机带来的生产中断及高维修成本,进一步提升了整体运营效率。另外,在节能减排的趋势下,智能系统还能够优化资源配置与物流管理。通过对供应链全流程的实时跟踪与分析,智能系统能够协调资源的分配,优化产品流转的路线和时机,减少运输成本与库存损耗,实现环境友好和经济效益的双赢。同时,系统还可以帮助企业实施更为精准的能效提升项目投资决策,确保资金投入得到最大化的回报与环保效应。

综上所述,通过引入并集成智能化决策系统,企业不仅能有效提升能效利用,显著降低生产运营的直接成本和间接能源消耗,还能够环境保护和社会责任方面起到积极促进作用。这是迈向智能制造和可持续发展的重要步伐,对未来经济模式向绿色、节能和高质量方向转型升级具有重要战略意义<sup>[6]</sup>。

### 3.4 数据共享

在推动智慧城市和可持续发展的过程中,加强数据的透明化、开放和共享已经成为关键策略。这一策略应用于各个领域时,特别是在污水资源化治理、提升城市管理效率的过程中,尤其彰显了其不可或缺的重要价值。尤其对于负责管理及监控污水处理设施的机构而言,实现大数据的全面、开放共享,不仅能极大地提高日常运营管理和监管的便捷性和有效性,也能进一步提升公共决策的质量、透明度,并增强社会对其行动的信任度。数据开放与共享的基础在于建立统一、规范的数据平台,这个平台需要集纳和整理各类实时的污水处理信息。例如,水体污染程度、污染物去除效率、设施设备的维护状态、运营费用与能源消耗等核心信息。这样做的主要目的是让包括监管机构、行业专家、公民社会组织在内的多方利益主体能够及时获取所需的信息,并根据这些数据进行分析研究。这种全方位、实时的数据共享模式不仅能够辅助管理部门制定更为科学合理的政策法规、操作指导,也为公众参与监督污水处理系统的工作效果提供了途径。

透明度提升对于提高决策效率也同样至关重要。通过公开的透明数据集,决策者可以更容易地评估当前系统的性能瓶颈、存在的挑战以及潜在的解决方案,从而更有效地配置公共资源、优化操作流程。同时,公开的运营状况报告也有助于激励所有参与者,无论是政府部门还是企事

业单位,都将更加重视环境保护与资源利用,共同致力于建设更为绿色、可持续的城市生态系统。值得注意的是,实现数据的开放和共享并非简单地发布数据集就结束了。为了确保这些资源的有效利用,还必须建立一系列的数据管理机制、网络安全措施与培训教育体系,来帮助用户理解和安全地使用数据。例如开展数据伦理培训,指导用户合理合规地处理个人数据,以及对第三方分析报告的审查,以防范隐私泄露风险和虚假信息扩散的问题<sup>[7]</sup>。

总而言之,通过推进污水处理数据开放与共享,在提高决策质量、优化城市管理以及构建公众信任等方面都能带来长远的好处。它既体现了科技创新驱动的现代治理理念,也展现了人类对生态环境保护的责任和决心,为实现可持续发展的未来贡献智慧力量。

### 4 结语

数字孪生技术在智慧污水处理厂的建设和应用中具有巨大的潜力。通过构建数字孪生模型、建立智能决策系统、利用云计算和边缘计算等技术手段,可以实现污水处理厂的实时监控、预测维护、优化运行和数据分析等功能。这将有助于提高污水处理厂的运营效率,降低运行成本,为城市的可持续发展作出贡献。

### 【参考文献】

- [1]叶钟灵. 工艺与智慧化背景下污水处理厂面临的挑战与策略研究[J]. 清洗世界,2024,40(8):30-32.
  - [2]廖伟,李震,吴江. 污水处理厂智慧化发展趋势与探索[J]. 净水技术,2023,42(2):70-74.
  - [3]龚利民,林峰,李震,等. 基于数字孪生的智慧污水处理厂建设和应用实践[J]. 给水排水,2023,59(11):138-143.
  - [4]郑宇祺. 污水处理厂的智慧化改造[J]. 新型工业化,2022,12(6):228-232.
  - [5]林浩. 论城镇污水处理厂电气自控的运行管理[J]. 新型工业化,2021,11(11):97-99.
  - [6]杨曦. 小型污水处理厂智慧平台的建设[J]. 化工设计通讯,2021,47(9):186-187.
  - [7]沈计,高欣琦. 农村分散式污水处理站运维管理的智慧化实践[J]. 供水技术,2021,15(4):45-48.
- 作者简介:邱瑶(1988.5—),毕业院校:重庆工商大学,所学专业:自动化,当前就业单位:重庆市排水有限公司,职称级别:副高。

## 水利工程施工中常见的质量问题解决方案分析

孟欣 谢春玉

单县第一水利工程有限公司, 山东 单县 274300

[摘要] 水利工程作为国家基础设施建设基础重要组成部分, 在助推经济发展、确保水资源安全及防洪减灾等方面发挥不可替代的作用。但是, 在水利工程施工过程中, 时常会涌现一系列挑战, 如混凝土强度不达标、漏水、土地保护不到位等, 上述挑战同时制约项目的稳定性和寿命, 从而可能引发造成重大的经济损失以及生态失调。所以, 针对水利工程施工工地普遍出现工程问题展开透彻剖析, 并提出配套的解决方案, 具备显著的现实意义和使用价值。文中专门水利工程施工时期典型质量问题归纳, 以案例分析为基础, 探究成因, 提出相应的改进措施, 旨在给水利工程质量控制提供借鉴。

[关键词] 水利工程; 质量问题; 施工; 解决方案

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13954

中图分类号: TV523

文献标识码: A

### Analysis of Solutions to Common Quality Problems in Water Conservancy Engineering Construction

MENG Xin, XIE Chunyu

Shan County First Water Conservancy Engineering Co., Ltd., Shan County, Shandong, 274300, China

**Abstract:** Water conservancy engineering, as an important component of national infrastructure construction, plays an irreplaceable role in promoting economic development, ensuring water resource security, and flood control and disaster reduction. However, during the construction process of water conservancy projects, a series of challenges often arise, such as substandard concrete strength, water leakage, and inadequate land protection. These challenges simultaneously constrain the stability and lifespan of the project, which may lead to significant economic losses and ecological imbalances. Therefore, conducting a thorough analysis of common engineering problems in water conservancy construction sites and proposing supporting solutions has significant practical significance and practical value. The article summarizes typical quality problems during the construction period of hydraulic engineering, based on case analysis, explores the causes, and proposes corresponding improvement measures, aiming to provide reference for quality control of hydraulic engineering.

**Keywords:** water conservancy engineering; quality problems; construction; solutions

### 引言

水利工程利用架构是支撑国家经济增长和社会全面发展与生态平衡关键基础设施, 其效率直接影响水资源的合理使用和自然环境的维护。但是, 伴随水利工程建设规模持续扩大和建造技艺的逐步提升, 施工期间涌现建造缺陷也逐渐增加显著, 问题不但会危害工程稳固性, 而且可能对周围环境及居民生活造成不良影响, 目的在于保障水利工程顺利推进长期稳定运行。迅速识别及解决施工期间问题非常重要必须, 现在水资源工程建设施工项目管理阶段过程中, 质量监管手段的实施仍然存在有一些方面尚不完善, 引起某些项目后期运行阶段出现有若干问题。据此, 文本将重点研究水利工程建设期间常见的质量问题, 同时计划解决方案, 目的是为提升建筑施工的品质等级提供参考价值。

### 1 水利工程施工中的质量问题概述

在水利工程发展中暴露的质量缺陷一直是影响工程的可靠性、经济性和持久性重要因素, 涉及的质量问题多种, 且其经常被忽视的严重性, 混凝土缺陷是水利建设施工阶段频繁出现质量问题, 涵盖混凝土承受压力的能力减

弱、裂缝现象、渗漏问题。建材抵御荷载性能不够窗户和门削弱其承重能力, 因此引起损害, 极端状况下对结构的整体性与稳固性带来风险。另外, 建设过程中陆续出现建筑项目问题, 如地基下沉、回填土体不坚实等, 进而对水利工程结构的稳定性能引起不良影响<sup>[1]</sup>。

水利工程项目的防止渗漏的方法是保障水资源不会流失重要部分, 但是施工期间采用防漏材料不合适或施工质量不达标, 或许导致防漏效果不好从而导致水资源的浪费环境破坏。建设过程中的环境保护手段时常常被忽略, 例如土地保育措施不全面、建筑废弃水处理不恰当等, 可能会导致生态破坏和资源浪费, 同时性, 施工监管不力也形成关键因素。管理层对施工技术的监管不够、施工人员技术水平不一、材料采购不符合规定等, 都可能引起造成工程质量瑕疵。在水利工程过程中出现的工程缺陷特别是制约项目持久安全性和效能完整性, 同时对自然环境和社会经济可持续发展带来了长期影响, 所以, 详尽探究诸多问题类型和原因, 立刻实施对策, 尤为关键。

### 2 水利工程施工质量问题的原因

在水工项目的施工时期产生工程瑕疵, 经常起因于诸



多因素互相影响,基本主要分为几个方面,建筑施工图上显现的瑕疵是引起工程故障关键因素其中之一为。假如设计时期未全面顾及地形特点、气候变动和水文信息多个元素,或许导致后期施工过程中出现不符现象。举例来说,规划蓝图的参数设定不妥当,或者缺少地基加固进行着精确评价,都将使得工程品质无法确保稳定达标<sup>[2]</sup>。

施工材料的选择及使用错误同样是关键的重要因素之一。某些建筑企业目的在于节省费用,使用质量较差的建筑材料,或者在材料的保存、运送过程中处理方法不恰当,导致材料受潮或劣化,从而降低了混凝土的强度与耐用性。同时,工程人员技术水平参差不齐技术能力各不相同,这导致影响工程质量。众多建筑施工人员缺少必要的专业技能,特别是在操控高精度设备与执行关键技术时,倾向于出现失误。施工管理不善和沟通配合不到位同样引发工程质量问题出现,例如,缺乏有效的质量控制体系,未能对施工过程进行严格监管和记录,导致在发现问题时无法及时进行修正和处理。生态环境的诸多因素,如气候变化、地形地貌等带来的影响,同样不可忽视。例如,在恶劣天气条件下施工,可能会导致混凝土强度不足或土体不稳定,进一步影响工程的整体质量,水利工程质量问题的成因纷繁多样,唯有借助全方位细致的剖析,方能够探寻到真正有力的处理手段,保障工程品质的稳定与可信赖程度。

### 3 水利工程质量问题的解决方案

#### 3.1 施工技术改进

在水利工程的施工地,建设技术的发展是增进工程品质和效率标准关键手段。应用先进的建造技术方法有助于明显提升建设质量和效率,举例来说,使用计算机数控技术和自动化机械设备,能够降低人为失误,保障施工环节的规范化统一性。与此同时,伴随科技手段迅猛进步,项目工程平台管理使用逐步形成领域典范。此款装置具备即时监管施工进度、材料消耗状况和机械运行状态,迅速识别并予以纠正隐存的瑕疵。技术革新也增进工程水准的要素,以混凝土浇筑为例,采用泵送技术以及应用高性能混凝土,可以有效提升混凝土的一致性和强度,减少开裂的可能性。在这个过程中,适当的施工方式部署有助于提升每项施工阶段切换,降低各个工步耗时和资源耗费<sup>[3]</sup>。

针对着水利工程特性,运用模块化施工技术、预安装部件和现场组装等新型施工方法,依旧能够有效缩短工程进度,提高整个项目的质量。在材质应用领域,运用创新型绿色材料及优化配比,可以提升材料的性能,增强工程持久性。举例来说,添加合适添加剂,能够增强水泥制品的防水性能和耐低温特性,适用范围各种复杂状况。施工技术的增强需配合施工人才队伍建设一并推进,提升其技术能力和操作水平,执行不断训练与技术互动,持续刷新从事建筑工作的人员的知识库,让他们熟练地掌握新型

技术及方法,进而达成高质量的水利项目、高效的工程建设程序。所以,施工技术的优化应用于整个工程,包括机械设备、施工技术、建筑材料及工程人员等许多方面,唯有全方位措施,才能保障确保水利工程顺利实施圆满完成。

#### 3.2 加强人员培训与管理

在水利工程领域,提升人员素质与技术操作是确保工程质量和建设阶段工人安全的关键环节。建设者的技术素养直接地关系到建设品质,所以需要实施全方位培训增强其操作技能和理论知识。教学计划包含水利工程的基础理论、施工技术、质量监管、环保措施等多个领域,通过此方式保证全体人员拥有能力深刻领会施工规范及规定<sup>[4]</sup>。与此同时,应时常举办技艺增强训练技术探讨,促使员工了解尖端的建筑技术管理信息,提升其应变能力先进技术、新型机械设备能力,利用这种办法,不仅能够提升专业能力,同时也能够促进团队的协作精神和能力的提升,完善的管理体系同样提升建设质量途径。在进行过程中,理解确定职责所在范畴工作准则,让全体员工明确自身职责和工作内容,管理层应持续监控所有岗位的工作表现及质量,及时识别并纠正问题,借助业绩评估与鼓励手段,促使工作者工作期间内尽力展现优秀,激发工作积极性。在此过程中,领导者需重视团队成员心态和职业成长,给予全面支持关爱,用来维持工作积极性与稳定状态。

工地的安全控制与人员教育也紧密相关,经常进行防护常识及对应练习,提高员工安全观念和紧急情况应对技能,保障工作人员遇到紧急状况时能够妥善解决问题,尽力减少意外事件的发生概率。务必在教学过程中,重点介绍水利建设特点,例如水中作业的安全措施、机械操作的要点等,保证每位职员完全熟练掌握。借助强化员工培育及管理,能够显著提高水利工程施工的总体质量安全标准。一支专业的施工队伍不但具备能力提升工程进度,还于技术革新和质量监管领域内显示更为显著卓越成效,为水利项目施工长期进步奠定基础扎实的基石,因此,相关部门应当将人才培养与管理纳入水利工程施工管理,以实现整体提升施工质量目的追求<sup>[5]</sup>。

#### 3.3 严格材料验收与检测

在水利工程领域,严格的物料审核与检查是确保工程质量关键性步骤。建筑物资是构成水工建筑物地基,质量优劣直接地关乎工程稳固性及耐用期限。所以,施工团队需要构建健全的建材检验及质量控制体系,保证所有使用的材料都契合国家规范和施工设计要求,建筑企业应在外购材料初期确立供应商筛选准则,重点挑选信誉佳、拥有相匹配资格的制造商。另外,需与供货商签署具体详细质量保障合同,确保其提供的物料质量能够追踪,并满足相应的检验规范,物资抵达工地之后,必须执行彻底的检验,审查涵盖产品外形品质、规格规范、工艺参数等,保证其满足规划需求相关工艺标准。针对重要材料,如水泥制品

等、钢铁制品、合成材料等, 务必进行严密的质量控制, 此类检测涵盖物理特性、化学组成和力学指标诸多方面, 保证其满足应用标准。在核查阶段, 需要制定详尽的验收清单, 作为后续的质量管理工作及责任追溯重要文档<sup>[6]</sup>。

施工团队需经常对建筑材料实施取样检测, 用以评定其使用寿命和稳定性和准确性, 随意测试能够借助第三方检测机构进行, 确保检测结果的真实性和准确性。与此同时, 工地的物资管控极其重要, 必须保障物资存储期间防潮、保持稳定, 防止若材料损耗发生从而影响工程质量。执行检查与核实期间, 若观察到建材呈现问题, 施工方应立刻中止使用, 并追责供应商方责任主体。另外, 需要对员工开展教育, 增强工人对于建筑材料的品质认识, 保证于验收环节达到准确判定不符合标准建材, 严密物料检验与测验是水利建设项目工程建设品质管理核心步骤, 借助优化物资管控体系和高效率的质量检测手段, 可实现有效降低由物资质量问题引起的建设项目风险, 保障工程的安全性及持续运行<sup>[7]</sup>。

### 3.4 完善质量管理体系

在水利工程行业里, 健全的质量控制体系是保障工程品质的关键性措施。一套性能优良的质量控制体系也能够具备能力提前预防并及时纠正施工期间缺陷同样能全周期内提升工程的整体管理水平。所以, 建立完善质量管控体系必须明确为水利建设项目建设施工现场主要任务, 包括诸多领域, 包括制订规章、组织架构、人才培养、技术规范、检测方法和反馈体系等。制度建设是优化品质管理架构的基础, 应拟定依照规范要求及行业规定质量管理要求。具体规定明确各个职位的职能权限权力, 质量控制系统应该覆盖从计划、材料选购、施工到完工检验所有阶段同时适应项目的具体情形来确保操作效率和适用性原则。与此同时, 质量管理架构必须经常性审视和刷新, 以顺应新科技新规范迭代升级, 维持其实际的实施成效与预见性。合适的结构计划设计方案也联系到质量管控架构整体组成, 应设立专门承担质量管理机构, 承担项目质量管理职责及监督任务。该企业需要招聘合格的质量管理专家, 保障全体成员拥有必需的专业能力与技术能力, 用以实施高效质量管理。

在员工教育领域, 需要提升对建筑业工人质量观念技术水平与操作能力训练, 品质管理流程的高效运行依赖全员协作。所以, 定期开展质量管控培训课程, 提升员工的质量意识水平, 让员工知晓质量管理的关键性, 并熟知相应的工作标准及技术规定<sup>[8]</sup>。

检测技术进步同样属于质量保证体系核心部分, 应构建多元品质管理框架, 涵盖自查、互评和专家审核等, 保障所有阶段都实现严格监管质量。施工阶段, 注重对重要工序和建筑原料实施检验, 保障其满足设计规范相应的质量标准。另外, 采用尖端的检测设备及技术方法, 提升检测精度和效率, 保证工程质量的稳固性, 构建高效的反馈体系是优化质量管理体系关键环节。通过对施工过程之间环节工程规范展开统计剖析和分析, 即刻发现和纠正瑕疵, 工程结束期, 对建设全过程进行质量评审, 吸取教训, 为今后项目提供参考。与此同时, 反馈体系还应涵盖涉及客户和用户反馈和反馈, 保障于项目执行期间持续优化, 提升服务水准。

### 4 结语

概括而言, 针对水利工程施工现场期间经常出现工程瑕疵, 务必全方位着手彻底整改, 应用提升施工技术改进、人才培养、物料控制、施工流程管理和质量管理体系构建, 有助于有效地减少施工过程中的风险程度, 保障高质量的水利项目施工, 对国家水利建设的发展形成稳固基础。

### 【参考文献】

- [1] 韩子昌. 水利水电工程施工管理存在的问题与对策研究[J]. 水上安全, 2024(14): 160-162.
  - [2] 李涛, 胡若轩, 徐俊, 等. 水利工程施工废水处理相关技术管理问题的探讨——以滁河防洪治理近期工程为例[J]. 江苏水利, 2024(1): 43-46.
  - [3] 曹毅. 水利工程施工管理中存在的问题及对策[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(34): 58-60.
  - [4] 曲彦羽, 黄培杰. 青海某水利工程施工用水问题分析[J]. 河南科技, 2023, 42(21): 57-60.
  - [5] 梅涛. 水利工程施工管理中存在的问题及改进措施[J]. 工程建设与设计, 2023(19): 249-251.
  - [6] 朱士战. 水利工程施工质量问题及质量控制措施[J]. 中国设备工程, 2023(16): 255-257.
  - [7] 王珏. 水利水电工程施工中安全管理问题分析[J]. 冶金管理, 2023(13): 4-6.
  - [8] 吴禄静. 水利水电工程施工管理相关问题探讨[J]. 水电站机电技术, 2023, 46(7): 159-162.
- 作者简介: 孟欣(1993. 2—), 毕业院校: 中国农业大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 单县第一水利工程有限公司, 职务: 项目经理, 职称级别: 工程师; 谢春玉(1994. 4—), 毕业院校: 山东农业大学, 所学专业: 水利水电工程, 当前就职单位: 单县第一水利工程有限公司。

# 基于虚拟现实技术的变电站系统设计

黎 卡

深圳市输变电工程有限公司，广东 深圳 518055

**[摘要]**随着虚拟现实（VR）技术的不断发展，电站安全管理迎来了前所未有的机遇。VR 技术通过设备故障模拟、人员培训与演练、安全隐患预测以及数据分析与可视化等应用，显著提升了电站安全管理的效率与质量。该技术能够创建真实的模拟场景，使电站管理人员能够更直观地理解电站的运行状态，从而及时识别潜在问题和隐患，并采取相应的措施进行处理。本篇文章基于 VR 技术探讨了其与电站安全管理的关系，并分析了在变电站系统设计中面临的挑战，研究了相关问题。通过这一研究，旨在为电站的安全、高效运营提供更加可靠的支持，为电力行业的可持续发展贡献有价值的见解与实践指导。

**[关键词]**虚拟现实技术；变电站；设计

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13942

中图分类号: TM743

文献标识码: A

## Design of Substation System Based on Virtual Reality Technology

LI Ka

Shenzhen Power Transmission and Transformation Engineering Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518055, China

**Abstract:** With the continuous development of virtual reality (VR) technology, power plant safety management has ushered in unprecedented opportunities. VR technology has significantly improved the efficiency and quality of power plant safety management through equipment failure simulation, personnel training and drills, safety hazard prediction, and data analysis and visualization applications. This technology can create realistic simulation scenarios, allowing power plant managers to more intuitively understand the operating status of the power plant, identify potential problems and hazards in a timely manner, and take corresponding measures to deal with them. This article explores the relationship between VR technology and power station safety management, analyzes the challenges faced in substation system design, and studies related issues. Through this research, the aim is to provide more reliable support for the safe and efficient operation of power plants, and contribute valuable insights and practical guidance to the sustainable development of the power industry.

**Keywords:** virtual reality technology; substation; design

### 引言

在全球能源转型与可持续发展的大背景下，电力系统的稳定性与灵活性愈加重要。作为电力网络的关键节点，变电站不仅承担着电能的转换与分配任务，还在保障电网安全及提高能源利用效率方面发挥着不可或缺的作用。然而，传统的变电站设计方法常常面临信息流通不畅、设计过程缺乏直观性及团队协作效率低下等问题，导致设计周期延长、资源浪费以及安全隐患增加。为应对这些挑战，基于虚拟现实（VR）技术的变电站系统设计逐渐引起了广泛关注。通过创建高度沉浸的三维环境，虚拟现实技术能够有效地将设计数据可视化，设计团队得以在虚拟空间中进行实时交互与评估，进而实现设计方案的优化。此外，现场人员的操作技能与安全意识通过 VR 技术在培训与教育中的应用得到提升，从根本上降低施工风险。本文旨在探讨虚拟现实技术在变电站系统设计中的应用及其优势，同时分析当前变电站设计的现状与面临的挑战，深入研究虚拟现实技术如何提升设计流程的效率与安全性。通过此研究，期望为电力行业在设计创新、提升协同效率及推动可持续发展方面提供理论依据与实践指导，以适应快

速发展的电力市场及日益增长的能源需求。

### 1 虚拟现实技术的特点

虚拟现实技术的特点主要体现在沉浸感、交互性及卓越的可视化效果上。沉浸感，指用户佩戴 VR 设备后仿佛置身于虚拟环境中，获得身临其境的体验，这种感受有效提升了用户的参与度与体验质量。交互性赋予了用户与虚拟环境中元素的实时互动能力，操作过程不仅限于简单的观察，更包括触摸、移动及改变对象，从而加强了用户对系统的理解与控制感。此外，在可视化方面，虚拟现实技术表现出色，通过三维建模与真实渲染，复杂的数据和信息得以直观地呈现，帮助用户更清晰地理解设计方案及系统结构。正因如此，虚拟现实技术成为各个领域，尤其是在变电站设计中，强有力的工具，显著提升了设计效率、优化方案评估及增强培训效果。

### 2 变电站系统设计现状分析

#### 2.1 变电站的功能与组成

变电站在电力系统中扮演着至关重要的角色，其主要功能在于将电力从发电厂传输至各个用电区域，同时通过变压器对电压进行升降，以满足不同电压等级的需求。其



结构较为复杂,通常由一次设备、二次设备及辅助设备组成。一类设备包括变压器、断路器、隔离开关、母线等,这些设备负责电能的传输、转换与分配;二类设备则主要由保护与控制装置构成,如继电保护系统、自动化设备及通信系统,这些装置确保电网的安全与稳定运行;而辅助设备涵盖供电、照明、通风及消防等系统,以保障变电站的正常运作<sup>[1]</sup>。通过这一系列设备的协同工作,变电站得以高效、安全地完成电力的传输与分配任务。

## 2.2 传统设计方法的局限性

传统的变电站系统设计方法存在着多方面的局限性,主要体现在设计效率、精确度、协同工作以及项目管理等领域。在设计过程中,依赖于二维平面图纸和手工计算的方式,设计过程不仅繁琐且易出现误差,这种方法无法直观地展示复杂的三维结构。设计图纸的可读性较低,使得工程师在理解电气设备布局及空间配置时常常产生歧义,进而影响设计的准确性与施工的精确度。此外,灵活性与实时性在传统设计方法中显得不足,设计中的修改与调整往往需耗费大量时间,难以迅速响应现场变化及需求。对于协同工作,多支设计团队或专业之间的沟通与合作效率低下,信息传递的不及时性常导致设计冲突或项目延误。最后,在项目管理与进度控制方面,未能实现对设计过程的动态监控,传统方法频繁出现项目进度滞后及成本超支等问题。

## 2.3 变电站设计的挑战

变电站设计面临众多挑战,主要体现在技术复杂性、空间限制、安全性要求以及环境适应性等方面。随着电力需求的不断增长,变电站的规模与功能日益复杂,设计人员不得不考虑多种因素。这些因素包括设备布局、电气连接的优化及各类系统的协同运行,使整体设计的复杂性大幅增加,同时对设计精度的要求也随之提高。通常,变电站位于空间有限的场地中,设计师需充分利用每一寸空间,确保设备布局的合理性,避免设备之间的干扰,并保证维护通道的畅通可达,这对设计师的空间规划能力提出了严峻的挑战。作为电力系统中的关键节点,变电站必须满足极高的安全性标准,任何设计上的疏忽都可能严重影响电力系统的稳定性与人员的安全。因此,在设计过程中,安全防护措施及应急预案必须被全面考虑。此外,变电站的设计还需适应复杂多变的环境条件,包括极端气候、地理特征及环保要求,以确保在恶劣环境下的可靠运行。

