



www.viserdata.com

工程施工技术

ENGINEERING CONSTRUCTION TECHNOLOGY

月刊

■ 主办单位: Viser Technology Pte.Ltd.

■ ISSN 2972-4058(online) 2972-404X(print)

中国知网 (CNKI) 收录期刊

RCCSE权威核心学术期刊

2024 12

第2卷 总第17期

COMPANY INTRODUCTION

公司简介

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

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



工程施工技术

Engineering Construction Technology

2024年·第2卷·第12期（总第17期）

主办单位：Viser Technology Pte. Ltd.

I S S N：2972-4058 (online)

2972-404X (print)

发行周期：月刊

出版时间：12月

数据库收录：中国知网收录期刊

RCCSE权威核心学术期刊

期刊网址：www.viserdata.com

投稿/查稿邮箱：viser-tech@outlook.com

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

学术主编：朱 强

学术副主编：魏 忠 高 江

责任编辑：戚 朦

学术编委：倪勤盛 陈 鹏 王子红 张耕野

侯明卫 刘 刚 赵 欢 王海军

王永华 洪秋生 李笑宇 刘汉涛

钱 冰 吉咸伟 杨熠卿 宋世超

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

- 节能施工技术在建筑工程建设中的应用分析... 杜可满 1
高层建筑工程施工中地基处理技术研究..... 张江浩 4
建筑工程检测中无损检测技术的应用浅析..... 贾玲玲 7
房屋建筑施工中地基处理技术的应用研究... 何林暄 10
建筑工程检测质量的影响因素及优化策略... 高春红 13

市政工程

- 桥梁施工钻孔灌注桩施工技术应用分析..... 蒋仁军 16
低碳理念下的高速公路绿色路基设计探讨... 李建兴 20
城市园林绿化建设反季节施工关键技术..... 付 龙 23
地铁车辆运行对段路基处理的动力响应研究.....
..... 王少伟 冯 浩 王熙元 26
城镇燃气规划设计可持续发展探究..... 张景龙 29
基于 infoworksICM 在城市排水能力及积水风险评估...
..... 文小聪 32
城市轨道交通施工项目精细化管理评价研究.....
..... 宁武超 李 鑫 毛志刚 36

材料工程

- 桥梁结构钢材疲劳性能与寿命预测模型研究.. 王 勇 39

工程管理

- 公路工程造价的管理及控制的要点解析..... 刘炳森 43
建筑工程项目管理中的施工现场管理与优化措施研究..
..... 马小琴 46
建筑工程监理过程中监理安全管理责任探讨.. 刘 杰 49
浅谈压力管道及堵漏技术..... 赵妍妍 52
谈 BIM 技术在工程造价成本管控中的应用研究.....
..... 王晓晓 55
BIM 技术下建筑工程施工成本控制研究
..... 刘 烁 王逢逢 原树崑 王旭光 王文浩 58

公路工程施工进度与成本动态控制研究..... 朱 宁 61

施工技术

高速公路桥梁施工中的抗风技术分析与实践.. 徐 群 64

预防性公路养护技术在现代公路养护中的应用.....

..... 赵睿龙 67

大跨径悬索桥重力式锚碇基础施工关键技术研究.....

..... 马继文 70

水利施工技术创新及混凝土施工技术探讨... 王亚立 73

寒冷地区绿色供暖施工中的节能技术应用研究.....

..... 熊新林 76

道路桥梁沉降段路基路面施工技术分析..... 李 满 80

公路工程沥青路面施工技术与质量控制探究.. 刘 斌 83

节能环保

泵站节能优化设计对市政排水效率的提升研究.....

..... 高卓卓 86

建筑节能绿色转型发展研究与策略分析..... 邢群礼 89

环境噪声污染控制与声屏障技术研究.....

..... 张卫清 王安银 92

机电机械

TR100 矿用自卸车油改电技术研究及应用

..... 冯永豪 穆俊杰 95

“通-刮-刷”一体的管道清扫机器人设计... 赵轶鸣 99

玉米播种机的正确使用与维修注意事项..... 李海福 103

基于物联网的机械设备智能化改造方案研究 . 权延鑫 106

数控加工过程质量控制的关键环节研究.....

..... 王 琦 刘 新 109

能源矿业

地下矿山回采率影响因素及提高回采率的研究.....

..... 郗小松 112

勘察测绘

GPS-RTK 测量技术在工程测量中的应用 高 斌 115

建筑设计

基建工程设计管理难点及策略分析..... 李诗霖 118

民用建筑结构设计中的耐久性设计与材料选择.....

..... 高会晓 122

住宅建筑给排水设计中管道布置措施的探讨.....

..... 戚贵男 125

绿色建筑设计理念在建筑设计中的应用策略.....

..... 高 泽 房银华 128

住宅建筑中功能空间的优化设计分析..... 刘 彬 131

高层住宅建筑设计中的绿色建筑设计探讨... 王 宁 134

公共建筑设计中的绿色建筑设计研究..... 孟庆宁 137

民用建筑结构设计的经济性与安全性平衡... 马越普 140

化工工程

空分设备贫氩氩提取逻辑控制的改进与实践.....

..... 田兴兵 143

裂解气压缩机注水防结焦改造..... 苟蓝天 147

乙烯装置碱洗塔运行维护及检修处理..... 余支旺 151

乙烯裂解炉的结焦及其抑制技术..... 马秀民 155

探讨交流

数字化技术在电力工程设计中的应用..... 邱春华 158

电力土建工程质量风险防范要点探讨..... 王小平 161

地质工程

论石灰岩矿渣中不同含土量对植物生长影响探析.....

..... 薛 良 武金桃 高峤峰 万子雄 商昭阳 164

节能施工技术在建筑工程建设中的应用分析

杜可满

中交一公局海威工程建设有限公司, 北京 101119

[摘要] 国家提出可持续发展战略目标, 为适应国家提出的新发展要求, 建筑企业需要深入地理解绿色可持续发展观念, 同时需要在社会、经济以及生效益协同发展的背景下, 顺着该方向推进工程建设工作。本篇文章指出节能技术在实现绿色节能目标、保证企业的经济效益、减少对能源的耗损量等方面的价值, 分析其在建筑工程建设中应用的必要性, 随即提供常用节能施工技术在建筑中的应用。

[关键词] 建筑工程; 节能施工技术; 能耗控制; 建筑结构

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14763

中图分类号: TU74

文献标识码: A

Application Analysis of Energy-saving Construction Technology in Building Engineering Construction

DU Keman

Haiwei Engineering Construction Co., Ltd. of FHEC of CCCC, Beijing, 101119, China

Abstract: The country has put forward the strategic goal of sustainable development. In order to meet the new development requirements put forward by the country, construction enterprises need to deeply understand the concept of green and sustainable development. At the same time, they need to promote engineering construction work in this direction under the background of coordinated development of society, economy, and effective benefits. This article points out the value of energy-saving technology in achieving green energy-saving goals, ensuring the economic benefits of enterprises, and reducing energy consumption. It analyzes the necessity of its application in construction projects and then provides the application of commonly used energy-saving construction technologies in buildings.

Keywords: construction engineering; energy-saving construction technology; energy consumption control; building structure

建筑工程项目对资源以及能源的需求量较大, 一旦没有合理地开展项目建设工作, 将会导致材料遭到不同程度破坏, 更会出现严重的能源损耗, 进一步加剧能源以及资源的短缺程度, 对国家可持续发展目标达成较为不利。建筑企业常规的施工技术, 虽然已经形成较为成型的工艺链条, 但是技术操作并没有基于节能角度进行设计, 会因施工技术形式的原因, 导致项目引出严重的能源损失问题。出于建筑项目施工安全、质量以及效率等因素有效把控的需要, 有必要加强对施工技术的优化, 以节能施工技术作为项目的施工手段, 通过其具有的节能性、绿色性特点, 良好地完成建设任务。

1 节能施工技术的应用价值

1.1 实现绿色节能目标

质量、效率以及安全均是项目施工较为关注的要素, 关系到建筑企业在项目项目建设期是否盈利。通过节能施工技术对项目多方面的严格把控, 让每道工序的施工任务均可以较好完成, 有效规避质量以及安全等方面的问题。节能施工技术在建筑工程项目中的存在, 将会围绕能源节约、环境保护以及材料节约等多个方面进行, 依靠技术特点对施工活动进行有效的把控, 期间还可以凸显节能施工技术绿色性、生态性等特点, 利于建筑企业绿色施工发展

目标的达成, 达到国家对建筑企业绿色施工的要求, 有利于企业长久地发展下去^[1]。

1.2 保证企业的经济效益

建筑工程项目的建设资金规模庞大, 企业承接项目后对资金需要进行合理的规划, 否则将会因支出过多导致项目收益受到不同程度的不利影响。工程项目质量控制是工程管理的核心内容之一, 不少建筑企业因缺乏对施工项目质量的控制, 引出大量返工事件, 在此方面造成较大负面舆论影响及经济损失, 导致自身的盈利变少。节能施工技术是极为先进的手段, 其在建筑施工中的存在, 完全可以替代传统的施工技术, 同时具有传统施工技术不具有的优势。其中包括对施工质量的严格把控, 有助于施工企业一次达到施工质量要求, 不容易在后续出现返工的问题, 进一步提高企业的经济效益^[2]。

1.3 减少对能源的耗损量

在国家提出绿色节能施工理念的今天, 建筑企业需要对施工活动进行新的定位以及规划, 让施工在完成任务的同时, 解决能源损耗严重的问题。国家已经出台文件, 对建筑施工能源把控提出更为细化的要求, 建筑企业以传统施工方法无法达到规定要求。节能施工技术在建筑工程项目中的使用, 因技术具有的优势, 在达到施工任务要求的

同时,将能源的使用量控制到最低^[3]。

2 节能施工技术在建筑工程建设中的应用的必要性

建筑工程项目是区域发展的重大活动,可以带动区域经济的发展,更能为当地居民提供更好的建筑产品,提高当地居民的居住品质,是国家向现代化方向发展必然进行的活动。建筑工程虽然对区域发展有较大的推动作用,但是也会带来不良的问题,比如会导致区域环境遭到破坏^[4]。建筑项目规模有外扩的趋势,所以对施工材料以及能源的需求不少,一旦没有加强对材料以及能源的控制,更会引出严重的能源损耗问题。基于建筑建设是国家建设必须推进活动的情况,为解决建设期间能源损耗的问题,则需要寻找一种平衡的方法。节能施工技术是在原有施工技术基础上,针对施工中出现的材料以及能源耗费问题,从节能以及环境保护的角度,在施工技术以及作业方式优化等方式下,尽可能减少施工对能源的消耗量,不会引出过于严重的能源消耗问题。因此,节能施工技术在建筑工程建设中的运用,是建筑行业积极推进的工作,可以达到国家对建筑行业提出的要求^[5]。

3 建筑工程建设中节能施工技术的应用

3.1 使用新型节能材料

材料在施工项目中的占比较大,其对项目的整体效果自然也会产生不小的影响。因此,在项目施工中需要加强对材料的管控,以保证项目施工能达到设计要求。材料对项目建设质量的影响不小,自然也会成为节能施工技术的重要内容。将节能施工技术应用在建筑项目后,针对现代建筑规模庞大,对施工材料需求量大的需求,将会从能源节约的角度进行分析,寻找实现建筑材料高效利用的方式,尽可能减少项目中对能源消耗过大的问题,不会出现材料严重浪费的情况。施工企业在施工方案的筹划中,对于项目拟使用的材料,需要深入建材市场并进行多方面的遴选与对比,从而可以对材料的性能以及是否环保等情况有所了解,为材料遴选、对比、决策等提供更为重要的信息^[6]。

在绿色建筑发展目标下,建筑市场快速做出应对,绿色节能材料的出现就是最好的证明。节能材料与传统材料不同,解决过往建材造成的污染问题,可以尽可能地满足施工要求。将节能材料应用在建筑项目中,有助于施工企业达到能源节约、环境保护以及生态平衡的要求。施工企业在材料定制前,需要对其性能有所了解,结合建筑能源控制的需求,重点关注轻质复合墙板、保温隔热材料、新型墙体材料、加气混凝土砌块等新型材料。以其中的保温隔热材料为例,在外墙体采用此类材料,即便对墙体的厚度进行适当的缩减,依然可以保证墙体在冬季具有较好的保温作用。在保温隔热材料应用到建筑项目后,可以提高室内温度维持的表现,不会出现室内外温差过大的情况。在保温隔热材料的作用下,室内居住者即便感到内部温度不适合并通过暖通设备进行调控,也会因室内外温差不大

的情况,减少对暖通空调设备的使用量,进而获得节能的效果^[7]。

建筑项目建设中节能材料选择以及设定必须基于实际需求,基于项目要求以及对材料性能的充足把握,从而可以做出对材料的合理配置,同时将其应用在建筑工程项目中,解决过往房屋能源消耗严重的问题。节能材料是现代建筑施工达到节能要求较为重要的存在,需要在充分了解材料性能的基础上,通过对其的合理运用,将其在建筑中绿色、节能方面的价值展现出来^[8]。

3.2 墙体及屋顶的节能技术

墙体及屋顶是建筑中相对重要的部位,过往在相关位置进行施工活动,由于未能对其进行合理的设计,使用粗放式的操作手段,耗费不少的人力以及材料,更会因污染问题,对区域环境造成不小的破坏。根据项目建设要求对墙体及屋顶的定位,墙体及屋顶十分重要。在墙体及屋顶部位的施工,需要从能源节能以及控制的角度进行。施工人员在墙体部位开展施工活动,可以从温度有效调节的角度,依靠外墙保温系统控制热桥效应达到节能的目的。建筑外墙部位所用的材料,需要具有环保的特点,对材料进行合理的运用,控制应用在墙体的材料数量,不会造成浪费问题。在绿色材料选定后,材料的运用也是关键,基于对绿色工艺的优化,让建筑室内外热量的消耗速度变慢,不会出现严重的热量损失。在外墙部位以外墙保温系统控制热桥效应,可以实现建筑内部温度的恒控管理。为将热桥效应发挥出来,需要在确认材料具有良好的隔温功能后,分析设计图纸中的各类参数,确定设计的要求并严格按照要求操作。在一块区域的工作结束后,检查外墙砌块平铺是否平整,当发现工艺操作不足的问题后,会快速对其进行处理。

屋顶部位的施工,可操作空间较大,比如利用太阳照射到屋顶的条件,选择空气层隔热技术并根据建设要求进行操作,在保证屋顶基本功能具备的情况下,还能让其具有隔热的功效。在空气层隔热技术应用到屋顶时,需要基于屋顶在建筑中特殊的位置,在屋面部位种植一定量的绿色植被。绿色植被将会根据建筑项目所在区域的气候特征以及植被外形进行选择,利用植被可以进一步强化隔热的作用,同时植被经合理摆放以及设计后,有美化建筑外观的效果。

3.3 采用装配式建筑

装配式建筑在当下兴起,与传统现场浇筑的施工方式不同,可以根据施工需求在盒式建筑、砌块建筑、板材建筑中进行选择。每种建筑对材料使用需求较大,材料均是通过现场预制的方式制作,与传统材料不同,因制作场地在厂家内部进行,可以避免在外部对材料性能有不良的影响。在施工材料预制的方式下,更易对施工进度进行把控,确定施工所需的时间,提前通知材料送到的时间表,能够及时运用材料进行建筑施工建设。装配式建筑中所用的技

术不同,均有节能的效果。因此,积极地推进装配式建筑,有助于建筑节能目标的达成。

装配式建筑以材料预制的方式,便于对施工资料进行合理的运用。施工人员使用预先制作的构件,按照施工方案要求开展活动,实现施工活动的规范化推进。节能装配式建筑施工的技术不少,其中外墙成套装配技术、拨款门窗的一体化预制技术均具有较强的代表性,其赋予外墙以及门窗隔热以及其他功能,为建筑用户提供便捷的居住条件,利于对方获得较好的居住体验,同时在建筑内生活对能源的需求也可以得到控制。

装配式生产因建设方式的特殊性,可以实现一体化外墙板的标准化设计,同时建筑所有配件均由工厂化制造,让施工得以在此模式下快速进行,具有施工安全、施工高效、成本低廉等特点。根据绿色建筑施工要求,建筑施工需要具有环保、绿色、节能等优势。传统施工技术因操作原理的限制,无法达到绿色建筑施工的要求,所以更换技术成为必然。装配式建筑是一种新兴的建筑形式,以相关方式开展施工活动,更易实现建筑节能的目标,对我国绿色建筑发展有推动作用。

3.4 门窗节能技术

门窗节能技术在建筑施工中的使用,需要对可能引发的耗能问题进行分析,于施工中加强对相关方面的控制。传统房屋门窗设计更多在意美观以及安全等方面,但是没有从能源节约的角度出发,可能会因门窗漏风的原因,导致用户需要在内部使用不少的能源,造成严重的耗能问题。出于节能方面的需要,需要从能源利用的角度进行思考,选择有助于节能目标达成的材料。与传统门窗材料相比,新型材料的质量小,同时具有吸热的功能。对市场中大量新型门窗材料进行研究,发现其中较多材料具有较好的密封性,可以避免使用中漏风问题的发生,进而达到节能的目的。

在门窗部位的施工中,可以通过对门窗连接部位密封性提升的处理措施,达到节能的目的。根据以往的施工经验,以传统施工技术开展工作,门窗部位的密封性并不能得到保证,所以会出现严重的材料浪费问题。门窗节能施工技术的使用,对门窗在建筑中的位置进行分析,基于其在建筑中需要拥有的功能,还需要做好材料的选择。比如,阳台处的门窗框架会选择断热钢材,其具有较好的强度,同时密封性十分出色。

3.5 太阳能技术

太阳能是新能源,与电能相比具有获取方便的特点,

所以成为现代建筑中常用的一种节能施工技术,可以根据建筑建设的要求合理运用技术,充分发挥技术的应用特性,在满足用户对能源使用要求的同时,不会出现严重的耗能问题。太阳能技术在一段时间的发展中,其拥有很多的使用方案,可以根据不同建筑类型以及使用需求进行选择,具有较好的选择性。其中太阳能热水器系统、太阳能照明系统、集热蓄热墙式系统均经过长足的发展,其在建筑施工中的使用已经相对成熟。以其中的太阳能热水器系统为例,将太阳能集热器安装在建筑顶部,用其收集太阳能,通过装置实现能源的转换,减轻建筑对电能的依赖。

4 结语

可持续发展战略提出后,国家基于战略要求发布了较为完善的政策和法规,其中较多内容与建筑企业相关。建筑企业需要选择绿色施工的方式,减少施工中出现的污染问题,对能源大量耗损问题进行有效的处理。基于节能要求,建筑企业需要转变固有的思想,寻求可持续发展的道路,节能施工技术成为建筑企业需要大力推进的工作,将其作为施工的主要技术。本文提供节能施工技术并分析其在建筑施工建设中的应用。建筑企业需要加强对节能施工技术研究,基于项目建设要求以及国家在节能方面做出的规定,加强对施工技术的布控,提高施工技术应用的合理性,让其在建筑施工中具有节能的作用。

【参考文献】

- [1]王宪远.节能施工技术在建筑工程建设中的应用分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(4):3.
 - [2]高晓波.当议节能施工技术在工民建建筑工程中的应用[J].工程技术发展,2022,2(6):40-41.
 - [3]黄昆.节能技术在建筑工程施工中应用的优势分析[J].居业,2023(12):32-34.
 - [4]牛章红.关于房屋建筑工程中绿色节能施工技术的运用分析[J].工程与建设,2024,38(3):688-690.
 - [5]李国亮.绿色节能施工技术在建筑施工中的应用分析[J].陶瓷,2022(10):3.
 - [6]马军.绿色节能施工技术在房屋建筑工程中的应用分析[J].陶瓷,2023(6):174-176.
 - [7]师展飞.绿色节能技术在工民建施工中的应用分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2023(2):103.
 - [8]徐欣欣.建筑外墙保温节能技术在建筑施工中的应用分析[J].电脑爱好者(校园版),2023(6):216-217.
- 作者简介:杜可满(1989—),男,西北工业大学,土木工程专业,项目总工程师。

高层建筑工程施工中地基处理技术研究

张江浩

中土大地国际建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着城市规模的不断扩大,人口数量不断增加,这使得土地资源愈加地紧张,为了控制人口数量与土地资源之间的矛盾,建筑行业开始将发展重点转至高层建筑的施工中去。而随着建筑层数的增加,如何保证建筑内抵抗水平与荷载能力变成了高层建筑施工企业所要考虑的难题,为了保证高层建筑的结构强度能得到相关设计标准的要求,施工企业选择对地基进行处理。文中以高层建筑工程的地基处理技术作为研究对象,试探究该技术的施工要点。

[关键词]高层建筑;工程施工;地基处理技术

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14804

中图分类号: TU753

文献标识码: A

Research on Foundation Treatment Technology in High-rise Buildings Construction

ZHANG Jianghao

Zhongtu Dadi International Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the continuous expansion of urban scale and the increasing population, land resources have become increasingly scarce. In order to control the contradiction between population and land resources, the construction industry has begun to shift its development focus to the construction of high-rise buildings. As the number of building floors increases, ensuring the resistance level and load capacity inside the building has become a difficult problem for high-rise construction companies to consider. In order to ensure that the structural strength of high-rise buildings meets the requirements of relevant design standards, construction companies choose to treat the foundation. The article takes the foundation treatment technology of high-rise building engineering as the research object, and attempts to explore the construction points of this technology.

Keywords: high-rise buildings; engineering construction; foundation treatment technology

引言

随着高层建筑工程的迅猛发展,地基处理技术面临着更为严苛的要求。作为建筑物基础的地基,其稳定性与承载力对建筑的安全性、耐久性及功能性具有直接影响。随着建筑高度的逐步提升,地基所需承受的荷载不断增加,这使得传统的地基处理方法在面对新挑战时显得捉襟见肘。在这种背景下,地基处理技术已经成为影响高层建筑工程质量与进度的关键因素。地基处理不仅涉及土壤加固与改良,还涵盖了深基础、桩基以及地下水处理等多个技术领域,这些都要求施工工艺更为复杂,技术要求也更加精细。通过科学合理的地基处理,可以显著提高土壤的承载能力,减少不均匀沉降和地基变形,进而保障建筑的稳定性与安全性。

针对高层建筑地基处理技术的研究,探索其在不同地质条件下的应用与发展,不仅有助于提升工程施工质量,缩短工期,降低成本,更能为未来更加复杂、更高层次的建筑项目提供坚实的理论支持与实践指导。本文将深入分析当前高层建筑地基处理技术的应用现状、面临的挑战以及改进方向,力图找到一种既科学又经济、安全的地基处理技术路径。

1 高层建筑工程施工中地基施工的特点分析

高层建筑工程施工中的地基处理,具有一系列独特的

技术与管理特点。随着建筑高度的不断提升,地基不仅需要承载建筑物的自重,还必须考虑使用过程中可能施加的动态荷载与活荷载,这对地基的承载能力提出了更高的要求。特别是在软土地质、含水层或复杂地质环境中,传统的地基处理方法往往无法满足这些要求。在这种情况下,桩基、深层搅拌、地基加固等专门技术的应用,变得尤为关键,以增强地基的承载能力。此外,地基施工的周期较长,施工环境复杂。地下水位、土壤湿度及气候变化等因素,可能直接影响施工质量,从而导致地基沉降不均或出现其他不稳定现象。因此,施工过程中的每个环节都必须严格依据地质勘察提供的准确数据,结合具体的地质条件,选择最为合适的施工技术。在施工过程中,质量控制的加强同样不可忽视。确保每一操作环节都精确实施,是保障工程稳定性与安全性的关键。

2 加强高层、超高层施工地基处理管控的意义

在高层及超高层建筑施工中,地基处理的管控至关重要。这类建筑承载着巨大的荷载,且设计复杂、功能多样,因此,地基处理质量直接关系到建筑的整体稳定性与安全性。施工过程中,任何细节上的疏忽或技术性失误,都可能引发地基沉降不均、裂缝、倾斜等问题,严重时甚至会导致灾难性的后果。特别是在软土地质或地下水位较高的地区,传统的地基施工方法往往无法满足要求,必须采取

更加精细的管控措施^[1]。加强地质勘探、选择适合的桩基形式、加固技术及施工方法等,都应当作为重点考虑的措施。高层建筑的施工周期通常较长,且施工环境复杂,温度、湿度、气候等因素的变化,会对地基的稳定性产生影响。因此,确保施工过程每一环节都严格按照设计要求执行,并进行实时监控,显得尤为重要。通过有效加强地基处理的管控,不仅可防止地基沉降与变形等问题的发生,还能提高施工质量,降低风险,确保建筑物在长期使用中的安全与耐久性,从而为高层建筑的顺利交付与运营提供坚实保障。

3 高层建筑地基施工中常见问题

3.1 地基设计不科学

在高层建筑地基施工中,地基设计不科学是一个常见且严重的问题。通常,这一问题表现为对地质条件分析得不全面或存在偏差,未能准确识别地基土层的承载力、沉降特性及其他关键因素。地质勘查的不足,尤其未能充分考虑地下水位、土壤湿度、地下障碍物等因素,导致地基承载力的估算出现偏差,无法有效承载建筑物的自重及使用荷载。此外,地基设计常常未能充分应对施工过程中可能出现的不确定性,如施工设备与技术手段的限制、施工环境的变化等,致使地基在施工过程中可能出现不可预见的变形或不均匀沉降。另一个问题在于地基加固方案选择的不当。过度依赖某种传统施工技术,而忽视了地质条件的差异,未能针对不同土质采取科学合理的处理措施,这将直接影响建筑物的长期稳定性。

3.2 建筑重力过大导致地基变形或沉降

在高层建筑地基施工中,建筑物重力过大引发的地基沉降或变形是一个常见且严重的问题。随着建筑高度的不断增加,建筑物自重及使用荷载的逐步增大,尤其在超高层建筑中,荷载集中效应加剧,导致地基承受的压力显著增大。当地基土层的承载力不足时,建筑物的重力可能超出土壤的承载极限,进而使地基发生沉降或变形。这种沉降通常呈现不均匀的特征,既可能局部发生,也可能导致整体性非均匀沉降,进而引发建筑物的倾斜、裂缝或结构损伤。严重时,建筑物的使用功能与安全性可能会受到影响。尤其在软弱土质或地下水位较高的区域,地基承载力较低,承载压力的增加更容易引发不均匀沉降,问题尤为突出。

3.3 施工用水流失导致地基不稳

在高层建筑地基施工过程中,地基不稳常由施工用水流失引发,特别是在进行地下水抽排或基坑开挖时,地下水位的波动会直接影响地基土的稳定性。若水源管理不当,过量水分流失可能引起地基土层的变化,尤其是在含水量较高的土壤中,水分流失导致土体颗粒间隙塌陷,从而降低了地基的承载力。对于粘土、粉土等颗粒较细的土层,水分流失的后果更为严重,不仅会削弱土壤的黏结力,还使得土层变得松散或易于坍塌,从而引发沉降或不均匀沉

降问题^[2]。此外,基坑周围土层的支撑力也可能被水流削弱,从而增加基坑坍塌的风险,对整个施工过程的安全性构成威胁。

4 高层建筑地基施工技术要点分析

4.1 合理选取施工地址

在高层建筑地基施工中,施工地址的合理选择是确保工程顺利进行的关键步骤。选址不仅关系到建筑物的功能性与美观性,还直接影响到地基的稳定性以及施工的复杂性。地质条件是选址时必须重点考虑的因素之一。通过详细的地质勘探,关键数据如土壤的承载力、沉降特性以及地下水位等可以被获取。对于软弱地基或不均匀的地质条件,优选地质稳定的区域能够有效降低后期地基处理的难度,避免因土质不良引发的沉降或变形问题。地形地貌在施工地址的选择中也占据着重要地位。考虑到高层建筑对地基承载能力的高要求,应选取地势平坦、土层较深且无滑坡或地震隐患的区域,这样可减少施工过程中可能遇到的复杂情况,并降低地基不稳定的风险。除自然因素外,选址时还应综合考虑周边基础设施、交通条件及环境保护等社会经济因素,从而确保施工过程能够顺利获取物料供应和设备,避免施工过程中产生的噪音与振动对周围环境造成过度影响。

4.2 合理设计地基并选取施工技术

在高层建筑地基施工中,地基设计的合理性及合适施工技术的选取至关重要,这直接关系到建筑物的稳定性以及施工的顺利进行。地基设计的核心在于深入理解与分析地质条件、建筑荷载及周围环境的复杂性。设计时,必须依据地质勘察报告,准确评估地基土层的承载力、沉降特性以及地下水位等关键因素,从而合理选择地基类型,如浅基础、桩基或地下连续墙等,以满足建筑荷载的需求。在选择设计方案时,特别应关注土质的分布情况,处理软土、松散土或不均匀土层时,所采取的设计方案应与坚硬土层的设计完全不同。针对不同土质,结合土壤改良、加固或换填等措施,需确保地基的稳定性。施工技术的选择上,必须与设计要求相匹配,且需综合考虑地质条件、施工环境及工期等因素。对于软土或不均匀地质条件,采用静压桩、打桩或深层搅拌等技术,有助于提高地基承载力,从而确保基础的稳固;而在岩土层较硬的地区,地下连续墙或钻孔灌注桩技术,则能有效满足高层建筑的荷载要求。施工技术的选择还应考虑施工精度、设备可行性及环境影响等因素,以确保施工过程中周围土壤的稳定性不被破坏,避免不必要的沉降或变形发生。

4.3 充分的施工准备工作

在高层建筑地基施工中,充分的施工准备工作对于确保工程质量及施工顺利推进至关重要。涉及的不仅是物资与设备的准备,还包括对施工技术、施工人员、施工环境及安全管理的全面规划与安排。详细的地质勘察报告与设

计方案,作为施工准备的核心依据,必须在施工前确保对地基土质、地下水位及土层结构等地质信息的充分了解,从而选择最合适的施工方法与工艺,避免施工过程中出现不符合预期的地质问题。施工技术的可行性及工艺的合理性,亦是施工准备的重要环节^[3]。施工前,施工工艺应进行全面论证,确保所选技术能够适应复杂的地质条件,同时挑选合适的设备、工具及材料,以确保工艺的顺畅实施。以深基础施工为例,提前明确打桩机的选型、桩基施工的具体流程以及可能遇到的技术问题,能够有效避免施工过程中因操作不当而导致停工或质量问题的发生。施工环境的管理,亦是施工准备的关键内容。施工现场应进行彻底的场地清理、设备布置与临时设施搭建等工作,确保施工期间高效运作与安全保障。

4.4 完善施工过程中的技术要点

在高层建筑地基施工过程中,确保施工质量、进度与安全的关键在于完善施工中的技术要点。每个细节,都可能对地基稳定性和工程质量产生重要影响,操作时必须严格遵循设计要求与技术规范。施工精度,作为技术要点中的核心,必须得到充分重视。在地基处理与基础施工过程中,施工位置、深度及尺寸的准确性至关重要,以避免不均匀沉降或结构偏移的发生。例如,在桩基施工中,若桩位发生偏差或打桩深度不足,基础的承载力与建筑物的稳定性将受到直接影响,因此,施工精度的严格控制必不可少。除了精度,施工工艺的细致操作同样不可忽视。不同土质及地质条件要求采用相应的施工方法。在软土区域,静压桩或沉桩技术通常被采用,而在岩土区域,则更倾向于使用钻孔灌注桩。每种施工方法,都应根据具体情况进行调整与控制,以确保符合施工标准,避免因工艺选择不当而导致质量问题。在施工过程中,质量控制贯穿始终,且同样至关重要。每个施工阶段,特别是土层处理、桩基施工及地基加固等关键环节的质量检查,必须严格执行。现场检测、监测及实验等手段,将被用来确保施工质量符合设计要求。此外,施工过程中的安全管理也不能忽视。施工设备、工人安全防护与作业环境的严格管理,有助于有效预防安全事故的发生,确保施工顺利进行。

5 高层建筑地基施工处理中的注意事项

5.1 强化对施工技术人员的培训

在高层建筑地基施工中,加强施工技术人员的培训,至关重要。技术人员的专业水平,直接影响到施工质量与安全。地基施工涉及多项复杂的技术操作,如桩基打桩、地基加固及沉降监测等,每一个环节,都要求技术人员精确掌控。通过系统化的培训,能够使技术人员全面理解地质条件与设计要求,掌握所需的施工技术与方法,从而确保施工过程中,能够准确执行各项操作。随着建筑技术的快速发展,新型施工设备与技术不断涌现,这对技术人员

提出了更高的要求。必须持续更新知识,学习最新的工艺和技术,以满足现代高层建筑施工的需求。培训内容,除了包括基础施工技能外,还应涵盖安全规范、施工标准及应急处理能力的提升。通过这些培训,技术人员能够在面对突发情况时,采取有效的应对措施,确保施工过程中,风险得以减少,事故的发生得到有效避免。

5.2 增加地基施工质量的阶段性检测

在高层建筑地基施工过程中,实施阶段性质量检测,作为确保工程质量与安全的重要环节,不可或缺。地基施工通常涉及多个复杂的阶段,如土壤改良、桩基搭设及基础加固等,每个环节,都可能潜藏质量隐患。为发现问题并采取纠正措施,必须在施工的各个阶段,进行严格的质量监控与检测^[4]。以桩基施工为例,桩深度与桩位的检测,可以确保每根桩的搭设位置与深度,符合设计要求;而在基础加固阶段,实时监测土体的承载力与沉降情况,有助于及时掌握地基状态,避免因承载力不足,导致沉降或裂缝问题的发生。阶段性检测,不仅有助于发现潜在的质量问题,还为施工过程中的决策提供了科学依据,确保施工按设计方案有序推进,降低施工风险,保障工程的整体安全性。

6 结语

高层建筑地基处理技术,在确保建筑物的安全与稳定方面,具有举足轻重的作用。随着建筑高度的不断攀升以及地质条件的复杂化,地基处理技术,面临着日益严峻的挑战。通过对不同地质环境下地基处理技术的应用进行分析,可以发现,科学的地基设计、合理的施工方法以及严格的质量控制,是实现工程顺利推进的关键因素。尽管在一些领域,地基处理技术已有显著进展,实际应用中,仍存在一些亟待解决的问题,如地基的不均匀沉降以及土壤承载力的不足等。随着新材料与新技术的不断涌现,未来,地基处理技术将更加精细化、智能化。通过持续加强地基处理技术的研发与创新,未来将为高层建筑工程的顺利实施提供更加坚实的技术支持,推动建筑行业朝着更高、更安全的目标迈进。

[参考文献]

- [1]刘万振,王莹.高层建筑工程施工中地基处理技术分析[J].建材发展导向,2023,21(4):139-141.
 - [2]刘红健.建筑工程施工中软土地基处理技术的应用[J].工程建设与设计,2022(1):41-43.
 - [3]张艳秋.高层建筑工程施工中地基处理技术要点[J].住宅与房地产,2021(12):210-211.
 - [4]陈建昌.高层建筑工程施工中地基处理技术要点分析[J].科技创新与应用,2020(22):147-148.
- 作者简介:张江浩(1991.9—),男,汉族,毕业学校:河北工程大学,现工作单位:中土大地国际建筑设计有限公司。

建筑工程检测中无损检测技术的应用浅析

贾玲玲

广信正合咨询集团有限公司, 山东 青岛 266200

[摘要]随着建设工程量剧增,无损检测技术在建筑工程质量检测中的应用越来越广泛。文中对常用的无损检测方法进行分析,发现无损检测技术不仅能提高在建项目的检测效率和准确性,还避免了对建筑结构的破坏,降低成本。同时,无损检测技术的应用也受从业人员操作水平、材料特性、检测对象的结构复杂性和本地环境条件的限制和影响,应综合考虑选用无损检测技术的可行性、经济性和实际情况。

[关键词]建筑工程;工程检测;无损检测技术;技术应用

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14803

中图分类号: TU746.2

文献标识码: A

Brief Analysis of Application of Non-destructive Testing Technology in Construction Engineering Inspection

JIA Lingling

Guangxin Zhenghe Consulting Group Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266200, China

Abstract: With the dramatic increase in construction projects, the application of non-destructive testing technology in quality inspection of construction projects is becoming increasingly widespread. The article analyzes commonly used non-destructive testing methods and finds that non-destructive testing technology can not only improve the testing efficiency and accuracy of ongoing projects, but also avoid damage to building structures and reduce costs. At the same time, the application of non-destructive testing technology is also limited and affected by the operational level of practitioners, material characteristics, structural complexity of the testing object, and local environmental conditions. Therefore, the feasibility, economy, and practical situation of selecting non-destructive testing technology should be comprehensively considered.

Keywords: construction engineering; engineering inspection; non-destructive testing technology; technical application

引言

在建筑工程中,结构的安全性与质量直接决定了工程是否能够安全投入使用。随着建筑材料种类的增多及工程结构复杂度的提升,传统检测方法已难以满足现代建筑工程对质量监控与安全评估的高要求。无损检测技术,作为一种高效、精准且不破坏被检测物体的手段,已经被广泛应用于建筑工程领域。通过采用无损检测技术,建筑物结构得以在不损害的前提下,全面评估其内部的质量状况,及时发现潜在的缺陷并进行修复。诸如超声波检测、电磁感应法、磁粉检测、雷达波检测、X射线检测及红外成像技术等,无损检测技术包括多种方法,每种方法都具备其独特的优势与适用范围。无论是在新建工程的质量检验中,还是在已有建筑物的维修与加固过程中,合理地应用无损检测技术,都能提高检测的效率,降低施工中的风险,为建筑工程的长期使用安全提供有效保障。通过对无损检测技术在建筑工程中的应用进行深入研究,工程质量管理水平有望得到提升,同时为建筑工程的可持续发展提供坚实的技术支持。

1 无损检测技术的主要特征

无损检测技术,作为一种能够在不破坏构件完整性的情况下获取其内部及表面信息的检测方法,具有独特的优势与特点。其核心特征在于,不对被检测材料或结构造成任何损

伤,借助先进的物理原理与高精度仪器,精确地测定材料性能、内部缺陷及应力分布等关键参数。整个检测过程不仅安全、快捷,而且具备高效性。检测结果通常以数据或图像的形式直观呈现,这使得无损检测技术在确保工程质量与延长构件使用寿命方面发挥着至关重要的作用。此外,技术的实时性与多样性使得其能够根据具体需求灵活地选择适用的检测手段,如超声波、电磁感应及红外成像等,进而满足建筑工程中对不同材质、形状与规模构件的检测要求。

2 建筑工程检测中无损检测技术应用的优势

无损检测技术在建筑工程中的广泛应用,源于其独特的优越性。与传统的破坏性检测手段相比,这项技术能够在不损害构件结构或影响其正常功能的前提下,迅速且精确地评估材料的内部及表面缺陷、性能与应力状态,从而实现对工程质量的全方位监控。具备高效性与精确性的特点,结果通常以数据化与可视化的形式呈现,使得后续的分析与存档更加便捷。此外,检测方法多样化,无损检测能够满足建筑工程中各种复杂的检测需求。例如,混凝土内部裂缝可以通过超声波检测识别,钢筋腐蚀情况可通过电磁感应检测评估,而建筑外墙的粘结强度则能通过红外热成像检测^[1]。为不同材料及构件的多样化检测提供了有力保障,各种方法的应用得到了有效的支持。操作过程不

仅安全环保,且避免了对建筑物的拆解或破坏,从而节约了施工时间与成本,减少了资源浪费与施工风险。

3 在建筑工程检测中应用的无损检测技术

3.1 超声波检测技术

超声波检测技术,作为无损检测的重要手段,在建筑工程中扮演着不可替代的角色。其原理基于高频超声波在介质中传播时,与材料缺陷或界面反射、折射相互作用所产生的信号变化,借此判断内部缺陷的位置、大小及性质。这项技术以较大的检测深度、高分辨率及广泛的适用范围著称,尤其适用于混凝土、钢结构等建筑材料的缺陷检测。实际应用中,超声波检测常用于评估混凝土裂缝的深度与走向,监测混凝土构件的密实性与均匀性,以及评估钢结构焊缝质量。通过这种方法,检测结果不仅能被清晰呈现,还能够实现实时监控,为工程结构的动态健康评估提供了重要依据。需要特别注意的是,超声波检测在精度和操作条件方面有一定要求。例如,检测表面必须保持平整,以确保信号能有效传输;此外,操作人员的专业技术水平也直接影响检测结果的准确性。尽管如此,凭借其高效与非破坏性特点,超声波检测在建筑工程检测领域中展现了广阔的应用前景,尤其在高精度和复杂结构的检测需求中,展现出了明显的优势。

3.2 电磁感应法

电磁感应法,作为一种基于电磁场变化原理的无损检测技术,在建筑工程检测领域中得到了广泛应用,并具有重要的价值。其原理通过监测磁场或电流分布的变化,评估材料的内部缺陷、导电性及磁导率等特性。该方法尤其适用于钢筋混凝土结构的检测,能够迅速而准确地探测钢筋的位置、分布、直径及锈蚀情况,从而为建筑结构的健康评估提供可靠依据。在实际应用中,电磁感应法常用于检测混凝土保护层的厚度及钢筋的锈蚀程度,这对于评估结构的耐久性以及保障建筑安全至关重要。值得一提的是,该技术无需与被测构件直接接触,且能够穿透涂层或其他覆盖物,适应复杂环境下的检测需求。操作简便、检测速度较快,电磁感应法能覆盖大面积进行高效检测^[2]。然而,该方法的检测精度可能受到环境电磁干扰、材料异质性以及仪器灵敏度等因素的影响。因此,通常需要结合其他检测手段进行结果验证。

3.3 磁粉无损检测

磁粉无损检测技术,基于磁场与磁粉相互作用的原理,主要用于识别铁磁性材料表面及近表面的缺陷及其分布情况。由于其高灵敏度和直观性,磁粉检测技术在建筑工程检测中得到了广泛应用。该方法通过在铁磁性材料上施加外部磁场,形成磁力线。当材料存在裂纹、孔洞等缺陷时,磁力线发生变化,漏磁场形成,磁粉便会聚集在缺陷区域,清晰地显现出缺陷的位置与形态。在钢结构焊缝质量检查、锚固件裂纹评估以及机械连接部件表面损伤分析等方面,磁粉检测发挥着重要作用,为工程结构的安全评估提供了准确的技术支持。除了成本低、操作简便且结果直观等优势外,该方法还能够迅速检测出微小裂纹或疲劳

损伤,并进行定性分析。然而,磁粉无损检测的应用也存在局限性,仅适用于铁磁性材料,对于非磁性或非金属材料无效。此外,材料表面状态和磁化方向可能会影响检测的灵敏度。因此,操作人员的技术水平及经验在结果准确性方面起着至关重要的作用。

3.4 雷达波检测技术

雷达波检测技术,作为一种利用高频电磁波的传播与反射特性对建筑结构进行无损检测的方法,在建筑工程中具有重要的应用价值。其基本原理是通过向被检测目标发送雷达波,当波遇到不同介质的界面或内部缺陷时,会发生反射或折射。接收器捕捉到这些信号后,信号将被转化为图像或数据,从而揭示目标的内部结构特征及潜在缺陷。在实际工程中,雷达波检测被广泛用于评估混凝土内部的空洞、裂缝、钢筋的位置与分布,以及埋设管线的走向与深度,为复杂结构的全面评估提供了可靠依据。此项技术的显著优势,在于其强大的穿透力、广泛的检测范围以及无损特性。多种材料的检测,包括混凝土、砖石和土层等,都适用于该技术,并能够在不破坏结构的前提下,快速获得高分辨率的内部成像信息。此外,雷达波检测的可移动性与操作便捷性,使其能够灵活地应用于不同场景,如桥梁、隧道、地基和墙体的质量监测。尽管如此,雷达波检测的精度与可靠性可能受到介质电磁特性、信号干扰及操作人员技术水平的影响。为了确保检测结果的准确性,通常需要将该技术与其他无损检测手段结合使用^[3]。尽管存在技术上的挑战,雷达波检测凭借其高效、直观以及广泛适用的特点,已经成为建筑工程中不可或缺的检测手段,为结构健康监测与维修决策提供了强有力的支持,尤其在大型复杂工程的应用中,发挥着重要作用。

3.5 X射线检测技术

X射线检测技术,作为一种利用高能X射线穿透材料的特性进行无损检测的方法,在建筑工程检测中占据着重要地位。其原理基于X射线在穿透不同密度和厚度的材料时,由于吸收差异,产生影像。通过对这些影像的分析,材料内部的缺陷、结构特征及均匀性能够被识别。该技术在混凝土构件裂缝检测、钢结构焊缝质量评估以及复合材料层间缺陷分析等方面,得到了广泛应用,为高精度和复杂结构的工程检测提供了坚实支持。X射线检测技术的主要优势,体现在其高分辨率与强穿透能力,能够清晰显示材料内部微小缺陷的位置、形状及尺寸,从而为厚重构件和深层结构的无损检测提供了有效手段。除此之外,X射线检测适用于多种材料及复杂几何形状的构件,其成像结果不仅直观,而且便于存档与记录,为长期质量监控和数据比对提供了保障。然而,X射线检测的应用也具有其局限性。例如,严格的环境控制与设备要求是必要的,同时射线辐射带来的安全隐患也不可忽视。因此,在操作时,必须采取必要的防护措施。此外,由于影像判读依赖于专业技术人员,检测结果的准确性很大程度上取决于操作人员的经验与技术水平。

3.6 红外线成像检测技术

红外线成像检测技术,作为一种利用物体表面温度分布特性进行无损检测的方法,因其非接触性和高灵敏度,在建筑工程检测中被广泛应用。其基本原理是通过红外探测器捕捉被检测物体表面辐射的红外能量,将其转化为热图像或数据,从而分析结构内部的缺陷或材料性能的变化。该技术,尤其适用于建筑物表面及浅层区域的缺陷检测,如裂缝、空洞、脱层、湿气侵蚀及保温系统的热损失,为工程质量评估提供了有效的科学依据。红外线成像技术的主要优势,体现在其无需与被检物体接触,能够快速覆盖大面积区域,从而满足复杂环境下高效检测的需求。此外,对温差的敏感性极高,使得该技术能够清晰识别出由导热率或密度差异所引起的温度异常区域。特别是在幕墙检测、屋面漏水分析及节能建筑热工性能评估中,红外线成像展现了其卓越的适用性与便捷性。然而,检测结果可能会受到外部环境因素的影响,如太阳辐射、风速及环境温度变化等。因此,制定合理的检测方案以适应不同工况显得尤为重要。再者,检测精度也依赖于操作者的专业能力及其对热图像的深入分析。尽管存在一定的局限性,红外线成像检测凭借其高效、安全、非破坏性及操作简便的特点,已成为建筑工程检测中不可或缺的手段。尤其在节能建筑、古建筑修缮及复杂结构评估中,该技术能够有效发现潜在问题,并为工程质量管理与后续维护提供了有力支持。

4 建筑工程检测中的无损检测技术应用保障措施

4.1 检测技术的合理选择

在建筑工程检测中,合理选择检测技术,作为确保无损检测效果与工程质量的关键,必须综合考虑多个因素。由于不同的检测技术适用于不同材料、结构及检测目标,因此,检测对象的特点、工程实际需求及技术优势,均应在选择时得到充分考虑。例如,超声波技术,在检测混凝土内部缺陷时,凭借其对于空洞和裂缝的高度灵敏性,展现出较好的适用性;而在钢结构表面裂纹的检测中,磁粉检测技术则能提供更加直观且高效的结果。对于多材料复合结构或复杂环境中的检测需求,联合使用多种检测技术,能够有效提高检测的全面性与准确性。选定检测技术时,还需评估其经济性、现场操作的可行性以及对工期和施工环境的影响,从而确保在满足检测要求的同时,尽量减少对施工进度的干扰。此外,检测设备的技术水平及其与工程要求的适配性,也应作为重要的考量因素。通过合理的技术选择,不仅能够提升检测的科学性与可靠性,而且为全面控制工程质量提供了坚实的技术保障。

4.2 检测人员专业水平的提升

在建筑工程检测中,无损检测技术的有效应用,离不开专业技术人员的技术水平与操作能力。提升检测人员的专业素养,

已成为确保检测质量与准确性的关键措施。检测人员应具备坚实的理论知识与丰富的实践经验,熟悉各类检测技术的原理、操作步骤及其适用场景,以便在不同检测需求下,选择最合适的技术手段。随着检测技术的不断进步,检测人员应不断学习并掌握新兴的检测技术,确保能熟练运用先进设备,从而提升检测的效率与精度^[4]。此外,定期培训及认证制度尤为重要,不仅帮助检测人员保持知识的更新,还能提高其实际操作能力及应急处理能力,确保技术水平得以持续提升。

4.3 合理控制检测工作结果

在建筑工程检测中,确保检测结果的准确性和可靠性,是无损检测技术有效应用的基础。为实现这一目标,科学的检测标准与流程必须建立,以确保数据采集与分析符合相关规范。同时,通过严格的质量控制措施,尽量减少人为操作错误与设备故障对结果的影响。此外,判定检测结果时,依赖多次重复测试与不同检测技术的综合分析,确保结果具备较高的可信度。对于复杂结构或特殊材料的检测,应采取有效的校准方法和数据修正措施,以减少外部环境因素与设备误差的干扰。定期进行设备维护与校准,确保其性能稳定,这也是保障检测结果准确性的关键措施。此外,强化检测数据的存档与追溯管理,使问题发生时能够迅速定位并进行调整。

5 结语

无损检测技术在建筑工程中的应用,为工程质量保障、安全性提高及建筑物使用寿命延长,提供了坚实的支持。通过采用超声波、X射线、红外线成像、雷达波等先进检测手段,建筑物内部的缺陷和潜在问题能够在不损害结构的情况下,准确识别,从而有效减少工程事故的发生,提升工程管理水平。然而,保证无损检测技术有效性的关键,取决于技术选择的合理性、检测人员的专业素质以及数据分析与结果判定的严谨性。因此,加强对检测人员的培训、提升设备精度与稳定性、完善检测标准与流程,将进一步提升该技术的应用效果。随着建筑工程技术的不断发展,未来,无损检测技术将在建筑工程质量控制中愈加重要,成为保障建筑安全与可持续发展的重要工具。

【参考文献】

- [1]刘露.无损检测技术在建设工程质量检测中的应用分析[J].工程建设与设计,2024(12):105-107.
 - [2]高金伟.无损检测技术在建筑工程质量检测中的应用[J].科技创新,2020(10):107-108.
 - [3]庞锦浩.无损检测技术在建筑工程检测中的应用分析[J].中国建筑金属结构,2021(7):88-89.
- 作者简介:贾玲玲(1988.12—),女,毕业院校:青岛理工大学(本科)工程管理,就职单位:广信正合咨询集团有限公司,职务:总监,年限:4年。

房屋建筑施工中地基处理技术的应用研究

何林暄

中土大地国际建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着城市化进程加快, 建筑项目规模和复杂性不断增加, 尤其在软土、膨胀土及高地下水位区域, 地基问题尤为突出。传统地基处理方法难以满足施工需求, 促使新技术的出现, 如强夯法、深层搅拌法、灌浆法和隔震技术, 这些方法在提高地基承载力、减少沉降、增强抗震性能及应对复杂地质条件方面取得了显著成效。尽管如此, 实际施工中仍面临土壤多样性、地下水变化及设备限制等挑战。随着建筑安全性要求的提高, 地基处理技术的持续创新和优化仍是亟待解决的关键问题。

[关键词]房屋建筑; 施工; 地基处理技术

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14796

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Application Research on Foundation Treatment Technology in Building Construction

HE Linxuan

Zhongtu Dadi International Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization, the scale and complexity of construction projects continue to increase, especially in areas with soft soil, expansive soil, and high groundwater levels, where foundation problems are particularly prominent. Traditional foundation treatment methods are unable to meet construction needs, which has led to the emergence of new technologies such as dynamic compaction, deep mixing, grouting, and seismic isolation. These methods have achieved significant results in improving foundation bearing capacity, reducing settlement, enhancing seismic performance, and coping with complex geological conditions. However, in actual construction, there are still challenges such as soil diversity, groundwater changes, and equipment limitations. With the increasing requirements for building safety, continuous innovation and optimization of foundation treatment technology are still key issues that urgently need to be addressed.

Keywords: building construction; construction; foundation treatment technology

引言

地基是房屋建筑施工中的基础部分, 稳定性与承载力直接决定建筑物的安全性及使用寿命。由于地质条件的复杂性与多变性, 许多建筑项目在实际施工过程中面临不同程度的地基问题, 如软弱土层、地下水位波动及不均匀沉降等, 这些问题不仅增加施工难度, 还可能对建筑的长期稳定性构成潜在威胁。由此, 地基处理技术的有效应用变得至关重要。随着近年来地基处理技术的不断发展与创新, 新的加固手段与方法相继问世, 为应对地基问题提供了更多解决方案。如何在不同地质条件下选择合适的地基处理技术, 确保施工质量并保障建筑物的长期稳定, 依然是建筑行业亟待解决的关键课题。

1 房屋建筑施工地基处理的重要性

1.1 规避不良地质干扰

在房屋建筑施工中, 不良地质条件往往是决定建筑安全与工程质量的关键因素之一, 特别是在软弱土层、膨胀土或地下水丰富的地区, 地基土质的差异常常导致地基承载力不足, 进而引发沉降、裂缝甚至可能导致严重的结构破坏, 通过采用有效的地基处理技术, 这些不利地质条件对施工的干扰能够得到有效避免, 从而确保建筑物在荷载作用下地基的稳定性与均匀沉降。以软土地基为例, 强夯法或深

层搅拌法等加固技术的应用, 使土体承载力得到了显著提升, 不均匀沉降的现象也被有效减少, 从而减少地基变形对建筑结构的影响。对于膨胀土地区, 科学的加固手段能够有效遏制土体膨胀带来的不利影响, 保障建筑物的长期稳定性。

1.2 提高建筑综合效益

地基处理在房屋建筑施工中的重要性, 不仅体现在保障建筑安全方面还直接影响着项目的整体效益, 通过有效的地基处理, 建筑的长期使用价值和经济回报能够显著提升。例如, 强夯法或深层搅拌技术在软土或不稳定土层中的应用, 不仅能显著提高地基承载力, 还能有效减少不均匀沉降, 避免后期因地基问题引发的维修或加固开销。经过加固处理后的地基, 使建筑在设计寿命期内保持了稳定性, 从而减少了长期运营和维护的成本。地基加固的另一个优势在于能有效缩短施工周期, 在复杂地质条件下提前进行地基处理能够减少由不良地质带来的风险和不确定性, 从而确保项目按预定计划顺利推进, 这种前期处理能够有效避免因返工或施工延误而带来的额外经济损失。施工效率的提升以及工程质量的保障, 使得地基处理不仅增强了建筑项目的市场竞争力, 也大幅提升了项目的综合效益。

1.3 确保建筑结构稳定性

确保建筑结构稳定性的核心目标之一便是地基处理,

作为建筑物的基础,地基质量直接关系到整个结构的安全性与长期稳定性。若地基土层存在不均匀性或承载力不足,建筑物可能面临沉降、开裂甚至倾斜等问题,这些问题将严重影响建筑的使用功能及安全性,通过采用科学的地基处理技术,地基的承载力得以显著提高,土层的均匀性得到保证,从而有效防止不良地质条件对建筑物产生不利影响。以软土地基为例,强夯法或深层搅拌法能够显著提高土体的密实度及承载能力,从而减少沉降不均确保建筑物的稳定受力。对于膨胀土等不稳定土层,采用适当的加固技术能够有效遏制土体的膨胀或收缩,防止其对建筑物产生破坏。

2 房屋建筑施工中地基处理面临的主要问题

2.1 土质类型与地基承载力不足

在房屋建筑施工中地基处理面临的主要挑战之一,便是土质类型的差异。不同土壤类型的承载力差异较大,某些土质如软土、膨胀土及松散砂土常常无法满足建筑物所需的承载标准。软土具有较低的承载力且压缩性较大,容易在重载作用下发生沉降,从而导致地基无法稳定地支撑建筑物的重量。膨胀土则具有显著的体积变化特性,在湿润或干旱条件下会发生膨胀或收缩,这会引发不均匀沉降,影响建筑物的整体稳定性。松散砂土在湿润状态下容易发生流砂现象,从而使其无法有效承载建筑物的负荷,进一步加剧地基的不稳定性。由于土质种类繁多且具有较高的复杂性,施工过程中,所有地质特征往往难以准确预测。因此,地基承载力不足,常常成为影响施工进度及工程质量的关键因素之一。

2.2 地基沉降与不均匀沉降问题

地基沉降,尤其是沉降的不均匀性是房屋建筑施工中常见且严重的问题之一。若地基承载力不足,建筑物的重量将引起沉降。问题的核心不仅在于沉降的发生,更在于其方式与程度。若地基在不同部位发生不均匀沉降,建筑物可能会出现倾斜、开裂,甚至影响其使用功能,地下水位的波动、土层压缩性的差异,以及外界荷载的变化,均可能导致沉降的不均匀性。特别是土层之间的摩擦差异,尤其是表层与深层土层的差距,往往引发不同部位沉降速度和幅度的不一致。在高层建筑或大跨度结构的施工过程中,这一问题尤为突出且复杂。不均匀沉降不仅威胁建筑结构的安全,还可能增加后期的维护与修复难度,进一步带来可观的经济负担。

2.3 地基水文环境对施工的影响

地基水文环境对房屋建筑施工的影响虽然常常被忽视,但在许多工程中它实际上是一个潜在的重大问题。地下水位的波动、土壤含水量的变化以及复杂的水文条件,均直接影响着地基的稳定性。在高地下水位地区,土体的浮力作用会增强,从而降低土壤的承载力。特别是在软土或黏土区域,水分的存在使得土壤的压缩性加剧,进而引

发沉降问题。季节性的水文波动,尤其在雨季可能导致水土流失或地基软化从而影响施工质量,水文条件复杂的地区,地基的稳定性面临更大挑战。土壤中的水分变化还可能引发膨胀土的体积膨胀或收缩,产生不均匀沉降,从而威胁建筑物的稳定性与安全性。与此同时,地下水的渗透作用不仅破坏土体的结构稳定性还可能导致地基液化,显著增加施工难度与风险。在水文环境变化不确定的区域,施工时必须面对这些潜在的水文问题,这不仅影响施工进度,也对建筑物的长期稳定性构成了严峻挑战。

2.4 施工过程中出现的技术难题与安全隐患

在房屋建筑施工过程中,地基处理面临的技术难题与潜在安全隐患常常不容忽视。由于土层的复杂变化及不均匀的土质分布,施工人员往往难以准确评估地基的承载能力,这使得地基加固效果难以得到有效保障。施工设备的选择、工艺的执行以及施工人员操作的差异,可能在实施过程中引发偏差,从而影响地基处理的质量。特别是在施工过程中安全隐患尤为突出,深基坑作业时,边坡塌方的风险不可小觑;沉降过大的区域可能导致建筑物或设备倾斜,进而引发安全事故。土体的扰动还可能对邻近建筑物的结构造成影响,甚至扩展沉降差异。尤其是在高地下水位地区,施工过程中若不慎引发水土流失或水体渗透,其后果更可能是灾难性的。

2.5 地基处理效果的不确定性

地基处理效果的不确定性,作为房屋建筑施工中不可避免的挑战之一,常常给施工单位带来较大压力。尽管现有的地基处理技术已经得到广泛应用,并在某些情况下取得了一定的效果,但由于土壤类型、地下水状况及周围环境的复杂性,实际处理效果往往难以准确预测。土壤变化、不同深度的差异以及施工方法与土壤特性之间的匹配度,都会对最终的处理结果产生影响。例如,尽管加固处理能够提升地基的承载力,土壤的压缩性或沉降特性仍可能未能得到有效改善,最终导致沉降过大或沉降不均。技术的精准度与施工工艺的掌控,在实施过程中同样起到重要作用,尤其在极端地质条件下,前期的地质勘探往往无法全面揭示土层的复杂性,导致地基处理效果具有一定的不可控性。即使在理想条件下进行地基加固,气候变化或地下水位波动等外部因素仍可能影响地基的长期稳定性,从而增加了后期维护的难度与成本,进一步带来潜在风险。

3 房屋建筑施工中的地基处理技术

3.1 强夯法

强夯法是一种常用于软土、松散土层以及部分砂土地基加固的技术,基本原理为通过重型夯锤的集中冲击力对地基进行压实,从而增强土体的承载力与稳定性,重锤自由下落所产生的冲击力能够有效地密实土层,减少软土的压缩性进而降低后期沉降的风险,操作简便、施工周期较短是强夯法的优势,尤其适用于大面积地基加固处理^[1]。

通过多次冲击,不仅夯实了土体还改善了土壤结构,使其更加均匀与稳定。强夯法的适用范围存在一定的限制,对于深层软土或极松散的土层,夯击效果可能不够显著,无法满足预期的加固效果。强夯过程中产生的震动,也可能对周围环境及已有建筑产生一定影响。因此,在施工过程中,需根据土质特性与项目需求,精确选择合适的夯锤重量、落差高度及夯击次数,确保达到最佳的加固效果。

3.2 深层搅拌法

深层搅拌法是一种通过机械设备将水泥、石灰或其他固化剂与地基土体混合,从而改善土体特性并加固的技术,主要应用于软弱、松散或膨胀土等不良地质条件,利用搅拌桩或搅拌刀将固化剂与土体充分混合促使化学反应发生,进而增强土体的密实度与承载力,通过这一过程深层搅拌法能够显著降低地基沉降,防止不均匀沉降提升整体稳定性^[2]。该方法的主要优点之一是比较强的适应性,能够处理较深的土层,并且加固效果稳定且持久。尤其是在大面积或深层地基加固中,深层搅拌法能够显著增强土体的强度与稳定性,而不破坏原有地质条件,施工过程中对周围环境的干扰较小,有效避免了对已有建筑物或基础设施的影响。深层搅拌法的局限性也不可忽视,在面对极为坚硬的岩层或紧密土层时,施工难度较大,且固化剂的种类及其混合比例需根据土质的具体情况进行精准计算。若处理不当,可能无法达到预期的加固效果。

3.3 灌浆法

灌浆法是一种通过将水泥浆、化学浆液或其他固化材料注入地基土层中,借助浆液与土体之间的相互作用来加固土层的技术,通过钻孔注入浆液使其在土层中扩散并填充空隙、裂缝或松散层,从而提高土体的密实度、增强承载力,并降低渗透性,广泛应用于多种地质条件,特别适用于土质松软、存在孔隙或裂隙的土层,在这些环境下能够有效防止地基沉降或土体流失。该技术的灵活性较强,能够根据不同的地质条件调整浆液的配比与注入方式,因此具有良好的适应性。在施工过程中,浆液能够迅速填补土层中的空隙,从而提升地基的稳定性,施工过程中的扰动较小,因而适合在城市或空间受限的区域使用。灌浆法的效果却受到土层密实度、孔隙分布等因素的较大影响,如果土层过于紧实或存在大面积空洞,浆液可能无法有效扩散进而影响加固效果。灌浆材料的选择、注入压力以及浆液注入的均匀性等细节,也对最终效果起着至关重要的

作用。

3.4 地基加固与隔震技术

地基加固与隔震技术是确保建筑物长期稳定性与抗震性能的关键手段。地基加固技术的目标在于提升地基的承载力与稳定性,确保建筑在外部荷载作用下能够保持安全、稳定的状态。常见的地基加固方法,如强夯法、深层搅拌法与灌浆法等,均通过不同方式改善土体的密实度与强度减少沉降,从而确保地基能够有效承载建筑物的重量^[3]。隔震技术则侧重于减少地震波对建筑物的传递影响,通过在建筑物与地基之间设置隔震装置(如弹性支座、橡胶垫或滑动支撑等),能够有效降低地震波对建筑物的振动传递,减少地震对建筑结构的损害。特别是在地震多发区或需长期使用的建筑中,隔震技术不仅可以保持建筑物的稳定性,还能显著提高其抗震能力,从而降低灾后修复的成本与时间。当地基加固与隔震技术结合使用时,地基加固首先提高了土体的承载能力,而隔震技术则确保建筑物在地震等外力作用下具有更优的结构响应。通过两者的协同作用,建筑物的整体安全性与使用寿命得以有效提升,尤其在复杂地质环境或高风险区域重要性更加突出。

4 结语

地基处理技术在房屋建筑施工中至关重要,直接影响建筑的安全性与稳定性。随着技术进步和地质条件的复杂化,地基加固方法不断更新,提升了施工效率和质量。但土质复杂性、水文变化及技术执行难题仍然挑战施工过程,为确保加固效果,施工单位需持续优化方法。未来,地基处理将趋向精准与智能化,结合现代检测与监控技术综合应用多种加固手段,提升效果、降低风险确保项目顺利推进。技术的进步将推动建筑施工向更安全、经济、可靠的方向发展,为城市基础设施可持续发展提供有力支撑。

[参考文献]

- [1]宋文旭.房屋建筑施工中地基基础工程的施工技术处理措施[J].居业,2023(7):61-63.
 - [2]蔡均垠.房屋建筑施工技术中地基处理技术关键点分析[J].中华建设,2022(12):155-157.
 - [3]高荣华,阮前垒.房屋建筑中地基处理施工技术研究[J].砖瓦,2020(11):152-153.
- 作者简介:何林暄(1993.5—),男,汉族,毕业学校:石家庄铁道大学,现工作单位:中土大地国际建筑设计有限公司。

建筑工程检测质量的影响因素及优化策略

高春红

盐城恒信建设工程质量检测有限公司, 江苏 盐城 224400

[摘要]随着建筑工程项目规模的不断扩大和技术的不断进步,建筑工程检测的质量直接关系到工程的安全性和长期稳定性。建筑工程检测不仅是确保建筑工程质量的关键环节,也是保障公众安全和环境可持续发展的重要保障。然而,建筑工程检测质量所遭遇的难题,诸如检测技术与设备的不进,检测标准的不一致,以及检测人员能力水平的悬殊,诸多因素交织,挑战重重。文章以建筑工程检测质量为研究对象,探究了影响检测质量的关键要素,并对当前检测过程中凸显的问题进行了详尽剖析,进而针对性地提出了质量提升的改进措施。在优化检测技术、强化检测人员技能培训,以及改进检测设备和管理制度等方面,致力于增强建筑工程检测的精准度和可信度,进而确保建筑项目的品质与安全。文章的研究对建筑行业的质量管理和规范化建设具有重要的实践意义。

[关键词]建筑工程;检测质量;影响因素;优化策略;质量管理

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14783

中图分类号: TU712.3

文献标识码: A

Influencing Factors and Optimization Strategies of Construction Project Inspection Quality

GAO Chunhong

Yancheng Hengxin Construction Engineering Quality Inspection Co., Ltd., Yancheng, Jiangsu, 224400, China

Abstract: With the continuous expansion of construction project scale and technological progress, the quality of construction project inspection is directly related to the safety and long-term stability of the project. Construction project inspection is not only a key link in ensuring the quality of construction projects, but also an important guarantee for ensuring public safety and sustainable environmental development. However, the difficulties encountered in the quality of construction project inspection, such as the lack of advanced inspection technology and equipment, inconsistent inspection standards, and the disparity in the ability level of inspection personnel, are intertwined with many factors and face numerous challenges. The article takes the quality of construction engineering inspection as the research object, explores the key elements that affect the quality of inspection, and provides a detailed analysis of the problems highlighted in the current inspection process, and then proposes targeted improvement measures for quality improvement. We are committed to enhancing the accuracy and credibility of construction project testing by optimizing testing technology, strengthening the training of testing personnel, and improving testing equipment and management systems, in order to ensure the quality and safety of construction projects. The research in this article has important practical significance for quality management and standardized construction in the construction industry.

Keywords: construction engineering; quality inspection; influencing factors; optimization strategy; quality management

引言

建筑工程的质量关系到人民生命财产安全,是社会经济的基础之一。在建筑行业迅猛发展的当下,工程项目的复杂与庞大与日俱增,建筑工程质量问题亦逐步演变为社会公众所普遍关注的热点议题。工程质量把控不仅局限于施工阶段,亦需借助严格检测流程以巩固工程品质。确保建筑工程品质,工程检测这一关键举措不可或缺。它严格检验材料、结构及施工质量,旨在使项目全面满足设计及规范的严苛要求^[1]。尽管在具体执行建筑工程检测的过程中存在诸多困难,这些困难对检测结果的精确性和可信度构成了显著影响。在建筑工程领域,检测质量的优劣受诸多因素制约,诸如检测人员专业技能、检测设备技术先进程度、检测流程规范标准等,这些要素共同构成了检测质量的多重影响因素因此,提高建筑工程检测质量,优

化检测策略,不仅是提升建筑工程质量的关键举措,也是推动建筑行业健康、持续发展的必要条件。本文旨在探讨影响建筑工程检测质量的主要因素,分析其根本原因,并提出相应的优化策略,为提高建筑工程检测质量提供理论支持和实践指导。

1 建筑工程检测质量的背景与意义

建筑工程检测是确保工程质量、保证施工安全和延长建筑使用寿命的关键环节。随着建筑行业的快速发展,建筑工程规模越来越大,工程的复杂性也不断提升,建筑质量问题的隐蔽性和多样性使得检测工作尤为重要。建筑工程检测主要包括对建筑材料、结构、施工过程和最终成果的各项检查与验证,通过科学、规范的检测手段,确保工程项目符合设计要求、建设标准以及相关安全规范。有效的建筑工程检测能够及时发现潜在的质量问题,避免隐患

造成灾难性的后果，保障人民生命财产安全。

在建筑工程领域，质量问题往往隐匿于长期积累的隐患之中，此类隐患一旦爆发，可能引发结构性损伤、环境污染以及功能失效等一系列严重后果，进而对居民的生活质量及建筑本身的寿命造成深远影响。在现代建筑领域，一项工程从启动到竣工，其建设周期普遍较长，参与部门繁杂，施工流程亦较为复杂。在此背景下，建筑工程质量控制，不仅需依赖于施工阶段的管理，更需倚重于全方位、系统化、持续性的检测流程。在关键施工阶段，实施精确检测不仅可证实工程品质，亦为后续工序及验收阶段提供了坚实的数据支撑^[2]。

2 建筑工程检测质量的影响因素

建筑工程检测质量的影响因素是多方面的，涉及检测人员的专业素养、检测设备的先进性、检测方法的规范性及外部环境等多个维度。这些关键因素在提升检测作业成效与品质方面扮演着至关重要的角色。建筑检测人员的素质与能力是影响建筑工程检测质量的核心因素之一。在进行建筑工程检测时，需具备一定的技术知识及出色的实践操作技能。在复杂工程项目的挑战面前，检测人员必须拥有对问题精准剖析及工程质量判定的实力。然而，工程质量隐患的检测，对专业素质参差不齐且缺乏系统培训与实践经验的检测人员而言，往往导致对潜在问题忽视或误判，进而对检测结果的可靠性与精确度造成负面影响。

检测设备与技术手段的先进性和适应性也是关键因素。科技进步日新月异，新型检测技术与设备如雨后春笋般涌现，然而，诸多建筑工程依旧秉持着传统的检测手段与装置，导致检测盲点时有存在。传统手段在评估建筑结构强度时，误差难以避免；然而，借助先进的无损检测技术，凭借精密仪器，检测效率和精确度得以显著提升。建筑材料和结构形势日趋多元，检测手段与设备应用不断丰富，诸如红外成像、超声波探测、激光扫描等高精度技术，能够更精准地揭示建筑质量中潜藏的问题。检测标准与规范的不统一也是影响检测质量的重要因素。地区与国家在建筑工法与检测细则上各有其特定标准，此种差异无疑为跨区域及跨专业领域的工程检测工作带来了不小的挑战。尽管我国颁布了多项关于建筑质量及检测的规范与标准，但在具体执行过程中，某些地区及单位对相关规定的落实态度有所松懈，对规范的理解亦存偏差。在工程质量的全面评估和质量控制过程中，若缺乏统一的标准与规范，便可能引发检测结果的不一致，进而对工程质量的整体评估造成不利影响^[3]。

环境因素也会对建筑工程的检测质量产生影响。例如，检测工作在建筑工地这一复杂且多变的现场环境中，往往受到天气、噪声、尘土等不稳定因素的干扰，这些干扰不仅可能影响检测仪器的正常运作，还可能对检测结果造成不利影响。在特定环境下，检测人员需针对环境因素，采纳

高效应对策略，以保证检测流程的顺畅进行。建筑工程检测质量受多方面因素的影响，解决这些问题不仅需要提高检测人员的素质，还要加强设备的更新与技术手段的创新，同时还应统一相关标准和规范，创造一个更加适宜的检测环境。

3 优化建筑工程检测质量的策略

3.1 提升检测人员的专业能力与技术水平

在建筑工程检测过程中，检测人员的专业能力和技术水平直接决定着检测结果的准确性与可靠性。为了确保建筑工程的质量得到有效监控和评估，必须加强检测人员的培养和技术培训。应注重招聘和选拔具有相关专业背景的技术人员，确保他们拥有必要的理论知识和实践经验。此外，企业或检测机构应定期组织技术人员参加培训、讲座、研讨会等活动，学习行业前沿技术，提升其综合素质。

在培训过程中，理论知识的学习固然重要，然而更需强调的，是对实践操作技能的显著提高。例如，检测人员需具备应对各式建筑与检测任务，灵活运用多种检测方法与技术的实际操作能力。工程检测场合中，强化检测人员的技能熟练，有效提升他们应对多变情境的应对策略。在检测领域，培养具备批判性思维与独立判断能力的专业人员，是提升整体工作质量的关键要素。建筑工程因其本身的复杂性，单凭标准和规程往往不足以充分达到检测的全面需求。现场情境下，检测人员需依情形进行个别化分析，作出针对性抉择。此过程中，强化其综合评估与抉择技巧显得尤为关键，借助案例分析与模拟演练，检测机构助力相关人员不断强化处理复杂局势的技能。

3.2 更新和完善检测设备与技术手段

随着建筑行业的技术进步，检测设备和技术手段的更新换代也在不断发展。传统的检测方法虽然在过去发挥了重要作用，但随着建筑工程的日益复杂和多样化，传统检测手段已逐渐暴露出一些不足，如检测结果的误差较大、耗时长、难以进行大规模实时监测等问题。因此，在建筑工程领域，对检测设备与技术手段的更新与优化，是确保检测质量的关键举措。该型检测设备在数据精度和检测效率方面均有显著提升。建筑结构检测的精确性与即时性得以显著增强，得益于激光扫描、红外成像及超声波探伤等前沿技术的应用，所涉设备在迅速获取所需数据的同时，亦助力检测人员以更为直观的途径识别并剖析建筑内的潜在隐患。人工智能与大数据技术飞速进步，催生了众多智能化检测工具，这些工具能实时搜集与处理数据，进而输出更加科学和精准的检测结果^[4]。

完善检测技术手段同样至关重要。建筑材料与建筑结构的多样化导致传统检测手段难以满足各类建筑工程的全面需求。在持续深入探究无人机技术、3D 打印技术、环境监测技术等前沿领域的过程中，建筑工程检测的高效性与精确性得以显著提升。实施高空检测的无人机技术，成功规避了高处作业潜在的安全隐患，显著提升了作业效

率。3D 打印技术则能够帮助检测人员更清晰地再现建筑结构,便于检测和分析。技术的持续发展推动了建筑工程检测领域设备与手段的更新优化,从而显著提升了检测的品质与效能。

3.3 完善检测标准与规范体系

在建筑工程检测过程中,标准和规范体系的完善对于确保检测质量和统一性具有至关重要的作用。在建筑行业中,各环节及专业领域众多,若缺少统一检测标准与规范,则易致检测结果参差不齐,进而对工程质量评估的整体性产生不利影响。因此,检测质量的提升,首当其冲需对检测标准与规范体系进行系统化完善,针对不同类别的建筑项目,需确立并持续优化其特有质量检验规范。例如,在针对住宅、商业建筑、桥梁及高层建筑等多样化项目进行质量监控时,需依据其特有的结构属性、功能性需求及所处环境状况,特制适宜的检验规范。统一化的检测标准,不仅显著提升了检测的精准度和时效性,亦增强了检测的实用价值,强化实施有关法律条文及准则。确保其得以切实执行,不规范现象在部分地区的建筑工程检测领域依然存在,导致一些工程未能依照规范标准进行全面检测。为确保建筑工程一律依循既定标准接受检测,务必强化对法律法规及规章制度的宣贯与执行力度^[5]。

在制定和完善标准时,应根据新技术的应用情况进行不断更新。建筑材料创新步伐加快,新型结构形式亦层见叠出,致使传统检测标准面临挑战,其适应性或已不再匹配新检测需求。随着行业发展的不断前行,标准和规范需及时跟进调整,以确保检测活动的科学性 with 全面性得到充分保障。建筑工程检测的标准与规范体系之完善,不仅显著提升了检测数据的精确度和社会认可度,更为工程品质的稳步提升构筑了坚实的防线。

3.4 加强检测过程中的质量控制

在建筑工程检测中,质量控制贯穿于整个检测过程,从样本采集到最终报告输出,每一个环节都不可忽视。加强检测过程中的质量控制,能够有效减少检测误差,提高检测结果的准确性和可靠性。质量控制要体现在过程管理上。检测机构应当建立严格的过程控制制度,从检测方案的制定、检测设备的选择、操作人员的培训到数据采集的过程,每一步都必须按照预定的标准进行。特别是在数据采集和分析环节,检测人员应保证所有设备和工具都在最佳工作状态下运行,避免因设备故障或操作不当导致的误差。

质量控制还需要注重检测环境的管理。建筑工程检测通常是在现场进行,现场的环境条件对检测结果的准确性

有着直接影响。例如,天气变化、噪声、尘土等因素可能会影响检测仪器的正常工作,导致数据误差。因此,在现场具体情况下,检测人员需实施包括遮挡设备使用、工作环境调整在内的各项必要防护措施,以保证检测活动的顺利进行。在确保检测人员严格遵循操作规范的过程中,质量控制措施得以具体实施,检测人员的操作规范性直接影响着检测结果的准确度,因此,在执行检测任务时,相关人员必须严格执行既定操作规程,以防因个人疏忽或不规范操作而产生不必要的偏差。为确保检测质量持续提升,相关检测机构需定期实施质量审核与细致检查,对发现的问题迅速作出整改,以不断优化检测成效。为确保建筑工程检测结果的精准度与提升整体工程品质,强化检测过程的质量管控实属必要之策。通过加强过程管理、环境控制和操作规范,能够有效提高建筑工程检测的精确度,为建筑行业的健康发展提供有力支持^[6]。

4 结语

建筑工程检测质量的优化不仅仅依赖于技术和设备的提升,更需要综合考虑人员、标准、过程等多方面的因素。提升建筑工程检测质量,需强化人员能力培训,完善检测技术手段,更新检测设备,优化标准规范体系,并加强质量控制,为工程安全管理提供坚实保障。随着科技的日新月异与建筑业的迅猛发展,促使建筑工程检测质量持续优化,进而为社会孕育出更多安全、环保、节能的建筑工程产品,进而助力建筑业的稳健前行。本文针对建筑工程检测质量的影响因素及对策进行了分析和探讨,希望能够促进建筑工程的整体使用寿命,促进建筑行业健康发展进步。

[参考文献]

- [1] 龚明河. 刍议建筑工程检测质量的影响因素及应对策略[J]. 居舍, 2020(26): 136-137.
 - [2] 孙贵翔. 论建筑工程检测质量的影响因素及优化路径[J]. 科技创新与应用, 2020(24): 127-128.
 - [3] 倪骏飞. 建筑工程检测质量的影响因素及应对策略[J]. 建材与装饰, 2020(20): 50-51.
 - [4] 李海新. 影响建筑工程检测质量的相关因素与防范策略分析[J]. 河南建材, 2020(2): 44-45.
 - [5] 杨明山. 建筑工程检测质量的影响因素及应对策略[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2019(11): 122.
 - [6] 罗文. 建筑工程检测质量的影响因素及应对策略[J]. 建材与装饰, 2019(5): 44-45.
- 作者简介: 高春红(1978.10—), 单位名称: 盐城恒信建设工程有限公司质量检测有限公司。

桥梁施工钻孔灌注桩施工技术应用分析

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] 桥梁基础施工中, 钻孔灌注桩被广泛采用, 它特别适宜于处理软质土壤、沙质土地以及含有砾石的区域。因其在建桥过程中展现出的高度适应性, 这项技术被频繁应用。它不仅具有较高的承重能力和较短的施工周期, 而且对环境的干扰也极小, 它可以确保桥梁的稳定承重, 并有助于提升桥梁的耐久性。本研究聚焦于此技术在建造桥梁时的应用实践, 并对施工中经常出现的问题进行了分析, 提出了相应的解决措施与质量控制策略, 以支持桥梁建设的持续进步。

[关键词] 桥梁施工; 钻孔灌注桩; 技术应用

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14809

中图分类号: U445.55

文献标识码: A

Application Analysis of Drilling and Grouting Pile Construction Technology in Bridge Construction

JIANG Renjun

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

Abstract: In bridge foundation construction, drilled pile is widely used, which is particularly suitable for handling soft soil, sandy soil, and areas containing gravel. Due to its high adaptability demonstrated during bridge construction, this technology is frequently applied. It not only has high load-bearing capacity and short construction period, but also has minimal interference with the environment. It can ensure the stable load-bearing capacity of the bridge and help improve its durability. This study focuses on the practical application of this technology in the construction of bridges, analyzes common problems that arise during construction, and proposes corresponding solutions and quality control strategies to support the continuous progress of bridge construction.