## 3 虚拟现实技术在变电站设计中的应用

### 3.1 三维建模与可视化

在变电站设计过程中,虚拟现实技术通过三维建模与可视化显著提升了设计效率与精确度。以高度真实的三维形式,变电站中的各类设备、设施及其布局得以展现,使设计人员与工程师能够直观查看系统的整体布局与功能配置。这种可视化手段将复杂的二维图纸转化为易于理解的三维空间模型,帮助设计团队更清楚地理解设备之间的相对位置及安装要求,并实时调整与优化设备的布置。用户能够沉浸于“变电站”中,通过虚拟现实设备互动体验

不同的设计方案,及时识别潜在的设计问题或冲突。此外,与其他相关团队的协作效率得到了提升,设计成果以直观的方式与施工、维护等部门共享,从而减少了信息传递过程中的误差,保障了整个项目的顺利实施。

### 3.2 设计方案评估与优化

在变电站设计中,虚拟现实技术为设计方案的评估与优化提供了全新的途径,使设计的可行性、合理性与安全性得以在早期阶段全面检验。通过沉浸式虚拟现实环境,设计人员能够在三维空间中动态查看与操作变电站的整体布局及设备配置,直接体验与评估不同方案的效果。这种直观的可视化评估方式,使得潜在问题的迅速识别成为可能,例如设备布置的不合理、维护空间的不足或操作路径的阻碍等,进而能够提前进行设计调整,以避免在后期施工中出现设计缺陷及修改成本的增加<sup>[2]</sup>。此外,虚拟现实技术还可用于模拟变电站在不同工况下的运行情况,例如在不同气候条件与设备负载状态下的性能表现等,以确保设计方案能够有效应对实际应用中的各种挑战。

### 3.3 培训与教育的应用

虚拟现实技术在变电站设计的培训与教育应用中展现出显著的优势。通过构建逼真的虚拟环境,帮助操作人员与工程师在安全、低风险的条件下进行实践学习与技能培训的效果十分明显。传统培训方式通常依赖于书面材料与实地教学,而虚拟现实技术则能够有效模拟真实的工作场景与操作流程,提供沉浸式的学习体验,使学员得以在虚拟环境中进行设备操作、故障排查及应急演练。这种互动式的培训方式,使得学员不仅能更直观地理解设备的工作原理与操作步骤,还能在虚拟环境中反复练习,以巩固所学知识,且不必担心实际操作带来的安全隐患与设备损耗。此外,能够模拟各种复杂故障场景的虚拟现实技术,有助于学员掌握应对不同紧急情况的能力,从而提升其在实际工作中的应变能力与操作熟练度。对于新员工而言,虚拟现实培训显著缩短了学习曲线,使其快速掌握关键技能;而对于经验丰富的技术人员而言,该技术则提供了一个持续学习的平台,以应对技术更新与复杂场景操作的挑战。

## 4 设计流程的优化与改进

### 4.1 协同设计与团队合作

在变电站设计中,优化与改进协同设计与团队合作被视为提升设计效率与质量的关键因素。传统设计方法常常导致信息孤岛的形成,使各专业团队之间的沟通不畅,从而引发设计冲突与误解。在引入现代协同设计工具与技术后,信息的实时共享与无缝协作得以实现,团队成员能够在一个集成平台上进行高效合作。借助虚拟现实与三维建模技术,设计师、电气工程师、土木工程师等相关人员可以在同一虚拟环境中互动,直观查看并调整设计方案。这种协同设计的方式不仅提高了信息传递的效率,还有效减少了由于设计变更所引发的重复工作与资源浪费。此外,团队合作也得到了显著增强,成员之间能够及时交流想法与建议,共同解决设计过程中遇到的挑战。通过定期召开

虚拟会议与协同评审,设计团队能够迅速反馈与响应,确保每个环节的设计均符合整体目标。这样的优化流程不仅保障了设计的连续性与一致性,还促进了各专业间的协调与配合,最终实现了变电站设计的高效、安全与可行性,为项目的成功实施奠定了坚实基础。

#### 4.2 数据集成与实时反馈

在变电站设计的优化与改进过程中,数据集成与实时反馈不仅被视为提升设计效率的手段,更是实现设计智能化与精准化的基础。传统设计流程中,数据往往分散于不同系统与团队,导致信息滞后及误解,从而影响决策的及时性与准确性。通过构建统一的基于云计算的集成平台,设计师、电气工程师、土木工程师及其他相关人员得以在同一环境中访问、更新与共享设计数据。这种数据集成确保所有参与者获得一致的信息,包括设计图纸、材料规格、项目进度及施工方案。透明的信息流动促进了跨团队的协同合作,显著降低了因信息不对称而导致的设计失误。在这一过程中,实时反馈机制同样发挥了重要作用。设计人员能够迅速接收到来自现场施工的反馈信息,及时识别并解决潜在的设计缺陷或实施问题。例如,现场实际情况、设备安装状态及潜在问题可以通过移动设备被施工团队实时反馈给设计团队,这使得设计师能够根据这些数据迅速调整方案,从而减少因设计与现场实际不符而引发的返工与延误。此外,集成的数据分析工具可实时监控项目进度与成本,自动生成报告并提示潜在风险,使得项目管理人员能够迅速反应,优化资源配置,确保项目按既定目标推进<sup>[3]</sup>。数据集成与实时反馈的有效结合,改变了传统设计工作方式,使得设计流程更加灵活、动态与高效。这一新型工作模式不仅提升了设计质量,还增强了项目在复杂环境中的适应能力,为变电站的成功建设提供了坚实的支持。

#### 4.3 项目管理与进度控制

在变电站设计中,优化项目管理与进度控制被视为确保项目成功实施的关键环节,涉及多方面的策略与技术应用。有效的项目管理不仅限于任务与资源的调配,更在于通过科学的规划与严密的执行,确保设计流程的高效运转。清晰的目标设定与合理的时间安排构成项目管理成功的基础。在项目启动阶段,整体目标、关键里程碑及各阶段的完成期限必须明确。这种结构化的时间管理方法,使团队能够更好地进行资源分配,确保各个环节的协调一致。实时进度监控与反馈机制在项目管理中同样发挥着至关重要的作用。借助项目管理软件与工具,任务进展能够动态监测,实现对各项工作的实时跟踪。这样的做法不仅使项目经理迅速识别潜在的延误与瓶颈,还能及时采取纠正措施,例如资源配置的调整或任务优先级的重新安排。定期的项目进度评审会议促成团队之间的信息共享,确保专业人员对项目进展的共同理解与预期,从而避免因沟通不畅而导致的误解与冲突。在进度控制方面,关键路径法(CPM)及甘特图等工具能够有效识别影响项目整体进度的关键任务,帮助项目团队集中资源与精力解决这些关键问题。此外,风险

管理同样是项目管理不可或缺的一部分。在项目初期,项目经理需识别可能的风险因素,并制定相应的应对策略,以确保在风险发生时能够迅速反应,降低对项目进度的影响。

#### 5 未来发展趋势与展望

未来,变电站设计将更为关注智能化、可持续性与灵活性。随着技术的快速进步,尤其是数字化与信息化技术的发展,变电站的设计有望实现更高效的资源配置与更精确的系统管理。智能化,将成为设计的重要趋势;通过集成物联网(IoT)、人工智能(AI)及大数据分析技术,设备的实时监测、故障预测与智能决策得以实现。这一转型不仅提升了变电站的运营效率,还通过自动化系统减少了人工干预,进一步提高了安全性与可靠性。可持续发展理念将深刻影响变电站的设计思路。绿色建筑及环境友好设计方法的重视日益增强,未来的设计方案将专注于降低能耗、提高材料的可回收性,并评估对生态环境的影响。新的变电站不仅将充当电力传输的节点,还将成为智慧城市中重要的能量管理中心。通过有效结合可再生能源,变电站将实现多元化的能源供应与灵活的电网管理,推动其向更高效、环保的方向发展,并在全球能源转型中发挥更大作用<sup>[4]</sup>。此外,虚拟现实(VR)与增强现实(AR)等先进技术的应用,将进一步提高变电站设计的可视化水平与互动性。这些技术的结合,将为设计人员提供更加直观的设计体验,使得设计方案的评估与优化过程更加高效且精准。伴随着协同设计与远程工作的普及,跨地域团队合作已成为常态,设计过程中信息共享与协同效率的显著提高,将是未来设计的重要特征。

#### 6 结语

虚拟现实的引入,使设计流程不仅变得更加高效与直观,还显著提升了团队协作的效率与设计质量。同时,VR技术在培训与安全管理方面的应用,有助于提升操作人员的技能水平与安全意识,从而有效降低潜在风险。尽管在当前实施过程中,技术与成本挑战依然存在,但随着技术的不断进步,这些问题将逐渐得到解决。展望未来,电力行业应继续深化对虚拟现实技术的研究与应用,探索其在其他领域的潜力。这一探索,将推动变电站设计及整体电力系统的可持续发展,为实现更高效、安全及智能的电力网络贡献力量。

#### [参考文献]

- [1]付彦伟,余建生.基于虚拟现实技术的变电站系统设计[J].光源与照明,2024(3):159-161.
  - [2]张志刚,韩伟.基于虚拟现实技术的智能变电站运维管理系统[J].现代工业经济和信息化,2023,13(5):68-69.
  - [3]杭凤海.基于虚拟现实技术的变电站仿真系统[J].电工技术,2022(2):96-98.
  - [4]杨慧,谭卓强,邱海峰,等.基于虚拟现实技术的变电站设备实时监控系统设计及实现[J].电脑知识与技术,2018,14(17):273-274.
- 作者简介:黎卡(1986.4—),男,广东高州人,广东工业大学电气工程及其自动化专业,深圳市输变电工程有限公司技术专家,高级工程师(副高级)。



## 电力系统中的分布式能源对调度的影响

庾胜琦 黄亮 彭万俊 刘兰芳

国网湖北省电力有限公司兴山县供电公司, 湖北 兴山 443700

**[摘要]**随着能源转型的加速, 分布式能源在电力系统中的占比日益增加。分布式能源包括太阳能、风能等可再生能源, 它们具有分散性、间歇性等特点。这些特性使得电力系统的调度面临前所未有的挑战。传统的调度模式主要基于集中式的大型发电站, 难以适应分布式能源的多变性。例如, 太阳能的发电受天气影响, 风能发电取决于风速, 这都给电力系统的稳定调度带来诸多不确定性, 需要重新审视调度策略。

**[关键词]**电力系统; 分布式能源; 调度

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13938

中图分类号: TM7

文献标识码: A

## The Impact of Distributed Energy in the Power System on Scheduling

TUO Shengqi, HUANG Liang, PENG Wanjuan, LIU Lanfang

Xingshan County Power Supply Company of State Grid Hubei Electric Power Co., Ltd., Xingshan, Hubei, 443700, China

**Abstract:** With the acceleration of energy transformation, the proportion of distributed energy in the power system is increasing day by day. Distributed energy includes renewable energy sources such as solar and wind energy, which have characteristics such as decentralization and intermittency. These characteristics pose unprecedented challenges to the scheduling of power systems. The traditional scheduling mode is mainly based on centralized large-scale power plants, which is difficult to adapt to the variability of distributed energy. For example, solar power generation is affected by weather, while wind power generation depends on wind speed, which brings many uncertainties to the stable scheduling of the power system and requires a re examination of scheduling strategies.

**Keywords:** power system; distributed energy; dispatch

### 引言

在当今的电力格局下, 分布式能源正蓬勃发展并逐步融入电力系统。电力系统的调度是确保电力供应稳定、高效的关键环节。然而, 分布式能源的接入改变了电力系统的结构和运行方式。其规模小、分布广的特点与传统集中发电大相径庭。像小型的分布式光伏电站, 它们的发电能力随光照强度波动。这种波动对电力调度的准确性、灵活性提出了更高的要求, 促使深入研究其对调度的影响。

### 1 分布式能源概念

分布式能源作为一种新兴的能源形式, 正逐渐在全球电力市场崭露头角。分布式能源概念涵盖多个方面。从用户角度看, 它依据用户类型可分为工业、商业和住宅用户; 按照用户的位置与数量, 有集体用户和个人用户之分; 还能根据用电量来划分。这种多样化的分类方式反映出分布式能源应用的广泛性。需求响应是分布式能源概念中的重要元素, 1984 年首次引入美国电力市场, 包含负载管理和能源效率管理。需求响应可理解为, 当电力系统运行受威胁或电价上涨时, 电力用户收到市场信号或价格激励后, 改变用电习惯和模式, 如降低负荷或转移用电时段, 以此保障电力系统安全稳定运行, 减轻价格波动影响。需求满意度分为基于动机和基于价格两类, 用户会根据需求响应策略在系统变化时做出相应调整, 像直接充电控制、中断充电和 V 类响应等, 零售价格的变化也会促使用户改变消

费习惯。分布式电源是分布式能源的关键部分, 它具有众多独特之处。这是一种独立、清洁、环保、经济、高效且可靠的智能发电形式, 建于充电中心附近, 运用先进的信息控制技术。其产品丰富多样, 例如小型水力发电、分布式风能、光伏发电、小型内燃机、小型燃气轮机等。分布式电源的主要特点首先是在现场生成电力并直接供应给用户, 这种方式减少了传输损耗。其次, 其电力分配功率较低, 一般不超过 10 兆瓦, 但不同国家因定义差异有所不同, 像英国允许高达 100 兆瓦接入, 新西兰仅为 5 兆瓦, 瑞典限制在 1.5 兆瓦。再者, 分布式电源通常连接低压电网, 不过由于各国低压和中压电网定义的区别, 允许接入的电压也不尽相同。最后, 分布式发电以可再生能源为主要能源, 建设成本虽低于普通发电机, 但发电成本可能高于普通发电机, 不过考虑到用户购买成本, 从风能、光伏发电等可再生能源生产电力仍具有一定经济效益。在当今追求可持续发展的时代, 分布式能源凭借其独特的优势, 在满足不同用户电力需求、提高能源利用效率、保障电力系统稳定等方面发挥着不可替代的作用。随着技术的不断进步和相关政策的支持, 分布式能源有望在未来的能源格局中占据更为重要的地位。

### 2 分布式能源发展的影响

国家发改委发布的 2018 年节约成本意见, 适应改革需求, 对分布式能源发展影响深远。这一举措支持企业配



电自主建设,推动新能源改革,促使电力服务业发展。电力服务提供商能够自主建设分布式电力并参与市场竞争,这使得需求方用户类型丰富起来,从单纯的用户转变为购买者,需求方的博弈行为也得到改善,还建立起电力服务提供商群体与电网之间的博弈关系。然而,分布式能源发展也带来了挑战。新能源改革中的绿色证书贸易虽促进可再生能源发展,但分布式可再生能源受地理位置、规模和气候环境等因素制约,输出功率随机且间歇性波动明显。这种特性影响电网平衡,使能源供应的稳定性和可靠性降低。一方面,分布式电力供应商成为电力供应商参与市场博弈;另一方面,电网在考虑分布式电源时,尤其是大规模供电时面临新问题。这需要在分布式能源发展进程中,不断探索解决之道,以实现能源供应的高效与稳定。

### 3 应对分布式能源影响的调度策略

#### 3.1 基于多智能体系统的主动配电网混合优化控制结构

在主动配电网的优化控制研究中,采用基于多智能体系统的混合优化控制结构具有重要意义。采用的多层控制系统分为三个层次,在第一个层次,每个分布式发电具备智能结构,它能够智能监控自身的状态环境并满足相关要求。这些要求从网络的中央控制器下载,随后依据优化算法发送请求和响应。这一层次聚焦于单个分布式发电机的状态监测与交互,是整个控制结构的基础单元。第二个控制级别着眼于不同代理之间的协同效应管理,通过建立每个微电网之间的连接,每个微电网不仅能查看自身电源状态,还能了解其他微电网的状态。这种连接为微电网之间的协调合作提供了信息基础,有助于提升整个配电网的运行效率和稳定性。在基本控制级别之上,设置中央控制级别至关重要。为了确保中央控制器具有较好的处理速度,中央控制系统进一步细分为功率分配电网实时控制级和功率分配电网控制级,以控制微机和功率分配单元的运行控制。本文所采用的支撑控制系统具有智能结构,需要进行优化。对于像光伏风力涡轮机这类环境友好的分布式发电机,仅采用最大功率模型,而其他可调节的分布式电源则由发动机和燃料电池控制。这种区分对待不同类型分布式电源的方式,有助于在满足环保要求的同时,实现对不同电源的有效控制。混合控制方法是本文的核心控制策略,在分布式网络实时运行中,假设网络运行环境,优化配电网的分布,优化配电网与电网组之间的关系以及优化控制要求。由于分布在小电网中的每个电源必须遵循整个电网的中央控制规划,每个小电网使用多个控制层和代理连接。这使得类似的功率要求微电网和微电网之间能够协调,并且单个微电网之间的电压和负载能量能够相互作用,从而增加网络运营公司的利润。对于小阵列间的优化问题采用分布式方法控制,在一般的优化控制中,考虑多电网和正电网是中央控制器和低层控制器的比值,采用多级控制器

对正电网进行优化控制,主要通过电网的内部优化控制和正电网的集群实现。当控制结构标准化后,便可以对分布式发电机系统、微电网和微电网集群进行控制。通过设定目标和优化功能,实现微电网设备的优化,进而提高整个主动配电网的运行性能,确保电力在电网各部分之间有效地流动,适应现代电力系统对于高效、稳定、智能的需求。

#### 3.2 多时间尺度优化调度流程制定

在电网资源潜力分析中,从日、日前和实时这三个时间尺度开展工作,目的在于限制分布式能源管理的波动,提升经济效益并确保电网稳定运行。在配电网规划优化的日前阶段,首先要对前一日负荷所需的能量值等进行预测。基于此预测结果,明确网络的最小运行目标、最优经济性能、最小光速和最小电压偏差,进而构建最优规划模型并求解,以获取最佳规划成果。接着,依据电网的要求确定当日的优化计划,同时发布和更新当日的柔性负荷优化计划。在电网优化过程里,针对分布式能源的动态处理是关键。通过制定灵活的充电方案来最大化电网经济效益,推动电网稳定运行。配电网优化的调度时间设定为24小时,以1小时为间隔划分,为便于定位,控制单元数据1小时保持不变。借助网络规划中心获取各时段的弹性负荷预测和数据,将预测结果融入优化方案,运用多目标算法求解最优规划模型,从而得到最优的弹性负荷优化方案,提前完成优化规划。按照前一日的优化计划,将计划周期时间划分为4点,修改前一日的弹性负荷源,获取前一日的负荷和生产数据,通过1小时模型解析得出计划周期的优化计划策略,再发送给相关执行方并执行优化计划指令。而在实时优化计划阶段,以15分钟作为实时均衡优化计划节点,以最少的调整次数和最佳经济效益为目标确定实时优化计划。通过这样的多时间尺度优化调度流程,能够有效提升电网运行的综合效益。

#### 3.3 分布式能源与传统能源的协调调度策略

在应对分布式能源影响时,分布式能源与传统能源的协调调度至关重要。要进行能源特性分析,传统能源如煤炭发电相对稳定,可作为基础能源供应;而分布式能源如太阳能、风能具有间歇性和波动性。基于此,在调度中应根据不同时段需求进行组合。例如,在白天太阳能充足时,优先调度太阳能发电,不足部分由传统能源补充。建立预测机制也是关键,预测分布式能源的发电量和传统能源的供应能力,提前规划调度方案。对于传统能源,可根据市场供应和存储情况进行长期规划;对于分布式能源,要结合气象等数据进行短期精准预测。此外,还需构建灵活的调度平台。该平台能够实时监控分布式能源和传统能源的状态,根据实际情况快速调整调度策略。例如,当风速突然增大时,及时增加风电的接入比例,同时减少传统能源的输出,从而实现两者的协调调度,提高整个能源系统的稳定性和经济性。

### 3.4 基于储能系统的分布式能源调度优化

储能系统在分布式能源调度优化中具有不可替代的作用,储能系统能够存储分布式能源产生的多余电量。例如,在光伏发电高峰时段,将多余的电能储存起来,避免能源浪费。当分布式能源发电不足时,如夜间太阳能无法发电,储能系统可以释放电能,保障电力供应的连续性。在调度策略方面,要根据储能系统的容量、充放电效率等特性制定合理的计划。确定储能系统的最佳充放电时间,通过分析分布式能源的发电规律和负荷需求曲线,找到最适合储能系统充电和放电的时间段。同时,要考虑储能系统的成本效益。在优化调度中,权衡储能系统的建设和运行成本与它所带来的收益。例如,避免过度充电或放电,延长储能设备的使用寿命,提高整个能源系统的经济性。通过合理的基于储能系统的调度优化,可以有效缓解分布式能源的波动性对电网的影响。

### 3.5 需求侧响应在分布式能源调度中的应用

需求侧响应是应对分布式能源影响的有效调度策略之一,需求侧响应主要通过激励用户调整用电行为来实现。例如,在分布式能源发电低谷期,通过提高电价等经济手段,引导用户减少用电;而在分布式能源发电高峰期,降低电价,鼓励用户增加用电。从技术层面看,智能电表等设备的应用为需求侧响应提供了技术支持。智能电表可以实时监测用户的用电情况,电网运营者根据这些数据制定个性化的需求侧响应方案。例如,对于大型工业用户,可以协商制定特定的用电时间表,使其避开分布式能源供应不足的时段。另外,需求侧响应还可以与分布式能源的预测相结合。如果预测到某一时段分布式能源发电量较低,提前启动需求侧响应措施,调整用户负荷曲线。这样不仅可以减轻电网在分布式能源波动时的压力,还能提高能源利用效率,实现分布式能源与用户需求的更好匹配。

### 3.6 分布式能源调度中的通信与信息管理策略

在分布式能源调度中,通信与信息管理是保障调度有效性的关键。要建立高效的通信网络,这个网络要能够实现分布式能源发电单元、储能系统、负荷端以及电网控制

中心之间的实时通信。例如,采用光纤通信或无线通信技术,确保数据传输的快速性和准确性。信息管理方面,要对分布式能源的各种信息进行收集、整理和分析。包括分布式能源的发电量、储能系统的电量存储情况、负荷需求等信息。通过大数据分析技术,挖掘这些数据中的规律,为调度策略提供依据。同时,要保障信息的安全。由于分布式能源涉及多个主体,信息安全至关重要。采用加密技术、身份认证等手段,防止信息泄露和恶意篡改。例如,在分布式能源发电单元与电网控制中心的通信中,对传输的数据进行加密处理,确保调度指令和状态信息的安全传输,从而实现分布式能源调度的高效、稳定和安全。

## 4 结束语

综上所述,分布式能源在电力系统中的广泛应用对调度产生了深远的影响。从挑战来看,其间歇性和不确定性增加了调度的复杂程度。但从积极方面,也促使电力系统向更智能、灵活的方向发展。必须不断探索新的调度技术和策略,以适应分布式能源的发展趋势,从而构建更加稳定、高效、可持续的电力系统,满足社会日益增长的电力需求。

### 【参考文献】

- [1]谈家明.综合能源系统的分布式最优决策方法研究[D].沈阳:辽宁工程技术大学,2022.
- [2]马旭.资源与需求耦合下分布式能源共生价值优化模型研究[D].北京:华北电力大学(北京),2022.
- [3]梅书凡.市场条件下含多种分布式能源的虚拟电厂运营优化研究[D].北京:华北电力大学(北京),2022.
- [4]唐早.面向市场机制的储能系统运行策略及其分布式优化配置技术[D].重庆:四川大学,2021.
- [5]高明.考虑多类型能源的虚拟电厂优化调度研究[D].杭州:杭州电子科技大学,2021.
- [6]董香来.基于DQN算法的综合能源系统优化调度策略研究[D].沈阳:沈阳工程学院,2021.
- [7]刘莹.计及需求响应的园区微能源网优化调度研究[D].南京:南京理工大学,2021.

作者简介:庾胜琦(1994.8—),男,土家族,湖北省宜昌市人,本科,电气工程及其自动化

# 电厂电气自动化控制设备可靠性分析

范良钦

杭州天创环境科技股份有限公司, 浙江 杭州 310000

[摘要]在现代工业领域, 随着全球市场竞争的加剧, 企业愈发重视设备的稳定性与一致性, 以确保生产流程能够高效运行。生产线的连续性不仅由设备的可靠性决定, 还深刻影响着客户的满意度以及企业的市场声誉。通过提升设备的可靠性, 企业能够灵活应对市场需求的变化, 并及时调整生产策略, 从而在复杂多变的环境中保持竞争优势。深入探讨电气自动化控制设备的可靠性影响因素, 以及寻求优化提升的有效途径, 将为企业的可持续发展提供坚实的支撑。

[关键词] 电气自动化; 设备控制; 可靠性; 优化提升; 外部环境

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13931

中图分类号: X5

文献标识码: A

## Reliability Analysis of Electrical Automation Control Equipment in Power Plants

FAN Liangqin

Hangzhou Tianchuang Environmental Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

**Abstract:** In the modern industrial field, with the intensification of global market competition, enterprises are increasingly emphasizing the stability and consistency of equipment to ensure the efficient operation of production processes. The continuity of the production line is not only determined by the reliability of the equipment, but also deeply affects customer satisfaction and the market reputation of the enterprise. By improving the reliability of equipment, enterprises can flexibly respond to changes in market demand and adjust production strategies in a timely manner, thereby maintaining a competitive advantage in complex and ever-changing environments. Thoroughly exploring the factors affecting the reliability of electrical automation control equipment and seeking effective ways to optimize and improve it will provide solid support for the sustainable development of enterprises.

**Keywords:** electrical automation; equipment control; reliability; optimization and improvement; external environment

### 引言

在全球经济一体化的背景下, 随着设备使用环境的日益复杂与工艺要求的提高, 电气自动化控制设备的可靠性问题愈加突出。外部环境因素, 如温度、湿度、灰尘及电磁干扰, 均可能对设备的正常运行构成威胁。同时, 设备本身的硬件条件, 包括设计、材料选择以及零部件的配合精度, 对设备性能的影响同样不容忽视。为应对这些挑战, 企业必须不断优化设计与管理, 提高设备的可靠性, 尤其在高技术要求的行业中, 增强电气自动化控制设备的可靠性已成为提升企业竞争力的重要环节。

### 1 电气自动化控制设备可靠性分析工作的重要意义

#### 1.1 有助于产品质量的提升

在现代工业环境中, 产品质量的稳定性与一致性, 直接受到电气自动化控制设备可靠性的影响。在激烈的市场竞争中, 企业不仅需应对提高生产效率的挑战, 还需确保所生产的产品符合严格的质量标准。依赖高效且可靠的电气自动化设备, 企业得以实现精准的生产流程, 降低人为干预与误差, 进而减少产品缺陷的发生。设备的稳定运行, 保障了生产线的连续性, 同时有效降低了故障与停机频率。这种状态优化了生产计划, 确保了按时交付, 直接增强了

客户的满意度, 并提升了企业在市场中的声誉。借助高可靠性的电气自动化设备, 企业能够灵活应对市场需求的变化, 及时调整生产策略, 以适应波动。在确保产品质量的基础上, 预期的经济收益才能得以实现, 使企业在竞争中保持领先地位。

#### 1.2 提升和优化产品市场占比

在经济全球化与日益加剧的市场竞争中, 随着消费者对产品品质要求的不断提升, 企业亟须提高电气自动化设备的可靠性, 以增强市场竞争力。电气自动化技术的普及, 使生产过程愈加高效与精准, 从而更好地满足现代消费者的需求。消费者对产品品质的关注逐渐增加, 企业必须持续提高产品的技术水平与附加值, 以确保在市场中占据有利位置。依靠实时监控生产流程的可靠设备, 潜在问题得以快速识别, 不仅提升了企业内部管理的效率, 还增强了消费者对品牌的信任, 从而提高市场认可度。不断推进电气自动化技术的进步, 企业能够推出符合市场需求的新产品。此过程不仅推动了技术的发展, 也为企业开辟了新的商业机会, 促进利润的增长。高品质的产品, 使企业在竞争激烈的市场中实现稳步增长, 从而提升市场占比。

#### 1.3 有助于国家综合国力的提高

一个国家在电气自动化技术领域的领先程度, 通常反



映其整体工业水平与科技进步的现状。在全球经济一体化的背景下,国家间的竞争不仅涉及资源与市场的争夺,技术竞争的意义愈发突出。推动电气自动化技术的研发与应用,显著提升整体制造业的效率与竞争力,从而实现经济结构的优化与升级。高效可靠的电气自动化设备,提升了工业生产的自动化水平,降低了人力成本,增强了生产效率,使国家在全球产业链中获得更高的地位。如此,企业国际市场中赢得更多份额,为国家创造可观的经济效益。电气自动化技术的进步,还将促进相关产业的联动,推动科技创新与人才培养。提升电气自动化设备的可靠性,为企业创造了良好的发展环境,吸引了更多的投资与技术合作,进一步促进社会经济的发展与科技的进步。这种积极的循环,不仅增强了国家的综合实力,也为人民创造了更高的生活水平与丰富的文化体验。有效提升产品质量、优化市场占比,为国家的综合国力提高提供了强有力的支撑。持续关注与改善设备的可靠性,企业与国家皆可在不断变化的市场环境中保持竞争优势,实现可持续发展。

## 2 电气自动化控制设备可靠性的影响因素

### 2.1 外部环境

电气自动化控制设备的性能显著受到外部环境因素的影响,尤其是温度、湿度、灰尘及电磁干扰等变量。若这些外部条件未能得到妥善管理,设备的性能可能会下降,甚至出现故障。过高的温度,便会导致设备过热,进而影响工作效率,并缩短使用寿命。相应地,高湿度环境则增加了内部元件腐蚀或短路的风险,从而降低设备的可靠性。灰尘的积聚不仅会阻碍散热,导致内部温度升高,还可能干扰电气接触点的导电性,最终引发电气故障<sup>[1]</sup>。此外,电磁干扰,尤其是在高频率或大功率设备周围的影响,也可能影响控制信号的清晰度,降低设备的响应速度及控制精度。为确保电气自动化设备的可靠性,全面的环境监测与控制系统可以实时调整与优化运行环境。例如,通过温湿度传感器的监测,可以保证设备在最佳工作条件下运行。同时,定期的清洁与维护也是不可忽视的,以防止灰尘积累,进而提升设备的可靠性。在管理方面,操作人员若能熟练掌握设备使用方法,设备故障因操作不当而引发的风险将显著降低。对环境变化对设备运行的影响进行记录,将为未来的设备改进提供依据,从而进一步提升电气自动化控制设备的可靠性。

### 2.2 设备自身硬件条件

电气自动化控制设备的可靠性与其硬件条件紧密相关,其中包括结构设计、材料选择以及零部件的配合精度。设备的结构设计应充分考虑负载承受能力、散热性能及抗震能力,不仅提高了设备的耐用性,还能有效降低因设计缺陷导致的故障风险。在材料选择方面,优质材料的使用具有承受高温、高压的能力,同时应具备良好的抗腐蚀性与耐磨性,以延长设备的使用寿命。选材时,必须结合设

备的工作环境及承受的物理与化学压力,以确保其长期使用的稳定性。零部件的精度与配合情况,直接影响设备运行的平稳性与精确性。若配合不当,可能导致机械磨损加剧或电气接触不良,从而引发设备故障。因此,在组装与调试过程中,必须严格把控零部件的质量与配合,以确保各部件能够协调工作<sup>[2]</sup>。为了实现电气自动化控制设备的长期稳定运行,监测关键零部件的磨损情况,及时更换损坏部件,以及对设备进行系统性的清洁与调整。通过实时监测与分析运行数据,潜在问题将被及时发现,进而采取有效的预防措施,以避免故障的发生。外部环境的管理与设备自身硬件条件的优化,构成了确保设备稳定运行的关键环节。只有在有效控制外部环境及提升硬件质量的基础上,电气自动化控制设备的高可靠性才能实现,从而为企业的生产与管理提供强有力的支持。

## 3 电气自动化控制设备的可靠性的优化提升途径

### 3.1 检测元器件

在电气自动化控制设备中,严格的元器件检测被认为是提升设备可靠性的重要步骤。确保每个元器件符合生产标准,能够直接影响设备的整体性能。因此,实施全面的检测程序显得尤为重要。在评估元器件时,材料特性与物理性能的关注不可或缺,只有确保其在使用过程中正常运行,设备才能达到预期的可靠性。为提高检测的精准度与效率,采用先进的检测技术已成为常规做法。例如,快速筛查自动化测试设备的使用,能够及时发现不符合标准的元器件,从而降低潜在风险。定期的随机抽查与质量评估也应被纳入保障设备质量的重要环节,以便在问题显现之前进行有效干预<sup>[3]</sup>。在质量管理中,制定清晰的元器件标准及检测流程是必要的,这些流程应覆盖从采购到使用的整个过程,确保每个环节均符合质量管理要求。通过系统化的检测措施,电气自动化控制设备的整体可靠性将得到显著增强,为企业的持续稳定生产奠定坚实基础。

### 3.2 使用正确的控制设备设计方法

在电气自动化控制设备的设计阶段,设计人员需全面考虑设备的实用性、安全性与耐用性,在满足基本功能需求的同时,确保设备在复杂环境中的稳定运行。模块化设计理念的采用,将复杂系统分解为多个可独立运作的模块,有助于有效优化设备结构。这种设计方式不仅便于后期的维护与升级,还能在发生故障时快速定位问题,从而提升整体可靠性。计算机辅助设计(CAD)软件的使用,可以在设计阶段进行虚拟测试,预测设备在不同工作条件下的表现,以便进一步优化设计方案。在材料选择上,优先考虑性能优越且耐用的材料是至关重要的,这样可以防止因材料质量不佳而导致的故障。同时,在设计过程中,各种因素如散热、抗震及防尘等,通过系统性的设计优化,电气自动化控制设备的可靠性将显著提高,从而为提升生产效率奠定基础。

### 3.3 做好散热与日常防护工作

在使用过程中,良好的散热设计与日常防护措施直接关系到设备的运行效率与使用寿命,因此,合理的散热系统设计被认为是提升设备可靠性的关键。在散热设计中,结合自然散热与强制散热策略,有助于提高散热效果。通过优化内部空气流通、增设散热片及配置风扇,可以有效降低设备的工作温度。同时,定期的清洁与维护也不可忽视,灰尘的积聚可能降低散热效率,增加故障风险。日常防护措施同样关键,包括对设备外部环境的管理。设备应避免置于潮湿或尘土飞扬的环境中,以确保其在正常工作温度范围内运行,从而减少故障发生的几率。定期检查设备外壳及防护装置,以确保没有损坏或老化现象,这将进一步提升设备的防护性能。实施定期维护保养计划将确保对设备进行全面检查与保养,显著延长其使用寿命。通过及时处理出现问题,可以避免更严重故障的发生。有效的散热设计与日常防护将显著提升电气自动化控制设备的整体可靠性。

### 3.4 强化电气控制设备的温度管理

在电气自动化控制设备的运行过程中,设备在不同工作条件下的运行温度直接影响其性能与可靠性。过高或过低的温度都可能导致设备故障,影响生产的稳定性。因此,确保设备在适宜的温度范围内运行,成为提升其可靠性的核心要素。实现有效的温度管理,需要安装温度传感器与监控系统。这些系统能够实时监测设备的工作温度,使操作人员能够及时掌握温度变化,并据此调整设备的运行参数。同时,智能化的温度管理系统能够自动调节散热措施,保持温度在安全范围内。在设备设计阶段,热量的产生与分散也应被纳入考虑。优化通风设计、合理选择材料与配置散热器,将显著提高散热效率。此外,设备在极端条件下的运行表现也应纳入设计考量,以确保设备在各种情况下均能正常工作<sup>[4]</sup>。温度管理的强化同样应体现在日常操作中。定期检查温控系统,以确保其正常运作,防止因故障引发的温度异常。针对不同环境条件,制定相应的温度管理方案,以确保设备在各种情况下保持可靠运行。通过这些措施,电气自动化控制设备的温度管理水平将显著提高,进一步增强其整体可靠性。

### 3.5 完善控制设备测试程序

为提升电气自动化控制设备的可靠性,测试程序应覆

盖设备从设计、制造到使用的全过程,以确保每个环节的质量处于可控范围。通过系统化的测试,潜在问题将早期被识别,从而避免在后续生产中引发严重故障。在设备设计阶段,初步测试应包括功能性与安全性测试,以确保设计方案能够满足实际应用需求。在制造过程中,严格实施质量检查与功能测试,确保每个部件均符合生产标准。特别是对关键零部件的生产,应实施严格的检测流程,以确保其性能与质量达到设计要求。在使用阶段,测试同样不可或缺。定期对设备进行全方位的性能检测,包括电气性能、机械性能与环境适应性等。通过收集与分析运行数据,操作人员能够及时发现潜在问题,采取相应的维修或调整措施。此外,完善的记录与报告制度将有助于后续设备改进与优化。通过建立全面的测试程序,电气自动化控制设备的可靠性将显著提升。此举不仅提高设备的使用效率,也为企业的生产稳定性提供了有力保障。通过有效的测试与维护,企业将在日益激烈的市场竞争中保持优势,推动自身的持续发展。

## 4 结语

电气自动化控制设备的可靠性直接影响着企业的生产效率与产品质量,并与市场竞争力紧密相关。在当前激烈的市场环境下,企业对设备可靠性的研究与优化已成为必然选择。通过合理管理外部环境、提升设备硬件条件,以及完善检测与维护机制,可以有效降低故障率,增强生产的连续性与稳定性。未来,随着技术的不断进步,电气自动化设备的可靠性有望达到更高水平,为企业的可持续发展提供强有力的支持。

### [参考文献]

- [1]周志宏. 电气自动化控制设备可靠性相关问题分析[J]. 精密制造与自动化,2022(1):49-51.
- [2]刘海鹏. 电气自动化控制设备的可靠性分析[J]. 科学技术创新,2020(7):188-189.
- [3]李伟. 关于电气自动化控制设备的可靠性分析[J]. 科技创新导报,2020,17(4):82-84.
- [4]关学慧. 提升自动控制设备可靠性的措施分析[J]. 电子技术,2022,51(5):216-217.

作者简介: 范良钦(1988.9—), 毕业院校: 浙江机电职业技术学院, 所学专业: 机电一体化技术, 当前就职单位: 杭州天创环境科技股份有限公司, 职称: 电气工程师。

# 水利水电工程基础处理施工技术探析

邓过义

宁夏新建设水利电力工程有限公司, 宁夏 固原 756000

[摘要] 国民经济发展对于水利水电工程有着很强的依赖性, 近年来, 水利水电工程已经成为我国利民惠民的重点工程, 考虑到水利水电工程建设内容多、施工相对复杂, 再加上施工环境通常比较恶劣, 所以在建设过程中必须要重视工程基础施工, 确保基础处理施工的质量, 只有这样才能够真正地发挥水利水电工程的真正作用。文中从水利水电工程基础处理施工的重要性入手, 结合基础处理施工质量影响因素, 重点对水利水电工程基础处理施工技术进行了分析。

[关键词] 水利水电工程; 基础处理; 施工技术

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13959

中图分类号: TV5

文献标识码: A

## Exploration on Construction Technology for Foundation Treatment of Water Conservancy and Hydropower Engineering

DENG Guoyi

Ningxia New Construction Water Conservancy and Power Engineering Co., Ltd., Guyuan, Ningxia, 756000, China

**Abstract:** The development of the national economy has a strong dependence on water conservancy and hydropower engineering. In recent years, water conservancy and hydropower engineering has become a key project in China that benefits the people. Considering the large construction content and relatively complex construction of water conservancy and hydropower engineering, as well as the usually harsh construction environment, it is necessary to pay attention to the construction of engineering foundations and ensure the quality of foundation treatment construction during the construction process. Only in this way can the true role of water conservancy and hydropower engineering be played. Starting from the importance of foundation treatment construction in water conservancy and hydropower engineering, combined with the factors affecting the quality of foundation treatment construction, the article focuses on analyzing the construction technology of foundation treatment in water conservancy and hydropower engineering.

**Keywords:** water conservancy and hydropower engineering; basic processing; construction technology

### 引言

水利水电工程作为国家关键基础设施项目, 对能源保障、经济发展及防洪抗灾能力产生深远影响。整体的安全性与耐久性, 直接关系到这些工程中基础处理的质量。随着工程规模的不断扩大及其复杂性的增加, 传统的基础处理方法已无法满足现代水利水电工程的需求, 迫切需要探索并应用更先进的施工技术。在这一背景下, 基础处理施工技术的有效应用尤为重要, 包括锚固技术、高压喷射灌浆及预应力管桩等多种方法。这些技术显著提升了基础的承载能力, 有效降低了沉降风险, 能够适应不同的地质条件及水文环境, 从而确保工程的安全运行。在施工过程中, 加强监控与管理、推动技术创新及人才培养、完善管理体系, 均是提升基础处理技术水平的关键策略。本文旨在深入探讨水利水电工程基础处理施工技术的应用现状, 为行业的技术进步与管理优化提供理论依据与实践参考。

### 1 水利水电工程基础处理施工的重要性

水利水电工程基础处理的重要性体现在多个方面。工程的安全性及稳定性, 直接受到基础处理的影响。良好的基础不仅能够有效支撑上部结构, 还能抵御外力和环境因素的影响, 确保工程长期安全运行。同时, 整体工程的经

济效益也显著受到基础质量的影响。若基础处理不当, 后期维护成本可能大幅上升, 甚至可能引发重大安全事故, 造成巨大的经济损失。此外, 随着水利水电工程规模的扩大以及技术要求的提高, 基础处理施工的复杂性不断增加。由此, 合理的施工方案与先进的处理技术被视为确保工程成功的关键因素。

### 2 水利水电工程基础质量的主要影响因素

#### 2.1 不同类地质条件的影响

水利水电工程基础质量的主要影响因素之一为地质条件的多样性。基础的承载能力与稳定性, 直接受到不同地质条件的影响。在软土地基上, 基础容易出现沉降与变形, 从而威胁整体工程的安全性; 而在岩石地基上, 尽管承载能力较强, 岩体的完整性及裂隙状况亦需进行仔细评估<sup>[1]</sup>。此外, 土层的分布、厚度、密实度及其物理力学性质, 对基础施工的难度与质量同样有显著影响。例如, 含水层的存在可能导致土体流动性增加, 从而进一步影响基础的稳定性。

#### 2.2 自然灾害的影响

水利水电工程基础质量的主要影响因素之一为自然灾害的威胁。地震、洪水、滑坡及泥石流等自然灾害, 均



可能对工程基础造成严重影响。由地震引发的地面震动,不仅可能导致基础结构的损坏,还可能引起土壤液化,从而削弱基础的承载能力。洪水引发的水位上涨,可能侵蚀基础周围的土壤,影响结构的稳定性。此外,滑坡与泥石流等灾害,对基础区域的冲击,可能导致土体的不均匀沉降或基础失稳。

### 2.3 渗漏和地下水对基础的影响

渗漏及地下水对水利水电工程基础质量的影响显著且复杂。基础土壤的物理特性,尤其是承载能力与抗剪强度,直接受到地下水位波动的影响。当水位较高时,浸润现象可能出现在土体中,增加基础沉降的风险,甚至引发液化。渗漏水的存在导致土壤持续受到侵蚀,从而削弱基础的稳定性,提升工程发生变形与损坏的概率。在高水位环境中,水流的作用可能引起水流压力的变化,进而导致土体滑动或塌陷。这些因素在工程设计与施工中必须被充分重视,以确保基础的安全性与稳定性。

## 3 水利水电工程基础处理施工技术的应用

### 3.1 锚固技术

锚固技术在水利水电工程基础处理施工中具有重要的应用价值,主要用于增强基础的稳定性与承载能力。通过将锚杆或锚索植入土层或岩体,该技术利用锚固体与周围土壤或岩石之间的摩擦力,以抵抗外部荷载。锚固设计需根据地质条件、荷载要求及施工环境等因素进行合理规划。施工过程中,现场勘察与地质分析被视为首要步骤,以确定适宜的锚固深度及锚固体类型。随后,锚杆或锚索被插入预定位置,采用钻孔方式,并使用混凝土或胶结材料进行固定。完成锚固施工后,拉拔试验需进行,以验证锚固的强度与稳定性。应用锚固技术能够有效降低基础沉降风险,提升抗拔能力,尤其在软土与变形土层中,锚固技术成为确保工程安全的重要手段。此外,锚固结构的设计与施工需紧密配合,以确保在后续使用中的可靠性与持久性。

### 3.2 高压喷射灌浆技术的应用

高压喷射灌浆技术在水利水电工程基础处理施工中发挥着重要作用,尤其在解决土层不均匀、提高基础承载力及防止渗漏方面。通过高压将浆液注入土体或岩体,该技术使浆液在短时间内迅速固化,填补土体中的空隙,从而增强土壤的密实性与强度。在应用过程中,对地质条件的详细勘察是必要的,以确定喷射灌浆的最佳位置与深度。随后,利用高压泵将水泥浆或其他灌浆材料喷射至目标区域,浆液在高压下迅速扩散,形成稳定的固体结构,有效提升基础的整体稳定性。此外,施工快速、对周围环境影响小的特点使得高压喷射灌浆技术适合在复杂地质条件下实施<sup>[2]</sup>。施工结束后,灌浆质量需通过监测与检测确保,以评估基础的承载能力,保障水利水电工程的安全运行。

### 3.3 控制性灌浆技术的应用

控制性灌浆技术在水利水电工程基础处理施工中具有重要的应用价值,其目的是精准控制浆液的注入过程,

从而增强基础土体的强度与改善土体性质。这一技术尤其适合在复杂地质条件下进行基础加固与防渗处理。在施工前,详细的地质勘察与土体分析是必要的,以确定合适的灌浆材料及注入参数。施工过程中,通过设定特定的灌浆压力与流量,确保浆液在土体中的均匀分布,局部过饱和或灌浆不足的问题得以避免。控制性灌浆技术不仅提高了基础的承载能力,降低了沉降风险,还能有效填补土体中的裂缝与空隙,从而防止水流侵蚀与渗漏。此外,该技术对施工过程中的环境影响较小,其适用性增强,尤其是在城市及生态敏感区域内。

### 3.4 预应力管桩施工技术的应用

预应力管桩施工技术在水利水电工程基础处理中得到广泛应用,其主要目的是增强基础的承载能力与抗变形能力。通过在管桩内部预先施加一定的压力,桩体能够在承受外部荷载时有效抵抗变形与破坏。在施工过程中,需根据地质勘察结果确定管桩的类型、尺寸及数量。随后,在预制厂进行管桩的生产,以确保其质量与性能。接下来,采用打桩或静压等方式将预应力管桩打入土中,确保桩体的垂直度及埋入深度。施加预应力的过程通常在桩体进入土层后进行,通过张拉设备将钢筋或钢索施加预应力,进而提高桩体的整体稳定性与承载能力。该技术的优点包括施工周期短、质量高,能够适应多种复杂的地质条件。同时,预应力管桩施工技术还展现出良好的经济效益,有效减少基础的沉降与变形,从而降低后期的维护成本。

### 3.5 卵砾石层灌浆技术

卵砾石层灌浆技术在水利水电工程基础处理中展现出重要的应用价值,其主要目的是提升卵砾石层的承载能力与密实性。通过将浆液注入卵砾石层的空隙,内部孔隙被填充,从而增强整体的稳定性。施工前,需进行详细的地质勘察,以了解卵砾石层的分布、厚度及其物理性质。随后,依据具体情况选择适当的灌浆材料,例如水泥浆或其他胶结材料,并设定合理的灌浆压力与流量。在灌浆实施过程中,专用设备被用来将浆液高压喷射至卵砾石层内部,以确保浆液均匀分布并充分渗透。灌浆完成后,必须进行养护,以确保浆液的固化效果。通过这一技术,卵砾石层的渗透性能够有效降低,水流对基础的侵蚀风险也显著减少,进而提升基础的承载能力与抗变形能力。

### 3.6 复合土工膜施工技术

复合土工膜施工技术在水利水电工程基础处理中的应用日益广泛,其主要目的在于防渗与加固土壤结构。该技术结合高密度聚乙烯(HDPE)膜与土工布,展现出优越的防水性能与抗拉强度。在施工阶段,施工现场须进行清理和整平,以确保基底光滑且干燥。随后,复合土工膜根据设计要求被铺设,其重叠部分需严格按照规定宽度搭接,以保证防渗效果。在施工过程中,土工膜使用专用固定材料牢固固定于基底,膜的周边则覆盖土工布或土石材料,以增强其稳定性。通过这一技术,地下水渗透能够有效被

阻止,从而保护基础结构免受水害影响。此外,土体整体稳定性得以增强,因其提供了额外的承载力<sup>[3]</sup>。施工过程的简单性与工期的短暂性,使其能够适应复杂的地形与环境,显著提高施工效率。

### 3.7 混凝土浇筑技术

混凝土浇筑技术在水利水电工程基础处理施工中至关重要,其对基础结构的强度、稳定性及耐久性具有直接影响。在施工前,需根据设计要求精确准备混凝土的配合比,同时确保所用原材料符合相关规范。在浇筑之前,基础底部应被彻底清理,杂物与松散土壤必须去除,以增强粘结性及整体稳定性。浇筑过程中,采用合适的施工工艺显得尤为重要,这将确保混凝土的均匀性与密实度,避免出现空洞或裂缝等缺陷。浇筑完成后,需及时进行振动,以确保混凝土充分填充模板并消除气泡,从而提高其密实性与强度。此外,保持适当的养护时间以防止早期干燥造成裂缝,成为确保混凝土质量的重要措施。通过合理控制浇筑过程中的温度、湿度及时间等因素,混凝土的抗压强度与耐久性将显著提升。

## 4 水利水电工程基础处理施工技术应用的有效策略

### 4.1 加强前期勘察与评估,确保施工技术选择的科学性

前期勘察与评估的加强,成为确保水利水电工程基础处理施工技术选择科学性的关键环节。通过系统的地质勘察,土壤的物理化学性质、地下水位、地层结构及潜在的自然灾害风险能够被全面了解,从而为后续施工提供可靠的数据支持。在评估过程中,采用多种勘探手段,如钻探、试验与原位测试,是确保获取准确且全面数据的重要方式。综合分析勘察结果,有助于识别不同地质条件对基础施工的影响,进而制定合理的施工方案与技术选择。科学的技术选择不仅提升了施工效率,降低了施工风险,在后期工程管理与维护中也能节省成本。

### 4.2 注重施工过程的监控与检测,确保施工质量与安全

注重施工过程的监控与检测,成为确保水利水电工程基础处理施工质量与安全的重要策略。在施工过程中,应建立一个全面的监控体系,实时监测施工材料、工艺、设备及环境条件,以确保设计要求与施工规范的符合。通过现代化的监测设备与技术,如自动化传感器、数据采集系统及远程监控平台,监测的准确性与及时性得以有效提升。此外,定期开展现场检查与评估,能够及时发现并纠正潜在问题,从而防止小缺陷演变为严重隐患。

### 4.3 加强技术创新与人才培养,提升施工技术水平

加强技术创新与人才培养,成为提升水利水电工程基础处理施工技术水平的核心策略。随着工程需求的持续变化及技术的迅猛发展,传统施工方法已无法完全应对现代工程的复杂性与多样性<sup>[4]</sup>。技术创新的推动与新型施工材料

及先进设备的研发,能够有效提升工程的效率与质量。同时,人才培养同样至关重要。通过系统的培训与教育,施工人员的专业技能与创新意识得以增强,确保他们掌握最新的施工技术与管理理念。此外,行业内的知识交流与合作的鼓励,建立技术分享平台,有助于促进经验的积累与技术的传播。

### 4.4 完善施工管理体系与制度建设,保障施工技术的顺利实施

完善施工管理体系与制度建设,被视为确保水利水电工程基础处理施工技术顺利实施的关键。高效的管理体系能够使各项施工活动有序进行,确保从项目立项到施工完工的每个环节均得到有效监督与控制。各岗位的职责与权限必须明确,建立健全的项目管理制度,以确保信息的及时传递与反馈。同时,详细的施工计划与进度控制机制的制定,保障了施工进度与质量的协调。此外,质量管理与安全监管的强化,通过定期检查与评估,能及时发现并解决潜在问题。动态管理与风险评估机制的推行,使得在施工过程中能够灵活应对突发情况,从而降低施工风险。

## 5 结语

通过对水利水电工程基础处理施工技术的探讨,基础处理在确保工程安全、稳定与耐久方面的重要性得以明确。现代施工技术的不断进步,为基础处理提供了多样化的解决方案,如高压喷射灌浆、预应力管桩及复合土工膜等,这些技术的应用显著提升了基础的承载力与抗变形能力,同时降低了工程风险。在施工过程中,监控与检测的重视、技术创新与人才培养的加强,以及管理体系与制度建设的完善,为基础处理技术的顺利实施奠定了坚实基础。展望未来,随着水利水电工程规模的进一步扩大与技术的不断进步,行业迫切需要在基础处理技术领域持续进行创新与探索,以应对更加复杂的工程挑战。通过不断优化技术手段与管理方法,水利水电工程将在促进可持续发展、提高资源利用效率及增强防灾能力方面发挥更大的作用,从而为经济社会的全面发展提供强有力的支持。

### [参考文献]

- [1] 孙欣跃. 水利水电工程基础处理施工技术探析[J]. 黑龙江水利科技, 2024, 52(8): 72-74.
  - [2] 李秉宏. 水利水电工程基础处理施工技术的分析[J]. 水上安全, 2024(12): 46-48.
  - [3] 张金龙. 水利水电工程基础处理施工技术浅析[J]. 治淮, 2023(12): 58-59.
  - [4] 郭振锋. 水利水电工程的基础施工技术分析[J]. 长江技术经济, 2021, 5(2): 26-28.
- 作者简介: 邓过义(1990.2—), 毕业院校: 南昌工程学院, 所学专业: 水利水电工程, 当前就职单位: 宁夏新建水利电力工程有限公司, 职务: 技术负责, 职称级别: 中级。

## 地灾防治中的地质灾害风险评估及管理研究

李天虎

雅安市自然资源和规划局, 四川 雅安 625000

[摘要] 由于全球气候变化加剧以及人类活动的扩大, 地质灾害的频发程度与影响范围日益显著。滑坡、泥石流与崩塌等灾害, 通常引起巨大的经济损失, 并直接威胁到人民的生命安全。在这样的背景下, 开展对地质灾害的风险评估与管理显得尤为重要。通过有效的风险评估, 潜在风险得以识别, 可能造成的损失得以分析, 从而为制定切实可行的防范措施提供科学依据。地质灾害的风险评估与管理不仅是应对自然灾害的关键措施, 同时也是维护社会安全与可持续发展的重要组成部分。

[关键词] 地质灾害; 风险评估; 管理策略; 新技术; 政策建议

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13929

中图分类号: TU7515

文献标识码: A

### Research on Geological Disaster Risk Assessment and Management in Geological Disaster Prevention and Control

LI Tianhu

Ya'an Natural Resources and Planning Bureau, Ya'an, Sichuan, 625000, China

**Abstract:** Due to the intensification of global climate change and the expansion of human activities, the frequency and scope of geological disasters are becoming increasingly significant. Landslides, mudslides, and collapses often cause significant economic losses and directly threaten the safety of people's lives. In this context, it is particularly important to carry out risk assessment and management of geological hazards. Through effective risk assessment, potential risks are identified and potential losses are analyzed, providing a scientific basis for developing practical and feasible preventive measures. The risk assessment and management of geological disasters are not only key measures to cope with natural disasters, but also an important component of maintaining social security and sustainable development.