Keywords: bridge construction; drilling and grouting pile; technical application

引言

针对不同土层, 包括松软的泥土、沙质土壤及碎石层, 钻孔灌注桩皆能适应性地进行搭建, 并在桥梁建设上展现出卓越的兼容性。此外, 其施工不会受到季节变化的制约, 有利于大幅度减少建设时间, 有效促进整体工程进展。钻孔灌注桩不仅稳固性强, 承重力优, 而且最大程度地确保了桥梁的结构安全, 提高了项目的整体品质。同时, 这种技术相对先进, 操作简便, 并且对环境的干扰很小, 因此它是目前一种既环保又高效的施工方法。

1 钻孔灌注桩概述

1.1 概念与原理

通过深层地基施工的工艺之一——钻孔灌注桩, 主要过程包括先在建筑基础处钻孔, 接着注入规定量的浆料, 进而构筑出一个稳固的柱状结构。此项技术依赖于钻孔与灌浆的结合使用, 目的是打造一种坚实的支撑体系。其技术要领主要涉及对地面深层进行钻孔操作, 确保桩体深植于坚实地层之中, 通过注入浆料填补空隙, 从而增强桩身的承重及拉伸能力, 使之能够适应多种地质环境。

1.2 结构与特性

钻孔灌注桩属于新型的地基桩形态, 由三个主要部分构成: 桩顶、桩身及桩底。通常, 桩顶与上层建筑紧密相扣, 以便传递上面的载荷^[1]。通过地面钻孔并灌入浆液形成的桩身, 是此结构的核心, 其尺寸和长度需依据工程设

计的规格和土质状况来定制。桩的底端通常安置在较坚实的地层, 有助于提供更稳固的承托功能。钻孔灌注桩的显著性能体现在以下几点: (1) 高度适用性: 不论是哪种土壤结构或地质状况, 该工法都能顺利应对, 适宜各种建设情景。

(2) 承压和拉伸能力出众: 桩基经过注浆加固后, 显著增强其抵御压力和张力的能力, 尤其适用于有承载垂直和水平荷载需求的环境。(3) 施工调整性高: 根据项目的具体需要, 施工中能对桩基的直径和长度进行灵活调节。(4) 环境友好与高效能: 使用环境友好的注浆材质, 使得钻孔灌注桩施工对环境的干扰降到最低, 符合可持续的发展原则。

1.3 实用性与优点

在众多建筑工程, 如桥梁、高层建筑, 以及堤防等领域, 都普遍采用了钻孔灌注桩技术, 这种方法的主要优势可以归纳为: ①较高的承重能力: 钻孔灌注桩深入地下, 可以应对不同的复杂载荷, 具备较高的承载力。②工期缩短: 和传统打桩工艺相比, 钻孔灌注桩能够以更短的施工时间完成, 这有利于提高建设速度。③适用性强: 根据实际工程需求, 可以选择不同尺寸和长度的桩体, 以适应多样的地质状况和建设需求。④品质管控: 施工期间, 通过实时监测和品质管理等措施, 确保桩体的整体质量与稳定性。综上所述, 由于它灵活多变、承载能力优异、建设周期减少等特点, 钻孔灌注桩作为一种施工技术被广泛运用在桥梁和其他多种工程建设中。

2 材料选用及设备配置要点

2.1 灌浆材料选择

在打桩工程中,填充物的选用至关重要,它直接决定了桩基的结实程度、承重性以及持久稳定性等指标。通常采用的填充物包括混凝土、水泥砂浆以及增稠剂等多种类型^[2]。这些不同的填充材质各自展现独特的属性,例如混凝土表现出优越的承重能力和持久性,却需较长时间以达到硬化;水泥砂浆的变形适应能力强,弹性好,然而其硬度略显不足;而增稠剂则能提升填充物的流动性和混合均匀度。在实际操作中,要依据工程具体需求、施工环境,还有载重标准、气候条件、施工特性及成本效益等多重因素进行平衡,慎重挑选适合的填充材质,确保工程质量达到标准。

2.2 钻机和搅拌机合理配置

如图 1 所示的钻机为钻掘操作的关键装置,而图 2 展示的搅拌机则用以混合和配制灌注材料。通过优化配备钻孔和混合设施,能有效提升施工的作业效率及施工品质。钻机的选型应依据桩孔直径、钻透深度以及地质状况等诸多条件,并须斟酌设定钻机的功率、旋转速度、扭矩等技术参数,以确保钻掘过程顺畅无阻。同时,应基于灌注物料性质慎重选搅拌装置,并对其参数进行适宜调节,目的是使混合作用均匀,保障灌注物料具备施工过程所需的流动特性。



图 1 钻机



图 2 搅拌机

2.3 其他辅助设备

执行钻孔灌注桩作业时,除了需要钻孔设备与搅拌器,亦需借助其他辅助工具。例如,运用泵车将混凝土浆料从搅和设备输送进入钻洞,选配该泵车得考量其承压能力与流动率等要素;监控设施与感测器被用以追踪灌注桩建设的各环节与品质,包含监测孔洞深度、灌入压力以及振动等情况;而清洁器械则负责清理钻头及孔壁沉积物,确保孔洞内壁的洁净及构筑品质。

3 钻孔灌注桩技术在桥梁施工中的具体应用

3.1 埋置护筒

在钻孔灌注桩的施工过程中,根本的步骤便是设置钻孔并放置灌注护筒。该操作阶段,施工队伍需特别注意护筒定位这一要务,并要确保用钻孔设备精确施工。同时,工作人员须保障钻孔灌注桩的核心部位定位精确无误,务必严格核对中心线的位置,保证相对误差控制在可接受的标准区间以内。在施舍钢壳时,施工队伍需确保钢壳顶部与灌注桩中轴线持续处于同一水平面。具体操作过程中,应控制灌注桩的核心直径小于钢壳的核心直径^[3]。值得重视的是,一般采用高性能合金钢料打造钢壳,并保证厚度约为 6mm,目的是增强钢壳的防护作用。在设置灌注桩钢壳主体时,须使其顶部高出地面约 30cm,而其底端深度须超过 150cm。为了增进钢壳的稳定性和加强其固化作用,建议在钢壳周围及其底部填充高品质粘土。

3.2 备制泥浆

在建桥过程中所使用的灌注桩钻孔泥浆含多样成分,这些成分的比例直接关联着泥浆的性状和效用。这种泥浆在施工时能够为护壁提供防护,故必须对其稠度进行精确的调配,确保泥浆稠度保持在适宜水平。因此,要想确保泥浆品质,满足桥梁桩基施工的特殊需要,就得对黏土和各类添加剂的品质执行严格监管。倘若黏土品质出现问题,就会导致泥浆稠度与品质不稳定,从而可能危害到整个构筑物的稳固性。进行泥浆配比的施工技术人员需依据既定的规范,进行科学的搭配,并且要深入了解桥梁工程中对泥浆功能特性的具体需求。

3.3 钻孔与清孔

施工中,钻孔对于钻孔灌注桩是至关重要的一环。钻孔的好坏直接牵连到钻注桩工程的成败。因此,施工人员须对钻孔环节予以高度重视。鉴于不同桥梁所处的地质条件差异,施工人员应依据具体的地质状况挑选恰当的钻孔技术和钻头类型,确保钻孔的精度和品质满足标准。地质偏软时,宜采取冲击力较轻的钻孔策略。同时,对于钻注桩的建造而言,钻孔同样极端关键。通过解析钻孔所得数据,工人可推断负载土壤层的特性。进行桩基钻孔作业时,应结合实际情况妥善搭配使用不同的钻头。进行钻孔作业时,需实时记录并结合设计图上的地质状况进行比对,以此判定桥梁工程是否发生了任何不正常情况^[4]。待灌浆桩钻孔任务完成后,钻孔中的土粒将会积聚于孔底。同时,

在钻孔作业中不可避免会有部分泥土残留未能清除,在钢筋笼下放时亦可能会有泥块脱落,这些残余物料累积于孔洞底层。随着建设工程的逐步推进,孔底积累的杂质会逐渐增多。若不及时进行清理,孔内累积的杂质会妨碍后续施工作业,并对工程的整体品质产生严重影响。于是,在完成钻孔作业后,应立刻实施孔洞净化步骤。作业者须严格遵循施工规程,进行孔洞净化,选用适当的净孔技术,如循环浆液法、提取浆液法等,以减少孔底的沉积厚度。

3.4 制作与安装钢筋骨架

生产和设置钢筋笼是钻孔灌注桩建设环节中不可或缺的一部分。其品质对整个建设的品质产生直接影响,因此确保钢筋笼的品质至关重要。为了这个目标,施工团队在开始生产前需确保所用材料达标,并且细致审查施工图,依照图纸规划严格执行,以此确保钢筋笼的高品质。安装钢筋笼的过程同样至关重要。施工现场具体情况及所采取的安装手法都会对安装质量产生影响。在执行安装工作时,务必细致评估现场环境,挑选适宜的安裝手法。另外,合理选取吊装点位对于钢筋笼的牢固性同样具有重大影响,因此需要妥善选择。为了加强钢筋笼的保险系数,施工队伍通常会利用厚度超过 3mm 的钢板,来从各个角度加固钢筋笼。在进行钢筋笼焊接作业时,有必要增加焊接点,以此提升钢筋笼的稳定性和耐用性。

3.5 灌注

在实施桥梁钻孔灌注过程中,施工人员应严守作业流程,遵循既定的建造序次,以充分激发灌注作业的潜效。待钢筋笼安置妥当后,不宜立即开展混凝土灌入,而应重新洗净钻孔,确保泥浆质量指数及沉积层厚符合规范,从而确保结构品质。最初注入的混凝土体积需满足导管初始设置深度的实际需求,而桩孔底部到导管底部的垂直距离通常应保持在 0.4~0.6m 范围。在建造过程中,导管的设置深度宜控制在 2~6m 之间。注浆前,作业人员需对桥梁注浆管道的外观进行仔细审查,以识别是否有损坏或弯折现象;一旦发现问题,应立即替换管道,避免妨碍随后的施工安全。此外,工作人员须确保清洗测试管畅通无阻,以便注浆活动能够顺畅执行。执行桥梁注浆时,作业人员必须严格按照注浆的规范操作。施工过程中要随时注意管道位置,并适时做出调整。若遇到压力不正常,可能会损害注浆的品质。另外,浆液的返流情况也会对注浆成果产生不利影响,故施工前需细心检验返流效果。伴随着注浆的进行,注浆点的变动,注射管的指向亦需做出相应调整。当注浆抵达特定位置时,须对注射管的部署进行修改,严格依照桥墩钻孔注浆所需的垂直度来安置注射管。在接下来的注浆操作中,应定期进行泵压力的检测和孔口回浆情况的观察。在注浆任务完成时,应填充回浆物料,通过这种方式使底部的浆料析出,以避免未来可能出现的土壤空洞问题。完成注浆之后,还需对注浆机等设备进行清洗维

护,确保其性能得到有效维持。

4 桥梁钻孔灌注桩的施工问题和防治措施

4.1 缩孔问题及措施

因塑性土质正处于扩张阶段,导致钻洞直径未能符合现行设计规范。为避免孔洞松动,关键是确保泥浆质量合乎标准,降低水分流失。在钻孔时,通过提升泵送流量和加快施工速度,在孔壁上形成泥皮,这样做可以有效降低孔壁泄漏风险,减轻其扩张程度。

4.2 桩孔偏斜问题及措施

桥梁施工过程频繁碰到的一个问题是孔洞位置偏移。造成这种情况的根本原因通常归咎于钻头的轴线与其对应的中心线没有正确对准。在钻孔时,若遭遇较大的石料或其他障碍,可能会使得钻杆发生偏移或是钻头朝其他方向偏移。为了防止这一问题的发生,在正式开挖孔洞前,确保场地表面是平坦的,并准确设定钻机位置,保证其基础与底座保持水准是必要的措施。另外,还应对应预定钻孔区域的地质构造进行详细的探查,以便根据探查结果判断是否存在隐患,及时消除这些潜在的障碍。施工时,也需按照现场的具体条件灵活调整钻进速度,避免因过快的钻进导致孔洞位置失准。

4.3 孔壁坍塌问题及措施

在钻井作业时,一旦观察到液体流失或气体冒出,这很可能意味着钻孔边缘发生了坍塌。这种坍塌主要是因为井口附近土层结构松散,或者是在安装保护套管时,周围的土壤密度没有符合工程规定的标准,另外,如果保护筒内的水量未能满足规范要求也会导致此类问题^[5]。要防止孔壁坍塌,在打井前应该先调查检视钻孔位置的地质结构,一旦发现该区域土质疏松,需要用到粘性和密度较高的泥浆进行作业。钻进过程中,如遭遇水位变化而需增高护筒水位时,须在现有护筒基础上加长其长度。再者,若护筒周围发生了坍塌,必须及时查清坍塌的确切地点和受影响范围,分析坍塌对护筒造成的影响,并据此提出有效应急措施,以避免因坍塌造成的严重损害。

4.4 沉渣量过多问题及措施

通常遇到桩基底部积聚过多沉淀物,通常缘由在于作业人员在钻孔时缺乏仔细的排查和清理,尤其在再次凿孔时的不留神。若对此不予以充分重视,则可能对桥梁建设的工程品质造成重大损害。因此,在施行钻孔桩作业期间,须严格监控桩基情况,还须应用规范的测量绳和下垂工具,发现任何异常要立即妥善解决。一旦结束首轮孔底清理,若发现残留沉积物尚未彻底去除,施工团队当选用高品质泥浆执行有效的孔底净化作业,并应精确匹配泥浆密度,调整清孔作业的时机以配合施工的节奏。置入钢筋笼期间,施工人员须定期检测沉积物含量,一旦检出含量超标,便需针对性地重新开展二次清孔作业,确保后续作业的顺利进行。

4.5 断桩问题及措施

在进行钻孔灌注桩作业时,混凝土坍落度不达标、使用的引导管尺寸过细以及混凝土在输送过程中发生分离等因素,都有可能引起桩身断裂。针对此类问题,采纳诸如工地重新打桩、校正偏差、桩顶扩建和桩身连接等对策是可行的。特别是在发现桩身断裂时,应及时进行重新打桩或通过超声波探测技术定位断点。实施此策略前,需要先完全清理断裂的桩基,再次执行钻孔灌注工艺。这种处理方法虽然效率高,但同时伴随着施工难度大、工程周期延长及成本上升等问题。因此,动用此技术之前,应对当前工程进行精确评估,结合现场地质实况,选择恰当的应对策略,以期有效补救桩断现象。

5 结语

钻孔灌注桩技术适用于各类土质环境下的建设项目,在桥梁建设领域占据核心地位并展现出广泛的发展潜力,能够增强桥梁的承载力、稳固性和持久耐用性。面向未来的桥梁建设工作,必须持续探究并提升打桩注浆技术的应

用效果,从而进一步提高桥梁结构的品质与信赖度。此外,建筑施工过程应加强有效管理,运用精确的监控设施和适宜的培养方案,保障桥梁建设的优质推进。

【参考文献】

- [1]谢勇. 桥梁施工中钻孔灌注桩施工技术应用要点[J]. 运输经理世界, 2024(18): 103-105.
 - [2]包锦普. 钻孔灌注桩施工技术在公路桥梁施工中的应用[J]. 运输经理世界, 2023(11): 61-63.
 - [3]杨联国. 钻孔灌注桩施工技术在公路桥梁施工中的应用[J]. 建材发展导向, 2022, 20(20): 184-186.
 - [4]陈清艺. 钻孔灌注桩施工技术在公路桥梁施工中的应用[J]. 江西建材, 2022(3): 168-169.
 - [5]宦冬芹. 关于公路桥梁施工中钻孔灌注桩施工技术的应用分析[J]. 居舍, 2021(30): 67-68.
- 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。

低碳理念下的高速公路绿色路基设计探讨

李建兴

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着全球气候变化问题的日益严峻, 低碳经济逐渐成为各行各业的共识, 特别是在交通基础设施建设领域, 高速公路绿色路基设计已成为推动可持续发展的重要内容之一。道路建设领域迫切需求绿色路基设计, 该设计不仅满足环保要求, 更是促进交通建设绿色变革、达成低碳排放目标的关键路径。在高速公路建设领域, 文中融合低碳理念, 深入剖析了绿色路基设计所遵循的准则、应用的技术途径以及具体执行步骤。在研究路基设计对环境的影响过程中, 提出运用环保材料、优化设计方案以及提升施工技术等策略, 旨在有效降低碳排放与生态破坏。在分析绿色路基设计的实际应用案例时, 文章揭示了其实施过程中的关键技术与管理策略, 旨在为未来低碳建设提供有益参考。在深化绿色路基设计的发展路径中, 文中特别强调了政策支持、资金保障与技术创新三个关键议题的重要性。

[关键词] 低碳理念; 绿色路基; 高速公路设计

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14795

中图分类号: U412.366

文献标识码: A

Exploration on Green Roadbed Design for Highways under the Concept of Low-carbon

LI Jianxing

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: With the increasingly severe global climate change problem, low-carbon economy has gradually become a consensus in various industries, especially in the field of transportation infrastructure construction. Green roadbed design for highways has become an important part of promoting sustainable development. There is an urgent need for green roadbed design in the field of road construction. This design not only meets environmental protection requirements, but also serves as a key path to promote green transformation in transportation construction and achieve low-carbon emission goals. In the field of highway construction, the article integrates low-carbon concepts and deeply analyzes the principles, technical approaches, and specific implementation steps followed in green roadbed design. In the process of studying the impact of roadbed design on the environment, strategies such as using environmentally friendly materials, optimizing design schemes, and improving construction technology are proposed to effectively reduce carbon emissions and ecological damage. When analyzing the practical application cases of green roadbed design, the article reveals the key technologies and management strategies in its implementation process, aiming to provide useful references for future low-carbon construction. In the development path of deepening green roadbed design, the article particularly emphasizes the importance of three key issues: policy support, funding guarantee, and technological innovation.

Keywords: low-carbon concept; green roadbed; highway design

引言

随着全球气候变化和环保意识的不断增强, 低碳发展已成为各行各业的重要目标, 尤其是在交通基础设施领域, 高速公路建设作为国家重要的交通网络组成部分, 如何实现绿色、环保、低碳的设计与施工, 已成为当今建设领域的重要课题。运营与建设高速公路这一举措, 导致资源消耗与温室气体排放量激增, 从而对生态环境及社会造成显著负面效应。因此, 在实现绿色交通与推进可持续发展的进程中, 推广低碳理念及采纳绿色路基设计措施显得尤为关键。生态修复与雨水收集等手段, 旨在促进绿色路基设计的实施, 而该设计本身不仅强调选材和施工工艺的环保性, 更着眼于从源头上降低碳排放, 确保自然资源的高效利用。下文就是基于低碳理念背景下对高速公路绿色路基的设计进行相关的探讨和研究, 希望能够促进我国高速公

路工程的建设质量和使用寿命。

1 低碳理念与绿色路基设计概述

低碳理念是在全球气候变化和环保意识逐渐提高的背景下形成的, 旨在通过减少碳排放、降低能源消耗、推动资源的可持续利用来实现绿色发展。在应对气候变化的过程中, 低碳理念不仅是临时的应对策略, 更是引领经济模式变革、走向可持续发展的根本途径。高速公路建设在交通基础设施建设领域, 贯彻低碳理念, 具有举足轻重的战略价值。基础设施中的公路建设, 其过程涉及的资源耗费、能源消耗与环境影响, 均不可轻视。在高速公路建设过程中, 传统做法多关注施工进度与成本控制, 却往往忽略了生态保护与资源利用的高效性, 此现象与现代低碳环保理念相冲突。因此, 绿色路基设计应运而生, 它强调在建设过程中减少资源浪费、降低能耗、降低碳排放, 并最

大限度地利用自然资源^[1]。

绿色路基设计是指在高速公路建设中,从选材、施工、运维等各个环节出发,采用低碳环保技术和理念,致力于实现对环境的影响最小化、资源消耗最优化的路基设计模式。在保障路基结构稳固及延长其使用寿命的前提下,必须全面考量生态环境的保护与资源的循环利用,实施绿色路基设计策略,有效降低公路建设对生态环境的负面影响,并推动交通基础设施的持续性发展。在绿色路基设计领域,工程技术优化与绿色材料应用并行不悖,同时涵盖生态修复、雨水回收与自然资源保护等多元要素。

2 绿色路基设计的基本原则与技术要素

绿色路基设计的核心原则是优化资源利用、减少环境影响和提高路基的长期可持续性。该理念的实施,不仅依赖于尖端的科技工具,亦需设计者自身的革新意识以及对周遭环境的深刻了解。在实施绿色路基设计过程中,低碳与环保理念被置于首位,建筑材料选择严格遵循可回收、环保、低碳标准,旨在减少传统材料对环境造成的污染影响。例如,采用再生材料作为路基的填料和基层材料,通过回收利用工业废弃物和建筑废料来替代部分天然资源,减少对自然环境的侵占。同时,在施工活动实施期间,务必最大限度地降低对周边生态环境的损害,运用低噪声、低排放的施工设备,以削减施工活动引发的碳排放量。在绿色路基设计中,对资源的循环利用和生态恢复给予高度重视。道路建设过程中,频繁对土壤及植被造成损害,进而引发水土流失与生态破坏^[2]。

绿色路基设计还注重提高工程的经济性和社会效益。在建设过程中采纳低碳材料,并优化施工技术,此举不仅有效削减了成本投入,更通过延长道路使用寿命,显著降低了后续维护成本,从而实现了经济效益的持续提升。在规划方案时,应着重考虑路基的稳固与耐久,并科学挑选适宜的土壤改良策略,以保障方案的实际操作性和长远成效。在技术层面,为确保路基的环保特性,绿色路基设计不得不采纳一系列前沿的创新技术。例如,在路面工程中采纳环保沥青材料、无机复合材料以及提升土基抗压性能的处理技术,路基施工与使用阶段,智能化监测技术实时跟踪,确保施工问题及时发现与纠正,从而有效提升施工品质与降低碳排放。对绿色路基设计的实施而言,它不仅代表了技术创新,更体现了理念的根本性变革。

3 绿色路基设计的技术路径与实施措施

3.1 优化路基土壤处理与压实技术

在绿色路基设计中,土壤处理与压实技术是影响路基稳定性、持久性和环境影响的重要因素。优化土壤处理和压实技术,不仅能够提升路基的承载力和稳定性,还能减少环境对土壤资源的破坏,是实现低碳环保的关键环节。优化路基土壤处理的一个重要方向是采用现代土壤改良技术,如掺入工业废料(如粉煤灰、矿渣等)或生物材料

(如生物炭、天然高分子聚合物)进行土壤改良。这些材料具有较好的土壤调理功能,可以有效提高土壤的压实性能和抗剪强度,同时,减少了天然土壤资源的消耗,有助于降低碳排放。例如,粉煤灰作为一种常见的工业废弃物,其化学特性能够在一定程度上与土壤中的有害物质发生反应,促进土壤结构的稳定^[3]。

在追求低碳环保的当下,传统的压实技术虽已实现特定压实效果,但其运用模式亟须革新。结合机械与自然手段,该方案提出了切实可行的压实方法。例如,运用低能耗压实设备,辅以智能化监测系统,实时监测土壤湿度、密度、颗粒分布等关键参数,精确调整施工压实度,确保实现土壤密实度的最佳效果。压实方案,多层构造,土壤厚度不一,类型各异,不仅增强路基稳定性,且施工时降低能源耗费。采用绿色水泥技术,不仅显著增强了土壤的黏结力和抗渗透性能,而且在传统水泥生产过程中显著减少了碳排放量。采用水泥与土壤复合材料,既降低了天然砂石的使用,又确保了路基的稳固性,同时有效减少了工程项目的整体碳排放量。在实施绿色路基设计的过程中,对路基土壤进行优化处理并运用压实技术,此举不仅有助于显著增强路基性能并延长其使用寿命,而且对于保障高速公路的安全运行与环保要求亦至关重要,充分体现了低碳与可持续发展的核心理念。

3.2 碳排放监控与管理技术

在低碳理念下,碳排放监控与管理技术的应用成为绿色路基设计的重要组成部分。高速公路建设过程中,由于大量施工设备、材料运输及能量消耗,往往伴随较高的碳排放水平。因此,通过有效的碳排放监控与管理,可以在施工环节中大幅度减少碳排放,推动绿色施工进度。

碳排放监控技术的核心是通过智能化的监测系统,对施工过程中的能源消耗和碳排放进行实时监测。气体排放检测,传统多依赖人工操作或常规方法,但此类检测往往实时性不强,且数据精确度有待提升。在信息技术与物联网的助力下,智能化碳排放监控技术已广泛应用于各领域,中央控制系统与各类气体传感器、环境监测设备互联互通,借助物联网技术,实时收集施工设备、材料运输车辆等排放源的碳排放信息。依托这些数据,系统自主解析碳排放的源头与力度,迅速向管理者反馈,以助其后续碳排放的优化工作。实施碳排放管理,旨在缩减冗余排放,同时借助技术升级与治理策略,力求实现碳排放的最优化目标。公路施工阶段,碳排放的生成主要依托于机械设备的持续运作、运输材料的能量消耗以及生产活动的进行等多个方面。基于对监控数据的分析,管理层得以实施有效的能源调配策略,对施工设备的使用时长与力度进行优化调整,减少其非必要启动与空转,有效削减了碳排放量。合理规划运输路径,挑选更高效的运输手段,以降低能源消耗及排放量^[4]。

通过碳排放数据的分析,还可以为施工过程中采取低

碳技术提供依据。例如,在施工过程中,一旦检测到碳排放值超出标准,相关管理人员应迅速对施工工艺进行优化,或者选取更为环保的建材以降低排放,实施主体需定期对碳排放进行评估。基于监控所获数据,拟定更精确的减排计划及其执行策略,高速公路建设行业采纳碳排放监控与管理技术,旨在达成绿色路基设计目标,并为行业低碳转型提供坚实保障。该技术助力管理人员提升施工效率,降低资源损耗,并进一步深化绿色环保理念的实施,为我国社会可持续发展作出积极贡献。

3.3 绿色路基材料的研发

绿色路基材料的研发是实现低碳、高效、公共基础设施建设的重要途径之一。在绿色路基设计的理念下,材料的选择直接关系到路基的环保性、可持续性和整体性能。传统路基材料如天然砂石和混凝土在开采和生产过程中往往伴随着大量的碳排放和资源浪费,因此,研发和推广绿色路基材料,是降低公路建设碳足迹、提升道路环境友好度的关键。

绿色路基材料的研发应该注重替代传统材料的高碳排放产品,如采用工业副产物(如矿渣、粉煤灰等)替代天然砂石。工程性能优越的工业副产物,有效遏制了废弃物的累积,显著减少了资源损耗。在生产环节,此类材料显著降低了二氧化碳的排放,同时在路基建设领域展现了卓越的土壤改良性能、优异的抗压强度及卓越的防水功能。这些绿色路基材料的应用,不仅有效降低了工程成本,亦显著减轻了对自然环境的不利影响。在科技进步背景下,生物基材料在绿色路基设计领域的研究热度不断攀升,路基加固采用植物纤维、天然高分子聚合物等生物材料,不仅显著增强了其稳定性,同时大幅减少了环境负担。在各类生物材料中,其吸水与抗压特性尤为显著,具备环保优势,它们不仅可显著减少水土流失,还能保持土壤湿度,进而有效提升路基的耐久与生态性能^[5]。

纳米技术和智能材料的应用,也为绿色路基材料的研发提供了新的思路。纳米材料的加入可以显著提高路基的抗压强度、耐久性和抗渗透性,同时降低水土流失的风险。智能材料的应用则能够使路基具备自修复功能,在遇到道路损坏时,智能材料能够自动修复裂缝或其他损坏部分,从而延长道路的使用寿命,减少后期的维护成本。绿色路基材料的研发与应用,是实现低碳高速公路建设的重要支撑。通过不断创新和优化材料选择,可以有效降低公路建设过程中的碳排放和资源消耗,推动公路建设领域的绿色转型。

3.4 智能化施工技术

在现代绿色路基设计中,低碳与高效的智能化施工技

术占据着至关重要的地位。在信息技术、人工智能与物联网技术协同发展的背景下,智能化施工技术在提升施工效能、减少碳排放及优化资源应用领域展现出日益显著的价值。施工管理的智能化不仅代表技术应用的深入,更标志着对施工全流程效率与环保性能的双重飞跃,是推进绿色建筑进程的关键举措。

通过将各类施工设备、材料运输车辆、施工人员等信息实时上传至中央管理平台,项目管理人员能够在第一时间掌握施工现场的动态,进行精准调度和管理。例如,监控系统凭借智能化传感器,实时捕捉并分析土壤湿度、温度、密度等关键数据,以此确保土壤处理与压实技术达到最优状态,进而显著提升施工品质,并有效降低对生态环境的破坏程度。无人机与机器人等尖端装备的引入,使得智能化施工得以实现自动化作业,对绿色路基设计而言,引入智能化施工技术,显著降低了对人工操作的依赖,进而大幅提升了施工的效率 and 精确度。施工现场通过无人机实施空中测量、勘探及监控作业,迅速获取高精度数据,以辅助设计师实现精确设计和调整^[6]。

4 结语

低碳理念下的绿色路基设计是现代高速公路建设的重要方向,它通过创新技术、优化管理和绿色材料的应用,推动了公路建设的环境友好性和可持续性。随着科技的不断进步和低碳理念的深入实施,未来的绿色路基设计将更加注重资源利用的最大化、环境影响的最小化,并为构建绿色交通网络、推动经济社会的可持续发展做出更大贡献。

【参考文献】

- [1] 牟万元. 低碳绿色理念下高速公路服务区建筑设计研究[J]. 居业, 2023(8): 112-114.
- [2] 尹峰. 高速公路路基边坡绿色防护措施研究[J]. 建设科技, 2022(2): 88-90.
- [3] 蓝生斌. 绿色低碳可循环理念下的高速公路设计优化策略[J]. 西部交通科技, 2020(8): 171-174.
- [4] 张智瑞. 低碳绿色理念下高速公路服务区建筑设计的探讨[J]. 中小企业管理与科技(下旬刊), 2020(6): 101-102.
- [5] 刘强. 绿色循环低碳理念下的高速公路设计优化策略[J]. 交通世界, 2019(32): 37-38.
- [6] 陈楠. 基于绿色循环低碳的高速公路设计方法探析[J]. 交通世界, 2019(26): 15-16.

作者简介: 李建兴(1990.6—), 毕业院校: 吉林大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 职称级别: 中级工程师。

城市园林绿化建设反季节施工关键技术

付 龙

中规城科（天津）工程设计有限公司，天津 300000

[摘要]随着城市化进程的不断加快，城市园林绿化不仅成为城市景观建设的重要组成部分，还在改善城市生态环境、提高居民生活质量方面发挥着积极作用。然而，园林绿化施工受气候要素影响，往往遭遇季节性的约束，特别是在气温异常低或高的非正常季节，施工活动遭遇重重挑战，文章为解决城市园林绿化建设领域反季节施工的挑战，提出包括温室栽培、土壤调控、苗木选择与移植在内的多项关键性技术措施，园林绿化的施工品质与成效，得益于技术创新应用的有效保障，亦大幅提高了项目的施工效率。

[关键词]城市园林绿化；反季节施工；关键技术

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14792

中图分类号: TU986

文献标识码: A

Key Technology of Off-season Construction of Urban Landscaping and Greening

FU Long

Zhonggui Chengke (Tianjin) Engineering Design Co., Ltd., Tianjin, 300000, China

Abstract: With the continuous acceleration of urbanization, urban landscaping has not only become an important component of urban landscape construction, but also plays a positive role in improving the urban ecological environment and enhancing the quality of life of residents. However, landscaping construction is often subject to seasonal constraints due to the influence of climate factors, especially in abnormal seasons with abnormally low or high temperatures. Construction activities face numerous challenges. In order to address the challenges of off-season construction in urban landscaping construction, this article proposes multiple key technical measures, including greenhouse cultivation, soil regulation, and seedling selection and transplantation. The construction quality and effectiveness of landscaping are greatly improved by the effective guarantee of technological innovation and application, which also significantly enhances the construction efficiency of the project.

Keywords: urban landscaping and greening; off-season construction; key technology

引言

城市园林绿化是城市生态环境建设的重要部分，对提升城市景观、改善空气质量、调节气候等方面起到了不可忽视的作用。然而，随着城市建设的加速与人口膨胀，促使园林绿化的施工需求持续攀升，特别是在严寒季节或极端气候下，传统绿化作业常遭遇进度拖延与品质波动难题，在非传统施工时段展开园林绿化的建设作业，此做法系破解难题的关键手段。本篇文章就要针对城市园林绿化建设中反季节施工关键技术的应用进行分析和讨论，希望可以促进我国城市园林绿化工程的可持续发展，同时对相关人士有所启迪。

1 城市园林绿化反季节施工的现状

随着城市化进程的加速，城市园林绿化在提升城市生态环境、改善居民生活质量方面发挥着重要作用。然而，受气候条件的制约，园林绿化施工通常受到季节限制，尤其是在冬季或极端天气条件下，施工面临诸多困难。冬季或寒冷季节是园林绿化的传统“空档期”，许多植物的生长受气温限制，土壤冻结、植株成活率低，施工进度滞后，甚至无法进行大规模的绿化建设。为应对这一问题，

近年来，越来越多的城市开始探索反季节施工的可行性，通过引入温室栽培、智能化管理、土壤调控等新技术，克服传统施工季节限制，保证园林绿化项目的顺利进行^[1]。

当前，在城市园林绿化领域，采纳反季节施工模式正逐渐演变成为一种显著的发展动向。在北方地区，冬季气温偏低，施工期限受限，同时易受雪冻等负面因素的干扰，诸多园林工程常因气候变化因素，难以在预定时限内竣工，进而引发工期延误或工程质量不满足标准。施工单位得以借助反季节施工技术的广泛运用，将冬季施工变为现实，从而拥有了更广阔的施工时段。在南方湿热气候影响下，夏季施工遭遇植物快速蒸腾与土壤干涸等挑战，致使其在园林绿化建设中，保障植物生长成为一大难题。采用反季节施工技术，借助温控与湿度调节装置，得以在非适宜时节实施工程作业，并确保施工成果达标。

在实施反季节施工技术时，虽在一定程度上缓解了季节施工的困难，然而依旧遭遇众多挑战。实施反季节工程，对技术储备及设备支持的要求更为严格，需投入更多技术力量。例如，采用温室栽培及智能化管理技术等，尽管反季节施工手段得以突破季节性限制，然而面对各异的地域

气候条件。施工策略仍需做出适应性调整,在多元环境之下,探寻既高效又经济的施工方案,依旧是一项待解的课题。

2 反季节施工的关键技术

2.1 温室栽培技术

温室栽培技术是解决城市园林绿化反季节施工的重要手段之一。在恒温环境下培育植被,能显著减轻严寒对植物生长的负面影响,确保植物在非理想季节得以正常发育,植物在温室栽培技术的庇护下,不仅享受着恒定的温湿度环境,其生长周期亦得到显著延长,成活率亦得以显著提升,在严寒的冬季,园林绿化的施工常遭遇气温骤降与土壤结冰的挑战,然而,温室栽培技术却能模拟春秋温润气候,为植物营造适宜生长的生态环境,有效抵御低温对植物根系的损害,进而推动植物茁壮成长^[2]。

精确调控温室内环境是温室栽培技术的核心所在。借助温控、湿控以及光照等手段,为植物营造一个相对恒定的生长空间,确保在反季节施工期间,植物能够摄取到足够的养分与水分。在当前温室种植中,普遍应用自动化系统,此系统能够依据外界气候变动自动调整温湿度、光照强度等关键要素,从而确保对植物生长过程进行全方位的监控与高效管理。移植至外部园林绿地之前,温室内培育的植物经过充分生长,以保障其健康状态及对外界环境的适应能力。因此,在反季节施工领域,温室栽培技术扮演着不可替代的角色,确保了园林绿化施工的流畅推进。实施温室构建与运营过程,初期投入颇高,涉及温室框架搭建、温控设备采购与照明系统安装,对资金有限的园林绿化企业而言,此负担不容小觑。在实施温室栽培技术过程中,对于管理的规范性与维护的精细度提出了严格的要求,若非专业人士负责日常的维护与管理工作,便有可能对植物的生长状况产生不利影响。探讨如何使温室栽培技术的成本与效益实现平衡,乃是实际应用领域亟待深入解决的问题。

2.2 土壤调控技术

土壤调控技术是园林绿化施工中不可或缺的一项关键技术,尤其在反季节施工中发挥着至关重要的作用。土壤是植物生长的基础,良好的土壤条件能够为植物提供充足的养分和水分,而不良的土壤条件则会严重影响植物的生长和成活率。在冬季或其他不适宜植物生长的季节,土壤可能出现冻结、硬化等问题,这使得植物的根系无法正常吸收水分和养分,从而影响植物的生长^[3]。

土壤调控技术通过对土壤物理、化学及生物特性的优化,显著改善土壤结构,进而增强土壤的通气、保水和肥力特性。例如,在严寒施工季,土壤遭遇冻结风险,调控技术以抗冻剂施用或保温材料覆盖之策,以阻遏土壤凝固,维系适宜环境。针对沙土、黏土等土壤种类,对土壤结构进行优化,以提升其透气与保水能力,进而优化植物生长条件。采取有机或液态肥料等手段,对土壤肥力进行提升,

进而激发植物根系旺盛生长。苗木移植过程,土壤调控技术乃其关键应用所在,在反季节施工条件下,苗木的存活与否与土壤调控的效果紧密相扣,移植苗木后,通过调控土壤,可营造更为适宜其成长的生态环境,进而增强其生存与适应能力。在运用土壤调控技术优化土壤环境的过程中,必须兼顾成本、实施难度及改良材料的选择,以实现调控效果的极致提升。

2.3 苗木选择与移植技术

苗木选择与移植技术是城市园林绿化中的重要技术环节,尤其在反季节施工中,苗木的健康与适应性直接影响绿化效果和项目的整体质量。成功实施反季节施工,关键在于挑选适宜的苗木并精心规划其移植方法。在非传统春秋季节进行逆向施工期间,需对气候条件予以特别关注,同时,对于所选用苗木,务必严格评估其应对极端气候的能力以及应对特定环境压力的耐受力。在苗木挑选过程中,需着重考虑那些具备卓越适应性和顽强抗逆力的种类。在反季节施工环境中,根系繁茂且适应力强的本地植物往往更能彰显其生态优势。针对各种植物特性及其生长环境,移植需择时择法,确保其健康成长。反季节作业期间,苗木移植作业往往需提前进行,土壤温度相对偏低,因而选定恰当的移植时刻显得尤为关键,实施恰当的温湿度调节及营养补给,显著提升移植苗木的成功率。

在反季节施工过程中,对苗木的移植作业需实施更为严苛的技术规范。在植物移植环节,实施适宜的根系防护策略,显著降低对植物根部的损伤程度;在合理规划植物移植坑的尺寸与土壤混合比例的过程中,务必保障植物得以充分吸收必需的营养与水分。对于移植成活的植物个体,必须实施必要的保湿与遮阴措施,旨在助力其顺利过渡至新的生态环境。在反季节施工领域,苗木选择与移植技术虽具关键性,却遭遇诸多难题。在恶劣气候条件下,挑选适宜苗木,并确保其移植成功,此过程的技术实施存有重大挑战。在城市中心这类环境繁杂的区域,协调植物生态适应性及城市景观要求,构成了一项技术挑战^[4]。

2.4 智能化管理与监控技术

智能化管理与监控技术是园林绿化中现代化施工的重要组成部分,尤其在反季节施工中,能够有效提升施工效率、降低风险、保障植物的生长环境。随着物联网、大数据和人工智能等技术的发展,智能化管理和监控技术逐渐成为园林绿化领域的重要工具,尤其在反季节施工中,为管理和监控提供了更加精确的数据支持和决策依据。

将温湿度、土壤与光照等传感设备集成的智能化管理系统,实时监控并自动调整温室内外环境,如加热、通风与灌溉等,旨在为植物营造最适宜的生长环境。实施智能化管理,系统广泛搜集环境相关数据,此数据集成为后续施工阶段分析的基础,并辅助管理者前瞻性地识别潜在施工风险,确保能迅速执行预防性应对策略。

在实际应用中,智能化技术的核心在于数据的采集与分析。管理人员借助传感器与监控系统,实时捕捉温湿度、光照强度与土壤温度等关键数据,以此数据为依据,进行环境调节,确保温室或施工现场环境维持最优状态。施工领域采纳智能化技术,成效显著,不仅显著提高了施工效率,而且显著减少了人工管理过程中的成本与风险。监控技术的智能化管理,虽带来便捷,但亦伴随诸多挑战,在园林绿化施工领域,尚未广泛采用相关技术的情况下,对设备的采购与安装需投入较大资金。面临的技术与资金门槛亦相对较高,运维智能系统之需,企业需配置专业技术人员,以构筑必要的技术支撑力量。即便如此,在技术进步与市场逐渐普及的背景下,智能化管理与监控技术在园林绿化施工领域展现出了无限的应用潜力^[5]。

3 反季节施工中的环境与社会效益

反季节施工在城市园林绿化中的应用,不仅能够提升绿化效果,还具有显著的环境和社会效益。从城市生态环境改善的角度审视,采取反季节施工策略,能促进植物生长周期延伸及植被覆盖率上升,从而对环境效益产生积极影响,应用温室栽培技术及智能化温控管理系统,植物于非适季亦能享受到适宜的生长环境,有效阻隔了寒冷季节及极端气候对植物成长进程的负面影响。因此,园林绿化项目能够在传统的绿化周期之外进行施工和栽培,保证城市绿化面积的持续增长。在城市绿化进程中,采取反季节施工策略,显著促进植物多样性的保留与增长,进而显著增强景观视觉效果与生态价值。城市园林绿化若采用反季节施工策略,便能巧妙化解季节性的挑战,优化施工时序分布,规避传统施工高峰期的拥堵困扰,显著提高施工效率与适应性。实施智能化调控与精细化管理,使得施工过程得以高效推进,显著减少资源损耗,有效降低施工成本。施工效率的提升与绿化质量的增强,两者相互作用,展现出显著的正面促进作用。

从社会效益方面,反季节施工不仅有助于改善城市景观,还能带来更多的就业机会和社会福利。实施反季节工程往往对专业技术及专业人才需求激增,此需求变化亦催生了园林绿化领域技术工人的供需关系变动,进而促进了相关行业的持续进步。此外,在非传统时节进行建设作业,有效促成了提前显现的绿化成效,进而优化了市民的居住环境,增强了居民的生活品质。尤其在面临空气污染和城市热岛效应等环境挑战的城市,绿化的增加显著减轻了这

些环境难题,塑造了更为宜人的居住空间。园林绿化项目得以借助反季节施工拓展施工时长与空间,同时,通过改进施工手段及促进植物生长品质的提升,实现了环境与社会的双重效益的显著提升。在现代城市园林绿化领域,尽管该技术面临技术与成本的双重挑战,然而其长远生态与社会价值凸显,预示着它拥有广泛的应用前景^[6]。

4 结语

综上所述,在城市园林绿化建设中,反季节施工关键技术作为一项重要手段,旨在突破传统绿化施工的季节性局限,有效提升城市绿化覆盖面积,并显著优化城市生态环境质量。随着城市化进程的不断加快,城市园林绿化不仅成为城市景观建设的重要组成部分,还在改善城市生态环境、提高居民生活质量方面发挥着积极作用。运用现代科技方法,实施反季节的园林施工,不仅确保了植物的正常生长及环境适应性,而且成功消解了季节变迁对绿化工程所造成的负面影响。尤其在气候较为极端或寒冷的地区,具备重要的现实意义。反季节施工技术的关键在于综合运用温室栽培、土壤调控、苗木选择与移植、智能化管理等多项现代化技术。通过这些技术的协同应用,反季节施工不仅突破了传统园林绿化施工的季节性限制,还提升了绿化效果、降低了施工成本、缩短了工期,并在一定程度上缓解了城市环境问题。随着技术的不断发展与创新,反季节施工在未来园林绿化领域将发挥越来越重要的作用。

【参考文献】

- [1]武敏.城市园林绿化建设反季节施工关键技术[J].四川建材,2024,50(10):107-108.
- [2]卢冬梅.试论城市园林绿化工程中反季节栽植施工技术的应用[J].农业科技与信息,2021(24):95-96.
- [3]张学庆.基于城市园林绿化工程中反季节栽植施工技术的应用分析[J].绿色环保建材,2021(4):189-190.
- [4]刘月.园林绿化施工中反季节栽植技术的应用研讨[J].花卉,2020(12):27-28.
- [5]刘成辉.谈反季节栽植施工在城市园林绿化中的应用[J].资源节约与环保,2019(10):140.
- [6]马佳歌.城市园林反季节绿化施工技术措施的探讨[J].民营科技,2016(4):222.

作者简介:付龙(1988.9—),男,单位名称:中规城科(天津)工程设计有限公司,毕业学校:天津美术学院,专业:景观设计。

地铁车辆运行对段路基处理的动力响应研究

王少伟¹ 冯浩¹ 王熙元²

1. 中交路桥华北工程有限公司, 北京 100000

2. 中国交建济南轨道交通8号线一期工程总承包项目经理部, 山东 济南 250103

[摘要] 地铁车辆的运行过程中会对段路基产生一定的动力影响。本研究以此为背景, 采用模型试验和现场监测的方法, 对地铁车辆运行过程中段路基的动力响应进行了详细的研究。首先, 我们设置了模型试验, 模仿地铁车辆的运行情况, 收集了一系列与运行相关的动力响应数据。接着, 我们在真实的地铁运行环境中进行现场监测, 确证了模型试验中的一些发现。研究表明, 地铁车辆的运行确实对段路基产生了动力效应, 这种效应与车辆的运行速度、载重等因素有直接的关系。基于以上研究, 我们对段路基的处理提出了一些改进建议, 并通过实验证明了其有效性: 即通过增强段路基的刚度和强度, 可以缓解地铁运行时产生的动力效应, 进一步保证了地铁的安全运行。这项研究的结果为今后地铁运行安全、段路基处理以及地铁运行对周边环境影响的研究提供了有力的理论依据和实践经验。

[关键词] 地铁车辆运行; 段路基处理; 动力响应研究; 现场监测; 地铁运行安全

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14781

中图分类号: U211.5

文献标识码: A

Research on the Dynamic Response of Subway Vehicle Operation to Section Roadbed Treatment

WANG Shaowei¹, FENG Hao¹, WANG Xiyuan²

1. China Communications Road and Bridge North China Engineering Co., Ltd., Beijing, 100000, China

2. General Contracting Project Management Department of China Communications Construction Ji'nan Rail Transit Line 8 Phase I Project, Ji'nan, Shandong, 250103, China

Abstract: The operation of subway vehicles will have a certain dynamic impact on the roadbed of the section. Based on this background, this study conducted a detailed study on the dynamic response of the roadbed during the operation of subway vehicles using model experiments and on-site monitoring methods. Firstly, we conducted model experiments to simulate the operation of subway vehicles and collected a series of dynamic response data related to operation. Next, we conducted on-site monitoring in a real subway operating environment and confirmed some of the findings from the model experiment. The research results indicate that the operation of subway vehicles does indeed have a dynamic effect on the section subgrade, which is directly related to factors such as the vehicle's operating speed and load capacity. Based on the above research, we have proposed some improvement suggestions for the treatment of the section subgrade, and have proven their effectiveness through experiments: that is, by enhancing the stiffness and strength of the section subgrade, the dynamic effects generated during subway operation can be alleviated, further ensuring the safe operation of the subway. The results of this study provide strong theoretical basis and practical experience for future research on subway operation safety, section roadbed treatment, and the impact of subway operation on the surrounding environment.

Keywords: subway vehicle operation; section roadbed treatment; dynamic response research; on-site monitoring; subway operation safety

引言

随着城市化进程的加速, 地铁作为公共交通的主要载体, 其重要性日益突出。然而, 地铁运行过程中对段路基的动力影响问题却是一个长期以来被忽视的问题。地铁车辆在运行过程中, 会产生一定的振动和压力, 这些动力作用在地下的乘客路段基上, 其产生的动力效应如何影响地铁的运行安全和效率, 以及如何对段路基进行处理, 已成为地铁科学研究和工程实践中亟待解决的重要问题。在众多的地铁运行关键问题中, 该问题显然是一个实际而又重要的课题。对其进行深入研究, 不仅可以提高地铁的运行安全性, 还能为地铁的运行管理提供重要依据, 更有助于提升地铁的运行效率。因此, 本研究以地铁车辆运行对段

路基处理的动力响应效应为研究对象, 尝试通过模型试验和现场监测为段路基的处理提出一些切实可行的改进建议。

1 地铁车辆运行和段路基动力响应关联性研究

1.1 地铁车辆运行的基本特征分析

地铁车辆的运行特征直接影响其对段路基的动力响应^[1]。这些特征主要包括运行速度、车辆载重、车轮与轨道的接触情况, 以及车辆悬挂系统的动力特性等^[2]。每个特征都会在不同程度上对段路基产生复杂的动力影响, 导致路基在地铁车辆经过时产生不同的应力和位移响应。

运行速度是影响动力响应的重要因素之一。高速运行时, 车辆产生的动载荷较大, 对段路基的冲击更为显著。这种动载荷会随速度的增加而呈现非线性增长, 可能导致

段路基出现较大的振动和位移。车辆载重同样会显著改变路基的动力响应。重载车辆增加了下压力,加剧了对路基的压强,可能引发疲劳破坏。

车轮与轨道的接触情况在动力传递中起到关键作用。轮轨间的摩擦系数、接触面的磨损状态以及不规则度等因素会导致附加的动力效应。这些效应不仅影响车辆自身的运行稳定性,也对段路基产生不规则的动载荷,从而影响路基结构的完整性。

车辆悬挂系统的设计则决定了车辆在运行过程中的振动特性。良好的悬挂系统能够有效地减少振动的传递,降低车辆对轨道和路基的冲击力。但若悬挂系统设计不合理或维护不当,容易导致车辆振动加剧,加大对段路基的振动负担。

以上特征的综合作用,使得地铁车辆在运行过程中对段路基施加的动力效应极为复杂。在研究地铁车辆对段路基的动力响应时,必须综合考虑其运行特征的多重影响,以便准确评估和改善路基处理方法。通过系统分析这些特征,可以为段路基的优化设计提供有价值的信息,以保障地铁运行的安全与稳定。

1.2 动力响应对段路基的影响

地铁车辆运行过程中对段路基的动力响应产生了显著影响。地铁车辆在运行时,由于车轮、轨道和基础设施之间的相互作用,车轮对轨道的垂直、水平力等多种动力荷载作用在段路基上,引起其表面和内部的应力应变变化。这些变化可能对段路基的短期和长期稳定性产生重要影响。

动力响应包括车辆荷载引起的垂直振动和水平晃动,这种振动和晃动会对段路基的土壤颗粒产生扰动,使其重新排列,从而导致密度变化甚至局部塌陷。这种现象在负荷较大的情况下尤为显著,特别是在地铁车辆高速运行或重载情况下,段路基的变形和应力集中更加明显。

动态荷载引起的段路基内部分应力变化,会影响土壤颗粒间的黏结力和摩擦阻力,导致段路基内部结构松动,使得段路基的整体强度和稳定性下降。如果这些动态变化得不到有效控制和处理,长时间的积累效应可能导致段路基出现明显的变形和沉降,进而威胁到轨道平顺性和地铁车辆的行驶安全。

再者,随着地铁车辆频繁运行,重复性的动力荷载循环作用,使得段路基逐步产生累计变形。这种累计变形在短时间内可能不易察觉,但长时间作用下,段路基可能出现非均匀沉降,进而对上部轨道结构产生附加应力。这些附加应力若超过段路基材料的承载力范围,将引发断裂、裂缝等破坏现象,进而影响地铁运营安全。

地铁车辆运行对段路基的影响是一个复杂的动力学问题,需要综合考虑车辆荷载特性、段路基材料性质以及外界环境因素的共同作用。从研究结果来看,通过增强段路基的刚度和强度,可以有效减少动力响应带来的不利影响,提高段路基的承载能力和稳定性,从而确保地铁系统

的安全运行和长效稳定。

1.3 运行动态参数与段路基动力响应的关联性研究

地铁车辆运行过程中的动态参数对段路基动力响应的影响是的重要内容^[3]。运行动态参数包括车辆的运行速度、载重、车轮轴距和制动加速度等,这些参数在不同运行工况下对段路基的动力效应有着明显的差异。

车辆速度是影响段路基动力响应的一个关键因素。随着车辆速度的增加,车轮与轨道之间的动态作用力也会显著增大。这种作用力通过轨道和轨枕传递至路基,导致路基的振动和变形增加。模型试验和现场监测的数据均显示,高速运行的地铁车辆在通过某一段路基时,产生的动力响应显著高于低速运行的情况。高速运行还可能引发段路基的局部沉降和结构损伤,特别是在长时间的反复运行下,这种影响更加明显。

车辆载重也是影响段路基动力响应的主要参数之一。重载地铁车辆在运行时,其车轮对轨道的垂直压力较大,进而导致路基受到更大的动态载荷作用。试验结果表明,载重越大,段路基的动态应力和应变值越高,这不仅对路基材料提出了更高要求,也增加了路基的维护和修复难度。

车轮轴距和制动加速度则是涉及车辆设计和操作的另两个重要参数。车轮轴距越短,车轮通过轨道接头或不平顺处时,轮对作用力集中,容易引起局部路基过大的动力响应和变形。制动加速度大,地铁车辆在制动过程中产生的纵向和横向作用力也大,导致路基的加速度响应明显增加,可能引发路基材料疲劳和结构损伤^[4]。

地铁车辆的运行动态参数对段路基的动力响应有着显著影响。准确评估各参数与动力响应之间的关联性,对于优化车轮轴距设计、选择合适的运行速度和载重配置,以及制定合理的制动策略具有重要指导意义。这些研究结果不但为段路基的设计和维护提供了科学依据,也有助于提高地铁运行的整体安全性和稳定性。

2 段路基处理方法研究及其有效性验证

2.1 段路基处理方法的提出与理论依据

段路基处理方法的提出与理论依据是研究地铁车辆运行过程中段路基动力响应的重要基础。在地铁车辆运行中,段路基处于频繁的动力荷载作用下,容易出现变形和沉降等问题,进而影响地铁的安全运行。为了减缓和消除这些动力效应,提出合理、有效的段路基处理方法显得尤为重要。

段路基处理方法的提出主要基于以下几个理论依据:

车辆-轨道-段路基系统的动力学特性决定了段路基处理方法的基础。车辆在运行过程中产生的荷载通过轨道传递到段路基,引起地基的动力响应。车辆速度、载重及其轮轨作用力是决定段路基动力响应的主要因素^[5]。通过综合分析这些动态荷载对段路基的影响,可为段路基处理方法的提出和实施提供理论指导。

土-结构相互作用理论为段路基处理方法的提出提供了坚实的力学基础。段路基处理方法主要旨在增强段路基的

刚度和强度,通过改善土体与基础结构的物理和力学特性,以抵抗和消散外界动力荷载。研究表明,增加土体内部的摩擦力和抗剪强度,能够显著提高段路基的变形抗性和稳定性,从而有效地减少地铁车辆运行过程中产生的动力效应。

再者,振动控制理论在地铁段路基处理方法的提出中占据重要位置。通过分析振源特性、传播路径及受影响区域的响应特性,可以设计合理的减振措施,以控制由地铁车辆运行引起的振动。常见的减振措施如设置隔振垫层、铺设减振轨枕等,都是基于振动控制理论的应用。

环境地质学与岩土工程技术的发展为段路基处理方法提供了先进的技术支持。环境地质学研究段路基所处的地质条件及其可能的环境影响,岩土工程技术则为段路基改良措施的实施提供了方法和工具。通过对地质环境和岩土地质特性的深入了解,可以更科学地选择和设计段路基的处理技术。

合理的段路基处理方法需综合考虑车辆-轨道-段路基系统的动态特性、土-结构相互作用理论、振动控制理论及环境地质学与岩土工程技术等多方面因素。对这些理论的深入理解和科学应用,能够有效提高段路基的刚度和强度,从而保证地铁车辆运行的安全性与稳定性。

2.2 增强段路基刚度和强度的实践操作

段路基在地铁车辆运行过程中所承受的动力效应对地基的稳定性和耐久性提出了新的挑战。增强段路基的刚度和强度成为改善其动力响应特性的关键举措。在实践操作中,通过采用先进的工程技术和材料,可以有效地提升段路基的物理性能。

增强段路基刚度的一种方法是使用高强度钢筋混凝土。钢筋混凝土以其良好的抗压和抗拉性能被广泛应用于基础设施的建设中。通过在段路基中合理布置钢筋,不仅能够提高基体的整体抗弯刚度,还能有效分散荷载,从而降低动应力的集中。在施工过程中,通过优化混凝土配比,可以确保其在满足强度要求的同时减少对环境的潜在影响。

在增强强度方面,采用改性材料也是一个有效的策略。例如,添加纤维增强材料可以显著提高混凝土的抗裂能力和耐久性。纤维材料的随机分布有助于抑制微裂纹的扩展,从而提高段路基在长期动力荷载下的性能。选择适当种类和比例的纤维材料对达到预期效果至关重要。

现代地基加固技术,如注浆技术和压实法,也可用于改善段路基的物理特性。通过高压注浆,可以增加地基土体的密实度和均匀性,增强其承载能力和抗剪强度。压实法在施工中常被用来改善路基的密实度,降低其压缩性,从而提高地基的整体稳健性。

综合以上增强段路基刚度和强度的实践操作,可以为进一步的地基设计和施工提供有力支撑。这些实践操作不仅为减少地铁运行对段路基的动力效应提供了技术保障,也为提高地铁安全性和舒适性奠定了基础。通过这些措施,可以显著提升段路基在地铁运行条件下的表现,进而有效保障地铁系统的安全运行。

2.3 处理方法的有效性验证和提升建议

处理方法的有效性通过一系列试验与监测得到验证。通过增强段路基的刚度和强度,能够显著减少地铁车辆对段路基的动力效应。采用不同材料和加固技术,对段路基实施改进,使其能够有效抵抗由于地铁车辆运行而产生的震动和应力。试验证明,经过处理的段路基在承载能力和稳定性方面表现更为优异,能更好地维护地铁的运行安全。

在提升建议方面,建议进一步优化材料选择,通过使用新型复合材料或高强度合金材料,来提高段路基的耐久性和适应性。运用先进的施工技术和监测手段,提高段路基的整体质量控制和实时监测能力。应加强段路基处理技术的规范化和标准化,以便在不同条件下能迅速有效地实施。通过这些改进措施,可以进一步提升段路基的整体性能,为地铁的安全运行提供更坚实的基础保障。

3 结束语

本研究通过模型试验和现场监测的方法,深入研究了地铁车辆运行对段路基的动力响应,这研究结果不仅揭示了地铁车辆运行与段路基动力响应之间的内在关系,还明确指出这种关系与车辆运行速度、载重等因素有直接关联,为地铁段路基的处理提供了科学依据。同时,我们也提出并验证了一种新的段路基处理方法,即通过增强段路基的刚度和强度,成功缓解了地铁运行时对段路基产生的动力影响,保证了地铁的安全运行。然而,需要明确一点,本研究虽然取得了一定的成果,但仍存在着一些局限性。一方面,我们的研究数据主要来源于模型试验和有限的现场监测,可能无法全面反映所有的现实情况,因此在将研究成果应用到更广泛的场景时,可能需要进一步进行大规模的现场实证研究。另一方面,本研究关注的主要还是横向动力响应问题,关于纵向、竖向动力响应的研究仍需开展。总的来说,本研究已经初步探明了地铁车辆运行对段路基动力响应的规律,并为段路基的处理提供了新的改进建议。未来,我们将继续在这一领域进行深入研究,希望能在保障地铁运行安全、提升环境友好性等方面做出更有价值的贡献。

【参考文献】

- [1]任磊.地铁车辆段路基动应力实测研究[J].北京交通大学学报,2021,45(3):55-60.
- [2]韩秀辉.全自动运行地铁车辆段总平面布局研究[J].铁路技术创新,2019(5):55-60.
- [3]刘迪.全自动运行地铁车辆段设计特点分析[J].科技与创新,2020(8):53-54.
- [4]雷阳鹏.地铁车辆段工程群体塔吊施工安全作业运行研究[J].建材与装饰,2020(3):256-257.
- [5]万磊,张铎,刘哲,等.地铁车辆段列车运行引发振动试验研究[J].建筑结构,2023,53(1):626-630.

作者简介:王少伟(1990.1—),男,汉族,陕西省咸阳市,咸阳职业技术学院,建筑工程管理,现场施工管理及技术,地铁车辆段项目总工。

城镇燃气规划设计可持续发展探究

张景龙

合肥合燃华润燃气有限公司, 安徽 合肥 230001

[摘要]随着城市化进程的加快,城镇燃气在满足居民生活和促进城市发展的过程中发挥着重要作用。然而,目前的燃气规划设计存在一些问题,如需求预测不准确、管网布局不合理以及清洁能源替代不足等。这些问题导致了资源浪费和环境污染,影响了系统的可持续性。同时,传统燃气规划方式也面临着能源结构转型和环境保护压力。为了解决这些问题,城镇燃气规划需要注重技术创新、智能化管理和清洁能源的应用,以提高能源效率、减少碳排放,并确保能源供应的可持续性。

[关键词]城镇燃气;燃气规划;规划设计;可持续发展

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14776

中图分类号: F206

文献标识码: A

Exploration on Sustainable Development in Urban Gas Planning and Design

ZHANG Jinglong

Hefei Heran CR Gas Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230001, China

Abstract: With the acceleration of urbanization, urban gas plays an important role in meeting residents' needs and promoting urban development. However, there are some problems with current gas planning and design, such as inaccurate demand forecasting, unreasonable pipeline layout, and insufficient replacement of clean energy. These issues have led to resource waste and environmental pollution, affecting the sustainability of the system. At the same time, traditional gas planning methods are also facing pressure from energy structure transformation and environmental protection. To address these issues, urban gas planning needs to focus on technological innovation, intelligent management, and the application of clean energy to improve energy efficiency, reduce carbon emissions, and ensure the sustainability of energy supply.

Keywords: urban gas; gas planning; planning and design; sustainable development

引言

随着全球城市化进程的加速,城镇燃气在现代城市基础设施中的作用愈发重要。它不仅为居民提供清洁能源,促进城市经济发展,还在提高生活质量方面发挥着关键作用。然而,伴随能源需求不断增长以及环境问题日益严峻,传统燃气规划设计正面临着巨大的挑战。如何在满足日益增长的能源需求的同时,确保能源供应的安全、经济性与环境可持续性,已成为当前城镇燃气规划设计亟待解决的核心问题。可持续发展理念为城镇燃气规划设计指明了新方向。该理念强调,在满足当代需求的基础上,必须保障未来世代的需求得以实现。在这一指导思想下,城镇燃气规划设计的目标不仅仅是提升能源利用效率,还应兼顾环境保护和社会效益,从而实现经济、环境与社会三者的协调发展。尤其在全球能源结构转型与应对气候变化的背景下,推广清洁能源、应用智能化技术及推动绿色低碳发展已成为燃气行业发展的必然趋势。本研究旨在从可持续发展视角出发,深入探讨城镇燃气规划设计中的现状与挑战。通过对燃气需求预测、管网布局、清洁能源替代及智能化建设等关键领域的分析,本文将提出推动城镇燃气系统优化的技术路径与管理策略。由此,理论支持与实践参考将被提供,以推动城镇燃气规划设计的可持续发展,助力城市实现绿色低碳发展的目标。

1 可持续发展理念在燃气规划中的重要性

可持续发展理念在燃气规划中的战略性意义不容忽视,涉及资源的高效利用,并对能源结构转型及生态文明建设产生深远的影响。作为一种相对清洁的能源,燃气在城镇能源消费中的重要性日益增强。推动燃气规划的可持续性,不仅能够满足经济发展的需求,还能够有效地降低对环境的负面影响。从资源的角度来看,推动可持续发展理念要求对燃气资源的开采、储存、运输及使用全过程进行优化。技术创新与管理优化被用来提高资源利用效率,以避免由于资源浪费或过度开发所带来的不可持续问题。在环境层面,燃气规划中的可持续发展理念强调温室气体与污染物的减少,同时注重新能源技术的协同发展,从而实现能源系统的多元化与低碳化。社会层面上,通过科学的规划,普及率与可靠性得以提升,确保居民的生活质量,并促进绿色低碳社会模式的建设。

2 城镇燃气规划设计的现状分析

2.1 燃气需求预测与供应保障

城镇燃气规划设计中,燃气需求预测与供应保障的现状直接影响着燃气系统的科学性与可行性。随着城镇化进程的加速以及居民生活水平的提高,燃气需求呈现出总量不断增长及需求结构日益复杂的趋势。燃气消费的迅速扩展,受到城镇人口增加及工业需求的推动,但区域间人口

分布与经济发展不均衡,导致需求预测与实际需求之间难以精准对接。尤其是在冬季采暖高峰期或节假日期间,供应压力变得尤为突出,燃气需求在不同时间段的波动显著,季节性与日常波动造成的影响不可忽视。传统的需求预测方法,主要依赖于历史数据与宏观经济指标,未能充分考虑需求的动态变化及新兴需求的出现。这种滞后性加剧了供应保障的难度,影响了燃气系统的调配效率^[1]。同时,燃气供应保障仍然受到气源稳定性、储运能力及管网建设水平的制约。在高峰需求期,短时供应不足或供气压力不稳定的问题,在一些地区尤为突出。

2.2 燃气管网布局与建设现状

城镇燃气管网的布局与建设现状,在很大程度上决定了燃气供应系统的覆盖范围及其运行效率。随着城镇化进程的加速,尽管大部分地区在燃气管网建设方面已取得显著进展,但发展仍面临不少瓶颈。当前,燃气管网布局呈现出与城镇发展紧密相关的特点。在一些经济发达地区,管网覆盖率较高,且布局合理,能够满足居民及工业用户的多元化需求。然而,经济欠发达地区的管网建设相对滞后,覆盖范围有限,燃气供应难以覆盖部分区域。在燃气管网建设中,标准化程度不足的问题依然存在。部分管网在设计与施工时未完全遵循现代规范,导致在运行过程中可能出现安全隐患。随着城市规模不断扩大,用气需求持续增长,某些地区原有管网的输送能力接近饱和,扩容与升级的需求愈加迫切。然而,由于土地资源紧张、施工条件复杂,管网建设的进度受到制约。与此同时,老旧管网的存在,增加了日常运行与维护的难度。部分管道因材料老化和技术落后,存在较大泄漏风险,从而威胁到整体安全性。

2.3 现行规划设计的主要问题

现行城镇燃气规划设计在快速发展的同时,暴露出了许多亟待解决的问题,这些问题直接影响了燃气系统的科学性、经济性及可持续性。在一些地区,缺乏长远视野的规划设计未能充分考虑城镇化进程、人口增长以及能源结构调整等趋势,导致燃气设施的设计容量与实际需求之间存在不匹配,从而引发了供需不平衡的现象。此外,燃气管网在区域协调性方面的不足也尤为突出。由于未将新兴城区和城乡结合部纳入整体规划,这些区域出现了管网覆盖的空白;而老城区则面临管网布局的重复或不合理问题。在需求预测方面,规划过程中对燃气需求动态变化的预测不够精确,尤其是在应对季节性用气高峰或突发情况时,规划缺乏足够的弹性与适应性,影响了系统的可靠性。同时,燃气规划设计在与其他市政基础设施的协同方面较为薄弱,管网的敷设常常受到地下空间资源冲突的制约,进而增加了实施难度^[2]。更为重要的是,现行规划中过于侧重经济性目标,缺乏对环保意识与绿色发展理念的充分融入,未能充分考虑燃气系统对生态环境可能造成的潜在影响。

3 可持续发展视角下的城镇燃气优化路径

3.1 规划理念创新与设计优化

从可持续发展的视角出发,城镇燃气规划理念的创新与设计优化应紧密结合绿色发展目标与系统性思维,旨在全面提升燃气系统的生态效益与资源利用效率。传统的燃气规划理念通常侧重于供需平衡与经济性,但往往未能有效应对日益严峻的环境问题与资源约束。在可持续发展框架下,规划理念应转向以低碳、循环利用与高效为核心的全局优化思维,并将燃气系统融入城镇整体能源体系中,推动多能源协同发展及智能能源管理。在设计优化方面,关注多目标约束下的系统平衡是关键。通过先进技术与科学方法,规划的前瞻性与适应性得以提升。例如,采用模块化设计理念,并建立分布式燃气供应体系,既可满足局部需求,又可减轻对主干管网的依赖,从而增强系统的可靠性及抗风险能力。同时,规划设计必须考虑城镇发展的动态变化与多样性,借助大数据分析技术进行需求预测,优化管网布局,减少无效供给,降低资源浪费。在燃气输配设施的设计过程中,绿色建造与节能技术的应用显得尤为重要。低能耗、高耐久性材料的选择,有助于减少燃气系统生命周期内的环境影响。此外,数字化技术的引入同样至关重要。结合GIS(地理信息系统)与BIM(建筑信息模型)等技术,智能化、可视化的规划平台得以构建,这不仅能够实现燃气系统的动态监控,还能优化调度,确保在复杂的城市发展背景下,燃气规划的科学性、前瞻性与可持续性得以有效实现。

3.2 推动清洁能源替代与多元化发展

从可持续发展的视角出发,推动清洁能源替代及多元化发展,作为城镇燃气优化路径中的核心要素,旨在减少对传统化石燃料的依赖、降低碳排放,并实现能源结构的绿色转型。随着全球能源转型的深入,传统天然气供应体系所面临的环境压力日益严峻,清洁能源替代已逐渐成为不可避免的趋势。在这一转型过程中,城镇燃气系统不应仅仅作为单一的能源供应渠道,而应发展成为多能源融合的平台。通过与太阳能、风能、氢能等可再生能源的深度整合,推动能源系统向清洁化、低碳化方向转型。例如,液化天然气(LNG)与生物气等清洁燃气在城市中的推广,作为传统天然气的替代,不仅依赖于技术创新与基础设施建设,还能逐步减少传统燃气在能源结构中的比重。同时,利用生物质能与地热能等地方性能源,不仅能够有效补充燃气供应,还能促进城镇燃气的多元化发展。进一步而言,随着氢气产业的崛起,氢能作为未来清洁能源的关键组成部分,其在城镇燃气中的应用前景日益明确^[3]。通过开发氢气与天然气的混输技术或独立供应渠道,能源系统的低碳化升级得以实现,从而增强系统的能源安全性与可持续性。在推动清洁能源替代的过程中,政策引导、技术创新与市场机制的有机结合至关重要。通过激励措施,政府应支持清洁能源项目的投资与发展,推动相关技术的突破及

产业化应用，从而推动城镇燃气系统的全面优化与升级。

3.3 加强燃气系统的数字化与智能化建设

从可持续发展的视角来看，燃气系统的数字化与智能化建设的加强，是优化城镇燃气供应体系的重要路径，旨在通过先进的信息技术提升燃气系统的管理水平、运行效率以及安全性。数字化与智能化的核心目标是通过大数据、物联网（IoT）、人工智能（AI）等技术的利用，全面实现对燃气系统的监控与调度，从而使得燃气供应更加精准、可靠与高效。物联网技术的应用，使得对燃气管网各个节点的实时数据采集与监控成为可能，涵盖了流量、压力、温度等关键运行参数。所有采集到的数据将被汇总至中心控制平台，精准的实时信息将被提供，帮助运维人员及时发现潜在的故障与隐患，通过预警机制提前处理，从而有效减少事故发生的可能性。此外，通过大数据分析，燃气需求的精确预测得以实现，基于不同季节、时段及突发事件，供应策略将被调整，燃气分配的优化得以进行，避免了能源浪费或供应不足的现象。智能调度系统则通过 AI 算法实现自动化运行优化，燃气资源将被合理调配，能源利用效率得到提升，不必要的能耗减少。在管网的运营与管理方面，数字化技术使得检修、维护及升级工作更加精准与高效。数字化建模与仿真技术的应用，能够提前识别管网潜在的薄弱环节，最佳的维护方案得以制定，避免了运行中的问题。在客户服务方面，智能化技术的应用于智能表计、远程抄表及智能计费等领域，用户体验与管理效率得到了显著提升，燃气系统向更高效、更智能的方向发展得以推动。

3.4 构建燃气供应链的绿色管理体系

从可持续发展的视角出发，燃气供应链绿色管理体系的构建是优化城镇燃气的关键路径之一。其核心目标是通过全生命周期的绿色管理，确保能源从源头到终端使用的高效、低碳与可持续利用。绿色供应链管理不仅关注各环节的环境影响，而且致力于提升资源使用效率与降低能源消耗，从而推动整个燃气供应体系实现生态友好转型。在燃气生产环节，低碳、清洁能源的优先选用应被推动，天然气与生物质气体、氢能等可再生能源的协同利用被鼓励，以减少化石能源的依赖，并降低生产过程中的碳排放。在运输与储存环节，优化亦应得到实施，低排放运输工具的推广需进行，运输方式与设备的效能应当提升。通过高效储气设施的建设，能源的安全储存与运输得以确保，同时避免运输过程中因高能耗而增加环境负担。在燃气管网的设计与建设中，绿色标准应当遵循，低碳环保的材料与施工工艺应被采用，以减少资源浪费与施工对环境的负面影响。在燃气配送与消费环节，智能化管理系统的应用显得尤为关键。智能计量与远程监控系统的实施将提高能源使用的精准度与效率，减少无效损耗，确保每一单位燃气的使用能发挥最大效益。此外，清洁能源与高效燃气设备的使用应被推广，用户转向更环保的能源消费模式的鼓励将推动需求端的绿色转型。最后，绿色供应链管理还应包括

废气、废水及固废等环境管理措施，合理的回收与处理方案应当制定，以最大程度降低供应链各环节的环境影响。

3.5 政策支持与行业协作机制的强化

从可持续发展的视角来看，城镇燃气优化的关键保障在于强化政策支持与行业协作机制。明确的政策导向应当由政府制定，以鼓励燃气行业朝着绿色、低碳、智能化方向发展。政策内容应包括财政补贴、税收优惠与技术研发支持，从而推动清洁能源技术的创新与应用，促进能源结构的优化与升级。此外，相关法规的完善与执行力度也应得到加强，确保燃气行业在环保、安全与效率等方面的要求能得以有效落实。例如，能源效率标准的实施应当推动，燃气设施的建设与运营应受到规范，并促进燃气管网的智能化改造，以提升系统运营效能与环境友好性。

在政策层面，跨部门的协作同样至关重要。能源、环保、交通等多个政府部门应当协调合作，推动城市能源转型，推动相关技术的应用与产业化。与此同时，行业内部的协作机制亦需加强。燃气公司、技术供应商、设备制造商以及科研机构应通过合作加强，信息与技术共享，资源整合，协力攻克技术难题。行业协会可充当桥梁的角色，推动技术标准的统一与推广，从而提升行业的整体创新能力与竞争力。跨行业的协同合作将有助于共享技术平台与信息网络的建立，从而提高整体效率，增强行业的可持续发展能力。

4 结语

城镇燃气在现代城市能源供应中扮演着至关重要的角色，随着城市化进程的不断推进，燃气系统的可持续发展显得尤为关键。对当前燃气规划设计现状的分析表明，传统模式存在诸多问题，如资源浪费与环境污染等，这些问题亟须在可持续发展理念的指导下进行改革。通过优化规划设计、推广清洁能源及推动智能化技术应用等措施，城镇燃气系统的资源利用效率能够得到有效提升，环境负担亦可减少，从而实现绿色低碳发展。展望未来，随着技术创新的持续进步与政策支持的不断增强，城镇燃气规划将更加注重环境保护与资源节约，推动城市能源结构的优化与可持续发展。希望本研究能够为相关领域提供有益的思路与实践指导，促进城镇燃气规划设计的进一步优化与创新，助力实现绿色城市及低碳生活的目标。

【参考文献】

- [1] 来铁,王冶. 城镇燃气规划设计可持续发展研究[J]. 石化技术,2024,31(8):328-330.
 - [2] 胡劲,房艳立. 城镇燃气设计和施工中存在的问题及改善对策[J]. 城市建设理论研究(电子版),2024,11(10):61-63.
 - [3] 王中元. 中国城市燃气行业可持续发展评价研究[D]. 北京:中国石油大学(北京),2017.
- 作者简介: 张景龙(1973.1—), 毕业院校: 中国科学技术大学, 所学专业: 环境保护与安全工程, 当前就职单位: 合燃华润燃气有限公司。

基于 infoworksICM 在城市排水能力及积水风险评估

文小聪

中铁市政环境建设有限公司, 上海 200331

[摘要] 本研究运用 infoworksICM 软件对城市排水系统的效能及内涝风险进行深入探究, 考虑到城市核心区域现有排水管道由于建设时间较早, 部分管道缺乏有效的维护与管理, 研究利用 InfoWorksICM 软件对中心区域的现有排水管道系统进行了详细的现状分析, 揭示了现有管道系统中存在的问题, 从而为未来的管道改造及维护工作提供了重要的参考依据。

[关键词] infoworksICM; 城市排水能力; 积水风险评估

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14773

中图分类号: TU992

文献标识码: A

Assessment of Urban Drainage Capacity and Waterlogging Risk Based on InfoWorksICM

WEN Xiacong

Municipal Environmental Construction Co., Ltd. of CREC, Shanghai, 200331, China

Abstract: This study conducted an in-depth exploration of the efficiency and waterlogging risk of urban drainage systems using the InfoWorksICM software. Considering that the existing drainage pipelines in the core area of the city lack effective maintenance and management due to their early construction time, the InfoWorksICM software was used to conduct a detailed analysis of the current situation of the existing drainage pipeline system in the central area, revealing the problems existing in the existing pipeline system and providing important reference for future pipeline renovation and maintenance work.