**Keywords:** geological hazards; risk assessment; management strategy; new technology; policy suggestion

#### 引言

地质灾害的成因复杂多样, 全球许多地区, 尤其是地质条件脆弱且人口密集的城市, 正面临频繁发生的地质灾害。灾害不仅造成直接的经济损失, 还对生态环境与社会稳定产生深远的影响。研究表明, 近年来频繁发生的地质灾害事件, 损失金额逐年增加, 给社会可持续发展带来了严峻考验。为应对这一挑战, 各国已开始重视地质灾害的风险评估与管理, 逐步建立相应的法律法规与政策框架, 以科学的管理措施降低风险。

#### 1 地质灾害概述

##### 1.1 地质灾害的定义与分类

地质灾害由地质环境条件引发的自然或人为事件, 影响范围极为广泛, 涵盖了人类生存与社会发展各个方面。根据发生机制的不同, 地质灾害可被细分为几种主要类型, 包括滑坡、崩塌、泥石流与地震等。滑坡现象一般在降雨、地震或人为干扰后发生, 具体表现为岩土体在重力作用下沿坡面滑动。崩塌则被描述为岩石或土壤因重力作用而突然坍塌的现象, 尤其常见于陡峭的地形。泥石流是在强降雨或融雪条件下, 由泥土、石块与水混合而形成的高速流动体, 其流动特性往往对下游地区造成严重威胁。地震被视为地壳内部应力集中至临界点后释放能量的自然现象, 这种能量释放

所产生的地面震动可引发广泛的次生地质灾害。

##### 1.2 地质灾害的成因分析

地质灾害的成因通常由自然因素与人为因素共同决定。自然因素包括降雨、地震、气候变化、地形特征与地质构造等。在山区, 强降雨, 特别是持续时间较长的降雨, 往往会导致土壤饱和, 从而引发滑坡与泥石流现象。作为一种重要的自然因素, 地震能够迅速改变地质结构, 导致土壤液化或岩体崩溃的情况。此外, 陡峭的地形与不稳定的地质构造也被认为是引发地质灾害的重要因素。不当的土地开发、采矿以及基础设施建设行为则是人为因素影响的主要体现。过度的植被破坏与水土流失现象会显著降低土壤的稳定性, 进而增加滑坡与泥石流发生的风险。

##### 1.3 地质灾害的影响与危害

地质灾害的影响涉及环境、经济及社会等多个方面, 其复杂性与深远性不可小觑。造成的财产损失往往巨大, 影响范围包括房屋、基础设施及农田等, 给当地经济发展与居民生活质量带来显著威胁。同时, 生命安全也受到直接影响, 在突发性灾害发生时, 人员伤亡与失踪的情况时有发生。生态环境方面, 地质灾害可导致不可逆转的破坏, 削弱自然栖息地功能, 从而导致生物多样性下降, 影响生态系统的平衡与稳定。例如, 泥石流与滑坡现象能够改变



河流的流向,从而影响水源的质量与供应,这也威胁到农业灌溉与居民用水的安全。

## 2 地质灾害风险评估

### 2.1 风险评估的基本概念

风险评估被定义为一项系统分析的过程,其核心目的是通过对可能导致损失的事件及其影响进行深入审查,从而向决策者提供可靠的依据,以帮助他们制定有效的防范措施。涵盖风险评估的工作不仅关注地质灾害发生的概率,还涉及对其可能造成的经济损失、生态影响及社会后果的考量。在地质灾害的背景下,进行风险评估的重要性显得愈发明显。由于地质灾害的突发性及其对人类活动的威胁,及时且有效的评估与响应已成为减少损失的关键环节。

### 2.2 地质灾害风险评估的流程

风险评估的流程通常由多个关键步骤组成,风险识别阶段的工作至关重要,其任务在于确定可能发生的地质灾害类型、发生概率及其潜在影响范围。通过对历史数据、地质调查与气候变化的分析,能够有效识别出最具风险的地质灾害类型,并对其发生频率进行估算。在风险分析阶段,需要通过定量与定性分析手段,对已识别的风险进行深入评估。定量分析往往涉及数学模型的构建与应用,而定性分析则依赖于专家的经验与判断。将这两者结合,将有助于全面理解地质灾害的影响程度及其可能造成的经济损失。最后,在风险评价过程中,分析结果将被用于对风险进行排序,为后续管理决策提供坚实基础。

#### 2.2.1 风险识别

风险识别在风险评估的过程中扮演着至关重要的角色,其主要任务为确定可能出现的地质灾害类型、发生概率及其潜在影响范围。借助地质调查资料、遥感技术与地理信息系统(GIS),能够有效识别可能影响该地区的地质灾害类型。例如,在山区,滑坡与泥石流通常是最常见的地质灾害,而在地震活跃区域,地震及其引发的次生灾害可能占据主导地位。在明确灾害种类后,接下来需对这些灾害的发生概率进行评估,此步骤可通过分析历史事件的频率与气象数据的统计处理来实现。此外,潜在影响范围的评估同样重要,通过分析不同灾害类型对周边环境、经济活动及社会结构的影响程度,可以为后续的防范措施提供重要依据。最终,风险识别的成果将为风险分析与评价奠定坚实基础。

#### 2.2.2 风险分析

在完成风险识别后,风险分析阶段将对已识别的地质灾害进行深入探讨与评估。本阶段主要通过定量与定性分析手段,评估地质灾害的影响程度及其可能造成的损失。定量分析通常运用数学模型与统计分析方法,以量化地质灾害的风险。例如,特定区域内滑坡或泥石流的发生概率可以通过概率分析进行预测,而潜在经济损失的大小则可借助损失函数模型进行评估。该方法的优势在于其客观性与科学性,特别适合于数据丰富的领域。然而,对于某些缺乏数据的风险类型,定量评估可能面临局限<sup>[1]</sup>。定性分析则依赖于专家评估、问卷调查等方法,结合专家的经验对风险

进行判断与分析。专家的见解不仅能够为定量模型提供验证,还能补充模型中可能被忽视的人为因素与突发情况。

#### 2.2.3 风险评价

风险评价作为风险评估流程中的最后环节,基于前期的分析结果,对各种风险进行系统排序与评估,从而为管理决策提供指导依据。风险评价常采用多种方法,例如,层次分析法(AHP)用于对不同风险因素进行权重分配,帮助决策者识别优先处理的风险。此外,模糊综合评判方法同样适用于风险评价,通过结合定性与定量数据,使评价结果更加科学与客观。依据风险评价的结果,决策者可以明确各类风险的优先级,合理配置资源,制定切实可行的应对措施。

### 2.3 常用风险评估方法

在地质灾害风险评估中,采用的方法多种多样,主要可分为定性评估、定量评估与综合评估三种类型。定性评估方法一般依赖于专家的判断与经验,通过专家评估、问卷调查等手段收集意见与信息。在数据有限或难以量化的情况下,这种方法能够有效进行风险判断,专家的丰富经验为评估提供了重要参考,尤其是在面对新出现或复杂的地质灾害类型时,定性评估能够迅速提供有效的初步判断。定量评估方法则更侧重于运用数学模型与统计分析技术,对风险进行量化评估<sup>[2]</sup>。常用的技术包括概率分析与损失函数模型,通过对历史数据的分析,评估特定地质灾害发生的概率及其可能造成的经济损失。该方法的优势在于其客观性与科学性,特别适用于数据丰富的领域。然而,对于某些缺乏数据的风险类型,定量评估可能面临局限。综合评估方法将定性与定量方法结合,利用层次分析法(AHP)与模糊综合评判等技术进行综合评估。通过这种方式,能够充分发挥两种方法的优势,提高评估的准确性与全面性。层次分析法通过建立层次结构模型,使决策者能够更清晰地识别不同风险因素的相对重要性,而模糊综合评判则处理不确定性与模糊性,为复杂问题的解决提供支持。在应对复杂的地质灾害风险时,综合评估方法展现了良好的适应性与灵活性,为决策者提供更加全面、科学的评估结果。

## 3 地质灾害管理策略

### 3.1 地质灾害管理的目标

地质灾害管理的主要目标在于降低对人类生命及财产的威胁,确保社会的稳定与可持续发展。通过有效的管理措施,能够显著减少地质灾害对社会生产活动的干扰,从而降低由此带来的经济损失。在实施管理策略的过程中,公众的地质灾害认知与应对能力得以提升,社会整体的抗风险能力也随之增强。面对不断变化的自然环境与频繁发生的地质灾害时,明确的管理目标显得极为重要。各级政府与相关机构应将减灾与防灾置于优先地位,运用法律、科技与教育等多种手段,以系统化的思维推动地质灾害的管理。

### 3.2 地质灾害管理的措施

#### 3.2.1 监测与预警

完善的监测网络通过实时收集多种关于地质灾害的信息,使得对降雨量、地表变形及土壤湿度等关键指标的监控变得

可行。现代技术的广泛应用，为监测手段提供了强有力的支持，利用遥感技术、地理信息系统（GIS）与无人机等工具，使在较大范围内高效收集与分析数据成为现实。这些数据不仅有助于识别潜在风险区域，还为实时预测灾害发生的可能性提供了科学依据。及时发布的预警信息，有效减少了人员伤亡，为应急响应赢得了宝贵时间。为了实现高效的监测与预警，各级政府需要加强技术研发与基础设施建设，以确保监测系统的稳定运行<sup>[3]</sup>。同时，公众参与显得尤为重要。通过鼓励社区居民参与监测工作并建立信息共享平台，有助于提高公众的防灾意识，促进全社会共同构建防灾减灾的体系。

### 3.2.2 规划与设计

在城市规划及基础设施设计中，科学布局的重要性不容忽视，尤其是在高风险地质灾害区域的开发上应尽量避免。合理的规划不仅有效降低潜在的地质灾害风险，同时也提高城市的抗灾能力。进行城市规划时，各种地质条件、气候变化与地形特征等多种因素均需被充分考虑，优先选择地质条件稳定且灾害风险较低的区域进行建设。对于已经开发的区域，实施强化工程措施，例如坡面加固与排水系统建设，能够提升其抗灾能力。在设计阶段融入灾害应对理念，设立应急避难所及疏散通道，以便在发生灾害时迅速组织人员撤离。

### 3.2.3 应急响应与救援

应急响应与救援能力的建设，确保了在灾害发生时能够迅速组织救援。编制详尽的应急预案，针对不同类型的地质灾害提供了系统化的应对策略。在制定应急预案的过程中，各种地质灾害的特点、发生规律及可能造成的影响均需充分考虑。对各级政府、救援机构及志愿者而言，预案中需明确各自的责任与分工，以保证在灾害发生时的高效合作。定期进行应急演练的必要性同样不可忽视，这不仅提高了相关人员的应急反应能力，也确保在真实灾害发生时能够迅速有效地作出反应。建立健全的救援机制，为实现快速救援打下基础，政府应当加强对救援设备与物资的储备，以确保在灾害发生时拥有足够的救援资源。

## 3.3 地质灾害管理的政策法规

加强地质灾害管理的法律法规体系，对于有效的管理与规范操作至关重要。通过制定并实施相关法律法规，能够明确各级政府及相关部门的职责与义务，形成齐抓共管的局面。政策法规的实施不仅为地质灾害管理提供了法律依据，还增强了公众对管理工作的信任与参与意识。提升公众参与意识同样不可忽视。通过开展宣传教育活动，提高居民对地质灾害的认识与应对能力，有助于有效减少灾害带来的损失。政府应鼓励民众积极参与地质灾害的监测与预警工作，并建立社区应急小组，定期评估与修订相关法律法规，确保其与时俱进，以适应不断变化的自然环境与社会需求。

## 4 地质灾害风险评估与管理的未来发展

### 4.1 新技术在风险评估中的应用

随着科技迅速发展，评估的准确性显著提高，工作效率也得到了有效增强。通过卫星遥感技术，大面积地质灾害的全面监测与分析成为可能。高分辨率影像的利用，使关键数

据如地表形变与降雨量的变化得以实时获取，从而为风险识别提供了有力的支持。同时，无人机技术的引入，使得对偏远或难以到达地区的调查能力显著提升。在滑坡、泥石流等频发区域，详细的地形与环境数据能够迅速被收集。数据采集完成后，结合地理信息系统（GIS）与三维建模技术，风险信息的分析与可视化水平得到了大幅提升<sup>[4]</sup>。借助基于模型的模拟与预测，研究人员能够更精准地评估不同类型地质灾害的发生概率及其潜在影响，进而为科学决策奠定坚实的基础。同时，地质灾害数据的共享与透明化通过区块链技术的应用得到了创新的解决方案，确保了数据的真实性与完整性。

### 4.2 大数据与人工智能在地质灾害管理中的前景

在大数据与人工智能（AI）飞速发展的背景下，潜在风险因素的识别与分析能力，通过对海量数据的深入分析得以增强。机器学习算法的运用，使从历史数据中提炼出的灾害发生模式能够帮助实现对未来灾害事件的精准预测。预测的可靠性显著提升，同时决策响应的时间也被缩短，使管理者能够在灾害发生之前及时采取有效的防范措施。智能决策系统的构建推动了风险管理的自动化。通过实时数据分析与模型的动态更新，管理者能够快速应对突发事件<sup>[5]</sup>。在救援行动中，精准识别受灾区域与合理调配救援资源，确保了救援的及时性与有效性。

## 5 结语

随着科技的不断进步，卫星遥感、无人机监测及地理信息系统（GIS）等新兴技术，已显著丰富了地质灾害的监测与评估数据，并增强了潜在风险的识别与分析能力。人工智能与大数据技术的结合，使得更为精确的灾害预测与智能决策得以实现，从而提高应急响应的速度与效率。面对日益严峻的地质灾害挑战，相关政策与法规的完善显得尤为重要。通过多方合作与公众参与，政府应构建更加有效的地质灾害防治体系。综上所述，只有依靠科学的风险评估与管理，并结合新技术的创新应用，才能在一定程度上降低地质灾害的影响，从而为保护人类生命安全与促进社会可持续发展贡献力量。

### 【参考文献】

- [1] 张国厅. 构建地质灾害风险评估模型的方法学研究[J]. 中国减灾, 2024(13): 60-61.
  - [2] 应红. 人工智能技术在地质灾害中应用前景的分析[J]. 农业灾害研究, 2024, 14(5): 326-328.
  - [3] 杨红志. 水利水电工程地质灾害问题的初步研究[J]. 治淮, 2024(6): 87-88.
  - [4] 张兴辉, 胡泽广, 辛红旗. 煤矿采空塌陷区稳定性评价及地质灾害风险评估研究[J]. 能源与环保, 2024, 46(9): 154-160.
  - [5] 裴生祥. 水文地质在地质灾害防治中的应用研究[J]. 黑龙江环境通报, 2024, 37(10): 105-107.
- 作者简介：李天虎（1986.1—），男，民族，布依族，籍贯：四川省雅安市，学历，大学本科，研究方向：地质灾害防治、土地整合整治以及矿山生态修复。



## 环境工程中工业污水治理的常见问题研究

钱俊峰

杭州天创环境科技股份有限公司, 浙江 杭州 311121

[摘要] 我国经济已经步入快速发展时期。但是经济的快速发展对生态环境造成了一定的污染和破坏, 影响到人们的日常生活和身体健康。随着经济的发展, 人们已经不再满足于物质上的富足, 环境污染治理成为人们迫切需要解决的问题。环境污染当中, 工业污染对生态环境的污染最为严重, 并且这种污染极具扩散性, 这也是工业污水治理的难点所在。文章对工业废水产生的原因, 以及环境工程中工业污水治理的问题进行探讨, 并提出措施和建议, 希望能对工业污水的治理提供一定帮助。

[关键词] 环境工程; 工业污水; 污水治理; 常见问题

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13937

中图分类号: X70

文献标识码: A

### Research on Common Problems in Industrial Wastewater Treatment in Environmental Engineering

QIAN Junfeng

Hangzhou Tianchuang Environmental Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311121, China

**Abstract:** Chinese economy has entered a period of rapid development. However, the rapid development of the economy has caused certain pollution and damage to the ecological environment, affecting people's daily lives and physical health. With the development of the economy, people are no longer satisfied with material abundance, and environmental pollution control has become an urgent problem that people need to solve. Among environmental pollution, industrial pollution has the most serious impact on the ecological environment, and this pollution is highly contagious, which is also the difficulty of industrial wastewater treatment. The article explores the causes of industrial wastewater generation and the issues of industrial wastewater treatment in environmental engineering, and proposes measures and suggestions, hoping to provide some help for the treatment of industrial wastewater.

**Keywords:** environmental engineering; industrial wastewater; wastewater treatment; common problems

#### 引言

随着全球经济的快速发展, 工业化进程的加速导致大量工业污水的排放, 从而对水环境造成了严重的污染与破坏。工业污水成分复杂多样, 含有毒有害物质、重金属以及生物降解性较差的有机物, 巨大的压力由此加诸于水体及生态环境。提升处理水平、有效治理工业污水, 已成为环境工程领域亟待解决的重要课题。

尽管我国在工业污水治理方面已取得了一定成果, 仍面临诸多挑战, 例如治理技术水平的相对滞后、管理制度不完善、环保意识的缺乏以及资金投入的不足。这些问题的存在限制了污水治理的有效性, 阻碍了生态环境的保护。因此, 对这些问题进行深入研究与分析、探讨当前工业污水治理的现状与问题并提出相应的策略与建议, 显得尤为重要。对推动我国环境保护事业的发展, 这不仅具有重要意义, 也为实现可持续发展目标提供了理论依据与实践指导。对工业污水治理中常见问题的全面了解与解决, 将积极贡献于促进绿色经济发展、改善水环境质量及保障公众健康。

#### 1 常见的工业污水类型

工业污水种类繁多, 通常根据来源及成分的不同进行分类。其中, 化工废水是最常见的类型之一, 其主要来源于石油、化工及制药等行业。这类废水的特点在于含有大量的有毒有害物质, 如有机污染物、重金属及酸碱物质,

致使其污染成分复杂, 处理难度较大。冶金废水通常含有金属离子及酸碱物质, 其主要来源于钢铁及铝加工等冶金行业。相较之下, 纺织染料废水则富含大量染料、助剂及其他有机物, 表现出色度高及化学需氧量 (COD) 较大的特征。尽管食品加工废水的毒性相对较小, 但其含有的高浓度有机物也容易导致水体富营养化的现象。此外, 造纸废水主要由纸浆制造及造纸过程产生, 含有大量悬浮物及难以降解的有机物, 水质相对复杂。由于不同类型工业污水的成分及污染物各异, 在处理时所采用的技术与方法也有所不同。

#### 2 当前我国工业污水治理中存在的主要问题

##### 2.1 缺乏完善的管理制度

在我国工业污水治理中, 缺乏完善的管理制度已成为一个突出的问题。许多地区的污水治理管理机制尚不健全, 法规体系相对薄弱, 这导致了执行过程中诸多漏洞的出现。一些地方的污水排放标准较为宽松, 无法有效应对复杂的工业污水成分。此外, 由于跨部门协调不足, 环保部门在监管企业排污行为时缺乏必要的支持, 难以形成有效的监督合力。监管机制的缺陷使得部分企业为降低成本而投资不足于污水处理设施, 甚至出现了偷排和漏排的现象<sup>[1]</sup>。同时, 地方政府在经济发展与环保治理之间的平衡存在困难, 对工业废水治理的重视程度在部分地区显得不足, 环保执法力度欠缺, 缺乏具有震慑力的处罚措施, 这最终严



重影响了污水治理的效果。

## 2.2 污水处理技术水平低

在我国工业污水治理中,污水处理技术水平的低下被认为是一个亟待解决的关键问题。许多企业仍然依赖于传统的污水处理工艺,这些技术不仅陈旧且效率较低,难以有效应对现代工业污水成分的复杂多变。例如,对于化工废水、含重金属废水及高浓度有机废水等特殊类型的污水,采用过时的处理技术很难达到排放标准。尽管一些先进的污水处理技术在国际上已得到广泛应用,其在我国的推广与应用却显得相对缓慢,尤其是在中小企业中,污水处理设备的自动化与智能化水平较低,处理过程的精准控制难以实现,从而导致处理效果的不稳定。同时,污水处理技术的研发投入不足,制约了技术创新的发展,无法满足日益严格的环保要求。由于技术水平的滞后,污水处理过程中往往出现较高的能耗,这无疑增加了企业在环保治理方面的经济负担,进一步影响了治理效果的持续性与有效性。

## 2.3 缺乏相应的环保意识

在我国工业污水治理中,缺乏环保意识的问题尤为突出。尤其是在许多中小企业中,重心常常放在短期经济效益上,环境保护的重要性被忽视。在实际生产过程中,为了降低成本,某些企业不仅忽略了污水处理的必要性,甚至存在直接排放未经处理废水的行为。企业管理层与员工普遍缺乏环保意识,对环保法规的理解与遵守缺乏自觉,环保常常被视作附加成本,而非企业应承担的社会责任。同时,公众及社会对企业环保行为的监督力度明显不足,社会责任感的缺失使得许多企业在环境治理方面的投资明显不足。在地方政府层面,一些监管机构对环境保护的重视程度不够,未能充分认识到工业污水对生态环境及公众健康的长期影响。环保意识的缺乏,进一步加重了污水治理所面临的困难与挑战。

## 2.4 工业污水排放范围较广

我国工业污水的排放范围广泛,成为当前污水治理面临的重要问题。多个行业和区域涉及工业生产,排放的污水种类繁多,既包括化工、冶金、制药等高污染行业的废水,也涵盖了食品加工、纺织印染等传统行业产生的污水。这些行业分布在全国各地,尤其是在一些工业集聚区,污水排放量显得更加集中。位于偏远地区的中小企业,由于地理位置的分散,污水排放点广泛,给监管和处理带来了巨大挑战。水资源承载能力与污水处理能力的差异在不同地区明显存在,部分欠发达地区的污水处理设施相对滞后,难以满足大规模污水排放的需求。随着工业企业逐步向城镇和农村地区扩展,工业污水的排放范围不断扩大,污水治理的覆盖面及其复杂性随之增加,这使得环境污染控制的难度加大,形成了广泛的水环境风险。

## 2.5 实际治理能力较差

我国在工业污水治理方面的实际能力明显不足,这已成为当前面临的主要问题之一。尽管部分地区和企业已建设污水处理设施,但因技术水平相对落后、设备陈旧或维

护不当,治理效果往往令人失望。某些污水处理厂的设计处理能力与实际排放量之间存在不匹配现象,使其在应对高浓度污染物时显得力不从心。此外,许多中小企业的污水处理设施不够完善,处理工艺较为简单,无法有效去除污水中有毒有害成分,从而导致处理效果的不稳定性<sup>[2]</sup>。更为严重的是,某些地区在污水处理过程中缺乏科学管理,操作人员的专业技能不足,导致设备未能达到预期的运行效率,最终使治理效果未能符合国家环保标准。

## 2.6 资金投入不足

资金投入不足,成为我国工业污水治理中一个突出的问题,直接影响污水处理设施的建设与运营效果。许多企业,尤其是中小型企业,在初期投资时往往将重点放在生产环节,忽视了污水处理设施的必要性及前期投入,导致其污水治理能力显著不足。此外,环境保护政策的执行与企业自身经济状况之间存在矛盾,面对环保要求时,企业因资金短缺而难以及时升级或改造污水处理设备。在这种情况下,为节省成本,企业往往选择简单的处理方式,进一步降低了治理效果。

另一方面,地方政府在污水治理方面的财政支持力度不足,缺乏稳定的资金来源,使得许多地区的污水处理设施建设滞后,整体治理能力受到严重影响。

# 3 工业污水治理的主要策略

## 3.1 完善工业污水管理制度

完善工业污水管理制度,被认为是提升污水治理效果的重要策略之一。一个健全的法律法规体系的建立,明确了工业污水的排放标准及企业的环保责任,为治理工作提供了强有力的法律支持。此项工作应包括符合不同地区及行业特点的污水排放规范的制定,以确保标准的科学性与可执行性。强化行业监管与执法力度,至关重要。企业应严格遵循环保法律法规,通过定期检查与不定期抽查等措施,及时发现并纠正违法排污行为。此外,推动企业建立完善的内部管理制度,明确污水处理流程及责任,能有效促进企业对环保工作的重视与投入。同时,政府应积极构建信息共享平台,以确保企业污水排放数据的公开透明,增强社会监督,提高公众对企业环保行为的关注度。此外,鼓励企业之间的合作与信息交流,共享先进的管理经验与技术手段,有助于整体治理水平的提升。

## 3.2 引入先进的污水处理技术

引入先进的污水处理技术,被视为提升工业污水治理效果的关键策略之一。这类技术通常具备更高的处理效率及更强的污染物去除能力,能够有效应对日益复杂的污水成分。例如,膜分离技术、生物处理技术与先进氧化技术等,能够在较短的时间内去除高浓度的污染物,从而显著提升整体处理效能。随着科技的不断进步,智能化污水处理技术逐渐兴起。利用数据监测与自动化控制等手段,处理过程的实时监控与优化得以实现,进而提高过程的稳定性与可靠性。同时,采用新技术可显著降低处理过程中的

能耗与成本,提升资源的循环利用率。尤其在水资源紧张的背景下,先进的污水回用技术能够有效实现工业用水的再利用,减少对新鲜水源的依赖,从而有效缓解水资源压力。

### 3.3 提高环境保护意识

提高环境保护意识,被视为实现有效工业污水治理的重要策略之一。增强企业管理层与员工的环保意识,将促使他们认识到污染防治对企业长远发展的重要性。通过定期开展环境保护培训、宣传及教育活动,员工得以充分了解污水排放对环境与人类健康的潜在影响,从而自觉遵守相关环保法律法规。此外,鼓励员工参与环保行动的措施应得到企业的重视,建立环境保护责任制,使每位员工在日常工作中关注并实践环保措施。同时,社会各界也应增强对工业污水问题的重视。通过媒体、社区活动及公众参与等方式,公众对工业污水治理的关注程度可得以提高,从而形成良好的社会氛围<sup>[3]</sup>。政府与非政府组织的联合举办环保宣传活动,将有助于普及污水处理知识,引导公众对企业环保行为进行监督,推动企业自觉加强环保意识。

### 3.4 注重水资源的环保利用

注重水资源的环保利用,被认为是工业污水治理中不可忽视的重要策略。随着水资源的日益紧张,合理利用与保护水资源成为社会发展的迫切需求。在工业污水处理过程中,引入先进的水回用技术,使得经过处理的污水得以再利用,从而减少对新鲜水源的需求。这一举措不仅有效缓解了水资源短缺的问题,还降低了企业的生产成本,提高了资源使用效率。在设计污水处理系统时,应充分考虑水的多重用途,以最大限度地发挥水资源的回收价值。例如,处理后的工业污水可被用于冷却、清洗或灌溉,进而降低对原水的依赖,减轻环境负担。同时,在实施水资源管理时,企业应建立完善的监测体系,以确保回用水的质量安全,符合相关标准要求。

### 3.5 创新污水治理方式

创新污水治理方式,被视为提高工业污水处理效率与效果的重要策略。随着环境保护需求的日益增强,传统污水处理方法已难以满足现代工业发展的需求。新型治理技术与管理模式的探索,需持续进行,以应对愈发复杂的污水处理挑战。采用基于生态工程的自然处理技术,如人工湿地与生态塘,能够有效去除污水中的污染物,同时恢复与保护水体生态环境,达到污水处理与生态修复的双重目标。

智能化污水治理方法的引入,如物联网、大数据与人工智能技术,使得对污水处理过程的实时监控与优化成为可能,进而提升处理效率并降低运营成本。借助数据分析,企业可以更准确地判断污水成分的变化,及时调整处理工艺,以确保处理效果的稳定性。此外,推行分布式污水处理系统,有助于应对城市化进程中污水排放的多样性与复杂性<sup>[4]</sup>。通过在污水源头附近建设处理设施,污水运输成

本得以有效减少,整体处理效率也因此得到提升。

### 3.6 加大治理资金的投入

加大治理资金的投入,被视为确保工业污水治理效果及推动可持续发展的基本措施。伴随着工业化进程的加快,工业污水的排放量逐年上升,处理这些污水所需的高水平技术与设备支持,通常需要大量资金的投入。企业在污水治理方面的投资,应涵盖设施建设、日常运营维护、技术升级及人员培训等多个领域。通过增加资金投入,企业能够引进先进的污水处理设备和技术,从而有效提升污水处理的效率与效果,确保符合国家及地方的环保标准。政府及金融机构应增强对环保项目的支持力度,提供低息贷款、补贴及税收减免等政策,以鼓励企业加大环保投资。同时,环境保护基金的建立,有助于提供稳定的资金来源,从而提升中小企业的环保投资能力。资金的有效投入,直接影响污水处理设施的建设质量及后期运营,确保处理过程的稳定性与持续性。此外,通过资金的注入,新技术的研发也得以促进,以应对更复杂的污水成分及环境挑战,为长期的生态保护与可持续发展奠定基础。

## 4 结语

在全球环境保护日益受到重视的背景下,工业污水治理的有效性与可持续性显得尤为重要。通过对我国工业污水治理中常见问题的深入研究,识别出以下关键因素:缺乏完善的管理制度、技术水平低下、环保意识不足、排放范围广泛、实际治理能力欠缺及资金投入不足。为应对这些挑战,本文提出了一系列策略,其中包括完善管理制度、引入先进技术、提升环保意识、注重水资源的环保利用、创新治理方式以及增加资金投入,旨在为改善我国工业污水治理现状提供有益的参考与指导。展望未来,随着技术的不断进步与管理理念的持续更新,期待能够建立更加高效和可持续的污水治理体系,促进生态环境的持续改善,推动经济的绿色发展。各方的共同努力,将为保护水资源、改善水环境质量及实现可持续发展目标,贡献更多的智慧与力量。

### 【参考文献】

- [1] 赵振江. 环境工程中工业污水治理的主要问题及应对策略[J]. 黑龙江环境通报, 2024, 37(4): 106-108.
  - [2] 谭学界. 环境工程中工业污水治理存在的问题及解决策略[J]. 皮革制作与环保科技, 2022, 3(23): 14-16.
  - [3] 万后奎. 环境工程中工业污水治理的常见问题分析[J]. 清洗世界, 2021, 37(12): 60-61.
  - [4] 陆令学. 环境工程中工业污水治理的常见问题[J]. 化工管理, 2021(17): 17-18.
- 作者简介: 钱俊峰, 毕业年份: 2009年6月, 毕业院校: 嘉兴学院, 所学专业: 环境工程, 当前就职单位: 杭州天创环境科技股份有限公司, 职务: 工艺设计, 职称级别: 中级职称。

## 基于智能电网的电力通信运维管理初探

张裕昌

国网山西省电力公司信息通信分公司, 山西 太原 030021

[摘要] 电力资源对整个社会的高速发展都有着巨大的价值与作用, 更是人们日常生活生产中不可或缺的重要组成部分。为了充分发挥电力资源的价值与作用, 就需要做好电力通信的运维管理工作, 为人们提供高质量的电力资源。而做好电力通信的运维管理工作, 势必离不开智能电网的全面实现, 才能在先进的技术设备保障下, 提高工作效率与质量。

[关键词] 智能电网; 电力通信; 运维管理

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13967

中图分类号: TM73

文献标识码: A

## Preliminary Exploration on Power Communication Operation and Maintenance Management Based on Smart Grid

ZHANG Yuchang

Information and Communication Branch of State Grid Shanxi Electric Power Company, Taiyuan, Shanxi, 030021, China

**Abstract:** Electric power resources have enormous value and role in the rapid development of the entire society, and are an indispensable and important component of people's daily life and production. In order to fully utilize the value and role of power resources, it is necessary to do a good job in the operation and maintenance management of power communication, and provide high-quality power resources for people. In order to do a good job in the operation and maintenance management of power communication, it is necessary to fully realize the smart grid, in order to improve work efficiency and quality under the guarantee of advanced technology and equipment.

**Keywords:** smart grid; electric power communication; operation and maintenance management

### 引言

随着全球能源需求的持续增长以及对环境保护意识的不断提高, 智能电网逐渐成为电力行业的研究重点。通过整合前沿的信息技术、通信技术及电力系统控制技术, 智能电网实现了电力系统的自动化、信息化及智能化。这一进步不仅提升了电网的运行效率与可靠性, 还加强了对可再生能源的整合能力及电力需求的响应能力。然而, 引入智能电网也带来了新的挑战, 尤其是在电力通信运维管理方面。作为电网的“神经系统”, 智能电网中的电力通信系统负责实时传输和处理大量的运行数据与控制信息。面临着电网规模扩大和复杂度增加的背景下, 电力通信系统遭遇了信息传输延迟、数据丢失及系统安全性等问题。这些问题不仅对智能电网的稳定运行造成了影响, 还可能对电力供应的安全构成潜在威胁。因此, 有效的电力通信运维管理成为电力行业面临的一个重要课题。本文旨在对智能电网电力通信运维管理进行初步探讨。首先, 智能电网通信的特点及其对运维管理的新要求将被分析。重点将放在智能电网电力通信运维中的关键技术, 包括远程监控与自动化运维、大数据分析、云计算及物联网技术的应用上。最后, 当前电力通信运维管理中的主要问题将被剖析, 并提出相应的对策与建议, 通过对这些内容的系统研究, 期望为电力通信运维管理的优化及智能电网的健康运行

提供有益的参考。

### 1 电力通信运维管理的必要性

在智能电网的背景下, 电力通信运维管理的重要性愈加突显。其核心在于确保电力系统的安全、稳定与高效运行。随着电网结构的复杂化以及信息流与电力流的深度融合, 传统运维模式已难以满足不断增长的通信需求与运维复杂性。作为智能电网的核心枢纽, 电力通信网络承担着关键设备的实时监控、数据传输与远程控制等关键功能。对电网安全性及电力供应的可靠性, 其运行质量具有直接影响。电力通信系统的稳定性与响应能力要求被智能电网的推广进一步提高, 以应对突发故障及负载变化。实施精细化的运维管理, 可以及时识别并解决潜在问题, 从而降低设备故障率与通信中断的风险, 这不仅保障了电网的高效运行, 也提升了电力企业的服务水平与运营效益。

### 2 智能电网通信的特点

智能电网通信具备高度的实时性、可靠性及大规模数据处理能力等特征。快速的信息交换在电网系统中要求各类电力设备、传感器及控制系统之间实现, 这使得通信系统需具备极高的实时性, 以确保指令能够在毫秒级别内响应, 从而维护电力系统的稳定运行。通信系统的可靠性同样至关重要, 任何通信中断或延迟均可能严重影响电力供应, 甚至引发大规模停电。设计冗余机制和容错能力的必



要性在应对复杂电力环境及突发故障时显而易见。此外，智能电网的应用带来了海量的数据流<sup>[1]</sup>。高效的带宽管理和数据处理能力在通信系统中成为必需，以处理来自终端设备和监控系统的大量实时数据。多样化的网络架构，包括无线通信、有线光纤及卫星通信等技术手段，被集成应用以满足不同场景下的通信需求，从而实现电网的全面监控和智能化管理。

### 3 智能电网电力通信运维的关键技术

#### 3.1 远程监控与自动化运维

在智能电网的电力通信运维中，关键作用远程监控与自动化运维技术发挥着，确保电力系统的高效与安全运行。通过在电力设备上安装传感器与智能终端，实时采集电压、电流和温度等关键参数的数据得以实现。这些数据经由通信网络传输至控制中心，设备状态的远程监控以及动态分析由运维人员进行。如果异常情况被系统检测到，则预警迅速发出，并且故障诊断及处理的自动执行，如设备重启或切换至备用线路，依托于预设的算法完成，这种自动化处理时间的显著缩短使得人工干预的需求减少，同时减少了因人为因素造成的延误。

#### 3.2 大数据与人工智能在运维中的应用

在智能电网电力通信运维领域，智能化水平及效率的显著提升得益于大数据与人工智能的应用。对大量电力通信数据的采集、存储与分析，借助大数据技术，运维人员能够准确预测设备运行状态及潜在的故障风险。利用历史数据与实时监控信息，异常模式的迅速识别、故障预警的生成以及具体解决方案的提供，均由人工智能算法实现。隐患的及早发现通过预测性维护得以实现，从而避免重大事故的发生。此外，自动优化电网运行策略的能力同样由人工智能具备。对不同负荷需求、气候条件以及电力市场变化的动态调整，使得电网运行参数能够实时调整，从而保障电力供应的安全、稳定与高效，这种智能化的调整机制，电网整体性能的有效提升确保了，使电力系统在各种条件下的可靠运行。

#### 3.3 云计算与物联网技术的集成

在智能电网电力通信运维中，运维管理的效率与灵活性的显著提升，得益于云计算与物联网技术的融合。通过广泛部署的传感器和智能设备，物联网实现了对电网各环节的实时数据采集与传输。涵盖设备状态、电力负荷、环境条件等信息的这些数据，为电力通信运维提供了全面的信息基础。与此同时，强大的数据存储与计算能力由云计算技术提供，使得从物联网收集的大量数据能够集中处理与分析。通过云平台，设备数据的实时访问与管理得以实现，跨地域的统一监控与管理变得可能<sup>[2]</sup>。此外，大规模的数据分析及机器学习模型的应用也得到了云计算的支持，电网运行状态的深入分析、潜在问题的预测，以及自动生成维护建议的功能，均由此实现。

## 4 电力通信运维管理问题剖析

### 4.1 区域联系不紧密

在电力通信运维管理中，显著影响运维效率及系统稳定性的，是区域间联系不紧密的问题。由于电力通信系统的广泛分布和地域差异，各区域之间的协作与信息共享常常存在断层。传统通信方式的依赖，使得信息传递往往滞后，导致数据更新迟缓，响应速度减慢。联系的不紧密使得在故障或突发事件发生时，各地运维团队难以迅速获取准确的信息，这对故障的快速定位与处理产生了负面影响。运维管理的复杂性也因此增加，问题的解决常常需要经过多次沟通与确认，从而延长了恢复时间。缺乏有效区域协调机制的情况，使得不同区域的运维策略与标准存在不一致，这不仅降低了整体运维效率，还可能引发潜在的安全隐患。

### 4.2 重复建设严重

在电力通信运维管理中，突出的问题之一便是重复建设，其对资源利用及系统效率造成了显著影响。重复建设通常表现为不同部门或区域在相似功能需求下重复进行设施建设与系统部署。大量的资金与资源因此被浪费，同时维护和管理的复杂性也随之增加。由于统一规划与协调的缺乏，技术标准、设备选型及系统集成上的差异经常出现，这不仅引发了系统间兼容性问题，也导致整体性能的下降。资源的分散使得多个孤立的信息系统形成，进一步增加了运维团队的工作负担及沟通成本。运营与维护费用的提升及系统稳定性与可靠性的潜在威胁，是这种问题的最终结果。

### 4.3 综合设计及规划有待加强

在电力通信运维管理中，日益显著的问题之一是综合设计与规划的不足。通常缺乏系统性与前瞻性的现有电力通信基础设施，使得各系统之间的整合与协调能力较弱。设计阶段未能充分考虑到未来技术的发展及需求的变化，从而造成了系统间的兼容性问题，这直接影响了整体运营效率<sup>[3]</sup>。短视和局限性在规划过程中的存在，使得后续扩展与升级变得困难。实施过程中，由于设计与实际运营环境的脱节，诸如设备选型不匹配和布线不合理等问题频频出现。

## 5 智能电网电力通信运维管理对策

### 5.1 把握智能电网要求

在智能电网的电力通信运维管理中，准确把握智能电网需求对于实现高效运营与系统稳定性至关重要。智能电网的高度智能化与自动化，要求运维管理人员不仅需熟悉电力系统的基本运行机制，更需深入理解其先进技术与应用场景。必须适应数据驱动与实时响应特性的智能电网运维管理，建立高效的数据采集、传输和分析机制，以确保在系统运行过程中，各类信息能够迅速且准确地处理。此外，对设备的互操作性与系统的集成性，智能电网提出了更高要求，运维管理必须保证不同设备与系统之间能够无缝对接，同时在系统更新与扩展时，保持良好的兼容性。

网络攻击与数据泄露的潜在威胁,安全性也是智能电网运维中的重要关注点,需要予以防范,以确保电力系统的安全稳定运行。

## 5.2 实施智能管理

### 5.2.1 系统软件

在智能电网的电力通信运维管理中,实施智能管理被视为提升运维效率与保障系统稳定性的关键策略。发挥着至关重要作用的是系统软件。作为智能电网运维管理的核心工具,系统软件提供了全面的监控、分析与控制功能,以实现对电力通信网络的高效管理。通过集成多个功能模块,电力设备的运行状态能够被实时监测,故障的发现与诊断能够及时进行,并且详尽的运维报告得以生成,这些报告不仅涵盖设备的实时数据,还包括历史记录与趋势分析,帮助运维人员制定科学的维护计划及优化策略。此外,具备远程控制功能的系统软件,使得运维人员能够在任何地点对电力通信设备进行操作与调整,从而提升响应速度与管理灵活性。通过智能化的数据处理与决策支持功能,系统软件的管理能力进一步增强。对大量数据的深入分析使得系统软件能够预测潜在问题与风险,从而实现预防性维护及资源配置的优化。

### 5.2.2 智能管理

在智能电网的电力通信运维管理中,提升运维效率与系统稳定性的核心策略被认为是智能管理的实施。通过应用先进技术与智能工具,传统的管理模式被转变为以数据驱动与自动化为基础的新型模式。智能管理系统,集成了智能算法与机器学习技术,能够实时分析电力通信网络中的大量数据,潜在的问题与异常得以识别,并预警信息自动生成。这种智能分析能力使得运维人员能够在问题发生之前采取预防措施,从而减少设备故障率与维护成本。此外,自动化流程通过智能管理系统得到优化,维护操作的效率显著提高。例如,依据设备的运行状态与历史数据,维护周期能够被智能调整,维护资源的调度也会自动化进行,设备出现故障时,修复措施迅速被采取。同时,远程监控与控制功能得到支持,使得运维人员可以通过远程平台实时查看设备状态,进行远程诊断与修复操作,从而提升了运维的灵活性与响应速度。

### 5.2.3 创新管理方法

在智能电网电力通信运维管理中,实现高效运维的关键被认为是实施创新管理方法。传统运维管理通常依赖固定流程和手工操作,响应迟缓与资源浪费的情况容易出现。面对智能电网环境下的复杂挑战,创新管理方法应围绕数据驱动、自动化与灵活应对展开,以真正提升管理效率和应对能力。数据驱动决策,作为创新管理方法的核心,通过先进的数据采集与分析技术得以实现。实时监控与预测的运维管理,通过整合来自不同设备和系统的大量数据,

使得运维团队能够更准确地识别潜在风险和故障<sup>[4]</sup>。相较于传统的经验判断,这种基于数据的决策方式显得更加客观可靠,从而显著提高了故障预测的准确性与维护时效。自动化技术的引入显著提升了运维效率。传统运维管理中,数据记录、故障诊断和维护任务通常依赖人工操作,效率低下且容易出错。通过部署智能监控和自愈系统等自动化工具,故障的自动检测与修复成为可能。自动化不仅减少了对人工干预的需求,还提高了系统的响应速度与维护准确性,极大地提升了运维效率。灵活应对变化也是创新管理方法的重要方面。在智能电网环境下,市场需求与技术变动频繁且迅速,运维管理必须具备快速调整的能力。通过实施灵活的管理策略与动态调整机制,单位能够根据实际情况及时调整运维策略和资源配置。这种灵活性有助于应对突发事件,优化资源利用,提升整体运维管理的适应能力。最后,跨部门协作和信息共享的加强,亦是创新管理方法的重要组成部分。由于智能电网运维涉及多个部门和专业领域,传统的单一部门管理模式往往难以协调。

## 6 结语

在智能电网快速发展的背景下,优化电力通信运维管理被认为不仅对提升电力系统的可靠性和效率至关重要,而且成为应对复杂电网环境挑战的必要措施。深入分析智能电网中的电力通信运维管理表明,远程监控、大数据分析、云计算及物联网等先进技术的应用,在显著改善电力通信的运维方面发挥了关键作用。这些技术不仅提高了运维效率,还增强了系统的稳定性,并推动了数据驱动决策的实施。尽管如此,目前的管理实践仍面临诸如区域联系不紧密、重复建设严重、综合设计及规划不足等问题,这些问题对智能电网的整体运行效果产生了负面影响。应对这些挑战,为未来的电力通信运维管理,必须进一步结合智能管理理念。通过创新的管理方法和优化技术应用来适应新的需求和挑战,是不可或缺的。期望本研究能够为相关领域的进一步探索与实践提供有价值的参考,并推动智能电网电力通信运维管理的持续改进与发展。

### [参考文献]

- [1] 闫斌. 基于智能电网的电力通信运维管理初探[J]. 通讯世界, 2019, 26(10): 264-265.
  - [2] 陈璇, 江浩. 基于智能电网的电力通信运维管理研究[J]. 电子世界, 2019(14): 98-99.
  - [3] 黄嘉毅. 基于智能电网的电力通信运维管理的研究[J]. 中国新通信, 2018, 20(11): 37.
  - [4] 赏炜. 基于智能电网的电力通信运维管理的研究[D]. 北京: 华北电力大学(北京), 2017.
- 作者简介: 张裕昌 (1997.1—), 男, 毕业院校: 西北工业大学, 所学专业: 电子与通信工程, 目前就单位: 国网山西省电力公司信息通信分公司, 职务: 通信运维检修。

## “移动式+站点式”设计：乡村教育建设中移动书店的可行性研究

闵诣景 朴美睿 金昌杰\*  
延边大学工学院, 吉林 延吉 133002

**[摘要]** 乡村建设是实现共同富裕的主要路径, 乡村教育建设则是乡村建设中不可或缺的重要一步。“少年强, 则国强。”对乡村儿童教育投资, 便是对乡村的未来发展投资。面对教育资源、教育设施匮乏, 且缺少为乡村儿童阅读的合适空间是乡村教育现状, 设立移动书店不仅为儿童带来学习资源, 同时也为村民提供了一定的阅读空间。随着交通发展, 乡村与城镇之间建设交通站点, 以“移动式”“站点式”“装配式”的特点进行移动书店设计, 在乡村交通站点附近设立移动书店, 利于为更多的人提供阅读资源。文章以了解乡村教育现状, 分析研究在移动书店的可行性, 激发乡村儿童对于阅读的热情、提高乡村村民的人文素养, 营造一种大众学习的良好气氛为目的, 在乡村教育建设过程中建设移动书店为例, 结合移动式、站点式、装配式、模数化、绿色节能设计进行研究。

**[关键词]** 乡村教育; 文化建设; 移动式书店; 装配式建筑; 站点式布局

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13972

中图分类号: TU247

文献标识码: A

## "Mobile+Station" Design: Feasibility Study on Mobile Bookstores in Rural Education Construction

MIN Yijing, PIAO Meirui, JIN Changjie\*  
College of Engineering, Yanbian University, Yanji, Jilin, 133002, China

**Abstract:** Rural construction is the main path to achieve common prosperity, and rural education construction is an indispensable and important step in rural construction. "Youth are strong, then the country will be strong". Investing in rural children's education is an investment in the future development of rural areas. Faced with the scarcity of educational resources and facilities, as well as the lack of suitable reading spaces for rural children, the current situation of rural education is that mobile bookstores not only provide learning resources for children, but also offer a certain reading space for villagers. With the development of transportation, transportation stations are built between rural and urban areas, and mobile bookstores are designed with the characteristics of "mobile", "station", and "prefabricated". Setting up mobile bookstores near rural transportation stations is conducive to providing reading resources for more people. The article aims to understand the current situation of rural education, analyze and study the feasibility of using mobile bookstores, stimulate rural children's enthusiasm for reading, improve the humanistic literacy of rural villagers, and create a good atmosphere for mass learning. Taking the construction of mobile bookstores in the process of rural education construction as an example, the study combines mobile, station based, prefabricated, modular, and green energy-saving design.