Keywords: InfoWorksICM; urban drainage capacity; water accumulation risk assessment

引言

个别地区面临着管道不易察觉、建造时间较长、部分缺乏有效维护与管理等诸多挑战, 这些状况使得现有的管道网络变得尤为错综复杂。针对这些状况, 本研究借鉴了英国的 InfoworksICM 模型, 对相关城市现有的管道网络进行详细评估, 旨在诊断现有管道网络的问题点, 以此为依据, 为后续的管道改造及管理策略制定提供参考。

1 基于 infoworksICM 的管网模型的构建

世界范围内的气候异常变化使得极端气象现象屡屡出现, 例如猛烈降雨, 这给社会管理、城市正常运转及居民的日常作业与生活造成了极大的困扰。此外, 部分地区的排水系统及防洪减灾基础设施建设并未与城市发展同步进行。城市在应对暴雨引发的积水问题与紧急管理水平上存在短板, 导致众多地区频发严重的积水灾害。为了有效提升城市排水系统的建设质量与监督效能, 增强城市抵御积水的风险防范能力, 特选定 InfoworksICM 模型作为技术支撑平台。打造了一个专门针对排水系统的水力模型。通过模拟不同典型降雨情形, 对该模型进行计算分析, 以评估排水系统的实际运作状况。

1.1 模型的建立

汇聚市区雨水排放系统、排涝沟渠、抽水泵房、调洪水库等负责雨水排导的基础设施信息, 将这些资讯转换为 ICM 系统能够辨识的数据形式, 进而输入至程序内。接着, 借助拓扑分析和对现场的验证, 确保资料的正确无误和系统的畅通无阻。由此构建的区域现有排水系统模型如图 1

展现。



图 1 城市中心城区管网模型

1.2 产汇流模型

雨水在抵达都市地面后, 经过截留作用、地面洼地填积、地表渗透以及直接形成的地表径流, 最终汇集至雨水收集口。这些径流水随后汇入雨水管道, 与基本流量汇合, 穿越地下管道网络、辅助设施以及溢流井等构造, 最终排放至接纳水体中。InfoWorksICM 程序通过采用分布式水文模型模拟降水的径流过程, 借助于对子流域的高精度空间划分以及对不同地表类型的产流特性进行详尽计算, 实现了对径流量的准确预测。

依据市区中心 1:2000 比例的地形图资料, 将研究区

域内的地表覆盖依据其透水程度划分为屋顶、街路、植被区、水域以及其他五个主要类型。对于不透水的路面，采用恒定径流系数模型来模拟径流产生；而对于透水路面，则选用了霍顿入渗模型。具体城区的地面覆盖现状及其相应类型的径流产生模型初始参数设置详见表 1。在此区域，地表径流的模拟是通过结合连续性方程与曼宁公式，使用 SWMM 非线性蓄水池模型进行计算的。

表 1 下垫面数据统计表

下垫面类型	面积 (km ²)	所占比例 (%)	Fixed 模型及参数	Horton 模型及参数 (初始入渗率—稳态入渗率—持续时间 h)
屋面	17.3	13.8	0.95	
道路	14.6	11.6	0.9	——
绿地	2.2	1.8	——	90—2.5—2
水面	2.2	1.8	0	
其他	88.9	71	——	76—2.5—2

1.3 设计降雨

利用《城市排水防涝系统规划设计标准》确定的短历时 (180min) 暴雨强度公式进行模型模拟计算：

$$P=0.5\sim 10a \quad Q=\frac{885[1+1.58\lg(P+0.66)]}{(t+6.37)^{4.334}}$$

$$P=10\sim 50a \quad Q=\frac{577[1+0.96\lg P]}{(t+2.26)^{0.432}}$$

$$P=100a \quad Q=\frac{1057}{(t-2.26)^{4.317}}$$

式中：q—设计暴雨强度 [L/(s·hm²)]；P—重现期(a)；t—降雨历时 (min)；

在短暂时间内发生的强降雨，其雨型可通过暴雨强度公式及雨峰系数来表述。在都市地区，雨峰系数的选择标准如下：当重现期达到或超过 10 年时，系数值为 0.5；若重现期在 5 至 10 年之间，则系数值为 0.45；当重现期限在 5 年以下时，将比值设定为 0.40。遵循这些暴雨公式及降雨峰值系数的求解成果，挑选了芝加哥雨型以模拟不同重现期下三小时暴雨的分布样式。构建模型之后，通过收集区域内的历史记录和实际观测资料对模型进行检验和确认。在模型输出的计算结果与实际观测数据大致一致时，便开始用其对区域现有排水系统的性能进行评价。

1.4 参数选择

在本项研究中，借助地理信息系统软件实现了数据的整合与分析工作，通过采用 1：500 比例的地形图详细采集了关键地理信息，诸如高程线等，进而计算了不同汇水区的坡度以及管道和检查井的标高数据，具体参数的详细

数值已在表 2 中列出。

表 2 模型相关参数取值

土壤下渗参数/ (mm·h ⁻¹) 最大最小		注蓄/mm 透水不透水		地表糙率	
				透水	不透水
入渗率	入渗率	地表	地表	地表	地表
76.2	10	5	1	0.3	0.015

模型其他参数的取值主要参考《infoworksICM 模型用户手册》中的推荐值及相关文献，并结合当地情况进行修改。

本项研究在搜集了 10 起具备各异降雨分布特征的暴雨案例记录基础上，对城市内涝模拟模型的精确度进行了评价，如表 3 所列，对比了模拟得出的积水范围与实际发生的积水区域数据。

表 3 实测积水面积与模拟积水面积对比表

地段	实际积水面积/hm ²	模拟积水面积/hm ²	误差/%
东兴路森宝段	0.70	0.67	4.29
社兴、东新区	61.40	61.00	0.65
中山路一期	10.82	10.61	1.94
莲东路军休所段	1.70	1.66	2.41
曹溪路段	12.80	12.78	0.16
龙腾路华鼎公馆段	6.10	6.30	-3.28

(1) 该区域布设的雨量监测站点不足，使得对降雨分布的掌握存在困难，城市遭遇暴雨时，不同区域因降雨分布不均，可能会出现不同程度的积水问题。

(2) 所构建的模型仅简化考虑了主要管道，未能涵盖次级管道及管道可能发生的临时性阻塞，导致对某些局部区域的积水点进行模拟时缺乏准确性。

(3) 地面积水数据来源于实地调查，但这些数据并不完整，部分积水深度是依靠估计得出，个别区域的数据甚至存在误差。

2 城市排水能力及积水风险成因

2.1 管理规范有待加强，管理制度落实难度大

目前，市政排水工程施工阶段普遍存在管理缺乏规范性的问题，同时因市政排水工程管理制度缺乏完善导致市政排水能力提升存在诸多问题。从管理角度来看，市政排水工程施工单位多为本地城市建设行政管理部门，部分单位责任心不强，招投标施工单位没有严格按照招投标程序开展，导致市政排水工程项目存在偷工减料的现象发生，为后续市政排水工程管理埋下较大隐患。此外，市政排水工程施工阶段，因管理制度难以有效执行，导致施工现场存在较大安全隐患，不仅会对市政排水工程建设进度造成影响，更是会引发工程建设质量及人员安全风险。

以我国首都北京为研究对象，明确了北京市的防洪排

涝标准为五十年至一百年一遇，相应的降雨量标准为 268.6~299.0mm。本研究选取 24 小时降雨量 299mm 作为主要模拟情景，并在此基础上，结合短时段内的降雨过程（包括 15 分钟 47mm、30 分钟 70mm、1 小时 97mm、3 小时 148mm、6 小时 189mm），以此作为积水内涝风险图的展示情景，具体的不同时段降雨特征值详见表 4。

2.2 资金投入和进度问题

地方政府在市政排水工程施工阶段投入大量资金，但从资金使用率上来看，没有将资金投入的优势充分发挥，导致工程市政排水能力提升存在诸多问题。市政排水工程施工阶段，为减少工程对城市交通、服务等造成的影响，市政排水工程施工工期相对较短，在此期间，资金运用的合理性决定了整体工程施工质量与效率，通过对项目投入资金合理调配，保障市政排水工程技术、设备、人员等资源得到合理优化，以此促进市政排水工程施工质量。但从调查来看，诸多管理人员缺少对资金配置的合理优化，或因其他因素影响，导致工程资源配置存在问题，没有发挥地方政府投入资金的优势，导致市政排水工程存在分配不均、投资混乱、随意浪费等现象发生。

2.3 工程管理人员专业性不强

市政排水能力提升需要专业性较强的工程管理人员进行管理，但从当前市政排水能力提升来看，因排水能力提升人员经验水平不足，对市政排水工程施工知识的各流程、各环节认知度不足，无法对工程项目中的细节问题进行分析，排水能力提升工作流于表面，导致管理者无法在第一时间应对突发情况，造成市政排水能力提升质量不高。此外，因管理人员缺乏项目管理经验，在市政排水能力提升阶段存在工作安排缺乏合理性、管理规划不健全等问题，最终导致市政排水能力提升存在诸多弊端。

3 模拟结果

3.1 模型参数

该排水系统模型的关键参数涵盖管道的粗糙度以及径流指标等要素。管道的粗糙度依据不同管材的特性而设定，具体数值详见表 5 所示。

表 4 各管道糙率取值表

管材	钢管	陶土管、铸铁管	(钢筋)混凝土管
糙率	0.012	0.013	0.013

表 5 各下垫面径流系数取值表

类型	房屋	道路	不透水地面	透水地面	裸土	草地	水体
径流系数	0.9	0.85	0.9	0.55	0.15	0.2	0.9

河流模型中的关键参数是粗糙度系数。在该研究区域中，河流的综合粗糙度系数范围设定在 0.025 至 0.033 之间。构建了一个模拟降雨过程，其降雨持续时间设定为 120 分钟，时间间隔设定为每 5 分钟一个步长，并针对不同重现期设计了相应的短期降雨模型，具体的设计降雨结果详见表 6。

表 6 各重现期短历时设计降雨成果表

重现期/a	最大降雨强度/mm·h-1	120min 累积降雨/mm
1	119	57.1
2	142	64.5
3	156	79.3
5	174	89.7

表 7 遇长历时设计降雨成果表

重现期	最大降雨强度	24h 累积降雨
/a	/mm·h-1	/mm
30	79.1	304.4

3.2 静态数据的分析

通过排水管网模型的建立实现了市政排水管网的完全数字化，为排水管网的资产管理、日常养护和水利建模项目提取了良好基础。由于连年水流的侵蚀作用、地壳构造的变动以及陈旧的施工技术等原因，排污水管往往会形成结构性的损坏，例如管道接头位置偏差、重力流管道的倒坡设置、粗管道与细管道的衔接不当、管道末端无出口以及生活污水直接排入水体的排放口等问题。这些管网系统中的弊端，不仅削弱了管网的输水效率，而且未经处理的污水直接排入自然水体，导致环境污染，成为日常管网维护和升级改造的关键环节。管网的基础数据统计及其问题分布情况见图 2



图 2 管网基础数据统计问题分布图

在整体市政排水工程建设中，市政排水工程建设质量控制占据重要地位，因此需要做好质量监管工作，相关管理人员需要收集和保管施工材料和相关文书，结合规范制度，进行把控和严格管理，对于日后验证有一定优势。在施工过程中，如果出现技术问题，需要做好分析了解，包含材料、设备的使用情况，以及材料设备消耗状况。做好检测维修工作，一旦发现设备故障需要及时处理。施工过程中，每个工作人员都要做好测量记录，保障设备质量与施工需求保持一致，在需要对市政排水管道进行清洁，此项工作属于施工前期的准备工作，严格按照规定进行清洁，促使市政排水工作开展质量得到保证。工件表面在清洁完成后工作人员需要严格审查建筑材料，使其符合标准要求，施工人员在施工期间，操作要符合规范，促使市政排水工程进度得到保证。

采用五年、十年、二十年、三十年不遇的 24 小时极端降水量作为模型输入变量,由此得出的设计洪水过程线被设定为模型的入口边界条件。至于下游排放口的设计洪水位,则是通过拓展流域范围的水文评估来确认,作为模型出口的边界条件,以此来模拟 L 市中心城区可能出现的内涝状况。不同重现期下的积水区域模拟结果详见表 89。

表 8 不同暴雨重现期积水面积统计表

积水深度/cm	积水面积/hm ²			
	5 年一遇	10 年一遇	20 年一遇	30 年一遇
>50	7.43	14.85	44.55	63.11
40~50	7.43	25.99	11.14	0
30~40	7.43	14.85	22.38	53.12
20~30	3.71	45.81	109.26	89.71
10~20	50.42	179.31	239.71	295.01

由观察数据表明,当暴雨的发生频率提升,城市发生内涝的受影响区域面积逐渐拓宽,积水的深度也随之上升。在五年一遇的暴雨情况下,积水普遍深度为 8.7mm,最深积水可达 60cm;而十年一遇的暴雨,积水深度平均为 26.6mm,最深积水达到 70cm;面对二十年一遇的暴雨,积水深度平均值为 37.6mm,最深积水记录为 100cm;至于三十年一遇的暴雨,积水深度平均值升至 44.0mm,最深积水则达到 115cm。

3.3 管网排水能力的评估

依据我国《室外排水设计规范(2014 版)》(GB 50014—2006)的相关要求,在进行雨水和合流制管道设计过程中,必须依照满管流的基本原则,对一年一遇、三年一遇以及五年一遇的设计暴雨条件下管道的水力特性进行了

详尽的仿真分析。在此基础上,进一步对汉口中心区的排水管道在排涝方面的效率进行了细致评价,相关数据详见表 9。

表 9 设计降雨条件下管涵达标统计表

设计降雨 P	重现期 P=1	重现期 P=3	重现期 P=5
管渠达标长度(km)	900.3	391.7	189.3
达标率(%)	70.2	30.5	14.8

4 结束语

综上所述,我国市政排水能力提升的研究起步较晚,目前诸多市政排水能力提升存在一定问题亟待解决,较为常见的现象为管理模式陈旧、人员能力不足等,对市政排水工程项目质量管理造成巨大影响。为促进市政排水能力提升质量提升,文章以市政排水能力提升实践与创新进行梳理与分析,旨在为广大学者市政排水能力提升提供参考帮助。

【参考文献】

- [1]成嘉玮.论市政排水基础设施的雨污分流改造重点及方案[J].居业,2024(8):55-57.
- [2]白莲霞.加强市政排水设施维修养护中的安全防护工作探究[J].产品可靠性报告,2024(5):144-146.
- [3]游畅.InfoWorksICM 在城市排水系统雨水管网改造中的应用[J].黑龙江水利科技,2020,48(3):139-142.
- [4]高原.基于自主开发的排水防涝规划设计与模拟软件应用研究[J].中国市政工程,2019(1):46-48.
- [5]陈翠珍,蒋佳鑫,李敏.基于 InfoWorksICM 的武汉市汉口主城区排水能力评估[J].河南科技,2019(21):124-125.

作者简介:文小聪(1988.7—),男,汉族,毕业学校:合肥工业大学,现工作单位:中铁市政环境建设有限公司。

城市轨道交通施工项目精细化管理评价研究

宁武超¹ 李鑫² 毛志刚²

1. 中交路桥华北工程有限公司, 北京 100000

2. 中国交通建设集团有限公司, 北京 100000

[摘要]随着城市化的日益发展,城市轨道交通成为解决城市交通问题的重要方式。为了提高城市轨道交通建设项目的管理效率和质量,实施精细化管理显得尤为关键。本研究围绕城市轨道交通施工项目的精细化管理,采用定量与定性相结合的方法,构建了评价指标体系,包括项目策划、资源配置、进度控制、成本控制、质量安全等多个方面,并运用层次分析法(AHP)和实证分析对模型进行验证。研究结果表明,精细化管理能有效提升项目整体运行的效率及质量,且在风险控制和资源优化配置中发挥显著作用。此外,通过案例分析,验证了评价体系和管理方法的实际应用效果,提出了改善建议和策略。本研究为城市轨道交通施工项目的精细化管理提供了理论依据和实践指导,对于推动城市轨道交通项目健康发展具有重要意义。

[关键词]城市轨道交通;精细化管理;项目评价;风险控制;资源优化配置

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14782

中图分类号: TU723

文献标识码: A

Research on Fine Management Evaluation of Urban Rail Transit Construction Projects

NING Wuchao¹, LI Xin², MAO Zhigang²

1. China Communications Road and Bridge North China Engineering Co., Ltd., Beijing, 100000, China

2. China Communications Construction Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract: With the increasing development of urbanization, urban rail transit has become an important way to solve urban transportation problems. In order to improve the management efficiency and quality of urban rail transit construction projects, implementing refined management is particularly crucial. This study focuses on the refined management of urban rail transit construction projects, using a combination of quantitative and qualitative methods to construct an evaluation index system, including project planning, resource allocation, schedule control, cost control, quality and safety, and other aspects. The Analytic Hierarchy Process (AHP) and empirical analysis are used to verify the model. The research results indicate that refined management can effectively improve the efficiency and quality of overall project operation, and play a significant role in risk control and resource optimization allocation. In addition, through case analysis, the practical application effects of the evaluation system and management methods were verified, and improvement suggestions and strategies were proposed. This study provides theoretical basis and practical guidance for the refined management of urban rail transit construction projects, which is of great significance for promoting the healthy development of urban rail transit projects.

Keywords: urban rail transit; fine management; project evaluation; risk control; resource optimization and allocation

引言

随着全球城市化速度的加快,城市交通问题的挑战日益凸显。各大城市普遍面临着交通拥堵、出行困难等问题的困扰。为应对这一挑战,城市轨道交通作为一种高效、便捷的公共交通方式,正逐渐在全球范围内得到广泛的推广和应用。然而,如何高效、有序地推进城市轨道交通的建设,确保项目的质量和进度,并将项目风险和成本控制在合理范围内,是项目执行过程中的重重挑战。为解决上述问题,本研究提出了精细化管理方法,即通过精益管理思想,对城市轨道交通施工项目进行全过程、全方位、全要素的细致管理,以提高项目管理效率和质量。为建立精细化管理评价体系,本研究经过深入研究,并参考实际施工项目,构建了包括项目策划、资源配置、进度控制、成本控制、质量安全等多个方面的评价指标,再结合层次分

析法(AHP)及实证分析等方法,对模型进行有效验证。我们的研究成果显示,通过精细化管理,可以显著提升城市轨道交通施工项目的效率及质量,并在风险控制和资源优化配置中起到显著作用。希望本研究能对城市轨道交通施工项目的精细化管理提供理论依据和实践指导,推动我国城市轨道交通项目的健康发展。

1 城市轨道交通施工项目精细化管理的理论基础

1.1 城市轨道交通的发展与趋势

城市轨道交通是一种高效、环保的公共交通方式,其发展与城市化进程密切相关^[1]。随着城市人口的快速增长和城市面积的持续扩张,城市交通问题日益突出,轨道交通成为解决这些问题的重要途径。轨道交通不仅能够有效缓解地面交通的压力,还具有减少能源消耗和降低环境污染的优势。许多城市纷纷加大对轨道交通系统的投资与建

设力度，以推动城市的可持续发展。

城市轨道交通的发展经历了多个阶段，从最初的单一线路发展到如今的多线路、网络化运营，技术水平和管理模式也不断进步。当前，信息化、智能化和自动化技术广泛应用于轨道交通系统中，为提高运行效率和服务质量提供了可能。轨道交通的发展趋势还包括更高的安全性、更佳的经济性以及更好的乘客体验。

在发展过程中，轨道交通项目需应对诸多挑战，如复杂的施工环境、高昂的建设成本和严格的安全标准等。提升施工项目的管理水平成为确保项目成功的关键。通过加强精细化管理，能够在项目策划、资源配置、进度控制等方面实现优化，提高工程的整体效率和质量。精细化管理还能够有效控制项目风险和成本，促进资源的优化配置，是确保城市轨道交通项目高效、顺利推进的重要手段。

随着城市轨道交通的迅速发展，其在城市交通中的地位愈加重要^[2]。面对新的机遇和挑战，加强施工项目的精细化管理对于城市轨道交通的持续、健康发展具有重要意义。这不仅能够提升项目的管理效能，还为城市的综合交通发展提供有力支持。

1.2 精细化管理的理论背景与重要性

精细化管理作为一种先进的管理理念，是在管理理论发展过程中形成的，其宗旨在于通过细化管理流程、提高管理标准，以实现资源的最优配置及效益的最大化。在城市轨道交通施工项目中，精细化管理的采用尤为重要，能够有效提高项目的管理效率和质量，降低施工过程中的风险^[3]。

精细化管理起源于制造业，在不断发展的过程中逐步扩展到建筑、服务等多个行业。其理论基础是充分运用信息技术和科学管理方法，将各项管理内容细分，通过细化的管理方案来提高整体的运作效率。对于城市轨道交通项目，其建设周期长、技术复杂、涉及的领域多样。精细化管理能够通过详细的规划和精确的控制手段，确保项目按时、保质、在预算内完成。

在城市轨道交通施工项目中，精细化管理的应用体现出显著的重要性。从项目策划到实施的每个阶段，都需要对其进行科学的分析与合理的安排。精细化的管理策略使得项目经理能够通过精确的数据和信息做出科学的决策，在资源的使用和时间的安排上达到最佳状态。这种管理方式能够有效地识别和控制潜在风险，提高质量安全的保障水平。

精细化管理不仅有助于提高项目的内部效率，还能够项目的外部环境中创造更大的价值。在当今城市化进程加快、人力资源成本不断上升的背景下，如何以更高效的方式完成复杂的交通项目建设，是城市管理者面临的重大挑战。精细化管理为这一难题提供了有效的解决路径。通过优化资源配置、实施精细化管理策略，可以在降低费用的提升项目的整体效益与竞争力。

精细化管理在城市轨道交通施工项目中的实施，不仅是对传统管理方式的革新，更是提升项目整体水平的重要

途径。它为项目全生命周期的管理提供了完整、科学的理论支持，在推动城市轨道交通项目健康、可持续发展的也提升了项目管理的现代化水平和国际竞争力。

1.3 城市轨道交通施工项目管理的现状与挑战

城市轨道交通施工项目管理在近年来迎来了巨大的需求增长，但也面临着诸多挑战。城市轨道交通项目通常具有规模大、周期长、技术复杂等特点，这导致在施工过程中易出现管理难度增大的问题。项目涉及的工程环节多、参与方众多，需要极高的协调与统筹能力。城市轨道交通建设受制于城市发展的复杂环境，施工现场通常位于人口密集区域，限制条件较多，如何在保障质量安全的前提下顺利推进项目，是又一重大挑战^[4]。

现阶段，施工项目管理中普遍存在着计划不周、资源浪费、信息传递不畅的问题。传统的管理方式在面对日益复杂的项目环境时，难以保证资源的高效配置与风险的有效防控。成本超支和工期延误成为常见的问题，这不仅影响了工程的整体效益，也降低了公众对项目的信任度。项目管理在技术应用上的创新滞后，数字化与信息化技术的应用尚未充分成熟。

面对这些挑战，施工项目管理亟须转向更加精细化、系统化的管理模式，以提升整体管理效率和质量，为城市轨道交通的健康发展提供有力保障。这需要管理者在规划、执行和监督等各个环节，进行更为严密的设计与管理，从而克服现有的管理局限。

2 城市轨道交通施工项目精细化管理评价指标体系构建

2.1 项目策划方面的精细化管理指标

项目策划是城市轨道交通施工项目精细化管理的起点，也是项目成功的关键环节。有效的项目策划可以确保项目资源的合理分配，降低项目风险，提高项目的整体效率和质量。为了构建科学合理的项目策划精细化管理评价指标体系，需要全面考量多个维度。

政策环境和市场需求的分析需要纳入指标体系。此过程涉及对政府政策、法规及市场趋势的研究，以确保项目策划具有前瞻性和适应性。评估时应重点关注政策符合性及市场预测准确性。

项目目标设定的明确度和可实现性也是关键指标。通过设置清晰、具体且可衡量的目标，确保项目各个阶段的执行方向明确。项目目标的合理性和可行性直接关系到项目的可持续性和成功率。

项目方案设计的科学性同样是不可忽视的方面。此部分要求在设计过程中综合考虑项目的技术、经济和社会因素，确保方案的创新性与可操作性。设计方案应包含详细的技术路线、施工工艺以及时间安排等，以便于后续管理和调整。

项目资源配置计划的合理性需加以重视。合理的资源配置有助于优化人力、物力及财力的使用效率，降低冗余及浪费。评价过程中需考察资源配置的全面性和适应性，

以支持项目顺利实施。

沟通与协调计划也是重要的评价指标。成功的项目策划通常需要多方协调,在指标体系中需考虑沟通渠道的有效性和协调机制的健全程度。有效的沟通与协调能够促进项目团队的凝聚力和执行力^[5]。

风险管理计划的完善程度是保障项目顺利开展的保障。在策划阶段进行全面的风险识别与评估,有助于在实际操作中进行及时调整和防控。计划应包含风险识别、评估、响应和监控四个步骤,以应对各种可能的不确定性。

通过以上几个方面的综合考量,可以构建出全面的项目策划精细化管理评价指标体系,有助于提升城市轨道交通施工项目的管理效率和质量,为项目的成功实施奠定坚实基础。

2.2 资源配置方面的精细化管理指标

在城市轨道交通施工项目中,资源配置的精细化管理是确保项目顺利进行的重要环节。资源配置不仅关系到人力、物资、设备等方面的合理调配,而且还涉及资源的动态优化和实时监控。构建科学合理的资源配置精细化管理指标体系,有助于提高资源利用效率,降低项目成本,确保施工质量。

资源配置方面的精细化管理指标主要包括人力资源管理指标、物资资源管理指标以及设备资源管理指标。人力资源管理指标旨在科学合理地分配施工项目中的各类人力资源,确保人尽其才、人岗相适,具体包括人员配置优化度、劳动力利用率、人员培训覆盖率、人员参与度以及人员考核指标等。人员配置优化度通过岗位职责和技能匹配程度来衡量,劳动力利用率则通过全员劳动生产率及工时利用率来评价。

物资资源管理指标包含物资采购及时性、物资储备充足率、物资利用效率及物资消耗控制等指标。物资采购及时性衡量在项目各阶段物资是否能够按时到位,直接关系到施工进度与质量。物资储备充足率保障施工过程中不会因材料短缺而中断,而物资利用效率及物资消耗控制则通过严格的物资管理与控制系统来实现,提高物资的利用率,减少浪费。

设备资源管理指标则包括设备利用率、设备完好率、设备调配及时性与设备维护管理等。设备利用率通过量化设备在实际施工中的使用时间来衡量,设备完好率反映设备是否处于最佳工作状态。设备调配及时性则确保设备能在需要时及时到位,设备维护管理通过定期检查和修理计划来保障设备的正常运转,减少设备故障率。

通过对上述资源配置方面的精细化管理指标的有效监控和分析,可以实现资源供需的动态平衡,优化资源配置,提高资源利用效率,降低项目成本。这些指标还能明确各环节的管理责任,推动管理工作的规范化和标准化,为城市轨道交通施工项目的成功奠定坚实基础。

2.3 进度控制成本控制质量安全等方面的精细化管理指标

本节主要探讨精细化管理在进度控制、成本控制及质量安全方面的评价指标体系。进度控制指标包括:计划执行率、工期偏差率,通过实时监控施工进度,确保各工序按计划完成。成本控制指标涵盖预算执行率、成本偏差率,重点在于严格控制预算支出,与实际费用保持一致。质量安全指标则包含工程合格率、安全事故率,强调通过严格的质量检查和安全管控,降低事故发生概率。通过以上指标的建立,能够系统性评估施工项目在各管理环节的表现,有助于及时识别和解决潜在问题,实现资源的最优配置和项目目标的顺利达成。该评价指标体系的实施,为提高城市轨道交通施工项目的管理水准提供了科学依据,也为后续的管理优化奠定了基础。

3 结束语

本研究从实证和理论两个角度对城市轨道交通施工项目的精细化管理进行了全面研究,打破了传统的项目管理模式,提出了一套更具针对性的精细化管理评价指标,突出项目策划,资源配置,进度控制,成本控制及质量安全等多个方面,并使用层次分析法对模型进行了详尽的论证。研究结果不仅证实了精细化管理在提升项目运行效率和质量方面的重要性,更拓展了其在风险控制和资源优化配置中的应用。然而,该研究也存在一些局限,如:针对复杂的城市轨道交通施工项目,精细化管理评价指标可能需要进一步扩展和优化,并加强研究和实践;同时,对于精细化管理的实施效果评估,需要更多的实证案例进行验证和改进。在未来的研究中,我们将进一步完善评价体系,加强实证研究,提高精细化管理在城市轨道交通施工项目中的实用性和有效性。通过持续研究,我们希望本研究能为城市轨道交通施工项目的精细化管理提供更深入的理论支持和实践经验,从而推动城市轨道交通项目健康、高效发展。

[参考文献]

- [1] 邓林.城市轨道交通工程施工项目安全生产精细化管理措施研究[J]. 交通科技与管理, 2020(10):134-135.
 - [2] 李闯.城市轨道交通工程施工项目安全生产精细化管理措施[J]. 汽车周刊, 2022(11):105-106.
 - [3] 石俊刚杨静.城市轨道交通乘务员精细化配置方法研究[J]. 现代城市轨道交通, 2019(1):69-72.
 - [4] 孙琦,高彦宇,许心越,等.城市轨道交通精细化客流预测系统设计与实现[J]. 铁路计算机应用, 2021,30(12):70-78.
 - [5] 李宁.城市轨道交通项目施工风险管理研究[J]. 城市建筑, 2019,16(17):185-186.
- 作者简介: 宁武超(1990.9—),男,民族:汉,籍贯:陕西渭南,毕业院校:青海交通职业技术学院,毕业专业:道路桥梁工程技术,研究方向,现在职位:工程师。

桥梁结构钢材疲劳性能与寿命预测模型研究

王 勇

湖北省路桥集团有限公司, 湖北 武汉 430000

[摘要]随着交通负载的不断增长,桥梁作为关键基础设施,正面临越来越严峻的安全隐患。在长期荷载的作用下,桥梁结构可能发生疲劳性损伤,导致性能退化,甚至出现结构故障。为了有效预测钢材的疲劳寿命,并结合现代的预测模型与有限元分析技术,成为了当今桥梁研究中的重要方向。文章探讨钢材疲劳特性,并通过实验与理论相结合的方式,提出有效的疲劳寿命预测方法。

[关键词]桥梁结构;钢材;疲劳性能;寿命预测;有限元分析

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14762

中图分类号: U448.14

文献标识码: A

Research on Fatigue Performance and Life Prediction Model of Bridge Structural Steel

WANG Yong

Hubei Road & Bridge Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract: With the continuous increase of traffic load, bridges, as key infrastructure, are facing increasingly severe safety hazards. Under long-term loads, bridge structures may experience fatigue damage, leading to performance degradation and even structural failure. In order to effectively predict the fatigue life of steel and combine modern prediction models with finite element analysis techniques, it has become an important direction in current bridge research. The article explores the fatigue characteristics of steel and proposes an effective method for predicting fatigue life through a combination of experiments and theory.

Keywords: bridge structure; steel products; fatigue performance; life prediction; finite element analysis

桥梁作为重要的交通基础设施,其使用寿命和安全性直接关系到人民群众的生命财产安全。钢材是桥梁结构中常用的材料之一,其在长时间荷载作用下容易发生疲劳损伤,因此,研究钢材的疲劳性能与寿命预测成为了桥梁工程领域的重要课题。通过建立准确的疲劳寿命预测模型,可以有效评估桥梁的使用寿命,为桥梁的设计、施工、维护提供科学依据。

1 常见的疲劳寿命预测方法

1.1 S-N 曲线法

S-N 曲线法是一种经典的疲劳寿命预测技术,在工程设计中有着广泛的应用。该方法基于实验数据绘制的应力-寿命(S-N)曲线,可以用来估算材料在不同应力水平下的疲劳寿命。其基本的数学表达式为:

$$N = C \cdot S^{-b} \quad (1)$$

其中, N 为疲劳寿命, S 为应力幅值, C 是常数, b 为材料的疲劳指数。S-N 曲线法操作简单,计算便捷,因此在处理常见的工况问题时十分高效。然而,这一方法在面对复杂的荷载工况时存在局限,尤其是在变幅荷载或复杂应力状态下,其预测精度较低。因此,尽管该方法适用于基础工程设计,其应用范围却受到一定的限制。

1.2 应力谱法

应力谱法是一种考虑了荷载变化特性的疲劳寿命预测方法,能够模拟实际工作中荷载的变幅特性。通过分析工作荷载的应力谱,能够为不同的荷载历史下的疲劳寿命

提供估算。该方法基于 Palmgren-Miner 损伤累积准则,具体的数学表达式为:

$$\sum_{i=1}^n \frac{n_i}{N_i} = 1 \quad (2)$$

其中, n_i 表示第 i 种应力幅值出现的次数, N_i 为该应力幅值下的疲劳寿命。与 S-N 曲线法相比,应力谱法能够处理更为复杂的荷载历史,适用于动态荷载等复杂工况,广泛应用于交通、航空等领域。然而,该方法需要大量的荷载谱数据,且计算较为繁琐,精度依赖于荷载数据的完整性与准确性。

1.3 局部应变法

局部应变法侧重于对结构局部区域应变响应的分析,尤其是在高应力集中的部位,能够为疲劳寿命的预测提供精准依据。该方法通过局部应变与应力的关系来进行疲劳寿命估算,其基本公式为:

$$N = \left(\frac{\Delta \epsilon}{\Delta \epsilon_f} \right)^{-m} \quad (3)$$

在该公式中, $\Delta \epsilon$ 表示应变幅值, $\Delta \epsilon_f$ 为材料的疲劳极限应变幅值, m 为疲劳指数。局部应变法能够准确分析裂纹的萌生与扩展,特别适合于焊接接头等高应力集中区域的疲劳分析。尽管该方法的预测精度较高,但其计算过程较为复杂,常常依赖于数值模拟或者大量的实验数据。因此,在大规模结构分析中,采用该方法时可能面临较高的

计算成本与资源需求。

2 疲劳寿命的影响因素

疲劳寿命的预测受到多种因素的共同作用,包括材料的本身特性、外部荷载的性质、环境条件及结构设计等。各因素相互交织,综合影响结构的疲劳寿命。材料的疲劳强度及韧性直接决定其抗疲劳的能力。具有较高疲劳极限的材料,能在较长时间内承受更多的载荷循环,从而延长使用寿命^[1]。外部荷载的变幅性、频率变化及荷载历史等因素,会在一定程度上影响疲劳过程,尤其是在荷载波动较大的情况下,损伤积累的速度加快,导致疲劳寿命缩短。环境因素对材料的疲劳性能同样起着重要作用,尤其是温度、湿度以及腐蚀等环境条件。在腐蚀介质下,裂纹的萌生与扩展会加速,从而缩短材料的使用寿命。结构设计中存在应力集中的部位,如焊接接头或几何不连续性区域,也更易成为疲劳破坏的薄弱环节。

3 桥梁结构钢材疲劳寿命的实验研究

3.1 实验设计与方法

为研究桥梁钢材在长期荷载作用下的疲劳行为,本实验选取了多种钢材类型,并设计了多种加载条件,模拟真实工况以获取相关数据。实验中使用疲劳试验机施加荷载,利用应变计监测材料的应力-应变特性,同时借助光学显微镜观察裂纹的生成与扩展。实验通过逐步施加不同水平的应力来模拟疲劳过程,记录每阶段的损伤情况,形成了一套完整的数据采集与分析流程,为后续模型的建立提供了精确的数据支持。

3.2 实验材料与设备

研究选用了桥梁工程中常见的结构钢材,包括 Q345 和 Q235 等,材料具有较高的机械强度和优良的加工性能。实验设备方面,疲劳试验机是核心仪器,用于模拟实际荷载条件并精确控制加载过程;应变计实时记录钢材的应力-应变响应,为疲劳寿命的计算提供了基础数据;光学显微镜则用于详细观察裂纹在疲劳加载过程中逐步扩展的形态与速度。

3.3 实验过程与数据分析

实验以逐级加载的方式评估钢材的疲劳损伤,实时采集每个阶段的应力-应变数据,并通过显微镜记录裂纹扩展的微观特征。随着加载应力的增加,材料的疲劳损伤逐步积累,最终形成贯穿裂纹。数据分析采用 S-N 曲线法,对钢材在不同应力水平下的疲劳寿命进行估算。裂纹扩展的观察结果揭示了材料疲劳破坏的演化机制。数据处理过程中,结合应力循环次数与损伤积累规律,对疲劳寿命进行量化,明确了疲劳过程中的关键影响因素。

3.4 实验结果与讨论

实验发现,不同应力水平显著影响钢材的疲劳寿命。低应力状态下,钢材能够承受较多的循环加载,而高应力条件下,疲劳寿命显著缩短,裂纹扩展速度明显加快,疲劳损伤的积累过程呈现出更高的非线性特征。实验还表明,

加载条件对疲劳寿命影响显著,尤其是在变幅荷载下,疲劳寿命较恒定荷载条件更短,频繁的荷载波动更易加速疲劳损伤的形成。通过深入分析实验数据,发现疲劳寿命受应力水平、加载模式以及材料性能的共同作用影响。荷载历史和应力幅值的波动对裂纹扩展的速度和范围起到了决定性作用。研究结果不仅揭示了疲劳过程的内在规律,还为钢材的疲劳寿命预测提供了可靠依据,为优化桥梁钢材设计和疲劳性能提升指明了方向。

4 钢材疲劳寿命预测模型的建立

4.1 预测模型的基本原理

钢材疲劳寿命预测模型的建立基于对其微观损伤演化及宏观疲劳行为之间联系的研究。应力-应变响应的精确描述,为分析材料在不同工况下的疲劳寿命奠定了基础。通常,采用实验数据建立数学模型,用以估算复杂条件下的疲劳寿命。材料的疲劳特性主要通过应力幅值、循环次数与寿命的关系呈现,该关系常用如下公式描述:

$$N_f = \frac{1}{A(\sigma - \sigma_e)^m} \quad (4)$$

公式中,疲劳寿命以 N_f 表示,作用应力为 σ ,疲劳极限为 σ_e ,而 A 与 m 则为材料特定的参数。在复杂荷载条件下,需将非线性损伤累积特性纳入模型,以提高其适应性和准确性。

4.2 模型建立的关键步骤

构建疲劳寿命预测模型需要完成多个核心步骤,包括方法选择、数据收集及模型验证。依据预测需求,常用方法涵盖 S-N 曲线模型、局部应变法及断裂力学模型等。实验数据通过疲劳试验设备获取,在加载过程中记录材料的应力-应变响应及疲劳损伤规律。损伤的累积常用 Miner 法则表示,其公式为:

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{n_i}{N_i} \leq 1 \quad (5)$$

其中,损伤程度由 D 表示, n_i 为特定应力水平下的循环次数, N_i 为相应的疲劳寿命。模型参数校准需基于实验数据,通过误差最小化提升精度。针对不同应力状态的损伤规律差异,需结合理论与实验开展参数优化,确保模型能够准确反映材料疲劳特性。

4.3 考虑不同工况下的预测模型

桥梁结构在动态荷载、温度变化及湿度条件下的疲劳寿命差异显著,因此预测模型需针对实际工况进行调整与扩展。通过引入修正系数 k ,可以对环境条件对疲劳寿命的影响进行修正,其公式为:

$$N'_f = k \cdot N_f \quad (6)$$

其中,修正系数 k 根据实验拟合而得。在动态载荷作用下,材料的应力响应可用以下积分公式描述:

$$N_f = \frac{1}{\int_0^T A(\sigma(t) - \sigma_e)^m dt} \quad (7)$$

公式中,应力随时间的变化用 $\sigma(t)$ 表达, T 为周期长度。采用这种方法,模型能够准确刻画材料在动态条件下的疲劳行为。

4.4 模型的精度与验证

模型精度直接影响预测结果的可信度,通过实验数据验证其有效性极为重要。均方根误差(RMSE)常用于衡量模型预测与实际数据的偏差,其计算公式为:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (N_{f,exp} - N_{f,pred})^2} \quad (8)$$

其中,实验测得的疲劳寿命为 $N_{f,exp}$,模型预测值为 $N_{f,pred}$ 。若预测误差超出容许范围,需进一步调整模型结构或增加新的影响因子(如裂纹扩展速率的非线性变化)。通过与实验数据的对比,模型的性能持续优化,其预测的精确性也得以提升。

5 基于有限元分析的疲劳寿命预测

5.1 有限元分析在疲劳寿命预测中的应用

有限元分析(FEA)作为一种重要的数值模拟工具,通过建立详细的三维桥梁模型,结合材料的非线性行为、荷载历史等因素,能够更精确地估算疲劳寿命^[2]。与传统的理论预测方法相比,有限元分析在捕捉结构局部高应力区域方面具有明显优势,它可以有效模拟材料的复杂行为,特别是在动态荷载作用下的疲劳响应。此外,环境因素如温度变化、湿度等也能够模型中得到合理考虑,这使得模拟结果更贴合实际使用情况。

5.2 桥梁结构有限元建模

利用 ANSYS、Abaqus 等有限元软件,可以构建桥梁结构的三维模型,准确再现其在各种荷载作用下的响应。为保证模拟结果的准确性,建模过程中必须充分考虑材料本构关系、接触条件以及几何形状的细节。特别是对桥梁关键部位,如支座、焊缝等应力集中区域,应采用更为精细的网格划分。精确的网格划分有助于捕捉局部的应力集中现象,进而提高分析的精度。此外,合理设定荷载类型及边界条件,也是确保模型可靠性的关键。

5.3 疲劳分析与寿命评估

在有限元分析框架下,复杂的应力时程通常会经过雨流计数法处理,以便转化为不同幅值的循环次数,并进一步依据矿业损伤理论或断裂力学模型进行计算。在实际应用中,模型应根据不同的工作条件,如温度、湿度等环境因素,进行适当修正,以提高预测的准确性。此外,疲劳寿命的评估不仅关注传统静态荷载,还需考虑动态荷载、交通荷载等复杂情况,确保结果的全面性。

5.4 有限元分析结果的讨论

通过将有限元分析结果与实际实验数据进行对比,验证了该分析方法在桥梁疲劳寿命预测中的有效性^[3]。对结果的进一步探讨表明,有限元分析相比传统方法,尤其在处理局部高应力区域的疲劳预测方面,表现出更高的精度。然而,模型的准确性仍然受到一些因素的影响,如材料参数的选择、荷载历史的模拟准确度及网格划分的精细度等。

针对这一问题,对关键参数的敏感性分析显得尤为重要,可以通过调整模型参数来优化结果。为了进一步提升预测的可靠性,后续研究可以聚焦于提高模型的精度,优化建模方法,并通过更多的实验验证模型的适用性。

6 桥梁结构疲劳性能优化与寿命延长措施

6.1 结构设计优化

通过精心设计桥梁结构,可有效减少应力集中的现象,从而提升其疲劳强度,延长使用寿命。应力集中通常发生在桥梁的连接部位、支座及焊接区域,这些地方由于材料不均匀或几何形状的复杂性,容易成为疲劳损伤的源头。优化结构设计,采取合理的连接方式或渐变过渡设计,能够有效减小应力集中现象,增强结构的整体抗疲劳能力。精确的荷载分配与施工方法同样对改善桥梁的受力状态起到关键作用。

6.2 材料选择与改良

选择高强度钢材及抗疲劳性能较好的材料,对于提高桥梁的整体耐久性具有重要意义。高强度低合金钢、合金钢及碳纤维复合材料等新型材料,具备了更高的抗疲劳性能及耐腐蚀性,能够有效适应多变的工作环境。这些材料在满足强度要求的同时,还能够增强桥梁的长期耐久性。除了材料选择外,通过表面处理技术,如热处理或涂层技术,也能有效提高钢材的疲劳强度。

6.3 施工与维护措施

施工过程中,采用先进的施工工艺能够减少因操作不当导致的材料损伤,从而确保桥梁结构的稳定性。特别是在焊接过程中,焊接缺陷往往是疲劳损伤的根源,精确控制焊接质量至关重要。采用先进的焊接技术,结合优化的施工流程,可有效降低疲劳裂纹的产生。此外,施工后的定期检查与维护对于延缓疲劳损伤的扩展起到了关键作用。定期检查能够及时发现潜在的裂纹或腐蚀问题,并进行修复,有效防止这些损伤扩展至严重程度。针对疲劳损伤较为严重的部位,可以进行局部加固,进一步提高桥梁的疲劳强度。

6.4 基于预测模型的寿命管理策略

借助疲劳寿命预测模型,通过精确预测模型,桥梁的疲劳状态得以实时监控,管理者能够基于预测结果采取有效的预防措施,减少潜在风险的发生。依据这些预测数据,可以制定出科学合理的维护计划,包括定期检查、维修与加固等措施,以确保桥梁始终处于最佳工作状态。通过定期关注预测模型指出的疲劳高风险区域,管理人员可以及时进行专项监测与维护,避免疲劳裂纹的扩展。对于已经出现疲劳损伤的部分,能够在早期进行修复,防止损伤蔓延,确保桥梁的结构安全。此外,借助预测模型优化资源配置,避免不必要的维修支出,提高了维护工作的经济效益。

益与管理效率。

7 结语

钢材疲劳寿命受到诸多因素的综合影响,包括材料特性、荷载历史、环境条件以及结构设计等。在设计中采用合理的优化方案及高性能材料,有助于提升钢材的疲劳强度,进而延长桥梁的使用寿命。通过结合疲劳寿命预测模型,能够为桥梁的维护与管理提供科学支持,降低潜在的安全风险。此外,科学的施工方法及定期维护保养也是延长桥梁使用寿命的重要因素。随着大数据与人工智能技术的不断发展,桥梁管理的智能化水平将不断提升,进而为疲劳寿命预测提供更为精准的技术保障,有助于确保桥梁

的长期稳定与安全运行。

[参考文献]

- [1]赵威.不同应力状态下钢结构钢材与节点的超低周疲劳断裂性能[D].河南:郑州大学,2020.
 - [2]郑晓伟,吕恒林,李宏男,等.高层建筑风致疲劳分析中的钢材强度退化模型[J].防灾减灾工程学报,2022,42(2):276-282.
 - [3]魏欢欢,郑东东,陈晨,等.钢结构钢材腐蚀疲劳损伤研究综述[J].建筑结构,2022,52(2):1302-1306.
- 作者简介:王勇(1990.12—),男,职称:中级,籍贯:湖北保康。

公路工程造价的管理及控制的要点解析

刘炳森

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 石河子 844004

[摘要]公路工程造价管理及控制是确保项目经济效益、质量和进度的重要环节。随着交通基础设施建设的不断发展,公路工程的规模逐渐增大,工程复杂性提高,如何有效控制工程造价成为亟待解决的问题。以公路工程造价的组成要素为切入点,探讨工程造价管理中的核心要素,涵盖项目预算编制、施工阶段成本管控及合同管理等方面。经过对国际与国内众多案例的深入探究,文中提出了一系列旨在改善公路工程造价管理的策略,包括但不限于强化设计阶段的成本预测技巧、提升施工阶段的预算执行监管、优化工程变更的管理机制以及推进项目管理的信息化进程。实施科学造价管理,有助于显著削减公路工程的建设成本,进而提升工程的投资回报,并助力公路工程的持续发展。

[关键词]公路工程; 造价管理; 成本控制

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14770

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Analysis of Key Points in Cost Management and Control of Highway Engineering

LIU Bingsen

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Shihezi, Xinjiang, 844004, China

Abstract: Cost management and control of highway engineering are important links to ensure project economic benefits, quality, and progress. With the continuous development of transportation infrastructure construction, the scale of highway engineering is gradually increasing and the complexity of the project is increasing. How to effectively control the project cost has become an urgent problem to be solved. Starting from the constituent elements of highway engineering cost, this article explores the core elements of engineering cost management, including project budget preparation, construction phase cost control, and contract management. After in-depth exploration of numerous international and domestic cases, the article proposes a series of strategies aimed at improving the cost management of highway engineering, including but not limited to strengthening cost forecasting skills in the design phase, improving budget execution supervision in the construction phase, optimizing the management mechanism of engineering changes, and promoting the informatization process of project management. Implementing scientific cost management can significantly reduce the construction cost of highway engineering, which improving the investment return of the project and promoting the sustainable development of highway engineering.

Keywords: highway engineering; cost management; cost control

引言

随着现代交通网络的不断扩展,公路工程在国家基础设施建设中占据着至关重要的地位。在涉及巨大资金投入且工期冗长的公路工程项目中,工期与资金量是两大关键要素,其控制问题历来是项目管理中的一大难题,实施有效的造价管控手段,不仅有助于抑制建筑成本,而且对于保障施工品质及按期完工至关重要,于公路工程施工的实际操作中^[1]。造价管理所遭遇的不合理设计、不规范施工以及频繁的工程调整,使得成本持续攀升。在交通建设领域,当前一项至关重要的课题便是研究并深化公路工程的造价管理水平,进而对成本控制方法进行优化。

1 公路工程造价管理的基本概念

公路工程造价管理是指在公路工程建设过程中,通过科学的管理手段,合理估算、监控和控制项目的建设成本,从而确保项目按时、按质、按预算完成的管理活动。公路工程造价管理不仅仅是对施工阶段的成本控制,它贯穿于

项目的各个阶段,包括前期的可行性研究、设计阶段、招标与合同管理、施工阶段、竣工验收以及后期的运营维护等。因此,公路工程造价管理是一个全生命周期的管理过程,涉及资金的预算、控制、支付、审计等多个环节。有效的造价管理可以帮助项目投资者、政府和施工方控制成本、规避风险,从而提高投资效益和经济效益^[2]。

项目的实施与运营,造价管理在其中扮演着至关重要的角色,它不仅紧密关联着公路工程的经济效益,更直接左右着整个项目的运作成效。公路建设规模的日益扩张促使项目复杂性及技术标准不断提升,随之而来的是造价管理所遭遇的挑战愈发严峻。在公路工程造价管理中,前期需精确估算,过程需实时监控,后期需进行绩效评估,目的在于保障项目在预算内高效运行。

2 公路工程造价构成及影响因素

公路工程的造价构成通常包括直接费用和间接费用两大类。直接费用主要是与工程施工直接相关的费用,包

括人工费用、材料费用、设备费用等。人工费用包括施工人员的工资、福利、社会保险等支出；材料费用包括各类建筑材料、原材料、施工用水电等费用；设备费用则包括机械设备的购置、租赁、使用和维修费用。间接费用包括项目管理费用、设计费用、监理费用、保险费用、税费等，这些费用与工程实施和建设质量保障密切相关^[3]。

公路工程造价的变动受内外两种主要因素制约，诸多内部因素构成关键环节，其中设计方案与施工方案的优化、材料设备的选择，以及施工技术的应用，均扮演着至关重要的角色。项目造价的掌控，在设计初始阶段便显得尤为关键；一项精妙的设计方案，无疑能对造价进行有效遏制，工程成本的高低，往往与施工方案之选择息息相关；例如，施工工艺与施工方法的不同，亦能对劳动力、物资消耗及施工周期带来显著影响。

3 公路工程造价管理的关键要点

预算编制是公路工程造价管理的起点，它直接关系到项目资金的合理配置与控制。科学、准确的预算能够为项目的顺利实施提供资金保障，因此，预算编制需要根据项目的设计图纸、施工方案、工程量清单等数据，结合工程的实际情况，进行详细的费用估算。预算编制时要注意综合考虑各类可能的费用支出，包括人工、材料、设备、管理、税费等，确保预算的准确性和完整性。在合同管理过程中，通过合理的招标与合同条款的设计，确保施工方案选择能够符合项目的质量要求，并且控制施工成本。此外，合同还应包括明确的支付条款、工期条款以及违约责任等，避免因合同执行不力导致的额外支出^[4]。

公路工程造价管理中，施工阶段的成本控制乃关键职责、项目施工期间，严格控制成本支出，严把预算执行关，乃确保项目预算不超限的核心要务，在施工阶段，严格控制人工、材料、设备与各项管理费用，保障支出与预算相吻合，并即时调整、纠偏潜在的超支现象，确保项目按期推进，避免工期拖延导致的额外经济负担显著增加。设计或施工环节，抑或外部环境因素变动，项目变更现象频发，项目实施过程中，对工程变更进行有效管理，确保变更操作既迅速又合理，以此遏制因变更所引发的造价起伏。为确保项目成本在调整后仍不超过预定目标，每次变动均需实施详尽的成本剖析，并及时对相关预算进行优化调整。

4 公路工程造价控制的优化策略

4.1 提高项目管理团队的专业能力

提高项目管理团队的专业能力是确保公路工程造价管理成功的关键。项目管理团队的专业能力直接影响到工程项目的实施质量和造价控制效果。团队成员应具备较强的工程技术、财务管理及法律法规知识，能够识别和应对项目实施过程中可能遇到的各种问题。项目经理及关键人员应具备丰富的项目管理经验，能够制定合理的项目计划，并对项目的进度、质量和造价进行全面控制^[5]。

在项目实施过程中，团队成员展现出了卓越的专业能力，能够有效协调涉及设计、施工、采购及监理等关键环节的资源合作。具备专业实力的团队在编制预算、谈判合同、控制成本等关键节点，能够制定出精确的策略，有效规避因欠缺专业评估所引起的预算超额及工期滞后。在公路工程造价管理领域，增强团队的专业素质扮演着至关重要的角色。

4.2 完善信息化管理系统

公路工程造价管理领域，信息化管理系统扮演着至关重要的角色，该系统助力项目团队实时把握项目进度、预算执行状况及成本动态，对工程造价实施实时监控与预警。依托完善的信息化管理平台，旨在迅速识别预算超标与施工误差，并作出相应调整。在造价管理领域，信息化系统的应用不仅显著提高了工作效率，更有效地促进了部门间的信息共享与沟通，大幅降低了人为误差，从而确保了造价管理决策的精确性与科学性。

信息化系统还可以帮助项目管理者从宏观层面进行资金预测和资源配置，通过大数据分析对项目进度、预算、成本等进行综合评估，预测可能的风险点。随着云计算和大数据技术的发展，信息化管理系统将更加智能化，能够进行更加精准的造价预测和优化。因此，完善信息化管理系统，推动信息技术的应用是提升公路工程造价管理水平的重要手段^[6]。

4.3 加强设计阶段的造价预测和控制

设计阶段的造价预测与控制是公路工程造价管理的起点，设计质量直接影响到后期施工阶段的成本控制。在设计初期，项目管理团队应根据项目的基本需求、技术要求、施工条件等，进行全面的预算估算，确保设计方案既符合实际情况，又能控制在合理的预算范围内。合理的设计方案应考虑到材料的选择、施工工艺、工程难度等因素，避免因设计缺陷导致的后期造价膨胀。

工程造价超支往往源于设计变更，故此在设计阶段需与相关部门及设计单位深入沟通，以确保实施方案的精准与可行。优化设计策略，在设计初期便对潜在造价风险进行精准识别与管控，此举旨在杜绝施工阶段预算的无效损耗，进而达成造价管理的精细化与高效化。

4.4 加强施工阶段的预算执行与控制

在公路工程造价管理的施工阶段，对预算执行与控制环节的严格把控，发挥着至关重要的作用。在工程项目实施阶段，项目管理团队需对人工、材料、设备等各项费用实施严格管控，确保费用总额不超过既定预算限制。在预算执行环节进行细化和成本监控部门的设立，能实时监控施工阶段资金消耗，有效遏制不必要的资金损耗。

为确保施工过程中的预算得到有效管控，必须科学地编排施工计划，严格遵循既定的时间节点，以防止由于工程延期而引发的额外成本增加。在施工环节，成本控制措

施必须强化对物料购置、设施运用以及人力协调的管理力度,以实现资源的最佳分配,严格实施预算控制与资金管控,旨在将施工过程中的成本风险降到最低^[7]。

4.5 提高工程变更管理的透明度和效率

工程变更管理在公路工程造价控制中的重要性不容忽视,尤其在施工阶段,工程变更往往成为导致造价超支的主要原因。任何工程项目在实施过程中,都可能会遇到不可预见的问题或突发的技术难题,这些都可能需要进行设计变更或施工调整。而这种变更如果没有得到有效的管理和控制,就会导致造价的大幅上升,甚至影响项目的进度和质量。因此,项目管理团队必须在整个项目的生命周期中高度关注和精细化工程变更管理,确保在必要时做出的变更不会超出预算范围,同时确保工程项目能够按时按质完成。

设计缺陷、施工难题、材料价格变动以及不可抗力等多元因素,共同导致了工程变更的产生。针对公路建设项目,变更现象多与设计调整、施工修订、材料更替或工艺变动等紧密相关,工程进度的推进、资源分配的调整、施工成本的控制以及总体造价的确定,均将直接受到这些调整的影响。若变更管理措施不得当,则成本难以清晰掌握,资金可能超出预算,项目亦可能延迟完成,更有可能因项目参与各方利益冲突,诱发纷争。因此,工程变更管理的目标应当是:在确保决策科学合理的前提下,需严格控制工程预算变动,以防因频繁调整导致成本超支,同时,应确保项目参与方对变更事宜保持透明认知,以减少误解与不必要的争执。

造价超支的预防,工程变更管理中的严格审批与论证流程乃关键所在。在实施任何改动之前,必须进行详尽的论证和多角度的审核,这涵盖了技术实施的可行性、成本效益分析以及进度可能受到的影响等方面的综合评估。为确保项目在预定的成本与时间框架内顺利完成,需明确技术支撑、施工调整与预算修订的方案。在变更启动过程中,发起方需详尽阐述变更的背景及其紧迫性,同时与设计、施工、监理等关联方开展全面对话,旨在确保变更措施是在深入剖析的基础上慎重作出的^[8]。

工程变更管理在信息化技术飞速发展的推动下,正经历着智能化与信息化的渐进式变革。项目团队借助完备的信息化管理体系,确保对项目变更的全过程实施精确跟踪与严密监控,显著提升了变更管理工作的效能与公开性。当变更事件发生之际,该信息化管理系统即刻自动捕捉并详尽记录变更细节、成因、审批轨迹及预算调整状况,以此保障各相关方实时了解变更,并对变更实施过程中的各

个环节实施严密监督与管控。实施信息化管理系统,变更管理得以高效推进,同时项目管理团队得以实现成本控制的精准化,一旦发生变动,系统便会自动生成预算调整的书面报告,并迅速将信息传达给项目关联的各个成员,从而实现预算的实时监控与灵活调整。

在确保变更管理透明度方面,公开化与规范化扮演着至关重要的角色。在涉及预算调整与资源分配的关键时刻,务必对一切调整实施记录,并确保这些变动信息向项目所有相关方彻底公开,以统一平台为载体,对变更内容、成因、效应、执行方案等资讯予以公开披露,旨在确保项目各参与者充分掌握变更的必要性与实施进展。以规避成员对变更产生歧义或疑虑,进而防止矛盾与额外费用的发生,在项目实施过程中,确立标准化的变更管理体系,能有效遏制频繁且无序的调整行为,确保项目进度不受非必要变动影响,从而避免工程延期及预算超支的风险。

5 结语

总之,公路工程造价管理的核心在于通过科学合理的预算编制、严格的变更控制、精细的施工管理与信息化手段的应用,实现工程项目成本的有效控制。面对复杂的施工环境和多变的市场条件,项目管理团队必须保持高度的专业素质与责任感,运用现代化管理手段,不断优化和调整管理流程,以确保公路工程在规定的造价范围内顺利完成。

【参考文献】

- [1]黄靖雯.公路工程造价动态管理及成本控制策略分析[J].新城镇科技,2024,33(5):169-171.
- [2]吴笛,宁可.PPP模式下公路工程造价的控制与管理分析[J].运输经理世界,2024(1):62-64.
- [3]杨洋.高速公路工程施工成本造价的有效控制及管理分析[J].运输经理世界,2023(36):59-61.
- [4]许文金.高速公路工程预算管理及成本控制要点分析[J].科技创新与应用,2023,13(5):124-126.
- [5]陈钢.公路工程造价动态管理及成本控制策略分析[J].运输经理世界,2023(1):55-57.
- [6]吕盼.公路工程合同管理对工程造价的控制作用分析[J].上海商业,2022(9):146-148.
- [7]薛娇.浅析公路工程项目造价控制管理及其问题分析[J].工程机械与维修,2022(4):198-199.
- [8]朱丽聪.公路工程造价成本控制管理分析[J].运输经理世界,2022(11):34-36.

作者简介:刘炳森(1988.10—),毕业院校:许昌学院,所学专业:土木工程,当前就职单位:新疆生产建设兵团交通建设有限公司,职称级别:中级工程师。

建筑工程项目管理中的施工现场管理与优化措施研究

马小琴

宁夏回族自治区第四建筑工程有限责任公司, 宁夏 固原 756000

[摘要]随着城市化进程的加快, 建筑行业在面临规模扩大与技术复杂性提升的双重挑战下, 传统的管理模式已难以应对施工现场信息滞后、进度难以控制等问题, 引入信息化技术与智能化管理手段为施工现场管理提供了全新的机遇。精细化的管理与技术应用将显著提升建筑项目的效率、质量和成本控制。

[关键词] 建筑工程; 项目管理; 现场管理; 优化对策

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14765

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Research on Construction Site Management and Optimization Measures in Construction Project Management

MA Xiaoqin

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

Abstract: With the acceleration of urbanization, the construction industry is facing the dual challenges of expanding scale and increasing technological complexity. Traditional management models are no longer able to cope with problems such as lagging construction site information and difficult progress control. The introduction of information technology and intelligent management methods provides new opportunities for construction site management. Fine management and technological application will significantly improve the efficiency, quality, and cost control of construction projects.

Keywords: construction project; project management; on-site management; optimization measures

引言

施工现场管理在建筑工程的顺利实施中至关重要, 对项目的质量、进度和成本控制有着直接影响。随着建筑项目规模和复杂性的不断增加, 如何高效协调资源、优化进度和质量管理已成为当前面临的主要挑战。因此, 分析施工现场管理的现状和关键因素并探讨有效的优化措施, 能够显著提高管理效率推动项目的顺利完成。

1 建筑工程施工现场管理的现状

随着建筑行业的迅速发展, 施工现场管理的重要性日益凸显。许多建筑工程项目仍然面临显著的管理问题, 在大规模项目中管理体系的不完善, 特别是在人员、资源与设备调配方面, 缺乏高效的协调机制, 这种情况导致施工进度延误以及资源浪费等问题频繁发生。尽管大多数项目都已制定质量管理流程, 但在实际执行过程中, 质量控制常常流于表面, 缺乏有效的监督与反馈机制, 从而影响了质量保障。尽管相关法规日益严格, 安全管理仍存在较高的事故发生率, 尤其在高风险作业环节, 缺乏有效的风险评估与防控措施。施工现场的环境保护与文明施工问题同样不容忽视, 噪音、粉尘及废弃物的管理未得到充分重视, 部分项目甚至忽略了环保要求, 造成了社会责任的缺失。面对这些挑战, 建筑行业的施工现场管理亟需在管理理念、技术应用以及人员素质等方面进行创新与优化, 这样才能有效提升整体管理水平保障项目的顺利完成。

2 施工现场管理的关键要素

2.1 施工现场组织与协调

施工现场的组织与协调对项目的顺利推进至关重要, 直接影响着工期、质量和成本的控制。在实际操作中必须有清晰的组织架构与合理的职能分配, 避免因职责不明确或沟通不畅而引发的管理混乱。项目经理、各工种负责人及技术人员应当明确各自的职责与任务, 确保形成一个协同高效的工作团队。协调工作贯穿项目的全过程, 尤其在资源调配、工期安排、材料供应及施工进度等方面, 需要各方密切合作, 各环节往往相互依赖, 任何环节的延误都会导致整体进度的滞后, 因此, 及时有效的沟通显得尤为重要。定期召开现场协调会议及时解决问题, 促进各项工作之间的衔接, 已被证明是确保项目有序推进的重要手段。除此之外组织与协调工作还应依赖于实时数据, 通过信息化管理平台进行动态监控与调整, 以便迅速反馈问题并优化各环节的进展。良好的组织与协调不仅能提升施工效率, 避免不必要的冲突与摩擦, 还能确保项目按计划顺利完成。

2.2 施工进度控制

施工进度控制是项目管理中至关重要的环节, 直接决定着工期、成本与质量的最终完成, 它不仅关注任务完成情况的追踪, 更需要合理安排各阶段的工作并精确调度资源。进度规划的制定至关重要, 必须结合项目的具体情况编制详尽且可行的进度计划, 并根据项目规模与性质进

行适当细化,明确各子任务的时间节点,编制进度计划时应充分考虑现场的各种限制因素,如资源供应、天气变化与人员配置等,以确保每个阶段的工作能够顺利推进。在执行过程中,精确的监控与动态调整是进度控制的核心,项目经理应定期检查各工序的进展情况与进度计划进行对比,及时发现偏差并采取纠正措施。例如,若某一工序进度滞后,项目经理应迅速分析滞后的原因,确认是技术问题、资源短缺还是管理不到位,并采取适当措施,避免整体进度受到影响。同时,施工现场的沟通与协调在进度控制中发挥着重要作用,各工种间的有效衔接、施工顺序的合理优化、材料的及时供应及设备的合理调配,都应在进度框架下统筹安排,以确保资源得到最大化利用。现代技术手段,如BIM技术与项目管理软件,已经成为提升施工进度控制效率的重要工具,通过这些技术,数据的准确性与可视化程度得到了显著提高,项目团队能够及时发现潜在风险并采取预防措施。

2.3 质量管理与安全管理

质量管理与安全管理是施工现场管理中不可或缺的两个关键环节,二者共同保障着项目的顺利推进与最终交付。质量管理的核心在于建立一个全面且有效的质量控制体系,确保各个施工环节严格遵循既定的质量标准,从原材料的检验到施工过程中的质量监管再到最终的验收,每个环节都应符合相关规范。施工方应定期组织自检、互检以及专检以确保施工质量符合设计要求与行业标准。质量追溯机制的建立尤为重要,一旦发现质量问题必须能迅速追溯源头,并采取相应的纠正措施以防止小问题演变为严重隐患。安全管理作为与质量管理密切配合的另一重要环节,是保障施工现场人员生命安全的基石,高空作业、大型机械设备使用等高风险环节使施工现场充满危险性,任何疏忽都可能引发严重后果。因此,施工单位必须建立一个完善的安全管理体系,制定详尽的安全操作规程并定期开展全员安全培训,确保每一位工人都具备足够的安全意识与操作能力。在施工过程中定期的安全检查也不可忽视,只有及时发现并消除潜在隐患,施工安全方能得到保障。在实际执行过程中,质量与安全管理的高效运作往往依赖于现代技术手段。例如,智能监控系统与自动化检测设备的应用,显著提高了管理的精准度与效率,利用BIM技术进行施工过程模拟,能够提前识别潜在的质量问题与安全隐患,从而实施针对性的预防措施。借助这些科学的管理手段,施工现场不仅能最大限度地减少事故的发生,还能确保项目按照高标准完成,从而提升整体工程质量。

2.4 材料管理与设备管理

材料与设备管理是施工现场管理中的两个核心环节,直接影响施工效率、成本控制及工程质量。材料管理的关键在于确保所需材料按时、按量、按质地供应,并进行科学合理的储存与使用。为避免浪费与损耗必须建立严格的

采购、验收、储存及使用流程,确保所有材料均符合质量要求。同时,材料的存放方式与位置需合理安排,以减少损坏或丢失的风险,在施工过程中材料的使用必须严格遵循计划,避免出现短缺或过剩情况,任何不当的管理都可能影响施工进度或导致不必要的成本增加。设备管理同样具有重要意义,涵盖了设备的合理配置、调度、维护与保养,设备需定期检查以确保始终处于良好的工作状态,避免因故障停工或引发安全事故,通过记录日常使用情况并进行跟踪,设备的运行效率可得以提高,停机时间也将最大限度减少,从而确保施工任务能够顺利完成。信息化技术,尤其是物联网技术在材料与设备管理中的作用日益显著,通过对设备状态的远程监控,问题可随时发现并采取修复措施,有效提高管理效率降低运营成本,并确保工程质量与施工进度稳定推进。

3 施工现场管理的优化措施

3.1 提高现场管理人员的素质与能力

提高施工现场管理人员的素质与能力,是优化施工现场管理的核心要素。现代管理人员不仅需要扎实的专业知识,还应具备出色的组织协调能力与解决问题的能力。随着建筑行业技术的不断进步,管理人员必须与时俱进更新知识体系,掌握新兴技术、新工艺以及新的管理方法。特别是在信息化与智能化管理日益融入施工现场的今天,熟练掌握BIM技术、项目管理软件等现代工具已经成为管理人员的基本要求。除了专业技能,良好的沟通与协调能力同样至关重要,施工现场通常涉及多方人员,如工人、供应商、设计单位与监理单位等,管理人员应通过高效的沟通与协调来确保各方顺利合作,推动项目按计划进行。特别是在施工过程中面对突发问题时,管理人员应具备迅速判断与决策的能力,以确保问题能够及时得到解决。同样不可忽视的还有管理人员的责任感与执行力,细节的关注与环节的严格把控,确保了现场每个环节按计划执行,从而避免了疏漏和问题的出现。为了提升管理人员的整体素质,定期的培训与考核机制必须不断强化。通过系统化的培训与持续学习,管理人员不仅能够提升专业能力,还能增强应对复杂问题的能力,从而为项目的高效管理奠定坚实的基础。

3.2 优化施工组织设计

优化施工组织设计是提高施工现场管理效率的关键环节,施工组织设计不仅仅是对施工过程的宏观规划,它还涉及施工资源的合理配置、施工顺序的科学安排以及施工方案的精细化设计。合理的施工组织设计能够有效减少不必要的浪费、缩短工期并提升工程质量。项目启动之初必须深入分析其总体特点与施工环境,包括项目规模、工艺复杂性及施工场地的限制等因素,从而制定切实可行的施工方案。施工顺序的合理安排尤为关键,应根据各工序之间的依赖关系,科学安排各项工作的执行次序,避免因

工序衔接不当而造成的延误或重复劳动。资源配置的优化也是施工组织设计中的核心内容,施工现场需要大量的材料、设备与劳动力,合理的资源配置直接决定了项目进度与成本的控制。设计方案应根据项目的具体情况,精确计算各类资源的需求量,科学安排资源的调配与使用,确保各类资源按时到位。资源不足将导致停工待料或设备闲置,造成进度的延误。因此,提前合理规划与调度资源,能够有效避免此类问题的发生。随着信息技术的进步,施工组织设计可借助 BIM 技术、项目管理软件等现代工具进行虚拟建模与模拟,提前识别潜在风险与问题,并采取相应的调整措施。在此基础上,优化施工组织设计还应充分考虑施工过程中可能出现的各种变化与不确定性,例如天气因素或供应链波动等,设计方案应具备足够的灵活性,能够在面对实际情况变化时迅速调整,确保施工进度不受重大影响。

3.3 加强施工现场的信息化管理

信息化管理作为提升施工现场效率与精准度的核心手段,通过数字化平台实现了各类现场信息的实时采集与监控,这些信息涵盖了进度、材料、设备、人员等多个方面,管理人员能够随时掌握现场动态,从而在问题出现时及时做出调整,避免了延误与资源浪费。BIM(建筑信息模型)技术的应用有助于实现设计与施工过程的无缝对接,潜在问题得以提前识别,并通过优化施工方案减少了返工与不必要的浪费。与此同时,物联网与智能设备的广泛应用,大大提升了设备管理的效率,设备的正常运行得以实时监控,避免了因故障而造成的停工现象。信息化管理不仅提高了资源调配的精确性,而且加强了各施工环节之间的协同与沟通。

3.4 完善现场质量控制体系

完善的质量控制体系作为确保工程质量的关键,必须建立严格的质量管理制度,确保从原材料采购、进场验收到施工过程中的每一个环节都得到有效监控与检查。质量控制不仅依赖于检测手段,还应通过流程的规范化与标准化,确保每项施工操作都符合设计要求与行业标准。质量控制的实施应覆盖整个施工过程,而不仅限于最后的验收阶段,应当实施动态监督确保每一环节都符合标准要求。定期接受质量管理培训,施工人员需要提升质量意识,从而确保在实际操作中严格按照规范执行。项目管理方还应借助现代技术手段,如 BIM 技术与数字化检测设备进行实时监控,及时发现问题并加以解决。基于数据与可视化的质量控制方式,能够大大提高质量检查的精度,并减少人

为疏忽的风险,每个施工工序与细节都应有明确的记录与依据,确保质量问题可追溯。定期开展质量评估与反馈机制,发现问题后及时解决,确保每个环节的质量问题得到有效处理。

3.5 强化安全管理与风险防控

强化安全管理与风险防控,是确保施工现场安全高效运行的基础。建立健全制度、完善安全操作规程,并制定切实可行的应急预案,安全管理的核心在于确保每位工人都明确自身的安全职责及操作规范。此外,安全培训应贯穿整个施工过程,定期组织安全教育和技能演练,以提升全员的安全意识及应急应对能力,现场应进行实时的安全巡查,确保每项作业都符合规定的安全标准,及时发现潜在隐患。特别是高空作业、危险化学品处理等高风险环节,必须加强监控与防护措施。不仅仅关注安全事故的应急响应,风险防控更强调对潜在风险的早期识别与预防,项目管理团队可利用大数据分析、智能监控等现代技术手段,对施工现场的各类风险进行精准预测与分析,通过实时监控现场环境、设备状态及外部因素(如天气变化等),能够提前识别可能的风险点,并采取相应的预防措施,这样主动且系统的风险管理方式有助于显著降低事故发生的概率,确保施工进度不受干扰。

4 结语

施工现场管理对工程的质量、进度及成本起着决定性作用。通过优化组织协调、精确控制进度、强化质量与安全管理,以及合理配置材料与设备可显著提升项目的整体管理效率。提升管理人员的素质、优化施工设计、推动信息化进程、完善质量控制体系及强化安全与风险防控,都是提高施工现场管理水平的关键措施。随着技术的不断进步,施工现场的管理将趋向更加智能化与精细化,为建筑行业的可持续发展提供有力支撑。

[参考文献]

- [1]张兵. 建筑工程项目管理中施工现场管理优化策略分析[J]. 大众标准化, 2023(4): 152-154.
 - [2]谢秉成. 建筑工程项目管理中的施工现场管理优化对策研究[J]. 房地产世界, 2022(19): 69-71.
 - [3]张雪莲. 建筑工程项目管理中施工现场管理的优化措施[J]. 散装水泥, 2022(1): 37-39.
- 作者简介: 马小琴(1982.4—), 毕业院校: 宁夏大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位名称: 宁夏回族自治区第四建筑工程有限责任公司, 职务: 档案室主任, 职称级别: 中级工程师。

建筑工程监理过程中监理安全管理责任探讨

刘 杰

智埔国际建设集团有限公司江西分公司, 江西 赣州 341000

[摘要]随着建筑行业的迅速发展, 建筑工程的规模和复杂度不断增加, 导致施工现场的安全风险也日益增加。建筑工程监理作为连接设计、施工和业主之间的重要环节, 肩负着保障工程质量、控制工程进度和确保施工安全的多重责任。尤其在安全管理方面, 监理需要对施工现场的安全状况进行实时监督, 发现潜在的安全隐患, 及时采取有效措施予以整改。同时, 监理还应根据相关法律法规和行业标准, 加强对施工人员的安全培训与管理, 提高全员安全意识。通过强化安全管理, 有助于有效减少建筑工程中的安全事故, 保障施工过程顺利进行。

[关键词] 建筑工程; 监理过程; 监理安全管理; 安全责任探讨

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14766

中图分类号: F407.9

文献标识码: A

Exploration on Safety Management Responsibilities in the Supervision Process of Construction Projects

LIU Jie

Jiangxi Branch of Keypower International Construction Group Co., Ltd., Ganzhou, Jiangxi, 341000, China

Abstract: With the rapid development of the construction industry, the scale and complexity of construction projects continue to increase, leading to increasing safety risks on construction sites. As an important link between design, construction, and the owner, construction supervision shoulders multiple responsibilities to ensure project quality, control project progress, and ensure construction safety. Especially in terms of safety management, the supervisor needs to conduct real-time supervision of the safety situation on the construction site, identify potential safety hazards, and take effective measures to rectify them in a timely manner. At the same time, the supervisor should strengthen the safety training and management of construction personnel in accordance with relevant laws, regulations, and industry standards, and enhance the safety awareness of all staff. Strengthening safety management can effectively reduce safety accidents in construction projects and ensure the smooth progress of the construction process.