**Keywords:** rural education; cultural construction; mobile bookstore; prefabricated buildings; station layout

### 引言

党的二十大报告指出, 要加强国家科普能力建设, 深化全民阅读活动, 要加快义务教育优质均衡发展和城乡一体化, 优化区域教育资源配置。推进乡村儿童阅读事业是深化全民阅读的重要组成部分, 也是丰富乡村地区教育资源, 促进教育公平的有益助力。实施乡村振兴战略, 就要优先发展乡村教育事业。然而, 直观现代乡村教育的发展, 教育资源的匮乏无疑是发展路上的绊脚石。相比较大城市学校多功能教育环境, 乡村学校的教环境相对落后。且由于经济原因, 建设高质量的文化阅读区域更是艰难, 满足乡村儿童的阅读需求是一个巨大的挑战。因此本文以乡村教育建设中移动书店的可行性进行研究, 以“装配式+模数化”设计“移动式+站点式”书店为乡村儿童建设一个阅读区域, 提供一定高质量的教育环境。移动书店以教育资源循环利用的方式, 使乡村儿童们对这新颖的方式产生

好奇心, 增加阅读兴趣, 加强乡村教育。

### 1 乡村教育发展现状

乡村教育水平现状因地区、学校、学科、年级等因素而异, 总体上与城市相比, 乡村地区的教育水平相对较低。且根据图 1 可知, 近几年来, 乡村的普通小学、初中、高中也在大量地逐步减少。在乡村地区, 由于教育资源不足、师资力量相对不足, 学校往往缺乏教学设备、教材和其他教育资源。以及家庭教育观念和经济条件的限制, 乡村学生的学习环境较差, 导致乡村学生的学习成绩较差、升学率低, 甚至存在辍学现象。

目前村民的受教育层次相对偏低, 一般村民受教育水平主要取决于两个因素, 一是受教育机会的供给, 二是受教育者的主观意愿。按照数据统计乡村居民文化水平, 水平在小学毕业及以下占比 50.80%, 水平在初中毕业占比 32.5%, 高中班毕业及以上占比少部分。分析表 1 可知,



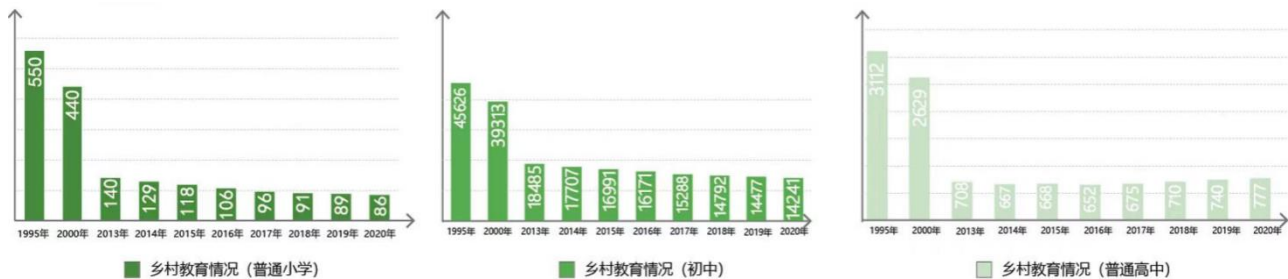


图 1 乡村教育情况

表 1 城市儿童与乡村儿童家庭教育状况

项目	(1) 乡村留守儿童	(2) 父母在家乡乡村儿童	(3) 城市流动儿童	(4) 城市儿童	组间差异 (2)-(1)	组间差异 (3)-(1)	组间差异 (4)-(1)
家庭最高教育水平 为大专或以上占比	0.13 (0.34)	0.2 (.4)	0.26 (.44)	0.73 (.45)	0.07(.02) ***	0.12(.02) ***	0.59(.02) ***
对学生作业重视程 度高家庭占比	0.52 (.5)	0.64 (0.48)	0.65 (.48)	0.69 (.46)	0.12(.03) ***	0.13(.02) ***	0.17(.02) ***
家人陪学生阅读或 读书给学生听占比	0.52 (.5)	0.66 (.47)	0.8 (.4)	0.83 (.37)	0.14(.03) ***	0.28(.02) ***	0.31(.02) ***
日均课外辅导时长 (分钟)	80.7 (162.8)	83 (102.5)	104 (124.1)	130.8 (132.3)	2.31(11.50) ***	23.30(7.16) ***	50.10(6.81) ***
观测值	739	452	2512	6908	1191	3251	7647

注：括号内为标准误，\*、\*\*、\*\*\*分别表示在 10%、5%和 1%的水平上显著。

城市儿童与乡村儿童家庭教育状况，城市儿童家庭最高教育水平为大专或以上占比远远高出其他三类家庭的儿童，差异较大。乡村留守儿童对学生作业重视程度与其他儿童相比占比最少；家人陪学生阅读或读书给学生听的占比最少；日均课外辅导时长与其儿童相比时间最短。简要可知乡村教育环境较差，需要提供更多的教育资源。

以汪清县东光镇小汪清村（马村）乡村教育为例据实地调查了解，小汪清村（马村）现共有 147 人，其中 7~15 岁儿童共 1 人，正在接受九年义务教育。该乡村没有建设学校，此乡村的学龄孩童需要乘坐交通工具到 7 公里远的汪清县中心的学校上学。而且乡村儿童的智力等先天条件与城市孩子并无过大差距，只因缺少良好的教育环境，大部分儿童的潜能无法得到充分发掘，个人综合素质没有得到应有的培养和提高。因此，缩小城乡教育差距、改善乡村儿童教育环境势在必行。可以在社会教育、培养学习气氛方面对乡村儿童们进行教育环境改善，建设适用于乡村教育建设的设施，为乡村儿童带来教育资源，推进乡村文化建设。

2 移动书店的需求性与概念设计

随着现代化的发展，文化素质已经成为了一个国家和地区发展的重要标志。在城市地区，人们可以通过书店、图书馆等多种方式获取知识和文化。但是在乡村地区，这些资源很少，而且由于交通不便、信息不畅，许多村民接触不到文化资源。移动书店可以让村民有机会接触到更广阔的知识和文化，从而提高他们的文化素质和综合素质。

移动书店可以满足村民对图书、杂志、报纸等多种文化资源的需求，让村民在家门口就可以享受到城市里的文化资源，也使得对乡村儿童提供更多的教育资源和教育环境。

以小汪清村所属汪清县为例，截至 2020 年汪清县人口数为 213, 038，共有书店数量为 9 个。按照人口比例计算，在人口数仅为 147 的小汪清村，建设固定书店方案在经济方面考虑不为最佳选择。至此，移动书店的益处便可体现出来。对于人口较少的小汪清村建立固定书店前期需要花费大量资金，需要在乡村适当位置建设房屋，车辆输送书籍，花费金钱管理维护书店，且客户人数少，性价比不高。对比之下，移动书店不需要租赁和店面维修费用，可以以最小的成本进行经营，巡回于不同的乡村，为乡村教育建设做贡献。移动书店的本质还是“书店”，图书发行工作，不论是作为文化建设，还是作为经济活动，都是与全体民众息息相关的，它理应是全社会参与的活动，为每个人参与文化建设提供机会与便利、保证，一个社会的文化生活才会丰富、精彩，文化建设才会取得较高成就。再丰富了文化生活，促进了文化建设。



图 2 移动书库理念设定

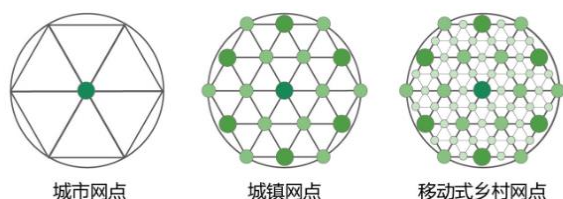


图3 固定书店分布与移动书店可行性



图4 移动书店模数化设计概念图

移动书店创新性在于“移动”，面对教育程度、文化水平相对落后的乡村地段，改变书店固定形式的建设模式，让书店自己“动”起来。固定的书店受众人群、服务对象是固定的，而将书店动起来便可以增加人流量，从而加大人群阅读数量。移动书店以流动的方式，为缺少教育资源的乡村带去书籍。

移动书店可以作为乡村文化建设的一个重要组成部分。移动书店设计上，以模数化设计，装配式施工为主进行方案设计、结合绿色节能环保建筑材料，通过“移动式+站点式”模式步入各个乡村网点，通过移动书店的推广和宣传，可以吸引更多的文化工作者和文艺爱好者到乡村地区来开展文化活动和文艺创作。这有利于推动当地文化建设的发展，丰富村民的文化生活，提高乡村儿童教育环境。移动书店走入乡村，提高村民文化素质、满足村民文化需求、促进乡村文化建设。

### 3 “移动式+站点式”双模式布局

#### 3.1 固定书店与移动书店

固定书店和移动书店都是书店的形式，固定书店和移动书店都具有各自的特点与优势，固定书店位于特定的地点，而移动书店可以在不同的地点进行巡回销售。固定书店的便捷性可能更好，通常在城市或商业区中心的繁忙地段，而移动书店可能需要人们到不同的地方才能拜访。不仅如此，固定书店通常有更多的库存和选择，可以放置更多的书架和书籍，而移动书店则有更少的空间来展示书籍。

移动书店通常在社区、乡村中进行巡回销售，与当地的居民建立更紧密的联系，并且更容易参与到当地的特色活动中，相比于固定书店则，更容易融入当地社区。对于乡村教育建设中大量分散的群体，移动书店不仅降低了运营的成本，还加大了与各个乡村的交流沟通。

移动式书店相较于固定式书店，书店巡回多地，达到相同教育效果的同时，节省了许多建材能源。移动路线贴合交通站点设置，进行站点式布局提高服务效率、扩大服务范围、增加服务品质，并且更好地满足乡村地区读者的需求。

#### 3.2 “移动式”+“站点式”双模式

移动式书店基础上，站点式布局是一种将服务点分散

在区域内的布局方式，在移动书店的路线中发挥重要作用。站点式布局可以将服务点分散在不同的区域内，避免了书店在一些远离城市中心的乡村地区长时间停留，浪费时间和资源。同时也方便了村民前来购书，减少了出行时间和成本。移动书店的路线通常是在不同的乡村地区进行穿梭，站点式布局可以让服务点遍布更广阔的地区，提高服务的范围和覆盖面，让更多的村民能够享受到书店的服务。

站点式布局，移动书店可以将服务点布置在更加舒适、方便的场所，比如乡村的文化广场、客运公交站等公共场所，提高服务品质和服务体验，吸引更多的读者前来购书。站点式布局可以将服务点分散在不同的地点，每个服务点都可以结合当地特色和文化背景设置针对性服务，从而更好地实现整体的目标。而且规划移动书店的巡回路线时，以乡村现有的交通站点个数为主。乡道具有多少个村落，统计人数，人流比例以及书籍需求，以各乡镇站点为一个定点，布置可移动式书店。预先统计定点周围居民数，儿童各年龄段占比，依据乡村人数规定停留时间，根据年龄预备该年龄段所该阅读的相关书籍，移动书店以周期性进行布置。乡村现有的交通站点，作为“枢纽”拥有大量的固定人流量，对移动书店可以起到很好的宣传作用，增加书店客流量，使之达到乡村教育和乡村文化建设。

### 4 “移动式”+“装配式”设计

#### 4.1 装配式与移动式融合

移动式书店以一种新型书店的形式出现在乡村街口，建设提高人们的生活、教育水平，将文化融入到人们的日常生活之中。在移动式、站点模式的布局前提下，书店融入模数化设计和装配式施工，将集装箱内部进行标准化、模数化设计，在工厂先提前加工好构件再到现场进行安装，减少后期安装时间，提高生产速度和效率，移动书店进行装配式建筑设计建造，融入环保理念，选材考虑绿色化建筑材料，融合移动式进行流动。

装配式建造技术是装配式建筑的施工方式，是一种通过工厂加工构件、部品、部件并运输至现场，现场直接进行机械化装配的搭积木式施工方式。这种建造方式具有节资源、高品质、多风格、短工期、成本可控等优点。移动书店的大小需要根据将要到达的目的地、受众体人数、所运输书籍数量进行调整分级。装配式与模数化设计融合，可达到节约经济消耗、提高性价比、施工难度降低等作用。而且可以有效避免项目建设对自然环境造成破坏，有利于实现低碳环保目标。在低碳环保理念下，装配式建筑在能源节约、环境保护、经济发展等方面发挥了重要的作用。

为满足乡村需求和合理性，以“模数化”“装配式”双模式完成建筑设计，移动书店设计过程中，主体以集装箱为中心，将其安装在货车上，制作成可移动式书店。移动书店的预制构件在工厂里一体完成，其质量、效果、耐久性，都要大大优于现场作业，省时省力、提高效率，而且并不影响建筑外观设计。在工厂加工完成构件后，安装



到货车上,便可以直接向目的地出发,不必再到施工当地进行建设。移动式建筑从建筑材料方面,移动元素使得整个书店设计增加了普及分布的更大可能性,同时移动书店不会长期占据地面,减少了更多建筑材料的浪费。从书籍资源方面,移动的方式增加了书目阅读的客流量,在拥有一定量书籍的情况下,进行巡回展出,使更多的读者阅读。装配式建筑节约施工人力消耗,移动式建筑节约材料消耗。装配式和移动式建筑,在两种层次方面上都有各自的优势,而将两种模式融会贯通便是将两种优势融合,达到“移动式+装配式”建筑模式,提高性价比、增加便利性。

以小见大,以移动图书柜为例,该项目借用闲置的图书资源,开设一个流动式的图书柜,提高资源的利用率。初步的建设目标是在国内大型商场,学校,火车站、地铁站、飞机场等主要交通枢纽附近建立一个流动式的图书柜。而移动书店便是扩大规模化的图书柜,店内装配式设计对应图书柜制定好的书架,移动式对应流动式。“装配式+移动式”设计将资源利用率最大化,提高阅读便利性。

#### 4.2 “移动式+装配式”移动书店设计方案

设计单独一个模数化装置(如图5-6所示),再进行多单体的灵活组合。以集装箱为主体的书店设计有以下几点优势:组合方式灵活,使用多个集装箱可组合出不同的造型。可以因地制宜,根据所处环境、地势的不同,将集装箱摆放成不同的形状。从而更好地为人们展示书籍、方便人们进行阅读;移动方便,一般采用吊车就可以将其运输至目的地,到达现场后进行整体吊装,可以有效减少在建设建筑物中所消耗的时间;环保作用,使用二手集装箱,不产生作业垃圾,可循环使用,有效地保护了当地的环境,并且具备防水防风防火防腐等特点。

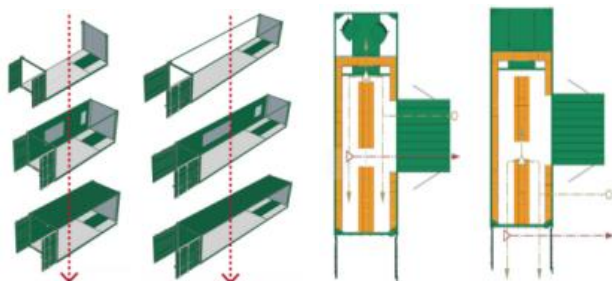


图5 装配式建筑设计

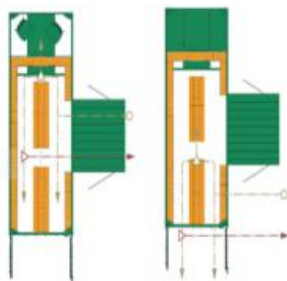


图6 模数化设计应用

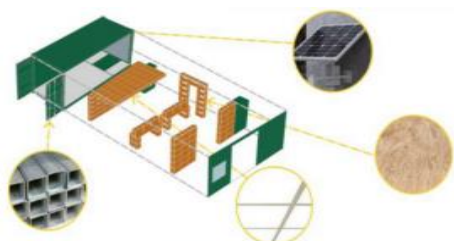


图7 绿色节能设计应用

书架以欧松板制作而成,材料质量轻且不易变形。欧松板绿色环保,甲醛释放量低、有木头清香味。稳定不易

变形,密度、厚度、强度均匀一致,解决了木制板材易变形的问題。且欧松板保留了原木质感,具有艺术性,可直接刷清漆或涂料做装饰面板使用。由于材料本身不霉不腐、防虫不蛀的特点,无论所处环境潮湿或干燥,都不会因长期使用而轻易磨损。

钢架主体以方钢为主,采用新型方钢定型背楞支撑体系替代木方背楞。方钢长度可按实际需要购买、租赁,现场无需加工。绿色环保,减省木材,保护有限的森林资源;无需二次割加工,没有木屑,无污染;节约劳动力资源,提高生产效率。占用施场地小,符合建筑绿色施工节地理念。

在集装箱外部设立光伏板,进行光力生电,再设立配电箱进行电力收集,以此减少电能浪费。光伏发电系统工作性稳定可靠,使用寿命长,操作、维护简单。光伏发电过程简单,没有机械转动部件,不消耗燃料,不排放包括温室气体在内的任何物质,无噪声、无污染,且太阳能资源分布广泛且取之不尽。光伏板结构简单,体积小且轻,易安装,易运输,建设周期短,获取能源花费的时间短。使用方便,维护简单,在-50℃~-65℃温度范围均可正常工作,在严寒地区和热带地区都可以正常安全使用。

将以上绿色材料结合在集装箱内,坚持环保原则,建设一个设计单元。(如图7所示)。



图8 乡村移动式书店示意图

## 5 结语

从一般的固定书店转换到乡村移动书店,不仅仅是打破了书店的固定存在形式,更是为乡村教育建设助力提供了一种新方式。人们对于乡村教育发展的过程中,应避免形式主义,着重于实际行动、考虑建设效果、优化整改方案。从实际出发、切实保障乡村儿童的教育质量,提高乡村儿童的学习积极性的同时,建设一个拥有良好学习气氛的社会环境。人们常说:读万卷书,行万里路。“书籍、文化”行走万里之路为乡村孩童们送去学习的机会、提高阅读的热情。以一种全新的、最高性价比的形式,将书册、文字送达到乡村儿童们的手中。路过并停留,像被风吹散的种子,对于乡村教育建设,移动书店一直在路上。

#### [参考文献]

[1]胡静波.聚焦乡村儿童阅读助力乡村教育发展[N].中



华工商时报, 2022-12-13(8).

[2]董焕,吴玉洁,朱佳欢.基于社会实践的乡村教育现状分析[J].现代交际,2019(24):166-167.

[3]肖星明.浅谈民营书店意义的多元化[J].中国出版,2001(9):35-36.

[4]王平,刘阳杰.浅谈标准化设计与装配式建造[J].中国标准化,2019(2):62-63.

[5]刘燕婷.低碳环保理念下的装配式建筑研究[J].房地产世界,2022(22):151-153.

[6]陈溢晨,陈墅香.当代装配式建筑设计与生产研究[J].福建建筑,2023(3):18-24.

[7]陈可欣,齐伟伟,曹文屹,等.基于共享经济下的移动图书柜设计方案研究[J].中小企业管理与科技(上旬刊),2021(9):161-163.

[8]姜凤彩.新型方钢定型模板体系在高层建筑中的运用探讨[J].住宅业,2021(12):75-77.

作者简介:闵诣景(2003—),女,朝鲜族,吉林延边人,本科生,延边大学工学院,研究方向:建筑设计;朴美睿(2006—),女,朝鲜族,吉林延边人,本科生,延边大学经济管理学院,研究方向:乡村经济;\*通讯作者:金昌杰(1990—),男,朝鲜族,吉林延边人,博士,讲师,延边大学工学院,研究方向:建筑设计与理论。

## 关于苗木管理技术在园林绿化施工中的应用分析

李云霞

重庆市綦江区园林绿化管理所, 重庆 401420

[摘要] 园林绿化施工是城市基础建设的重要组成部分, 承担着提高城市绿化率, 促进城市生态文明建设的职责。苗木管理技术的合理应用, 能够最大限度提高苗木存活率, 减少苗木死亡情况, 对于促进园林绿化施工的高质量发展有着显著的提升意义。基于此, 本篇文章从实际情况出发, 首先分析了园林绿化施工的特点, 进而阐述了苗木管理技术在园林绿化施工中的应用要求, 最后针对性提出了苗木管理技术在园林绿化施工中的具体应用以供参考。

[关键词] 园林绿化; 施工; 苗木管理

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13969

中图分类号: S688

文献标识码: A

## Analysis of the Application of Nursery Management Technology in Landscape Greening Construction

LI Yunxia

Chongqing Qijiang District Landscaping Management Office, Chongqing, 401420, China

**Abstract:** Landscape greening construction is an important component of urban infrastructure construction, responsible for improving urban greening rate and promoting urban ecological civilization construction. The reasonable application of seedling management technology can maximize the survival rate of seedlings, reduce seedling mortality, and have significant improvement significance for promoting the high-quality development of landscaping construction. Based on this, this article starts from the actual situation, first analyzes the characteristics of landscape greening construction, then elaborates on the application requirements of seedling management technology in landscape greening construction, and finally proposes specific applications of seedling management technology in landscape greening construction for reference.

**Keywords:** landscape greening; construction; nursery management

### 引言

园林绿化施工在提高城市美观度、改善城市生态状况方面具有显著的提升作用, 苗木管理技术的合理应用, 是确保园林绿化施工质量的关键。因为园林绿化施工的地点分散特点, 使得苗木管理技术的应用需要处理多种复杂因素, 必须统筹各项因素内容, 提高苗木管理的整体质量, 才能有效提高园林绿化施工的建设成效。因此, 分析苗木管理技术在园林绿化施工中的应用, 对于保障苗木成活率, 加强苗木健康成长, 提高园林景观的绿化程度均有着重要的现实意义。

### 1 园林绿化施工的特点

#### 1.1 施工地点分散

与传统施工工程相比, 园林绿化施工的施工地点更分散, 更分布, 常见于城市园林景观、广场、公园等不同场景中。园林绿化施工作为城市建设的基础配套工程, 没有固定的施工地点, 施工场所分散, 因此在施工过程中需要考虑综合性因素, 如不同施工地点的管理重点、不同施工地点可能对外界产生的影响, 施工管理难度更高、管理内容更丰富。

#### 1.2 艺术性

园林绿化施工不仅承担着基础设施建设的职能, 也需要保障园林景观的美观性, 在实施过程中涉及美学、植物

学、建筑学、建筑艺术学等诸多专业学科。园林绿化施工过程中, 需要综合考虑周围环境和建筑物的美学因素, 从色彩协调、景观特点、气候特征以及植物生物性状等方面加强调研, 注重园林绿化施工的艺术性, 满足城市群众的景观欣赏需求。

#### 1.3 经济性

园林绿化施工需要考虑施工的经济性, 在追求园林景观美感的同时, 也需要考虑苗木的经济性与成本效益, 顺应绿色建设需求。在苗木选择方面, 需要选择一些具有观赏价值和经济价值的苗木品种, 丰富园林景观层次性, 同时达到成本控制的有效方法, 提高园林绿化施工的经济效益。

#### 1.4 综合性

园林绿化施工的目的体现在诸多方面, 因此在施工设计过程中需要从不同方面结合施工特点设计建设方案。方案内容需要结合不同内容特点, 综合苗木生长特点、土壤肥沃度、苗木光照时间以及园林空气湿度等多种因素。从这一角度来看, 园林绿化施工的建设目标需要从整体性角度考虑, 加强设计方案的完整性与可靠性, 突出园林绿化施工的综合性的特点。

### 2 苗木管理技术在园林绿化施工中的应用要求

#### 2.1 苗木种植的准备工作的

园林绿化施工对苗木种植的种类规定并不统一, 苗木

种类的选择一般按照绿化工程建设区域当地规定进行合理选用。因此,苗木种植前需要做好充分的准备工作,结合园林施工地点的其他植物情况、土壤情况、气候情况科学选择苗木种类。比如考察土壤中的 pH 值以及各类营养物质,确保园林土壤肥力能够达到苗木栽种的土壤要求,为后续苗木管理提供基础条件,加强苗木管理的合理性与科学性。苗木种植的土壤需要具备一定的肥力基础与厚度基础,碱性较强、受过污染、土壤厚度不足的土壤不能用于苗木种植。因此需要加强对园林景区土壤的调查,促进苗木的健康生长,减少苗木夭折、枯萎等情况发生,提高管理规范性<sup>[1]</sup>。此过程中,可以使用合理的有机肥料调控土壤肥力,确保土壤的养分、质量与后续势均能达到苗木种植需求。为了达到苗木种植条件,前期需要做好充足的松土工作,确保土壤硬度适中,促进苗木根基吸收更多的养分。与此同时,需要依据实际情况以及园林绿化施工的建设要求,选取具有经济效益与种植效益的苗木品种,重视前期准备工作,确保苗木管理的高质量开展。

## 2.2 苗木的选购要求

在苗木选购过程中,需要综合考虑各项因素并严格执行选购方案。在选购苗木的过程中,需要明确选购原则,确保选购方案的全面性与科学性,最大程度上保障苗木的生长率与成活率,保障幼苗品质。因此在选购过程中,需要选择品相完好、根茎粗壮、根系发达的幼苗,确保苗木的抓地力与吸水力,提高成活效率。同时也需要考虑园林景观的气候环境以及其他植物种类,按照设计要求选择最适宜的苗木品种,加强苗木管理的针对性与高效性。

## 2.3 苗木的土质要求

一般情况下在园林绿化施工开展前就会明确苗木的栽种地点,但是受城市整体建设和园林景观自身条件限制,原本确定的栽种地点的土质并不一定契合苗木生长条件。因此在苗木栽种前需要结合选购的苗木品种与苗木特点,对栽种地点的土质进行适当调节,松土肥土,进而达到合适的调节作用。其中需要重点关注土质的酸碱性,结合苗木生物性状以及苗木生长特点,选取针对性的改造方式,确保栽种土质能够满足苗木的生长需求。

## 2.4 苗木的水质要求

园林绿化施工过程中,很容易忽视水质对苗木生长的重要作用,如果水质不佳甚至水质受到了污染,则很有可能会影响苗木的正常生长,导致苗木枯萎乃至死亡。在这种情况下,就需要分析苗木水源的成分,明确水源地,分析其中水分中的各类物质,提高水源质量。在进行苗木浇灌前需要充分了解、分析灌溉水源的情况,注重对苗木的合理浇水、高效浇水,确保水质能够满足苗木的生长需求,促进苗木健康成长。

## 3 苗木管理技术在园林绿化施工中的具体应用

### 3.1 苗木种植技术的应用

苗木种植是苗木管理的重要组成部分,需要紧密结合

不同植物的生物性状与生长特点,明确不同苗木种类的生长需求,明确生长缺陷,确保苗木管理的规范推进。基于这一目标,就需要加强苗木种植的科学性和合理性,做好充分准备工作,包括土壤调控、苗木给排水以及苗木的整体布局等方面内容。施工人员需要结合园林绿化施工的具体要求,系统地、全面地对苗木进行分层化种植,考虑不同体积苗木之间的栽种距离,以及苗木与建筑物之间的距离,加强苗木生长性与全面性。同时需要提高苗木的生长质量,筛选出高质量的苗木植株进行种植,按照不同苗木种类选择不同的种植技术:

(1) 草本类。草本类苗木的种植具有面积广、范围大的特点,且对当地气候条件的要求较高,具有一定的植物敏感性。因此在种植草本类苗木的过程中,需要紧密结合当地气候条件选择科学的种植方法。首先是单播种植。对单独一种植物种植进行单独播种,进而适应栽种区域其他植物的生长习性,加强植物对环境的适应度。单播种植的管理要求不高,只需要针对某一植物的种子采取针对性管理措施即可<sup>[2]</sup>。其次是混播种植。结合不同种类植物种子特点,对植物种子同时播种,进而创造出多样化的植物群落,能够改造园林景观的生态系统,促进不同植物间生物效能的发挥。草本植物的适应力较强、生长速度较快,但是也需要针对不同植物特点选取合理的种植策略,保障植物的健康成长。同时需要注重病虫害防治、施肥管理等措施的使用,确保草本植物的良好成长。

(2) 灌木类。灌木类植物具有较强的经济价值和美观价值,但对于生长环境的要求较为严格,尤其是对土壤质量的要求更高。如果灌木栽种地点的土壤质量不达标,就需要进行合理的土壤调控措施,注重定期施肥并开展土壤成分检测。同时调查灌木种植的地下区域是否存在地下管线等隐蔽设施,合理布局确保种植工作的安全开展。

(3) 乔木类。乔木类植物的体积较大,因此需要科学调控乔木植物之间的距离,为植物留下充分的生长空间。与灌木类植物相比,乔木植物对生长环境的要求相对不高,因此在栽种过程中可以搭配其他植物,提高景观层次性。此外,也可以对乔木多余的树枝进行裁剪,减少植物蒸腾作用,减少养分流失问题,促进苗木健康成长。

### 3.2 防冻保温技术的应用

对苗木的防冻保温是苗木管理工作的重要内容。园林绿化施工过程中,一般使用苗木移植的方法进行栽培,新移植的苗木普遍存在生长势弱、适应性不强、养分吸收率不高等问题。尤其是在冬季进行苗木移植的过程中,需要采取合理的防冻保温技术手段,使用稻草、布条等保温材料包裹树干,避免未成熟苗木产生冻害问题<sup>[3]</sup>。秋季移植过程中不需要过多担心苗木的受冻问题,但也需要进行一定的防冻保温措施。可以通过施用钾肥、减少氮肥施用的方法提高苗木抗冻性,同时养成日照时间,最大限度提高



苗木的抗寒能力。如果在夏季进行苗木移植,需要确保苗木不会因高温产生大批量死亡问题,通过设置遮阴棚配合洒水降温的方式提高苗木的耐热性。遮阴棚搭建过程中,需要确保周围环境的通风条件,保持空气流动性,促进苗木的合理作用,为后续苗木管理提供良好基础。苗木栽植完成后,需要全过程管理苗木的生长情况,确保苗木与园林景观环境的充分适应。在苗木适应阶段,苗木的生长速度较慢,且苗木根系需要吸收大量的养分才能促进其合理生长。此过程中需要结合外部环境,强化苗木管理的针对性,比如在夏季做好遮阴灌溉处理,在冬季做好包扎保暖处理,最大限度提高苗木的成活率。

### 3.3 支撑固定技术的应用

苗木移植完成后,为了促进苗木的健康成长,就需要使用合理的支撑固定技术,保障苗木生长稳定性。支撑固定技术使用的过程中,需要设置合理的保护层,对支撑物与苗木进行合理的分割,确保苗木不会在支撑中受到损伤。固定完毕后,施工人员需要定期检查支撑物的固定效果,明确苗木当前生长情况,确保固定方式与苗木生长的合理搭配。固定支架原则上不能与苗木的主干产生直接接触,避免产生损害<sup>[4]</sup>。可以考虑正三角结构的支撑装置,将其固定在苗木顶端下 1/3 处,同时设置间隔层做好防护措施。考虑到园林绿化施工过程需要移栽大量苗木,工程量大、涉及范围广,需要对施工人员采取针对性的技术指导,强化人员培训,促进苗木管理工作的高效率、高质量开展。在普及这一技术的过程中,保障苗木管理工作的高质量开展。

### 3.4 灌溉与施肥技术的应用

灌溉与施肥技术是苗木管理技术的重要组成部分,也是直接影响苗木后续生长的关键举措。此过程中,需要确保合理的水源灌溉,调控灌溉水量,避免水量过大以及水量不足引发的不利影响,最大限度促进苗木的健康成长。因此施工人员需要结合苗木生长特性与水量需求,合理调控灌溉水量,避免产生积水问题,促进苗木根系发展,保障苗木成长。同时搭配科学的施肥管理手段,一般采取每 15 天施用一次速效肥的方法进行肥料灌溉。这种频率的施肥手段能够为苗木生长提供合理的肥料支撑,且对苗木的负面影响极不显著。同时搭配溶液施肥的手段,对苗木表面定期喷洒能够最大限度提高苗木的生长速度,促进园林绿化施工的高质量开展<sup>[5]</sup>。后期养护工作开展期间,也需要采取合理的灌溉与施肥手段,能够结合苗木不同生长周期的养分水分需求制定出合理的灌溉与施肥方案,为苗木提

供充分的养分与水分支持,使园林绿化施工能够达到最佳效果。

### 3.5 病虫害防范管理技术的应用

园林绿化施工对苗木管理技术的应用,需要注重对苗木的病虫害防治,减少病虫害侵袭,确保苗木健康生长,保障苗木不被病虫害干扰。不同地区的气候环境与生长环境存在一定差异,所产生的苗木病虫害也具有不同特点,在采用病虫害防范管理技术时需要因时而异、因地制宜,区别不同方法加强管理实效性。在防控病虫害时,需要根据当地实际情况采取针对性的防控措施,合理使用生物防治、药物防治、物理防治等多种举措,从根源上减少病虫害问题。此过程中应减少对杀虫剂、除草剂等化学药品的依赖,针对性引入绿色生物防治措施,如引入病虫天敌、设置杀虫灯。同时做好病虫害的日常防控工作,加大苗木种植区的清理力度,对苗木底部以及枝叶附近的杂物及时清理,减少病虫害可能产生的各项因素,从源头上减少病虫害问题。

### 4 结束语

综上所述,苗木管理作为园林绿化施工的重要组成部分,直接关系到园林绿化施工的整体成效,需要相关人员给予一定重视。在苗木管理技术的应用过程中,需要从苗木种植技术、防冻保温技术、支撑固定技术、灌溉与施肥技术、病虫害防范管理技术几方面着手,结合园林绿化施工具体要求,遵循苗木自然生长规律,引入先进技术保障苗木健康成长,促进园林绿化施工的高质量推进,对于保障园林景观的经济性与美观性均有着重要作用。

### 【参考文献】

- [1]黄岚珂,李宝通,张瑞.园林绿化工程中苗木栽植技术要点与管理方法探究[J].广东蚕业,2024,58(1):77-79.
  - [2]曹振华.园林花卉苗木繁殖培育及栽培管理技术研究[J].园艺与种苗,2024,44(5):13-14.
  - [3]吴明辉.厦门市马銮湾新城滨海盐碱地园林苗木栽植及养护管理技术[J].南方农业,2023,17(19):93-96.
  - [4]赖馨,付进,张熾之.生态浮床对鱼塘水质的净化评价及管理——以华宇园林苗木生态园鱼塘为例[J].湖北农业科学,2020,59(2):62-66.
  - [5]崔亚召,赵润哲.基于苗木冻害原理的园林绿化苗木防寒技术探究[J].农业与技术,2024,44(15):117-121.
- 作者简介:李云霞(1986,2—),女,汉族,重庆人,大学本科,园林工程师,重庆市綦江区园林绿化管理所。

## 基于物联网的电力通信网络智能运维系统研究

朱少锋

国网山西省电力公司信息通信分公司, 山西 太原 030021

[摘要] 电力通信网络在电力系统中的角色不可或缺, 负责关键的数据传输、监控与控制功能, 随着电力系统的持续扩展和智能化需求的增加, 传统运维模式逐渐暴露出实时监控不足、故障响应迟缓以及维护成本高等问题, 物联网技术的引入使电力通信网络的运维发生了深刻变革。通过部署大量传感器与智能设备, 网络设备的实时数据采集与监控得以实现, 设备运行状态能够通过提升的数据采集技术即时获取, 关键信息则从海量数据中通过先进的数据处理与分析技术被提取出来, 以支持故障预测和维护决策。借助物联网电力通信网络实现了自动化故障检测和智能化运维管理, 网络的稳定性与可靠性因此显著提升。

[关键词] 电力通信; 物联网; 智能运维

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13966

中图分类号: TM7

文献标识码: A

## Research on Intelligent Operation and Maintenance System of Power Communication Network Based on Internet of Things

ZHU Shaofeng

Information and Communication Branch of State Grid Shanxi Electric Power Company, Taiyuan, Shanxi, 030021, China

**Abstract:** The role of power communication networks in the power system is indispensable, responsible for key data transmission, monitoring, and control functions. With the continuous expansion of the power system and the increasing demand for intelligence, traditional operation and maintenance models have gradually exposed problems such as insufficient real-time monitoring, delayed fault response, and high maintenance costs. The introduction of Internet of Things technology has brought profound changes to the operation and maintenance of power communication networks. By deploying a large number of sensors and intelligent devices, real-time data collection and monitoring of network devices can be achieved. The operating status of devices can be obtained in real time through improved data collection technology, and key information can be extracted from massive data through advanced data processing and analysis technology to support fault prediction and maintenance decision-making. With the help of the Internet of Things power communication network, automated fault detection and intelligent operation and maintenance management have been achieved, significantly improving the stability and reliability of the network.

**Keywords:** power communication; Internet of Things; intelligent operation and maintenance

### 引言

在现代社会电力通信网络的重要性日益凸显, 它作为保障电力系统稳定运行的核心基础设施不可或缺。随着电力需求的不断增长及网络结构的日益复杂, 传统运维模式已难以满足高效、可靠的运行要求, 物联网技术的迅猛发展为电力通信网络的智能运维提供了创新的解决方案, 通过传感器、数据通信和智能分析等技术手段, 物联网实现了对电力通信网络的实时监控、故障诊断以及运维决策支持, 从而显著提升了运维工作的效率与精度, 探讨基于物联网的智能运维系统在电力通信网络中的设计与应用, 期望为其管理提供切实有效的技术方案。

### 1 物联网对电力通信网络智能运维的作用

物联网技术的引入对电力通信网络的智能运维发挥了至关重要的作用, 极大地提升了运维效率和系统的可靠性, 通过部署大量的传感器和智能设备, 电力通信网络的各个环节得以实现实时监控。重要数据, 如设备的运行状态、电流、电压以及环境温度, 由这些传感器收集并传输

至中央系统进行深入分析, 运维人员借助这些实时数据, 能够迅速识别潜在问题及时进行预警和维修, 有效避免了传统运维模式下因信息延迟导致的设备故障与停机时间。在数据分析方面, 物联网技术也提供了强有力的支持, 通过大数据分析和人工智能算法, 海量数据被提炼出有价值的信息, 揭示了设备运行的规律和潜在隐患, 基于数据的决策支持使运维工作变得更加精准和科学<sup>[1]</sup>。预测性维护能够在故障发生之前进行预测和干预, 从而有效地降低了维护成本和停机风险。系统的自动化水平得到了显著提升, 物联网技术优化了运维流程, 智能设备和系统能够自动执行维护任务及调整设备参数, 从而减少了对人工操作的依赖, 不仅提高了工作效率还减少了人为错误, 使电力通信网络的运行变得更加平稳和安全。

### 2 电力通信网络智能运维系统设计

#### 2.1 系统总体架构

电力通信网络智能运维系统的总体架构设计是通过高效的模块组合实现对网络的全面监控与管理。作为系统

的基础组件,感知层包含了分布于电力通信网络各节点的传感器与智能设备,网络中的多种数据,包括设备状态、电力负荷及环境因素,由这些设备实时采集。借助高精度传感器及先进的数据采集技术,感知层能够迅速且准确地将这些数据传输到上层系统,为数据分析与决策提供可靠的原始信息。承担数据传输核心任务的网络层,将感知层收集的数据送往数据处理中心,数据传输网络和通信协议构成了这一层的核心组件,专注于实现数据在各节点间的高效传输和精准交付。为确保数据传输的安全与稳定,网络层通常采用高带宽、低延迟的通信技术,并结合加密措施及容错机制保障数据在传输过程中免受干扰。在系统的顶层,应用层负责数据的存储、处理和分析,集成了大数据处理平台与人工智能分析工具,应用层对接收到的数据进行深入分析,实时监控、故障诊断、预警发出及决策支持等功能都在此层得以实现,通过智能算法与数据挖掘技术,应用层不仅能够迅速识别潜在问题,还能提供运维建议与解决方案,帮助运维人员做出科学决策,从而提升系统整体的运行效率与可靠性。

## 2.2 感知层、网络层与应用层的功能分工

在电力通信网络智能运维系统中,感知层、网络层与应用层各自承担着不同的功能,通过协同工作实现系统的高效管理与运行。处于系统最底层的感知层,负责数据的实时采集与初步处理,网络中各类传感器与智能设备的部署使感知层能够持续监控设备状态、电流电压、环境温度等关键指标,数据的收集不仅包括基本的信息采集还涵盖了初步处理,如数据清洗和基础故障检测,随后将处理后的数据传输至网络层,感知层的准确性与及时性为系统的高效运作奠定了基础,确保后续层级获得的实时信息真实有效。数据传输与通信管理的任务由网络层承担,通过在感知层与应用层之间建立连接,网络层利用高带宽、低延迟的通信协议,将数据从感知层送至中央数据处理中心,网络层不仅保障了数据传输的速度与稳定性,还实现了数据的加密与安全保护,防止数据在传输过程中遭受篡改或丢失,合理的网络架构与冗余设计保证了数据的可靠传输与系统的整体稳定性。作为系统的核心,应用层负责数据分析、处理及决策支持,接收到网络层传输的数据后,应用层利用大数据分析平台和人工智能技术对数据进行深入处理,主要功能包括实时监控状态、执行故障诊断、生成预警信息,并根据分析结果提供决策支持。智能算法与数据挖掘技术的应用,使潜在问题得以识别、设备故障得以预测,同时提出优化建议帮助运维人员做出精准决策,进而提升系统的运行效率与可靠性。

## 2.3 数据采集、传输与处理技术

在电力通信网络智能运维系统中,数据采集、传输与处理技术是实现高效监控和管理的核心,各环节的精确协调至关重要,确保系统能够实时且可靠地运行。数据采集

技术是系统的起点,涉及在电力通信网络中布置传感器和智能设备,这些设备从各个节点收集关键数据,如设备状态、电力负荷和温度等,现代传感器技术包括光纤传感器和无线传感器网络(WSN),提供了高精度的数据采集能力。这些传感器不仅具备数据采集功能还进行初步处理,例如噪声过滤和数据压缩以提高数据质量和有效性。数据传输技术负责将采集到的数据高效、安全地送至中央处理系统,该技术包括光纤通信、4G/5G 无线通信以及专用数据传输协议,为了保障数据在传输过程中的安全性与完整性,通常采用数据加密技术和错误检测机制,如加密传输协议(例如 TLS/SSL)和校验码,这些技术确保数据能够在各种网络环境下稳定地传输,防止数据丢失或被篡改。数据处理技术是系统的核心,专注于将传输来的原始数据转化为有价值的信息。处理技术涵盖了大数据分析、机器学习和人工智能算法,通过数据处理平台系统可以实时分析数据,执行趋势预测和异常检测。例如,利用机器学习模型预测设备故障,可以提前识别潜在问题并发出预警,数据处理技术还包括数据存储解决方案,如分布式数据库和云存储,以支持海量数据的存储和快速检索。

## 3 智能运维系统的功能模块

### 3.1 数据管理与处理模块

作为智能运维系统的核心,数据管理与处理模块主要负责对所有数据进行高效的存储、处理与管理,确保采集的数据被准确且迅速地处理并转化为有价值的决策支持信息是关键任务。数据的存储与组织由数据管理部分负责,为处理来自各类传感器和设备的海量数据,系统采用了高性能的数据库管理系统,如分布式数据库和云存储技术,这些存储解决方案不仅能够支持大量数据的处理,还提供了高效的查询与检索能力,数据在进入分析阶段之前需要经过清洗与预处理,以保证数据质量与准确性得到提升,数据的过滤和标准化是通过这些预处理步骤来实现的。在数据处理环节中,利用大数据技术和高级分析工具对数据进行深入挖掘成为系统的主要任务,应用的数据分析技术包括数据挖掘、统计分析以及机器学习等工具。有价值的模式和趋势由这些手段从数据中提取出来,从而进行异常检测和故障诊断,比如预测性分析可以识别出潜在的设备故障风险,使得提前维护成为可能,进而减少了停机时间和维护成本。数据处理模块具备实时数据流处理功能,实时数据的快速分析和响应对那些需要即时决策的运维任务极为关键。例如,设备状态的实时监测和预警的生成都在此功能的支持下得以实现,处理结果通过图形化方式呈现,使运维人员能够迅速理解数据并采取必要的行动。

### 3.2 故障监测与诊断模块

故障监测与诊断模块在智能运维系统中目的是迅速识别并诊断电力通信网络中的各种故障问题,多种技术手段被该模块利用,确保能够准确发现设备故障并为运维人



员提供有效的解决方案。故障监测功能依赖于实时数据采集和传感器网络的支持,通过监测设备运行的参数,如电流、电压、温度和振动等,系统能够捕捉到任何异常情况,传感器收集的数据被传送至故障监测模块,而设备的异常行为或运行偏差则通过阈值检测和趋势分析等方法迅速被系统识别。例如,当设备温度超过预设的正常范围时,预警信号会立即由系统发出,提示运维人员可能存在潜在故障风险<sup>[2]</sup>。对监测到的异常进行深入分析是故障诊断功能的核心,结合历史数据与设备运行模型,系统运用机器学习算法和模式识别技术进行原因分析,通过对比当前状态与历史正常数据,潜在的故障模式能够被系统识别出来,故障的具体原因也随之被推断,这一过程不仅提升了诊断的准确性,而且显著缩短了故障排查时间。自动化的诊断与报告功能也不可或缺。系统能够自动生成详细的故障报告,其中包括故障发生时间、影响范围、可能的原因以及解决建议,通过这些报告运维人员能够迅速掌握问题的详细情况,并制定有效的维修计划,此外知识库被集成于系统中,历史故障案例与修复经验被提供,以辅助运维人员更高效地处理当前问题。

### 3.3 预警与报警模块

预警与报警模块在智能运维系统中目标是通过实时预警和迅速报警的机制,确保系统能够在问题发生前或初期阶段及时作出响应,从而避免潜在故障升级或系统停机。预警功能的核心在于设备运行数据的持续分析,系统通过实时监测电流、电压、温度、负荷等关键参数,并结合历史数据和预设阈值,对故障进行预测。机器学习与预测分析技术被利用,使系统能够识别数据中的异常趋势并提前发出预警信号,例如设备温度逐渐升高并接近警戒值时,系统会基于历史故障模式主动发出预警,提醒运维人员检查设备并进行预防性维护,这一预警机制使得在问题未引发严重后果之前,运维人员可以采取适当措施进而降低故障发生的风险。报警功能则在异常或故障出现时被迅速触发,通过声光报警、短信通知、电子邮件警报及系统弹窗等多种方式,故障信息会迅速传递给相关人员,无论运维人员身处何地都会及时收到警报,报警模块会根据故障的严重性和影响范围自动调整报警级别,确保关键问题能够优先处理,每次报警的详细信息,如发生时间、故障描述及响应措施都会被系统完整记录下来,为后续分析和改进提供依据。报警响应与管理功能同样至关重要,系统提供了一个统一的报警管理平台,运维人员能够通过该平台实时查看报警信息、追踪处理进度,并对报警进行分类和优先级排序,集中化的管理模式不仅提升了报警处理的效率,还确保问题能够及时解决,并且记录准确无误。

### 3.4 运维决策支持模块

运维决策支持模块在智能运维系统中起着关键作用,

目标是将海量数据转化为实际操作建议帮助运维人员做出科学、有效的决策,通过整合数据分析、模型预测和决策优化技术,该模块为整个运维工作提供了全面的支持。数据分析与可视化功能被视为该模块的核心,汇总自多种来源的数据,包括实时监测信息和历史记录,系统利用数据分析技术生成详尽的报告与可视化图表,这些报告和图表不仅展示了设备的运行状态、故障趋势以及维护需求,也帮助运维人员迅速掌握系统现状与关键指标。通过先进的算法与模型,预测与优化功能对数据进行深入分析,潜在的故障或需求变化能够通过这些技术被准确预测,例如设备的剩余使用寿命可以由系统基于机器学习模型进行预测,或维护计划通过历史数据得以优化,运维人员因此能够提前采取预防性措施,减少停机时间并提高资源分配的效率。决策支持与建议功能综合分析结果,为运维人员提供了具体的操作建议与决策方案,这些建议包括优先级排序、资源调配和行动计划,系统不仅提供了详细的故障处理方案还结合最佳实践与经验教训提出了优化建议<sup>[3]</sup>。例如,当设备出现异常时,推荐的修复措施和所需的工具、材料清单由系统生成以确保问题得到迅速解决。自动化决策功能同样是该模块的关键组成部分,根据预设的规则和模型,维护任务和操作指令能够由系统自动生成并在适当时机被触发,这一自动化过程减少了对人工干预的需求,同时提升了运维工作的响应速度和准确性。

## 4 结语

电力通信网络的运维正逐步朝着智能化方向演进,而物联网技术的引入为这一进程注入了新的活力,通过全面的数据采集、实时传输以及精确处理,智能运维系统不仅提升了故障检测的及时性还大大优化了维护决策的准确性,随着技术的不断融合,电力通信网络的运行将变得更加稳定与可靠。展望未来,进一步智能化和自动化的运维系统,将更加高效地应对复杂的运维挑战,故障发生的频率将被显著减少,运维成本也会因此大幅降低,资源的利用效率将在智能手段的推动下进一步提升。

### 【参考文献】

- [1] 侯丽芳. 基于物联网的电力通信智能移动运维系统设计[J]. 光源与照明, 2023(8): 93-95.
  - [2] 董芸州, 王诚, 符方友, 等. 基于物联网的电力通信网络智能运维系统研究[J]. 机械与电子, 2020, 38(12): 51-54.
  - [3] 付薇薇, 顾思. 基于物联网的电力通信智能移动运维系统设计[J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12(8): 99-101.
- 作者简介: 朱少锋(1995.8—), 男, 毕业于东南大学, 电子与通信工程专业, 目前就职于国网山西省电力公司信息通信分公司, 承担通信系统运维检修方面工作

## 全过程跟踪审计及结算审核案例分析

牛小忠

北京中天恒达工程咨询有限公司, 北京 100081

**[摘要]** 全过程跟踪审计是一种全新的审计方法, 它通过对建设项目实施过程的合法性、真实性、规范性进行跟踪审计监督, 目的是在有效地利用有限的资金和资源的基础上, 用尽可能少的费用、最短的工期和建成质量优质的项目, 达到预期的效果。这种审计方法不仅从事后审计转变为事前、事中相结合的审计, 还从静态审计向动态审计转变, 从而提高了审计效率和准确性。工程结算是在工程招投标文件的基础上, 遵循签订的施工合同, 遵循国家公布有关的法律、法规以及施工过程中的相关资料, 力求做到实事求是、客观公正地核定工程造价。本论文以某科研楼为典型项目, 开展全过程跟踪审计、工程结算工作, 中遇到的一些问题及相关解决办法。

**[关键词]** 全过程跟踪审计; 工程结算; 审核

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13953

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

### Case Analysis of Whole Process Tracking Audit and Settlement Audit

NIU Xiaozhong

Beijing Zhongtian Hengda Engineering Consulting Co., Ltd., Beijing, 100081, China

**Abstract:** Whole process tracking audit is a new auditing method that tracks and supervises the legality, authenticity, and standardization of the implementation process of construction projects. Its purpose is to achieve the expected results with minimal cost, shortest construction period, and high-quality construction on the basis of effectively utilizing limited funds and resources. This audit method not only transforms post audit into a combination of pre audit and in-process audit, but also shifts from static audit to dynamic audit, thereby improving audit efficiency and accuracy. Engineering settlement is based on the bidding documents of the project, following the signed construction contract, complying with relevant laws and regulations published by the state, and relevant information during the construction process, striving to achieve a realistic, objective and fair assessment of the project cost. This paper takes a certain scientific research building as a typical project, carries out full process tracking audit and engineering settlement work, and discusses some problems encountered and related solutions.