Keywords: construction engineering; supervision process; supervision safety management; discussion on safety responsibility

引言

在建筑工程项目中, 监理作为项目管理的重要组成部分, 不仅肩负着确保工程质量、进度等方面的职责, 更对项目的安全管理有着不可忽视的责任。建筑工程监理安全管理的核心任务是预防和控制各类安全风险, 确保施工过程的安全性, 保障施工人员的生命安全和工程的顺利进行。本文将探讨建筑工程监理过程中监理安全管理的责任及其落实措施, 以期能够促进建筑工程的整体施工质量, 为建筑工程的后期使用安全性提供有力的保障。

1 建筑工程监理安全管理的意义

建筑工程施工过程中, 安全事故可能对人员、财产和环境造成极大的损害, 甚至引发严重的社会影响。因此, 施工现场的安全管理至关重要, 而监理单位作为建筑项目的重要管理方之一, 肩负着不可或缺的责任。监理单位不仅需要监督施工质量, 还需要对工程进度进行科学的控制, 还必须高度重视施工过程中的安全管理工作, 确保施工活动严格遵守安全标准和相关法规。通过制定并执行完善的安全管理制度, 监理单位应及时发现施工过程中的潜在安全隐患, 采取科学有效的措施予以纠正, 防止

问题进一步扩大。此外, 监理单位需加强对施工现场的日常检查, 落实安全教育培训, 提升施工人员的安全意识与操作规范, 从而最大程度减少或避免事故的发生。监理单位的有效管理不仅能保障工程建设的顺利推进, 还为施工人员和周围环境提供了安全的保障, 确保社会公共利益不受损害^[1]。

2 建筑工程监理安全管理的责任

2.1 安全技术交底与施工安全策划

监理单位在建筑工程施工安全管理中承担着重要职责, 其首要任务是确保施工单位在项目开工前完成全面的安全技术交底工作。安全技术交底是施工单位将施工现场可能存在的安全风险、注意事项以及具体防范措施传达给所有施工人员的重要环节, 直接关系到施工现场的安全管理成效。监理单位需督促施工单位制定详细的安全技术交底计划, 确保交底内容全面覆盖项目施工中的所有环节和作业场景。此外, 在施工过程中, 监理单位应对施工单位的安全措施进行深入的策划和监督。施工单位需编制详细的安全施工方案, 内容包括施工组织设计、应急预案、危险源分析等。监理单位需严格审查方案的合理性与可行性,

确保其符合国家及地方的安全生产法律法规和技术标准,并根据实际施工情况进行动态调整。通过这些措施,监理单位能够有效提升施工单位的安全生产管理水平,最大程度减少安全隐患,为施工现场创造良好的安全生产环境^[2]。

2.2 施工现场安全隐患排查与整改

在建筑工程施工过程中,监理单位的安全检查工作是保障施工现场安全生产的重要环节。监理单位应定期对施工现场进行全方位的安全检查,确保施工活动始终处于安全可控的状态。在检查过程中,监理单位需特别关注施工现场的关键环节和高风险作业内容,例如高空作业、电气设备的使用与维护、脚手架的搭设、起重机械的操作等。这些环节因技术要求高、危险因素多,往往是事故多发的重点领域。监理单位应结合施工现场的实际情况,制定详细的检查计划,确保检查的全面性和系统性。对于检查中发现的潜在安全隐患,监理单位需及时向施工单位提出整改意见,并监督施工单位采取有效的整改措施。同时,要对整改效果进行复查,确保隐患彻底消除。通过严密的检查和严格的整改督促,监理单位能够有效防范安全风险的发生,为施工现场建立起坚实的安全屏障,保障工程的顺利进行和施工人员的生命安全。

2.3 对施工人员的安全教育与培训

在建筑工程施工过程中,施工人员是落实安全生产要求的直接执行者,其安全意识和技能水平对施工现场的安全状况有着决定性的影响。因此,监理单位需要将施工人员的安全教育和培训作为安全管理工作的重点内容之一,督促施工单位定期开展针对性的安全培训。通过培训,施工人员能够系统掌握施工过程中涉及的安全操作规范、风险防范措施以及应急处置方法,提高其对安全隐患的辨识能力和处理能力。同时,培训内容应结合施工项目的实际情况,突出重点,如高空作业、机械设备操作、用电安全以及个人防护装备的正确使用等,确保培训具有实用性和针对性。此外,监理单位还应督促施工单位建立安全教育的长效机制,将岗前培训、日常教育与专项培训相结合,定期组织应急演练,提高施工人员在突发事件中的应变能力^[3]。

2.4 监督施工安全措施的实施

在建筑工程施工过程中,监理单位肩负着监督施工单位安全管理措施落实情况的重要职责。监理单位应始终关注施工现场安全防护措施的执行情况,确保施工单位严格按照相关标准和规定采取必要的安全保障措施。例如,应检查安全防护设施是否齐全完备,是否能够有效保护施工人员的生命安全和周围环境的安全;关注消防设备的配备情况,确保灭火器、消防栓等设施数量充足且位置合理,并处于随时可用的状态;核查施工现场警示标志的设置是否清晰醒目,是否能够对危险区域和重要操作提示起到警示作用。此外,监理单位应定期进行现场巡查,发现施工单位未按规定落实安全防护措施的行为时,应及时提出整

改意见,责令施工单位限期整改。若施工单位拒不整改或存在严重安全隐患,监理单位应立即将问题上报至相关主管部门,确保问题得到妥善处理。通过严格监督和果断处置,监理单位能够有效防范安全事故的发生,为施工现场营造一个安全、有序的生产环境。

2.5 协调处理安全事故与应急预案

在施工过程中,一旦发生安全事故,监理工程师应立即启动应急响应,迅速采取必要的应急措施,确保现场人员的生命安全和财产损失降至最低。同时,监理单位应第一时间通知施工单位、建设单位及相关职能部门,协调各方资源进行有效处置。监理单位应全程协助施工单位开展事故处理工作,包括人员救援、事故现场保护及设备抢修等。此外,监理单位需组织相关部门进行事故原因调查和责任分析,确保事故处理过程公开、公正,并为后续整改提供科学依据。为了防患于未然,监理单位还应协助施工单位完善应急预案,明确应急职责与响应流程,加强预案演练与培训,提升应急处置能力。通过这些措施,最大限度减少事故损失,保障施工项目的顺利推进与安全运行^[4]。

3 监理单位安全管理责任的落实措施

3.1 建立完善的安全管理制度

建立健全的安全管理制度是确保监理单位责任落实、保障施工安全的重要基础。监理单位应严格依据国家法律法规及行业相关标准,结合工程实际情况,制定系统、科学、可操作性强的安全管理制度。该制度应明确各方在安全管理中的责任分工和任务安排,确保各级人员在安全工作中有章可循、各司其职。监理单位需要详细规定安全检查的频次、内容和程序,并明确应急处理的响应机制。同时,制度中应包含对施工单位安全管理工作的监督要求,例如对重大危险源的控制、现场安全教育培训的落实、施工设备及防护设施的检查等。为保障制度的有效执行,监理单位还需建立奖惩机制,加强安全责任意识。通过科学完善的制度体系,确保施工过程中的安全管理工作形成闭环,实现责任到人、措施到位,从而有效防范和化解安全风险,保障工程顺利实施。

3.2 加强监理单位的专业培训

安全管理是确保工作环境和操作过程安全的重要手段,尤其在高风险行业中,它直接关系到人员的生命安全和企业的可持续发展。因此,安全管理人员的专业知识和技能至关重要。在这个过程中,监理单位人员的职责尤为重要,他们不仅需要监督和检查施工现场的安全状况,还要确保各项安全管理措施得到落实,及时发现并消除安全隐患。为了胜任这些工作,监理单位人员必须具备扎实的专业知识,尤其是安全管理方面的知识。定期参加安全管理相关的培训可以帮助他们不断更新知识体系,掌握新的安全技术和方法。这些培训内容通常包括最新的安全生产法律法规、行业标准、事故案例分析、应急救援技能等,帮助监

理人员时刻保持对安全管理工作的敏感性和应变能力^[5]。

3.3 开展定期的安全检查与评估

监理单位在建筑工程中扮演着至关重要的角色,特别是在保障施工安全方面。为了确保施工过程的安全,监理单位应定期开展施工现场的安全检查工作。安全检查不仅是对施工现场的例行巡查,更应通过系统性的检查,全面评估施工环境中可能存在的安全隐患。这些检查应涵盖各个方面,包括施工设备的安全运行情况、施工人员的安全操作规范、施工现场的防护设施以及应急救援预案的有效性等。通过定期的安全检查,监理人员能够及时发现安全隐患并进行排查。一旦发现问题,监理单位应及时向施工单位提出整改要求,督促其进行改进。整改措施应确保问题得到根本解决,从而消除可能引发事故的安全隐患,避免因小问题积累而引发严重事故。同时,监理单位还应保持与施工单位的沟通,确保整改措施得到落实,并在整改过程中对其进行跟踪检查。

3.4 加强与各方的沟通与协作

监理单位在施工安全管理中发挥着核心作用,而这—职责的有效执行离不开与施工单位、业主、设计单位及相关政府监管部门的紧密合作与沟通。通过建立和加强与各方的协作机制,能够形成合力,共同推动施工安全管理工作,确保安全生产目标的实现。监理单位应与施工单位保持密切沟通,及时了解施工现场的实际情况,确保施工单位按照安全生产要求执行作业。在施工过程中,施工单位可能会遇到一些技术性 or 安全性的问题,这时监理单位需要提供专业的建议和支持,帮助施工单位解决问题,避免安全隐患的发生。同时,监理单位还要定期向施工单位反馈检查结果,督促其及时整改,并确保整改措施落实到位。此外,设计单位和政府监管部门在施工安全管理中也发挥着重要作用。监理单位应与设计单位保持沟通,确保设计方案符合安全规范,及时发现设计中的潜在安全问题。与政府监管部门的沟通同样重要,监理单位应及时向监管部门汇报施工现场的安全状况和事故情况,确保各项安全管理措施得到法律和行业标准的支持与认可。特别是在安全隐患的排查和事故处理过程中,监理单位要承担起及时汇报并协调解决的责任。遇到重大安全隐患或事故时,监理单位应立即向施工单位、业主及相关部门报告,启动应急响应机制,协调各方力量进行处理,并确保事后跟踪整改,防止类似问题的再次发生。通过这一系列的沟通与协作,监理单位能够有效地加强施工安全管理,确保项目顺利进行^[6]。

3.5 建立事故报告与处理机制

建立快速反应机制是保障工程项目安全的重要措施。当安全事故发生时,监理单位应立即启动应急预案,第一时间向相关管理部门报告事故情况,并及时与施工单位及其他有关部门进行协调,确保事故处理工作迅速开展。在事故发生后的调查阶段,监理要组织相关人员进行全面、细致的事故分析,找出事故发生的根本原因,不仅仅是处理当前问题,更要从根本上防止类似问题的再次发生。事故调查的结果应当形成书面报告,详细记录事故发生的经过、原因、责任划分及处理结果。此外,监理应根据调查结果,总结经验教训,结合实际情况提出针对性的改进措施。例如,加强安全教育与培训、完善现场安全管理制度、增强应急响应能力等。通过总结和改进,进一步提升安全管理水平,确保施工过程中不再发生类似的安全事故,保障工程顺利进行,并为今后的项目积累宝贵的安全管理经验。

4 结语

总的来说,建筑工程监理在施工安全管理中发挥着至关重要的作用。通过严格落实监理安全管理责任,能够有效减少安全隐患,降低事故发生的概率,保障施工人员的生命安全,推动建筑工程的顺利完成。随着建筑行业的不断发展,监理安全管理的责任和任务将更加繁重,监理单位应不断完善管理体系,提升管理水平,为建筑工程的安全提供更坚实的保障。

[参考文献]

- [1]李泽明. 建筑工程监理过程中的监理安全责任分析[J]. 房地产世界,2023(24):118-120.
 - [2]陈思贤. 建筑工程监理过程中监理安全管理责任[J]. 现代营销(上旬刊),2022(8):100-102.
 - [3]李金广. 建设工程监理过程中监理安全管理责任探讨[J]. 居舍,2022(8):150-152.
 - [4]焦述春. 建筑工程监理过程中的监理安全管理责任策略[J]. 中国住宅设施,2021(2):56-57.
 - [5]杨俊源. 建筑工程监理过程中的监理安全管理责任探析[J]. 甘肃科技,2021,37(1):86-87.
 - [6]闫淑娟. 建筑工程监理过程中的监理安全管理责任探讨[J]. 中国建材科技,2019,28(6):121-141.
- 作者简介:刘杰(1974.4—),毕业院校:国家开放大学,所学专业:建筑施工与管理,当前就职单位:智埔国际建设集团有限公司江西分公司,职称级别:工程师。

浅谈压力管道及堵漏技术

赵妍妍

江苏省特种设备安全监督检验研究院, 江苏 镇江 212000

[摘要]在当代工业活动中, 承受压力的管道系统发挥着不可或缺的作用。其在石油工业、化学行业、水资源供应以及气体输送等多个行业领域内有着广泛的应用。长时间的运行及环境因素影响下, 压力管道可能出现泄漏或损坏现象, 进而引起资源的无效损耗与环境污染问题。特别专注于压力管道泄漏修复技术的研究, 具有显著的重要性。文章首先探讨了压力管道的定义和分类, 接着分析了压力管道泄漏的常见原因及其对生产安全和环境的影响。然后, 重点介绍了多种有效的堵漏技术, 包括机械堵漏、化学堵漏和现场修复技术等, 评估了不同技术的适用场景和效果。最后, 提出了未来在压力管道堵漏技术研究中的发展趋势与建议, 以提高管道的安全性和可靠性。

[关键词]压力管道; 堵漏技术; 泄漏原因; 机械堵漏; 化学堵漏; 现场修复

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14808

中图分类号: TQ055.81

文献标识码: A

Brief Discussion on Pressure Pipelines and Leak Sealing Technology

ZHAO Yanyan

Special Equipment Safety Supervision Inspection Institute of Jiangsu Province, Zhenjiang, Jiangsu, 212000, China

Abstract: In contemporary industrial activities, pressure bearing pipeline systems play an indispensable role. It has a wide range of applications in various industries such as petroleum industry, chemical industry, water resource supply, and gas transportation. Under long-term operation and environmental factors, pressure pipelines may experience leakage or damage, leading to ineffective resource depletion and environmental pollution problems. Special focus on the research of pressure pipeline leak repair technology is of significant importance. The article first explores the definition and classification of pressure pipelines, and then analyzes the common causes of pressure pipeline leaks and their impact on production safety and the environment. Then, various effective leak sealing techniques were introduced, including mechanical leak sealing, chemical leak sealing, and on-site repair techniques, and the applicable scenarios and effects of different techniques were evaluated. Finally, the development trends and suggestions for future research on pressure pipeline leak prevention technology were proposed to improve the safety and reliability of pipelines.

Keywords: pressure pipeline; leak sealing technology; reasons for leakage; mechanical plugging; chemical plugging; on-site repair

引言

在现代社会, 压力管道是实现资源传输与分配的重要基础设施, 其安全运行对工业生产、资源利用及环境保护具有重要影响。随着经济的不断发展, 压力管道的使用范围和数量也在不断增加^[1]。然而, 管道在长期使用过程中, 由于材料老化、外部环境的影响以及操作不当等因素, 泄漏问题时有发生, 造成了重大经济损失和环境污染。因此, 对压力管道的安全性进行全面评估与管理, 并研究有效的堵漏技术, 已成为亟待解决的课题。

1 压力管道概述

压力管道是用来输送气体、液体或蒸汽等介质的管道, 在其内部介质压力作用下, 对其设计、建造及运行安全性提出较高要求。在石油、天然气、化工、电力等多个行业中, 广泛采用了一种称为管道的设施, 它是现代工业生产的关键要素之一。介质类型的差异将压力管道划分为气体和液体两类, 其应用范围广泛, 涉及供水、燃气输送、油气运输等多个领域。涉及管道系统的安全运作, 各国和地区制订了一系列详尽的规范与准则, 涵盖了材料选取、管

道布局设计、建设施工技术以及工程验收的准绳。压力管道在长期运行时, 可能会受到外部环境的作用、材料老化、腐蚀以及机械损伤等多重因素影响, 进而导致管道泄漏或破损。这样的情况不仅会对生产安全带来威胁, 还可能引发环境污染造成经济损失^[2]。

针对压力管道, 定期执行检测和维护作业, 是确保其正常运行的必要措施。科技的进步使得诸多监测与检测技术, 例如智能监测和物联网技术, 被广泛应用于压力管道的管理。采用这些创新技术, 不仅确保了管道系统的安全运作, 而且为管理层面带来了前所未有的高效策略。在工业领域, 压力管道作为核心构件, 其设计的合理性与管理的科学性对工业生产的安全和经济效益起着决定性作用。因此, 对压力管道的特性进行深入研究, 以及探索其管理技术, 无论在理论层面还是实际应用中, 都具有不容忽视的重要性。

2 压力管道泄漏的原因

压力管道的泄漏是影响其安全运行的重要问题, 其原因可归结为多个方面。材料的质量是导致泄漏的重要因素

之一。压力管道通常由金属材料如碳钢、不锈钢或合金钢制成,若在生产过程中使用了劣质材料,或者材料本身存在缺陷(如气孔、夹杂物等),就容易在运行中因承受的内外压力和温度变化而导致泄漏。此外,管道的老化与腐蚀也是造成泄漏的常见原因。随着时间的推移,管道材料会受到氧化、酸碱性物质、微生物等因素的影响,发生化学反应,从而导致腐蚀,最终形成漏点。特别是在一些腐蚀性介质的输送过程中,腐蚀现象更加明显,极大地缩短了管道的使用寿命。管道的设计与施工质量也对泄漏的发生有重要影响。若设计时未充分考虑管道所处环境的特殊性(如温度、压力、地质条件等),可能导致管道在使用过程中承受超出设计标准的应力,进而引发泄漏^[3]。

压力管道在运行过程中的维护管理,是影响其泄漏与否的关键要素。管路在压力和温度波动的影响下,会发生热胀冷缩的现象,倘若缺乏适当的支架与固定,则会面临弯曲、形变,甚至断裂的风险。例如,若对阀门进行快速开启或关闭,或是管道承受超压,均可能引发泄漏事件,由于未能周期性地进行检查与保养,早期损害未能得到及时识别,最终导致了严重的泄漏事件的发生。压力管道,常埋于地下或隐藏于不易察觉之地,稳定性可能受到诸如地震、土壤移动、施工干扰等外部环境因素的影响,进而可能导致泄漏现象。压力管道泄漏事件中,环境因素的影响同样不容小觑,温度和湿度的变动会对管道材料的物理属性产生影响。尤其在极端天气条件下,管道可能因材料变脆而面临泄漏风险的增加。管道可能因外部污染物侵入而加速腐蚀,进而引发泄漏问题,为确保压力管道运行安全,需全面考虑材料选择、设计施工质量、规范操作管理及环境因素,并实施有效的监测与维护策略。

3 压力管道堵漏技术

3.1 机械堵漏技术

作为一种针对压力管道泄漏问题的高效修复手段,机械堵漏技术在石油、天然气、化工等诸多工业领域中占据了至关重要的地位,其适用范围极为广泛。利用一种特定技术,配合精心设计的机械构件与特定材料,能迅速且高效地堵塞管道漏洞,保障整个系统运作无虞。机械堵漏技术的关键在于其独到的结构布局与施工方法,它能在不停用或拆解管道的前提下,直接在现场完成修复工作,从而显著提升作业的灵活性和效率。采用外部机械设备对泄漏处施加压力,借助于弹性或塑性形变,实现对泄漏点的封闭,这是机械堵漏技术的基本原理。例如,涉及堵漏操作的机械设备,常见类型有堵漏带、堵漏器以及夹紧装置等。这些机械堵漏装置一般采用高强度材料制成,以便在高压环境下有效发挥其功能。在处理泄漏时,通常利用堵漏带环绕于泄漏点,并通过机械固定装置实现密封,构造出一个闭合环境,以此避免流体流失。堵漏器通过对管道内施加压力,使其与管道壁紧密贴合,达到封闭的效果,利用这些设备,不仅能有效避免物质外泄,同时还能减轻由此

引发的经济损失与环境污染问题^[4]。

机械堵漏技术的实施过程相对简单,适合于多种类型的管道系统。施工人员只需对泄漏部位进行必要的清理和准备工作,然后选择合适的堵漏装置,按照操作规程进行安装。在实际操作中,针对不同的泄漏情况,可以选择不同的堵漏材料和方法。例如,对于金属管道的泄漏,可以使用金属堵漏器,而对于塑料管道,则可选用专用的堵漏胶。这种灵活性使得机械堵漏技术能够广泛应用于各类管道的维护和修复,极大地提升了管道系统的可靠性。在技术的持续发展中,机械堵漏技术也在不断创新,越来越多的新型材料和设计方案被引入。这些新材料不仅具备更强的耐腐蚀性和耐高温性,还能够有效适应不同管道环境的变化。例如,采用复合材料和高性能橡胶制成的堵漏装置,能够在更高的压力和温度下保持良好的密封效果。

在机械堵漏技术领域,其实践运用遭遇了若干难题与考验,管道的损坏严重性直接影响堵漏技术的实际成效,依赖单一的机械堵漏方法未必能在这种情况下取得预期的修复效果。施工质量的保证,在很大程度上取决于技术工人对堵漏工艺的掌握程度,以及他们累积的工作经验,而专业化的培训和精准的指导,则是达成高效堵漏作业不可或缺的条件。为了促进机械堵漏技术的广泛应用,关键在于提升专业人员的技能水平,并且细化相关的技术规范与操作流程。压力管道修复领域中,机械堵漏技术以其快速和高效特性,显著降低了由泄漏事件引起的经济损失与环境风险,技术的持续发展推动着机械堵漏技术在众多领域内的广泛应用,这为管道系统提供了坚实的保障,确保了其安全稳定运行。

3.2 化学堵漏技术

针对压力管道泄漏问题,化学堵漏技术提供了一种创新的修复策略,该技术在石油、天然气和化工行业得到了广泛的应用。本方法基于特定化合物的属性,通过其化学或物理行为,快速封闭管道破损处,从而保障管道结构的完整与安全。该技术能在管道泄漏修复领域发挥重要作用,它不仅能够迅速处理泄漏,而且操作便捷。化学堵漏技术的本质,在于特定化学材料的精准运用,在化学堵漏领域,聚氨酯、环氧树脂以及聚合物是常见的材料选择,它们因其卓越的粘接和密封特性而被广泛应用。当它们遭遇管道内的流体时,可迅速凝结,构筑起一道坚固的屏障,有效遏制流体的进一步外泄。此类化学品具备抵抗腐蚀与高温的特性,因此在多样工作条件下均能维持其性能,从而显著增加持久性修复的功效。例如,在高压和高温环境下,弹性和耐候性优异的聚氨酯材料常常被选用作管道系统的材料;而环氧树脂,凭借其出色的黏合能力,能妥善解决金属和非金属管道的泄漏问题^[5]。

施用简易的化学堵漏技术,能适应众多管道系统的修复需求。施工人员在处理泄漏问题时,首先应对泄漏部位进行彻底的清理,以保证其表面干燥且清洁。先将特定的

化学堵漏剂涂抹或灌注至泄漏部位,待该材料固化后,便能构建出一个稳固的封闭体系。相较于传统的机械封堵方法,化学封堵在更短时间内完成,无需对管道系统进行复杂拆卸或调整,从而极大加快了管道修复的速度和效率。化学堵漏技术能广泛应用于多种管道材料,如金属、塑料及复合材料等,极大拓展了其适用界限,运用化学堵漏技术,不仅实现了经济效益的提升,还展示了其广泛的实用价值。对快速修正泄漏问题进行处理,能够显著减少物料的浪费及环境的污染,进而缩减运营的经济负担。特别是在紧迫的情境下,较低的施工成本使得该技术能够实施,有效防止因暂停生产导致的大量经济损失。化学堵漏技术通过增强管道的安全性及稳定性,有效地确保了企业的生产流程和运营连续性^[6]。

化学堵漏技术的有效性也受到一些因素的影响。化学堵漏材料的选择必须依据管道的实际工况和泄漏特点。不同的流体、压力和温度条件下,所需的堵漏材料和施工方法可能存在差异。因此,施工人员需具备相关的专业知识,以确保材料的正确选择与使用。化学堵漏的成功与否还取决于施工环境的条件,例如温度、湿度等,这些因素会影响材料的固化速度和黏结效果。因此,在施工过程中,针对具体的环境条件采取相应的调整措施是十分必要的。

3.3 现场修复技术

现场修复技术是应对压力管道泄漏问题的一项重要方法,主要指在泄漏发生现场采用特定的修复手段,以尽快恢复管道的正常运行。现场修复技术不仅可以减少泄漏造成的物料损失和环境污染,还能最大限度地降低停产带来的经济损失,是管道管理与维护中不可或缺的一部分。现场修复技术的实施通常分为几个步骤。第一步是泄漏点的检测与定位。通过使用专业的检测设备,如超声波检测仪、红外热像仪等,能够精准识别管道的泄漏部位及其性质。这一阶段的准确性直接关系到后续修复效果的成功与否。第二步是对泄漏点的准备工作。这包括对泄漏部位的清洗、干燥处理,确保表面光滑、无杂质,以提高后续修复材料的附着力和密封性。最后,在确认泄漏点状况后,施工人员会根据具体情况,选择合适的修复材料和技术进行现场修复^[7]。

在实际操作中,涉及的修补手段多样,如采用金属片进行加固、利用聚合物粘合剂及环氧树脂等作为辅助材料,以此完成对损坏部分的恢复工作。该类物质擅长于黏合及

抵御腐蚀,对管道渗透问题有显著的封闭作用。在大范围泄漏问题上,金属补片作为解决方案,提供了坚实的物理支撑,确保了管道的结构完整性。针对局限性漏点,聚合物粘合剂与环氧树脂因其流动性及快速固化特性,能够有效迅速地构建密封屏障。合理运用特定材料,能够使得现场修复技术充分发挥作用,进而高效应对各种管道泄漏问题。现场修复技术因其灵活性,能够在多样的环境条件下得到运用。在管道系统中,施工人员可以通过冷却或加热措施,保证修复材料在适当的温度下固化,以确保高压、高温条件下的施工质量。例如,钢管、塑料管、复合管等不同类型的管道材料,均可以采用现场修复技术进行维护和修复。在进行管道维护时,施工团队依据管道的物理性质,挑选适宜的材料修复方法,以保证修复的成效及其持续性^[8]。

4 结语

工业生产与环境保护的领域内,压力管道的安全保证是至关重要的,而采取有效的堵漏技术,则能大幅度减少由泄漏事故所引起的损害。本文针对压力管道堵漏技术进行了研究,为相关领域的深入探索和发展提供了理论依据及实践参考。

[参考文献]

- [1]王苏珊.石油化工压力管道安装工艺及质量控制重点[J].天津化工,2024,38(5):120-122.
- [2]崔云龙,张彬.定期检验中压力容器、管道的常见问题分析[J].中国仪器仪表,2024(8):92-96.
- [3]陈剑.在用油气压力管道漏磁内检测技术优化研究[J].全面腐蚀控制,2024,38(6):92-94.
- [4]曹遵伟,张硕,邵珊珊,等.压力管道泄漏事故应急维抢修装备技术进展[J].中国特种设备安全,2022,38(11):8-13.
- [5]李勇,张凯,李少华.压力管道的一种带压焊补堵漏技术[J].氮肥与合成气,2021,49(8):40-41.
- [6]曾令权,朱艳峰,王和平.压力管道漏损探测系统设计与应用[J].工业仪表与自动化装置,2021(1):64-67.
- [7]程澎.压力管道带压堵漏卡具设计改进[J].石油化工腐蚀与防护,2018,35(2):55-56.
- [8]李传国.管道堵漏的几种焊接方法探讨[J].天天爱科学,2016(12):72.

作者简介:赵妍妍(1980.12—),女,材料硕士、法学本科,目前职务主任。

谈 BIM 技术在工程造价成本管控中的应用研究

王晓晓

中土城联工程建设有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 建筑行业是我国经济的重要组成部分之一, 是我国大力扶持、改革创新的对象。造价管控在建筑工程运营工作中至关重要, 不但决定了项目的经济收益, 还能够对工程建设的成果造成直接影响。因此, 创新造价管控的技术方式与管理思想始终都是建筑工程管控工作的重要课题。近几年, BIM 技术的应用逐步从建筑工程设计朝着施工管控等阶段发展, 文章对 BIM 技术在工程造价管控工作中的应用进行分析, 以供参考。

[关键词] BIM 技术; 工程造价; 成本管控; 技术应用

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14799

中图分类号: TU723

文献标识码: A

Application Research on BIM Technology in Engineering Cost Control

WANG Xiaoxiao

Zhongtu City-union Engineering Construction Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: The construction industry is one of the important components of Chinese economy and is a target of strong support, reform, and innovation in China. Cost control is crucial in the operation of construction projects, as it not only determines the economic benefits of the project, but also has a direct impact on the results of the construction. Therefore, innovative cost control techniques and management concepts have always been an important issue in construction project management and control work. In recent years, the application of BIM technology has gradually shifted from architectural engineering design to construction control and other stages. This article analyzes the application of BIM technology in engineering cost control work for reference.

Keywords: BIM technology; engineering cost; cost control; technical application

引言

随着建筑行业对项目质量、效率及成本控制要求的不断提升, 传统的工程造价管理方法已难以应对现代建筑项目日益复杂多变的需求。传统的造价管理通常依赖于人工估算、经验判断及手工操作, 这种方式容易导致数据不准确、沟通不畅及信息滞后的问题, 进而引发工程项目在施工过程中面临成本超支与管理混乱等挑战。近年来, 伴随着信息技术的飞速发展, 建筑信息模型 (BIM) 技术逐渐成为建筑行业中不可或缺的工具。通过构建与管理建筑项目的三维数字化模型, BIM 技术整合了项目设计、施工、运营等各阶段的信息, 显著提升了设计与施工的协同性。在项目实施过程中, BIM 还能够进行精确的成本预测与管控, 有效优化资源配置, 降低潜在风险, 从而确保工程造价能够控制在合理的范围内。尽管 BIM 技术在建筑设计与施工领域的应用已广泛展开, 其在工程造价管控方面的实际应用仍处于不断探索与发展的阶段。本文的目的在于探讨 BIM 技术在工程造价成本管控中的应用, 分析其在项目规划、设计、施工及竣工等各阶段的作用与优势, 从而为建筑行业提供一种更加精细、智能化的成本管控方式, 推动建筑项目管理的数字化转型。

1 BIM 技术在建筑工程造价管控中的应用价值

BIM 技术在建筑工程造价管控中展现出了巨大的应用价值, 不仅提升了造价管理的精准度与透明度, 还优化

了项目管理的各个环节。在传统建筑工程中, 造价管控往往面临信息滞后、数据孤岛以及沟通不畅等问题, 这些因素显著增加了成本控制与管理的难度。通过数字化建模, BIM 技术将设计、施工、材料、工期等各类项目信息整合至统一平台, 确保项目参与方能够实时获取并更新数据, 从而保证了信息的一致性与准确性。借助 BIM 建模, 项目的各类数据被数字化、可视化, 项目的每个细节被清晰地展示, 并且施工过程中各环节的运作得以模拟, 潜在问题能够提前识别并进行必要调整。特别是在设计阶段, BIM 技术能够精确结合工程造价, 通过精细的三维模型和详细的材料清单, 为造价预算提供科学依据, 避免了传统二维图纸中可能出现的信息遗漏或误解, 造价误差得以减少。与此同时, 施工阶段的成本管控也因 BIM 技术而更为精细化, 施工团队能够根据 BIM 模型中提供的实时信息调整施工方案, 优化资源配置, 降低工程浪费, 从而避免因设计变更或材料价格波动等因素带来的不必要开支^[1]。在项目执行阶段, 成本与进度的动态监控通过 BIM 技术得以实现, 数据分析能够及时预测项目的资金需求与成本变化, 帮助项目管理者采取应对措施, 确保预算控制始终处于可接受范围内。

2 工程项目成本管控存在的问题

2.1 设计变更增加成本管控的难度

在工程项目中, 设计变更是导致成本管控难度增加的

重要因素之一。设计变更可能在项目的各个阶段发生,通常由多种因素引发,如客户需求变化、技术方案调整、现场条件变化以及法规更新等。这些变更不仅影响项目进度,还直接关系到成本控制。发生设计变更时,已完成部分往往需要重新评估与调整,这可能导致材料采购、施工方法、人员配置等的重新规划,进而产生额外的成本支出。设计变更引发的成本增加通常体现在多个方面,其中包括额外的材料采购、施工方案修改、工时增加以及设备配置调整等。此外,施工过程中的延误通常由设计变更引起,进而影响原定工期,推高施工成本。早期阶段,设计变更对成本的影响较为直接且易于控制,但随着项目推进,特别是进入施工阶段,设计变更所引起的成本波动则变得更为复杂,且难以预测。频繁或大幅度的设计变更不仅增加了对资源的需求,还可能破坏原有预算安排,导致成本控制愈加困难。

2.2 材料价格调差增加施工成本

在工程项目中,材料价格波动是影响施工成本的关键因素之一。随着市场需求变化、供应链不稳定以及原材料价格上涨,材料价格调差通常不可避免。这种波动,尤其在项目周期较长时,可能在项目实施过程中产生显著影响,材料价格的不确定性更容易导致预算超支。当材料价格上涨时,施工单位面临采购成本增加的压力,这一变化可能破坏原有预算安排,甚至使精心设计的成本控制计划失效。尤其在一些高耗材项目中,材料价格上涨对总成本的影响尤为显著。例如,钢材、水泥、混凝土等基础建筑材料价格上涨时,施工单位需要支付更高的采购费用,直接推高施工成本。此外,供应链中断或运输成本增加等因素,也可能引发材料采购的不确定性,进一步加剧成本波动。

2.3 业主管理方法和水平影响成本

在工程项目中,业主的管理方法与管理水平对成本控制具有至关重要的影响。项目立项阶段的决策,如预算编制、合同条款的制定及风险评估等,直接影响项目后续的成本管控。如果在规划阶段,业主未进行充分的市场调研或缺乏准确的成本预估,预算偏差的出现将导致无法有效应对施工过程中可能出现的变化与挑战。此外,业主的管理水平也表现在对施工过程的监督上。当未能配备专业的项目管理团队,或未建立有效的监督机制时,项目往往容易出现频繁的设计变更、进度延误及施工方案不合理等问题,进而带来额外的成本支出。与承包商、设计方及其他相关方的沟通不畅,常常引发误解或信息延迟,影响决策的时效性与准确性^[2]。由此,这些管理缺陷可能会引发资源配置不当、工程延误及物资采购滞后等问题,进一步推高项目的总体成本。

3 BIM 技术在建筑工程造价管控中的应用

3.1 BIM 建模

BIM 建模在建筑工程造价管控中的应用,显著提升了工程成本管理的精确度与可控性。通过 BIM 技术,建筑设

计与施工过程中涉及的各类数据得以在三维虚拟模型中整合与可视化,形成了一个高度集成的数字化平台。该模型不仅限于几何图形的呈现,且包含了建筑项目的结构、材料、设备、施工方法、时间安排及预算等多维度信息。建筑物的整个生命周期,BIM 建模能够精确模拟,从设计、施工到运营维护,任何阶段的变化都会实时反映在模型中,确保了信息的实时性与准确性。在造价管控过程中,BIM 通过详细记录材料、工艺、设备等数据,使得项目成本得以更加精准地预测与控制。尤其在设计阶段,三维建模帮助设计师提前识别潜在问题,如空间冲突、材料冗余及结构不合理等,从而有效减少了设计变更与返工,避免了不必要的成本增加。进入施工阶段后,BIM 模型进一步帮助施工团队理解复杂的施工过程,精准的施工图纸、清晰的物料清单与详细的施工流程,能够显著减少施工误差,提高了施工效率与资源的利用率。BIM 还有效支持施工阶段的进度追踪与成本控制。通过实时监控工期、资源与材料的使用情况,项目管理者能够及时发现进度滞后或成本偏差的问题,进而采取适当的调整措施,防止预算超支。在施工过程中,BIM 模型能够将实际施工与计划进度对比,实时反映各项指标的完成情况,帮助项目团队精确调整资源分配与施工顺序,从而最大程度地减少了由于信息滞后或沟通不畅所带来的成本风险。竣工阶段,BIM 汇总并存档了所有设计与施工过程中的数据,为后期的运营维护提供了宝贵的参考资料,从而进一步提升了建筑的长期管理效率。

3.2 规划与组织阶段工程造价管控中的应用

在建筑工程的规划与组织阶段,BIM 技术的应用为造价管控提供了坚实的支持。通过 BIM 建模,项目团队能够在项目初期对资源进行全面的规划与优化,确保每个细节都得到了充分预见并准确计算。此阶段的关键任务之一,是制定科学合理的项目计划与预算。一个高度集成且可视化的数字平台,由 BIM 模型提供,使项目团队能够直观地评估各项资源需求及其成本。具体而言,设计人员可利用 BIM 技术进行详细的三维建模,将设计、结构、材料、设备及施工方式等要素整合至一个数字平台,实现对工程各环节的细致成本分析。通过对设计方案、施工流程、材料需求及设备选型的提前评估,额外成本的引发,尤其是后期设计变更所带来的,能够有效避免。特别是在涉及大规模材料采购与复杂施工工艺时,资源使用的精确预测,BIM 能够实现,从而避免了传统方法中的粗略估算与潜在遗漏。除此之外,在项目组织阶段,合理安排施工顺序与工期,BIM 还助力项目经理,提前识别潜在风险与瓶颈,从而避免了项目延期或因进度滞后所带来的成本上升^[3]。BIM 技术所提供的协同工作平台,使得不同领域的专家能够在同一模型上实时交流与共享数据,跨部门沟通效率的大幅提升,确保了规划与组织阶段各项工作的顺畅协调。

3.3 施工阶段工程造价管控中的应用

在建筑工程的施工阶段,BIM 技术的应用显著提升了

造价管控的精准度与效率,推动项目成本控制迈向更高水平。施工阶段,作为整个工程生命周期中成本波动最剧烈、变更频繁的阶段之一,BIM技术凭借其三维可视化、数据集成与模拟功能,提供了一个精确且实时的决策支持平台。通过BIM建模,施工人员能够清晰地查看工程各部分的详细设计,包括结构、材料及施工工艺,从而确保施工严格按照设计图纸和预算要求进行,避免因设计理解偏差或错误导致的返工及材料浪费。在成本管控方面,BIM技术能够精确预测与调度施工过程中所需的材料、设备及劳动力等资源,确保资源得到了优化配置与有效利用,避免了因过度采购或资源不足引发的额外成本。同时,BIM的动态数据更新功能,使项目经理能够实时监控施工进度与实际支出,并与原计划进行对比分析,及时发现成本偏差并采取必要措施进行调整,从而防止项目超预算。在施工过程中,BIM技术通过模拟施工场景,能够提早识别潜在问题与风险,如空间冲突、施工难度及安全隐患,从而进行预防性调整,施工效率不仅得到了提升,也有效减少了因变更或调整而产生的额外费用。

3.4 项目落实阶段工程造价管控中的应用

在建筑工程的项目落实阶段,BIM技术为造价管控提供了更加精准、系统的支持。此阶段,设计方案将被转化为具体施工过程,涉及合同管理、材料采购、施工进度与质量控制等多个方面。通过整合各类信息与数据,BIM技术帮助项目团队优化资源配置、控制成本支出,有效避免了超预算现象的发生。在项目落实过程中,BIM技术能够实时监控与分析各环节,确保工作按计划推进,并严格控制成本。与项目管理系统对接后,工程造价得以更新,准确的预算分析与成本预警被提供,项目经理根据实时数据判断是否需要调整施工方案或资源调度,从而避免不必要的资金浪费。材料采购方面,BIM技术与供应链管理系统紧密结合,通过精确建模与数据共享,确保所需材料的种类、数量、规格等信息被准确传达给供应商,提升了采购效率,减少了因信息错误导致的材料浪费与成本超支。进一步而言,BIM模型中的详细数据支持施工进度预测与控制,实时更新的进度与成本数据确保施工进度与预算同步,及时发现偏差并调整施工策略。更为关键的是,BIM技术能够预判项目中可能出现的变更,发生变更时,影响造价的计算能够迅速完成,帮助项目团队迅速做出响应,降低了因设计变更或施工变动导致的成本超支风险。

3.5 竣工阶段工程造价管控中的应用

在建筑工程的竣工阶段,BIM技术在造价管控方面发挥了至关重要的作用。此阶段,项目的最终验收、结算以及后续的运营维护通常伴随着大量的变更、补充工作及不

可预见的费用,这使得如何在保证质量的基础上有效控制竣工阶段的成本,成为了项目管理中的一大挑战。精准的三维模型及详尽的工程数据,由BIM技术提供,为竣工阶段的成本管理提供了有力支撑。整个施工过程中的每一个环节,BIM模型能够准确记录,所有变更、材料消耗、工作量等都能通过模型进行追踪,从而确保成本的清晰透明,避免了传统结算方式中因信息滞后或数据不完整而引发的纠纷^[4]。此外,工程结算的强大数据支持由BIM技术提供,帮助造价管理人员在竣工阶段对比预算、施工进度与实际支出之间的差异,迅速识别出费用超支的原因,并进行相应调整。通过与项目管理系统结合,BIM技术能够实时更新竣工阶段的所有费用信息,确保所有变更及新增项及时纳入预算核算。更为重要的是,后期的维护工作,BIM技术能够通过虚拟化技术进行模拟和预测,结合建筑设备的生命周期管理,为项目团队制定合理的预算,以应对未来的维护与更新需求。

4 结语

BIM技术在工程造价成本管控中的应用显著提高了建筑项目在规划、设计、施工及竣工阶段的成本控制精度与效率。通过BIM的三维建模及信息集成功能,项目各方能够实时共享数据,潜在问题得以及时发现并采取措施予以解决,从而显著降低了由于设计变更、材料价格波动等因素带来的成本风险。在项目实施阶段,不仅能帮助工程师进行精准的成本预测,BIM还能够有效监控项目进展,优化资源配置,进而减少不必要的浪费。随着技术的持续发展与普及,BIM将在建筑工程造价管理中发挥越来越重要的作用,推动行业朝着更高效、更可持续的方向发展。展望未来,随着BIM技术与大数据、人工智能等新兴技术的深度融合,建筑项目的成本管控将变得愈加智能化与自动化,从而提升整个行业的管理水平与经济效益。

[参考文献]

- [1] 孙权. BIM技术在工程造价成本管控中的应用研究[J]. 工程技术研究, 2023, 8(14): 131-133.
- [2] 毛伟霞. 成本管理视角下BIM技术在建筑工程造价控制中的应用[J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(8): 196-198.
- [3] 赵云芳. BIM技术在建筑工程造价管控中的应用[J]. 住宅与房地产, 2021(4): 65-66.
- [4] 商献. BIM技术在工程项目成本管控中的应用研究[J]. 中国管理信息化, 2020, 23(4): 87-88.

作者简介: 王晓晓(1992.11—),女,汉族,毕业学校: 河北工业大学城市学院,现工作单位: 中土城联工程建设有限公司。

BIM 技术下建筑工程施工成本控制研究

刘 烁¹ 王逢逢² 原树崆³ 王旭光³ 王文浩⁴

1. 青岛中新正工程项目管理有限公司, 山东 青岛 266000

2. 青岛卓尔睿工程咨询有限公司, 山东 青岛 266000

3. 青岛中泰信实业有限公司, 山东 青岛 266000

4. 青岛市外国企业服务有限公司, 山东 青岛 266000

[摘要]随着建筑项目日益复杂, 传统成本管理方法已难以应对项目中面临的各种挑战, 尤其在数据处理与信息共享方面显著的瓶颈已逐渐暴露。凭借其数字化与信息化的优势, BIM 技术能够将设计、施工及运维各阶段的数据进行有效集成并提供实时支持, 从而显著提高管理的精准度。在施工阶段通过三维建模与可视化管理, BIM 技术有效地促进了成本控制的精准性与高效性。如何在实际项目中充分发挥 BIM 技术在成本控制方面的潜力, 依旧是行业亟须解决的问题, 探讨 BIM 技术在建筑工程施工成本控制中的独特优势及应用策略, 以便为提升管理效率提供更加切实可行的解决方案。

[关键词]BIM 技术; 建筑工程; 成本控制

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14786

中图分类号: TU71

文献标识码: A

Research on Cost Control of Construction Projects under BIM Technology

LIU Shuo¹, WANG Fengfeng², YUAN Shuyin³, WANG Xuguang³, WANG Wenhao⁴

1. Qingdao Zhongxinzheng Engineering Project Management Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

2. Qingdao Zhuoerrui Engineering Consulting Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

3. Qingdao Zhongtaixin Industrial Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

4. Qingdao Foreign Enterprise Service Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

Abstract: With the increasing complexity of construction projects, traditional cost management methods are no longer able to cope with the various challenges faced in projects, especially the significant bottlenecks in data processing and information sharing have gradually been exposed. With its advantages of digitization and informatization, BIM technology can effectively integrate data from design, construction, and operation stages and provide real-time support, thereby significantly improving the accuracy of management. Through 3D modeling and visual management during the construction phase, BIM technology effectively promotes the precision and efficiency of cost control. How to fully utilize the potential of BIM technology in cost control in practical projects is still an urgent problem that needs to be solved in the industry. Exploring the unique advantages and application strategies of BIM technology in construction cost control is necessary to provide more practical and feasible solutions for improving management efficiency.

Keywords: BIM technology; architectural engineering; cost control

引言

随着建筑工程规模的不断扩大, 传统成本控制方法暴露出数据滞后、信息孤岛等一系列问题, 已无法满足现代建筑项目对精准管理的需求。建筑信息模型 (BIM) 技术的引入, 为施工成本控制提供了全新的解决途径。通过信息的集成、可视化管理的实现以及实时数据分析的应用, BIM 技术显著提高了施工成本预测的准确性与动态监控的能力, 从而有效提升了成本控制的效率。因此, BIM 技术在建筑工程施工成本控制中的应用研究, 具有重要的实践意义。

1 BIM 技术在建筑工程施工成本控制中的应用优势

1.1 信息集成化

BIM (建筑信息模型) 技术通过集成项目的各类数据, 极大地提升了建筑工程的协同效率。与传统的施工成本控

制方法依赖于分散的信息源不同, BIM 技术通过统一的平台实现了设计、施工、成本、进度等多种信息的集中管理, 使各专业之间的数据共享并实时更新, 这种信息的集成不仅有效消除了沟通障碍, 还确保了项目决策始终建立在最新、最精确的数据支持之上。BIM 技术将工程量清单、预算、设计图纸及施工方案等信息整合进三维模型中, 项目各方能够在同一平台上协作, 随时获取所需的精确信息。随着数据的实时同步, 成本控制变得更加透明且高效。例如, 当设计方案进行调整时, BIM 模型会立即反映出这一变化, 相关部门可以迅速调整预算和资源配置, 从而避免了传统管理模式中因信息滞后所导致的超支和资源浪费。通过集成化管理, BIM 还帮助项目团队识别潜在的成本风险优化决策流程。在施工前, 项目管理人员可以全面预测成本, 及时对可能发生的变化进行调整, 显著提高了预算

的精准度，为项目顺利实施提供了强有力的保障。

1.2 施工过程可视化

施工过程的可视化是 BIM 技术在建筑工程成本控制中的一项重要优势，通过三维建模与实时数据更新，BIM 技术将施工现场的各个环节以可视化的形式呈现，使项目管理者能够直观地查看工程进度、资源分配、工期安排等信息，这种方式不仅便于管理者快速识别潜在的施工问题与成本风险，还使项目动态更加清晰可见。具体而言，BIM 技术使施工过程中的每个环节与细节都能在虚拟环境中实时展示，借助虚拟仿真模型，项目经理可以查看施工现场的空间布局、设备配置、材料进场与使用情况，甚至模拟施工过程中的操作流程，通过这种直观的展示方式，管理者能够迅速理解施工现场的复杂状况，并在此基础上作出合理决策，从而避免了传统方法中因信息滞后或误差而导致的判断偏差。不仅提高了决策效率，施工过程的可视化还显著增强了施工效率与成本控制的精准度。管理人员可通过分析虚拟模型及时发现施工中的重复作业、材料浪费或资源冲突等问题，从而提前进行调整，避免因现场管理混乱或沟通不畅引发的成本超支，BIM 模型的实时更新反映了施工进度，确保了每个阶段能够按计划推进，进而减少了工期延误或返工所带来的额外成本。

1.3 施工进度与成本的统筹协调

施工进度与成本的统筹协调是项目管理中的核心任务，而 BIM 技术的应用在这一领域极大提升了管理的精准度与效率。在传统的工程项目中，进度控制与成本控制通常被视为两个独立的环节，然而在实际操作中二者密切相关。进度延误常常引发成本上升，而过度压缩工期则可能导致资源浪费，BIM 技术通过将进度与成本数据整合到同一平台，打破了这两个维度之间的隔阂，从而实现了更加高效的综合管理。借助 BIM 技术，项目管理者能够在统一的三维模型中实时监控进度与成本的相互关系。每个施工阶段的进展、所需资源以及资金消耗均能精准呈现。例如，若施工进度出现延误，BIM 系统会立即反映该变化并计算出延误带来的额外成本，基于这一信息项目经理可以迅速调整资源分配或优化施工方案，从而降低不必要的开支。同时，施工过程中出现的任何变动都会直接影响整体预算，BIM 技术能够快速反馈这些变化并进行相应调整，避免了传统管理模式中进度与成本之间信息滞后的问题。通过“成本-进度”模型，BIM 还为项目初期提供了详细的预算预测，并在施工过程中实时跟踪进展与成本支出。管理者可以通过对比实际支出与预算之间的差异及时调整策略，确保项目既按时完成又不超预算。借助 BIM 的可视化功能，管理者能够迅速识别出成本过高或进度滞后的施工环节，进而采取有效的纠偏措施，最大限度地降低项目风险。

2 建筑工程施工成本控制中面临的关键问题

2.1 动态成本控制的缺乏

在许多建筑工程中，缺乏动态成本控制是导致成本超

支和项目失控的关键因素之一。传统的成本控制方法通常依赖于静态预算，而初期设定的成本计划往往未能在施工过程中得到及时调整和修正，随着项目的推进施工进度以及外部环境的变化常常会对成本产生重大影响，但由于缺乏有效的动态监控机制，实际执行过程中，项目管理者很难根据实时数据对成本进行灵活调整，使成本超支的潜在风险无法及时识别，也无法在施工进度和实际情况发生变化时迅速采取应对措施。在没有动态成本控制的情况下，原本设定的成本计划往往变得僵化，难以应对工程实施中的突发情况。例如，材料价格波动、施工方案调整、工期延误或设计变更等因素，均会对整体成本产生影响，但这些变化未能及时反映在成本控制体系中，从而导致预算与实际支出之间的差距逐步扩大。在某些情况下，项目管理人员未能及时识别这些变化或无法迅速获取所需数据致使项目成本大幅度超支，缺乏动态成本控制还意味着对成本全过程的监控不足。许多项目在施工阶段未能对实际支出与预算之间的差异进行持续追踪，这种“事后补救”的模式不仅削弱了应对成本风险的能力，还增加了项目管理的复杂性。待问题显现时往往已无法通过有效的调整措施来减少损失，进而影响项目的盈利性与最终质量。

2.2 事前与事中成本控制的执行不力

在建筑工程项目中，事前与事中成本控制的执行不力，常成为影响项目成功的关键问题之一。尽管许多项目在初期阶段设定了详尽的成本预算与计划，但由于缺乏有效的执行与监督，这些预定的成本控制措施往往未能在实际操作中得到落实。事前成本控制的目标原本应是通过全面的设计、合理的预算编制以及周密的资源配置来确保项目成本的可控性，但许多项目在此阶段遇到的设计变更、材料采购问题以及资源配置不当等情况，导致原定的成本控制措施未能严格执行，预算偏差逐步扩大。事中成本控制同样存在诸多薄弱环节，尤其在施工阶段，这一环节通常是成本控制的关键期，许多项目在施工阶段缺乏有效的成本跟踪与管理机制。由于项目经理与各部门之间的沟通不畅，实际支出与预算之间的差异未能及时反映，许多问题因此未能在初期得到有效解决。例如，在施工过程中，人工费用、设备使用费及材料消耗等，常常未能严格按照预算执行。现场管理人员由于缺乏足够的成本敏感度与控制意识，导致项目成本不断超支。造成事前与事中成本控制失效的一个重要因素是项目管理团队对成本控制重要性认识不足，在许多项目推进过程中，管理层常常过于侧重施工进度与质量控制，而忽视了成本的实时监控与动态调整。由于对成本管理的重视不足，项目往往处于一种被动应对的状态，未能采取主动预防与调控的措施，如此一来成本失控的风险被进一步加剧。

3 BIM 技术在建筑工程施工成本控制中的应用对策

3.1 构建集成化成本信息管理系统

在建筑工程项目中，构建一个集成化的成本信息管理

系统,已成为实现高效成本控制的关键所在。传统的成本管理方法通常依赖各部门独立操作,信息的孤立性与更新滞后性,使得理人员难以及时获取项目的实际成本情况,通过应用 BIM 技术,这些信息孤岛得以有效突破,设计、施工、采购、预算等多方数据被汇集到一个统一的平台上,进而形成一个高度集成的成本信息管理系统,这一系统的核心优势在于它将 BIM 模型中的三维设计数据与成本信息深度融合,通过实时更新施工进度、材料消耗、人工与设备使用情况等数据,确保了成本控制的精确性与实时性^[1]。例如,根据施工进度变化,系统能够自动调整材料与人力资源消耗的预测,并即时反馈实际支出与预算之间的差异,从而帮助项目管理人员快速识别潜在的超支风险并及时调整应对策略。除了提供详细的成本分析外,集成化的成本信息管理系统还具备数据挖掘与趋势预测功能。项目管理人员可以借助系统生成的各类报表与图表深入剖析成本结构,发现成本控制中的薄弱环节,并据此作出科学决策。实际应用中,系统还能够与财务、采购、施工等部门实现无缝对接,确保各环节的成本数据同步与共享,从而避免信息滞后或沟通不畅所带来的潜在问题。

3.2 引入 BIM5D 模型进行精准成本预测

引入 BIM5D 模型进行精准的成本预测,成为 BIM 技术在建筑工程项目精细化管理中的一项关键应用。相较于传统的三维 BIM 模型,BIM5D 模型在空间维度(3D)和时间维度(4D)的基础上,额外融入了成本维度(5D),从而形成了一个全方位、动态更新且可持续的成本控制工具,这一多维度集成模式使项目管理人员能够在项目的各个阶段,实时获取精确的成本数据与预测信息,从而实现更加精准的成本规划与有效控制^[2]。通过将施工进度、资源使用情况与实时成本数据相结合,BIM5D 模型能够在项目启动之初,全面预测各个环节的成本。例如,在设计阶段,基于材料数量、施工工艺及资源配置等信息,BIM5D 模型可提前评估各项工程的成本,并为可能出现的支出变化提供科学的预测依据。随着项目的推进,模型将不断更新实际成本与预算之间的差异,及时帮助管理人员调整策略,从而避免因预算偏差而导致的超支问题。此外,BIM5D 模型还具备强大的数据分析功能,能够对项目各项成本进行深度剖析与比较,通过集成的成本数据库,管理人员能够依据历史数据与市场趋势,准确预测项目未来的成本波动,并为决策提供有力支持。项目中可能出现的材料价格上涨、人工费用波动、设备租赁成本等因素,都能通过模型的预测功能得到及时预警,从而为项目团队制定应对措施提供科学依据。

3.3 优化事前与事中成本控制的协同管理

优化事前与事中成本控制的协同管理,成为确保建筑工程项目成本控制全面性与有效性的关键。在项目管理中,事前成本控制主要包括预算编制、资源配置及风险预测等环节,而事中成本控制则侧重于施工过程中的动态调整、资源使用监控及实际支出的跟踪。为了避免在项目实施过

程中发生预算失控或超支现象,事前与事中成本控制必须紧密衔接并协调运作。在事前阶段,成本控制的重点是与项目的设计与规划深度结合,确保预算的合理性及可执行性。通过 BIM 技术,项目管理者能够在设计初期通过三维建模精确估算工程量,并基于市场价格对各项成本进行详细预测^[3]。此时,合理的预算框架的制定尤为关键,它为施工阶段的成本控制奠定了清晰的基准与方向。然而,仅依赖预算框架并不足以保障成本控制的有效性,必须通过强化事中成本控制的执行,确保预算在实际施工中能够与施工进度及质量保持一致。进入施工阶段后,事中成本控制的核心在于实时监控与动态调整。随着项目进展,现场的各种不确定性因素(如设计变更、施工进度延误、材料价格波动等)可能对成本产生影响,如果事前预算未充分考虑这些变化,成本便容易超出预期。因此,事中成本控制必须与事前控制有效对接,形成一个实时反馈机制。例如,结合 BIM 技术与现场管理系统,项目管理者可随时获取施工进度、材料消耗及资源配置等数据及时识别与预算差异,并根据实际情况进行调整。精准的成本数据与及时的反馈,能确保项目各阶段成本控制的有效性。协同管理的优化还体现在各部门之间的信息共享与协调上,事前预算与事中执行控制应通过统一的信息平台实现无缝对接。设计、采购、施工与财务等各职能部门可通过集成化的管理系统实时共享项目数据,确保所有相关人员能够及时掌握项目的成本状况,从而做出协同决策。跨部门的高效协作不仅提升了决策效率,也有效减少了因信息不对称而带来的资源浪费与成本超支。

4 结语

BIM 技术为建筑工程施工成本控制提供了创新的解决方案。通过信息集成、施工可视化以及进度与成本的紧密协调,BIM 技术显著提升了成本管理的准确性与效率,帮助企业有效克服了历史数据不完整、成本计划缺失以及成本控制不力等一系列问题。BIM 技术通过构建集成化的信息管理系统、引入 BIM5D 模型以实现精准成本预测,以及优化事前与事中成本控制的协同管理,极大地提升了施工过程中的成本管控能力,这些应用不仅提升了施工管理的精细化程度,而且为项目的经济效益与可持续发展提供了强有力的支持。

【参考文献】

- [1] 廖艳星. BIM 技术在建筑工程施工阶段成本控制中的应用研究[D]. 内蒙古: 内蒙古科技大学, 2019.
- [2] 胡毅, 张明亮. 基于 BIM 技术的建筑工程施工成本控制分析[J]. 工程技术研究, 2021, 6(9): 139-140.
- [3] 李辉宇. 基于 BIM 技术的建筑工程施工成本控制研究[J]. 工程技术研究, 2022, 7(19): 117-119.

作者简介: 刘烁(1988.4—), 男, 毕业院校: 青岛理工大学, 学历: 本科, 所学专业: 工程造价, 当前就职单位: 青岛中新正工程项目管理有限公司, 职务: 项目经理(工程师), 所在职务的年限(工程师3年, 工龄14年), 职称级别: 工程师。

公路工程施工进度与成本动态控制研究

朱 宁

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 石河子 832000

[摘要]公路工程施工进度与成本的动态控制是确保项目按期、按质、按量完成的关键。随着公路建设项目规模的不断扩大与复杂性增加,如何有效控制施工进度与成本成为公路工程施工的重要课题。结合公路建设实际,文中剖析了施工进度和成本控制中存在的主要难题,在多变的外部环境和复杂的施工背景下,论述了如何运用动态控制手段实施高效管理。在论文初始部分,作者对公路建设领域的进度管理与成本管控的相应理论及技巧进行了梳理,进而揭示了现行管控模式的诸多局限,在融合现代项目管理理念的基础上,提出依托实时数据监控和信息技术支撑的动态控制策略,并对其在实际应用中的可行性及优越性进行了深入剖析。通过具体案例分析,文中揭示了动态控制方法在公路建设领域的应用成效,为未来公路工程项目的进度和成本控制提供了有益的借鉴与参考。

[关键词]公路工程;施工进度;成本控制;动态控制;信息技术;项目管理

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14785

中图分类号: U215.1

文献标识码: A

Research on Dynamic Control of Construction Progress and Cost in Highway Engineering

ZHU Ning

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Shihezi, Xinjiang, 832000, China

Abstract: The dynamic control of construction progress and cost in highway engineering is the key to ensuring that the project is completed on schedule, with quality and quantity. With the continuous expansion and increasing complexity of highway construction projects, how to effectively control construction progress and costs has become an important issue in highway engineering construction. Based on the actual situation of highway construction, this article analyzes the main difficulties in construction progress and cost control. In the context of changing external environments and complex construction backgrounds, it discusses how to use dynamic control methods to implement efficient management. In the initial part of the paper, the author sorted out the corresponding theories and techniques of progress management and cost control in the field of highway construction, and then revealed many limitations of the current control mode. Based on the integration of modern project management concepts, the author proposed a dynamic control strategy relying on real-time data monitoring and information technology support, and deeply analyzed its feasibility and superiority in practical applications. Through specific case analysis, the article reveals the application effectiveness of dynamic control methods in the field of highway construction, providing useful reference and guidance for the progress and cost control of future highway engineering projects.

Keywords: highway engineering; construction progress; cost control; dynamic control; information technology; project management

引言

随着我国交通基础设施建设的飞速发展,公路工程施工规模不断扩大,施工进度和成本的控制变得愈加庞杂、重要方面。在传统的工程实践中,施工进度与成本的管理多借助静态的规划与人工的监控手段,但伴随项目的演进,外部环境的波动与内部资源的调整,往往引发施工进度及成本上的波动与变动。在公路工程项目管理中,对施工过程中进度与成本实施动态控制,确保控制措施的适时调整,已成为一大挑战。在信息技术迅猛发展的当下,公路工程的动态控制迎来了前所未有的新契机,实时数据采集与分析、项目管理软件及智能化工具的运用,可实现施工进度与成本的全过程监管,并对潜在风险实施预警,以助力公路工程项目管理决策的科学化。本篇文章深入研究了动态控制理论在公路工程施工进度与成本控制中的应用策略,

剖析了其实际运用中的成效,进而提出了相应的优化措施,目的在于为公路工程项目的高效施工贡献创新性的管理理念。

1 公路工程施工进度与成本控制的理论基础

公路工程施工进度与成本控制是项目管理中的重要组成部分,其理论基础涉及多个领域,主要包括项目管理理论、时间成本理论、资源优化配置等。施工进度控制理论侧重于项目任务的时序安排和资源调配,确保施工活动按预定计划进行。经典的项目管理方法如“关键路径法”(CPM)和“项目评估与审查技术”(PERT)为进度控制提供了理论支持。这些方法通过合理安排各项任务的开始与结束时间,找出影响项目进度的关键因素,进而制定应对措施,确保项目按时完成^[1]。

在施工全过程中,成本控制理论致力于优化资源配置,

并通过持续的监控与调整手段,确保成本始终处于预算预设范围之内。传统的成本控制方法依赖于事前预算、事中监控和事后分析等手段,通过分析成本构成和支出趋势,及时发现偏差并采取纠正措施。施工过程中,现代项目管理融入了动态成本控制理论,实时监控并调整,以适应不断演变的外部条件与内部资源状况。在项目管理领域,动态控制理论日益凸显其重要性,它依托于对施工进度与成本之间动态关系的深入探究。

2 公路工程施工进度与成本控制的现状

当前,公路工程施工进度与成本控制主要依赖传统的手工管理和简单的自动化工具,但随着工程规模和复杂度的增加,传统方法在面对突发情况、资源配置不均和外部环境变化时的应对能力有限。施工进度控制通常依靠关键路径法、甘特图等手段,虽然能够有效安排项目任务的顺序和时间节点,但缺乏实时调整的能力,不能高效应对实际施工中的变动。

公路工程领域普遍采用预算编制与财务监控进行成本控制,其中,前期预算编制与后续审计检查构成两大关键手段。施工进度持续深化,预算与实际开销间的差异问题常不可避免地显现。在施工过程,突发状况诸如材料价格波动、恶劣天气等不时浮现,而依赖传统成本管控手段往往难以及时应对,致使成本超支与资源滥用现象频发。在施工进度与成本控制领域,信息技术的运用尚未全面铺开,众多中小型公路工程项目尚未步入数字化管理的行列,对于实时数据的搜集与解析手段亦显不足^[2]。

3 基于动态控制的施工进度与成本管理策略

基于动态控制的施工进度与成本管理策略强调在项目实施过程中,实时获取施工数据并根据实际情况进行调整,以确保工程顺利推进。依托于信息技术的支撑,动态控制手段得以实施,其中大数据分析、人工智能与智能监控系统发挥着关键作用。实施动态控制,务必依赖高效的数据搜集机制与即时的监控体系,实时传感器、监控摄像头与智能设备的安装,施工现场的进度、人员及材料使用状况得以实时反馈至管理系统中。这些数据将为项目负责人提供精准的决策依据,使其能够及时发现问题并进行调整。例如,在施工进度出现滞后的情况下,项目负责人可以根据实时数据调整资源配置,优化工期安排,确保进度的回升。

在传统的成本控制中,预算和实际支出的对比往往滞后,而动态控制则通过建立成本预测和预警系统,实时监测物资采购、人工成本等各项费用。系统一旦监测到费用出现超支现象,即刻自动启动预警机制,向管理人员发出调整信号,项目负责人依据实时成本数据调整资源分配策略,有效预防资源闲置,确保项目在约束下顺利收尾。在实施动态控制过程中,信息流通的效率与协同工作机制的完善显得尤为关键,项目各部门、施工队伍及管理层依托

信息共享平台,实时掌握并回应施工进度与开销资讯,进而达成联动优化。项目实施中,信息共享平台扮演着关键角色,其不仅能助力管理者迅速捕捉风险苗头,而且能构建起各阶段的高效决策支持体系,确保项目得以按既定轨迹稳步推进^[3]。

4 公路工程施工进度与成本动态控制的实施方案

4.1 项目数据采集与分析

在公路工程施工中,项目数据采集与分析是动态控制的核心组成部分。随着信息技术的快速发展,施工现场的数据采集手段日益多样化,数字化监测和传感技术的广泛应用,使得实时数据的获取变得更加精准和全面。施工进度、资源消耗、天气变化、施工人员及设备状态等各类数据均可以通过传感器、GPS定位系统、无人机等设备实时监控,并上传至中央管理平台。

有效的数据采集不仅能够帮助管理人员实时掌握施工现场的具体情况,还能够为项目的决策提供强有力的支持。运用进度监控系统,管理人员能够精确掌握施工任务的执行进度、设备使用率以及工人的作业效能,实时发现延误及资源滥用等状况,进而实施相应的调整措施。在对比过往工程项目的记录与现行建设过程中的数据资料时,数据分析技术能够揭示出可能存在的风险隐患,进而借助预测性分析手段。为工程实施提供精准的预测与决策支持。在数据分析过程中,大数据和人工智能技术的应用起到了重要作用。管理者运用数据挖掘与分析技术,不仅了解施工过程中潜在问题,亦能依托历史数据,精准预测项目进度与成本走势。通过对大量数据的汇总和分析,能够更好地识别影响施工进度与成本的关键因素,进而为动态控制提供数据支持和理论依据。因此,确保施工进度与成本控制精度的关键在于对项目数据的采集与分析,此过程为管理层提供了即时、精确的资讯,显著提高了决策质量与执行成效^[4]。

4.2 动态调整与资源优化配置

动态调整与资源优化配置是确保公路工程项目按计划完成的重要手段。在施工过程中,由于天气变化、设备故障、材料供应等因素的影响,施工进度往往会发生波动。因此,如何根据实际情况及时调整施工计划,合理调整施工资源,是动态控制的核心任务之一。动态调整依赖于精确的实时数据支持。当施工现场的实际情况发生变化时,通过数据监控系统可以即时获取相关信息。例如,当某项施工任务由于设备故障或工人不足而出现延误时,系统能够实时传递信息,及时通知项目负责人进行调整。通过优化施工顺序或改变任务安排,确保资源的合理使用,并最大限度地减少进度滞后的影响。

资源优化配置的目的是使施工资源得到最优利用,降本增效。资源配置不仅仅包括人力、物力的调配,还涉及施工设备、材料的采购和运输等方面。管理人员借助前沿

的调整工具与信息界面,对资源消耗进行实时跟踪与动态调整,依据施工进度变化,对材料采购与运输方案实施灵活调整,有效规避材料过剩或不足引发的施工延迟。通过合理分配设备和工人,有效避免闲置与等待,确保施工过程的高效进行,进而提升整体施工效能。资源调整的效率因智能化和信息化工具的运用而显著提升。公路工程在实施过程中,得益于BIM技术、物联网技术以及云计算等先进技术的应用,得以在资源调整与优化配置上获得精确支撑,从而在进度与成本的动态调控中实现了高效控制^[5]。

4.3 风险预测与应对策略

风险预测与应对策略是公路工程施工过程中不可忽视的环节,尤其是在复杂的工程环境下,施工中可能会面临诸多不确定因素。实施高效的风险预判与应对措施,项目在问题发生前得以预判并做好应对准备,有效规避重大影响。依托于高效的数据解析与预判策略,风险预测得以实现。在项目实施过程中,对历史数据、天气状况及施工环境等相关信息进行搜集与深入分析,项目管理者能够精准辨识出潜在风险点,并做出高效的风险预判。施工进度波动及成本升降,皆可依托数据预测与趋势分析,初步判定其受天气变化与材料价格等因素波动的影响。依据此类预测,决策层应预先做好各项应对措施,诸如调整施工步伐、分配备用资源、编制应急计划等,以此降低突发情况对工程项目的潜在冲击。

在风险应对方面,项目管理人员应建立科学的风险管理机制,包括定期风险评估、实时风险监控与应急响应措施。信息技术进步使得施工阶段的潜在风险得以依托监控系统与数据分析工具实施实时监控,异常状况一旦出现,系统便即刻启动预警机制,促使项目负责人即刻调整施工方案。项目负责人凭借预测结果,预先实施资源储备及应急预案的制定,遇风险可迅速做出应对,以减损。当某地域遭遇极端气候事件,施工活动或受影响而暂停。此时,应预先调集其他区域的人财物力,以确保整个施工进度不致遭受过多干扰。在风险预测与应对策略的实施过程中,预判与灵活的应对措施构成其核心要素。在公路工程领域,依托于数据分析与智能化技术的辅助,有效应对动态变化以降低潜在风险,从而保障工程进展的顺利进行^[6]。

4.4 监控系统的建立与应用

监控系统的建立与应用是确保公路工程施工进度与成本控制精确实施的基础。在现代公路工程施工中,传统的人工监控方式已无法满足项目管理的需求,智能化监控系统应运而生,并在提高施工效率、降低风险、控制成本等方面发挥了重要作用。监控系统的建立需要整合施工现

场的各类数据来源,如进度监控、人员考勤、设备使用、材料消耗等,形成一个统一的、实时更新的数据平台。通过部署传感器、监控设备、无人机等技术手段,施工现场的实时信息得以迅速传输至中央平台,管理人员能够实时掌握项目的各项动态。此外,在管理现场时,视频监控与物联网技术的应用至关重要,它们能协助管理人员迅速识别设备故障与人员流动等隐患,进而实施高效的处理与即时响应。

在应用方面,监控系统不仅限于施工进度的跟踪,还涵盖了施工质量、安全监控等方面。通过系统集成,可以实现对施工全过程的全面监控,确保施工按计划进行,减少人为因素的干扰。特别是在资源调度和风险应对方面,监控系统的实时数据反馈为动态调整提供了基础。在动态控制领域,构建并应用监控系统成为至关重要的步骤,这一系统通过实时采集与传递数据,保障公路工程施工各环节得以按序进行,从而显著提高施工透明度与管控效能,同时,它有助于降低潜在风险,并对施工进度与成本实施有效监控。

5 结语

公路工程施工进度与成本的动态控制是一个多层次、多维度的管理过程。通过数据采集与分析、动态调度与资源优化、风险预测与应对以及监控系统的应用,能够有效提高施工管理的效率与精确度,确保项目按计划推进,控制成本,降低风险,最终实现公路工程的高质量、高效益建设。

【参考文献】

- [1]彭金凤.公路工程施工进度与成本动态控制研究[J].交通科技与管理,2024,5(16):180-182.
- [2]程红玲.公路工程施工成本控制与优化策略[J].运输经理世界,2024(13):52-54.
- [3]赵悦.公路工程施工阶段的成本控制与优化策略研究[J].建筑与预算,2023(11):4-6.
- [4]钱家勤.公路工程施工质量管理与进度控制分析——以云南省迪庆州虎香公路项目为例[J].工程技术研究,2022,7(5):133-135.
- [5]田和平.某高速公路工程项目施工质量、成本和进度的集成管理研究[D].四川:西南交通大学,2020.
- [6]杨润希.海拔3000米以上公路工程施工阶段成本控制研究[D].云南:昆明理工大学,2020.