**Keywords:** full process tracking audit; engineering settlement; audit

#### 1 典型项目选择及项目审核过程特点

本论文选择某单位科研办公楼为典型项目, 科研楼总建筑面积为 33000 m<sup>2</sup>, 地上 8 层建筑面积为 21000 m<sup>2</sup>, 地下 3 层建筑面积为 12000 m<sup>2</sup>。合同价 1.5 亿元, 其中精装修工程为暂估项, 专业分包工程包括幕墙工程、电梯工程、消防工程、弱电工程、配电室设备安装工程、通风空调工程等, 项目施工开展公开招投标工作, 施工管理采用工程总承包模式, 合同开工时间为 2010 年 8 月, 竣工日期为 2012 年 9 月。

项目实施过程中呈现出如下特点:

(1) 建设单位主管基建部门人员较少、变动大、职责不清、责任落实不到位、过程管控存在漏洞及缺失;

(2) 因为建设单位相关管理部门人员的缺失及管理的漏洞, 特别是工程后期, 装修图纸不能及时确定, 造成工程在装修期间进度较慢, 工程不能及时签字确认, 影响项目施工进度;

(3) 结算审计过程存在较多争议, 不能及时得到解决, 导致工程结算进展缓慢。

全过程跟踪审计小组根据本项目特点, 在项目实施过程中, 就重点做好以下工作。

(1) 在项目的全过程跟踪审计合同签订后, 审计小组就安排专业审计人员进入现场, 针对本项目的前期资料进行了梳理, 从项目的可行性研究、立项, 直到项目施工许可证办理的各个环节, 进行穿刺性审计, 进一步保证了项目审批程序的合规性; 熟悉了解项目管理的内控制度, 针对不完善的内控制度提出相关建议; 参与项目招投标管理, 并针对招标文件内容及合同中的主要条款提出相关建议;

(2) 在项目实施阶段, 审计小组成员积极参与项目建设有关的会议, 及时了解项目动态; 不时进行项目现场踏勘, 了解项目现场实施情况; 参与项目材料、设备的招标工作, 对招标文件内容提出相关的跟踪审计意见, 并了解项目材料、设备的价格; 参与项目设计及洽商变更的确认, 并及时了解设计及洽商变更的费用; 参与项目关键部位的隐蔽验收工作; 针对项目的进度款进行审核, 并提出相关意见; 定期编制项目投资情况, 并与概算进行对比分析, 并向建设单位相关人员进行汇报; 定期编制审计报

告,包括月进度报告、及季进度审计报告、年进度审计报告,并向建设单位相关人员进行汇报

(3) 在全过程跟踪审计阶段,审计人员发挥积极主动性作用,将审计工作由静态控制改成动态控制;由事后控制改为事前控制和事中控制。将事后监督的关口前移,介入到该项目建设的准备、实施、交付等各个阶段,审计不仅关注该工程项目建设相关重点事项的结果,更关注这些事项发展过程,以便及早发现项目建设、管理活动中的倾向性和苗头性问题,并提出整改意见,促进规范管理,消除事后审计即使发现问题也无法及时有效整改的缺陷,对下一阶段被审计事项的实施发挥预防作用。

## 2 全过程跟踪审计主要内容

根据签订的造价咨询合同,本项目全过程跟踪审计内容主要包括:

### 2.1 开工前阶段

主要内容包括:工程项目管理的制度和 workflow 建设情况;工程建设项目的许可审批手续;勘察、设计等开工前服务单位的选择及合同订立和履行情况;招投标文件及招标答疑文件;招标标底、工程量计价清单及施工预算;评标过程记录资料及评标报告;合同的订立和重要条款审核;建设资金来源及到位情况;与开工前阶段管理有关的其他情况。

### 2.2 项目实施阶段

主要内容包括:审计项目施工合同的履行情况;参与项目主要设备和材料的采购、使用和价格的确认;参与项目实施过程中洽商和变更的签订,进行签证管理和费用索赔的计算,并及时汇总,与项目的概算金额进行对比,达到项目投资动态管理;参与项目隐蔽工程验收、中间验收及监理记录检查;工程建设项目资金管理及其使用情况,对进行动态管理,及时了解项目专业分包合同签订情况;工程投资管控;项目进度款的管理和控制。

### 2.3 竣工阶段

主要内容包括:工程结算编制的依据;工程量计算、定额套用及费用计取;工程投标报价和工程量计价清单的执行情况;建设单位(部门)采购的设备、材料的合同执行及其领用、使用和退库情况;合同中关于工期、质量和违约责任等条款的执行情况;建设资金的来源和使用情况;工程建设项目投资完成及资产交付情况;工程项目验收及遗留问题的处置情况;与工程竣工结(决)算管理有关的其他情况。

### 2.4 项目结算审计阶段

#### (1) 收集结算资料

结算资料主要有:项目立项及批复文件、合同及协议书、技术规范书、招标文件及附件、招标工程量清单、答疑文件、投标文件、经业主及监理审定的施工组织设计和技术方案、中标通知书、开工报告、竣工验收报告、会议纪要、施工图纸(包括 CAD 电子版本的图纸)、竣工图纸(包括 CAD 电子版本的图纸)、设计变更、洽商、业主委托单、

现场签证单、认价单、罚款单、水电费、工程结算书、甲供材料明细表,暂定价资料、其他影响工程造价的资料等。

#### (2) 主要工作内容包括:

审核竣工图纸的准确性;材料设备品牌、规格及消耗量;工程量;清单计价;变更清单、签证及各项费用的计取;合同约定义务的履行情况和惩罚条款的触发及对结算的影响。

①其工程量审核过程中应重点关注:审查施工结算中工程量计算与实际是否相符;审查工程变更签证所列工程量是否属实;审查各种主要材料、设备消耗数据是否准确。

②清单计价审核过程中应重点关注:工程量清单计价编制的规范性;审查暂估价清单项目中材料、设备定价的依据是否合理;属于清单范围内的清单,应重点审查清单与合同内容的一致性;清单范围以外清单,应重点审查清单是否按照合同约定执行。

③清单外如采用定额计价的审核应重点关注:工程所套定额是否与工程应执行的定额标准相符;有无错套、高套、重套定额;定额换算的合法性和准确性等。

#### (3) 结算审计的工作难点

本项目结算审计的难点是:针对承包单位送审的项目结算资料,如何根据全过程跟踪审计过程中收集的证据,通过与建设单位、承包单位的有效沟通,解决项目结算存在的争议问题,保证项目结算审计科学、客观、公正,并最终使发包人和承包人认可审计单位根据审计合同出具的竣工结算审查成果文件,并在成果文件的签署页上签字并盖章,使竣工结算审查成果文件达到各方都认可的合格标准。

## 3 结算审核过程中的难题及解决办法

### 3.1 结算过程中存在的问题

2014 年 11 月底,审计小组接收到建设单位交接的结算资料后,对提交的结算资料进行梳理和审核发现:工程结算资料存在的主要问题:

- (1)个别分部工程需要签订的合同或协议没有签订;
  - (2)部分需要建设单位确认的单价没有价格确认单;
  - (3)有些工作确认函只是原基建处领导签字但没有进一步确认,需要盖章的位置没有盖章;
  - (4)多份洽商变更建设单位没有签字确认及盖章等等。
- 针对上述问题,审计小组开展相关工作,完成审计工作。

### 3.2 分部工程需要签订的合同或协议没有签订的处理

#### 3.2.1 过程审核中做出的相关工作

在全过程跟踪审计过程中,审计小组给建设单位书面提出审计建议,明确提出合同中的暂估价精装修工程(暂估价金额约 3000 万)需要进行招标。针对此事,建设单位主持召开相关会议,讨论关于精装修工程需要招标的问题,最终解决方案包括内容如下:

(1)由招标代理公司帮助拟定补充协议(初稿),建设单位审核。

(2)建设单位审核通过后,签订补充协议。



(3) 装修主材价格的确认方式, 严格按照招标程序进行, 以招标材料价格确认单为依据。

(4) 安装费按照《2008 清单计价规则》及相关造价文件确认; 辅材和人工费按照当地相应的《工程造价信息》执行, 人工费按照当期造价信息均价确定。

(5) 工程量的确认以实际发生为依据。

(6) 协议内容明确了以下计价原则:

①精装修工程的工程量按《建设工程工程量清单计价规范》(GB 50500—2008) 及施工图纸计算;

②精装修工程的组价原则为:

A、人工费: 执行《工程造价信息》中普通装修的中间价;

B、辅助材料: 执行《工程造价信息》;

C、主要材料: 由甲方确认主材单价, 认价程序同原总合同相关约定; 甲方没有认价的材料执行施工当期的《工程造价信息》或市场价;

D、人材机消耗量、规费及费率: 按当地建设工程预算定额及相关政策执行。

E、安全文明施工等措施项目按承包人、监理、发包人共同确认的现场方案计算费用。

会议确定了以上原则后, 招标代理拟定了补充协议, 后续双方按此执行。

### 3.2.2 审核过程中的工作

2015 年审计小组接到建设单位移交的结算资料后, 审计小组就开始编制审核计划, 并及时开展审计工作。审计小组发现精装修工程补充协议未形成正式文件, 结算审核没有充分的依据, 施工单位报审的结算资料中, 是按照协议初稿内容进行编制的。与建设单位相关负责人进行面对面进行沟通, 因原来相关负责人以不在岗位, 不能补签施工合同和结算资料, 以至于结算争议长时间得不到有效解决, 审计进展陷入一个僵局。经过多次与公司领导、施工单位沟通协商达成一致后, 最后确认合同中的精装修工程参考建设单位 2012 年会议纪要, 按照以下原则进行结算:

(1) 装修主材价格, 以建设单位与总包单位组成的材料招标小组的招标结果为依据;

(2) 安装费按照《2008 清单计价规范》及相关造价文件确定; 辅材和人工费按照北京市 2012 年《造价信息》执行, 人工费按照当期造价信息均价确定;

(3) 工程量的确认以实际图纸为依据。会议纪要没有明确的内容包括企业管理费、利润、规费等费率执行原总承包工程投标费率; 措施费只计取了安全文明施工费和可计量措施费。

最后, 精装修工程的结算原则得到建设单位和施工单位的一致认可, 审计单位也有依据可查。

### 3.3 部分需要建设单位确认的单价没有价格确认单

主要存在许多材料和设备, 建设单位有价格确认单,

但也有部分需确认单价的材料没有价格确认单。如, 合同中的暂估价材料配电箱。

本科研楼工程中, 配电箱属于暂估价材料, 暂估金额约为 190 万元, 在主体结构施工过程中, 对施工图纸中系统图描述比较清楚的配电箱, 进行了公开招标, 图纸中标注为需深化设计、后增加的配电箱及元器件没有进行招标。在初审结算审核过程中, 为了督促施工单位完善结算资料, 审计小组把没有确认价的配电箱价格暂时计取为零。在争议解决过程中, 建设单位不再补签施工过程资料。

#### 3.3.1 过程审计过程中的工作

在过程审计过程中, 审计小组针对此问题, 出具了一份咨询建议, 名称为《关于科研综合楼新增配电箱认价的咨询建议》, 建议内容主要两条:

(1) 新增配电箱内的元器件价格应参考主楼内原有配电箱元器件价格, 主楼内原有配电箱在工程招标时属于暂估价材料, 应有材料价格确认资料或招投标资料。

(2) 新增加的配电箱元器件价格 (原有配电箱没有的元器件), 建议参考元器件厂商对市场公布的最新价格, 进行进一步商谈。但建设单位针对这个问题没有及时解决, 以至于结算工作受到影响。

#### 3.3.2 审核过程中的工作

经过审计小组的讨论及公司相关领导的指导, 并与建设单位相关人员沟通, 没有确认的配电箱价格按照以下原则进行计入:

(1) 新增配电箱内的元器件价格参考主楼内已招标配电箱元器件的价格;

(2) 已招标的配电箱中没有的元器件, 根据以往经验, 按照元器件厂家对外发布价格的 65% 计入结算。

### 4 取得成效

本项目在全过程跟踪审计的过程中, 小组成员全员参与、全过程管控、及时获取相关信息和资料, 及时提出意见及建议, 善于沟通、严格过程管控, 最后审计结果得到建设单位和项目实施单位的一致认可, 取得了比较满意的结果。

审计人员针对项目全过程跟踪审计的工作内容及结算审核过程中出现的问题, 总结经验教训, 列出管控清单, 为后续其他项目全过程审计管理树立典型, 提供参考, 大大提高了工程师的专业技术水平和技能。

#### [参考文献]

- [1] 《北京工程造价信息》[Z].
- [2] 《建设工程工程量清单计价规范》[Z]. (GB50500—2008)
- [3] 《2008 清单计价规则》[Z].

作者简介: 牛小忠, 1995 年河南理工大学电气工程毕业, 大学本科学历, 有施工单位、监理单位、造价咨询单位工作经历, 具有注册造价师、一级建造师、注册监理工程师执业资格, 有丰富的项目现场工作经验和扎实的工程造价知识, 熟悉建筑工程领域内相关的法律、法规。

## 配电线路常见线路故障及检测技术

王国宇

国网同心县供电公司, 宁夏 吴忠 751300

**[摘要]** 电力传输通道是能源调配体系的核心环节, 其顺畅运作直接影响到能源输送的可靠性及用户电器的安全性。但是, 在实施阶段, 电力传输系统经常发生诸多问题, 如绝缘性能衰退、接点问题、超负荷运作等, 诸多故障一起损害供电稳定性, 还潜在或许造成安全风险。所以, 快速且准确地检查和处理配电线路故障对保障电网的稳定运行极其关键。文本阐述了电力传输网络中典型电路故障实例和故障诊断技术, 涵盖了传统的故障检测方式和现代的智能识别技术。历经诸多难题类别剖析, 探讨了现今查验技术使用情况、优缺点及发展方向, 最终, 本篇文章阐述了依据现有研究结果的发展方向优化策略, 目的是提升配电线路故障检测的准确度。

**[关键词]** 配电线路; 常见; 线路故障; 检测技术

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13950

中图分类号: TM773

文献标识码: A

## Common Faults and Detection Technology in Distribution Lines

WANG Guoyu

State Grid Tongxin County Power Supply Company, Wuzhong, Ningxia, 751300, China

**Abstract:** The power transmission channel is the core link of the energy allocation system, and its smooth operation directly affects the reliability of energy transmission and the safety of user appliances. However, during the implementation phase, the power transmission system often encounters many problems, such as insulation performance degradation, contact problems, overload operation, etc., which together damage the stability of power supply and may potentially cause safety risks. Therefore, quickly and accurately checking and handling distribution line faults is extremely crucial to ensuring the stable operation of the power grid. The text elaborates on typical circuit fault examples and fault diagnosis techniques in power transmission networks, covering both traditional fault detection methods and modern intelligent recognition technologies. After analyzing various categories of difficult problems, this article explores the current use, advantages and disadvantages, and development directions of inspection technology. Finally, based on existing research results, this article elaborates on optimization strategies for development directions, with the aim of improving the accuracy of fault detection in distribution lines.

**Keywords:** distribution lines; common; lines faults; detection technology

### 引言

电力传输线路在能源网络承担负责输送从变电设施送达至客户端职责, 其稳定性和可靠度直接关乎电力系统供应的品质与安全性, 但是, 电力传输系统运作时频繁遇到各式各样问题, 这些故障或许起因于自然灾害、设施老化、人为损害诸多因素引起, 传统的问题诊断通常依靠人工检测与经验评估, 这样做不仅效率不高, 而且还容易忽视一些潜在的问题点, 伴随着技术提高, 当代智慧筛查方法逐步被应用于电力的电力系统的缺点识别阶段, 显著地提升了筛查效果的效率和精准度。本文将全面探究配电线路经常发生的故障种类和故障检测技术, 评估现有技术的利弊, 提出完善建议, 旨在为电力传输系统的稳定运行授予理论基础技术支持。

### 1 配电线路常见故障类型

配电线路扮演着电力系统关键角色, 承担着将电能由变电站传输到终端用户的责任。但是, 在现实运作环节, 供电网络频繁遇到各类故障, 许多故障不但会损害供电的

可靠性, 或许产生安全隐患, 广泛存在的电力系统常见故障涵盖绝缘性能降低、接点故障、超负荷运作、短路故障和线路破损问题和外部环境的影响等。绝缘特性减弱描述为绝缘体受各种因素如时间、湿度、化学物质侵蚀不再具备良好的绝缘功能进而可能引起线路短路故障, 更有甚者, 会导致设备损坏, 严重时还可能造成电力中断<sup>[1]</sup>。

电路连接故障频发在接点处, 受物理震动、温度变异或氧化等因素作用, 可能导致电路接点不稳固, 进而导致电流异常或电压波动。过载称为在电流传输过程中的电流值超出预定承载界限, 长期超过负荷工作可能会引起设备温度升高、绝缘效果降低, 在极端情况下甚至可能引起电路损坏甚至发生火灾。电流在不应当流通的路径上非法流动的短路故障与开路故障是配电系统中经常出现的故障种类, 短路表示电流在非正常路径上非法涌动, 使得电流瞬间激增, 而开路则意味着电流无法顺畅通过路径, 造成电力传输的中断。例如树枝接触、小动物啃咬等外部因素, 常常成为引发电力系统问题的常见原因, 此类故障往往难

以提前预知和避免,熟知和辨认诸多频繁曾遭遇难题种类,对电力传输线路群的维护管理及监控至关重要,有利于迅速实施对策,保障电力网络稳定运作。

## 2 传统故障检测技术

### 2.1 传统故障检测技术:人工巡检与目视检查

在常见的电力传输线路故障检测技术领域,人工巡查和目视检查是基础且普遍采用的方法。这种技术手段依靠工作人员在电力线路现场进行实地考察,主要涉及对电路、设备及其接点的位置进行查看与检验。人工评估时常涉及对整条配电线路进行定期的完整状态检测,运维人员会检查绝缘体是否良好、接头、支撑结构、导线本身状况,以及是否存在显著缺陷比如损坏、腐蚀或其他故障。这种检测方式能直接揭示若干显著问题,比如电线暴露、绝缘材料损耗、接点掉落等情况<sup>[2]</sup>。

尽管人工审核具备明显的直观特性和针对性,然而高效率与准确度受限于审核人员的专业能力工作量大小。鉴于能源网络经常遍布且地貌多样,彻底审查耗费诸多人力资源和时长。与此同时,人为的检查不易发现细微的缺陷或微小瑕疵,比如绝缘层内部瑕疵或隐含的接触点缺陷,所以,该方法经常需要与诸多辨识技术配合运用,以提升疑点侦测的全方位和精确性。

### 2.2 传统故障检测技术:电气测量与试验

电气测量与试验是传统故障检测技术中的另一重要手段,借助对电力分配网络执行参数测定并进行评估,来确定线路是否出现故障。常见的电学性能检测包括绝缘阻值测量、电流测量、电压值测量及功率因素值计算等,借助检测线路测定绝缘材料的阻值,评估绝缘特性能否满足标准规定,偏低电阻值时常显示绝缘材料老化问题或损坏,或许可能引起电流泄漏或故障情况现象。

电流值与电压级程度区分有助于检测电路系统内部电流不对称、超载状况及电压下降关联问题。通过测量电流值数据和电位状态的变化,运维人员就能够发现电路或许隐匿的短路故障现象点问题所在或断路故障。功率因素评估则有利于辨认电路之内无功功率损耗,侧面映射电路运作状况及运行状况。尽管相关电力诊断手段在故障检测环节呈现较高精确度,然而它的局限性表现在依赖专业设备和资深技术人员分析数据,同时有时甚至难以快速鉴定故障确切位置确定<sup>[3]</sup>。

### 2.3 传统故障检测技术:红外热成像

红外热量成像技术手段归入无需接触式故障诊断技术,借助红外成像设施记录电力分配线路及设备的热辐射图像数据,评估热量分布状态。鉴于电力设施工作期间,出现问题的地方时常电流流经产生热量异常,热成像技术准确地检测出相关异常温度区域。采用检测热图,运维人员能够识别电路组件中高温区域、过载区域、接点处异常或未呈现隐藏故障部位。

红外测温手段的优势体现为其响应迅速和非接触式,可以在机器运行期间执行即时监控,减少了停产和拆解。但是,该种手段也存在限制,红外探测器最多能测定表层温度差异,无法侦测到电路板深层潜在故障,设备与环境内温度值波动或许对测试数据造成影响。所以,热红外成像技术方法经常必须融合检测技术广泛运用,以提升缺陷识别的准确度及全面性能评价。

### 2.4 传统故障检测技术:振动分析与声学检测

在电气工程领域,传统的故障检测技术如振动分析与声学检测已被广泛应用于设备状态监测和故障诊断。振动分析基于机械振动的原理,通过对设备振动信号的采集与分析,可以揭示设备的运行状态及潜在故障。设备在正常运行时,振动信号呈现特定的频谱特征,一旦出现不正常的振动模式,如频率偏移或振幅增大,通常表明存在问题,如开关机械结构问题。通过傅里叶变换等频域分析技术,工程师能够识别故障频率,并定位故障源,从而进行针对性的维修。此外,振动分析的实时监测功能使其在预防性维护中显得尤为重要,能够有效减少意外停机时间和维护成本。

声学检测技术则利用声波传播的特性,对设备运行时产生的声学信号进行监测与分析。设备在运行过程中,会发出特定的声音,任何异常声响,如尖锐的噪音或不规则的震动声,都可能是故障的前兆。通过使用声波传感器,工程师可以捕捉到这些声音信号并进行频谱分析,从中提取故障特征。例如,机械开关的齿轮磨损或轴承失效等问题在声学信号中往往会产生独特的声谱特征,利用这些特征可以快速识别故障类型。此外,声学检测在高压电气设备中的应用也逐渐增多,如通过检测设备发出的超声波,能够发现绝缘故障或局部放电问题。

## 3 现代智能检测技术

### 3.1 现代智能检测技术:智能传感器与监控系统

当代智能检测方法技术方式中,感应设备与监控网络的构成了应用于电力体系故障检测的高效率技术路径。众多高端传感监控设备部署在电力系统的关键部位和内部节点,具备实时搜集电流信息、电压信息、温度数据、湿度信息数据等信息。这些传感器不但具备高精度和敏感度,而且能够实时传递和处理信息,借助将检测设备与监控系统相连,运维人员能够及时了解电力线路系统的运作状况和设备状况,因而快速识别可能故障隐患。

这些传感器的优势主要体现于其稳定性和自动化程度,智能传感器能够实现持续跟踪设备与线路状况,降低了人工巡检的限制。与此同时,感应器的高精度信息捕获能力具有更加精确地捕捉到机械运作中的微小波动,提前预测可能故障,减少了故障发生概率。但是,智能感测器的安装过程和保养必须稳定投入,同时数据处理任务和解析依赖高效数据处理方法和分析软件。与此同时,信息传



递的保障和个人隐私维护也必须重视问题实质<sup>[5]</sup>。

### 3.2 现代智能检测技术：无人机与高分辨率成像技术

无人飞行器搭载高清晰度摄影设备，变为目前电力监控系统的核心工具。无人飞行器拥有性能无需接触配电线路条件下，实施高效率空中监测，利用高清晰度相机获取电力设备和设备的影像资料，使用飞行器执行电力传输线路检测优点表现在具备能力广阔区域覆盖，迅速探测到电路故障。如绝缘层破损、电路断裂、支架松脱情况等。

飞行器携带的高分辨率摄影装置具备生成详尽的图像信息，辅助运维人员准确识别问题部位，进而执行后续的工作问题诊断。但是，飞行器运用也面临诸多考验，如飞行动作的稳定性、气象条件作用、数据处理与运算必要性等。另外，飞机操作依赖熟练的操作者，同时它在多变的环境里导航与避障技术还需不断改进。所以，无人机巡视时常需要与其他探测方法协同应用，以便充分利用体现优势所在。

### 3.3 现代智能检测技术：人工智能与机器学习

人工智能（AI）与机器学习（ML）在电力系统故障诊断行业运用，体现了现今诊断技术发展态势。人工智能和机器学习方法经历众多过往数据的培育过程，有能力依靠这发现模式特性与规则，进而对电力网络的工作状况执行预见及评价。这些技术手段拥有智能处理能力源自智能感知设备、无人设备等的海量数据，执行细致分析，自发辨别可能的潜在问题和异常状况<sup>[6]</sup>。

### 3.4 现代智能检测技术：大数据分析云计算

大数据分析云计算技术使用为电力系统异常检测增强了显著的数据处理及分析效能。运用大数据技术，电力网络之中众多信息（如线路运行状态数据、气象与环境指标、过往故障记载等）得以实现被有效地保存、监管和解析，云处理能力系统则供给显著的算力力和便捷的数据保管策略，助力对海量数据集执行即时分析和处理。

数据评估具备能力从海量数据中发掘有用信息，如辨认故障类型、分析设备性能走向、预见设备故障的出现等。云计算平台从而实现重复相关资料处理结果集得以及及时反馈给决策者，辅助决策过程。借助充足数据和云技术融合，电力系统故障监测时效性准确度实现明显提高，然而，诸多技术运用也引发信息安全与隐私维护的挑战。与此同时大规模数据解析的精确度受限于数据品质和分析技术的效能，所以，在执行阶段，需要全面顾及数据处理任务、技术应用和保障措施等众多要素。

## 4 技术应用现状与发展趋势

在电力传输系统的管理和运维领域，科技使用现状及发展方向正呈现明显的改变趋势性变化。过往的配电线路监察手段尽管过去数十年积攒了珍贵实践知识，但伴随电力网络的复杂度提升和对迅速精确故障诊断需求增加上升，现行技术手段逐步暴露出缺陷。现代技术的使用，特

别是智能感应器、无人飞行器、高清成像技术、智能技术、数据处理及云存储服务，正在逐步显著地转变该领域运作方式。智能感知装置的普及使用使得电力传输网络能够持续、实时监控运行状态。借助精确的数据采集增进对设施工作状况的认识，降低了故障发生的可能性减少，无人飞行器搭载高清晰度摄像头，实现了对配电线路设施和周围环境的远程监控，拥有快速辨识异常状况，提高了监控效率安全水平。

智能化技术计算技术并训练技巧则借助过往数据开展深入分析与学习，可以辨认隐藏的故障模式，实现准确预警及故障检测，显著提升准确率与预测精度。数据处理与云计算服务则为大量数据处理给予了有力帮助，让及时分析和风险提示提高到更加效率提升和稳定性增强<sup>[7]</sup>。当前时期，技术应用的现状得以展现，尽管当代智能检测技术在提升精准性、效率以及安全层面领域内表现出优越性，但是遭遇诸多挑战。如数据处理难度较大、执行成本数据安全和隐私保护难题。因此，接下来目标将集中于技术融合应用、智能能力提升和数据处理效率的改进上，整合众多监测手段的统一系统预期产生核心趋势，借助多元学科能力整合协同与提高处理技术技术，提升电力线路测量工作全面和精准度。

## 5 结语

本文通过对电力系统常见问题和故障检测技术的深入分析，目的是用以为增强电力网络故障侦测精度精确性给出借鉴。通过对传统方式与高效率技术手段的对照分析，提出针对性地现有技术瓶颈的提议，目的是电力领域的顺畅运行提供贡献。

### 【参考文献】

- [1] 庄剑锋. 输配电线路常见故障排除技术分析[J]. 大众用电, 2022, 37(12): 45-46.
  - [2] 史乐旻. 配电线路故障在线监测装置自动化检测技术的有效性分析[J]. 电子测试, 2022, 36(20): 99-101.
  - [3] 顾铭. 配电线路故障在线检测装置自动化技术分析[J]. 电子技术, 2021, 50(11): 224-225.
  - [4] 邓志刚. 配电线路常见故障及运行维护技术分析[J]. 时代农机, 2019, 46(10): 31-32.
  - [5] 荆瑞. 电力系统中配电线路运行故障检测技术[J]. 电子技术与软件工程, 2019(8): 227.
  - [6] 于汉普, 潘宇舞. 电力系统中配电线路运行故障检测技术[J]. 科学技术创新, 2018(35): 45-46.
  - [7] 黄光炎. 电力系统中配电线路运行故障检测技术[J]. 中国新技术新产品, 2018(22): 65-66.
- 作者简介：王国宇（1996. 12—），毕业院校：南昌工学院，所学专业：电气工程及其自动化，当前就职单位：国网同心县供电公司，职称级别：初级。

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)