作者简介:朱宁(1988.1—),毕业院校:广东开放大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:新疆生产建设兵团交通建设有限公司,职称级别:工程师。

高速公路桥梁施工中的抗风技术分析与实践

徐 群

湖北省路桥集团有限公司, 湖北 武汉 430051

[摘要] 高速公路桥梁建设涉及复杂的工艺与高风险作业, 其中风力对施工的影响常常被忽视。作业的难度不仅增加了, 强风还可能导致设备损坏甚至引发安全事故。随着施工环境的不断变化及技术手段的进步, 风力控制已成为桥梁施工中的关键课题。深入分析风力对施工过程的影响, 结合抗风设计的理论与实践提出切实可行的风力管理策略, 为未来的桥梁施工提供参考与借鉴。

[关键词] 高速公路桥梁; 抗风技术; 技术要点

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14761

中图分类号: U448.2

文献标识码: A

Analysis and Practice of Wind Resistance Technology in Highway Bridge Construction

XU Qun

Hubei Road & Bridge Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430051, China

Abstract: The construction of highway bridges involves complex processes and high-risk operations, among which the impact of wind on construction is often overlooked. The difficulty of homework not only increases, but strong winds may also cause equipment damage and even lead to safety accidents. With the continuous changes in the construction environment and the advancement of technological means, wind control has become a key issue in bridge construction. In depth analysis of the impact of wind on the construction process, combined with the theory and practice of wind resistant design, proposes practical and feasible wind management strategies, providing reference and inspiration for future bridge construction.

Keywords: highway bridges; wind resistant technology; technical points

引言

高速公路桥梁作为重要的交通枢纽, 施工过程中面临着多种挑战, 其中风力的影响尤为突出。设备的不稳定、结构的变形以及施工人员安全的威胁, 均可能由强风引发。如何有效应对风力变化采取科学合理的抗风技术, 已成为确保施工顺利进行的关键因素。探讨风力对桥梁施工的影响, 分析抗风技术的核心要点, 并提出在施工阶段应采取的风力控制措施, 为桥梁建设提供安全且高效的解决方案。

1 风力对高速公路桥梁施工的影响

风力对高速公路桥梁施工的影响不容忽视, 特别是在施工过程中, 风荷载直接关系到施工安全、进度及桥梁结构的稳定性。在强风天气下, 施工环境的安全性受到严重威胁, 吊装作业中风速的变化可能导致设备的不稳定, 从而增加吊装重物失控的风险, 甚至引发设备倾覆或物体脱落, 进而带来安全隐患, 风力的作用会降低施工人员的操作精度增大工作难度, 最终导致工期的延长。桥梁结构在风力作用下的响应也同样显著, 不同风速条件下桥梁的承载能力、变形行为以及振动特性均可能发生显著变化。尤其是在吊装及结构拼装阶段, 风力的影响可能导致局部变形或结构位移, 进而危及整体稳定性。悬臂结构在强风作用下变得不稳定, 增大了变形幅度, 进而对桥梁接缝及连接点产生不利影响, 最终可能削弱结构的承载能力。这些因素在施工阶段尤为关键, 必须采取有效控制措施以确保

桥梁的长期安全性。

2 高速公路桥梁施工中的抗风技术要点

2.1 风荷载计算与抗风设计规范

风荷载计算与抗风设计规范是保障高速公路桥梁施工稳定性与安全性的关键技术依据。风荷载的计算需综合考虑风速、风向变化及多种因素, 如当地的气象数据、桥梁的结构形式及地理位置, 在计算过程中桥梁的高度、跨度、风阻系数等关键参数必须重点考虑, 进而对风力对桥梁各部位的影响进行全面分析, 以确保计算结果的精准性。桥梁的抗风设计规范为抗风能力的评估提供了明确的标准, 根据《桥梁抗风设计规范》及相关设计手册, 抗风设计不仅要求整体结构具备一定的抗风能力, 还需对细部构件(如桥塔、吊索、桥面板等)进行抗风性能分析。在设计时应合理选择防风措施, 如通过优化桥梁外形或设置抗风支撑系统等方式来应对不同风荷载。同时, 规范还要求在极端气候条件下, 对桥梁的抗风性能进行专项计算, 以确保桥梁在强风环境下的安全性。此外, 抗风设计必须考虑风速变化以及突发风荷载对桥梁的影响。例如, 剧烈的瞬时风速变化可能导致桥梁结构的振动或失稳, 规范对风速变化速率及风压分布等方面的要求也十分严格。

2.2 桥梁抗风设计的关键要素

桥梁抗风设计的关键要素包括桥梁结构形式、材料选择、风荷载分布以及支撑系统等多个方面, 结构形式对抗

风性能的影响直接而显著。对于高大结构,如悬索桥和斜拉桥由于其较大的表面积,强风容易对其产生影响。在设计这些桥梁时必须特别关注风力作用合理优化桥塔形状,以减少风阻并增强抗风能力。尽管梁式桥等低矮结构受到的风力影响相对较小,桥面板的抗风设计仍不可忽视,需确保在较大风速下不产生过大的振动。材料选择在抗风设计中扮演着至关重要的角色,材料的强度、韧性及耐候性直接决定了桥梁在强风中的表现,对于风力影响较大的部位,通常选用高强度钢材或复合材料,以提高抗风性能并减少结构变形。同时,沿海或气候恶劣的区域设计中,材料的抗腐蚀性同样需纳入考虑,设计不仅要应对风速,还应防止风带来的湿气及腐蚀问题。风荷载的分布同样在抗风设计中占据重要地位,风荷载通常呈现不均匀分布,作用在桥梁不同部位的强度各有差异。为准确评估桥梁在不同风速下的响应,设计时必须精确计算风压分布,并合理分配风荷载至各构件,确保每个部件均能承受相应的风力。支撑系统的设计则是抗风设计中的另一个关键组成部分,通常抗风支架、抗风绳索及特殊的风阻装置等支撑系统被用来减轻风力对桥梁的影响,防止在强风作用下桥梁发生剧烈晃动或结构变形。支撑系统的灵活性及适应性同样需加以考虑,确保能够根据风速变化有效发挥作用,从而增强整体抗风能力。

2.3 风力防护材料与技术选择

在高速公路桥梁抗风设计中,风力防护材料与技术的选择占据了至关重要的位置。通过合理的防护措施可以显著提升桥梁的抗风性能,降低因风力变化引发的安全风险,在材料的选取上,抗风性能、耐久性以及经济性是关键的考量因素。常用的防护材料包括高强度网格、金属风屏障及复合防护板,网格材料能够有效减缓风速同时保证空气流通,减少风对桥梁的直接冲击;金属屏障适用于风速较大的区域,能够承受较大的风压并有效减少结构振动,复合防护板具有较强的弹性和抗冲击性,尤其适合用于施工风险较高的区域。在材料选择时,耐候性和抗腐蚀性也应考虑,尤其是在沿海或湿润地区使用时,不锈钢或铝合金等材质的选用有助于延长防护设施的使用寿命,从而减少长期维护的费用。风力防护技术的应用也是设计中的重要部分,随着技术的不断进步,许多创新型防护技术逐渐被引入到桥梁施工中。例如,可调节风力防护系统能根据实时风速自动调节防护设备的角度和高度,从而确保在不同风速条件下都能提供最佳的防护效果。此外,风速监测与反馈系统的应用,使防护设施能够根据风力的变化及时做出调整,有效减少风力对施工过程的干扰。将风力防护材料与技术有机整合,是确保抗风设计充分发挥其作用的关键,设计时应综合考虑桥梁所在区域的风力特征、结构特点以及施工阶段的需求,选择最合适的防护材料与技术。这样一个多层次、全方位的风力防护体系,能够最大程度

地提升桥梁的抗风能力,确保施工的顺利进行。

2.4 风速监测与预警系统的设计

风速监测与预警系统在高速公路桥梁施工中的抗风防护中扮演着至关重要的角色。随着施工对环境条件的高度依赖,实时监测风速为施工团队提供了及时的预警信息,帮助管理人员做出科学决策,确保施工的安全性。有效的风速监测系统设计要求选用高精度的风速计、风向标等仪器,这些设备能够精准捕捉不同风速范围内的风力变化并实时采集数据^[1]。根据桥梁建设地点的风力特征,监测系统应覆盖整个施工区域,确保关键位置能够获得实时的数据反馈。除了硬件设备的选择外,数据传输与处理同样至关重要,风速数据一旦采集完成,应通过稳定的通讯网络实时传输至中央控制平台并进行智能化分析,通过物联网技术,风速监测系统能够与现场的其他监控设备(如结构健康监测系统、环境监测系统等)实现联动,进行数据整合与分析。当风速超过设定的阈值时,系统将自动触发预警,提醒施工人员采取适当的应急措施。在预警系统的设计中,可靠性与灵活性是关键,根据风速的变化系统能够动态调整预警级别,并结合风速的持续时间与强度,对施工活动进行相应调整。达到特定标准时,预警系统能够通过语音警报、短信通知或电子显示屏向现场工作人员、项目管理团队及安全负责人发出警示,确保及时采取安全防护措施。同时,系统能够与施工计划衔接,在预警发生时自动暂停或调整高风险作业,避免在不安全的风速条件下进行施工。风速监测与预警系统的设计不仅要求具备高精度监测能力,还需具有在复杂及极端天气条件下稳定运行的应急响应能力。

2.5 施工阶段的风力控制与管理

风力控制与管理在高速公路桥梁施工中至关重要,是确保施工顺利进行的因素。强风可能对吊装、安装及高空作业产生不良影响,导致设备不稳定或结构变形。因此,必须采取切实有效的应对措施以保障施工安全。实时风力监测是基础保障,通过风速与风向监测系统,施工团队能及时掌握风力变化,并评估对施工活动的潜在影响。一旦风速达到设定的危险阈值,监测系统将自动触发警报,施工方可以根据预警信息调整作业安排,暂停高风险作业,确保施工过程的安全性。根据不同施工区域的风力特点,设置临时风屏障或防风网能够有效降低风速,保护作业人员与桥梁构件的安全。移动式防风网或临时风挡墙等设施,能显著减轻风荷载对桥梁构件的作用,防止由于风力过大而导致的结构损伤。在施工组织上应灵活应对风力变化,在大风天气下作业计划需及时调整,优先安排适应当前风力条件的工作任务,严格控制高空作业,确保相关人员佩戴防护设备,降低安全风险。此外,定期进行风力安全培训,提高员工在风力变化情况下的应急反应能力,也有助于减少突发事件的发生。当突如其来的强风发生时,应迅

速启动应急预案撤离高危区域,确保人员安全。通过预设的撤离通道、避风设施及完善的通讯系统,可以有效保障施工现场人员的生命安全,确保工程在恶劣天气条件下的持续安全进行。

3 高速公路桥梁施工中的抗风技术实践

3.1 风力监测与施工现场的实时预警

风力监测与施工现场的实时预警系统在高速公路桥梁施工的安全保障中扮演着至关重要的角色。尤其是在高空作业与吊装环节,强风常常带来不可预测的风险,为有效应对这一挑战,安装高精度的风速监测设备显得尤为必要,这些设备能够实时获取风速与风向数据,并依据风力变化及时向施工管理人员提供预警信息。监测系统通常由多个风速计、气象传感器与数据采集终端组成,且这些设备一般被布置在施工区域的关键位置,以确保覆盖所有关键作业点。采集到的数据通过与中央控制平台的连接,能够实时传输并在经过处理与分析后提供精确的预警。当风速达到或超过设定的阈值时,系统会自动发出警报,提醒现场管理人员采取必要的安全措施,例如暂停高空作业、停止吊装或撤离作业人员,从而避免在强风条件下继续施工^[2]。为了提高预警系统的准确性,风速数据并非唯一参考依据,其他环境因素,如气温、湿度与风速变化速率等,也将被纳入综合分析,通过对这些数据的分析,系统能够预测未来风速的变化趋势并提前做好应对准备,进而有效减少突发性天气对施工进度与人员安全带来的影响。此外,为确保风力监测与预警系统的顺利运行,施工现场的操作人员需接受专业培训,掌握系统的操作流程以及应急预案的执行方法。在风速异常时,管理人员能够迅速评估情况及时调整施工安排,并通过预设的应急措施作出反应。实时的监测与预警系统使得施工方可在恶劣气候条件下灵活调整作业计划确保施工安全,并为桥梁工程的顺利实施提供有力保障。

3.2 风力防护设施的设置与管理

在高速公路桥梁施工中,风力防护设施的设计与管理至关重要,特别是在风速较大的环境下通过合理设置防护设施,风力对施工进度及人员安全的潜在威胁能够有效降低。适当选择防护设施需根据现场的具体情况进行评估,常见的设施类型包括临时风屏障、风挡网及抗风支架等。

例如,在高空作业时,临时风挡网或帆布屏障能够有效减缓风速,从而降低风力对结构件及作业人员的冲击。设施的布置应根据施工的不同阶段与现场环境进行合理安排,在吊装作业阶段,围绕作业区域搭建风挡墙可有效减缓风速对桥梁构件的作用力,从而保证吊装过程的平稳进行。在风力较强的区域可选用可调节风屏障,实时风速变化可使设施的高度与密度灵活调整,以确保施工期间的安全性。防护设施的管理与维护同样至关重要,定期检查设施的稳定性与有效性应成为常规操作。经过长时间使用后,风挡网或风墙可能会出现磨损或损坏需及时修复或更换,避免出现安全隐患^[3]。此外,设施的清洁与防腐处理也不可忽视,特别是在潮湿或腐蚀性较强的环境中,定期的维护保养能够延长设施的使用寿命。在实际管理过程中,应结合风速预警系统与实时监测数据灵活调整防护措施,尤其是在风速变化较大的区域。施工人员应根据实时风速信息及时更新防护设施,确保始终有效,进而保证施工过程的顺利进行。

4 结语

在高速公路桥梁施工中,抗风技术对于确保施工安全及顺利推进至关重要。风力的变化,特别是在高空作业与吊装等关键环节,可能对施工过程造成严重影响。因此,实施科学的风力监测、合理配置防护设施,以及采取及时的应急响应措施显得尤为重要。通过有效结合风荷载计算、抗风设计规范与防护技术的应用,风力带来的风险得以显著降低。随着技术的不断进步,智能化风力控制与实时预警系统的应用,将进一步提升施工现场的安全性,从而保障桥梁建设项目能够顺利进行。

[参考文献]

- [1]田浩亮,战昂,王峰.基于 BIM 的大跨度桥梁风致振动抗风稳定性监测技术[J].公路工程,2023,48(2):24-29.
 - [2]崔桐,张宇,王瑞曦.基于大数据的桥梁抗风及行车安全预警系统研究[J].中国战略新兴产业,2022(32):82-84.
 - [3]赵林.强台风环境大跨桥梁抗风关键技术及应用[D].上海:同济大学,2020.
- 作者简介:徐群(1995.1—),男,现任职称路桥中级,籍贯:江西九江。

预防性公路养护技术在现代公路养护中的应用

赵睿龙

新疆兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着交通量的增加和车辆荷载的提升,公路的养护需求日益增大,传统的养护方式逐渐暴露出局限性,无法有效应对公路设施的长期维护和管理问题。为此,预防性养护技术作为一种创新举措,其重要性日益凸显。公路设施的状态评估与预测是预防性养护技术的核心,通过这一技术,我们能够及时实施针对性的养护,以防止道路遭受严重损坏或出现故障,从而实现延长道路使用寿命及提高交通安全性的目标。研究预防性公路养护技术的应用现状及其发展走向,揭示了其在公路养护领域的显著优势与实际成效,并深入探讨了如何通过技术革新、合理规划以及科学管理手段,提升公路养护作业的效率,降低养护投入,助力公路养护事业的持续和谐发展。

[关键词]预防性养护;现代公路;养护技术;道路管理;交通安全

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14806

中图分类号: U41

文献标识码: A

Application of Preventive Highway Maintenance Technology in Modern Highways Maintenance

ZHAO Ruilong

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: With the increase of traffic volume and vehicle load, the maintenance demand of highways is increasing day by day. Traditional maintenance methods are gradually exposed to limitations and cannot effectively cope with the long-term maintenance and management problems of highway facilities. Therefore, the importance of preventive maintenance technology as an innovative measure is increasingly prominent. The assessment and prediction of the condition of highway facilities are the core of preventive maintenance technology. Through this technology, we can implement targeted maintenance in a timely manner to prevent serious damage or failure of roads, which achieving the goal of extending the service life of roads and improving traffic safety. The current application status and development trend of preventive highway maintenance technology were studied, revealing its significant advantages and practical effects in the field of highway maintenance. In depth discussions were conducted on how to improve the efficiency of highway maintenance operations, reduce maintenance investment, and promote the sustainable and harmonious development of the highway maintenance industry through technological innovation, rational planning, and scientific management methods.

Keywords: preventive maintenance; modern highways; maintenance technology; road management; traffic safety

引言

公路作为现代交通网络的重要组成部分,是社会经济发展和人民生活的重要保障。经济的快速跃进催生了公路建设的蓬勃发展,伴随交通流量与日俱增,公路养护问题已演变为刻不容缓的严峻挑战^[1]。在公路养护领域,传统做法偏重于道路损害发生后的修复工作,这种模式往往致使道路严重损坏时方才启动维护程序,因而引发了资源的无效消耗以及养护成本的不停攀升。公路设施状态的实时监控与提前诊断,为预防性养护技术所强调,旨在早期发现问题,进而实施针对性预防措施,以遏制问题加剧。运用此项技术,不仅显著提升了道路的耐用性与安全系数,亦大幅降低了公路养护的整体开支。

1 预防性公路养护技术概述

预防性公路养护技术是一种以预防为主、提前诊断与防治为核心的养护理念,旨在通过对公路设施的早期监测、诊断和预测,及时发现潜在问题并采取相应的养护措施,避免公路出现严重损坏或故障,从而减少后期的修复成本

和提高公路的使用寿命。传统的公路养护往往侧重于事后修复,即在道路出现明显病害或损坏后进行修复,而预防性养护则通过科学的检测与评估,强调对路面、路基、桥梁、隧道等公路设施的全面监控和预测,从源头上减少路面病害的发生^[2]。

在实施预防性养护时,常融合传感与物联网技术,辅以数据分析,依据道路使用实况,动态监控并实时搜集数据。运用大数据与人工智能算法对数据进行分析处理,进而评估公路健康状况及潜在风险,评估公路质量状态、使用寿命及维修周期,这些技术手段发挥着至关重要的作用,为养护决策提供坚实依据。在执行预防性养护技术时,通常需融合周期性检测与定期的维护措施,依据实时数据反馈对养护方案作出适时调整,以保障道路始终保持最优运行状态。预防性养护策略的实施,对公路养护而言,不仅可进行预先干预,规避因严重损坏而诱发的巨额维修开销,更能够增强公路的通行性能与安全性,进而为交通运输领域提供更加稳固的保障机制。在技术革新与经济效益双重

维度上,预防性养护技术极大地促进了公路养护的现代化进程,并成为引领未来公路养护领域进步的关键趋势。

2 现代公路养护中存在的问题

尽管公路养护技术在现代发展迅速,诸多挑战仍需迫切应对。在众多地区,公路养护的管理与资金投入普遍存在不足,致使公路养护的实际成效与需求之间存在较大差距。在经济欠发达的偏远地域,公路养护的预算颇为紧张,这致使养护计划往往难以如期、全面实施,甚至面临资金短缺与养护周期拖长的困境,加固与维修,对于老旧公路而言,进展迟缓,且多依赖抢修,鲜见预防养护的前瞻规划。当前所采用的公路养护方式,在多数情况下依旧依赖手工检测和手工修补,技术辅助不足,致使故障判断失准,处理行动滞后。在养护作业中,传统的模式不仅显现出效率低下,而且对于路况的精准评估与持续跟踪力不从心,这使得一些路面潜在的病害和安全隐患容易被忽略^[3]。

在现行公路养护实践中,检测手段的不足与信息化进程之滞后并存,众多公路养护作业仍受限人工经验及周期性巡查,未能充分采纳物联网、大数据、无人机等现代科技手段实施实时监控与智能决策,对养护活动而言,其缺乏系统性以及精细度,导致难以在初期阶段洞察问题并做出科学的判断与决策。持续攀升的交通流量,加剧了公路使用压力,特别是高等级公路及城市周边道路,其使用频率已远超预先设计的承载极限。路面因交通负荷过重与超载运输而受损,养护工作因而面临挑战加剧,公路养护队伍的专业水平及技术能力呈现出显著差异。众多养护人员未能接受全面培训及持续技术升级,进而造成养护手段及技能未能跟上现实需求。公路养护领域,资金、技术、管理及人员层面均遭遇挑战,为提升养护品质与效率,必须创新管理体制,采纳先进技术,并强化专业团队构建,从而确保公路安全畅通之持续性与流畅性。

3 预防性公路养护技术的应用

3.1 公路设施状态评估与监测技术

公路养护工作的科学性与精准性,赖以保障的关键技术在于对公路设施状态进行评估与监测。伴随交通流量的上升与道路运行年限的增长,路面及其配套设施的磨损与破损现象日益凸显,为确保公路安全顺畅运行,对公路设施实施及时、精确的评估,旨在揭示潜在病害与隐患。在传统情况下,对公路设施的状态进行评估,往往需依赖人工进行检查和周期性巡查,此做法虽普遍存在,却因人力投入庞大及主观因素干扰,导致评估结果准确性及时性不尽如人意。

现代公路设施的状态评定日益倚重于一系列前沿监测手段,诸如传感器技术、激光雷达、无人机以及物联网等。通过在公路关键点布设传感器,实时收集路面的温度、湿度、压力等多维度数据,进而运用数据分析技术对这些数据进行全面评价,从而更精确地映射出公共基础设施的

真实状态。融合激光雷达与无人机技术,公路路面得以接受高精度扫描与立体成像处理,进而有效揭示细微裂缝与表面损伤,确保漏检现象得以规避。公路养护作业中,物联网技术得以应用,实现数据在实时传输与共享间的流通,极大地增强了监测工作的时效性与信息传递的效率。精确掌握公路设施状况的集成化监测技术,为养护决策的实施奠定了可靠的数据基础^[4]。

3.2 路面病害预测与养护决策

公路养护成效与效率之优劣,很大程度上取决于路面病害预测与养护决策的科学程度,在路面病害问题的应对上,传统的养护措施常以经验为依凭,辅以周期性的检查流程,然而此类做法往往显露出明显的滞后性和局限性,难以确保病害的及时且有效的处理,以数据驱动为支撑,采用预测性养护模式,对公路路面状况进行长期监控及大数据解析,能够预先识别潜在病害,实施科学预测,进而形成适宜的养护策略。例如,在预测路面病害时,需全面考量诸如交通负荷、环境变迁以及材料特性等多元要素,依托数据建模及算法解析手段,以揭示路面病害演变趋势。在交通负荷较大的路面上,裂缝或沉降现象可能在较短时间内显现,反之,长期遭受潮湿环境侵袭的路段,水损坏问题则更为突出,对各类因素实施量化分析,能够预先制定策略,显著降低病害发生的风险。

在制定养护计划时,必须参考对路面病害的预测数据,并充分考虑公路的交通功能和战略地位。科学地设定养护作业的优先顺序,对于养护决策而言,经济因素与实施可能性固然重要,但更需关注养护方案的长远影响与持续效果。在选取修复手段与物料之际,成本效益与使用年限并重,同时维护周期亦需被优先考量,以期达成最优方案。公路的预测与决策机制得以实施,显著提升公路使用寿命,减少养护支出,提高养护作业效率^[5]。

3.3 完善监测与评估体系

在公路养护工作中,科学性及效率的提升离不开对监测评估体系的完善,以及全面系统的信息化管理平台的构建,在公路养护领域,以人工巡查及周期性检验为常规手段,然而此法常面临数据覆盖面不足、信息响应滞后的挑战,且效率普遍偏低,逐步解决这些问题,现代公路养护领域采纳了集成的监测评估体系,该体系以高科技技术为支撑,涵盖传感器、卫星定位、大数据分析等方法,致力于对公路状况进行实时监控与综合评价,对公路设施,包括路面、桥梁与隧道等,进行多维度数据搜集,从而构建出一个全面且实时更新的设施状态记录,智能化分析系统对相关数据予以处理,进而输出精准的决策支持,助力养护管理部门编制更为科学、合宜的养护方案。

构建一个高效的信息共享机制是完善监测与评估体系的必要条件,它有助于各个节点上的信息实现即时传递与反馈,有效防止信息孤岛的生成。在公路养护领域,强

化跨部门、跨区域的监测数据互通互联,有效推动养护决策的协同高效,显著增强公路养护管理的综合效能。伴随着信息技术的持续发展,数据搜集及处理手段将日益进步,展望未来,公路养护的监测与评价系统有望达到更高水平的精准化和智能化管理^[6]。

3.4 推动政策支持与行业标准建设

实施公路养护作业,需政策扶持与行业规范共同铸就坚实基础,方能确保其有效实施与持续优化。在技术应用上,我国公路养护领域已有所突破,然而在政策构建与行业规范层面,诸多瑕疵与不足尚待完善,政策落实与资金支持构成公路养护的生命线,地方政府在其中扮演着关键角色,鉴于各地经济发展水平参差不齐,这一环节的投入与执行亦呈现出鲜明差异。公路养护领域,政府亟须颁布更多政策法规,以规范资金的合理分配与运用,保障公路养护资金投入的正当性。

政府需强化对公路养护技术革新的扶持力度,激励企业和科研单位投身技术研制,积极推广新工艺、新材料。在完善行业标准的过程中,公路养护的质量与效率得以显著提高,其意义不言而喻。我国虽已颁布多项公路养护之技术规范与标准,然仍存局部瑕疵与执行松懈的问题,为了促进技术的革新与工艺的进步,必须对养护规范进行系统化优化,尤其是对新型技术及新式工艺的标准化工程给予特别关注。对智能化监测技术及路面病害预测技术的应用,亟须尽早确立行业标准,并促其全面贯彻执行。依托于政策层面的扶持与行业标准的引领,公路养护领域得以构筑起稳固的制度防线,进而推动养护技术的规范化、标准化与科学化进程^[7]。

4 预防性养护技术的优势与效果

预防性养护技术在公路养护中具有显著的优势与效果,尤其在提高道路使用寿命、减少维护成本和确保交通安全方面发挥着重要作用。预防性养护技术能够通过定期监测和早期诊断,及时发现潜在的道路病害并采取预防措施,从而避免了病害的进一步恶化。传统的养护方法多依赖于路面出现严重问题后进行修复,而预防性养护则侧重于在问题萌芽阶段进行干预,通过细致的路面检测与数据分析,识别出微小裂缝、沉降、滑移等早期症状,采取必要的加固、修补等措施,大大延缓了病害的发生。这种主动性的维护方式不仅提高了道路的使用安全性,还避免了大规模修复工程所带来的高额费用。

实施预防性养护技术,依托精准的养护决策与资源配置,有效减少了养护成本。借助集成的监测系统,养护人

员得以获取精确的路面状况数据,此数据支撑下,他们能够制定出科学合理的养护方案,有效避免了资源的不必要过度消耗,从而显著提升了资源利用的效率。实施预防性养护措施,显著降低道路维修及交通管制所需时长,增强道路通行能力,降低交通事故发生率及拥堵状况,进而显著提高公共服务水平与交通流通效率。技术进步推动下,预防性养护手段如智能传感器、无人机巡检、物联网等得到广泛应用,这令公路维护更为精准与智能,不仅延长了养护周期,还显著减少了维护频率,从而极大提升了公路系统的可持续性水平。在现代公路养护领域,预防性养护技术不仅显著提升了道路品质并延长了其使用寿命,同时亦对降低养护费用、增强交通安全及优化资源分配产生了深远影响,标志着公路养护发展的关键趋势^[8]。

5 结语

综上所述,预防性公路养护技术在现代公路养护中的应用,通过精准的监测、科学的预测和高效的养护措施,提升了公路养护的质量与效率。它不仅在延长公路使用寿命、降低养护成本、提高通行安全性方面发挥着重要作用,还推动了公路养护工作的数字化、智能化进程。随着技术的不断进步,预防性养护将在未来公路养护中扮演更加关键的角色,成为确保公路持续健康运行的重要保障。

[参考文献]

- [1]杨龙兴. 预防性养护施工技术在公路养护中的应用分析[J]. 运输经理世界, 2024(27): 103-105.
 - [2]赵小花. 路面预防性养护技术在公路养护中的应用[J]. 石材, 2024(10): 147-149.
 - [3]杨惠林. 微表处技术在预防性公路养护中的应用[J]. 交通世界, 2024(26): 59-61.
 - [4]秦斌. 沥青路面预防性养护技术在公路养护中的应用[J]. 汽车周刊, 2024(10): 100-102.
 - [5]陈灏元. 基于预防性公路养护技术的现代公路养护研究[J]. 运输经理世界, 2024(24): 117-119.
 - [6]刘刚. 预防性公路养护技术在公路工程中的应用[J]. 汽车画刊, 2024(6): 173-175.
 - [7]魏忠国. 预防性公路养护技术在公路施工中的应用[J]. 运输经理世界, 2024(18): 142-144.
 - [8]陈君凤. 公路预防性养护技术在现代公路中的应用[J]. 科技创新与生产力, 2024, 45(6): 124-127.
- 作者简介: 赵睿龙(1983.10—), 毕业院校: 河南城建学院, 所学专业: 工程管理, 当前就职单位: 新疆兵团交通建设有限公司, 职称级别: 高级工程师。

大跨径悬索桥重力式锚碇基础施工关键技术研究

马继文

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 大跨径悬索桥作为现代桥梁工程的重要组成部分, 其锚碇基础的施工质量直接关系到桥梁的整体安全性和稳定性。在大跨径悬索桥的建设过程中, 广泛采用了结构简约、施工便捷的重力式锚碇。文中首先对重力式锚碇在大跨径悬索桥中扮演的关键角色及其独特设计特性进行了剖析, 随后, 文章深入讨论了在实际施工过程中遭遇的种种技术难题, 包括复杂的地质状况、多样的施工材料、繁复的施工技术以及施工对环境造成的影响等。为此, 提出了一系列关键技术, 涵盖了精确的施工位置确定、合理的土壤移除、高效的混凝土构建以及完成的维护等关键环节。同时, 通过具体案例, 证实了技术手段的实际功效。文中指出, 未来应在新材料应用、智能化施工技术以及环境保护等方面进一步探索, 以提高重力式锚碇基础的施工质量和效率。

[关键词] 大跨径悬索桥; 重力式锚碇; 施工技术; 地质条件; 混凝土浇筑

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14805

中图分类号: U448.25

文献标识码: A

Research on Key Technologies for Construction of Gravity Anchored Foundation of Long span Suspension Bridge

MA Jiwen

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: As an important component of modern bridge engineering, the construction quality of the anchorage foundation of long-span suspension bridges directly affects the overall safety and stability of the bridge. In the construction process of long-span suspension bridges, gravity type anchorages with simple structure and convenient construction are widely used. The article first analyzes the key role and unique design characteristics of gravity anchorages in long-span suspension bridges. Subsequently, the article delves into various technical challenges encountered during actual construction, including complex geological conditions, diverse construction materials, complex construction techniques, and the impact of construction on the environment. To this end, a series of key technologies have been proposed, covering precise construction location determination, reasonable soil removal, efficient concrete construction, and completed maintenance. Meanwhile, through specific cases, the actual effectiveness of technical means has been confirmed. The article points out that in the future, further exploration should be conducted in the application of new materials, intelligent construction technology, and environmental protection to improve the construction quality and efficiency of gravity anchor foundations.

Keywords: long span suspension bridge; gravity anchorage; construction technology; geological conditions; concrete pouring

引言

大跨径悬索桥因其优雅的结构和优良的通行能力, 已成为现代交通工程的重要选择。然而, 悬索桥的稳固性和安全性关键取决于其锚碇基础的精心设计和施工质量, 在大跨径悬索桥的建设中, 广泛采纳了一种名为重力式锚碇的构造, 它以复杂的施工流程和卓越的承重表现获得青睐^[1]。尽管如此, 在实际施工过程中, 重力式锚碇的建设经常遭遇因地质复杂性与施工环境不确定性所带来的众多技术难题。针对大跨径悬索桥这一工程结构, 本研究聚焦于其重力式锚碇基础的施工关键技术, 分析了影响施工质量的诸多因素, 并在此基础上提出了相应的优化解决方案, 旨在提高施工效率及工程安全性能。

1 重力式锚碇的设计特点

重力式锚碇是一种广泛应用于大跨径悬索桥的基础结构, 其设计特点主要体现在结构稳定性、承载能力和施

工便利性等多个方面。重力式锚碇依靠自重来抵抗悬索产生的拉力, 因此其设计强调了足够的质量和稳定性。设计时需充分考虑锚碇的形状、尺寸以及所使用材料的物理性能, 以确保其在极端条件下仍能有效发挥作用。通常, 重力式锚碇采用较为简洁的几何形状, 如矩形或梯形, 以减少施工难度并提高整体的承载能力^[2]。

重力式锚碇在施工过程中具有较高的灵活性, 可以根据现场实际情况进行调整。这种适应性使得在复杂地质条件下也能较为顺利地完成任务。重力式锚碇在施工材料中的应用, 通常依赖于高强度混凝土的特性, 通过结合适宜的骨料和外加剂, 以保证其在长期使用中展现出的耐久性与稳定性。在重力式锚碇的设计过程中, 已经预先考虑了施工之后的维护与监测需求, 并在设计图纸上特意标注了检测孔和观测点的设置, 这样做的目的是方便在锚碇基础施工完成后, 对其进行健康状态的持续监测和必要的

维护作业。例如,在极端气候条件下,为确保安全,锚碇设计必须考虑抵御地震及风力等各项荷载的需求。在重力式锚碇的设计过程中,重视环境保护成为一个显著的特点,此种设计要求在施工阶段,必须周详考虑选址问题,并重点降低噪音和污染,以最大程度地减少对周围生态环境的负面影响。在进行重力式锚碇的设计时,不仅应满足力学性能的需求,还应考虑到施工的便捷性和对环境的影响,从而确保桥梁的安全性、经济性和可持续性。

2 重力式锚碇施工面临的技术挑战

在大跨径悬索桥的建设中,重力式锚碇的施工面临诸多技术挑战,这些挑战主要源于复杂的地质条件、施工环境、材料选择和施工工艺等方面。地质条件的多样性是重力式锚碇施工中的首要挑战。在不同的施工地点,土壤类型、地下水位、岩层结构等因素均可能存在显著差异,导致施工难度增加。例如,在软土或易于液化的地区,锚碇的稳定性可能受到威胁,必须采取特殊的地基加固措施,以确保锚碇的安全性和可靠性。施工环境的复杂性也是一大技术挑战。施工现场常常面临恶劣的气候条件,如暴雨、洪水或强风等,这些自然因素不仅影响施工进度,还可能对施工质量产生负面影响^[3]。

在重力式锚碇的结构中,尽管高强度混凝土是关键的建筑材料,但该材料的品质好坏将直接决定锚碇的结构安全和使用寿命。合理配置混凝土的配合比及遵循浇筑工艺的规范性是实际施工中不可或缺的环节,稍有差池可能导致锚碇在使用时产生裂缝或强度不够。重力式锚碇面临施工工艺复杂性的挑战,在建筑施工全过程中,必须严格控制各个环节,包括精确的工地定位、恰当的土壤挖掘、混凝土施工的质量监督,以及完成后的维护保养。在混凝土浇筑过程中,对振捣和养护环节进行细致控制,是避免出现蜂窝和裂缝等质量缺陷的关键。技术挑战的解决需依赖施工团队的专业知识技术和现场经验,同时,现代化的施工设备与技术,以及科学的施工管理和质量控制是必不可少的,它们共同确保重力式锚碇施工的顺利进行,并保障后续桥梁的安全。在进行重力式锚碇的建设时,技术上遭遇的难题需在设计阶段进行彻底分析与预案制定,并且施工时须采纳恰当的方案与手段予以解决。

3 重力式锚碇基础施工的关键技术

3.1 精确的施工定位

精确的施工定位是重力式锚碇施工中至关重要的环节,它直接关系到锚碇的质量和后续桥梁的整体结构安全。在实际施工中,施工定位的精确性不仅要求严格的测量技术,还需要对施工环境和地质条件有深入的了解。施工现场的详细勘察和测量工作是实现精确定位的基础。这包括对地形、土壤类型、地下水位和岩层分布等的全面分析,以确保锚碇能够在最合适的地点建造。通过使用高精度的测量仪器,如全站仪、激光测距仪和GPS定位系统,施工

团队可以在施工前确定锚碇的确切位置,并为后续施工提供准确的基准线和控制点^[4]。

施工人员在建筑活动期间,必须恪守严谨的作业准则,以便确保施工活动的每一步骤均建立在精准的位置信息基础上。例如,在进行锚碇基础挖掘作业时,必须依据精准的测量数据执行土方开挖,以防位置偏差引起后续施工的难题。在进行混凝土浇筑作业时,施工人员必须严格遵循设计图纸指示的位置进行,以确保锚碇结构的受力特性及其稳定状态不受干扰。施工现场的作业进度可能受到如风速、温度及湿度等环境因素的干扰,故施工队伍需对上述参数进行实时跟踪,并以此灵活调整施工方案。

为了增强建筑定位的精确度,利用现代技术方法乃一良策,施工管理系统通过实时捕获与剖析施工过程中的数据,保障了信息的开放性与可追踪性,这极大地促进了管理效率的提升。同时,先进设备如无人机,在实施空中测量与监控的过程中,为施工活动提供了直观且精确的视角。技术应用的推广,不仅确保了施工过程中的精准度,同时也加强了安全防护措施。在重力式锚碇的建设过程中,精确的施工定位扮演了至关重要的角色,这要求结合现代测量技术、施工管理的科学方法以及对施工环境的精细感知,精确的定位技术和严密的监控系统,是减少施工过程中潜在风险、提升建设质量的关键,它们保障了桥梁结构的稳固与安全,从而确保了长期使用的可靠性。

3.2 合理的土方开挖技术

合理的土方开挖技术在重力式锚碇施工中扮演着至关重要的角色,它不仅影响锚碇的稳定性和承载能力,还关系到施工的安全和效率。在进行土方开挖之前,必须对施工现场进行详尽的地质勘察,了解土层的分布、土质的特性以及地下水位等信息。这些数据能够为后续的开挖方案制定提供科学依据。合理的土方开挖技术要求施工人员根据地质条件的不同,采取灵活的开挖方式,以确保开挖作业的安全与高效^[5]。

土方开挖过程中,开挖设备的合理选用,对施工效率和安全保障具有重大影响。依据开挖深度及土壤类别,挑选适宜型号的土方机械,以保障工程进展的流畅性,在建筑施工阶段,必须连续清除土壤,防止水分与泥浆积聚,以免干扰挖掘工作,并维持作业区域的稳定状态。此外,施工队伍必须制订一套周详的建筑施工方案,并以此对挖掘作业实行精细化管理,各项工程活动须得到合理布局,以防止施工进度失调引发重复施工或资源的不当消耗。

在土方开挖过程中,环保意识也不可忽视。围绕建筑施工领域的专业集体,必须执行相应策略,最大程度地降低其活动对周围自然和社会环境的负面影响,包括控制尘埃、声音以及有害物质的扩散。此外,在挖掘作业区域,部署降尘网格、实施水雾喷射,此类措施有助于降低颗粒物悬浮,并配合对建筑设备的常规保养,以减缓机械运作

时的声响污染。开挖土方后,需立刻执行回填作业并修复开挖区域,以维护施工场所的清洁与安全。在重力式锚碇工程的施工过程中,科学的开挖突防技术是必不可少的,它不仅直接影响到工程质量和安全,而且展现了施工过程中的科学性和对环境保护的认识。选择恰当的设备,通过地质勘察和科学管理,能显著提高土方开挖的效率与安全性,从而为接下来的建筑施工奠定坚实的基底^[6]。

3.3 高质量的混凝土浇筑方法

高质量的混凝土浇筑方法在重力式锚碇基础施工中具有重要意义,它直接关系到结构的强度、耐久性和整体稳定性。混凝土浇筑是一个系统性过程,首先必须选择合适的混凝土配合比,以确保其在强度、工作性和耐久性等方面满足设计要求。

在浇筑作业中,适宜的施工机械与工艺的选择,是施工人员职责所在。借助于现代化的泵送、输送以及振动设备,不仅可以提升混凝土浇筑的工作效率,同时还能确保浇筑过程中混凝土的均匀性和致密性。在混凝土浇筑过程中,采取分层施工法,是提升混凝土品质的关键策略。在建筑施工过程中,每一层的混凝土厚度需符合设计规范,且考虑到具体的施工环境。浇筑动作完成后,迅速执行振动捣实作业,目的是驱逐混凝土内部存在的气泡,进而提高其整体结构的密实度和承载力。在浇筑作业中,保持混凝土的持续性是关键,以防止冷缝及层间不良接触等情况的发生,这对于锚碇的结构受力表现至关重要。

混凝土的养护是确保其质量的关键步骤。混凝土浇筑完成后,需即刻执行遮盖保湿措施,以防水分迅速流失,引起混凝土开裂问题。为了确保混凝土在凝固阶段维持合适的湿度和温度条件,以便增强其强度。在浇筑作业中,应对混凝土的品质实施严格监督,同时,施工者需详细记载浇筑的时刻、气候以及环境的湿度,以便之后对质量进行评定和追查^[7]。

3.4 后期养护与监测

后期养护与监测是确保重力式锚碇基础施工质量和长期稳定性的重要环节。混凝土在浇筑完成后,其强度和耐久性的发展不仅依赖于初期的浇筑工艺,还与后期的养护措施密切相关。养护的主要目标是保持混凝土内部的适宜湿度,防止水分蒸发导致混凝土表面干裂和强度下降。常见的养护方法包括覆盖保湿、洒水养护以及采用养护剂等。特别是在高温、强风等不利天气条件下,及时采取有效的养护措施至关重要。

除了养护,后期监测同样不可忽视。监测工作应涵盖混凝土强度、裂缝发展、沉降变形和环境因素等多个方面。通过安装传感器和监测设备,可以实时获取锚碇的受力状

态和变形情况,及时发现潜在的问题。特别是在重力式锚碇施工后,由于周边环境和地质条件的变化,锚碇的受力和稳定性可能受到影响,因此建立一个系统的监测机制显得尤为重要。此外,定期对监测数据进行分析 and 评估,能够为后续的维护决策提供依据。

在工程项目完工后的维护保养及监控阶段,施工方需制定并完善一套管理制度,以保障维护工作符合既定标准并确保监控活动有序进行。整理并分析养护及监测所收集的数据,据此构建反馈机制,进而对养护策略进行及时调整,并优化施工管理,满足各个养护阶段的需求及应对环境的变化。养护与监测工作同步进行,需要施工团队、设计单位以及监测机构之间建立紧密的沟通与合作关系。在重力式锚碇基础施工过程中,后续的维护保养及对其进行严格监控是至关重要的环节,采取科学的维护策略和体系的观测方法,不仅能显著提高混凝土的质地及持久性,而且能保障锚碇的稳固安全,从而为桥梁的长期使用奠定坚实基础^[8]。

4 结语

综上所述,大跨径悬索桥重力式锚碇基础的施工关键技术涵盖了设计、施工、质量控制和后期监测等多个方面。通过深入研究这些技术,可以有效提高重力式锚碇的施工质量,确保悬索桥的安全运营,为大跨径桥梁的建设提供了坚实的技术保障。

【参考文献】

- [1] 韩会生. 悬索桥重力式锚碇沉井基础下沉施工监控技术[J]. 西部交通科技, 2023(10): 130-132.
- [2] 武守信, 李小刚, 冯君. 大跨度悬索桥嵌桩式重力锚碇承载机理和稳定性分析[J]. 铁道建筑技术, 2023(9): 55-58.
- [3] 关键, 刘李君. 超大跨径悬索桥重力式锚碇稳定性数值分析[J]. 江西建材, 2023(3): 158-159.
- [4] 王超, 李丹, 张川龙. 大跨度悬索桥重力式锚碇基础结构优化分析[J]. 城市建筑, 2021, 18(18): 172-176.
- [5] 何亚东. 大跨度悬索桥齿坎式重力锚碇承载机理和稳定性研究[D]. 四川: 西南交通大学, 2021.
- [6] 郑洪能. 悬索桥锚碇施工技术特点及应用[J]. 交通世界, 2020(33): 106-107.
- [7] 王军, 代明净. 悬索桥重力式锚碇的结构设计要点[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2019, 15(3): 209-211.
- [8] 黄文, 徐郅崴. 悬索桥隧道式锚碇研究现状[J]. 四川建材, 2019, 45(2): 152-154.

作者简介: 马继文(1990.6—), 毕业院校: 北京工业大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 职称级别: 工程师。

水利施工技术创新及混凝土施工技术探讨

王亚立

深圳市水务工程检测有限公司, 广东 深圳 518000

[摘要]水利施工技术创新是推动水利工程建设现代化的关键因素,随着科技的进步和工程实践的深入,水利施工技术不断革新,以适应复杂多变的工程环境和提高工程质量。混凝土施工技术作为水利工程中的核心技术之一,其创新和优化对于确保工程的稳定性、耐用性和经济性非常重要。文中探讨了水利工程技术的创新趋势,分析了水利工程中应用的混凝土施工技术和优化策略,为水利工程的可持续发展提供技术支持。

[关键词]水利施工技术;创新;混凝土施工技术

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14772

中图分类号: TV431

文献标识码: A

Innovation in Water Conservancy Construction Technology and Exploration on Concrete Construction Technology

WANG Yali

Shenzhen Water Engineering Testing Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract: Innovation in water conservancy construction technology is a key factor in promoting the modernization of water conservancy engineering construction. With the advancement of technology and the deepening of engineering practice, water conservancy construction technology continues to innovate to adapt to complex and changing engineering environments and improve engineering quality. As one of the core technologies in hydraulic engineering, the innovation and optimization of concrete construction technology are crucial for ensuring the stability, durability, and economy of the project. The article explores the innovative trends in hydraulic engineering technology, analyzes the concrete construction technology and optimization strategies applied in hydraulic engineering, and provides technical support for the sustainable development of hydraulic engineering.

Keywords: water conservancy construction technology; innovation; concrete construction technology

引言

在水利工程建设领域,技术的创新和进步是推动项目成功的关键。混凝土施工技术供水工程中不可缺少的一部分,其效率和质量直接影响到整个工程的性能。随着新材料、新设备和新工艺的不断涌现,混凝土施工技术也在不断地演进和完善。本文探讨当前水利施工技术的新发展,并聚焦于混凝土施工技术的最新研究成果和实际应用,以期水利工程的施工提供理论和实践指导。

1 水利工程混凝土的施工概述

水利工程中的混凝土施工具有其独特的特点和挑战,水利工程对混凝土的强度、工作条件和材料选择有着极其严格的要求。这些要求确保了混凝土结构在长期使用中能够承受水压、抵抗侵蚀和裂缝,从而保证工程的安全性和耐久性。混凝土材料在应用过程中会受到季节变化等外部因素的影响,这在水利工程的施工过程中尤为明显。由于水利工程通常需要跨越多个季节进行施工,施工人员面临着季节性变化的挑战,如温度波动、降雨和冰冻等,这些因素都会影响混凝土的凝固和硬化过程。此外,水工混凝土结构的温度和湿度管理对于提高施工质量和效率至关重要。与一般建筑工程中使用的混凝土不同,水利工程中

的混凝土不仅需要考虑强度,还要结合具体的工况和工作位置,表现出抗裂和抗腐蚀的特性。混凝土施工的特点还包括:(1)季节性施工:受温度、路径、施工条件、冰雨等因素的影响,施工安排需要考虑季节性变化。(2)持续性和均衡性:工作时间长,工作量大。大型和中等规模的水利项目可能需要3~5年才能完成,混凝土用量可达数十万至数百万立方米。(3)建筑技术成本较高:水利建筑类型根据其具体要求和用途而有所不同,因此需要参考不同类型的混凝土。

2 水利施工的重要性

在水利工程筹备初期,水委会通常要求对水利工程进行严格的管理,明确项目单位的职责和分工,确保各部门之间的协调和协调。项目管理是建设项目的重要组成部分,包括审查招标文件和施工申请,以确保文件的准确性。施工经理参与供水工程的各个环节,对保证工程质量和施工过程具有重要意义和价值。水电管理不仅是水电整个过程的保障,也是水电质量的重要前提。供水项目的管理通常发生在整个施工阶段。管道工程师的工作包括但不限于对建筑图纸的严格检查。严格的项目管理有助于避免项目质量问题,减少项目管理时间和成本。一旦出现问题,施工

人员可以发现并采取积极有效的措施,以确保节水工程的质量。在整个项目管理过程中,项目管理是保证水利工程安全的前提和重要基础。水资源管理不仅要保证工人的安全,还要保证水资源的安全生产和利用,因此水资源管理具有重要意义和价值。但是,目前水利管理的现状和树木的现状是有限的,项目管理面临着许多问题和不足。

3 水利施工技术创新

3.1 混凝土坝

混凝土结构在水处理中的应用非常重要,目前,我国人造混凝土体系发展迅速,已达到国际先进水平。采用人工混凝土制造方法,该技术可应用于混凝土的动态调整,尺寸和数量的调整,先进的工业控制以及生产系统的功能和技术水平的提高。结合混凝土大坝的强度要求,高效的技术提高了搅拌,运输,储存和运输系统的布置效率,提高了机器和设备的运行效率。中国的混凝土运输正朝着更现代化的方向发展,利用当前的价格,塔,波浪和轮胎来提高运输水平,提高混凝土运输效率。在大型工程中,为了提高混凝土温度控制的效率,采用冷却技术可以大大提高温度控制的稳定性。更广泛地使用混凝土可以减少混凝土中的裂缝。低温膨胀技术的应用使温度控制过程更加方便,降低了成本,节省了投资,最大限度地缩短了施工周期,提高了项目的整体效率。一般来说,一些优质混凝土大坝可以用氮氧化物外部法进行补偿,模型成本对水利工程的速度和质量以及混凝土工程的整体效率起着重要作用。模型的施工成本通常占混凝土总施工成本的 15%至 30%,从而优化了混凝土的利用率。

3.2 灌注技术

在建筑工程领域,需要创新的灌溉技术,包括钻井技术和两个特定方向的改进灌溉技术。首先,钻井技术是施工过程中的基础工作,施工企业必须加强技术创新。其次,施工人员应实施钻井技术,做好清理工作,确保钻杆周围环境满足基本条件,然后使用测量工具确认井口位置的准确性,保证一致性。第三,建筑商不得不调整孔,以便在钻孔堵塞或倒塌时停止钻孔。详细分析了倒塌原因,有效解决了深层次问题,保证了施工的整体质量。第五,在实际施工过程中,灌溉技术要不断改进,使水井充满泥浆,充分饱和,保证整个基础的可持续性。

3.3 土质心墙堆石坝造墙技术

土质心墙堆石坝造墙技术是一种在水利工程中具有重要应用价值的防水技术,它是水利建筑技术创新的重要成果,在水利建筑中应用相当广泛。这种技术通过在墙体上反复钻孔以形成孔壁,从而达到防水的效果。在使用这种创新技术时,有几个关键点需要考虑。首先,虽然可以使用劣质材料,但这些材料必须符合施工标准和要求,以确保工程质量。其次,合理使用机械设备也是至关重要的,这样才能真正发挥技术的作用,确保墙体的稳固性和防水

性能。通过这些措施,土质心墙堆石坝造墙技术能够有效地提升水利工程的防水效果和整体稳定性。

3.4 变态混凝土

变态混凝土,又称退化混凝土,是 20 世纪初我国自主研发的一项技术,它在水利建筑领域得到了广泛的应用,并取得了显著的发展和良好的施工效果。这种混凝土因其独特的优点而受到青睐:它具有较高的强度,施工速度快,收缩能力小,这些特性使得它在实际的水利工程中能够达到优异的施工效果,有效提升工程的稳定性。在水利工程中,裂缝的产生往往与岩石区域有关,对于这些位置,采用变态混凝土进行施工尤为重要。通过使用同一类型的混凝土,可以提高施工质量和整体水利工程的施工效率。变态混凝土的应用不仅有助于解决裂缝问题,还能增强结构的耐久性和安全性,从而确保水利工程的长久稳定运行。因此,变态混凝土在水利工程中的应用是技术创新和工程质量提升的重要体现。

3.5 智能监控与管理系统

随着信息技术的飞速发展,智能监控与管理系统在水利施工技术创新中扮演着越来越重要的角色。这一系统通过集成传感器、数据分析、云计算和物联网技术,实现了对水利工程施工全过程的实时监控和管理。智能监控系统能够自动收集施工现场的各种数据,如混凝土温度、湿度、应力状态等,通过数据分析,及时发现潜在的问题并提供预警,从而确保施工质量和安全。智能管理系统则通过优化施工流程、资源配置和人员调度,提高了施工效率和成本控制。例如,通过智能调度系统,可以实时监控施工机械的使用情况,合理安排作业时间,减少空闲和等待时间,提高机械利用率。同时,系统还能根据施工进度和资源消耗情况,自动调整材料采购和供应计划,避免材料浪费和短缺。此外,智能监控与管理系统还能提供历史数据分析和预测功能,帮助工程管理者更好地理解施工过程中的变化趋势,预测未来可能出现的问题,并提前制定应对措施。这不仅有助于提高决策的科学性和准确性,还能增强工程的可持续性和抗风险能力。

4 水利施工混凝土施工技术的应用

4.1 优化碾压混凝土施工技术

混凝土施工是最重要的设计制造技术之一,包括许多设计过程,每个设计过程都起着一定的作用,决定着整个工程的节水质量、工期和最终效果。因此,有必要提高对预应力混凝土施工技术的掌握。优化混凝土结构技术组成,提高混凝土技术水平。目前,我国高强混凝土技术有不同的技术特点和优化方向。在分析实际结构时,参与者应选择其他技术措施,以保证设计的灵活性并提高设计的科学性。例如,您可以选择负接口端口或工业线性端口,其中中间接口和传输系统针对存储技术配置进行了优化。混凝土施工技术的关键是地面移动,采用传统的混凝土表面处

理方法来提高大坝的抗压强度。利用现有混凝土和立式机械,保证浇筑过程的连续性,优化折旧过程,加强合理的控制措施,严格控制表面温度,及时补偿混凝土,提高折旧质量,防止新老混凝土流失,提高抗渗性。

4.2 混凝土搅拌

材料和混凝土的比例确定后,就需要混凝土的组合了。在混凝土搅拌过程中,除了选择性能好、精度相对较高的搅拌设备外,还应确定混凝土搅拌材料的投入和搅拌时间。在搅拌阶段开始前,技术人员应进行良好的理论研究和计算,建立合理的混凝土搅拌方法。搅拌计划应包括设备标准、搅拌时间和排放顺序。为了保证混凝土搅拌机的良好性能,避免出现一系列的搅拌问题,施工人员还应该对混凝土搅拌机进行实时检测。作为混凝土结构技术的重要组成部分,混凝土的质量与混凝土的制备时间成正比。太长或太短都会影响混凝土材料的使用。因此,搅拌机必须能够严格控制搅拌时间,以保证混凝土的性能比。此外,技术人员在设计混凝土配合比时,应严格控制混凝土配合比、水位比和各种外加剂的使用,以保证混凝土配合比的质量,为下一阶段的节水设计打下良好的基础。

4.3 混凝土的养护

温度控制、浇筑和养护是混凝土结构养护技术的主要内容。首先,混凝土浇筑存在差异,可以控制混凝土的状况,控制温差,采用表面复盖法,冷却水循环来控制混凝土的温差。其次,这主要是对混凝土保护,如果希望混凝土处于完全湿润的保存状态,则必须在油漆完工后有条件地分解。第三,为了避免白天温度和空气的差异,请使用干枕头以避免黄色污染。第四,完全湿度通常持续 21 天。维修是一个漫长的过程,但混凝土施工技术的应用需要更长的时间。

4.4 混凝土裂缝控制技术

混凝土裂缝是水利工程中的常见问题,不仅影响设计美学,而且影响设计的安全性和耐久性。因此,混凝土裂缝控制是施工技术的重要组成部分。裂纹的出现通常与混凝土的压缩、温度变化、载荷作用和材料性能有关。为了有效控制混凝土断裂,可以优化混凝土配合比,选择合适

的材料和添加剂,减少混凝土的沉降,提高抗裂性。在施工过程中,应严格控制涂层温度和混凝土维护条件,避免温度梯度过大或出现裂缝。此外,障碍物可以放置在混凝土或纤维增强材料上,以提高强度和耐用性。在设计阶段,应考虑风险控制措施(如:为了适应温度变化和结构变形,在加载时调整了拉伸和焊接。这些综合措施可以有效地减少混凝土裂缝的形成,提高水工设计的结构稳定性和耐久性)。

4 结束语

水利施工技术的创新和优化是保证水电质量和效率的重要途径,不断研究和应用新技术、新材料、新工艺,可以提高水利工程的设计水平,提高工程的稳定性和可持续性。随着科学技术的发展,混凝土工程技术不断发展,为水利工程建设和管理提供了坚实的技术支持。

【参考文献】

- [1]石昆鹏. 信息化技术在农田水利施工中的运用分析[J]. 农业工程技术, 2021, 41 (36): 64-65.
- [2]胡开东. 新时期水利施工技术创新管理的有效措施[J]. 河北农机, 2021 (12): 86-87.
- [3]刘初有. 水利工程混凝土施工技术分析[J]. 江西建材, 2021 (11): 224-225.
- [4]王常山. 水利工程混凝土施工技术及其质量控制策略[J]. 四川水泥, 2021 (11): 177-178.
- [5]梁荣, 王华明, 袁婷. 混凝土施工技术在水利水电工程施工中的应用[J]. 工程建设与设计, 2021 (20): 152-153.
- [6]李少华, 王沂. 混凝土施工技术在水利水电施工中的应用研究[J]. 运输经理世界, 2021 (29): 151-153.
- [7]马莉莉. 水利水电工程混凝土施工技术及其质量控制措施[J]. 珠江水运, 2020 (7): 45-46.
- [8]孙晗. 刍议水利水电工程混凝土施工技术[J]. 科技风, 2020 (8): 146.
- [9]夏阳. 探究水利施工中碾压混凝土施工技术[J]. 四川水泥, 2020 (3): 23.

作者简介: 王亚立 (1988—), 男, 汉族, 河南周口人, 本科学历, 工程师, 土木工程专业。

寒冷地区绿色供暖施工中的节能技术应用研究

熊新林

中铁隧道局集团有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要]近年来, 国家振兴东北政策的实施推动了该地区城市化进程的加速, 建筑项目的规模也日益扩大, 东北地区已成为我国建筑行业的重要市场之一。然而, 冬季的严寒气候为施工管理带来了严峻挑战。在这种背景下, 研究寒冷地区的冬季施工管理方法至关重要。这类研究不仅可以有效提升建筑质量, 还能大幅缩短工程周期。在严寒环境中, 保障施工条件的关键在于合理的供暖方式。传统的燃煤锅炉供暖因热效率较低且污染物排放不达标, 对空气质量造成了严重影响, 并成为冬季雾霾高发的诱因之一。煤改电供暖作为一种安全、高效、环保的供暖技术, 在寒冷地区的应用日益广泛。本篇文章重点探讨了谷电蓄热供暖技术在沈阳地铁车辆段建设工程中的实际应用及具体措施, 以实现绿色施工目标并满足冬季施工需求。

[关键词]建筑工程; 谷电蓄热; 绿色施工; 冬季供暖

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14771

中图分类号: TU111.4

文献标识码: A

Research on the Application of Energy-saving Technology in Green Heating Construction in Cold Regions

XIONG Xinlin

China Railway Tunnel Group Construction Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: In recent years, the implementation of the national policy to revitalize Northeast China has accelerated the urbanization process in the region, and the scale of construction projects has also been expanding. Northeast China has become one of the important markets for China's construction industry. However, the harsh winter climate poses serious challenges for construction management. In this context, it is crucial to study winter construction management methods in cold regions. This type of research can not only effectively improve building quality, but also significantly shorten the project cycle. In extremely cold environments, the key to ensuring construction conditions lies in a reasonable heating method. Traditional coal-fired boiler heating has a serious impact on air quality and has become one of the causes of high winter haze due to its low thermal efficiency and inadequate pollutant emissions. Coal to electric heating, as a safe, efficient, and environmentally friendly heating technology, is increasingly being applied in cold regions. This article focuses on the practical application and specific measures of valley electric thermal storage heating technology in the construction project of Shenyang Metro Vehicle Depot, in order to achieve green construction goals and meet winter construction needs.

Keywords: construction engineering; valley electric thermal storage; green construction; winter heating

1 工程概况

沈阳地铁十号线桑林子车辆段位于沈阳市浑南新区, 项目北界为营城子村, 东侧毗邻沈抚灌渠, 南侧接近沈李路, 西侧紧邻规划路, 占地面积 28.05 公顷, 整体呈东西走向, 长度约 1160m, 宽度约 480m。项目主要内容涵盖检修组合库 33628.3m², 运用库 42424.2m², 办公综合楼 29949.3m², 调机及工程车库 1672.5m², 物资总库 5282.8m², 信号设备检修基地 1836m², 以及污水处理站和门卫房等附属设施, 总建筑面积达 117529.4m²。

其他建设内容还包括轨道铺设、室外管网、景观路灯、沥青路面、绿化工程、周边围挡以及安防设施等内容。沈阳地处我国东北严寒地区, 冬季漫长且寒冷, 供暖期通常从 11 月开始, 持续至次年 4 月, 长达六个月。如果冬季施工阶段未被充分利用, 工期将难以如期完成。因此, 选

择适宜的供暖方式以保障施工进度, 成为本工程的关键问题之一。

2 采暖方案综合比选

2.1 运行费用对比

沈阳地区冬季供暖期约为五个月, 在供暖方案的经济性分析中, 运行费用是一项核心指标。目前北方常用的供暖方式包括无烟煤锅炉、水源热泵、城镇热网、电蓄热锅炉、天然气锅炉、燃油锅炉和空气源热泵。以制热 100 万大卡为基准, 对几种供暖方式的运行成本进行了详细分析, 具体数据见下表 1:

从数据分析可以看出, 谷电蓄热供暖因其运行成本低、环保性能优越, 成为本项目冬季施工的优选方案。采用这一技术为施工条件的保障提供了坚实支持, 并为绿色施工的实现创造了有利条件。

表 1 不同热源的运行费用对比数据

热源种类	单位热值	能耗	单价	运行费用（元）	折算系数
无烟煤锅炉	5800Kcal/gk	288kg	0.6 元/kg	173	1N
水源热泵	3880Kcal/Kwh	323kwh	0.83 元/kwh	268	1.55N
城镇热网	1GJ=239K/Kcal	4.184gj	70 元/GJ	293	1.7N
电蓄热锅炉	950Kcal/Kwh	1053Kwh	70 元/Kwh	337	1.95N
天然气锅炉	7200Kcal/Nm ³	139m ³	3.6 元/m ³	500	2.9N
燃油锅炉	10400Kcal/gk	96kg	6.5 元/kg	624	3.6N
空气源热泵	1720Kcal/Kwh	581kwh	0.83/kwh	482	2.78N

（供热量：100 万 Kcal）

表 2 各采暖方案的比较数据

方案名称	A、谷电蓄热系统	B、城镇热网	C、天然气锅炉
冬季供暖	谷电蓄热锅炉 60%+燃气锅炉 40% 18000kW 电量+4848kW 热量	热网 11753kW 热量	燃气锅炉 11753kW 热量
过渡季供暖	谷电蓄热锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉
生活热水备用热源	空气热源泵	空气热源泵	空气热源泵
供应室蒸汽	蒸汽发生器	蒸汽发生器	蒸汽发生器
初始设备投资（万元）	谷电蓄热锅炉：1300 真空燃气锅炉：76 总计：1376	入网费：1091 真空燃气锅炉：60 总计：1238	真空燃气锅炉：300
年采暖运行费用（万元）	461	554	795

2.2 可行性分析

分析结果表明，热网接入、电力供应及天然气接入在本项目中具备可行性，而水源热泵方案因受地质条件和建筑设计制约，需要进一步验证其适用性。

根据沈阳市地下水资源分布数据，本项目地处弱富水区。地质勘察资料显示，地层以黏土夹卵砾石为主，55m 以下为强化风砂岩层。在这种地质条件下，单井出水量通常为 30~80m³/h。通过对距离项目约 5 公里的一所理工大学的调研发现，该校水文地质勘察报告指出，单井出水量仅为 35m³/h^[1]。而沈阳市普遍采用水源热泵项目的单井出水量多达 100m³/h 以上。若本项目采用水源热泵方案，则打井数量需大幅增加，可能达到正常需求的三倍以上，导致成本急剧上升。同时，场地空间有限，难以满足打井布置的需求。综上所述，水源热泵方案对本项目不具可行性。

2.3 综合比选

通过对多种方案的分析，电蓄热锅炉、城镇热网及天然气锅炉被认为是本项目采暖的适用选择。根据项目特点，热负荷需求估算如下：

采暖建筑面积：117530m²；

热负荷指标：每平方米 100w；

总热负荷：11753kW。

在此基础上，分别从设备配置、运行特性、初始投资及运营成本四个方面对三种方案进行了详细对比。分析结果汇总于表 2：

综合评估显示，电蓄热锅炉在运行成本、环保性能及

技术应用的成熟度上具有明显优势，且经济性与适用性表现突出。基于此，该方案被推荐作为本项目的采暖方式。

方案 A 之所以选择谷电蓄热锅炉与燃气锅炉结合使用，旨在实现热源之间的互为备份。在正常供暖期间，谷电蓄热锅炉承担主要供暖任务，而在极端寒冷的天气条件下，燃气锅炉作为辅助热源，提供额外的热量以保障供暖的稳定性。

根据 20 年设备使用周期的估算，三种方案的综合成本如下：

方案 A：初期投资为 1376 万元，每年运行费用为 461 万元，20 年总费用为 10596 万元；

方案 B：初期投资为 1238 万元，每年运行费用为 554 万元，20 年总费用为 12318 万元；

方案 C：初期投资为 300 万元，每年运行费用为 795 万元，20 年总费用为 16200 万元。

通过对比综合成本，方案 A 的总费用最低，方案 B 稍高。从功能需求的角度来看，本项目涉及多个不同功能的建筑单体，各区域的采暖时间需求有所不同。采用自有热源可实现灵活调节，满足不同区域的采暖需求。

综合考虑成本与功能的匹配性，最终选择方案 A 作为主要采暖方案，因其在经济性和适用性方面的优势。

3 谷电蓄热供暖技术

3.1 低谷电蓄热供暖技术简介

低谷电蓄热供暖技术通过将电能储存为热能，利用低谷时段进行转换，在非低谷时段将储存的热量释放出来，

以满足采暖需求。这种技术尤其适用于那些集中供热系统无法覆盖的小范围区域。该供暖方式不仅能够平衡电网负荷,提高发电效率,还具备削峰填谷的特点。通过优化电力资源的使用,能够有效减少能耗并降低污染物的排放。

3.2 谷电蓄热供暖系统原理

谷电蓄热供暖系统采用间接供热方式,所有管道均为预制保温管,保温材料为聚氨酯,外部保护层为高密度聚乙烯。该系统包括蓄热体封闭热风循环、一次网循环和二次网循环三大部分,具体工作原理如图一所示:

(1) 蓄热体封闭热风循环

蓄热体封闭热风循环系统通过在需求较低时积存热量,并在需求增加时释放所储存的热量,确保供暖系统的持续稳定。热风通过管道送入蓄热体,通过高效的热交换过程储存热量。待需求提升时,储存的热量可以迅速释放,以确保室内温度达到预期。蓄热体的设计考虑了热导性与隔热性能,以便于在较短时间内完成热量的积累与释放。通过智能控制系统,可以根据实时需求自动调节风量和温度,优化系统能效,提升供暖的稳定性与舒适度。

(2) 一次网循环系统

一次网循环系统承担着将热源输送至终端设备的任务,其主要构成包括热源装置、管道系统、泵及阀门等。通过管道将热水或蒸汽输送至各采暖装置,泵站在其中起到核心作用,保障热量高效传递至终端。系统内若出现压力不足,常因泵的工作效率低下、管道阻力增大或阀门调节不当所致。因此,泵站的实时监控与调整至关重要,保持系统的流量与压力平衡至关重要。借助智能控制,系统能灵活响应不同需求,通过调节流量与温度,实现节能与高效运行。

(3) 二次网循环系统

二次网循环系统负责从一次网接收热量并将其分配到不同的采暖设备,确保各个区域温度的均衡分布。系统主要包括分水器、管道系统、阀门及温控设备等,通过合理配置确保热量的精准分配,避免温差过大。为适应不同区域的需求,二次网系统能实时调整流量与温度,避免室内温度过高或过低。为保障系统的稳定性与高效运行,定期维护检查必不可少,防止设备故障影响整体效能。二次网的优化设计不仅提升了系统的能效,也增加了室内的舒适度,成为现代采暖系统中的重要环节。

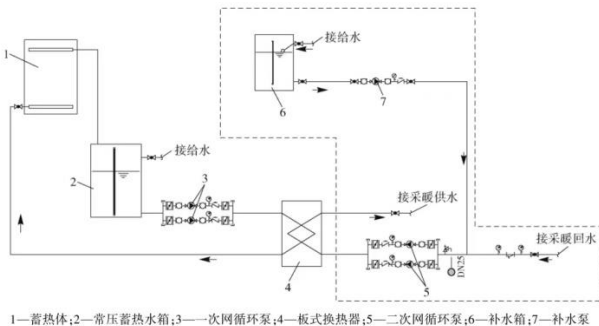


图1 谷电蓄热系统工作原理

4 供暖思路

在新建工程中,供暖系统首次投入使用时,任务量较大且存在许多不确定因素。尤其是在室外温度降至 -20°C 或更低,且供暖区域较为分散的情况下,供暖系统可能未能及时平衡,导致管道末端发生冻结。由此可见,在极端气候条件下,供暖系统的调试与平衡是一个非常具有挑战性的过程。

本项目供暖方案分为两个阶段。第一阶段,采用燃油热风炮对换热站及待供暖厂房进行预热,确保在正式灌水之前,室内温度达到至少 $+5^{\circ}\text{C}$ 。第二阶段,按埋地干管、室内干管、散热器及支管的顺序逐段进行灌水。待外线循环启动后,再次进行室内主管道的供暖,最后逐层为各户提供热量。调试工作将从最不利的环路入手,逐步调整至整个系统的平衡状态,确保热量精准输送到每个供暖区域。完成系统平衡后,保证外网热量供应的同时,内网将逐段调节,以确保管道正常运行,最终满足零下 20°C 及以上的采暖需求。

5 技术准备工作

5.1 预热顺序

在进行埋地管道灌水之前,必须对换热站进行预热处理。换热站内包含水箱、水泵、换热器、软水器等关键设备,这些设备在开始灌水后即开始运行,如果未采取预热措施,极容易发生冻害问题。因此,必须对设备进行保温,确保室内温度不低于 $+5^{\circ}\text{C}$ 。随后,在埋地管道灌水工作完成后至室内干管灌水之前,厂房需继续进行预热。这是因为埋地管道的管道标高低于冰冻线,外壁的保温层能有效隔离温度影响,而厂房若在此阶段预热将产生不必要的费用。若延后至室内干管灌水后再进行预热,容易导致室内温度过低,进而造成管道冻结的风险。因此,预热时机与持续时间必须精确控制,以确保供热系统的顺利启动。

5.2 热负荷及经济性计算

换热站及厂房的预热温度、热负荷等参数可以依据原设计图纸进行计算,通常,室内设计温度为 $+5^{\circ}\text{C}$ 。在选择燃油热风炮时,施工单位可以根据市场上 50kW 与 75kW 两种规格,结合计算出的热负荷需求,确定所需的数量。此外,根据现行的燃油价格、人工费用以及预热所需的天数,能够估算出每天的预热费用。这些数据不仅为业主提供了成本控制参考,也确保预热过程中的经济性与效率达到平衡。

5.3 维护人员及工具安排

为了确保预热过程的顺利进行,现场将设立气温监测小组,负责24小时内定期检查室内温度,并实时关注天气变化,适时启动应急预案,特别是应对极端天气。热风炮的运行将全天候进行,因此,厂房需要安排40名工作人员,分为两班轮流工作,每班持续12小时,每班由18名巡检工与2名电工组成。换热站的维护将安排8人,分为两班进行,保证24小时运转,每班包括3名巡检工与1名电工。此外,针对水泵调试、灌水试验等特殊工种,将根据具体需要安排人员及设备。所有人员的安排及所需工具设备将提前准备完毕,确保整个系统能高效运行。

5.4 封堵措施以减少热量流失

为确保供暖系统的高效运行,必须减少楼内热量的外泄。因此,供暖启动前,所有门窗及其他开口部位必须按照设计要求彻底封闭。在供暖期间,所有封闭设施应保持密闭状态,禁止擅自打开或拆除^[3]。对于门窗、车库出入口、风井、人孔及采光井等位置,可采取双层彩条布加厚棉被的封堵方式,并通过钢管进行加固,确保封闭效果。对于需要通过的大门,施工进出时可设置双层门,门上悬挂棉被,既便于进出,又能够有效保持温暖,减少热量的流失。

6 灌水调试过程

6.1 环境检查

在正式开始灌水调试之前,必须对供暖系统的整体环境进行全面检查。这包括对换热站设备、管道系统及阀门等进行仔细检测,确保设备完好无损,连接紧密,管道无漏点,阀门能够正常开启与关闭。对于换热器及水泵等设备,要检查其是否处于良好的工作状态,防止设备故障影响后续操作。同时,考虑到严寒天气的影响,所有需要加热的区域应采取适当的保温措施,避免因气温过低而导致管道冻结或设备损坏。在检查过程中,还应确保预热区域门窗的密闭性,以防室外冷空气进入影响温度。所有水泵必须完成单机点动调试,确保其启动正常。在这些基础检查工作完成后,才能为灌水调试提供可靠保障。

6.2 采暖系统灌水

环境检查确认无误后,灌水过程即可开始。灌水步骤通常包括:先灌生活水箱,再灌软化水箱,接着是埋地管道,然后是厂房内的主管及支管,最后完成散热器的灌水。每一步骤的时间应根据设备参数及现场情况进行合理估算,以确保水流充足、系统内的空气顺畅排出。在埋地管道灌水过程中,回水管上的自动放气阀可能放气较慢,这会影响灌水速度。因此,可以在回水管的最高点安装短管,并在末端加装球阀,用于专门放气,确保放气过程顺畅。整个灌水过程需要密切监控,以保证系统的正常运行。特别需要注意的是采暖入户井的灌水处理。此区域应开启入户装置的旁通阀门,关闭厂房内所有阀门,从而保证水流仅通过地下管道。在注水之前,要确保管道及阀门通过保温措施覆盖,防止冻结。灌水完成后,将通过循环水泵与板式换热器将冷水加热至 50℃ 以上,随后注入厂房主管。主管充满水后,再开始向散热器灌水。

7 突发事件处理

7.1 电力供应问题

供暖系统的运行依赖于电力的稳定供应,任何电力中断都可能导致设备停运,从而影响系统的正常运行。针对这一风险,应提前对电力供应进行规划与检查,确保电力设施能够应对冬季低温可能带来的压力。若发生电力中断,需及时启动应急响应,尽快恢复电力供应。若停电超过一小时,应关闭入户装置阀门,并打开旁通阀,确保系统仅

在地下管道内进行水流循环,避免水管冻裂。及时修复电力故障并启动备用电源可有效降低停电所带来的风险,保证供暖系统稳定运行。

7.2 漏水问题

漏水问题常见于管道连接不严密或者设备老化的情况下,尤其在灌水调试过程中较为突出。漏水若未得到及时处理,可能对供暖系统造成重大损害。为防止漏水事故的发生,需在灌水前仔细检查管道系统,确保连接无误,设备完好。如果发生漏水,应立即关闭受影响区域的阀门,防止漏水扩展到其他部位。维修人员应尽快到场,修复漏点,并根据修复情况重新启动供暖系统。在漏水较为严重的情况下,应关闭入户装置的阀门,并迅速清理积水。采取迅速的应对措施,可以有效减少漏水对供暖调试的影响,确保系统按计划投入使用。

7.3 温度骤降问题

温度骤降是冬季施工中常见的突发事件,低温天气可能导致管道冻结,进而影响供暖系统的正常运行。为了应对突如其来的寒潮,提前采取有效的温控措施至关重要。当室外温度急剧下降时,需及时启用热风炮等加热设备,确保厂房内部温度不低于设定值,防止系统冻结。同时,管道保温工作也必须加强,避免出现热量流失现象。应定期检查温度监控设备,确保供暖系统在低温环境下能够稳定运行。通过有效的温控措施,可以应对突发的低温天气,确保供暖系统不受影响,保障施工进度。

8 结束语

在我国东北地区,冬季施工时常遭遇低于-15℃的严寒天气,最低气温可达-29℃。此时,室外作业基本停滞,室内作业则需在确保正式供暖或可靠临时供暖措施的基础上继续进行。通过实际案例分析表明,即便在气温低于-15℃且尚未启用正式供暖的情况下,只要严格执行各项供暖及保温措施,做到从人力、设备、材料、方法、环境等各方面的充分准备与落实,依然能够顺利进行供暖调试,并保证冬季供暖的正常进行。结果显示,实施此种措施能够有效应对严寒气候,且在缩短施工工期方面成效显著。这一经验为类似寒冷地区的冬季施工提供了重要的借鉴,也为工期紧张的建筑工程提供了参考价值。

[参考文献]

- [1] 吴敏,赵金玲. 东北寒冷地区装配式农房热性能实测研究[J]. 制冷与空调(四川),2024,38(4):465-471.
- [2] 马梦茹. 寒冷地区居住建筑围护结构改造生态生命周期评价及应用研究[D]. 重庆:重庆大学,2021.
- [3] 麻峰瑞. 张家口寒冷地区乡村装配式超低能耗住宅设计研究[D]. 河北:河北工业大学,2022.

作者简介:熊新林(1983.4—),大学本科学历,毕业于华中科技大学-土木工程专业,高级工程师,现就职于中铁隧道局集团建设有限公司。

道路桥梁沉降段路基路面施工技术分析

李 满

湖北省路桥集团有限公司, 湖北 武汉 430051

[摘要] 沉降段是指由于土壤压实不足、基础不均匀或地质条件复杂等因素, 导致路基和路面在长期使用过程中发生下沉或变形的区域。随着交通流量的增加及荷载作用的不断增强, 沉降问题可能逐渐加剧, 进而影响道路的平整性与安全性。尤其在桥梁与道路交接的关键部位, 如桥头搭板、路堤及台背等区域, 沉降问题显得尤为突出, 往往引发桥梁与路基之间的非均匀沉降, 严重时桥梁结构的稳定性甚至可能遭到威胁。因此, 解决沉降段路基与路面施工中的问题, 已成为市政道路桥梁建设中的核心研究课题, 通过科学合理的施工技术与设计方案, 沉降对结构的影响可以被有效预防与缓解, 从而确保道路桥梁的长期稳定与安全运行。

[关键词] 道路桥梁; 路基路面; 沉降控制; 施工技术

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14768

中图分类号: U416.1

文献标识码: A

Analysis of Construction Technology for Roadbed and Pavement in Settlement Section of Roads and Bridges

LI Man

Hubei Road & Bridge Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430051, China

Abstract: Settlement section refers to the area where the roadbed and pavement sink or deform during long-term use due to factors such as insufficient soil compaction, uneven foundation, or complex geological conditions. With the increase of traffic flow and the continuous strengthening of load effects, settlement problems may gradually worsen, thereby affecting the smoothness and safety of roads. Especially in critical areas where bridges and roads intersect, such as bridge decks, embankments, and abutments, settlement issues become particularly prominent, often leading to uneven settlement between the bridge and subgrade. In severe cases, the stability of the bridge structure may even be threatened. Therefore, solving the problems in the construction of roadbed and pavement in the settlement section has become a core research topic in municipal roads and bridges construction. Through scientific and reasonable construction techniques and design schemes, the impact of settlement on the structure can be effectively prevented and alleviated, which ensuring the long-term stability and safe operation of roads and bridges.

Keywords: roads and bridges; roadbed and pavement; settlement control; construction technology

引言

随着城市化进程的加速, 市政道路及桥梁建设在基础设施中的地位愈加突出, 尤其在一些特殊地质条件下, 沉降问题已成为影响道路桥梁安全性与耐久性的重要因素。作为施工过程中至关重要的环节, 沉降段的路基及路面施工直接关系到道路的稳定性与使用寿命。合理施工技术的采用不仅能够有效避免沉降引发的道路损坏, 还能提升道路的承载能力, 保障交通的安全与畅通。由此可见, 沉降段路基路面施工技术要点的深入研究, 对于提高市政道路施工质量具有十分重要的意义。

1 路基路面沉降的危害

1.1 影响路基路面的耐久性

路基路面沉降直接影响道路的耐久性, 尤其在沉降严重的区域路面承载能力逐渐减弱。随着沉降程度的加深, 路基结构逐步松动致使其无法有效分担上层荷载, 不仅加剧了路面表层的应力, 也使路面材料在长期使用过程中更容易出现裂缝、变形, 甚至断裂。在交通繁忙的路段, 频

繁的车流与沉降的叠加作用进一步促使裂缝扩大, 导致路面损坏加速。若出现较大沉降坑洼, 水分便容易渗透至路基深层, 进而引发水土流失及冻融循环效应, 严重破坏道路结构, 大幅降低道路的耐用性。长期忽视这些沉降问题, 不仅会增加维护频率与费用, 甚至可能导致道路提前失去使用功能, 从而严重影响车辆通行的安全性与舒适性。

1.2 增加交通事故的发生率

路基路面的沉降对道路平整度的影响, 直接增加了交通事故发生的风险。在沉降明显的区域, 路面不平整使车辆行驶时容易产生剧烈震动或偏移, 尤其在高速行驶时, 驾驶员往往难以及时做出反应从而提高了失控的可能性。裂缝和坑洼出现在沉降部位, 尤其在夜间或恶劣天气条件下常常被忽视, 驾驶员难以及时避让, 进而提高了碰撞与侧翻的风险。桥头搭板、路堤边缘等关键位置由于容易发生沉降, 车辆经过时会承受不均匀的压力, 这可能导致悬挂系统出现故障, 进而引发交通事故。持续的路面沉降不仅影响交通流畅性, 还可能引发拥堵或交通瓶颈, 尤其在

高峰时段更容易导致连环事故的发生。

2 道路桥梁沉降机理分析

2.1 桥头搭板沉降

桥头搭板沉降是道路桥梁沉降中常见且严重的问题之一。作为连接桥梁与路面之间的过渡部分,搭板不仅承受来自桥梁上部结构的荷载,还将荷载传递至下方的路基。通常沉降现象最为显著地出现在这个桥头与路面之间的过渡区域,因为两者之间往往存在一定的高度差。搭板沉降的原因复杂多样,首先桥头路基因不均匀压实、土质松软或填土不密实容易导致沉降。随着长期交通荷载的作用,填土部分逐渐沉降,进而引发桥头搭板的下沉或下滑。其次,桥梁荷载集中在桥头部位,长期的交通荷载与振动作用加剧了搭板处的沉降现象。此外,水土流失或地下水位波动也可能对搭板下方的基础土层产生影响,导致土层软化或侵蚀,进一步加剧沉降的程度。搭板沉降不仅破坏了道路的平整性,还可能引发路面裂缝影响行车安全。如果未能及时采取处理措施,沉降问题可能威胁桥梁结构的稳定性,进而带来更为复杂的安全隐患。

2.2 路堤变形

路堤变形是道路桥梁沉降中常见的表现,尤其在软土、膨胀土等特殊地质条件下尤为突出,作为承载路面及交通荷载的关键结构,路堤的稳定性直接关系到道路整体安全性与耐久性。通常路堤变形发生在路基建设阶段,主要由填土不均、压实不足或土壤工程性质差异等因素引起,在长期荷载作用下路堤往往会出现不同程度的沉降与变形,常见的表现形式包括局部沉降、倾斜及裂缝,严重时甚至会导致路基失稳。在软弱地基上路堤的沉降速度较快,尤其在交通流量较大、振动频繁的道路中,持续的荷载加剧了地基变形,值得注意的是在季节性变化显著的地区,地基土的湿度与温度波动往往会导致膨胀土发生膨胀或收缩,从而使路堤出现明显裂缝,这些变形不仅破坏了道路的平整度,还可能损害路面结构增加养护成本甚至诱发交通事故。随着变形逐渐累积,路堤的稳定性会不断下降,最终可能引发严重的安全隐患。因此,控制路堤变形,确保填土密实度与稳定性已成为道路施工中的关键任务。

2.3 台背地基变形

台背地基变形是桥梁与道路施工中常见的沉降问题,通常发生在桥台后方的土壤基础上。作为支撑桥梁的关键构件,桥台的后方土层被称为台背地基,在桥梁施工过程中,台背区域的土层通常需要填筑或改良,以承载桥台施加的巨大荷载。由于填土不均、压实不充分或原地基承载力不足,台背地基易发生沉降或变形从而影响桥台后方的稳定性。台背地基变形的表现包括局部沉降、裂缝或塌陷,严重时可能导致桥梁整体出现不均匀沉降,进一步威胁其安全性。尤其在软土、膨胀土等地质条件下台背地基的承载力较低,水分波动或冻融循环等自然因素可能加剧地基

变形。在持续的交通荷载作用下,原有的稳定状态往往被破坏,导致地基沉降不均,形成裂缝或产生垂直度偏差。台背地基的变形不仅会影响桥台与路面之间的连接,还可能损害桥梁结构的整体性,长期累积下去这些变形将引发道路破损或其他潜在的安全隐患。在设计与施工阶段,必须重视台背地基的稳定性,采取有效的加固措施,诸如深层土改良、合理的排水系统设计等确保其承载力与稳定性得到保障。

3 市政道路沉降段路基路面施工技术分析

3.1 搭板施工技术

在市政道路沉降段的施工中,桥头搭板施工技术起着至关重要的作用,尤其在桥头区域与路基交接的过渡带。作为桥梁与路面之间的连接关键部分,搭板不仅承担着桥梁结构与路面之间的过渡功能,还承载着上方道路的荷载,搭板施工的质量直接影响桥梁与路面连接的平整性、稳定性以及道路的长期使用性能。因此,在施工前必须对桥头区域进行充分的地质勘察以评估土壤的稳定性,从而避免因不均匀沉降导致桥头搭板出现裂缝或进一步沉降。搭板的设计应具备足够的强度与刚度,以应对来自桥梁及交通的重复荷载,在施工过程中首先应对桥头区域进行土方开挖及基础处理,确保搭板与路基之间的紧密结合,形成一个稳定的承载体系。在搭板铺设时每一层必须严格按照施工顺序分层进行,确保每层都得到充分压实并紧密连接,避免搭板与下层土基之间产生空隙,这有助于防止后期出现沉降问题。施工过程中排水问题需要特别重视,尤其是在桥头区域。如果水分渗透至搭板与路基之间,可能引发冻融破坏或土体软化,进而影响搭板的稳定性。在沉降较为严重的区域,可采取补充填土或加固措施,确保搭板与周围地基保持均匀沉降。

3.2 路基开挖

路基开挖是市政道路施工中的一个关键步骤,对后续施工质量及道路长期稳定性产生直接影响。在沉降段的路基施工中,开挖作业不仅要考虑土壤特性,还必须充分评估沉降可能带来的不稳定因素。开挖前必须进行详细的地质勘察,以明确土层结构、地下水位等重要信息,从而确保在施工过程中能够有效应对可能出现的地质问题,软土或松散土层区域开挖时应特别小心,避免发生大规模的土体滑坡或坍塌。开挖的深度与范围必须严格按照设计要求控制,特别是在桥梁附近或沉降较为严重的路段,避免过度开挖而导致地基不稳定。对于沉降段的路基施工通常采用分层开挖的方式,每层的开挖深度要精确控制,从而最大限度减少对周围土体的扰动确保地基的稳定^[1]。在开挖过程中,还需设置临时支撑或挡土结构,以防止土体坍塌给施工人员及设备带来安全隐患。为了避免雨水或地下水渗入开挖区域,导致土体软化或开挖面湿滑,排水系统的配合至关重要,确保施工区域的干燥与稳定是防止土体损坏的关键。开挖完成后,应立即检查地面土层的密实度与稳定性,

确保其能够承受后续填土及压实作业所需的承载能力。

3.3 路基压实

路基压实是确保道路沉降段稳定性与耐久性的核心工序,对路基的承载能力及路面使用寿命具有决定性影响。压实作业的首要任务在于根据不同土质选择适合的压实方法及机械设备,对于松散或湿度较高的土壤必须进行适当的调节处理,以避免土层因湿度过高或过低而影响压实效果。常见的压实设备如振动压路机与钢轮压路机,通过不同的振动频率和方式能够高效地对路基进行压实。压实作业通常分层进行,每层的压实厚度需严格控制,以确保土层之间没有空隙或松动部分。每层压实后必须进行密实度检测,确认符合设计标准,为了进一步提高压实效果,施工人员通常会在不同阶段进行多次碾压,特别是在路基底部及桥头接合部位,这些区域承受较大的荷载,压实工作要求更加精细。压实过程中,排水系统的建设同样需要特别关注,若水分积聚可能导致土体松软或引起不均匀沉降,因此,必须确保排水系统的有效性。在压实完成后,路基表面应保持平整,避免出现明显的凸起或沉陷,这为后续路面施工提供了稳定的基础。

3.4 路基防护

路基防护是确保道路长期稳定性、避免过度沉降或损坏的关键措施,尤其在沉降段施工中防护作用更为重要。有效的防护设计能够防止水土流失、减缓土体变形,从而提升路基的整体稳定性。为避免降水或地下水的积聚,防护工作需从合理设置排水系统入手。常见的排水方法如透水层、排水沟及排水管道,均能有效引导水流,防止水分渗透至路基内,避免土壤软化或冻胀现象的发生^[2]。在一些特殊区域,尤其是坡度较大的地带,防护网或护坡墙等措施显得尤为重要,这些构筑物能够有效防止风化或雨水冲刷引起的土体滑坡与塌陷。尤其在软土或膨胀土等特殊地质条件下防护措施必须更加精细,常见的处理手段包括加固土层与植被覆盖,从而提高路基的抗侵蚀能力。对于桥头等关键部位,路基防护应得到特别强化,以避免搭板与路基之间沉降差异引发裂缝或塌陷。

3.5 路基排水

路基排水系统在确保道路长期稳定性及使用安全方面,起着至关重要的作用,尤其在沉降段施工过程中,设计与实施需尤为谨慎。有效的排水系统能够防止水分在路基内积聚,避免因水分引起的土壤软化、冻胀或其他结构性问题。若排水不畅,土壤承载力将下降,继而引发沉降、裂缝或破坏路基结构,严重时可直接影响整个道路系统的稳定性。在排水设计中,地形及地下水位的详细分析是必不可少的,以选定最合适的排水方式^[3]。常见的排水设施包括排水沟、渗水管及透水层。排水沟通常设置在路基两侧或坡面,能够有效引导表面水流,防止积水对路基造成

过大压力。渗水管则位于路基深层,专门用于排出地下水确保水分不会渗透到承载层。透水层的设立能加速水分的排出,避免其在土体内滞留从而减少不均匀沉降的风险。同时,排水系统的设计应与路基防护措施协同配合,防止水流对路基结构的侵蚀或冲刷。在软土路段,深层排水技术如井点降水,可用于降低地下水位,从而提升土壤的稳定性。此外,排水系统的定期检查与清理也至关重要,只有保持排水通畅,才能避免因堵塞而导致积水问题,确保路基的长期稳定。

3.6 台后填充

台后填充在桥梁施工中占据着重要位置,尤其在沉降段路基施工中,其填充质量对路基稳定性与桥梁结构安全性具有直接影响。主要目的是填补桥台后方的空隙,确保桥台与路基之间的平稳过渡,防止因不均匀沉降或土体变形引发的结构损害。在填充前,桥台后方基础土层的稳定性必须得到确认,避免因填土过快或过多而导致桥台下沉或偏移。填充材料的选择至关重要,填土必须符合设计要求,具备良好的压实性与稳定性,施工过程中填土应分层进行,每层的厚度须依据土质条件与施工要求严格控制,确保每一层土体达到足够的密实度。为了确保填土的均匀与紧实,通常需使用振动压路机等机械设备进行反复碾压,以防止未来沉降问题的发生。排水设施的设置在台后填充中显得尤为重要,若水分渗入填土层,土体可能会软化或引发沉降问题,通过设置排水管道或排水沟,可有效排出多余的水分,从而确保填土层的稳定性与坚固性。合理的台后填充不仅能显著提高路基的承载力,还能有效避免桥台与路基之间的沉降差异,从而保障道路的长期平整与交通安全。

4 结语

道路桥梁沉降段施工技术对工程质量与道路安全的影响至关重要,通过对沉降机理的深入分析,并结合搭板施工、路基开挖、压实、排水以及防护等技术措施,沉降对路基的不利影响可以显著减小,从而确保道路的稳定性与耐久性。精确的施工方法与细致的技术控制,是提高道路质量并延长使用寿命的关键。随着施工技术与管理措施的不断优化,市政道路建设的安全性与可持续发展,未来将得到更有力的推动。

【参考文献】

- [1] 李治. 市政道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术[J]. 中国科技信息, 2024(7): 91-93.
 - [2] 武威. 探究市政道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术[J]. 中国建材科技, 2023, 32(2): 113-114.
 - [3] 孙小绪. 沉降段路基路面施工技术在市政道路桥梁工程中的应用[J]. 工程技术研究, 2022, 7(8): 46-48.
- 作者简介: 李满 (1989.4—), 女, 现职称路桥中级, 籍贯: 湖北省丹江口市。

公路工程沥青路面施工技术与质量控制探究

刘 斌

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830011

[摘要]在我国公路交通事业迅猛发展的背景下, 沥青路面凭借其卓越性能和良好适应性, 已成为公路工程领域的广泛应用材料。沥青路面的施工质量直接关系到公路的使用寿命和行驶安全。因此, 加强沥青路面施工技术与质量控制显得尤为重要。以沥青路面施工技术的基本原理为切入点, 文中深入剖析了主导沥青路面质量的关键要素, 并对当前沥青路面施工过程中遭遇的典型技术挑战进行了详尽探讨, 进而提出了一系列旨在优化施工流程与提升质量控制的方法。借助案例剖析与国内外领先技术的融合, 该文提出了一系列旨在改善沥青路面施工的技术优化方案, 旨在为公路建设质量升级及路面维护工作提供切实可行的借鉴。

[关键词]公路工程; 沥青路面; 施工技术; 质量控制; 优化策略

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14767

中图分类号: U45

文献标识码: A

Exploration on Asphalt Pavement Construction Technology and Quality Control in Highway Engineering

LIU Bin

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830011, China

Abstract: With the rapid development of Chinese highway transportation industry, asphalt pavement has become a widely used material in the field of highway engineering due to its excellent performance and good adaptability. The construction quality of asphalt pavement is directly related to the service life and driving safety of the highway. Therefore, strengthening the construction technology and quality control of asphalt pavement is particularly important. Starting from the basic principles of asphalt pavement construction technology, this article deeply analyzes the key elements that dominate the quality of asphalt pavement, and explores in detail the typical technical challenges encountered in the current asphalt pavement construction process. Furthermore, a series of methods aimed at optimizing the construction process and improving quality control are proposed. With the help of case analysis and the integration of leading technologies at home and abroad, this article proposes a series of technical optimization solutions aimed at improving asphalt pavement construction, aiming to provide practical reference for upgrading the quality of highway construction and pavement maintenance work.

Keywords: highway engineering; asphalt pavement; construction technology; quality control; optimization strategy

引言

公路作为国家交通基础设施的重要组成部分, 其质量的好坏直接影响到交通运输的安全与效率。在我国公路建设规模日益扩大的背景下, 沥青路面以其周期短、舒适性好、适应性强等, 已成为公路建设领域的主流路面选择。公路工程的沥青路面, 需经得起交通荷载的考验, 并适应多变气候与环境, 因此, 其施工质量的保障, 对工程耐久性、舒适性及行车安全的维护尤为关键。施工沥青路面阶段, 诸多问题诸如压实度欠佳、温度管控松懈、原材料配比失当等时有发生, 这些问题不仅对路面质量构成负面影响, 亦加剧了养护成本负担。面对沥青路面的施工与质量控制, 迫切需要提升相关技术水准。通过对公路建设中沥青路面施工环节所面临的技术性难题进行剖析, 进而制定一系列改进措施, 旨在为我国公路工程的高质量建设提供理论参考与操作指南。

1 公路工程沥青路面施工的基本技术概述

公路工程中的沥青路面是通过一定的施工工艺, 将沥

青与矿料按照一定的比例混合铺设而成的。具备优越抗压、抗疲劳特性及卓越摩擦系数的沥青路面, 不仅确保行车平稳, 亦为道路安全贡献显著。在沥青路面的施工过程中, 基本技术涵盖了材料选择、配比制定、搅拌作业、运输搬运、铺设作业以及压实工序等多个环节^[1]。实施沥青路面工程伊始, 需精心挑选适宜的沥青与集料原料, 路面品质受沥青种类及集料选配影响显著, 其中改性沥青与常规沥青为沥青两大类。集料选用需考量交通流量与气候状况等多重因素, 路面性能的优劣与沥青及集料的配比息息相关, 若配比失衡, 将使沥青路面耐久性显著降低, 车辙与裂缝问题频发。在制备沥青混合料的过程中, 控制好混合温度尤为关键, 若温度超出合理范围, 沥青将发生挥发, 混合料黏度增大, 进而影响施工的整体质量; 若温度过低, 沥青将难以充分浸润集料, 进而造成混合料粘结力下降, 这对路面品质构成不利影响。

沥青路面的施工过程中, 摊铺与压实扮演着至关重要的角色。施工期间, 摊铺机扮演着确保铺设均匀的关键角

色,施工人员需严格依照设计规定的厚度与宽度进行精确操作,以防出现铺设过厚或过薄的状况。沥青路面的密实度、耐久性与抗裂性能,均直接受到压实效果的直接影响,对压实机的种类、压实操作方式及压实度检测环节实施严格规范至关重要。新铺设的沥青路面,养护作业同样举足轻重。在养护阶段,确保路面温度适中,以防止承受超负荷压力及急剧的温度波动,从而维持沥青路面的稳定与紧密。

2 沥青路面施工技术中的常见问题

在沥青路面施工中,沥青混合料的温度控制是影响施工质量的关键因素之一。如果混合料温度过高或过低,都可能影响路面质量。温度过高时,沥青会过早挥发,导致路面出现裂纹和疲劳损伤;当气温降至一定水平,沥青的粘性显著提升,这一特性使得集料与沥青间的结合作用减弱,进而对混合材料的结构稳定性和密度产生不良影响。为确保施工质量,必须对施工过程中的温度实施严格监控,并依据季节转换及现场实际状况适时调整相关施工参数。为确保精确度,温度计的校准及摊铺机的温度监控系统需确保无误,路面因压实度不足,极易出现车辙、裂缝及坑洞等病害,且其抵御水损害的能力显著降低。路面压实若存在不均,将致使使用时路状波动不平,进而影响驾驶的舒适与行车安全^[2]。

原材料质量与施工技术共同构成了沥青路面的品质基础。路面的强度与耐久性将受到劣质沥青或集料的直接影响,沥青品质欠佳往往诱发软化与老化现象,进而引发路面抗压性能的降低。路面表面粗糙及排水受阻,其根源在于集料粒径与级配的不合理配置,这直接影响行车舒适与安全。施工单位在施工沥青路面时,对原材料执行严格的质量检测程序,旨在保障所使用的沥青及集料均符合既定标准。

3 沥青路面施工技术的优化与创新

3.1 新型沥青材料的应用与优化

在现代公路工程中,传统的沥青材料面临着耐久性差、车辙、裂缝等问题,因此,新型沥青材料的研发与应用成为提升路面质量的重要方向。工程技术与材料科学的进步催生了改性沥青、纤维沥青、橡胶沥青等新型沥青材料,其在路面抗疲劳性、抗车辙性和抗裂性能的提升方面成效显著。在新型沥青材料中,改性沥青尤为突出,其通过引入聚合物、橡胶粉及沥青改性剂等关键成分,显著提升了高温稳定性、低温抗裂性能与耐久性。例如,采用 SBS(苯乙烯-丁二烯-苯乙烯)聚合物改性沥青,不仅能够显著提高路面的抗车辙性,还能够增加低温抗裂性,从而在高温环境下避免沥青软化,低温环境下减少裂缝的发生,延长路面使用寿命。

科技进步催生了纤维沥青与温拌沥青,为道路施工领域注入了更多选择性。采用纤维沥青,对混合料力学性能及抗疲劳性能的强化,显著增强了路面的耐久性与抗裂能

力;施工过程中,温拌沥青因其施工温度较低,有效降低了沥青挥发对环境的污染,同时,节省了能源,并减少了高温对沥青性能的负面影响。在公路工程领域,对新型沥青材料进行应用与优化,不仅显著提高了沥青路面的性能指标,而且大幅降低了其对生态环境的不利影响,成为促进沥青路面持续进步的关键技术^[3]。

3.2 施工温控技术的改进

在沥青路面施工过程中,温控技术是确保施工质量的一个重要因素。沥青混合料的温度直接影响到混合料的均匀性、可操作性以及最终的路面质量。性能优化与节能减排成效显著,施工效率亦因温控技术的改良而得以提升,沥青混合料的改进亦在此过程中受益匪浅。在施工过程中,针对沥青混合料的温控措施,传统上多依赖人工操作或机械调整,然而此类手段常面临调节精度不足、温度波动幅度较大的难题。自动化技术不断进步,显著推动了温控技术的飞跃式发展。在众多沥青施工机械中,诸如热拌沥青混合料拌和机械、摊铺机械及压路机械等,均已装配了温度控制系统。结合温度传感器与自动调节系统,施工环节的温度调控更为精准,确保沥青混合料在施工最佳温度区间内作业,进而确保路面压实度及品质得以保障。

在运输环节,通过引入先进的施工温控技术,并辅以高效的热保护装置,有效遏制了沥青混合料温度的流失现象。运用保温运输车及热保温材料,沥青混合料在长距离运输期间得以维持恒定的温度,有效防止了因温度过低而引发的施工品质降低问题。在摊铺与压实作业中,配备的温度监控系统可实时监控沥青路面的温度,并将相关信息传递给操作人员,以便他们能够即时调整施工参数。近年来,低温沥青与温拌沥青的普及运用,使得施工过程中的温控技术得到了显著优化与进步^[4]。

3.3 自动化施工设备的应用

公路工程领域,尤其是沥青路面施工,自动化施工设备的应用日益广泛,其显著提升了施工效能,大幅减少了人力成本投入,同时保证了路面施工质量的恒定,诸多自动化施工设备,智能化摊铺机、压路机、摊铺温度监控系统以及自动化搅拌设备等,其运用有效攻克了传统施工过程中的诸多难题。沥青路面的施工过程中,自动化摊铺机的运用,成为提高施工效率与品质的核心因素。配备高精度的自动化控制系统智能摊铺机,在铺设沥青过程中,可自动调节摊铺速度、厚度与宽度,从而确保路面平整度与设计规格的相符性。摊铺机上装备的高精度激光传感设备,能实时对摊铺面的高、坡、宽进行监控,确保了摊铺作业的精确无误。实施智能摊铺技术,有效减少了人力投入,并大幅降低了因人工操作不当而对施工品质造成的负面影响。

自动化压路机的使用大大提高了路面压实度和均匀性。装备有 GPS 定位系统和自动控制技术的现代压路机。

在压实作业时,能够对沥青的温度与压实度进行实时监控,以保障各区域压实效果的一致性。在智能化控制的引领下,压路机得以实现压实作业的精确度提升,有效消除了传统人工压实作业中常有的疏漏及不均等缺陷。沥青混合料的精准配比与高效搅拌,得以通过自动化搅拌设备之运用而实现。沥青混合料的生产过程中,智能搅拌设备依托预设配方,精准控制材料配比,进而确保其均匀性与稳定性。

3.4 智能化监测与控制技术的创新

在沥青路面施工中,智能化监测与控制技术的应用为提升施工质量和效率提供了新的解决方案。智能化监测技术主要通过传感器、物联网、云计算和大数据分析等技术手段,对施工过程中的各种参数进行实时监控、记录和分析。这些技术的结合不仅使施工过程更加精确,还为后期的质量评估和养护工作提供了有力支持^[5]。

该智能化监测系统实时对沥青混合料的温度、湿度、厚度及压实度等关键参数进行监控,并将所收集的数据通过传感器传输至控制系统。实时监控数据,施工人员可通过直观的可视化操作界面迅速辨识施工过程中的温控失衡、压实不均等问题,进而即刻对施工方案进行优化调整。智能化系统在实时监控混合料温度变化方面表现出色,它助力施工人员精准判断施工的最佳时机,从而有效规避因温度波动引发的品质风险。路面问题的预测,得益于智能化监测技术的大数据分析,此举亦为养护管理决策提供了有力支撑。

4 沥青路面质量控制的关键技术与方法

沥青路面质量控制是公路工程中的关键环节,其质量直接影响到道路的使用寿命、安全性及维护成本。施工沥青路面时,务必实施科学合理的各项技术与手段,以保证其质量的稳定与可靠。沥青混合料的质量控制,其关键技术涵盖配合比设计、温度调节、施工实时监控以及后期质量评价等方面。在工程需求、环境条件和交通荷载各异的前提下,配合比设计需精心挑选适配的沥青种类与矿料配比。沥青混合料性能的全面提升,依赖于合理的配合比设定,这一设定确保了其粘结性、抗车辙性、抗裂性及耐久性的实现,从而显著提升路面的整体性能水平。在沥青混合料生产环节,对原料质量实施严格把控,并通过试验验证,以保障配合比满足设计规范要求。沥青混合料的温度直接影响其拌合、摊铺和压实效果。施工环节中,若温度偏低,沥青粘结性能将受影响,进而对混合料密实度产生不利;沥青路面在温度过高的条件下,其挥发性显著增强,进而对路面的耐用性产生不利影响^[6]。

施工过程中的实时监控技术也是控制沥青路面质量的有效手段。实时监控摊铺机与压路机等设备状态,依托高精度传感器与数据采集系统,准确把握路面温度、压实度与厚度等关键指标,施工人员依托于数据采集所得反馈,能对施工方案作出即时修正,以此保障施工品质与设计规范相符,确保路面平整度与设计厚度,摊铺机得以配备先进激光高度控制系统;压路机可以配备压实度传感器,以确保沥青的压实度符合标准,避免出现松散或不均匀的区域。在沥青路面的质量控制体系中,后期进行的质量评估与养护管理同样占据着至关重要的地位。实施施工后路面的质量抽检与评估,对于迅速捕捉问题并实施相应养护,显著提升道路的使用周期大有裨益。通过对路面平整度、压实度、抗裂性等关键性能实施质量评估,并借助质量评估系统的持续跟踪,此举旨在为后续的维护与修缮工作提供可靠的数据依据。

5 结语

沥青路面施工技术与质量控制的有效结合是确保公路工程质量的关键。从先进的沥青材料的应用、施工技术的改进,到全过程的质量监控,再到后期的质量评估与养护管理,每个环节都需要高标准、严格要求,并借助先进技术手段进行保障。通过持续优化施工技术、提升质量控制水平,能够显著提高沥青路面的质量,延长道路的使用寿命,降低后期维护费用,最终为社会提供更加安全、舒适的交通条件。

【参考文献】

- [1]曹艳芳.公路工程沥青路面施工技术及质量控制策略[J].汽车画刊,2024(10):125-127.
- [2]诸葛飞.公路工程沥青路面施工技术与质量控制策略分析[J].运输经理世界,2024(27):25-27.
- [3]王学军.公路工程水泥混凝土路面施工技术及质量控制措施分析[J].工程技术研究,2024,9(11):152-154.
- [4]王尔凯.市政工程沥青混凝土路面施工技术及质量控制[J].产业创新研究,2024(10):127-129.
- [5]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.
- [6]徐宁.市政工程沥青混凝土路面施工技术及质量控制[J].四川建材,2023,49(10):178-180.

作者简介:刘斌(2003.10—),毕业院校:郑州城市职业学院,所学专业:工程造价,当前就职单位:新疆生产建设兵团交通建设有限公司,职称级别:助理级。

泵站节能优化设计对市政排水效率的提升研究

高卓卓

石家庄市排水管护中心, 河北 石家庄 050000

[摘要] 通过优化泵站的布局设计、设备选型以及运行控制策略, 全面提升市政排水系统的运行效率和节能效果。结合先进的数值模拟技术和现场测试数据, 分析泵站运行过程中的能耗特点和优化空间, 提出高效水力结构设计与智能控制系统的综合应用方案。在实际应用中, 通过引入变频调速技术和实时监控系统, 实现排水量动态调节与能耗的显著降低。优化设计显著提升了市政排水系统的运行稳定性和突发排水能力, 为城市排水管理的智能化和可持续发展提供了重要技术支撑。

[关键词] 泵站优化设计; 节能技术; 市政排水; 变频调速; 智能控制

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14794

中图分类号: TV675

文献标识码: A

Research on the Improvement of Municipal Drainage Efficiency through Energy-saving Optimization Design of Pumping Stations

GAO Zhuozhuo

Shijiazhuang Drainage and Protection Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: By optimizing the layout design, equipment selection, and operation control strategy of pumping stations, the operational efficiency and energy-saving effect of municipal drainage systems are comprehensively improved. By combining advanced numerical simulation technology and on-site testing data, analyze the energy consumption characteristics and optimization space during the operation of the pump station, and propose a comprehensive application plan for efficient hydraulic structure design and intelligent control system. In practical applications, by introducing variable frequency speed regulation technology and real-time monitoring systems, dynamic adjustment of drainage volume and significant reduction of energy consumption can be achieved. The optimized design significantly improves the operational stability and emergency drainage capacity of the municipal drainage system, providing important technical support for the intelligent and sustainable development of urban drainage management.

Keywords: optimization design of pumping stations; energy-saving technology; municipal drainage; variable frequency speed regulation; intelligent control

市政排水系统是保障城市运行和生态环境的重要基础设施, 泵站作为其核心组成部分, 在应对高峰排水需求和节能减排目标中扮演着关键角色。然而, 传统泵站设计往往存在能耗高、运行效率低的问题, 难以满足现代城市对高效、智能排水的需求。随着新技术的不断发展, 优化泵站设计已成为提高排水效率和实现节能的重要途径。通过合理布局、引入先进设备以及优化运行策略, 不仅能降低能耗, 还能有效应对城市内涝等突发状况, 为市政排水系统的可持续发展提供强有力的技术支持。

1 泵站节能优化设计的技术原理与方法

1.1 优化水力结构设计

水力结构设计是影响泵站运行效率的核心因素。通过改进进水池、泵房以及出水管道的的设计, 可以有效减少水流紊动和能量损失。采用数值模拟技术对水力条件进行精确分析, 优化水流路径, 确保水流稳定性, 降低水力损失。例如, 在进水池设计中引入导流板或消能装置, 可以有效减小水流冲击, 提升泵站整体运行效率。

1.2 设备选型与优化

泵站设备选型直接关系到能耗水平和排水能力。在节

能优化设计中, 选用高效节能水泵及电机, 并结合实际排水需求, 合理配置设备的规格和数量。针对不同排水负荷, 优先选择具备高效能曲线的泵型, 避免因超负荷或低负荷运行导致的能源浪费。此外, 采用变频调速技术实现设备的灵活调节, 有助于降低电力消耗并延长设备使用寿命。

1.3 智能控制系统的应用

智能控制系统的引入使泵站的运行更加精准高效。通过实时监测排水流量、液位和能耗数据, 智能控制系统能够动态调整泵站运行参数, 优化设备启动和运行时间。集成物联网技术与大数据分析功能, 可实现多泵协调运行, 避免设备过载或闲置, 进一步提升能源利用效率。

1.4 节能优化设计的综合实施策略

节能优化设计需要结合技术与管理手段的综合实施。通过实施分区排水、分时调节策略, 均衡泵站的工作负荷, 减小能源浪费。在建设阶段, 严格把控施工质量, 确保泵站设计与实际运行条件高度契合。此外, 定期开展能耗评估和运行状态诊断, 及时调整运行策略, 确保节能效果的持续提升。

合理运用上述技术和方法, 不仅可以显著降低泵站能

耗,还能够全面提升市政排水系统的运行可靠性和适应性。

2 市政排水系统中泵站运行现状与问题分析

2.1 现有泵站运行模式概述

目前,市政排水系统中的泵站多采用传统固定运行模式,运行参数和设备配置通常以设计流量为基准。然而,由于实际排水需求的动态变化,泵站在高负荷和低负荷状态下的能耗水平普遍较高,造成能源浪费。同时,在突发强降雨或洪水情况下,部分泵站难以及时应对,运行效率受到严重限制。

2.2 能耗问题与节能潜力

泵站运行中的能耗问题是现有系统的一大痛点。一方面,水泵和电机效率受设备老化、运行工况偏离设计值等因素影响而显著降低;另一方面,缺乏变频调速技术的传统泵站设备在低负荷运行时能耗明显增加。此外,水流紊动、管道阻力过大等水力因素也加剧了能源损耗。研究表明,优化设备性能和运行策略具有显著的节能潜力,可以将能耗降低 10%至 30%。

2.3 水力设计与运行问题

当前部分泵站的水力结构设计存在不合理之处,例如进水池布局不科学、流速分布不均匀等问题。这些缺陷导致水流紊动和能量损失增加,严重影响泵站运行效率。尤其是在暴雨季节,高流量的紊动水流会进一步加剧泵站设备的磨损。此外,泵站内的排水设备与管道系统的匹配性不足,也限制了整体运行效能的提升。

2.4 智能化水平不足

尽管近年来一些泵站开始引入自动化控制系统,但总体而言,市政排水系统的智能化水平仍显不足。一些泵站缺乏实时监控和数据采集功能,无法对排水流量、能耗水平及设备状态进行精确监测和分析。这不仅增加了管理难度,还导致运行策略难以及时调整,从而进一步限制泵站的节能效果和运行稳定性。

2.5 应急能力与运行管理问题

在极端天气条件下,部分泵站的应急排水能力不足成为亟待解决的问题。由于设备老化、设计标准滞后以及管理机制不完善,现有泵站难以快速响应大规模排水需求。此外,缺乏系统化的运行维护管理和能耗评估手段,也使得泵站的长期稳定运行受到制约。

通过深入分析这些问题,可以为后续优化设计和技术改进提供明确方向,推动市政排水系统实现更高效、节能的运行模式。

3 节能优化设计在市政排水效率提升中的实践应用

3.1 水力优化技术在泵站设计中的应用

水力优化技术是提升泵站效率和稳定性的重要手段。通过优化泵站的水力设计,可以显著减少能量损失并提高运行效率。在实际项目中,采用数值模拟技术对水流进行全面分析,特别是在泵站进水池、泵房和出水管道的结构

设计上,能够显著提高水流的平稳性。例如,某市政泵站项目通过对进水池内水流进行数值模拟,优化了导流板的布置和消能装置的尺寸,从而有效减少了水流的紊动和涡流现象,降低了水流对泵体的冲击,避免了不必要的能量损耗。此外,在泵站的出水管道上采用了流速调节装置,能够根据实际排水需求调节水流速度,避免了泵站设备的过载运行,提高了整体运行效率。这些水力优化措施显著提升了水力系统的稳定性与运行效率,为市政排水系统的高效运行奠定了坚实基础。

3.2 变频调速技术的引入与应用

变频调速技术是实现泵站节能的关键技术之一,能够根据排水需求动态调整水泵的运行频率,优化能效并延长设备使用寿命。某市泵站通过安装变频器,在排水需求低时能够调低水泵的运行频率,从而有效减少能耗。例如,在排水高峰期,变频器能够自动增加水泵的运行频率以满足需求,而在非高峰时段,变频器则降低频率,从而避免了能量的浪费。变频调速技术还可减少泵站设备的启动冲击,降低机械部件的磨损,进一步延长设备的使用寿命。实际应用表明,通过变频技术改造,某泵站的年能耗降低了 20%以上,显著提升了节能效果。

3.3 智能监控系统的实施与成效

智能监控系统在泵站中的应用,使得泵站管理更加科学和灵活。通过部署物联网传感器和实时监控设备,泵站能够全面采集流量、液位、能耗和设备状态等数据,并通过大数据分析平台进行处理。这些数据帮助优化泵站运行参数,提高运行效率,预测设备故障,并制定预防性维护计划。在某试点泵站项目中,智能监控系统通过实时数据采集和分析,使得泵站能够实现远程管理与自动化调节,确保了多泵系统的高效运行。具体来说,智能系统能够根据实时排水情况调节泵速,并在发现设备异常时自动发出警报,从而避免了设备故障造成的停运和能量浪费。该系统的实施大幅提升了排水效率,减少了非必要的能源消耗。

3.4 综合节能优化策略的实践经验

为实现全面的节能目标,泵站的节能优化设计不仅需要技术手段,还需加强管理措施的落实。某市政项目结合水力优化设计、变频调速、智能监控等多种技术手段,通过设备的合理选型和智能化系统的应用,降低了整体能耗。同时,在管理上,通过加强设备的日常维护和运行参数的监控,确保了泵站在不同排水需求下的高效运行。例如,该项目通过实施分区排水和分时调度策略,有效平衡了各区域泵站的工作负荷,减小了高峰时段的能耗压力,并通过节能评估体系定期分析泵站的运行数据,为后续优化措施提供了依据。这一综合性节能策略的成功实施,不仅提升了泵站的节能效果,也为市政排水系统的可持续运行提供了宝贵经验。

节能优化设计的多方面实践应用,不仅提高了市政排水效率,还显著减少了能源浪费,为实现绿色低碳的城市

发展目标奠定了基础。

4 泵站节能优化设计对市政排水可持续发展的影响

4.1 提高排水系统运行效率

泵站节能优化设计通过技术创新显著提升了市政排水系统的运行效率。优化的水力设计减少了能量损失,设备运行效率得以充分发挥。例如,在排水负荷高峰期,优化设计能够确保水流畅通,避免堵塞和设备过载现象。在低负荷时,通过变频调速技术合理调节水泵运行频率,减少不必要的能耗。这种灵活高效的运行模式不仅降低了能源浪费,还提升了排水系统的可靠性,确保城市排水需求在各种工况下都能高效满足。

4.2 推动节能减排目标实现

泵站作为市政排水系统中的重要组成部分,常常承担着大量的能耗,因此其节能优化设计对于实现节能减排目标至关重要。通过选用高效能水泵、引入变频调速技术和智能控制系统,泵站的能耗可以得到显著降低,同时温室气体排放也能够减少。

以某市泵站节能改造项目为例,该项目通过全面升级水泵设备、引入变频器控制水泵运行频率,并采用智能监控系统对泵站运行进行实时监控和调整。传统的泵站运行模式通常存在设备过载运行和低效运行的情况,而通过引入变频调速技术,泵站能够根据实际排水需求动态调节水泵的运行速度,避免了能量的浪费。此外,智能监控系统通过对水流、液位、能耗等数据的实时采集和分析,使得泵站能够精准调节工作负荷,从而减少了过度运行的现象。这一系列优化措施实施后,该泵站年均能耗降低了 25%,相应的二氧化碳排放量减少了数百吨。

4.3 增强城市应急排水能力

泵站的节能优化设计不仅提升了日常运行效率,还显著增强了城市在面对极端天气和突发排水需求时的应急能力。在极端降雨等突发情况下,泵站能迅速做出响应,确保排水系统的畅通。智能监控系统通过实时采集雨水量、排水负荷和设备运行状态等关键数据,结合先进的预测模型,能够提前预测可能的排水压力,并通过自动化调度优化泵站设备的运行。这种系统能在降雨集中时迅速增加泵站的排水能力,防止因设备响应不及时导致的城市内涝问题。

此外,合理配置多泵协调运行方案及备用设备,提高了泵站的容错性和应急能力。在发生设备故障或排水需求剧增的情况下,备用设备可以迅速投入使用,确保排水系统不中断,最大程度地减少极端天气带来的影响。例如,某市通过实施多泵并联运行和动态调整策略,在强降雨期间成功避免了多次城市内涝事件的发生。

4.4 支撑市政排水系统的可持续发展

可持续发展要求市政排水系统不仅要满足当前的排

水需求,还要为未来的发展留足空间。泵站节能优化设计正是实现这一目标的关键途径。通过提升技术水平,如水力优化设计、变频调速技术和智能监控系统的应用,泵站能够更加高效地运行,从而显著降低能源消耗和运营成本。这使得更多的财政资源能够用于排水系统的升级和扩建,确保系统的长期可持续性。

另一方面,智能化管理和实时监控手段能够提供详尽的数据支持,帮助运营者实时监测和分析泵站的运行状况,及时发现问题并进行调整,为后续系统的优化积累了宝贵经验。节能优化设计不仅提升了泵站的运行效率,还促进了环保理念的深度融入,推动了绿色发展的实践,为社会树立了市政工程领域的示范效应,展示了如何在满足当前需求的同时,为未来发展创造更大的潜力。

通过泵站节能优化设计,市政排水系统不仅在能效和可靠性上得到显著提升,更在低碳发展、应急能力和未来扩展性等方面表现出重要价值。这种多维度的影响为市政排水系统的长期稳定运行和可持续发展提供了重要保障。

5 结束语

泵站节能优化设计在提升市政排水效率和推动可持续发展中具有重要意义。通过水力优化设计、变频调速技术和智能监控系统的综合应用,不仅显著降低了能源消耗,提高了排水系统的运行效率,还增强了城市应对极端天气的能力。在实际应用中,节能优化设计帮助减少了温室气体排放,降低了运营成本,为市政排水系统的绿色转型提供了技术支撑。同时,优化设计推动了城市排水系统的现代化和智能化,为未来扩展和升级提供了坚实基础。未来,应进一步结合新兴技术与管理策略,在更广范围内推广泵站节能优化设计,为实现城市低碳发展和水资源可持续利用贡献更多力量。

【参考文献】

- [1]付小莉,郁片红,李君茜.城镇排水泵站进水水道水力优化设计试验研究[J].中国给水排水,2023,39(1):99-104.
 - [2]沈强儒,张建国,曹慧,等.农村小型泵站系统节能优化设计关键技术综述[J].水利科技与经济,2022,28(3):1-6.
 - [3]刘庆,邹鲁,江琴.石家庄地下轨道交通2号线给排水及消防案例优化设计[J].给水排水,2023,59(5):116-121.
 - [4]张家伦.工业企业供水管网系统节能技术研究[D].沈阳:东北大学,2021.
 - [5]张全礼,张瑞茹.对水利泵站水泵节能技术的研究[J].现代工业经济和信息化,2023,13(7):308-310.
- 作者简介:高卓卓(1996.11—)女,河北省石家庄市人,汉族,硕士学历,初级工程师,就职于石家庄市排水管护中心,从事市政工程及城市泵站运行管理相关工作。

建筑节能绿色转型发展研究与策略分析

邢群礼

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 建筑行业作为全球能源消耗和碳排放的重要领域, 已占据全球能源使用的 40% 以及碳排放的 30%。面对这一挑战, 绿色建筑逐渐成为全球发展的重要趋势。在我国建筑节能与绿色转型已被纳入国家战略, 政府通过一系列政策措施, 推动绿色建筑的普及与应用, 力争在“十四五”期间实现建筑行业的绿色升级。尽管政策支持不断增强, 行业在转型过程中依然面临技术、资金、政策执行等多重难题。如何突破这些瓶颈推动建筑行业的绿色转型, 已成为亟待解决的核心问题。因此, 将深入分析行业的现状与挑战提出切实可行的对策, 以期推动建筑节能与绿色转型的顺利实施。

[关键词] 建筑节能; 绿色转型; 双碳

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14784

中图分类号: TU201.5

文献标识码: A

Research and Strategy Analysis of the Development of Building Energy Efficiency and Green Transformation

XING Qunli

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

Abstract: As an important sector of global energy consumption and carbon emissions, the construction industry accounts for 40% of global energy use and 30% of carbon emissions. Faced with this challenge, green buildings have gradually become an important trend in global development. In China, building energy conservation and green transformation have been included in the national strategy. The government has implemented a series of policy measures to promote the popularization and application of green buildings, striving to achieve green upgrading in the construction industry during the “The Fourteenth Five-Year Plan” period. Despite increasing policy support, the industry still faces multiple challenges in the process of transformation, including technology, funding, and policy implementation. How to break through these bottlenecks and promote the green transformation of the construction industry has become a core issue that urgently needs to be addressed. Therefore, a thorough analysis of the current situation and challenges in the industry will be conducted to propose practical and feasible countermeasures, in order to promote the smooth implementation of building energy conservation and green transformation.

Keywords: building energy efficiency; green transformation; dual carbon

引言

随着气候变化和环境污染问题愈加严峻, 建筑行业作为主要的能源消耗和碳排放来源, 已成为推动绿色转型的关键领域。建筑节能与绿色转型不仅有助于减少资源消耗与碳排放, 更是推动社会可持续发展的核心组成部分。如何在技术创新、政策支持与产业协同的共同推动下, 促进绿色建筑的广泛应用, 已成为建筑行业亟待解决的重要课题。分析建筑节能与绿色转型的现状与挑战, 探讨应对策略, 并提出切实可行的路径, 以期为建筑行业的可持续转型提供理论支持与实践指导。

1 建筑节能与绿色转型的现状

随着全球气候变化的加剧, 建筑节能与绿色转型已成为应对环境挑战的核心举措。过去几年, 建筑节能领域在国内外取得了显著成效。绿色建筑理念的推广以及相关政策的陆续出台, 已推动建筑行业在节能减排、资源利用和环境保护方面的深刻变革。尤其是在我国, 绿色建筑标准不断优化, 国家对节能减排的政策支持也日益增强, 许多

城市已开始严格执行能效标准, 要求新建建筑必须符合节能要求, 同时积极推动老旧建筑的改造升级推动整体能效的提高。在技术层面, 建筑节能措施的范围已远远超出了传统的隔热和保温方法, 智能建筑技术的应用、可再生能源的整合以及高效能建筑材料的使用, 已成为绿色转型的关键组成部分。太阳能光伏系统与地热能采暖系统的结合, 逐渐成为新型绿色建筑的标配, 这些技术不仅提升了建筑物的能源使用效率, 也使建筑能够实现能源自给, 减少对外部能源的依赖。尽管政策支持和技术创新方面已取得积极进展, 建筑节能与绿色转型的全面推进依然面临诸多挑战。高昂的初期投资成本、市场认知度的不足及相关技术的推广应用, 仍然制约着绿色建筑的发展。同时, 部分地区的节能建筑标准和技术应用仍处于初步阶段, 行业整体水平差异显著。因此, 尽管绿色转型已取得一定进展, 仍需在完善政策、推动技术创新、加大社会与市场参与等方面继续努力, 才能加速建筑行业的全面绿色转型。

2 建筑节能绿色转型过程中存在的问题

2.1 技术瓶颈与创新难题

尽管建筑节能与绿色转型已取得显著进展,但技术瓶颈依然是制约其进一步发展的关键因素。目前,许多节能技术在成本及适用性方面仍面临不小的挑战,限制了它们的广泛应用。例如,尽管高性能隔热材料与智能建筑系统等新技术已在部分项目中得到应用,这些技术仍处于初步研发阶段成熟度不足。因此,在大规模推广时,常常会出现质量不稳定及维护困难的问题。绿色建筑设计通常要求较高的系统集成能力,这需要多个技术领域的深度融合,现有许多技术仍局限于各自独立发展,跨领域的协同创新严重不足。由此导致了技术的碎片化,进而影响了整体效能的提升。在某些情况下,不同节能技术之间的兼容性较差,甚至可能相互影响从而降低了整体建筑能效。尽管绿色建筑材料种类逐渐增多,但许多新型材料的成本依然偏高,部分技术仍未解决耐久性及其环境影响等关键问题。例如,某些高效保温材料虽然能显著提高能效,但生产过程可能带来较高的碳排放或在回收利用率上存在不足,从而影响了建筑生命周期内的绿色性。

2.2 资金投入与成本压力

资金投入与成本压力是建筑节能与绿色转型的主要障碍之一。尽管绿色建筑在长期内能够带来可观的经济效益,初期投资却往往显著高于传统建筑,尤其在采用高效节能技术、绿色建材及智能化系统时,成本的上升尤为明显。对于许多建筑开发商和业主而言,短期内的高投入与长期收益之间的差距,往往使他们在是否进行绿色转型时犹豫不决。在市场竞争激烈、资金周转压力巨大的情况下,许多项目选择压缩初期建设成本,而忽视了未来可能出现的能源消耗及环境负担。绿色建筑的技术创新及新材料的应用,通常伴随较高的研发和实验费用,这对资金实力较弱的企业形成了巨大的负担。尽管一些新兴节能技术在理论上具有较高的能效,但由于市场需求不足及投资支持有限,这些技术的生产规模和成熟度未能实现经济效益的最优平衡,进一步加剧了绿色转型面临的经济压力。尽管政府出台了补贴政策,这些资助通常难以覆盖整个绿色转型过程中的资金需求。尤其是在项目建设初期及技术推广阶段,资金短缺仍然是许多建筑项目面临的现实问题。由此,资金问题不仅抑制了建筑企业实施绿色转型的积极性,也限制了相关技术和材料的推广应用,进而导致绿色建筑转型进程的缓慢推进。

2.3 政策执行与监管不足

尽管国家及地方政府已出台了多项政策与法规,推动建筑节能与绿色转型,但政策执行力度和监管的有效性仍存在显著问题。一方面虽然政策框架较为完善,但许多地方政府及相关部门在实际操作中未能严格执行,导致政策效果大打折扣。例如,在绿色建筑标准的实施过程中,部

分地区缺乏统一的执行标准及有效的审查机制。尽管一些项目宣称符合绿色建筑标准,实际施工与运营过程中却存在明显偏差,直接影响了节能效果。另一方面现有的监管体系仍未完全健全,执法力度较弱,行业监管存在滞后现象。在建筑节能与绿色转型的检查与验收中,许多城市的监管活动仅停留在形式上,缺乏有效的后续追踪与动态监控机制。即便一些项目在设计阶段符合绿色建筑要求,但由于施工过程中的成本压力或管理疏忽,未能严格按照标准操作,最终导致节能效果未能达标。政策的连续性与一致性问题也不容忽视,在一些地区绿色建筑政策的推动常受到经济发展或其他政策目标变化的影响,导致绿色转型缺乏稳定的长期规划与持续支持,这种政策的不稳定性,使建筑行业在绿色转型过程中面临较大的不确定性,企业及开发商对政策的持续性产生疑虑,进而影响了他们的投资决策。

2.4 建筑产业链协同困难

建筑产业链的协同困难,已成为推动建筑节能与绿色转型的关键障碍之一。建筑行业涉及设计、施工、材料供应、设备安装等多个环节,但这些环节之间往往缺乏高效的沟通与协调,致使绿色转型的整体效果难以实现。在传统建筑模式下各个环节往往相对独立,利益导向及技术标准存在较大差异,这种“各自为战”的局面在绿色建筑领域表现得尤为突出。设计师、施工单位、材料供应商及设备制造商等不同参与者,在绿色建筑的理解及技术实施标准上存在明显差异,缺乏统一的指导思想与系统化的规划。因此,绿色设计理念在实际操作中常常受到偏离,直接影响了建筑节能效果的达成。绿色建筑转型对新型建材与先进技术的依赖较大,这无疑对供应链提出了更高要求,许多绿色建筑材料及设备仍处于小规模生产阶段,生产商与市场需求之间存在脱节,导致供应链的不稳定。由此,建筑项目经常面临材料短缺、价格波动及交货延迟等问题,进一步加剧了产业链协同的难度。施工单位在应用新材料与新技术时,往往缺乏足够的经验与技能,不仅会造成施工过程中的技术障碍还可能引发质量问题,进而增加了项目成本并延长施工周期。绿色建筑的全面转型需要跨领域的协同创新,而当前建筑行业内部依然存在较为明显的技术壁垒。建筑设计、工程技术、环境科学等领域的专家之间缺乏有效的沟通平台,行业间的技术融合未能得到充分实现,这一协同创新的缺失,使绿色建筑技术的整合与系统化推进面临困难,最终制约了建筑节能与绿色转型的全面实施。

3 建筑节能绿色转型的策略分析

3.1 加强政策引导与法规建设

在推动建筑节能与绿色转型的过程中,政策引导与法规建设的作用至关重要。通过制定明确、切实可行的政策法规,政府为行业的绿色转型提供了明确的方向及强有力

的支持。目前已有一些绿色建筑相关的政策与标准,但在实施过程中仍存在一定的空白与不一致,特别是在地方层面,政策的执行力度及细节要求未能做到统一,要求政策体系的进一步完善,确保绿色建筑标准能够覆盖项目的整个生命周期,从规划、设计、施工到运营管理,确保各个环节都能在法律框架内得到有效落实^[1]。为鼓励更多企业与开发商投资节能技术与绿色建筑,政府应出台更加具体的激励措施,如税收优惠、财政补贴与绿色信贷等,这些举措不仅能在短期内缓解企业的资金压力,还能够长期推动市场朝绿色建筑方向发展。同时,绿色建筑认证制度的强化也显得尤为重要,政府应建立透明且科学的评价体系,以确保绿色建筑项目的质量与节能效果能够得到充分保障。随着建筑行业绿色转型的深入,相关行业标准与法规也应随之更新,以适应新技术与市场需求的变化。针对建筑节能材料、智能建筑系统以及绿色施工技术,相关标准的出台将有效促进技术创新与产品升级,不仅有助于推动企业的技术改造,也能在更广泛的范围内推广绿色建筑理念提升行业整体水平。政策引导的核心应当聚焦于建筑全生命周期的管理,建筑节能的范畴不应仅限于新建项目的设计与施工阶段,还应延伸至建筑的运营、维护以及拆除阶段,通过立法推动全生命周期的绿色管理,能源消耗与环境影响可从源头上得到有效减少,同时建筑行业的可持续发展能力也能得到显著提升。

3.2 推动技术创新与绿色设计

技术创新与绿色设计是推动建筑节能与绿色转型的核心驱动力。随着环保要求的不断提升与技术的持续进步,绿色设计理念已经不再局限于单纯的节能减排,而是扩展至建筑全生命周期的全面优化,要求在设计阶段就深入考虑建筑的能源效率、环境影响以及材料的可持续性。因此,加快技术创新步伐,采用更高效、环保的建筑材料与设备并整合智能化技术,已成为提升建筑节能与资源利用效率的必要途径^[2]。绿色设计不仅是对传统建筑设计的改进,更是建筑与环境、社会的深度融合。可再生能源技术的引入,如太阳能、风能及地热能等,显著降低了建筑的能源消耗,减少了对传统能源的依赖,智能建筑系统的应用(智能照明、温控及能源管理系统)不仅能够实时监测并调整建筑的能耗,还能通过数据分析不断优化建筑的运行效率,为节能减排提供了强有力的技术保障。新型环保建材的广泛应用,如低碳水泥、回收材料及高性能隔热材料,能够显著减少施工过程中的能源消耗与废弃物排放,这些材料在降低建筑能耗、延长建筑使用寿命方面发挥着关键作用,最大程度地减轻了建筑对环境的负面影响。更进一步,技术创新的推进离不开跨领域的协同合作,在建筑设计师、工程师、材料供应商及设备制造商等各方的共同努力下,技术创新得以汇聚力,推动绿色建筑的发展。

3.3 加大资金投入与激励机制

加大资金投入与建立有效的激励机制,是推动建筑节能与绿色转型的重要途径。尽管绿色建筑在长期内能够带来显著的回报,但初期投资较高导致许多开发商与企业在资金方面面临较大压力,从而减缓了绿色转型的推进。因此,通过多渠道的资金支持,政府与金融机构应为绿色建筑项目的实施提供有力助力。政府可通过加大财政投入,设立专项资金帮助绿色建筑项目缓解初期投资的压力,通过对绿色建筑项目提供资金补贴,企业的负担得以显著降低,进而鼓励更多开发商参与其中,推动行业整体向绿色转型迈进。除了财政支持外,激励机制的完善同样至关重要,通过税收优惠、绿色贷款以及金融补贴等手段,政府能够为绿色建筑项目提供更加优惠的融资条件^[3]。例如,对于采用节能技术与环保材料的建筑项目,可以实施税收减免或低利率贷款,从而激励企业在资金紧张的情况下依然选择绿色建筑方案。特别是对于中小型企业,绿色信贷应成为推动转型的重要工具,金融机构应降低贷款门槛,提供更加有利的资金支持。此外,激励机制还应包括市场驱动,促进社会对环保建筑的关注与需求。在绿色建筑市场尚处于培育阶段时,政府可以通过建立绿色建筑认证体系,为符合条件的项目颁发认证标识,这一认证不仅能提升项目在市场中的竞争力,还能增强消费者对环保建筑的认同感与购买意愿,从而进一步促进绿色建筑的普及。

4 结语

建筑节能与绿色转型是应对气候变化、促进可持续发展的核心措施。随着资源消耗的日益加剧与环境压力的不断增大,绿色建筑逐渐成为行业发展的必然方向,也是实现社会、经济与环境协调共生的重要途径。通过有效的政策引导、技术创新、资金支持及产业链协同,绿色转型的推进能够得到加速,节能减排与建筑可持续发展的目标亦能顺利实现。尽管面临技术、资金、政策及市场等多重挑战,政府、企业与社会界的共同努力将为绿色建筑的广泛应用提供强大动力。随着技术的不断进步与政策的进一步完善,绿色建筑有望成为未来行业发展的主流,并推动低碳、绿色、可持续的未来得以实现。

【参考文献】

- [1]庞和伟,马颖颖,刘更见,等.建筑节能绿色转型发展研究与策略分析[J].砖瓦,2024(10):29-32.
 - [2]刘林海.建筑业中长期绿色转型发展的思考与建议[J].房地产世界,2022(12):6-8.
 - [3]倪江波.加快推动建筑领域节能降碳促进经济社会发展全面绿色转型[J].建筑节能(中英文),2024,52(3):3.
- 作者简介:邢群礼(1987.3—),男,汉族,毕业学校:辽宁工程技术大学,现工作单位:河北建筑设计研究院有限责任公司。

环境噪声污染控制与声屏障技术研究

张卫清 王安银

伊犁州生态环境局伊宁市分局伊宁市环境监测站, 新疆 伊宁 835000

[摘要]在工业化与城市化加速的背景下, 环境噪声污染问题已成为全球各国特别是城市密集带及交通枢纽地区所面临的关键环境挑战之一, 其严重性愈发凸显。持续暴露于噪声之下, 不仅对人的身心健康造成消极影响, 亦可能对自然生态环境与社会和睦构成潜在威胁。在城市建设、交通干道、工业区等众多领域, 声屏障技术作为一项噪声控制的利器, 其应用已日渐广泛。文中首要对环境噪声污染的成因及对环境 and 人类健康的影响进行了深入剖析, 继而聚焦于声屏障的运作机制、类型、设计策略及其在应用领域的现实情况。在声屏障领域, 材料选取与结构设计是两大关键技术, 它们的环境匹配度亦不容忽视。文中对声屏障技术的实际应用进行剖析, 我们不难发现其中既有显著优势, 亦存在诸多挑战。以国内外研究为依据, 对未来声屏障技术的改良路径与走向进行了深入探讨, 目标在于为环境噪声污染的妥善治理提供技术层面的支撑与借鉴。

[关键词]环境噪声污染; 声屏障; 噪声控制; 噪声防护材料; 声屏障技术

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14777

中图分类号: TB535

文献标识码: A

Research on Environmental Noise Pollution Control and Sound Barrier Technology

ZHANG Weiqing, WANG Anyin

Yining City Environmental Monitoring Station, Yining Branch of Yili Prefecture Ecological Environment Bureau, Yining, Xinjiang, 835000, China

Abstract: Against the backdrop of accelerated industrialization and urbanization, environmental noise pollution has become one of the key environmental challenges faced by countries around the world, especially in densely populated urban areas and transportation hubs, and its severity has become increasingly prominent. Continuous exposure to noise not only has a negative impact on human physical and mental health, but may also pose a potential threat to the natural ecological environment and social harmony. In many fields such as urban construction, transportation arteries, industrial zones, etc., sound barrier technology, as a powerful tool for noise control, has been increasingly widely used. The article first conducts an in-depth analysis of the causes of environmental noise pollution and its impact on the environment and human health, and then focuses on the operational mechanism, types, design strategies, and practical applications of sound barriers. In the field of sound barriers, material selection and structural design are two key technologies, and their environmental compatibility cannot be ignored. Through the analysis of the practical application of sound barrier technology in the article, it is not difficult to find that it has both significant advantages and many challenges. Based on domestic and foreign research, this study explores in depth the improvement path and direction of future sound barrier technology, with the goal of providing technical support and reference for the proper management of environmental noise pollution.

Keywords: environmental noise pollution; sound barrier; noise control; noise protection materials; sound barrier technology

引言

环境噪声污染是指人为活动或自然因素所产生的超出正常水平的噪声, 尤其是工业噪声、交通噪声和建筑噪声等, 已经成为现代社会中亟待解决的重要问题之一。持续性的噪声污染, 不仅对民众的日常起居构成干扰, 且对个体健康产生深远且广泛的负面影响, 涵盖了诱发听力损害、睡眠质量下降、心理压力增大等诸多症状。环境保护与人类健康日益受到重视, 促使各国政府与学术界致力于噪声污染控制方法与技术的研究与探索。声屏障作为一种物理噪声隔离装置, 通过有效阻挡和吸收噪声, 已广泛应用于道路、铁路、机场、工业园区等噪声源集中区域。

1 环境噪声污染的成因与影响

环境噪声污染的成因复杂多样, 主要来源于交通、工业、建筑、公共设施等多个领域。在城市化加速的背景下,

机动车辆数量的激增, 特别是道路交通繁忙地带, 高速公路、铁路、地铁等交通方式所发出的噪声, 对城市环境噪声污染构成了主要影响之一, 其对周边环境的负面影响尤为显著。汽车、火车、飞机等交通工具所发出的机械噪声以及轮胎与地面摩擦、发动机运转所造成的噪声, 这些噪声随交通流量、路面状况、车速和车辆种类等因素的变动而呈现出波动性特征^[1]。在工业化进程加速区域, 工业噪声尤为显著, 工厂运作中的机械设备、生产线、发电机组等产生的噪声, 对周边环境构成重大危害。特别是重工业、化工以及冶金等行业, 噪声污染问题尤为严重。除了生产过程中的设备噪声外, 工业排放的气体、烟尘等也常常伴随噪声的产生, 进一步加剧了环境污染。

建筑施工噪声也是城市环境噪声的重要来源之一, 尤其在城市化进程中的大规模建设活动中, 建筑工地上使用

的机械设备、铲车、吊车、钻机等都会产生强烈的噪声,严重影响周边居民的生活质量。日常活动中涉及的商业、娱乐以及城市公共等各类设施,均可能产生一定程度的噪声污染,广泛影响人体健康与社会生活,环境噪声污染之恶性不容忽视。人类若长期遭受噪声污染之害,其生理、心理必将遭受负面影响,导致听力受损、睡眠质量下降、心血管系统疾病、免疫系统失衡等一系列健康隐患。情绪问题如焦虑、抑郁、易怒等,可能由噪声污染引发,不仅影响工作和生活效率,还对社会安全构成潜在隐患。

2 声屏障技术概述

声屏障技术是一种有效的噪声控制手段,广泛应用于交通道路、铁路、机场、工业园区等环境噪声污染严重的区域。在噪声源附近设立物理屏障,该屏障的原理在于阻隔或反射声波,旨在大幅降低噪声的扩散。噪声隔断能力作为设计考量要素,声屏障在制造过程中需兼顾材质多样性、结构复杂性与耐久性、经济性以及外观审美。在城市环境中,透明声屏障因其优越的视野穿透性能,成为应用日益广泛的材料选择。确保其声学效能优异、结构稳固可靠、风荷载承载能力充足以及抗震性能强大,噪声源的强度、传播距离及目标区域的噪声控制要求,共同决定了声屏障的高度与厚度。声屏障若设计过低或过薄,将无法有效阻隔噪声;反之,若设计过高或过厚,则会提升建设成本并加剧对环境的影响^[2]。

随着科技的进步,现代声屏障技术不断发展,新的材料和新型结构的应用使得声屏障的功能更加多样化。例如,多层复合材料构建的声屏障,不仅能实现隔声、吸声和减震的多重功能,而且显著提升了噪声控制的整体效果。集成声学传感器与自动调节系统的智能声屏障技术,正逐步崭露头角,其通过实时监测与智能调节周围噪声,显著提升了噪声治理的效能。在交通噪声管控领域,声屏障技术被广泛应用,尤其在高速公路、铁路及城市主干道周边噪声治理方面,展现出其卓越的降噪性能。

3 声屏障的材料与设计优化

声屏障材料的选择直接决定了其隔声性能、耐久性和适用性,因此在设计过程中必须考虑多个因素,包括噪声源的频率特性、环境条件、经济成本以及美观性等。声屏障材料种类繁多,涵盖混凝土、钢材、玻璃、塑料、木材、复合材料等,各自展现出独特的属性与使用领域,不尽相同。在高速公路、铁路等噪声源强烈区域,混凝土声屏障以其显著的隔音性能和较长的使用周期而备受青睐。混凝土屏障以其高密度和稳定结构著称,能有效抵御低频噪声的侵入。重量不菲的混凝土屏障,其安装与运输费用昂贵,外观设计单调,难以融入都市环境中。随着时代的发展,越来越多的混凝土声屏障开始运用外观装饰与涂层设计手段,旨在增强其视觉美感。在需高强度耐久性的场合,钢材与铝合金声屏障应用广泛,虽价格偏高,却以其优越的抗风承载力著称。

声屏障通常由多种材料构成,这些材料彼此优势互补,共同实现卓越的隔音性能。运用高密度材料构建隔声层,并结合吸音及减震材料,显著增强了对噪声的吸收与隔离效果,重量轻盈、结构韧性出色的声屏障,能有效降低环境噪声对各类结构物的影响。在城市道路、机场、住宅小区等领域得到广泛应用,在优化设计的过程中,声屏障的结构设计占据着举足轻重的地位,而材料的选择亦不容忽视。噪声阻挡能力的高低,受声屏障的高度、厚度、形状以及安装角度等诸多因素的影响。在噪声源属性与噪声传播途径的共同作用下,声屏障的设计被普遍采纳。在高速公路与铁路两旁构筑声障,显著减小了对邻近居民的噪声干扰。在应对高频率噪声问题上,多层构造的声屏障显著提升了其吸音效能,通过层间空气缝隙的巧妙设计,对噪声隔离效果进行了进一步优化^[3]。

随着科技进步,智能化技术也开始进入声屏障的设计领域。运用搭载传感器的智能声屏障,可实时监控并调节吸声或反射效能,以动态调控噪声级别,声屏障的材质与结构。例如,在集成智能系统的辅助下,能根据实时噪声数据作出调整;此系统亦能与城市智能交通及环境监测系统互联互通,共同实现城市噪声的实时优化调控,该方案不仅能增强噪声治理效能,亦能促成更为高效与灵动的噪声管控措施。

4 声屏障技术的应用

4.1 高速公路与铁路的噪声控制

声屏障技术在高速公路与铁路噪声控制中的应用具有重要意义。随着交通运输的不断发展,尤其是高速公路和铁路网的快速扩展,交通噪声成为城市环境污染的重要来源之一。高强度的车流和列车行驶会产生较大幅度的噪声,尤其是在车速较快的情况下,产生的低频噪声往往对周围环境和居民生活产生显著影响。因此,高速公路与铁路旁的噪声治理需求愈加迫切,而声屏障技术的应用为有效降低这些区域的噪声污染提供了可行的解决方案。

在高速公路和铁路旁建设声屏障,最主要的目的是降低交通噪声对周围居民生活的影响。声屏障的高度、材质、厚度及其设计样貌,皆对降噪效能产生直接影响。例如,高铁线路与高速公路两旁,常设立高耸的声屏障,旨在高效隔离车辆与列车行驶期间产生的噪声。在众多应用场景中,混凝土、金属及透明玻璃等构成了不可或缺的建筑材料群,特别在风光旖旎或都市高楼林立的区域,透明玻璃材料因其独特属性,成为首选,以确保不破坏周边市容与景观的和谐统一。

高速公路与铁路的声屏障在抵御风力与地震的挑战上,其性能要求尤为严格。尤其是在恶劣环境长期暴露的道路与铁路设施中,声屏障不仅要有效阻隔噪声,更需确保其结构的稳固与长期耐用的特性。科技进步引领下,新型复合材料广泛应用于声屏障,显著增强了其强度与耐久性,并在减轻重量及降低成本上实现了卓越优化^[4]。

4.2 城市环境噪声治理

随着城市化进程的加速,城市环境噪声成为影响居民生活质量的重要因素之一,特别是在交通、建筑施工和工业生产等领域,产生的噪声污染严重干扰了市民的日常生活。在这种情况下,声屏障技术被广泛应用于城市环境噪声治理中,成为改善城市环境、提高居民生活质量的重要手段。城市内的声屏障主要应用于道路、铁路、地铁和机场等噪声源集中区域,通过科学合理的设计,达到控制噪声污染的目的。

城市道路建设,特别是快速路、高架桥及环线道路周边,因交通流量繁重,所产生的噪声对邻近居民带来显著影响。在道路两侧设立声屏障,是城市用以有效遏制噪声扩散、减轻对周边居民区、学校及医疗单位等敏感地带噪声干扰的主要手段。路段安全性的提升,在一定程度上得益于声屏障对交通噪声传递的降低。在铁路沿线部署声屏障,能有效降低列车噪声,特别是针对城市轨道交通和地铁线路,其安装显著缓解了噪声对周边住宅与商业区的干扰。

4.3 工业园区与居民区的噪声控制

在工业园区与居民区的交界地带,工业生产产生的噪声与居民生活区的安静需求常常产生矛盾。为了改善这类区域的噪声污染,声屏障技术也得到了广泛应用。特别是那些靠近工业区、交通枢纽或建筑工地的居民区,噪声问题日益突出。此时,声屏障不仅能够有效减少工业噪声的传播,还能够创造一个相对安静的生活环境,有助于提升居民的生活质量^[5]。

工业园区内,噪声普遍源自机械运作、运输车辆行驶、生产线运作及各类工业设备运行等现象。在工业园区周边布置声屏障,以减轻其对周边环境的噪声干扰程度。当工业园区紧邻居民区,声屏障的设置能有效遏制噪声扩散,在降低居民生活受噪声侵扰的同时,确保工业生产的持续高效。在规划声屏障时,必须充分考虑工业园区独有的特性,诸如生产设施所发出的噪声频率、周边环境状况,以及声屏障的维护便利性等因素。

在城市中的一些高密度居民区附近,可能因为邻近工业区、建筑工地或交通干道而面临较大的噪声污染问题。通过设置声屏障,能够将噪声隔离在源头和居民区之间,降低噪声对居民的影响。对于这些区域,声屏障的设计需要综合考虑建筑环境、噪声源的特点以及居民的需求,确保屏障不仅具备良好的降噪效果,还能够与周围环境和谐融合,提升城市景观的美观性。

4.4 自然环境与生态保护

生态保护意识的提升使得声屏障技术在自然环境保

护与生态恢复领域的重要性日益凸显。在众多自然保护区与生态敏感地带,以及人与自然频繁接触的域界,噪声污染对野生动物栖息、繁衍和生态系统稳定带来潜在威胁。在噪声治理方面,实施声屏障技术,尤其是生态型声屏障的应用,能够显著降低噪声对环境造成的恶劣影响。采用融入生态特性的材料,诸如绿植墙与生态绿化带,生态型声屏障不仅有效降低噪声扩散,亦与周边自然环境和谐共生,进而显著增强生态环境保护效能。

例如,在一些森林公园、湿地保护区等生态环境敏感区域,可以设计和建设生态声屏障。这些声屏障不仅具备降噪功能,还能起到绿化作用,吸收部分噪声并提供栖息地给野生动植物。实施区域噪声治理时,绿色屏障这一环境保护工具,不仅对维护生态系统起到积极作用,同时亦能营造更加宁静、健康的居住环境。特别是在交通、工业、城市和自然等多重场景中,声屏障技术展现出卓越的降噪效能,不仅显著减少了噪声污染,更显著提高了周围环境质量,进而推动了生态平衡的维护^[6]。

5 结语

声屏障技术作为一种有效的噪声污染控制手段,已经在多个领域得到了广泛应用,取得了良好的效果。随着科技的进步和环保需求的提升,声屏障技术将继续发展,并在未来的环境噪声治理中发挥更加重要的作用。

[参考文献]

- [1] 马涛,徐凯.文教区域噪声污染监测、声环境质量评价及控制研究[J].环境与发展,2022,34(7):47-53.
 - [2] 李楠.城市环境噪声污染及控制方法[J].中国高新技术,2022,8(11):126-128.
 - [3] 蒯莉.环境噪声监测及其污染控制探讨[J].皮革制作与环保科技,2021,2(20):72-73.
 - [4] 杨鼎雅.城市环境噪声及其治理对策[J].皮革制作与环保科技,2021,2(18):52-53.
 - [5] 李晓靖.环境噪声污染的现状及其控制措施[J].资源节约与环保,2021,5(4):26-27.
 - [6] 吴萌霖.城市环境中噪声的污染与控制措施[J].区域治理,2019,9(35):108-110.
- 作者简介:张卫清(1971.5—),毕业院校:新疆大学,所学专业:生化专业,当前就职单位:伊犁州生态环境局伊宁市分局伊宁市环境监测站,职务:站长,职称级别:副高五级;王安银(1986.8—),毕业院校:塔里木大学,所学专业:生物化学与分子生物学,当前就职单位:伊宁市环境监测站,职务:监测站副站长,职称级别:副高级工程师。

TR100 矿用自卸车油改电技术研究及应用

冯永豪¹ 穆俊杰²

1. 云南华联锌铟股份有限公司, 云南 文山 663000

2. 福建宏大时代新能源科技有限公司, 福建 厦门 510800

[摘要]随着“双碳”政策的逐步实施以及电池技术、电驱动系统及充电基础设施的快速发展, 矿用自卸车油改电技术逐渐成为研究与应用的热点。文中针对 TR100 矿用自卸车油改电的技术路线、油改电后整车参数、新增部件进行了详细说明, 其次对油改电后整车技术特点、理论能耗数据进行了介绍。通过对比 2023 年度运行数据可知, 油改电车辆与 TR100 燃油车年运量基本相同, 但能耗费用仅为燃油车的 9.6%, 油改电后单台车每年可以节约能耗费用约 177 万元, 减少碳排放 521 吨。

[关键词]TR100 矿用自卸车; 油改电; 能耗费用; 碳排放

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14810

中图分类号: TM727

文献标识码: A

Research and Application of Oil to Electricity Technology for TR100 Mining Dump Truck

FENG Yonghao¹, MU Junjie²

1. Yunnan Hualian Zinc & Indium Stock Co., Ltd., Wenshan, Yunnan, 663000, China

2. Fujian Hongda Era New Energy Technology Co., Ltd., Xiamen, Fujian, 510800, China

Abstract: With the gradual implementation of the "dual carbon" policy and the rapid development of battery technology, electric drive systems, and charging infrastructure, the technology of converting mining dump trucks from oil to electricity has gradually become a hot topic in research and application. The article provides a detailed explanation of the technical route, vehicle parameters, and new components of the TR100 mining dump truck after oil to electricity conversion. Secondly, the technical characteristics and theoretical energy consumption data of the vehicle after oil to electricity conversion are introduced. By comparing the operating data for the year 2023, it can be seen that the annual transportation volume of electric vehicles converted from gasoline to electric vehicles is basically the same as that of TR100 fuel vehicles, but the energy consumption cost is only 9.6% of that of fuel vehicles. After the oil to electric conversion, a single vehicle can save about 1.77 million RMB in energy consumption costs and reduce carbon emissions by 521 tons per year.

Keywords: TR100 mining dump truck; oil to electricity; energy consumption cost; carbon emission

引言

在当今全球能源结构转型与环境保护的大背景下, 减少化石燃料依赖、降低碳排放已成为各个行业发展的共识。采矿业作为能源消耗和环境影响显著的领域, 其运输装备的绿色化改造尤为关键。矿用自卸车是大型露天矿山的主要运输装备, 承担着世界上约 40% 的煤炭、90% 的铁矿石的开采运输任务^[1], 矿用自卸车作为露天矿场不可或缺的运输工具, 该车的工作特点是运程短, 承载重, 频繁上下坡, 往返于采掘点和卸料点^[2]。传统燃油驱动模式不仅消耗大量柴油, 而且排放大量的二氧化碳和其他有害物质, 对矿区生态环境及全球气候变化构成挑战。近年来, 随着“双碳”政策的逐步实施, 低碳化将成为露天矿开采的重要方向^[3], 同时电池技术、电驱动系统及充电基础设施的快速发展, 矿用自卸车油改电技术逐渐成为研究与应用的热点。这一技术革新不仅能够显著降低运营成本, 提高能源利用效率, 还能大幅度减少污染物排放, 符合国家节能减排政策与可持续

发展目标。油改电技术不仅涉及车辆动力系统的根本性变革, 还包括对矿山作业流程、能源供应体系及维护保养模式的全面优化。

1 TR100 矿用自卸车油改电技术说明

TR100 矿用自卸车原车自重 68.6 吨, 额定载重 91 吨, 采用康明斯 KTA38-C1050 发动机, 发动机功率 783kW, 采用艾里逊 H8610AR 变速箱。整车油改电时将柴油机驱动改造成为动力电源驱动, 采用交流传动技术, 实现车辆制动能量的自动回收。油改电过程中主要去除的部件有发动机、发动机附属件(散热器、进排气管路、燃油箱、燃油管路、发动机线束等)、变速箱、变速箱附属件(变速箱冷却器、变速箱控制器、变速箱管路、线束等), 主要增加的部件包括动力电池系统及电池热管理机组、主变流器、辅助变流器、牵引电机、辅助电机等部件, 同时对驾驶室进行改造, 去除原车仪表、换挡手柄、控制器等部件, 新增液晶仪表、控制手柄、整车控制器及数据记录仪等部件。改造前后动力系统拓扑图如下图 1 所示。

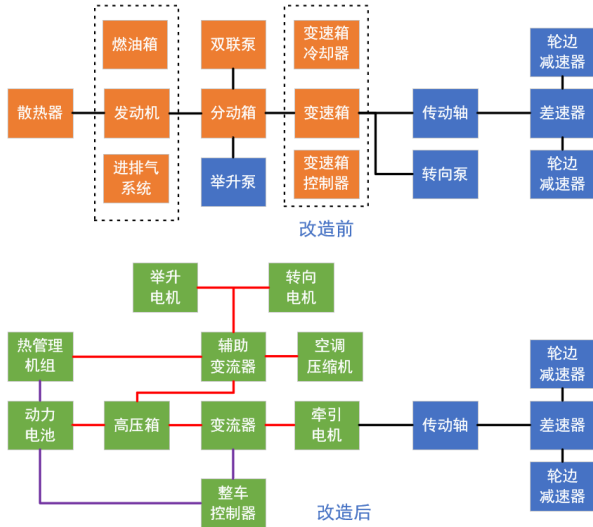


图1 改造前后动力系统拓扑图

油改电后整车参数如下表1所示。

表1 整车参数表

项点	参数说明
整车自重	69200kg
额定载重	91000kg
带电量	793kWh
充电时间	≤50min (SOC25%~95%)
整车外形尺寸	10830×5150×4850mm
最小转弯半径	12.2m
最小离地间隙	815mm
最大爬坡度	20%
牵引性能	满载8%坡道爬坡稳定车速≥13.5km/h
制动性能	满载平直道上制动距离≤18.75m

油改电后整车如下图2所示。



图2 改造后整车实物图

动力电源系统主要由动力电池包、高压箱(内含电源系统控制盒)、充电箱、热管理机组4部分组成。电源系统的功能是为整车用电设备提供电能,同时,在整车进行电制动时吸收回馈回来的电能。整车采用磷酸铁锂电池,

共安装了24个动力电池箱,为了实现改造前后整车重心基本保持不变,在原车发动机舱位置安装16个电池箱,在原车燃油箱位置安装8个电池箱。动力电池箱采用6串4并的电路连接方式,额定电压869V,额定容量912Ah。动力电池采用水冷方式,匹配制冷功率24kW热管理机组,电源系统采用4枪充电,最大充电电流达到800A,可以在50分钟内将动力电池电量从25%充到95%。

主变流器的功能是牵引状态下将动力电池提供的直流电转换为电压、频率可调的交流电供给牵引电机供电;电制动状态下将牵引电机产生的交流电整流为直流电送给动力电池。主变流器安装在驾驶室右侧的平台上,采用水冷方式,与辅助变流器共用一套散热系统。

辅助变流器将动力电池提供的直流电逆变成交流电为举升电机、转向电机供电,同时通过DC/DC降压到600V后为空调压缩机、热管理机组供电。另外,将直流电降压到24V,为整车24V用电设备供电,同时为24V蓄电池充电,辅助变流器采样水冷方式。

牵引电机采用交流异步牵引电机,额定功率为680kW,电制动功率1280kW,采用强迫风冷方式。牵引电机安装在原车变速箱位置,牵引电机输出轴与后传动轴连接,牵引工况下牵引电机的主要功能是将变流器提供的交流电变成机械转矩,通过后桥差速器、轮边减速器后传递给车轮,驱动整车前进。电制动状态下,作为发电机将整车的制动能量转换为电能,为整车提供制动力,让车辆减速。

2 油改电后整车技术特点及能耗分析

2.1 采用牵引电机直驱系统

整车采用电机直驱系统,减去了变速箱传动带来的能量损耗,驱动效率高,避免了变速箱需要定期维护保养的问题,同时,整车输出动力更加线性,避免了变速箱换挡顿挫。

整车改造后采用电驱动方式,保留原有机机械制动系统,增加电制动系统,改造后整车牵引特性曲线如下图3所示。

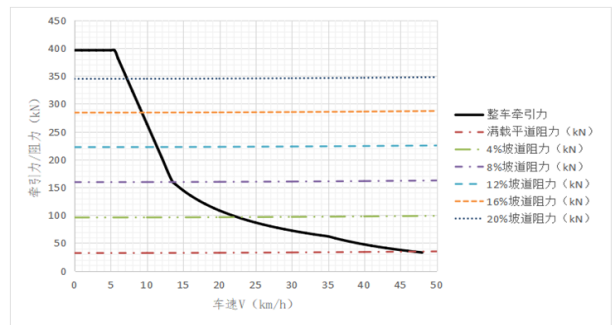


图3 整车牵引特性曲线

2.2 大功率电制动回馈技术

100吨级矿用直驱电机电制动功率为1280kW,且此功率为可持续使用功率,可以满足车辆满载在16%坡道上制动需求。改造后整车电制动特性曲线如下图4所示。

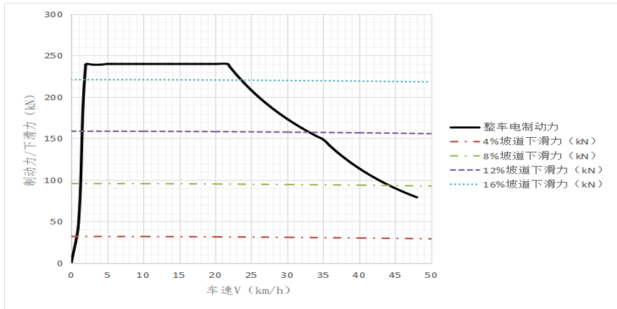


图4 整车电制动特性曲线

2.3 整车PID控制节能技术

根据压力、温度值采用PID控制技术,降低辅助系统能耗损失。转向泵电机采用压力控制技术,根据系统压力调节驱动电机转速,有效减少系统能耗;冷却风机采用变频调速,根据电传动部件温度调节冷却风机转速;在满足冷却需要的前提下,尽可能降低运行能耗;采用油水冷却器,通过冷却水将液压油的热量带走,空调开启加热模式的情况下,可以将液压油加热的热水进入空调室内机,为驾驶室提高热量,减少电加热的使用,从而实现节能的目的。

2.4 改造后整车能耗分析

相比燃油车,油改电完成后车辆采样电制动功能可以

将刹车时产生的能量变成电能给动力电池充电,重载下坡工况下可以回收较多的能量,且在不超过整车电制动能力的坡道范围内,平均坡道越大能耗越低。通过仿真计算,车辆不同坡度下的能耗数据如下所示,其中,TR100车辆运输方量按照单车实方36方计算,道路滚阻系数按照0.02计算。

3 TR100 矿用自卸车油改电经济及社会效益分析

3.1 经济效益分析

参考2023年25台TR100燃油车实际运行统计数据,车辆年平均运行小时数约5600小时,设备完好率约87%,设备出勤率约73%,车辆行驶运距约3公里,年平均运行里程约7.8万公里,平均年运量约140万方公里,车辆能耗数据为 $0.2\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{km}$ 。

第一台TR100矿用自卸车油改电车辆已投入运行2年以上,参考2023年车辆运行数据,车辆行驶运距约3公里,在平均坡度3%~4%的重载下坡工况下车辆年运行小时数基本与25台燃油车平均运行时间相同,年充电时间630小时左右,车辆设备完好率约91%,相比燃油车提升4%,年运量约142万方公里,略高于燃油车,车辆能耗数据为 $0.3\text{kWh}/\text{m}^3\cdot\text{km}$ 。

表2 重载下坡空载上坡能耗计算值

平均坡度	单公里空载上坡能耗(kWh)	单公里重载下坡能耗(kWh)	单公里总能耗(kWh)	SOC变化值	方公里能耗(kWh/m ³ ·km)
0%	6.50	14.18	20.68	2.61	0.574
2%	11.13	1.88	13.01	1.64	0.361
3%	13.44	-4.27	9.17	1.16	0.255
4%	15.74	-7.80	7.94	1.00	0.221
5%	18.05	-12.60	5.45	0.69	0.151
6%	20.35	-14.55	5.80	0.73	0.161
8%	24.93	-22.67	2.26	0.28	0.063
10%	29.72	-30.63	-0.91	-0.12	-0.025
12%	34.46	-38.33	-3.87	-0.49	-0.108
16%	43.99	-53.31	-9.33	-1.18	-0.259

表3 重载上坡空载下坡能耗计算值

平均坡度	单公里空载上坡能耗(kWh)	单公里重载下坡能耗(kWh)	单公里总能耗(kWh)	SOC变化值	方公里能耗(kWh/m ³ ·km)
0%	6.50	14.18	20.68	2.61	0.574
2%	1.78	26.47	28.25	3.56	0.785
3%	0.24	32.97	33.20	4.19	0.922
4%	-1.30	39.37	38.07	4.80	1.058
5%	-2.83	45.87	43.04	5.43	1.196
6%	-4.36	52.34	47.97	6.05	1.333
7%	-5.89	58.90	53.01	6.69	1.473
8%	-7.42	65.29	57.87	7.30	1.607
10%	-10.46	78.19	67.73	8.54	1.881
12%	-13.49	91.41	77.92	9.83	2.165
16%	-19.22	116.07	96.85	12.21	2.690

参照油改电车辆所在矿区柴油价格为 7 元/kg, TR100 燃油车能耗费用为 1.4 元/m³. km, 单台车年燃油费用为 196 万元。车辆所在矿区电价为 0.43 元/kWh, 充电过程中变压器、充电桩效率损耗合计约 4%, 则可以计算出油改电车辆能耗费用为 0.134 元/m³. km, 能耗费用约为燃油车的 9.6%, 通过车辆油改电, 单台车每年可以节约能耗费用约 177 万元。

3.2 社会效益分析

根据 2023 年统计数据, 一台燃油车每年消耗柴油约 280 吨左右, 由此可以生产 882 吨的二氧化碳排放, 若矿区电力采用绿电, 则每年每台车可以减排 882 吨二氧化碳排放, 若矿区电力为火力发电, 参考目前我国火力发电行业数据, 每度电产生的二氧化碳约为 0.86kg, 车辆年耗电量约为 42 万度电, 产生二氧化碳 361 吨, 则每年每台车可以减排 521 吨二氧化碳排放。

另外, 目前 TR100 燃油车发动机、变速箱仍然属于进口部件, 利用国内电机、电控自主知识产权技术及产品, 取代进口发动机、变速箱总成件, 打破进口部件价格垄断及供货周期困境, 可以有效解决大功率发动机、变速箱“卡脖子”问题。

4 结束语

本文旨在深入探讨矿用自卸车油改电技术的最新进展, 从技术原理、系统架构、能效分析、经济性评估及实际应用案例等多个维度展开论述, 揭示油改电技术在提升矿山作业经济效益、环保性能及促进采矿行业绿色转型方面的潜力与挑战, 为矿业企业的技术革新与政策制定提供参考, 推动构建更加绿色、高效的采矿运输系统。

【参考文献】

- [1]冯彦彪, 邵俊恺, 杨珏, 等. 矿用自卸车新能源技术研究现状与展望[J]. 煤炭科学技术, 2023(6): 343-349.
 - [2]赵波等. 交流传动电动轮自卸车结构与设[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2013.
 - [3]王忠鑫, 辛凤阳, 陈洪亮, 等. 我国露天矿智能运输技术现状及发展趋势[J]. 工矿自动化, 2022, 48(6): 15-26.
- 作者简介: 冯永豪 (1988.10—), 男, 云南省文山市, 汉族, 本科, 机械工程师, 就职于云南华联锌铟股份有限公司, 从事矿山工程机械管理工作; 穆俊杰 (1989.7—), 男, 广东省广州市, 汉族, 大学本科, 中级工程师, 就职于福建宏大时代新能源科技有限公司, 从事新能源矿车设计与开发。

“通-刮-刷”一体的管道清扫机器人设计

赵轶鸣

芜湖赛宝信息产业技术研究院有限公司, 安徽 芜湖 241000

[摘要]堵塞是管道系统中常见的问题, 现有管道清扫机器人存在功能单一和适应性差的问题, 难以应对复杂工况。文中设计了一种集通、刮、刷功能于一体的智能管道清扫机器人。该系统采用多自由度蛇形分段机构与自主贴合管壁的行走机构, 能够适应不同管径并灵活通过弯管。头部集成喷药与鱼钩状抓爪装置, 可有效清除堵塞物; 变径刮刀与软毛刷实现二次清洁。仿真结果表明, 该机器人具有快速的清洁效率和较强的适应能力, 结构简洁, 多功能集于一体, 显著降低了制造成本, 提升了管道清洁与维护效率, 为家庭卫生间管道清洁提供了高效、安全的解决方案。

[关键词] “通-刮-刷” 一体; 管道清扫; 机器人; 结构设计

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14793

中图分类号: TP242

文献标识码: A

Design of an Integrated Pipeline Cleaning Robot with "Cleaning-Scraping-Brushing" Function

ZHAO Yiming

Wuhu Ceprei Information Industry Technology Research Institute Co., Ltd., Wuhu, Anhui, 241000, China

Abstract: Blockage is a common problem in pipeline systems, and existing pipeline cleaning robots have the problems of single function and poor adaptability, making it difficult to cope with complex working conditions. The article proposes an intelligent pipeline cleaning robot that integrates functions of communication, scraping, and brushing. The system adopts a multi degree of freedom serpentine segmented mechanism and a walking mechanism that autonomously adheres to the pipe wall, which can adapt to different pipe diameters and flexibly pass through bent pipes. The head is equipped with an integrated spray and hook shaped claw device, which can effectively remove blockages; Variable diameter scraper and soft bristle brush achieve secondary cleaning. The simulation results show that the robot has fast cleaning efficiency and strong adaptability, with a simple structure and multifunctional integration, significantly reducing manufacturing costs, improving pipeline cleaning and maintenance efficiency, and providing an efficient and safe solution for household bathroom pipeline cleaning.

Keywords: integration of "cleaning-scraping-brushing"; pipeline cleaning; robot; structural design

引言

家用管道系统是现代住宅的重要组成部分, 负责输送清水和排除废水的重要作用^[1]。然而, 由于油脂、头发、纸巾等杂物的积累, 管道常发生堵塞。传统清理方法, 如化学疏通剂和手动疏通, 虽然有效, 但效率较低且可能损伤管道结构。近年来机器人技术推动了新型家用管道清理机器人的发展, 但现有设计仍存在传动系统灵活性差^[2]、变径能力有限^[3]、功能单一^[4]等问题, 限制了其适用范围和清洁效果。为解决这些问题, 本文提出了一种集新型变径装置、蛇形分段机构和“通-刮-刷”功能为一体的管道清扫机器人设计, 并对此进行了运动仿真。

2 结构设计方案

2.1 结构总体设计方案

充分考虑系统的实用性和操作效率, 确保机器人结构能够高效应对各种管道清洁任务, 本设计方案集成了头部突破装置、蛇形分段机构、行走机构、变径刮刀和尾刷等5个模块(图1)。蛇形分段机构确保机器人在弯曲管道中灵活运动^[5], 行走机构通过滚轮和调节轴实现对管道内壁的自主贴合实现稳定的移动, 喷药装置和鱼钩状抓爪组合

成头部突破装置, 根据不同堵塞问题选用不同的疏通方式, 确保疏通效果。变径刮刀和软毛刷作为突破机构后的二次处理工具, 负责管道内壁的精细清理。

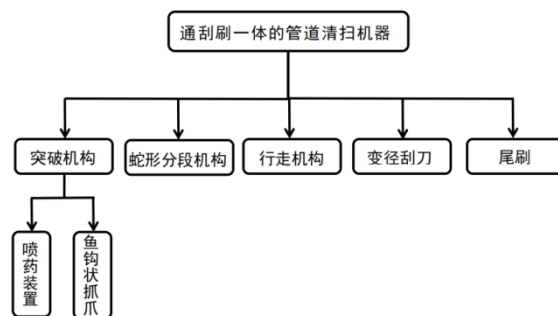


图1 通刮刷一体的管道清扫机器人整体设计图

2.2 蛇形分段机构设计

为适应管道内复杂的移动环境, 克服现有管道清洁机器人难以通过弯管和狭窄空间的较大局限, 传动结构选择由多个模块通过万向节连接而成的蛇形分段机构^[6]。蛇形分段机构的中间座作为整个机构的中心支撑点, 固定座固定在中间座上, 转动座通过连接轴和连接孔与固定座连接。

第一电机（图2）安装在连接孔内，通过动力输出轴驱动短轴，使翻转块和转动座转动，从而实现模块的角度调节（图3），使得机器人结构的每个模块可以根据管道的弯曲程度和转角进行独立调整，确保在通过弯管和狭窄空间时能够灵活调整姿态，避免卡住或损坏管道。

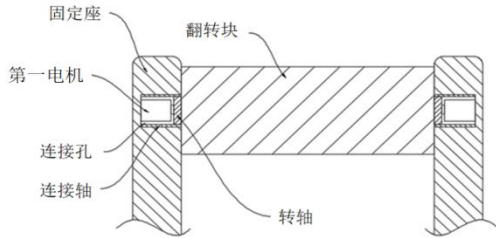


图2 第一电机安装示意图

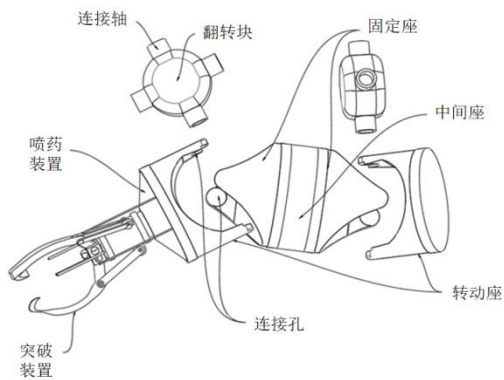


图3 蛇形分段机构结构示意图

2.3 行走机构设计

该行走机构包括固定架、转动架、滚轮、中间杆、横轴、调节轴和带轮（图4）。其中，固定架与中间座连接，转动架设置在固定架两端，通过第六电机驱动滚轮转动。滚轮与转动架铰接，中间杆连接两个转动架，通过弹簧实现转动架的复位和缓冲。弹簧连接两个转动架，横轴与齿轮连接，通过第二电机驱动横轴转动，实现转动架的张开和闭合。调节轴与转动架刚性连接，通过皮带和带轮实现调节轴的转动。第六电机驱动滚轮转动，使机器人在管道内移动。这种设计通过使用带传动，一方面可以减少电机的使用，另一方面可以结合传感器实现自主贴合不同管径的管壁。确保机器人在不同直径和形状的管道内壁上的稳定贴合，提高机器人的运动灵活性和适应性。

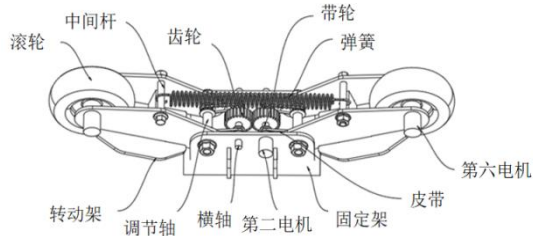


图4 行走机构结构示意图

2.4 突破机构设计

为了高效处理管道内的堵塞物，设计了喷药装置与鱼钩

状抓爪组合的头部突破机构。喷药装置用于喷射化学药剂降解堵塞物，鱼钩状抓爪用于抓取和破坏难以降解的堵塞物。

鱼钩状抓爪包括液压缸、移动平台、夹爪、限位杆、侧座和摄像头（图5）。其中，液压缸通过活塞驱动移动平台，移动平台连接鱼钩状抓爪。抓爪上“倒钩”的设计，使其能够更好地抓取蓬松物等难以物理抓取的堵塞物，提高了抓取的成功率和稳定性。夹爪通过铰链机构连接在移动平台上，限位杆限制抓爪的运动范围。摄像头安装在移动平台上，用于观察管道内的堵塞情况。

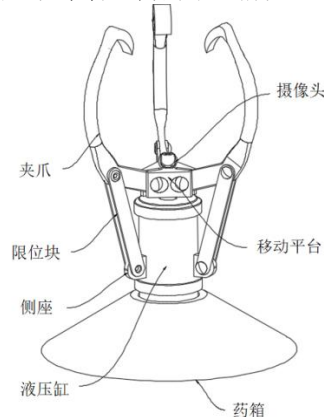


图5 鱼钩状抓爪结构示意图

对于一些易降解却不易抓取的堵塞情况，机器人将对管道内堵塞区域喷洒化学药品降解。喷药装置包括药箱、喷管、加压泵、输液管、出液管、竖轴和喷头（图6）。药箱用于储存化学药剂，进液口用于添加药剂。药箱通过进液口加入化学药剂，加压泵将药剂加压并通过输液管输送到出液管中。第三电机驱动竖轴转动，竖轴带动螺旋转子在螺旋定子内转动，实现药剂的定量输送。喷头安装在出液管的末端，用于将药剂喷射到堵塞物上。

通过将喷药装置和鱼钩状抓爪相结合（图7），突破机构能够应对更多工况，提高机器人的适应性和灵活性，使其既能够精确控制药剂的喷射量，有效降解堵塞物，同时鱼钩状抓爪能够处理难以降解的堵塞物，提高了机器人的清洁能力，确保了堵塞物的有效清除。

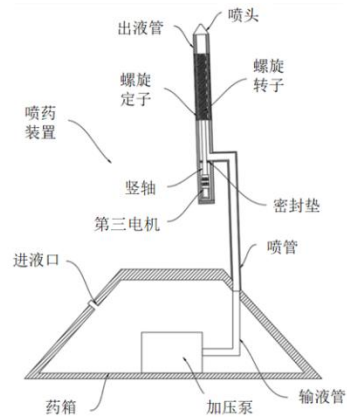


图6 喷药装置结构示意图

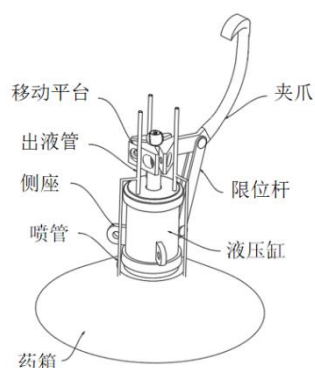


图7 突破机构结构示意图

2.5 刮刀和软毛刷设计

为了彻底清洁管道内壁,设计了刮刀和软毛刷组合的清洁装置,用于突破装置后的第二轮清洁。这种设计结合了机械刮除和软毛刷洗的功能,能够应对不同类型的污垢,确保管道内壁的全面清洁。

在设计刮刀时,刮刀的变径能力的提升是非常重要的。因管道清洁的工作会面对不同直径的管道,而刮刀清洁方式的要求使其必须紧贴管壁才能有效工作。传统的管道清洁机器人的刮刀变径能力通常有限,且需要多个电机驱动,耗能较高。故本设计提出一种“时钟”变径刮刀,通过一个电机带动旋转中心指针便可实现大幅度变径。其设计包括刮刀、软毛刷、第一箱体、第四电机、指针、传动杆、转杆、限位槽和中间板(图8)。刮刀安装在外侧的铰接轴上,通过四连杆机构连接到第一箱体。软毛刷安装在第一箱体的另一端,与刮刀形成互补清洁功能(图9)。第四电机安装在第一箱体内,通过动力输出轴驱动指针转动。指针上设有传动杆,传动杆的一端与指针铰接,另一端套设在铰接轴上。第一箱体上设有限位槽,确保刮刀的稳定伸缩。中间板连接第一箱体和转动座,第七电机驱动中间板转动,使刮刀和软毛刷能够根据管道内壁的形状进行调整。软毛刷由柔软的刷毛和刷体组成,刷体通过固定架安装在第一箱体上,确保刷毛能够均匀接触管道内壁,实现高效的二次清洁。

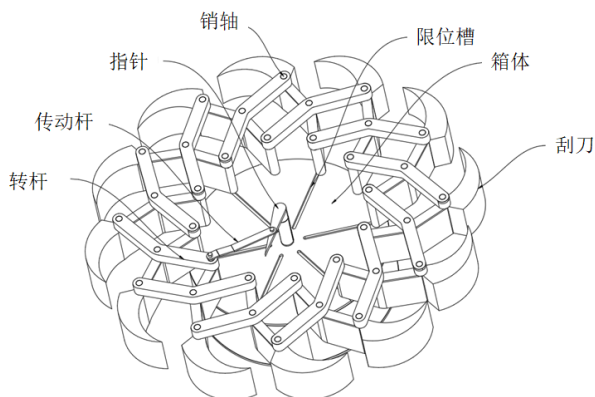


图8 “时钟”变径刮刀结构示意图

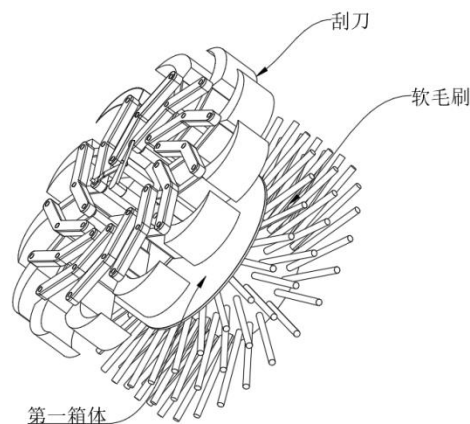


图9 刮刀与软毛刷结合示意图

3 控制系统设计

为了实现“通-刮-刷”一体的管道清洁机器人的高效运行和精确控制,本研究设计一个集成化的控制系统。该系统通过多个功能模块的协同工作,确保机器人在复杂管道环境中的高效、安全作业。控制系统的主要功能模块包括运动控制与导航、环境感知与堵塞检测、清洁控制与调整等。

3.1 运动控制与导航

伺服电机驱动两侧轮组,通过脉宽调制(PWM)信号控制电机速度和方向,使其自适应调整夹角贴合管壁并实现平稳的加速和减速,保障机器人在管道内稳定行进。舵机调节万向节角度,采用舵机控制算法,使机器人在转弯时灵活应对,确保转弯角度调整平滑。视觉传感器实时捕捉前方图像,生成环境地图,并结合同步定位与建图(SLAM)算法辅助机器人自主导航^[7]。红外对射传感器辅助导航,依据传感器数据判断前方是否有障碍物,以进行相应的运动调整^[8]。

3.2 环境感知与堵塞检测

视觉传感器捕捉管道内部图像,利用图像处理算法(OpenCV)识别堵塞位置及其原因。首先,视觉传感器通过图像处理算法识别堵塞物的性质,结合图像数据判断堵塞物类别,为后续处理提供依据^[9]。深度学习算法再经过大量训练,通过分析视觉传感器捕获的图像,自动判断堵塞原因,并推荐合适的疏通工具(抓爪或化学疏通剂)。

3.3 清洁控制与调整

步进电机根据管径和力传感器的反馈,控制刮板的清洁半径,通过比例积分微分(PID)控制算法确保刮刀在清洁过程中的稳定性和有效性,实现自动适配管壁。通过分析视觉传感器捕获的图像和力传感器反馈,机器人能够自动评估清洁效果,判断是否达到预设的清洁标准。机器人控制系统会自动决定是否增加清洁次数或调整清洁力度,以确保管道清洁彻底。湿度/温度传感器监测工作环境的湿度和温度,根据传感器数据动态调整清洁剂的使用量和类型,为调整清洁策略提供数据支持。角度传感

器实时监测轮组和万向节的角度,结合惯性测量单元(IMU)数据进行姿态估计,保障精确控制和稳定行驶。

综上所述,通过上述功能模块的协同运作,结合深度学习和传感器技术,机器人能够在管道环境中实现自主导航、自适应管径、有效清洁。这些设计不仅提高了机器人的运行效率和可靠性。

4 运动仿真验证



图 10 系统运动仿真图

为了验证“通-刮-刷”一体化管道清洁机器人的运动性能,进行了系统的仿真分析。本结构在 SolidWorks 软件中进行仿真实验,模拟了各个机构的独立运动,确保各部分能够在实际应用中协同工作,以实现高效的管道清洁。

机构的运动仿真结果如图 10,结果表明,该机器人的各个结构所设计的功能均能按照预期实现。

5 结论

本文设计了一种新型的家庭管道清洁机器人,通过集成的多功能头部装置与智能控制系统实现了“通-刮-刷”一体化清洁,显著提升了机器人的变径能力和运动灵活性,能够自动适应不同管径和弯曲管道的清洁需求,为现代家

庭管道清洁提供了高效、安全的解决方案,具有重要的实际应用价值。

在后续的研究过程中,需要对该机器人的受力分析和承载情况进行理论分析,并搭建实物进行现场测试,优化控制系统,提升机器人在更复杂管道环境中的适应性,进一步提高清洁效率和稳定性。

【参考文献】

- [1]马宏燕,朱金秋.管道清扫机器人的研究及在粮油行业中的应用[J].现代食品,2024,30(7):5-9.
 - [2]李惟骞,张晓龙,宋进,等.螺旋驱动可变径管道机器人设计与实验研究[J].机床与液压,2024,52(17):14-22.
 - [3]刘昊,曹苏群.一种主动自适应管道机器人的设计[J].机械工程师,2024(8):75-79.
 - [4]宋进,张晓龙,李俊杰,等.模块化管道清洁机器人设计与通过性分析[J].机床与液压,2023,51(20):128-135.
 - [5]柳炳琦,左裕琳,张峻山,等.蛇形机器人研究综述及在核电中的应用展望[J].核电子学与探测技术,2024,44(3):555-572.
 - [6]于海文,王斌,郭岩宝.管道蛇形清洁机器人控制系统设计[J].电子技术与软件工程,2021(4):83-84.
 - [7]王虎生,聂煌.一项粮仓自动巡航多用途作业机器人的研发[J].粮食加工,2024,49(3):74-78.
 - [8]许宇博.基于立体视觉与深度学习的障碍物检测技术研究[D].陕西:西安工业大学,2024.
 - [9]吴挺,鲁少辉,韩旺明,等.基于主动式全景视觉传感器的管道内部缺陷检测方案[J].仪器仪表学报,2015,36(10):2258-2264.
- 作者简介:赵轶鸣(1996.6—)男,汉族,河南漯河人,硕士,助理工程师,主要研究方向:机器人设计。

玉米播种机的正确使用与维修注意事项

李海福

陕西省榆林市工业发展服务中心, 陕西 榆林 719000

[摘要]随着我国农业机械化的不断发展, 玉米播种机的使用量逐年增加。玉米播种机凭借其高效、精准的播种性能, 在提升农业生产效率和推动农业现代化方面发挥了重要作用。为了确保玉米播种机的正常运行和长期使用, 掌握其正确的使用方法和及时有效的故障维修显得尤为重要。本篇文章主要探讨了玉米播种机的规范使用、常见故障的排查与维修方法, 以及日常保养注意事项。通过对玉米播种机使用中的关键环节进行详细分析, 旨在帮助农业生产者延长设备使用寿命、提高作业效率, 进而推动农业机械的普及和应用, 提升整体农业生产水平。

[关键词]玉米播种机; 正确使用; 维修事项; 注意事项

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14787

中图分类号: S22

文献标识码: A

Proper Use and Maintenance Precautions for Corn Seeders

LI Haifu

Shaanxi Yulin Industrial Development Service Center, Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract: With the continuous development of agricultural mechanization in China, the use of corn seeders has been increasing year by year. Corn seeders, with their efficient and precise sowing performance, have played an important role in improving agricultural production efficiency and promoting agricultural modernization. In order to ensure the normal operation and long-term use of corn seeders, it is particularly important to master their correct usage methods and timely and effective fault maintenance. This article mainly discusses the standardized use of corn seeders, common troubleshooting and maintenance methods, as well as daily maintenance precautions. By conducting a detailed analysis of the key links in the use of corn seeders, the aim is to help agricultural producers extend the service life of equipment, improve operational efficiency, promote the popularization and application of agricultural machinery, and enhance the overall level of agricultural production.

Keywords: corn planter; proper use; maintenance matters; precautions

引言

玉米播种机在现代农业中占据了至关重要的位置, 其广泛应用显著提高了玉米种植的效率与精度。随着农业现代化的推进, 传统的人工播种方式逐渐被机械化取代, 凭借其高效与精准的作业特性, 玉米播种机已成为实现农业生产规模化与自动化的核心工具。然而, 尽管玉米播种机在提升农业生产力方面发挥了重要作用, 其高效运行却依赖于规范的使用方法和定期的维修保养。不当操作或疏忽大意, 可能导致播种不均、作业效率低下, 甚至引发设备故障, 进而影响作物的生长与最终产量。由此可见, 玉米播种机的正确使用、常见故障的及时排查与维修, 以及日常的维护保养, 显得尤为重要。合理的作业规划、设备状态的及时调整, 以及潜在问题的预防与排除, 能够有助于延长设备的使用寿命, 确保播种作业的高效与稳定, 从而提高整体农业生产效益。重点将放在玉米播种机的使用规范、故障解决方法以及日常保养注意事项的探讨, 旨在为农民及农业生产者提供实用的技术支持与操作指导, 提升播种作业质量与效率, 推动现代农业的进一步发展。

1 玉米播种机的规范使用

1.1 使用前的准备工作

在使用玉米播种机之前, 充分的准备工作至关重要, 不仅确保了播种机能够正常运行, 而且有效提高了播种效率。首先, 整体结构应进行全面检查, 以确保所有零部件没有损坏, 特别是种子箱、排种器、传动系统、地轮及播种器的连接部分。传动系统的检查同样十分重要, 必须确认其运转正常, 避免传动带松弛或磨损过度的现象; 润滑系统也应检查, 确保其充分润滑, 以减少因摩擦造成的损耗。此外, 各项调节装置, 如播种深度、行距、种子间距等, 应仔细检查, 确保这些设置符合作物生长需求及田间实际条件, 从而保证播种的精度与均匀性。种子箱应彻底清理, 确保残留的杂物不会影响种子的顺利播种。排种装置的检查同样至关重要, 必须确保排种管道畅通无阻, 并调节合适的排种速率, 以实现均匀播种。最后, 玉米种子的质量应严格检查, 确保无霉变、无虫害, 符合播种标准, 以保障良好的播种效果。

1.2 调整播种机状态

调整玉米播种机的状态是确保播种质量与效率的关

键环节。行距和株距的设置需要根据玉米品种、土壤类型及种植环境的不同要求来合理确定。行距决定了植株之间的生长空间,而株距则影响每株之间的间隔,若过小或过大,玉米的生长将受到负面影响。在调整时,必须结合种植计划与农田的实际情况,确保播种密度符合作物的农艺要求。此外,播种深度的调节同样重要,设定时应考虑土壤湿度、松软度以及种子类型。一般来说,玉米种子的最佳播种深度为5-8厘米;若深度过浅,种子与土壤接触不充分,发芽将受到影响;若深度过大,出苗不均或无法出苗的可能性增加。排种装置的调整不可忽视,必须确保排种器能够均匀、稳定地将种子精准地播入土壤^[1]。在调整种子输送系统时,确保种子管道畅通无阻至关重要,避免堵塞,以免影响播种机的工作效率。同时,地轮的压力也应适当调整,合理的地轮压力有助于保证播种机在不同土壤条件下的稳定性,防止播种深度不一致的情况发生。

1.3 规划播种路线

规划玉米播种机的播种路线是确保作业顺利、高效进行的关键环节。在规划过程中,田间的地形特点,如坡度、土壤湿润度及田块的平整度,必须得到充分考虑。对于不平整的地形,播种机的行驶方向及行距应适当调整,以避免播种不均匀的情况发生。此外,合理设计播种机的行驶轨迹能够有效减少转弯次数,从而降低在转弯过程中可能出现的偏移问题,确保种子的均匀分布。安排播种起始点与结束点时,田块的形状也需结合考虑,以确保作业的连续性,避免漏播或重复播种的问题。考虑到田间道路与作业区域的距离,还需预留足够的空间,以避免转弯过于急促,导致机器无法顺利行驶或产生损伤。同时,在规划路线时,农田排水系统的布局也应得到重视,避免在低洼地区进行播种作业,以防过多水分影响种子的发芽。最后,通过现场检查及多次试验,确保所规划的路线与播种机的操作性能相符,以提高作业稳定性与效率,确保播种质量,减少资源浪费,并促进农田均匀播种,从而保障玉米的生长发育。

1.4 保证作业过程的合理性

保证玉米播种机作业过程的合理性,是确保播种质量与作业效率的核心要素。在作业前,播种机应进行全面检查,重点关注排种装置、种子箱及传动系统等关键部件的运行状况。故障的及时排查,能够有效避免作业过程中出现问题,并确保种子均匀顺利地播撒。作业速度应根据田间实际情况及土壤条件合理调整。若作业速度过快,种子与土壤的接触可能不充分,进而影响发芽;而速度过慢,则作业效率会降低,浪费时间与资源。因此,适当的作业速度必须灵活调节,考虑土壤湿润度、地形及播种机的性能。合理设置行距与行数,也是确保作业合理性的关键。若行距过小,种子过于密集,可能会导致植株间的竞争;而行距过大,则浪费土地资源,降低播种效率。因此,合适的行距应结合玉米的生长需求与播种机的规格进行调

整。在作业过程中,操作人员与机器应保持互动,随时调整播种机的工作状态,确保每一行的播种效果都达到标准。同时,避免在操作过程中进行过度调整或人为干预,以免对播种机的运行或播种效果造成不必要的影响。

2 常见故障及维修

2.1 播种机不排种

玉米播种机不排种是常见的故障,通常会导致播种作业中断,从而影响整体生产效率。此问题可能由多个因素引起。若种子箱内的种子因潮湿、结块或杂质过多,排种管道容易堵塞,进而导致种子无法正常排出。遇到这种情况时,种子箱应被检查,杂物应被清除,确保种子通畅并保持干燥,以避免因潮湿而结块。

排种装置的传动系统故障,亦是常见原因之一。皮带松弛、断裂或齿轮磨损,可能导致传动系统无法正常运转,从而影响排种轮的工作,进而影响种子的推送。操作人员应定期检查传动系统的各部件,确保其完好无损,必要时,磨损的零部件应当被调整或更换。排种轮的磨损或损坏,亦是导致不排种的重要原因。随着使用时间的增加,排种轮的齿轮和刮板可能会出现磨损,从而影响排种精度,甚至可能导致完全无法排种。定期检查排种轮的状况,及时更换严重磨损的排种轮,成为避免此类故障的有效措施^[2]。最后,调节装置设置不当,也可能导致排种问题。若排种深度过浅或过深,种子可能无法顺利进入土壤,造成排种不均或堵塞。此时,应根据实际情况调整排种深度,确保种子能够均匀撒播到土壤中,避免出现排种故障。

2.2 排种不均匀

玉米播种机排种不均匀是常见的故障之一,若未及时处理,可能会导致玉米生长不均匀,进而影响作物的产量和质量。该问题的产生,通常与多个因素有关,其中排种装置问题为最常见原因。严重磨损的排种轮、松动或损坏的刮板与分种器部件,均可能导致种子无法均匀地传送到土壤,从而引发排种量的不稳定。此外,排种装置的调节不当,也是导致排种不均匀的重要因素。若排种深度过浅,种子无法充分入土,造成不均匀分布;而若过深,种子则可能过于密集,影响其生长。因此,调整排种深度至合理范围,确保种子均匀入土,成为有效解决此问题的措施。另一个可能的原因,是排种管道的堵塞或不畅。若排种管道内存在杂物,或种子受潮结块,排种过程中便会出现不均匀现象,某些位置可能出现种子过多或不足的情况。为避免这种情况,定期清理排种管道,并保持管道畅通,确保种子干燥,应当成为必要的操作。传动系统的故障,也会影响排种的均匀性。例如,传动皮带松弛或断裂,会导致排种轮转速不一致,从而影响种子的分布。此时,应检查并调整传动系统,确保各排种轮稳定运转,保持一致性。最后,土壤条件的变化,也可能对排种均匀性造成影响。过湿或过干的土壤,会改变排种轮与土壤之间的摩擦力,进而导致排种不均匀。作业前,应检查土壤湿度及硬度,

确保播种环境适宜,从而避免外部因素干扰排种效果。

2.3 传动轴产生偏斜问题

玉米播种机传动轴偏斜是常见的机械故障之一,通常会影响整机的工作效率和作业精度,严重时甚至可能导致设备损坏。传动轴的主要功能,是将动力从发动机传递至各工作部件,如播种轮、排种器等,确保各部件能够协同工作。一旦传动轴发生偏斜,动力的传递变得不均匀,从而引发诸多问题。例如,播种不均、种子无法正常排放,甚至可能导致传动部件的过度磨损或损坏。造成传动轴偏斜的原因,通常包括安装不当与部件磨损等多种因素。在播种机组装时,若传动轴未能正确对准,轴与轴承的连接不牢固,偏斜便会出现。此外,随着使用时间的增长,轴承、齿轮等零部件的磨损,可能导致传动轴失去平衡,进一步加剧偏斜问题。固定部件的松动或连接件脱落,也常常是导致传动轴偏斜的原因之一。外部环境因素对传动轴的影响,也不可忽视。例如,在作业过程中遇到不平整的地面,或设备过载运行,都会施加额外的压力,导致偏斜问题。长时间高强度的工作负荷,也会使偏斜问题进一步恶化。为了解决这一故障,定期检查并调整传动轴的安装状态,确保轴与相关部件的正常对接,是必不可少的。定期检查传动系统中的各个部件,包括轴承、齿轮及连接件,防止松动或磨损,也应成为常规操作。如发现严重磨损,及时更换相关零部件。同样,在作业前检查地面状况,避免设备过载以及不平整地面对设备施加不必要的压力,这样可以确保设备在良好的工作环境下运行。

2.4 地轮滑移大

地轮滑移是玉米播种机常见的故障之一,通常会导致播种深度不一致,种子分布不均,从而影响作物的生长发育。所谓地轮滑移,是指地轮在土壤表面失去有效抓地力,导致播种机行进不稳定,从而引发播种深度不均、排种不准确等问题。此现象通常发生在地轮摩擦力不足、与土壤接触不牢时,尤其在湿滑、泥泞或过于干燥的土壤环境中,更为明显。地轮滑移的原因,涉及多个方面。轮胎气压过低时,会导致地轮的接地面积增大,摩擦力随之降低,容易发生滑移;此外,地轮表面如有磨损或损坏,也会影响其抓地力,使地轮无法稳固地固定在土壤中。播种机的重量分布若不均匀,特别是在负荷过大或不均的情况下,地轮滑移的问题将更加严重。为了解决这一问题,需从多个方面着手。地轮轮胎的气压,必须保持适当,依据播种机的负载要求调节气压,以避免因气压过高或过低而影响抓地力。同时,地轮表面的磨损情况,应定期检查,及时更换磨损严重的地轮,以保证其抓地性能良好^[3]。此外,播种机的负载情况,需合理调整,确保地轮受到均匀压力,从而提高其在土壤中的稳定性。若是由于土壤条件引发滑移,播种机的行驶速度和工作深度应适当调整,以适应不同土壤的播种需求,避免滑移问题的发生。

3 播种机的日常保养

播种机的日常保养对其长期稳定运行、提高作业效率以及延长使用寿命至关重要。通过定期维护,不仅能够有效预防机械故障,还能够确保播种作业的质量达到最佳水平,避免设备故障导致作业中断或精度下降。各项关键部件,尤其是传动系统、地轮、播种器、刮板等部位的磨损情况,应由操作人员定期检查。一旦发现部件松动、磨损或损坏,及时进行修复或更换是必要的。机械润滑系统的维护同样不可忽视,润滑油应按规定定期添加,以确保各活动部件之间的顺畅运行,减少摩擦带来的磨损。同时,种子槽、播种管道等易积土部位也需定期清理,以防堵塞,确保播种过程中的正常排种。轮胎气压检查至关重要,低气压可能导致播种机不稳,甚至引起地轮滑移,进而影响作业深度的准确性。确保轮胎气压处于适宜范围,需依据使用手册或实际作业需求。传动系统的维护同样重要,链条、皮带的张紧度及润滑情况应定期检查,确保动力传输系统的正常工作,避免因缺乏保养而引发故障^[4]。此外,播种机的调整工作也不容忽视。在每次作业前后,播种深度、行距等设置应检查,以确保设备在最佳状态下运行。每次作业结束后,特别是在湿润环境或高粘土土壤中作业时,残余土壤、杂草及种子等应彻底清理,以免影响下次使用的效果。

4 结语

玉米播种机在现代农业生产中扮演着不可或缺的角色,其合理使用与及时维护对提高生产效率及确保作物播种质量至关重要。通过对玉米播种机的规范操作、常见故障修复及日常保养措施的深入分析,农民能够更有效地掌握设备使用技巧,确保播种机在高效、稳定的状态下运行,降低故障率,延长设备使用寿命。此外,定期的维护与及时的故障排除不仅能够减少维修成本,还能促进农业生产的可持续发展。随着农业机械化水平的不断提升,玉米播种机的使用、维修培训与管理的加强,必将推动我国农业现代化进程,加速农业机械的普及应用,为农业生产向高效、精准的方向发展奠定坚实基础。

【参考文献】

- [1]许晓丹.玉米播种机的正确使用与维修注意事项[J].新农业,2023(6):23.
 - [2]李清友,靳爱英.玉米播种机的正确使用与维修[J].农机使用与维修,2018(3):37.
 - [3]程国权.玉米播种机的正确使用及故障排除[J].养殖技术顾问,2010(7):210.
 - [4]王文艳,王瑞玲.玉米播种机的正确使用与维修方法[J].种子科技,2019,37(6):163-165.
- 作者简介:李海福(1968.4—),毕业学校:西安石油大学,所学专业:机械设计制造及其自动化,当前工作单位:陕西省榆林市工业发展服务中心,职务:副科,职称级别:工程师。

基于物联网的机械设备智能化改造方案研究

权延鑫

中国电建集团河南电力器材有限公司, 河南 漯河 462000

[摘要]随着物联网技术的迅速发展, 机械设备智能化改造成为提升生产效率和设备管理水平的重要途径。通过在机械设备中嵌入传感器、执行器以及智能控制系统, 实时采集设备运行数据, 结合大数据分析和云计算, 实现设备状态监测、故障预警、远程控制和优化调度等功能, 从而提高设备的自动化和智能化水平。这一改造方案不仅有效减少了人为操作风险, 还大大提升了设备的运行效率和维护管理能力, 对工业 4.0 的发展具有重要意义。

[关键词]物联网; 机械设备; 智能化改造; 数据采集

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14774

中图分类号: TP317

文献标识码: A

Research on Intelligent Transformation Scheme of Mechanical Equipment Based on Internet of Things

QUAN Yanxin

PowerChina He'nan Electric Power Equipment Co., Ltd., Luohe, He'nan, 462000, China

Abstract: With the rapid development of Internet of Things technology, the intelligent transformation of mechanical equipment has become an important way to improve production efficiency and equipment management level. By embedding sensors, actuators, and intelligent control systems in mechanical equipment, real-time data collection of equipment operation is achieved. Combined with big data analysis and cloud computing, functions such as equipment status monitoring, fault warning, remote control, and optimized scheduling are realized, thereby improving the automation and intelligence level of equipment. This renovation plan not only effectively reduces human operational risks, but also greatly improves the operational efficiency and maintenance management capabilities of the equipment, which is of great significance for the development of Industry 4.0.

Keywords: Internet of Things; mechanical equipment; intelligent transformation; data collection

引言

在工业生产中, 机械设备的运行效率和可靠性直接影响企业的竞争力。随着物联网技术的不断进步, 将其应用于机械设备的智能化改造, 不仅能够实现设备状态的实时监控, 还能有效预防故障发生, 减少维修成本, 提高生产效率。通过智能化改造, 机械设备能够与信息系统无缝连接, 形成智能网络, 推动工业领域向更加高效、自动化、精准的方向发展。这一发展趋势为传统制造业带来了前所未有的机遇。

1 物联网技术在机械设备中的应用现状

物联网技术在机械设备中的应用现状已逐步渗透到各行各业, 尤其是在制造业和工业领域。

1.1 传感器技术与数据采集的关键作用

随着物联网技术的不断发展, 越来越多的企业开始意识到其在提高设备自动化、精细化管理及优化生产流程方面的巨大潜力。通过将传感器、无线通信和智能分析系统集成到机械设备中, 企业可以实时获取设备的运行状态、故障信息及环境数据, 从而提升设备的智能化水平和生产效率。当前, 物联网技术在机械设备的应用已经形成了一个完整的生态系统, 涵盖了从设备感知、数据采集、传输到数据分析、决策支持等多个环节。

在实际应用中, 机械设备通过安装传感器能够实时监测温度、压力、振动、转速等关键参数, 生成海量的数据。这些数据通过无线网络传输到中央控制系统或云平台, 进行存储与处理。借助先进的数据分析技术, 企业可以对设备的健康状况进行动态监控, 及时发现潜在故障, 采取预防性维护措施, 避免设备停机和维修成本增加。传感器的部署不仅能监控设备的运行状态, 还能够采集环境数据, 为优化生产环境提供依据。

1.2 智能化设备管理与优化应用

目前, 物联网技术在机械设备中的应用已经逐步从单一的监控功能扩展到全面的智能管理。许多企业通过构建智能化的设备管理系统, 将设备的远程控制、故障诊断、能效优化等功能集成到一个统一的平台。智能化控制系统能够根据实时数据对设备进行调节, 如自动调节设备运行模式, 调整负载分配, 从而达到节能降耗、提高生产效率的目的。通过集成的智能分析功能, 系统不仅能够预测设备故障, 还能够根据设备运行状态进行动态优化, 延长设备使用寿命。

1.3 物联网技术对设备维护模式的影响

物联网技术的引入改变了传统的设备维护模式。在过去, 机械设备的维护主要依赖定期检查或人为判断, 难以

及时发现潜在故障。而物联网技术则通过数据驱动的方式,实现了预测性维护。通过对历史数据的积累与分析,设备管理者可以根据设备的健康状况制定个性化的维护计划,提高设备的可用性和稳定性。

2 机械设备智能化改造的关键技术与方案

机械设备智能化改造的关键技术与方案涉及多个层面的技术集成和创新,主要包括物联网技术、传感器技术、数据采集与处理技术、云计算与大数据分析技术以及智能控制系统等。通过这些技术的有机结合,机械设备能够实现从传统的手动控制到自动化、智能化管理的转型,提升生产效率和设备可靠性。

2.1 物联网技术在智能化改造中的核心作用

物联网技术是实现机械设备智能化改造的核心技术之一。物联网技术通过嵌入各种传感器,使机械设备能够实时采集运行数据,并通过无线网络将数据传输至中央控制系统或云平台。这些数据不仅涵盖设备的基本运行状态,如温度、压力、振动等,还包括设备的故障报警信息和环境条件。通过传感器采集的数据,管理人员可以及时了解设备的工作情况,为设备的维护和优化提供依据。

2.2 传感器技术在智能化改造中的关键作用

传感器技术在机械设备智能化改造中扮演着至关重要的角色。传感器能够精确地捕捉设备的各项参数,如振动传感器能够监测设备运行中的震动频率、温度传感器可以监测设备过热等现象,这些数据有助于及时发现设备的异常状态。为了确保数据的准确性和可靠性,传感器的选择和布局至关重要。传感器网络的布置要根据设备的实际工作环境进行优化,确保数据采集的全面性与精准性。

2.3 数据采集与处理技术的应用

数据采集与处理技术是机械设备智能化改造的另一关键技术。传感器所采集的海量数据需要通过有效的数据处理手段进行清洗、分析和转换。传统的数据处理方式往往无法处理大规模数据,而现代的数据处理技术,如边缘计算和云计算,则能有效提高数据处理的效率与精度。通过这些技术,系统能够对设备状态进行实时监控,自动识别设备的潜在故障,提前发出警报,避免突发故障的发生,降低停机时间。

2.4 云计算与大数据分析技术的应用

云计算与大数据分析技术在智能化改造方案中的应用,使得数据分析能够更深入、更全面。云平台可以存储和处理大量历史数据,利用大数据分析技术对设备的运行状态、维修历史以及外部环境等因素进行深入挖掘,预测设备的故障风险。通过数据分析,企业能够制定出更加精确的维护计划,实现从被动维修到预测性维护的转变,从而提高设备的可靠性和使用寿命。

2.5 智能控制系统在智能化改造中的应用

智能控制系统的集成是机械设备智能化改造的重要环节。通过集成自动化控制系统,设备不仅能够实时响应

环境和状态变化,还能根据实时数据进行自我调节。例如,当设备检测到某个参数超过设定阈值时,智能控制系统可以自动调整设备的运行模式,或通过远程控制进行修复操作,从而避免设备损坏和生产停滞。通过智能控制系统,机械设备不仅能够独立完成常规操作,还能根据复杂的生产需求进行动态优化。

3 数据采集与监控系统在设备智能化中的作用

数据采集与监控系统在设备智能化中的作用至关重要,是实现机械设备智能化管理的基础。通过实时采集设备的各项运行数据,监控系统能够帮助企业全面掌握设备的健康状态,进行精准预测和优化调度,从而提升生产效率、减少故障停机时间,并降低维护成本。

3.1 传感器技术

数据采集系统通过在设备上安装各种传感器,实时获取包括温度、压力、振动、转速、流量等在内的关键运行参数。这些传感器能够精确监控设备的运行状态,及时发现设备的异常变化。例如,通过振动传感器可以监测到设备部件的磨损情况,通过温度传感器可以检测到设备是否过热。这些数据的实时采集是设备故障诊断和预测性维护的前提条件。

3.2 数据传输

监控系统通过无线通信技术将设备数据传输到中央控制平台或云端,供相关人员进行远程监控与分析。通过数据的汇总和分析,监控系统可以实时展示设备的运行状况、性能指标以及预警信息。当设备出现异常或即将发生故障时,系统会自动发出警报,提示运维人员进行及时干预,避免由于突发故障造成生产线停滞或设备损坏。在数据处理方面,现代监控系统采用了大数据和云计算技术,对采集到的海量数据进行分析 and 处理。通过对历史数据的积累和分析,系统能够识别出设备运行中的潜在风险,并进行趋势预测。例如,基于设备的历史运行数据,监控系统能够预测出设备可能发生故障的时间,从而提前进行维护,避免设备因意外停机导致的生产损失。通过数据挖掘和模式识别,系统可以自动优化设备的运行参数,确保设备在最佳状态下工作,进一步提升生产效率。

3.3 数据采集

数据采集与监控系统还能够支持远程控制功能。在设备出现故障或需要调整工作状态时,运维人员无需亲自到现场,只需通过远程控制平台即可进行设备的调节或修复。这种远程控制功能不仅提高了工作效率,还有效减少了现场操作的复杂性,降低了人为操作的风险。

4 故障预警与远程控制系统的实现方法

故障预警与远程控制系统是机械设备智能化改造中的核心组成部分,其实现方法包括数据采集、智能分析、异常检测、远程诊断和控制操作等多个技术环节。这些技术的有效集成能够帮助企业实现设备故障的提前预警,减少停机时间,降低维护成本,并确保生产的持续性和设备

的高效运行。

4.1 故障预警

故障预警系统的实现依赖于设备中安装的各种传感器,这些传感器能够实时监测设备的运行状态。常见的传感器包括温度传感器、振动传感器、压力传感器等,它们能够采集到设备的关键运行参数。当设备出现异常情况时,如温度过高、振动过大、压力异常等,传感器能够及时反馈数据并传输至中央控制系统。这些实时数据通过物联网技术传输到云平台或本地服务器,为后续的分析和决策提供数据支持。故障预警系统的核心在于对采集到的数据进行智能分析。利用大数据技术、机器学习算法和故障预测模型,系统能够对设备的历史数据进行深入分析,从中识别出潜在的故障模式。例如,通过对设备长期运行数据的分析,系统可以识别出异常振动模式,并预测设备某部件的磨损情况。通过与标准数据模型的比对,系统能够实时判断设备的健康状态,并根据设定的阈值触发预警。当系统检测到设备出现故障的潜在风险时,会提前向维护人员发送警报,提示采取相应的预防措施,避免故障的发生。

4.2 远程控制

在远程控制方面,随着物联网技术和云计算的发展,远程控制系统成为实现设备智能化管理的重要手段。通过远程控制台,运维人员可以实时查看设备的运行状态,并进行远程操作。当设备出现异常或需要调整工作状态时,操作人员无需亲自前往现场,而是通过远程平台对设备进行调整或修复。远程控制系统可以通过接口与设备的控制系统进行对接,支持设备的启动、停机、调节运行参数等操作。特别是在大型生产设备或分布广泛的设备管理中,远程控制大大提高了运维效率,降低了人员的现场操作需求。

4.3 远程诊断

远程诊断是远程控制系统的功能之一。通过远程诊断系统,运维人员可以及时获得设备的故障信息、历史运行数据以及诊断报告。当设备发生故障时,远程诊断系统能够根据数据分析结果,迅速确定故障类型和位置,并提供解决方案。

5 智能化改造对生产效率与设备管理的提升效果

智能化改造对生产效率与设备管理的提升效果显著,主要体现在提高设备运行的自动化水平、优化资源配置、减少停机时间、降低维修成本等多个方面。这些提升不仅推动了生产过程的现代化,还增强了企业的市场竞争力。

5.1 优化设备维护与管理

智能化改造能够显著提高设备的自动化水平。通过物联网技术和智能控制系统的应用,设备能够实现自主运行和实时监控,减少了人工干预和操作错误。智能控制系统根据实时采集的数据自动调整设备的工作状态,例如通过优化转速、温度和压力等参数,使设备始终处于最佳运行状态。自动化控制大大提高了生产的连续性和稳定性,减少了人为失误,确保了生产过程的高效进行。智能化改造

提高了设备的预测性维护能力,优化了设备的管理。传统的设备维护依赖于定期检查和经验判断,容易忽视潜在故障的发生。而通过数据采集和智能分析,设备的运行状态可以实时监控,系统能够识别设备的健康状况,并预测潜在故障的发生。例如,当设备某部件的磨损情况达到预警阈值时,系统会提前发出警报,提示维护人员进行必要的保养或更换,从而避免了设备在运行中突然故障导致的生产停滞。预测性维护不仅提高了设备的运行效率,还延长了设备的使用寿命。

5.2 减少设备停机时间

智能化改造有效减少了设备的停机时间。在传统的生产模式中,设备停机通常需要耗费大量时间进行故障诊断和维修,造成生产效率的损失。通过引入智能化的故障预警系统,设备在发生故障前能够进行早期预警,运维人员可以迅速响应并采取措施,降低了突发性停机的风险。远程控制和远程诊断功能使得问题可以迅速定位,部分问题甚至可以通过远程控制系统进行修复,减少了设备停机的时间。

5.3 提升资源配置效率

智能化改造还有效提升了资源的配置效率。通过数据分析,企业能够精确掌握设备的生产情况,合理调度生产资源,优化生产流程。智能化改造使得企业能够根据设备的运行状态和生产需求,灵活调整生产计划,避免了设备的过度使用或闲置,从而实现了资源的高效利用。

6 结语

智能化改造通过物联网、智能控制、数据分析等技术的融合,显著提升了机械设备的自动化水平与管理效率。通过实时监控、预测性维护和远程控制,设备的运行效率和可靠性得到了有效提升,生产过程中的停机时间和维护成本得以降低。此外,智能化改造优化了资源配置,推动了生产的高效与持续发展。随着技术的不断进步,智能化改造将在提升工业生产效率和竞争力方面发挥更为重要的作用。

[参考文献]

- [1] 范亦铭. 基于物联网的矿山机械设备状态智能感知与诊断[J]. 世界有色金属, 2024(20): 32-34.
- [2] 李泽, 赵世浪. 物联网技术在烟草机械设备中的应用分析[J]. 中国设备工程, 2024(20): 247-249.
- [3] 王国东. 基于物联网技术的农业机械设备远程监测与管理研究[J]. 农村实用技术, 2024(9): 110-111.
- [4] 蒲镇, 王连涛. 基于物联网技术的煤矿机械设备故障诊断系统设计与实现[J]. 中国高新科技, 2024(14): 30-32.
- [5] 沈安兵. 基于物联网的机械设备远程监控系统设计[J]. 时代汽车, 2024(14): 13-15.

作者简介: 权延鑫, 男, 毕业院校: 中原工学院, 所学专业: 电气工程及其自动化, 当前就职单位中国电建集团河南电力器材有限公司, 职务: 设备管理工程师, 职称级别: 工程师。

数控加工过程质量控制的关键环节研究

王琦 刘新

中智沈阳经济技术合作有限公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要]随着制造业对高精度零件需求的不断增长, 数控加工技术已成为实现精密加工的关键手段。在高精度加工过程中, 即使是微小的误差也可能导致产品质量的严重偏差。尽管现代数控设备持续进步, 但如何确保加工质量的稳定性, 仍然是一个在复杂生产环境中亟待解决的难题。深入研究数控加工中的关键质量控制因素, 不仅对提高生产效率至关重要, 也有助于保障产品质量, 并能有效降低生产成本。

[关键词]数控加工; 质量控制; 关键环节

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14769

中图分类号: TH161.1

文献标识码: A

Research on the Key Links of Quality Control in CNC Machining Process

WANG Qi, LIU Xin

Zhongzhi Shenyang Economic and Technological Cooperation Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: With the increasing demand for high-precision parts in the manufacturing industry, CNC machining technology has become a key means of achieving precision machining. In high-precision machining processes, even small errors can lead to serious deviations in product quality. Despite the continuous progress of modern CNC equipment, ensuring the stability of machining quality remains an urgent problem to be solved in complex production environments. In depth research on key quality control factors in CNC machining is not only crucial for improving production efficiency, but also helps to ensure product quality and effectively reduce production costs.

Keywords: CNC machining; quality control; key links

引言

数控加工技术在现代制造业中占据着核心地位, 广泛应用于航空、汽车、电子等多个领域。尽管数控机床的精度与自动化水平不断提升, 但如何在实际生产过程中确保加工质量的稳定性, 仍然是一个亟待解决的难题。加工质量不仅受材料、刀具及设备选择与管理的影响, 还与加工参数的设定、实时监控系统的运作以及环境条件的控制密切相关。因此, 对数控加工过程中的质量控制问题进行深入探讨, 已成为提升生产效率、降低成本并确保产品质量的关键所在。

1 数控加工中的质量控制要素

1.1 加工材料的选择与控制

在数控加工中, 材料的选择与控制对产品质量的保障至关重要。材料的物理和化学特性, 如硬度、韧性、导热性及加工性, 直接影响切削力、刀具磨损及加工精度。因此, 合理的材料选择不仅有助于提高加工效率, 还能显著降低生产成本。较硬的材料通常会增加切削力进而加重刀具的磨损, 为延长刀具使用寿命, 选择合适的刀具材料及切削参数是必要的。硬度较大的材料常常需要使用涂层刀具, 同时适当降低切削速度以避免刀具的过度磨损。材料内部结构的均匀性以及是否存在杂质、孔洞或不规则的晶粒结构, 直接影响加工过程的稳定性, 加工过程中任何不均匀之处都可能引发表面缺陷或尺寸偏差, 从而影响最终

产品的性能。因此, 从采购、检验到储存的每一个环节, 都应进行严格的质量控制以确保材料符合标准。对于一些难加工材料, 如钛合金、不锈钢等, 它们在切削性能与热稳定性上的要求更为严格。加工此类材料时通常采用低切削速度与高进给量的组合, 能有效降低热量的生成。此外, 增加冷却液的使用能减少热量的积聚, 同时防止因温度过高导致的材料变形, 从而确保加工精度。

1.2 刀具的选择与管理

刀具选择与管理在数控加工中具有至关重要的作用, 直接影响加工效率、表面质量及零件精度。合理的刀具选择不仅有助于提升加工质量, 还能延长刀具及设备的使用寿命同时降低生产成本。为实现这一目标, 刀具的选择与管理需要综合考虑材料特性、加工工艺及生产需求等多方面因素。刀具的选择应根据工件材料的特性来进行。例如, 针对硬度较高的材料, 如不锈钢或钛合金, 通常应选择具备较高硬度和耐磨性的刀具, 如涂层硬质合金刀具或陶瓷刀具, 这些刀具能在高切削力的条件下保持稳定, 从而延长使用寿命。对于铝合金、铜材等较软材料, 则适宜选用涂层较薄的高速钢刀具, 这类刀具具备较好的韧性和较低的切削温度, 从而有助于提高加工效率。刀具的几何参数也对加工效果产生重要影响, 切削角度、前角、后角等几何参数应根据具体的加工工艺要求进行调整。在高精度加工时, 通过选择较小的前角和适中的后角, 可以有效控

制切削力并提升加工精度。而在粗加工时,采用较大的前角及更强的刀具切削刃,有助于提高进给速度减少切削力,从而提高生产效率。刀具的磨损直接影响加工精度与表面质量,甚至可能损害加工设备。为避免这些问题,企业应建立完善的刀具管理体系,定期检查刀具磨损情况,并根据磨损记录预测其更换周期。此外,通过借助刀具寿命管理系统,如预警系统及智能监控技术,可实时监控刀具状态及时采取修复或更换措施,从而避免过度磨损或不必要的提前更换,有效降低生产成本。刀具的保养与储存同样对其性能产生显著影响,刀具应存放在干燥、清洁的环境中,避免腐蚀或物理损伤。定期清洗和涂油能够保持刀具的良好状态,确保其在加工过程中的最佳性能。

1.3 数控机床的性能与精度

数控机床的性能与精度是确保数控加工质量的核心因素,直接决定了产品的加工精度与表面质量。高性能数控机床不仅能够保证加工过程的稳定性,且能在高精度及复杂的加工任务中表现出色。因此,选择合适的机床、合理配置以及做好日常维护,均为确保加工质量的关键所在。加工精度的重要因素之一是机床的刚性与稳定性,机床刚性与其结构设计、材料强度以及关键部件的精密加工程度密切相关。较强的刚性使机床能够承受更大的切削力,减少外力对机床造成的变形进而确保加工精度,在高负载或高精度加工时,机床的稳定性尤为重要。加工过程中的常见问题,如振动与热变形必须通过高效的减振系统与热变形补偿机制来解决,从而确保机床即便长时间运行,仍能维持较高的加工精度。另外,定位精度与重复定位精度也是评估数控机床性能的关键指标,定位精度直接影响工件的尺寸精度,而重复定位精度则决定了零件加工的一致性。现代数控机床通过精密伺服系统与反馈控制系统来确保精准定位,借助高分辨率编码器与高精度线性导轨实现实时调整,从而显著减少加工过程中的误差。在提高加工精度的过程中,机床的运动系统同样起着至关重要的作用,驱动系统决定了切削速度、加速度及动态响应能力。一个高效的驱动系统能够在高速与高负荷状态下稳定工作,从而提高加工效率与精度,特别在高精度零件加工时,机床运动系统的响应速度与稳定性,直接影响着产品的尺寸误差与表面质量。最后,数控机床的控制系统与软件在加工精度方面也发挥着重要作用,精确的计算能力与运动指令执行能力直接影响着机床的加工表现。现代数控系统配备了先进的补偿算法,能够补偿系统误差、几何误差以及温度变化,从而有效减少加工过程中的偏差。同时,友好的软件界面与强大的编程功能,便于操作人员高效设定加工参数,减少人为误差的发生。

1.4 加工参数的设定与优化

加工参数的设定与优化在数控加工中占据着至关重要的位置,直接影响着加工效率、产品质量以及成本控制。

合理的加工参数不仅能显著提高加工精度,还能延长刀具寿命、降低能耗,从而提升整体生产效率。在设定加工参数时,必须综合考虑工件材料、刀具种类以及加工方式等多重因素。切削速度、进给速度与切削深度是常见的关键加工参数,若切削速度过高刀具的磨损将迅速加剧,且过热可能严重影响加工质量;反之,切削速度过低则会降低生产效率,浪费时间与资源。同样,进给速度的合理调整直接影响切削力的变化,适宜的进给速度能够减少刀具磨损、降低振动,并优化加工表面质量。在加工过程中,参数的适应性尤为重要,需应对诸如刀具磨损、切削力波动与温度变化等动态因素的影响。例如,高精度加工常通过逐步调整切削参数来避免误差的逐步积累。在复杂工件加工中,通常依靠计算机模拟或试切工艺来进一步优化加工参数,确保加工过程能够高效、精准地进行。刀具选择与材料的匹配对加工参数的设定至关重要,不同材料的刀具对切削参数有不同需求。例如,硬质合金刀具适合高切削速度,而涂层刀具则能够承受更高的温度与磨损,适合高强度材料的加工。刀具与材料的合理配对对提高加工效果与效率起着决定性作用。为进一步优化加工过程,现代数控技术已引入实时监控与自适应控制系统,这些系统能够根据实时监测的数据,如刀具磨损与温度变化,自动调整加工参数,确保加工过程的稳定性与高效性。例如,一些先进的数控系统通过传感器监测刀具状态,实时调整进给速度与切削深度,确保加工始终处于最佳状态,避免资源浪费或质量问题的发生。

2 数控加工质量控制的关键环节

2.1 加工前的准备阶段

加工前的准备阶段是确保数控加工顺利进行的关键环节,它对后续加工的精度、效率以及产品质量具有深远的影响。在加工前必须确认所选材料符合工艺要求,确保其材质种类、硬度及表面状态满足加工需求。材料的检验应包括尺寸精度、表面缺陷,以及可能存在的裂纹或杂质等问题。若材料存在缺陷,往往会导致加工过程中产生无法修复的误差,从而影响加工质量与合格率。因此,选用符合技术要求的合格材料是确保加工顺利进行的前提。刀具的性能直接决定了加工效率与加工质量,在准备阶段,操作人员应检查刀具是否有损伤或磨损,确保其几何尺寸及装配状态符合工艺要求^[1]。此外,刀具的预调与校准工作同样必不可少,确保其在加工过程中始终保持良好的切削状态,以减少误差对加工质量的影响。数控机床应定期进行精度校验与调整,确保始终处于最佳工作状态,操作人员应检查机床的各项参数设定,确保其运动精度、主轴转速及伺服系统响应等指标达到要求。同时,机床的液压、气动系统及夹具的检查与调整也必须做好,以确保工件在加工过程中的稳定夹持与精准定位,避免因夹具不稳或工件定位误差导致的加工偏差。对于高精度加工任务,编程

的合理性与加工工艺路线的优化至关重要,数控程序必须准确无误,并在编制过程中考虑刀具路径的合理性与切削顺序的优化,避免不必要的空刀或冗余操作。程序上传机床前,进行虚拟仿真或干切模拟,有助于发现潜在问题,从而减少实际加工中可能发生的错误。环境因素对加工质量也有着不容忽视的影响,温度、湿度以及车间的清洁度都可能对加工精度产生影响,尤其在高精度加工时,温度变化可能导致机床与工件的热变形,进而产生尺寸偏差。因此,确保车间环境温湿度的稳定,并控制尘埃污染,是提升加工质量的重要环节。

2.2 加工过程中的实时监控

实时监控在数控加工过程中发挥着至关重要的作用,不仅能够及时发现潜在问题,还能通过调整加工参数防止缺陷的产生。随着技术的不断进步,现代实时监控系統显著提升了加工精度与效率,并通过对关键参数的监测与动态调整,有效延长了刀具的使用寿命,降低了生产成本。实时监控系統能够持续跟踪切削力、振动、温度等关键参数,这些因素直接影响加工质量。过大的切削力或振动会导致刀具加速磨损,甚至产生表面缺陷,通过集成传感器,切削参数可以实时调整,切削力得以减小,从而避免对工件或刀具造成损伤。同时,温度过高时热变形可能发生,进而影响加工精度,通过温度传感器系統能监控温度变化并采取必要的冷却措施,确保加工过程稳定运行^[2]。刀具磨损的监测是实时监控系統的重要组成部分,刀具磨损不仅会降低加工质量,严重时还可能导致刀具断裂,通过安装磨损监测系统刀具状态可实时检测,系統根据磨损程度自动调整切削参数或及时更换刀具,从而保证加工质量不受影响。现代数控系統还具备自适应功能,能够根据实时数据优化刀具路径和进给速度,延长刀具使用寿命并减少停机时间。通过实时监控,操作人员能够及时识别加工过程中可能出现的问题。例如,刀具与工件的接触状态、加工位置的精度等,均可通过系統反馈得到监控。当出现异常时,警报将由系統发出,并提供处理建议,帮助操作人员迅速采取行动,减少缺陷并避免返工。在实时监控中,数据采集与分析技术也发挥着重要作用,通过实时采集加工过程中的各类数据,管理人员可发现潜在的规律,为优化加工工艺提供数据支持。对切削力、温度、刀具磨损等数据的分析,能够准确预测刀具的剩余使用寿命,提前做好更换计划避免因刀具问题而造成的停机。

3 影响数控加工质量的主要因素分析

数控加工质量受多方面因素影响,其中设备状态与维护、加工环境以及数控系統精度是关键。每个环节的变化都会影响加工效果,必须从多个角度综合考虑,确保加工质量的稳定性与精度。设备状态与维护是保障数控加工精度的前提,长期使用中,磨损、积尘及润滑不良等问题常导致设备精度下降。定期保养与维修,特别是对机床关键部件如主轴、伺服系统的检查,可及时发现潜在故障并调整或更换,确保设备始终保持最佳工作状态,精良的设备维护不仅提高生产效率,还延长机床寿命降低维修成本^[3]。加工环境的稳定性也对加工质量至关重要,温度、湿度及洁净度的变化可能导致工件及机床热膨胀或电子系統故障,从而影响加工精度,使用空调、温控系統等设备可有效减少环境变化对加工质量的影响。数控系統精度决定了整个加工过程的质量,现代数控系統通过精确的控制算法和先进的反馈机制,实时修正潜在问题。高端数控系統采用自适应控制和误差补偿技术,动态调整加工参数,确保加工过程中的高精度与稳定性。

4 结语

数控加工质量控制在保证产品精度与提升生产效率方面,发挥着至关重要的作用。通过材料选择、刀具管理、机床性能及加工参数的优化,不仅可提高加工精度还能延长设备的使用寿命。实时监控系統的应用确保了加工过程的稳定性与高效性。此外,操作人员的技术水平、设备的维护状况及加工环境等因素,在很大程度上影响着加工质量。随着智能化技术的持续进步,未来的数控加工质量控制将变得更加精准与高效。通过对各个环节的全面优化,市场日益严格的需求将得以满足,确保加工质量的不断提升。

[参考文献]

- [1] 闫梅. 数控加工过程质量控制的关键环节研究[J]. 山东工业技术, 2019(6): 72.
 - [2] 杨校可. 对数控加工质量控制关键环节的几点探讨[J]. 南方农机, 2019, 50(15): 137.
 - [3] 耿吉. 机械数控加工过程中的质量控制问题探究[J]. 内燃机与配件, 2021(20): 177-178.
- 作者简介: 王琦(1992.6—), 男, 毕业院校: 辽宁石油化工大学顺华能源学院, 学历: 大学本科, 所学专业: 测控技术与仪器, 当前工作单位: 当前就职中智沈阳经济技术合作有限公司, 技术员, 及所在职务的年限: 9年。

地下矿山回采率影响因素及提高回采率的研究

郝小松

河北中安筑业设计集团有限公司, 河北 石家庄 050091

[摘要] 地下矿山的回采率直接关系到矿产资源的有效利用率和经济效益, 同时也关系到资源保护和资源节约。在当前全球资源日益紧缺的背景下, 对影响回采率的因素进行系统分析, 并探讨提升回采率的技术措施, 能够为矿山企业提供科学的决策支持, 提升其竞争力。文中探讨地下矿山回采率的定义、影响因素, 以及相关技术措施的应用, 希望可以为矿山企业提供一套切实可行的回采率提升策略。

[关键词] 地下矿山; 回采率; 开采工艺; 胶结充填; 无间柱采矿法

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14811

中图分类号: TD823

文献标识码: A

Research on the Influencing Factors of Underground Mines Recovery Rate and the Improvement of Recovery Rate

QIE Xiaosong

Hebei Zhong'an Construction Industry Design Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050091, China

Abstract: The recovery rate of underground mines is directly related to the effective utilization and economic benefits of mineral resources, as well as resource protection and conservation. In the context of the increasingly scarce global resources, a systematic analysis of the factors affecting the recovery rate and exploration of technical measures to improve the recovery rate can provide scientific decision support for mining enterprises and enhance their competitiveness. The article explores the definition, influencing factors, and application of relevant technical measures for the recovery rate of underground mines, hoping to provide a practical and feasible strategy for mining enterprises to improve the recovery rate.

Keywords: underground mines; recovery rate; mining technology; cemented filling; pillarless mining method

引言

随着全球经济的快速发展, 矿产资源的需求量持续增长。然而, 矿产资源属于不可再生资源, 加上开采过程中的肆意浪费, 尤其是在地下矿山中, 复杂的地质条件和特殊的采矿工艺, 资源回采率低成为急需解决的重要问题。基于此, 如何通过先进技术和优化工艺来提高回采率, 成为业界共同关注的焦点。

1 地下矿山回采率的概念与影响因素

1.1 回采率的定义与计算方法

回采率是矿山开采过程中评价资源利用效率的重要指标, 表示实际采出的矿石量与理论上可采矿石量的比值。回采率的公式如下:

$$R = \frac{M_{\text{actual}}}{M_{\text{theoretical}}} \times 100\%$$

R代表回采率, M_{actual} 表示实际采出的矿石量, $M_{\text{theoretical}}$ 为理论上可采的矿石量。回采率直接反映了矿山资源的有效利用程度, 对于矿山经营管理具有重要意义。在实际操作中, 回采率的计算可能受到多种因素的影响。例如, 矿石品位、采矿方法以及采矿设备的性能等都会对回采率产生直接或间接的影响。为了提高矿山的经济效益, 合理提高回采率成为矿山管理中的一项重要任务。

1.2 影响回采率的主要因素

影响地下矿山回采率的因素多种多样, 其中地质条件、

开采工艺与方法、矿山设计与规划以及设备与技术水平是四个最为关键的方面。

1.2.1 地质条件

矿体的形态、矿石的赋存状态、围岩的力学性质等地质因素直接影响到采矿过程中的矿石回采率。①矿体形态与规模: 矿体形态复杂、不规则, 就会导致采矿过程中矿石损失较大, 回采率较低。②岩石力学性质: 硬度较大的围岩有利于矿柱的稳定, 可以减少矿柱的保留, 从而提高回采率。反之, 较软的围岩容易发生塌陷或变形, 需要保留更多矿柱以维持稳定性, 从而降低回采率。③地质构造: 断层、褶皱等地质构造对矿体的完整性有较大影响。例如, 某铜矿矿体由于存在多条断层, 使得矿体破碎严重, 导致回采率降低了5%以上。

1.2.2 开采工艺与方法

选择合适的开采方法可以最大限度地减少矿石损失, 提高资源利用效率。传统的房柱法由于需要保留大量矿柱, 回采率较低; 而分段崩落法、无间柱采矿法等先进方法则可以提高回采率。例如, 在某铅锌矿中, 采用分段崩落法后, 回采率从原来的65%提高到了85%。现代采矿工艺注重精确定位、精准爆破和高效运输, 以减少矿石损失和浪费。通过采用三维激光扫描技术, 可以精确确定矿体边界, 优化爆破设计, 提高矿石回采率。采用先进的爆破技术, 如

控制爆破、微差爆破等,可以减少矿石的过度破碎,降低矿石的损失率,从而提高回采率。在某金矿中,通过优化爆破设计,使得矿石损失率降低了10%,回采率提高了约8%。

1.2.3 矿山设计与规划

合理的井巷布置可以减少运输距离,降低矿石的运输损失,从而提高回采率。合理的采场设计可以最大限度地减少矿石残留,避免不必要的矿柱保留。自下而上的开采顺序可以减少矿石的损失,提高资源的利用率。

1.2.4 设备与技术水平

现代化的设备与先进技术的应用能提高矿石的回采率。采用现代化的采矿设备,如智能挖掘机、自动化钻机,可以提高采矿的精度和效率,减少矿石损失。在某大型铁矿的开采中,引入高效采矿设备后,回采率提高了约10%。自动化采矿系统和智能化监测设备的应用,可以实时监控采矿过程,优化采矿操作,提高回采率^[1]。采用高效破碎设备可以将矿石破碎到适合的粒度,减少矿石损失;而高效运输设备则可以降低矿石的运输损耗,从而提高回采率。

2 提高回采率的技术措施

2.1 自下而上的开采顺序

原理与优势,自下而上的开采顺序的基本原理是先从矿体的底部开始开采,然后逐步向上推进,有助于在矿体底部形成稳定的支撑结构,从而减小采空区的地压对上部矿体的影响。采用自下而上的开采顺序能够降低矿柱的保留量,减少矿石的损失,还可以减少采空区的规模,降低顶板坍塌的风险,进而提高回采率。而且还能更好地控制地压,尤其是在深部开采时,通过从底部向上开采,可以在上部矿体受到较小的地压影响时进行开采,减少矿体破碎和矿石损失的可能性。自下而上的开采顺序适用于矿体较厚、矿柱保留量较大的矿山中,在矿体形态复杂、不规则,或者围岩力学性质较差的矿山中表现尤为出色。在某铜矿的应用中,自下而上的开采顺序使矿石回采率上升了12%,减少了矿柱,提升资源的利用率。在选择开采顺序时,要结合矿山的地质条件、矿体形态等因素综合分析。

2.2 废石或尾砂胶结充填技术

废石或尾砂胶结充填技术的基本原理是利用矿山开采过程中产生的废石或尾砂,配合胶结材料(如水泥、石灰等)进行充填,支撑采空区的顶板和周围岩层,防止坍塌和地压集中,从而减少矿柱的保留量,提高矿石回采率。胶结充填技术能够有效解决采空区的稳定性问题,特别是在较软的围岩或地质条件复杂的矿山应用广泛,能够实现废石和尾砂的资源化利用。胶结充填技术还能够有效减少尾矿库的建设需求,降低尾矿库溃坝等风险,实现经济效益与环境效益的双赢。尽管该技术初期需要购置设备和材料,但最终可以增加矿山的总产量,降低单位矿石的开采成本。

2.3 采矿方法不留顶间柱

传统的采矿方法中,需要保留一定数量的矿柱以支撑采

空区的顶板,保证采矿过程的安全。而无间柱采矿法通过采用胶结充填、人工支撑等技术,取消了传统的顶间柱,使得原本需要保留的矿柱得以开采,从而提高了回采率。该方法适用于矿体形态复杂、顶板稳定性较差的矿山。在实施过程中,需要先对矿体进行详细的勘探和分析,确定矿体的形态、围岩的力学性质等。在此基础上,制定合理的开采方案,确定采矿顺序、充填材料的选择以及充填工艺的设计。无间柱采矿法充填材料的质量、充填过程以及充填后的固化效果都直接影响到采空区的稳定性,从而影响回采率的高低。采用先进的实时地压监测、采空区形变监测等,及时发现采空区的安全隐患,保证采矿过程的安全和提高回采率。

3 新工艺与新设备的应用

3.1 高效采矿设备的应用

3.1.1 自动化与智能化设备

在地下矿山中,自动化与智能化设备的应用极大地提升了采矿效率,并有效提高了矿山的回采率。自动化设备,如无人驾驶矿车、自动钻机和远程控制挖掘机,能够在复杂的地下环境中执行高精度操作,从而减少了矿石的损失。自动钻机通过智能化控制系统,可根据矿体的形态和围岩条件,实时调整钻孔角度和深度,减少了矿石的损失,提高了矿山的回采率。

3.1.2 高效破碎与运输设备

在鞍钢集团齐大山铁矿引入新型高效破碎设备和优化运输系统后,矿山回采率提高了约6%。新型破碎设备采用了多段破碎技术和高压辊磨技术,与传统设备相比,破碎效率提升了约32%。在齐大山铁矿的实际应用中,新设备将平均破碎时间缩短了约22%,年处理量增加了近20万吨。同时,节能技术的应用使得每吨矿石的破碎能耗降低了15%,显著节省了能源成本。在矿石运输方面,齐大山铁矿通过优化运输路径和改进运输系统,有效减少了矿石在长距离运输过程中的二次破碎和损失。经过一年运行,矿石损失率降低了约9%,运输过程中的能耗减少了10%,显著提升了矿山的经济效益。此外,新型设备的应用还使得温室气体排放量减少了约13%,进一步增强了环保效益。

3.2 新工艺的开发与应用

传统的爆破开采方法虽然能够快速采矿,但会造成大量矿石的破碎和损失。无爆破开采技术利用高压水射流或冷切割技术,能够在不破坏矿石完整性的情况下进行开采,从而减少矿石的损失,提升回采率。智能化地质勘探技术也在不断发展,利用地质雷达、三维地震探测等先进勘探手段,矿山能够更加准确地了解矿体的形态和地质结构,从而制定更加合理的开采方案,避免矿石的无效开采和损失。

在矿山开采过程中,采用太阳能和风能等可再生能源为矿山设备供电,不仅减少了化石能源的使用,还降低了矿山的碳排放,符合国家的环保政策,还为矿山企业带来了可观的经济效益。新型的尾矿干排技术通过将尾矿中的

水分尽可能去除,使尾矿以干燥状态排放,减少了尾矿库溃坝的风险,并降低了对周边环境的污染。

3.3 先进监测与控制技术

先进的监测与控制技术在现代矿山中发挥着越来越重要的作用,通过实时监测和数据分析,矿山企业能够更加准确地掌握矿体的动态变化,从而提高矿山的回采率。实时监测技术包括地压监测、巷道变形监测、采空区稳定性监测等,这些技术能够提供矿山内部的实时数据,帮助矿山管理者及时发现问题并采取应对措施^[2]。通过对实时监测数据的分析,矿山管理者能够预测采矿过程中的潜在风险,并提前制定应对措施,从而减少矿石的损失。先进的安全控制技术与风险管理措施,能够有效降低采矿过程中的安全风险,并提高矿山的回采率。应用智能化的矿山安全监控系统,矿山企业能够实时监测矿区的安全状况,及时发现并处理潜在的安全隐患,从而减少矿石的损失,提高资源利用效率。某铜矿通过引入智能化安全监控系统,实时监测矿区的瓦斯浓度、地压变化等关键参数,并通过智能算法进行风险评估,减少了采矿过程中的事故发生率,提高了矿石的开采精度和回采率。

4 不同类型矿山的回采率提升策略

4.1 有色金属矿山

有色金属矿山在全球矿业中占有重要地位,其回采率的提升不仅关乎资源的充分利用,也直接影响矿山的经济效益和环境保护。对于有色金属矿山,回采率的提升策略主要集中在优化采矿工艺和引入先进设备上。针对有色金属矿山,采用自下而上的开采顺序可以有效减少矿柱的保留量,在铜矿、铅锌矿等矿山中的应用已得到验证,能够大幅度提高矿体的利用率。在采矿设备方面,引入高效的智能化采矿设备也起到了重要作用。智能化设备能够精确控制采矿过程,减少矿石的损失。此外,胶结充填技术在有色金属矿山中的应用也得到广泛认可。

4.2 铁矿

铁矿的开采在全球矿业中占据主导地位,提升其回采率对国家资源战略具有重要意义。铁矿的回采率提升策略通常包括优化采矿工艺、引入先进设备和改进矿山设计等多个方面。通过采用大直径深孔爆破技术,可以最大限度地减少矿柱的保留,提升矿体的回采率。某无人驾驶矿车和智能钻机应用不仅提高了采矿效率,还减少了矿石损失。某大型铁矿通过自动化设备的应用,矿石回采率提升了15个百分点,生产效率也得到了显著提高。通过精确的地质勘探和矿体建模,矿山可以制定更加合理的开采方案,避免矿石的无效损失。例如,某铁矿在采用先进的三维建模技术后,矿体的利用率得到了大幅提升,回采率提高了近10个百分点。

4.3 稀有金属矿山

稀有金属矿山的开采技术与普通金属矿山有所不同,通常需要更加精细的开采方法。例如,在包头白云鄂博稀土矿山,采用了无爆破开采技术,包头白云鄂博稀土矿的

回采率从60%提升至75%,矿石损失率降低了约20%,每年多回收的稀土矿石达到了数万吨,极大提高了资源利用率^[3]。包头白云鄂博稀土矿山还应用了环保型采矿工艺和先进的废弃物处理技术,不仅减少了对环境的破坏,还有效提高了矿石的利用率。矿山废弃物中稀土元素的二次回收率提高了10%,进一步增加了资源回收的效益。包头白云鄂博稀土矿山采用了自下而上的开采顺序,通过减少矿柱保留,最大限度地提高了矿石的回采率。与传统的自上而下开采相比,这种优化的顺序使得矿山整体回采率提高了近10个百分点,确保了矿产资源的充分利用。与传统工艺相比,包头白云鄂博稀土矿山的新技术应用不仅在提升回采率和资源利用效率方面表现突出,还显著减少了环境影响,充分展示了先进技术在稀有金属矿山中的广泛应用前景和显著优势。

4.4 其他类型矿山的通用策略

除了有色金属矿山、铁矿和稀有金属矿山外,还有许多其他类型的矿山,如煤矿、金矿和非金属矿山等。首先,优化采矿工艺是提高各种矿山回采率的基础。无间柱采矿法、深孔爆破技术、胶结充填技术等工艺已经在不同类型的矿山中得到广泛应用,不仅可以提高矿石的回采率,还能够减少矿山对环境的影响。其次,先进设备的引入是提升矿山回采率的重要手段。智能化、自动化设备在各种矿山中的应用,数据分析和实时监测技术的应用也使得矿山管理更加科学,进一步提升了回采率。最后,矿山设计和规划的优化也是提高回采率的关键因素。通过精确的地质勘探、合理的矿体建模以及科学的开采顺序设计,矿山可以在开采过程中最大限度地减少矿石的损失,提升回采率。总之,不同类型矿山在提升回采率的过程中,虽然面临着各自的挑战,但通过优化工艺、引入先进设备和合理设计等通用策略,均能取得显著的效果。

5 结束语

地下矿山回采率的提升不仅关乎矿山企业的经济效益,也直接影响环境保护和资源的可持续利用。未来,随着技术的不断进步,地下矿山回采率的提升将迎来更广阔的前景,矿山企业需持续关注技术创新,优化采矿工艺,合理规划矿山设计,以实现资源利用最大化和环境影响最小化的目标,从而推动矿业的可持续发展。

【参考文献】

- [1]李旭东. 残矿安全高效回采与空区治理协同技术方案研究[D]. 内蒙古: 内蒙古科技大学, 2023.
 - [2]黄原斌. 煤矿回采工艺数值模拟研究与应用[J]. 山西化工, 2023, 43(9): 152-153.
 - [3]刘旭东. 金属矿山降低矿石损失和贫化提高回采率的探讨[J]. 世界有色金属, 2024(10): 229-231.
- 作者简介: 郝小松(1993.7—),男,河北保定人,汉族,学士学位,中级工程师,就职于河北中安筑业设计集团有限公司,从事采矿工程设计相关工作。

GPS-RTK 测量技术在工程测量中的应用

高 斌

巴音郭楞蒙古自治州水利水电勘测设计有限责任公司, 新疆 库尔勒 841000

[摘要] 工程测量是建筑建设的基础过程, 测量是否全面、结果是否精准, 直接影响工程后期建设进度、质量, 影响施工单位经济效益, 故而应给予工程测量工作高度重视, 不断完善具体实践流程、操作方法等。文章就将工程测量作为主要的研究内容, 分析 GPS-RTK 技术的应用, 提出几点应用建议, 旨在为增强相关技术在工程测量过程中的运用效果提供依据。

[关键词] GPS-RTK 测量技术; 工程测量; 技术应用

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14802

中图分类号: P22

文献标识码: A

Application of GPS-RTK Measurement Technology in Engineering Surveying

GAO Bin

Bayingol Mongolia Autonomous Prefecture Water Resources and Hydropower Survey and Design Co., Ltd., Korla, Xinjiang, 841000, China

Abstract: Engineering surveying is the fundamental process of building construction. Whether the surveying is comprehensive and the results are accurate directly affects the construction progress and quality in the later stage of the project, and affects the economic benefits of the construction unit. Therefore, engineering surveying work should be highly valued, and specific practical processes and operating methods should be continuously improved. The article takes engineering surveying as the main research content, analyzes the application of GPS-RTK technology, and puts forward several application suggestions, so as to provide a basis for enhancing the application effect of related technologies in the engineering surveying process.

Keywords: GPS-RTK measurement technology; engineering surveying; technical application

引言

随着现代工程建设的持续推进, 对于测量精度、效率以及作业环境的要求不断提高, 传统测量技术已难以满足对快速、高精度测量的需求。在此背景下, GPS-RTK (实时动态定位) 测量技术作为一种高效且精准的测量方法, 已逐渐成为工程测量中的关键工具。结合卫星定位系统与地面差分站点, GPS-RTK 技术能够提供高精度的实时定位, 从而为各种工程项目提供可靠的基础数据支持。这项技术不仅显著提升了测量作业的效率, 还有效减少了人为误差, 提高了测量结果的精确度。尤其是在复杂地形、恶劣环境或大规模工程项目中, GPS-RTK 技术展现了其独特的优势。被广泛应用于控制测量、断面测量、碎部测量等多个领域的 GPS-RTK 技术, 不仅优化了工作流程, 也为工程建设提供了更加科学和准确的测量数据。随着技术的不断进步, GPS-RTK 技术的应用领域将不断扩展, 推动测量行业向智能化、自动化方向发展。本文将深入分析 GPS-RTK 技术在工程测量中的应用优势、具体实践及提升其应用效果的措施, 为相关领域的研究与实践提供有价值的参考。

1 GPS-RTK 技术在工程测绘中的应用优势

1.1 作业要求低

GPS-RTK 技术因其对作业环境要求较低而广受欢迎。与传统测绘技术相比, 复杂的前期准备或广泛的场地布设,

该技术无需。通过借助全球导航卫星系统 (GNSS) 提供的实时动态定位服务, 即使在地形复杂、植被覆盖丰富或城市建筑密集的环境中, 数据采集也能高效进行。作业过程中, 仅需配置基准站和移动站设备, 操作简便, 基础设施对施工现场的依赖程度较低, 从而避免了传统测绘对测量点精确布设的高要求以及较高的人工投入。因此, 不仅适用于传统的测量场景, 偏远、复杂或环境受限的区域也能灵活应用该技术, 极大提升了工程测量的效率与适用范围。

1.2 定位精度高

GPS-RTK 技术凭借其卓越的定位精度, 已成为工程测绘中的关键工具。这一高精度的实现, 得益于实时动态差分定位原理的应用, 能够有效消除诸如大气延迟、卫星轨道误差及接收机噪声等各类误差源。在作业过程中, 差分改正信息通过基准站实时传输至移动站, 不论是通过无线电还是网络, 从而实现厘米级甚至更高精度的定位。这种精度优势在要求精细化测量的场景中尤为显著, 尤其是控制点布设、结构物变形监测及高等级道路勘测等, 它能够满足严格的测绘精度标准。相比传统静态测量方式, GPS-RTK 技术不仅提升了测量精度, 还大幅度缩短了数据采集与处理时间, 减少了误差积累所带来的数据偏差, 从而确保了测量结果的可靠性, 为工程设计与施工提供了精确的空间数据支持。

1.3 自动化程度高

凭借其高度自动化的作业模式，GPS-RTK 技术在工程测绘中展现了显著的优势。先进的卫星导航、无线通信及数据处理技术的融合，使得基准站与移动站之间能够实现实时数据的自动传输及差分改正信息的自动解算。在测量过程中，用户仅需进行简便的参数设置，便可让设备自动完成数据采集、处理与输出，免去繁琐的手动操作。尤其在复杂地形或大范围测绘任务中，GPS-RTK 技术通过自动化的路径规划、数据修正及结果生成，不仅大幅提升了作业效率，也有效减少了人为干预可能导致的误差^[1]。此外，智能化的数据记录与管理功能得以支持，使得后续的分析与应用变得更加便捷，从而全面满足了现代工程对测量精度、效率及数据可靠性的高要求。

1.4 作业效率高

GPS-RTK 技术在工程测绘中的作业效率优势，显著体现在测量时间的缩短与数据采集速度的提升上。与传统测量方法相比，使用该技术无需大量设置标定点或进行反复的基站定位调整，操作人员仅需携带轻便设备即可完成现场测量。通过实时差分技术，GPS-RTK 系统不仅在采集数据的同时进行精确定位，还自动修正误差，避免了传统方法中繁琐的数据后处理步骤。在大规模地形勘测、城市基础设施定位以及道路与桥梁等工程项目中，GPS-RTK 技术能够实现连续作业，从而极大提高了工作效率，缩短了测绘周期。此外，该技术还支持多人协同作业，确保各测量点的数据能够实时同步，进一步提升了现场作业的速度与协调性，确保了工程项目能够按计划顺利推进。

2 GPS-RTK 技术在具体工程测量当中的应用

2.1 在控制测量中的应用

在控制测量中，GPS-RTK 技术的应用显著提升了测量的精度与效率，已成为现代工程测量中不可缺少的关键技术。作为工程测量的基础，控制测量主要通过设置控制点或基准点，为后续施工与其他测量工作提供精确的坐标数据。传统的控制测量通常依赖全站仪或水准仪等设备，测量人员需通过多次测量与人工设置基站来完成工作，过程中容易受到环境因素、操作人员技术水平以及设备精度的影响，进而导致测量结果的误差积累。相比之下，GPS-RTK 技术通过接收卫星信号并结合实时差分技术，能够在任何地点实现高精度的实时定位，从而保证了控制测量的精度与快速实施。通过使用 RTK 技术，多个标定点的设置无需再进行，数据交换通过移动基站与流动站之间的实时传输来完成，精确坐标数据得以实时获得，显著减少了人为误差，并缩短了测量周期。实时监控的支持由 GPS-RTK 技术提供，能够及时发现并修正测量过程中可能出现的误差，从而提高了测量结果的可靠性。在复杂地形下，如山区、河流或建筑密集的城市区域，传统测量方法往往受到视距、地形等因素的限制，精度与效率难以得到保障，而 GPS-RTK 技术则能够克服这些局限，利用卫星信号实现全

覆盖定位，确保在各种环境中都能高效开展控制测量工作，保障了测量数据的精准性。实际应用中，GPS-RTK 技术还具备高效的数据存储与传输功能，能够实时将数据上传至后台，便于后期分析与应用，避免了传统方法中繁琐的数据处理环节，显著提高了工作效率。此外，GPS-RTK 系统具备较强的抗干扰能力，能够在复杂的电磁环境下稳定工作，确保了测量结果的准确性与稳定性。

2.2 断面测量中的应用

在断面测量中，GPS-RTK 技术的应用展现了显著优势，特别是在提高测量精度、缩短工作时间及简化操作流程方面。断面测量通常用于获取沿设计线的地形特征或剖面坐标数据，广泛应用于道路、桥梁、水利和铁路等工程的设计与施工阶段。传统的断面测量方法依赖于全站仪、经纬仪或水准仪等设备，测量人员需逐点定向、校准，并耗费大量时间进行数据采集与整理。然而，利用 GPS-RTK 技术，测量人员能够通过便携的 RTK 接收设备，实时接收卫星信号并进行差分定位，从而直接获得高精度的断面数据，极大地提高了测量的效率与精度。繁琐的设站与测量调整过程，传统方法中的这些步骤被避免，操作变得更加自动化，从而减少了人为误差的产生。此外，凭借实时数据处理功能，测量人员可以即时查看测量结果，在现场及时发现问题并进行调整，有效减少了数据偏差。尤其在复杂地形下，如山区、河道等不规则地形，传统方法往往因视距受限而难以快速且精准地完成测量^[2]。然而，GPS-RTK 技术能够灵活应对各种地形，通过卫星信号提供连续且高精度的坐标信息，确保了断面测量的准确性。此外，GPS-RTK 技术还具备强大的数据存储与处理能力，能够迅速将现场采集的数据传输至后台系统，进行实时处理和分析，显著缩短了测量周期，从而为后续工程设计与施工提供即时的参考数据。

2.3 碎部测量中的应用

在碎部测量中，GPS-RTK 技术的应用显著提升了测量精度、作业效率及操作便捷性。碎部测量通常用于获取工程项目中的细节数据，如建筑物基准点、管道埋设位置、桥梁构件以及路面纵横断面等。这些数据分布在不同的空间位置，且测量要求高精度与高效率，尤其在复杂地形条件下，传统测量方法常面临精度不足及效率低下等问题。借助实时差分技术，GPS-RTK 能够提供厘米级的高精度定位，显著优化了碎部测量的工作流程。在作业中，目标点的快速定位，测量人员可通过便携设备直接进行，无需繁琐的标定点或基站设置，从而大大提高了现场测量效率。此外，实时数据传输与差分修正，RTK 技术支持，能够及时修正因环境或设备原因造成的误差，确保了测量结果的准确性与高精度。尤其在复杂施工环境中，如城市建筑、山区道路及水利设施等，适应多种地形，GPS-RTK 技术能够克服传统方法因地形限制而带来的困难与误差积累。与此同时，自动化与智能化功能，GPS-RTK 技术的，使得测

量人员能够将精力集中在数据采集与分析上,减少了人工校准与调整的需求,降低了人为误差,提高了数据的可靠性。通过实时显示测量结果,潜在问题能够及时被发现并纠正,进一步提升了工作效率。在应用过程中,其他测量设备与系统, GPS-RTK 技术还可以进行集成,从而扩展其应用范围并增强协同作业能力^[3]。在工程项目中,特别是复杂或大型项目,碎部测量的高精度要求对施工的准确性至关重要, GPS-RTK 技术有效解决了传统方法在精度与时间方面的局限,为工程顺利推进提供了坚实的技术支持。

3 提高测量工程中 GPS-RTK 应用有效性的措施

3.1 强化测量技术水平

要提高 GPS-RTK 技术在测量工程中的应用效果,必须加强测量技术水平。随着工程项目对测量精度与效率要求的不断提高,技术人员的专业素质和操作能力愈发重要。在 GPS-RTK 技术的应用过程中,技术人员不仅需要掌握 GPS 原理和 RTK 差分技术,还应熟练操作各种测量设备,能够应对不同测量环境下的操作要求及常见故障的处理方法。通过定期开展技术培训和专业技能提升,能够帮助测量人员深入理解 GPS-RTK 设备的工作原理、系统构成及其测量特点,确保仪器的熟练操作和数据处理技巧的掌握。针对不同的地理环境和测量任务,操作策略应灵活调整,尤其是在复杂地形或受限环境下,以确保数据的高精度。此外,加强团队合作同样是提升技术水平的重要途径。通过跨部门的协作与经验分享,问题能够快速识别并有效解决,从而形成互补优势,整体工作效率得到提升。

3.2 建立健全管理机制

为了提升 GPS-RTK 技术在测量工程中的应用效果,建立健全的管理机制是至关重要的。一个有效的管理机制不仅能够保障测量工作的规范化操作,还能显著提高工作效率与技术水平。在实践中,测量项目的目标与要求应明确界定,且根据这些要求,详细的操作流程与标准应当制定。这些流程应覆盖从设备采购到现场操作、数据处理及结果分析等各个环节,以确保每一项工作都能按照既定标准进行,从而避免误差积累与重复劳动。项目管理团队还应定期对技术人员操作水平进行评估,确保每位工作人员具备必要的专业知识与技能,能够熟练操作设备并应对各种测量环境。同时,严格的质量控制体系应设置在管理制度中,对测量结果进行全面审核与复核,确保数据的准确性与可靠性。在管理层面,协调与沟通机制同样至关重要^[4]。各相关部门之间应保持畅通的信息流动,合理调配资源,以避免因管理不到位而影响测量进度或引发数据误差。此外,管理机制中应包含应急预案与风险管理措施,潜在风险应提前评估并制定应对策略,以确保在突发情况发生时能够迅速应对。

3.3 设备管理

设备管理在提高 GPS-RTK 技术应用的有效性中扮演

着关键角色。测量结果的准确性与可靠性直接受设备的精度与稳定性的影响,因此,设备管理必须进行精细化与规范化操作。在设备采购方面,应选择能够满足工程需求的高精度、高性能 GPS-RTK 设备,确保其具备良好的抗干扰能力与适应性,以便在复杂环境下能够保持稳定运行。采购后,设备台账的建立显得尤为重要,设备的型号、规格、使用日期及维护历史应当详细记录,为后续管理与维护提供充分的数据支持。定期检查与维护是设备管理的重要内容,专门的技术人员应负责对设备进行定期检查与校准,以确保设备持续保持高精度与稳定性。特别是在设备长时间使用后,硬件性能可能会出现衰退或磨损,因此,及时进行检修与更新能够有效避免因设备故障导致的测量误差。此外,设备的天线部分尤其需要定期清洁,以避免灰尘或杂物干扰信号接收,从而影响信号的强度与准确性。在现场操作时,操作人员应严格遵循操作规程,防止因操作不当导致设备损坏或测量结果偏差。每次使用后,设备应进行数据备份与归档,确保数据安全,并对设备进行适当清洁与保养,以保证设备在下次使用时能够发挥最佳性能。同时,应建立应急维修机制,以确保设备故障时能够迅速修复,最大限度地减少因设备问题导致的工作停滞或项目延误。

4 结语

GPS-RTK 测量技术凭借其高精度、高效率及强大的自动化优势,已成为现代工程测量领域的核心工具。控制测量、断面测量及碎部测量等多个方面中,其广泛应用不仅显著提高了测量数据的准确性,还大幅提升了工作效率,缩短了工程周期。随着技术的不断进步与设备的更新换代, GPS-RTK 技术在复杂环境下的适应性和稳定性得到了进一步增强,这为测量行业的创新发展提供了强大动力。尽管如此, GPS-RTK 技术优势的充分发挥关键在于加强技术人员的专业培训、优化设备管理及建立完善的管理机制。随着数字化与智能化技术的持续发展, GPS-RTK 技术将在未来的工程领域中扮演更为重要的角色,推动工程测量向更高精度、更高效率的目标迈进。

[参考文献]

- [1] 李亚宏,王永威,马怀玉. GPS 测量在工程测量中的应用与发展[J]. 建筑技术, 2023, 54(24): 3020-3022.
 - [2] 韩宝明. 基于 GPS-RTK 技术的野外测绘测量分析[J]. 中国战略新兴产业, 2022(35): 57-59.
 - [3] 赵国政. GPS-RTK 技术在工程测量中的应用[J]. 信息记录材料, 2022, 23(2): 92-94.
 - [4] 李壮. 工程测量中 GPS-RTK 技术的应用[J]. 智能城市, 2020, 6(18): 60-61.
- 作者简介: 高斌(1982.1—), 毕业院校: 新疆大学, 所学专业: 测绘工程, 当前就职单位名称: 巴音郭楞蒙古自治州水利水电勘测设计有限责任公司。

基建工程设计管理难点及策略分析

李诗霖

德州市妇幼保健院, 山东 德州 253000

[摘要]在建筑项目的实施过程中, 基建工程设计管理发挥着不可或缺的作用, 涉及从总体规划到施工图纸的审核、设计方案的执行以及修改等多个环节。设计管理的质量, 直接影响到项目的进度、成本控制及工程质量。高效的设计管理能够确保项目如期交付, 并在实施过程中有效控制成本、提高工作效率, 从而最大化工程效益。然而, 随着基建工程项目规模不断扩大, 项目的复杂性日益加剧, 设计管理所面临的挑战也越来越严重。设计需求的不稳定、设计方案的频繁变更及预算估算的偏差等问题, 经常导致项目的进展受阻, 甚至造成时间与资源的浪费。因此, 如何提高基建工程设计管理的效率与精准性, 已成为当前建筑行业急需解决的关键问题。

[关键词]基建工程; 设计管理; 难点; 策略分析; 建设需求; 投资估算

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14807

中图分类号: TU712

文献标识码: A

Analysis of Difficulties and Strategies in Infrastructure Engineering Design Management

LI Shilin

Maternal & Child Care Center of Dezhou, Dezhou, Shandong, 253000, China

Abstract: In the implementation process of construction projects, infrastructure engineering design management plays an indispensable role, involving multiple links such as overall planning, review of construction drawings, execution and modification of design schemes. The quality of design management directly affects the progress, cost control, and engineering quality of the project. Efficient design management can ensure timely delivery of projects and effectively control costs and improve work efficiency during implementation, thereby maximizing engineering benefits. However, with the continuous expansion of infrastructure projects and the increasing complexity of projects, the challenges faced by design management are becoming more and more serious. The instability of design requirements, frequent changes in design schemes, and deviations in budget estimates often hinder the progress of projects and even result in waste of time and resources. Therefore, how to improve the efficiency and accuracy of infrastructure project design management has become a key issue that urgently needs to be addressed in the current construction industry.

Keywords: infrastructure engineering; design management; difficulties; strategic analysis; construction demand; investment estimation

引言

随着我国经济的快速发展, 基建工程作为社会经济发展的重要基础设施, 其作用日益凸显。从交通到能源, 再到城市建设, 各类基建项目的规模不断扩大, 工程的复杂性也随之增加, 管理难度不断上升。然而, 基建工程设计管理面临的挑战却也愈加严峻。设计需求的不明确、设计修改的频繁、投资预算的误差等问题, 在实际工程中时常发生, 直接影响了项目的进度与质量, 甚至可能导致成本超支。传统的设计管理模式, 在面对日益复杂的项目时, 已经暴露出其不足之处。原有管理手段已经无法满足现代基建项目对高效、精确的要求。为此, 必须对设计管理进行改革, 探索更加科学与系统的管理方法。除了采用先进的技术手段之外, 管理理念的转型同样至关重要。如何在项目管理中实施科学、规范的设计管理, 解决现有难题, 已成为建筑行业的关键课题。

1 建筑工程设计管理概述

建筑工程设计管理涉及整个项目的需求和技术要求, 旨在全过程中制定、控制设计方案, 修改设计图纸, 并管

理施工图设计。项目的规划、设计阶段的组织协调、设计文件的审核与修改, 以及施工阶段设计变更的管理, 都是设计管理的重要环节, 确保项目能够按时、按质、按预算顺利推进。设计管理从项目立项开始, 贯穿了从初步设计到施工图设计, 再到施工过程中设计变更的各个环节。它的主要目标是确保设计质量, 减少不必要的修改, 避免施工阶段频繁的设计变更, 从而提升项目整体效益。通过对设计进度、成本与质量的严格控制, 设计管理确保了设计文件能够符合施工要求、技术标准以及预算限制。在设计阶段, 设计计划通常是根据项目的具体需求与标准制定的, 并在此过程中与各专业团队进行协调, 以确保设计目标明确且符合实际要求。设计管理者的组织协调至关重要, 决定着设计是否能够按时完成, 顺利进入施工阶段, 同时避免因设计问题导致的工期延误或预算超支。设计图纸的审核与修改是设计管理中的核心内容^[1]。在施工图设计阶段, 初步设计方案会被转化为施工图纸, 但往往需要做出调整。设计管理者在此过程中必须严格控制设计变更, 确保变更的合理性与必要性, 避免过多的修改影响施工进度和预算。

施工过程中,由于现场条件的变化或新技术的需求,设计图纸可能需要进行调整。在这一阶段,设计管理者必须确保设计变更符合规范,及时调整设计方案,确保施工按计划顺利进行,并且达到预期的质量标准。总之,建筑工程设计管理贯穿整个项目过程,其作用在于通过有效的组织协调与严格控制,确保设计成果能够满足施工需求,为工程的顺利实施提供有力保障。

2 建筑工程设计管理的重要性

建筑工程设计管理在项目实施过程中占据了至关重要的地位,涉及从项目启动到设计优化、施工过程中进度与成本管理等多个环节。项目的成本控制、进度安排以及最终交付质量,均受到设计管理水平的直接影响。良好的设计管理能够确保项目按期按预算完成,同时有效地防止由于设计变更所带来的额外费用与工期延误。通过精确的设计规划与严格的监控,设计管理不仅确保了设计方案满足时间与预算的要求,而且能够最大限度地减少设计变更可能带来的不利影响。在设计管理过程中,通过前期充分的需求调研与评估,能够减少设计阶段频繁的修改,从而保持设计方案的稳定性与可行性,进而降低设计变更带来的负面影响。在提高工程质量与施工效率方面,设计管理同样至关重要。确保设计方案符合实际施工需求,能够避免设计缺陷引起的返工与资源浪费,进而提升施工的效率与质量。施工阶段的设计管理通过对施工现场的监督,确保设计图纸的准确执行,最大程度地减少偏差,保证项目的顺利进行。在涉及多个专业团队的建筑项目中,设计管理加强了各部门之间的协调与沟通,确保了设计方案的整体性与可行性。在此过程中,设计管理还承担着识别与规避潜在风险的责任。在设计阶段,设计人员通过提前识别可能的风险,进行合理的设计调整,从而降低施工过程中可能遇到的难题。随着绿色建筑理念的普及,设计管理的职责也不再局限于传统的技术性要求,它还需要确保设计方案符合环境保护与可持续发展的相关标准。设计管理通过确保项目符合环保及绿色建筑的相关要求,提升了项目的可持续性,满足了现代建筑行业对环保的日益严格要求。

3 基建工程设计管理难点

3.1 建设需求难点

初期的建设需求通常不明确,或会随着项目进展发生重大变动,这给设计管理带来不小的挑战。设计目标的模糊导致了后续设计的不稳定,直接影响了项目的可行性与实施。需求频繁变化使得设计不得不做出不断调整,这不仅拖延了进度,还可能增加预算超支的风险。特别是在项目初期,当需求尚未被充分明确时,设计的频繁修改无疑增加了项目的不确定性,并可能对整体进展产生不利影响。

3.2 投资估算难点

投资估算是设计管理中的关键环节,但由于基建项目的复杂性与不确定性,投资的准确估算变得极为困难。在

项目的前期阶段,由于设计方案尚未最终确定,投资预算也因此受到较大影响。设计方案的修改与调整,或现场条件的变化,都会直接影响预算的执行,导致资金安排的失衡,进而增加了项目的投资风险。预算的偏差不仅妨碍了资金的合理流动,也可能对项目的正常推进构成威胁,甚至影响工程的整体质量与完成时间。

3.3 施工图设计阶段修改图纸难点

施工图设计阶段的频繁修改是设计管理中最常见的难点之一。由于前期设计不充分或建设需求发生变化,施工图纸在实施过程中不可避免地需要进行调整。图纸修改的重复发生不仅消耗了大量时间与资源,也增加了设计和施工双方的工作负担^[2]。每次修改都需要重新审查与批准,进一步加重了设计工作的复杂度。随着修改次数的增多,图纸与实际施工之间的差距逐渐扩大,导致施工质量与进度受到不利影响。频繁的图纸修改,使得设计与施工之间的协调变得更加困难,施工人员对图纸的理解也可能产生偏差,从而影响整个工程的顺利推进。

3.4 施工阶段设计管理难点

在施工阶段,设计管理的难点主要体现在设计变更与施工图实施的过程中。施工图纸与现场实际情况之间的差异,经常导致设计的频繁变更。随着项目的推进,现场条件的变化或新的技术需求的出现,使得设计方案难以保持稳定,必须进行不断调整。设计变更未能及时落实,往往会造成施工进度滞后,甚至影响施工质量。设计管理人员需要在协调和控制方面发挥重要作用,然而,由于设计与施工的衔接问题,往往难以顺畅进行,进而影响到项目的整体质量与工期。

3.5 设计管理人员培养难点

当前的培训机制普遍存在不足,未能充分提升管理人员的综合能力,尤其是在面对复杂项目时,管理人员往往显得力不从心。尽管许多管理人员具备一定的设计理论基础,但在实际项目管理中,缺乏应对突发问题的经验与技能。现有的培训体系未能有效加强管理人员在跨专业协调、项目统筹等方面的能力,这使得他们在面对日益复杂的设计任务时,往往无法高效解决问题,进而影响了整个项目的管理效果与实施质量。

4 加强基建工程设计管理的策略

基建工程设计管理在项目的实施过程中发挥着至关重要的作用,它直接决定了项目的成本控制、进度推进以及质量保障。面对设计管理中的种种挑战,必须采取有效的策略,以确保设计工作能够顺利进行,项目能够高效、优质地完成。

4.1 细化建设需求

建设需求若不明确或经常变动,将直接影响设计方案的稳定性与可行性,进而引发项目进度与成本的失控。在项目启动时,组织专业团队进行全面而详细的需求调研与

论证,确保需求的准确性与合理性。需求的细化不仅仅是文字上的表述,更应通过需求管理工具,如需求矩阵、可行性分析等方法,进行科学化、系统化的管理,确保项目各方需求得到充分考虑。此外,在此阶段,与相关利益方的沟通应加强,确保各方对需求的理解一致,避免需求在项目执行过程中出现偏差或频繁变化。需求的不稳定往往会导致设计目标的不明确,进而影响到设计工作。因此,需求稳定性必须得到保障,为后续设计的顺利推进提供明确的方向与支持。

4.2 重视前期方案设计

前期方案设计直接决定了项目的整体框架与实施路径,对项目后续设计工作的顺利开展具有深远的影响。在这一阶段,必须科学规划,进行多角度、多维度的需求分析,确保设计方案不仅满足技术要求,还符合实际施工的可操作性。在前期方案设计中,所有相关专业团队应共同参与,确保设计方案的全面性与可行性。多部门协作与交流,将有助于方案的优化与完善。与此同时,充分考虑项目后期可能面临的施工问题,设计方案应当具备一定的灵活性,能够应对不同施工环境下的变化。通过这种多层次的设计思维,可以大幅降低后期修改设计的风险,避免不必要的时间与成本浪费。此阶段的设计不仅要具备较高的技术性,还需要符合可持续发展、绿色建筑等现代建设理念的要求。因此,前期设计应兼顾项目的经济性、环境性、与社会影响力,确保项目整体设计质量的优化。通过规范的审查与论证,前期方案设计能够为整个项目的实施奠定坚实基础,最大程度减少后期变更所带来的影响。

4.3 避免施工图设计阶段修改图纸

施工图设计阶段是基建工程设计管理中的重要环节,施工图的准确性与稳定性对于后续施工进度与质量至关重要。在此阶段,频繁的图纸修改不仅浪费大量资源,还可能导致施工现场的混乱与错误。在设计阶段,设计团队应对方案进行充分的论证与评审,确保所有图纸的准确性与实施可行性。对于可能出现的设计问题,应提前预判,并在设计过程中进行调整与优化,尽量避免到施工阶段才发现问题。通过加强与各方的沟通与协调,可以确保设计的完整性与稳定性,避免图纸在施工阶段出现反复变更。在设计变更不可避免的情况下,必须采取科学的流程管理手段,确保变更内容能够及时传递给施工方,避免因沟通不畅而导致的施工进度延误与质量问题。施工图纸修改的控制,应从源头上进行优化,通过严格的设计管理程序,确保图纸在施工阶段的高效使用。

4.4 规范施工阶段的设计管理

施工阶段,设计与施工之间的衔接可能存在偏差,设计变更的频繁性常常给施工进度与质量带来不小的压力。为了确保设计管理的顺利进行,必须建立科学、规范的设计管理流程,确保设计变更得到有效控制。每一项设计变

更都必须经过充分的论证与审批,确保变更的必要性与合理性。同时,对于每一次设计变更,必须进行详细记录,并及时通知相关施工团队,以保证施工过程中的信息流通不畅^[3]。设计变更必须以最小的影响来调整施工进度,避免因频繁变更导致施工进度延误或施工质量受损。设计人员需与施工人员密切配合,确保施工过程中的每一项工作都能够根据设计图纸的要求精准执行。加强设计与施工的沟通与协作,能够有效降低施工中的误差,提升施工效率与质量。

4.5 提高基建工程设计管理人员的水平

设计管理人员的专业素养与管理能力,直接决定了设计管理的效果与项目的整体执行质量。因此,提升设计管理人员的综合能力,是确保项目顺利推进的基础。在基建工程的管理过程中,设计人员不仅要具备扎实的专业知识,还要具备一定的管理能力,能够协调各方面的资源与力量,确保项目顺利进行。为提升设计管理人员的能力,应通过定期的专业培训与技能提升,增强他们在项目管理、设计方案优化、施工管理等方面的实践经验。通过培训与学习,设计管理人员能够不断跟上行业发展的步伐,掌握新的管理技术与工具,提升解决复杂问题的能力。同时,设计人员的团队协作能力也应加强,管理人员必须能够与各个专业部门、施工团队以及业主之间保持有效的沟通与协调,确保项目的各个环节紧密衔接。除了专业能力的提升,设计管理人员的风险管理能力也是不可忽视的关键因素。在项目实施过程中,设计管理人员应具备前瞻性的思维,能够及时识别潜在风险并采取有效措施进行应对。通过建立完善的风险评估机制,管理人员能够更好地掌控项目的风险因素,避免因突发情况导致项目进度与质量受到影响。

总之,细化建设需求、重视前期方案设计、避免施工图修改、规范施工阶段设计管理以及提高设计管理人员的水平等措施,基建工程的设计管理可以得到有效提升。这些策略不仅能够降低设计管理中的风险,还能提高项目整体的执行效率,确保项目能够按期完成,达到预期的质量标准。在未来的基建项目管理中,持续优化这些策略,将有助于提升设计管理的整体水平,确保项目的高效、高质量实施。

5 结束语

设计管理在基建工程中的重要性不言而喻,其质量直接影响到项目的进度、成本及最终质量的实现。本文通过对基建工程设计管理中主要难点的深入分析,提出了一系列优化策略,包括细化建设需求、加强前期方案设计、避免施工图设计阶段频繁修改、规范施工阶段设计管理以及提升设计管理人员专业能力等。设计管理的优化不仅仅依赖于设计管理人员的个人素质与能力,还需要各相关方的紧密合作与协调。设计管理人员必须提升其决策能力、沟通能力以及问题解决能力,确保设计管理工作能够顺利开

展。此外,各参与方需加强信息的共享与沟通,确保项目各环节的高效协作。只有在各方共同努力的基础上,设计管理的效果才能得到充分发挥,确保项目目标的实现。

[参考文献]

- [1]苏洲,易守春. 偏远地区高速公路加宽改造工程设计研究[J]. 路基工程,2024(3):1-6.
- [2]方玉鹏. 高校基建工程设计与施工阶段的造价控制研究[J]. 中国住宅设施,2021(7):109-110.
- [3]廖志刚,徐辉,张琦,等. 基于信息化平台的小型基建工程设计变更审计管理风险分析研究[J]. 中国管理信息化,2019,22(14):49-50.

作者简介:李诗霖(1997.8—),毕业院校:郑州大学,所学专业:人力资源管理,当前就职单位:德州市妇幼保健院,职务:科员,职称级别:无。

民用建筑结构设计中的耐久性设计与材料选择

高会晓

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 民用建筑结构设计中的耐久性设计通过优化材料选择和结构构造, 有效提高建筑的使用寿命和抗腐蚀能力。在设计过程中, 重点采用高性能材料, 如高强度混凝土、耐腐蚀钢材以及新型复合材料, 以提升结构的抗风化、抗酸碱和抗冻融性能。同时, 结合现代建筑设计方法, 合理进行结构布置与构造设计, 降低材料应力集中, 减少损耗与裂缝生成。这种设计策略不仅提升了建筑的稳定性和安全性, 还大幅降低了维护和修复成本, 为民用建筑的可持续发展提供了可靠保障。

[关键词] 民用建筑; 耐久性设计; 材料选择; 高性能材料

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14801

中图分类号: TU311.2

文献标识码: A

Durability Design and Material Selection in Civil Building Structure Design

GAO Huixiao

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

Abstract: Durability design in civil building structural design effectively improves the service life and corrosion resistance of buildings by optimizing material selection and structural construction. In the design process, high-performance materials such as high-strength concrete, corrosion-resistant steel, and new composite materials are emphasized to enhance the structure's resistance to weathering, acid and alkali, and freeze-thaw resistance. At the same time, combining modern architectural design methods, reasonable structural layout and construction design are carried out to reduce material stress concentration, minimize losses and crack generation. This design strategy not only enhances the stability and safety of the building, but also significantly reduces maintenance and repair costs, providing reliable guarantees for the sustainable development of civil buildings.

Keywords: civil building; durability design; material selection; high performance materials

引言

随着城市化进程的加快, 民用建筑的结构设计面临着日益严峻的耐久性挑战。环境污染、气候变化以及使用频率的增加, 使得建筑在使用寿命内受到更大的腐蚀和损耗威胁。因此, 在建筑结构设计中, 不仅要注重基础承载力, 还需关注其长期耐用性与稳定性。通过科学的材料选择和优化的结构设计策略, 可以有效提升建筑的整体性能, 使其在各种复杂环境中保持稳固与安全。这一设计理念不仅符合可持续发展的要求, 还为未来建筑的安全性和经济性提供了坚实的保障。

1 民用建筑结构耐久性设计的基本原则

民用建筑结构的耐久性设计是确保建筑在其设计寿命内保持安全、稳定和可持续性的关键环节。其基本原则主要包括以下几个方面: 首先, 应充分考虑结构在整个生命周期内可能面临的环境因素, 如气候变化、湿度、温度波动、酸碱性介质等。这些外部条件对建筑材料的侵蚀和劣化有显著影响, 因此在设计时必须综合考虑建筑所处的地理位置、周围环境以及未来的使用条件, 以确保材料能够抵御这些外部因素的长期影响。

其次, 材料的选择至关重要。耐久性设计的核心在于使用高性能的材料, 这些材料必须具备较强的抗风化、抗腐蚀、抗冻融等特性。比如, 高强度混凝土、耐腐蚀钢材

和新型复合材料等是近年来广泛应用于建筑领域的高性能材料, 能够有效提高结构的使用寿命。此外, 材料的选择不仅仅局限于其物理性能, 还需综合考虑其与其他材料的兼容性、施工难易程度以及经济性等因素, 从而达到耐久性和成本之间的平衡。

再次, 合理的结构设计也是确保耐久性的关键。建筑结构的布置应尽量减少应力集中区域, 避免局部过载导致裂缝的产生。良好的结构设计能够有效分散荷载, 减少材料的疲劳与损耗。此外, 设计中应注重防水、防潮措施的加强, 避免因水分渗入引发的腐蚀和劣化, 特别是在地下结构和外墙等关键部位, 更需进行特殊处理。

最后, 定期的维护与保养同样是耐久性设计的重要组成部分。设计时应考虑未来维护的便利性, 为后期的检修和加固留出空间, 减少因维护困难造成的使用风险。通过以上原则的综合应用, 能够大幅提升民用建筑的耐久性, 降低维护成本, 延长使用寿命。

2 耐久性材料在民用建筑中的选择与应用

耐久性材料的选择与应用是民用建筑结构设计至为重要的环节, 它直接影响建筑的使用寿命和维护成本。在民用建筑中, 高性能材料的合理选择和科学应用, 能够有效提升建筑的耐久性与稳定性。首先, 高强度混凝土是建筑行业中最常用的耐久性材料之一。其优越的抗压强度

和抗风化能力使其成为地基、框架和承重结构的理想材料。此外,现代高强度混凝土通过掺入外加剂,如减水剂、硅灰和矿物掺合料,可以进一步增强其抗裂性、抗渗性和耐久性,从而适应各种恶劣的环境条件。

其次,耐腐蚀钢材在民用建筑中的广泛应用,也极大提升了建筑结构的耐久性。传统钢材在潮湿或腐蚀性环境中容易发生氧化和腐蚀,而耐腐蚀钢材通过添加合金元素,如铬、镍、钼等,显著增强了其抗氧化和抗腐蚀能力。这种材料不仅适用于桥梁、高层建筑等需要长时间暴露在外环境中的结构,还能在化工厂房等特殊场合中发挥关键作用。

除了传统的混凝土和钢材,新型复合材料在民用建筑中的应用也日益广泛。纤维增强复合材料(FRP)因其重量轻、强度高、耐腐蚀等优点,被用于加固和修复老旧建筑结构。其良好的耐久性能,使其在应对腐蚀、紫外线辐射和化学侵蚀方面具备出色表现,能够有效延长建筑物的使用寿命。此外,这类材料的施工便捷性和灵活性,也在施工过程中降低了人力和时间成本。

最后,在材料选择过程中,还需综合考虑其经济性与可持续性。尽管高性能材料的初始成本较高,但从长期使用和维护的角度来看,这些材料能够显著降低建筑的维护费用,并减少环境负担。因此,在耐久性设计中,选择合适的耐久性材料,不仅是提升建筑质量的关键,也是实现建筑物全生命周期内经济效益最大化的重要途径。

3 结构设计对建筑耐久性的影响与优化策略

结构设计在民用建筑的耐久性中扮演着至关重要的角色,它不仅影响建筑在正常使用条件下的性能表现,还决定了建筑在极端环境下的稳定性和安全性。科学合理的结构设计可以有效减少建筑材料的应力集中、避免结构疲劳,并提高建筑抵御自然灾害的能力。首先,优化荷载分布是提高结构耐久性的重要手段。在设计过程中,通过合理安排建筑构件的位置和形状,使荷载均匀分布在整个结构体系中,减少局部构件的过度受力和变形。这种均匀荷载分布能够有效防止结构裂缝的形成和扩展,减少材料的疲劳损伤,从而延长建筑的使用寿命。

其次,在结构设计中,节点设计是影响建筑耐久性的关键因素之一。建筑节点是连接不同构件的重要部位,也是应力最集中的区域。在设计时应采用高强度材料对节点进行加固,并合理选择连接方式,以降低节点部位的应力集中和疲劳破坏的风险。例如,采用柔性连接可以使节点在一定范围内变形,从而吸收和分散外部荷载,避免应力集中对结构耐久性的不利影响。

此外,防水防潮设计是影响结构耐久性的另一个关键因素。水分渗透不仅会导致混凝土碳化、钢筋锈蚀,还会加速材料的老化过程。因此,在设计过程中,应特别关注地下结构、屋顶、外墙等易受水分侵蚀部位的防水措施。

采用高性能防水材料、设置排水通道以及优化建筑围护结构,可以有效阻止水分渗入,延缓建筑结构的劣化过程。

考虑到地震、台风等自然灾害对建筑物耐久性的威胁,抗震设计也是不可忽视的环节。在抗震设计中,通过合理的结构布局,如采用对称结构和多道抗侧力体系,可以提高建筑的抗震性能。此外,增加阻尼器、隔震层等新型抗震技术的应用,能够显著降低地震对建筑物的冲击力,从而提高结构的整体稳定性和耐久性。

最后,现代化的建筑信息模型(BIM)技术为结构设计的优化提供了新的可能。BIM技术可以在设计阶段对建筑的耐久性进行模拟分析,识别潜在的结构弱点,并提出改进建议。通过数字化模拟不同荷载、环境条件对结构的影响,设计人员可以更精确地调整建筑构件的布置和材质选择,实现从设计到施工的全流程优化。这种数字化手段不仅提高了设计的准确性,还大幅缩短了设计周期,降低了因设计失误导致的施工和维护成本。

综合以上策略,结构设计不仅是建筑耐久性的基础保障,更是提高建筑安全性和经济效益的重要途径。通过优化荷载分布、节点设计、防水防潮措施、抗震设计以及引入现代化技术手段,可以有效提升建筑的耐久性,使其在各种环境下保持长期稳定与安全。

4 环境因素对民用建筑材料与结构耐久性的影响

环境因素对民用建筑材料与结构的耐久性有着深远的影响,它们通过各种物理、化学和生物作用,逐渐削弱建筑材料的性能,甚至引发结构损坏。首先,气候条件是影响建筑耐久性的最主要因素之一。温度的变化会引起建筑材料的膨胀与收缩,特别是在昼夜温差较大或季节性温差显著的地区,频繁的热胀冷缩过程可能导致材料内部产生裂缝和微小的结构损伤。尤其在寒冷地区,冻融循环是混凝土和砖石材料劣化的主要原因,水分在材料内部结冰膨胀后,形成的应力会引起裂缝扩大和材料剥落。

其次,湿度和降水量对建筑材料的耐久性有着重要影响。高湿度和持续降水不仅会导致钢筋混凝土结构中钢筋的锈蚀,还会加速材料的碱-骨料反应,使混凝土表面逐渐粉化。为减少湿度对建筑的影响,设计中需要采取有效的防水措施,如使用防水涂料、设计合理的排水系统以及选择抗湿材料,以防止水分渗透对建筑结构的破坏。

化学环境因素对建筑材料的侵蚀作用不可忽视,尤其是空气中的酸性气体、工业废气和海水中的盐分。在沿海地区或工业污染严重的区域,大气中的氯化物、硫化物等化学物质会加速钢材的腐蚀和混凝土的碳化,导致结构强度下降和材料耐久性减弱。为应对这些问题,建筑设计中应优先选用耐腐蚀材料,如耐候钢、高性能混凝土等,同时采取表面处理技术,如涂层、镀锌和电化学保护,以增强材料的抗侵蚀能力。此外,设计应考虑外墙的抗风雨性,尽量减少化学物质的直接接触。

生物因素对建筑材料的侵蚀也不可忽视,植物根系、真菌、藻类和微生物尤其在潮湿环境中对材料的腐蚀更为明显。微生物在建筑材料表面繁殖,不仅会加速其腐蚀,还可能引发表面的老化、变色甚至结构退化。因此,建筑设计中应选用防霉、抗菌材料,并保持良好的排水和通风条件,以减少潮湿积聚,降低生物侵害的风险。

此外,紫外线辐射对建筑材料的老化有显著催化作用,长期暴露在强烈阳光下的材料如塑料、涂料和某些合成材料,会因紫外线的破坏作用逐渐变脆、褪色或失去原有的机械性能。为减缓紫外线的影响,通常在材料表面添加防紫外线涂层,或选用抗紫外线的材料进行外部装饰。综合考虑环境中的化学、生物和物理因素,采取合理的建筑材料选择和保护措施,可以有效提升建筑在复杂环境中的使用寿命和稳定性,从而增强其耐久性与经济性。

5 提升民用建筑耐久性的技术手段与发展趋势

提升民用建筑耐久性的技术手段在近年来得到了显著的发展,通过新材料、新技术和科学管理方法的综合应用,可以大幅度延长建筑物的使用寿命。首先,材料技术的创新在提升建筑耐久性中起到了关键作用。高性能混凝土、纤维增强复合材料(FRP)、自修复混凝土等新材料的应用,不仅增强了建筑结构的抗压、抗裂和抗腐蚀性能,还大大提高了其在恶劣环境条件下的适应能力。例如,自修复混凝土通过添加微胶囊或细菌,可在材料裂缝形成时自动修复,延缓结构损坏的进程。

其次,先进的施工工艺和技术手段也在提升建筑耐久性方面发挥了重要作用。预应力技术的广泛应用,通过在构件中施加预应力来抵消外部荷载引起的拉应力,有效减少了结构中的裂缝与变形。此外,采用数字化建造技术,如BIM(建筑信息模型),可以在设计阶段进行精确的模拟和分析,优化建筑结构设计,减少施工过程中的误差和材料浪费,同时提高整体施工质量。

防水和防腐蚀技术的发展也是提升建筑耐久性的关键领域。现代建筑中普遍采用多层防水系统、耐腐蚀涂层以及智能排水设计,以防止水分渗透和化学物质对材料的侵蚀。这些技术的应用,不仅能显著延长建筑结构在潮湿环境中的使用寿命,还能在腐蚀性较强的环境下保持结构

的稳定性。此外,表面处理技术如阳极氧化、电镀和涂层保护等,能够为建筑材料提供额外的防护层,减少外部环境对结构的直接影响。

未来,随着科技的不断进步,智能材料和物联网(IoT)技术在建筑中的应用前景广阔。智能材料可以根据环境变化主动调整其性能,例如温控玻璃可根据温度变化自动调节光线透过率,从而减少能耗和环境损耗。物联网技术则能够实现对建筑物健康状况的实时监测,及时发现和处理潜在的结构问题,大幅度降低维护和修复的成本。通过这些创新技术的应用,未来的民用建筑将更加坚固耐用、节能环保,并具备更高的适应性和可持续性,为建筑行业的长远发展奠定了坚实基础。

6 结语

民用建筑结构的耐久性设计在保障建筑物的长期使用和安全性中具有至关重要的作用。通过合理选择耐久性材料、科学优化结构设计以及积极应对环境因素,可以显著提升建筑的整体性能和使用寿命。新型高性能材料、先进的施工工艺以及智能化技术的不断发展,为提升建筑耐久性提供了更多可能性和解决方案。同时,关注建筑全生命周期内的维护和可持续性,不仅能有效降低后期维护成本,还能促进资源的合理利用。未来,随着技术的进步,民用建筑的耐久性设计将更加趋向于智能化和绿色化,为人类居住环境的质量提升奠定坚实基础。

[参考文献]

- [1]赵东菊.民用建筑防水工程质量影响因素研究[D].重庆:重庆大学,2022.
- [2]刘建廷.民用建筑水泥混凝土裂缝应对措施[J].散装水泥,2022(2):88-90.
- [3]刘科.夏热冬冷地区高大空间公共建筑低碳设计研究[D].南京:东南大学,2021.
- [4]陈柳灼.基于设计值法的一般大气和氯盐环境下混凝土结构耐久性设计与评定方法研究[D].西安:西安建筑科技大学,2021.

作者简介:高会晓(1986.9—),女,汉族,毕业学校:大连理工大学,现工作单位:河北建筑设计研究院有限责任公司。

住宅建筑给排水设计中管道布置措施的探讨

戚贵男

河北加壹建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着城市化进程的加速,住宅建筑的高度与功能日益复杂,给排水管道设计面临的挑战也愈加严峻。水压问题在高层建筑中尤为突出,管道系统之间的交叉与冲突以及管道的耐腐蚀性与抗压能力等,都成为设计中必须重点考虑的技术难题。随着环保意识的提升以及建筑节能标准的日益严格,给排水系统不仅需满足基本功能要求,还必须综合考虑节水、节能、抗灾等多重需求。如何在有限空间内合理规划管道布局,以提升系统效率并确保其长期稳定运行,已成为当前建筑设计领域亟待攻克的核心问题。

[关键词]住宅建筑;给排水设计;管道布置

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14800

中图分类号: TU9

文献标识码: A

Discussion on Pipeline Layout Measures in Residential Building Water Supply and Drainage Design

QI Guinan

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

Abstract: With the acceleration of urbanization, the height and function of residential buildings are becoming increasingly complex, and the challenges faced by water supply and drainage pipeline design are becoming more severe. The problem of water pressure is particularly prominent in high-rise buildings, and the intersection and conflict between pipeline systems, as well as the corrosion resistance and compression resistance of pipelines, have become technical challenges that must be considered in design. With the increasing awareness of environmental protection and the increasingly strict standards for building energy efficiency, the water supply and drainage system not only needs to meet basic functional requirements, but also must comprehensively consider multiple needs such as water conservation, energy conservation, and disaster resistance. How to plan pipeline layout reasonably in a limited space to improve system efficiency and ensure long-term stable operation has become a core issue that urgently needs to be addressed in the field of architectural design.

Keywords: residential buildings; water supply and drainage design; pipeline layout

引言

住宅建筑中的给排水系统作为基础设施之一,直接关系到居民的日常生活质量与建筑的功能性。水源的稳定供应与排水的顺畅,能够通过合理的管道布置得到保证,而在火灾等紧急情况下可靠的消防水源也得以提供,从而保障建筑的安全。因此,给排水管道的设计与布局,成为住宅建筑设计中的关键环节。鉴于住宅建筑结构的复杂性与空间的局限性,如何在确保系统各项功能的基础上,实施高效且合理的管道布置,已成为设计中面临的一大挑战。

1 住宅建筑给排水设计的重要性

住宅建筑的给排水设计在保障住户日常生活质量与安全方面发挥着至关重要的作用,通过合理配置给排水系统能够满足居民用水需求,同时确保污水与废水的顺畅排放,避免排水不畅、渗漏及异味等问题的出现。优化水资源的利用也是给排水设计的关键,它有助于减少资源浪费推动节能与环保。科学规划与合理布置管道,除了能够提升系统整体的稳定性外,还能有效降低后期维护频率与成本延长系统的使用寿命。

2 住宅建筑给排水管道布置设计的特点

2.1 空间与结构的限制

在住宅建筑中,给排水管道的布置常常面临空间与结构的双重约束。由于不同户型与楼层布局的差异,管道设计必须在有限的空间内进行合理规划,避免与承重墙、梁柱等结构性构件发生冲突。为了最大限度地保持室内美观并合理利用空间,管道通常被隐藏于墙体、地板或吊顶内。设计时,必须准确把握建筑结构的细节,确保管道布置不仅能顺利施工还不影响建筑的安全性及稳定性。

2.2 功能与美学的协调

在住宅建筑中,给排水管道的布置不仅需要满足基本功能要求,还必须与整体空间的美学效果相协调。作为建筑的关键组成部分,管道系统的布局应确保水流畅通与排水效率,同时避免管道裸露或突兀的安装方式破坏室内外的视觉效果。为了实现这一点,管道通常被隐藏在墙体、地板或吊顶内,或通过装饰性手法进行遮掩,使其自然融入整体建筑美感中。合理的布置不仅提升了空间的整洁性,还有效避免了不当布局可能带来的噪音或振动问题,从而进一步增强居住舒适度。

2.3 系统流动性与排水效率

在住宅建筑中,给排水系统的流动性与排水效率至关重要。良好的流动性能确保水流顺畅,从而避免因管道设计不合理或压力不均而引发堵塞、渗漏等问题。为了实现高效排水,通常在设计时遵循减少管道弯头及缩短水流路径的原则,这样不仅能够减少阻力,还能确保污水快速排出。合理配置的通气管道有助于平衡管道内外的气压,防止水封破坏与异味倒流,从而提升系统的效率与稳定性。

3 住宅建筑给排水管道布置措施

3.1 给水管道布置

在住宅建筑中给水管道的布置直接关系到供水的安全与稳定。合理的布局应确保水压平衡、管道畅通,并合理分配各个用水点的需求。一般来说,给水管道的布置应沿竖井、墙体或吊顶设置,这样不仅能够避免水管暴露,还能保持居住空间的美观。在管材的选择上,耐腐蚀性与抗压性是关键要求,不锈钢管或PPR管常因具备这些特性,能有效保障水质及管道的长期稳定运行。科学的布管设计还需合理连接主干管与分支管路,确保各用水点水压均匀,从而避免供水不足或水压过大的问题。为便于未来的维修与检查,设计时通常在适当位置设置检查口或阀门,特别是在管道的转角或分支处,以便及时排水或进行必要的维修。

3.2 排水管道布置

在住宅建筑中,排水管道的合理布置对保障污水和废水的高效排放至关重要。设计时不仅要确保排水顺畅,避免堵塞或异味回流,还要考虑到空间的合理利用与系统的长期稳定运行。排水管道的布置涉及多个方面,其中包括排水立管、横支管以及通气管等的合理配置。排水立管负责将各个楼层的废水输送至排水系统的主干管道,横支管则将各个用水点与排水立管相连接,而排水通气管道的作用是调节管道内外气压,防止水封破坏,避免废气和异味回流至室内。每个管道系统的布局设计需综合考虑排水效率、管道的坡度、管道材质的选择以及检修空间的设计。为了确保排水系统的高效运行,减少阻力和堵塞的发生,合理选择管道的布置方式及连接点,尤其是在高层建筑中,更要考虑到管道与结构的协调性,以避免系统中出现交叉、冲突等问题。

3.2.1 排水立管布置

在住宅建筑中,排水立管的布置是确保排水系统高效运行与稳定性的关键。为了减少噪音对住户日常生活的干扰,排水立管通常被布置于竖井内或隐藏在墙体中,从而保证了美观性与功能性。设计时管径的选择尤为重要,必须确保能够承受高层建筑多户共同排水时的峰值流量,避免因管径过小而导致排水不畅或反溢现象的发生,立管与各楼层横支管的连接应当牢固可靠,同时应在合适位置设置检查口以便日常清理与维护,防止杂物堵塞影响排水效率。为了维持水封的稳定性,通常在立管的适当高度设置

通气支管,平衡管道内外气压,防止负压破坏水封并避免异味回流。材料方面,耐腐蚀且具有高耐久性的UPVC或HDPE管材通常被选用,以应对长期污水流动的侵蚀。

3.2.2 排水横支管布置

在住宅建筑中,排水横支管的布局对系统整体排水效果至关重要。作为污水和废水的主要输送通道,排水横支管将各个用水点与立管相连接,其布置既需要兼顾排水效率,也要考虑后期维护的便捷性。为确保水流顺畅,横支管布置时应避免急转弯,以减少水流阻力,同时应保持适宜的坡度(通常为1%至2%),防止水流滞留。管道走向应尽量简化,减少不必要的长度与弯头,从而降低堵塞的风险。为了确保系统的稳定运行,检查口应设置在横支管与立管的连接处,便于定期检查与清理。管道直径的选择需符合规范要求,以确保在高峰排放时不发生堵塞或倒流现象。耐腐蚀、抗压性能优越的PVC-U或HDPE管材常被选用,以提高管道的耐用性,减少因腐蚀引发的故障。通过科学设计排水横支管的布置,不仅能提升整个排水系统的运行效率,还能为后期的维护与检修提供便利,进而确保居住环境的整洁与舒适。

3.2.3 排水通气管道布置

在住宅建筑中,排水通气管道的布置对排水系统的高效运行至关重要。通气管道的核心功能是调节管道内外的气压,防止因负压或正压变化而导致水封的破坏,从而避免污水气体及异味回流至室内。设计通气管道时应确保延伸至屋顶,管道中的废气能够顺利排出,并防止异物或雨水进入影响通气效果。合理布置时,应将通气管与排水立管或横支管在合适位置连接,避免急转弯以保障气流的顺畅通行。针对高层建筑,通气管道的截面尺寸需合理设计,满足各楼层的排水需求确保系统稳定运行,为避免通气管道气流阻塞,设计时应避免多条通气管汇聚到同一排气口,确保通气顺畅,选用耐腐蚀材料如UPVC,有助于提高管道的耐用性延长使用寿命。

3.3 消防管道布置

在住宅建筑中,消防管道的合理布局对于确保消防系统的可靠性及提高应急响应效率具有重要意义。消防管道的主要作用是火灾发生时迅速供水,以支援灭火设施的工作,布置必须满足防火分区及覆盖范围的要求,确保各个楼层和区域能够及时得到有效保护。消防管道通常沿竖井或墙体布设,避免与其他管道交叉干扰,同时为后期维护提供足够的空间。消防立管的设计时应在关键位置配置检修阀门,以便在紧急情况下或进行维修时能够快速切断管道。在高层建筑中,鉴于水压的限制,消防管道通常采用分区供水或配备加压泵系统以确保高层住户也能得到足够的水压支持。常选用具有耐高温与抗腐蚀性能的钢管作为消防管道材料,保证在高温环境下的稳定性与长期使用的可靠性。管道连接处的密封性能极为重要,所有接口必

须经过严格检查,以避免漏水等问题带来的安全隐患。合理的消防管道布置,不仅能够保障灭火系统的高效运行,还增强了建筑物整体的安全性,显著提高了住宅应对突发火灾的能力。

4 管道布置中的技术难点与解决措施

4.1 管道交叉与冲突问题

在住宅建筑的管道布置过程中,管道交叉与冲突常常成为设计中的技术难题。给水、排水、消防等不同系统的管道需要在有限空间内进行合理布置,如何避免它们之间的交叉和冲突,确保系统的功能性及后期的维护便利成为设计中的关键。管道交叉不仅增加施工的难度,还可能引发管道间的相互影响,甚至引起漏水或堵塞等问题。因此,通过精确的空间规划及科学的管道布局,设计师能够避免这种情况的发生,管道走向的合理规划尤为重要,应尽量减少交叉点及交汇点,采用简洁的直线布局,并确保管道之间的纵深距离和间距,避免因位置重叠而导致空间拥挤^[1]。对于难以避免的交叉点,设计时可通过调整管道安装的高度,或使用支架及隔离层将管道分开,确保各自独立运行。此外,在管道交叉的关键位置,检查口或检修口的设置可便于日后的维护与检查,防止交叉点带来潜在的隐患。

4.2 管道的维护与检修空间设计

管道的维护与检修空间设计在确保住宅建筑管道系统的长期稳定运行中起着至关重要的作用。在管道布置阶段,必须合理预留足够的检修空间便于维修人员能够便捷地进行定期检查或及时处理系统故障。管道的类型及其重要性是确定维护间距的关键依据,例如给水管道与排水管道的检修空间应宽敞,以便顺利进入进行操作,同时也需考虑设备的维修与更换需求。对于管道的关键部位,如阀门、接头及转弯处,应额外留出操作空间,避免因空间不足而影响维护效率。检查口、阀门及检修口的位置应当布置在易于接近的地方,避免隐藏在不易到达的位置,尤其是在高层建筑中设计时要特别注意检修口的高度和位置,避免其过高或难以操作。为了保证管道的顺畅运行,清洗口与排水口的合理设置也是必要的,以便于及时清理堵塞物。

4.3 管道敷设中的耐压性与防腐性设计

在住宅建筑管道敷设过程中,耐压性与防腐性设计是确保管道系统长期稳定运行的关键因素。给排水系统中的管道承受着水流带来的压力,尤其在高层建筑中水压要求更高,因此管道必须具备足够的耐压性能。管道的选材与设计必须考虑其抗压强度与承受压力的能力,常见的耐压管道材料包括钢管与增强塑料管,能够有效承受长期的水压及外部压力从而防止管道破裂或变形^[2]。防腐设计同样不可忽视,特别是在湿润或含有化学物质的环境中管道极易遭受腐蚀。为抵御腐蚀,管道通常会涂覆防腐涂层或者选用不锈钢、PVC等具有良好耐腐蚀性的材料,不仅有助

于保持水质的纯净,还能有效延长管道的使用寿命。对于埋地管道,土壤的腐蚀性也需要考虑,适当的防腐措施,如涂覆防腐层或使用专门的防腐管道材料尤为重要。此外,管道接头与接口部分必须经过特别处理,防止因腐蚀引发的泄漏问题。

4.4 消防管道的特殊要求与布置难点

消防管道在住宅建筑中的布置至关重要,设计不仅要求满足高效供水的基本功能,还必须确保系统在火灾时能够迅速响应。布置时管道应确保覆盖建筑的各个区域,无论是高层还是低层,特别是每个楼层和消防设备。为了应对高压需求,消防管道通常采用强承压材料,如镀锌钢管或不锈钢管,这些材料能够保证管道在火灾等极端条件下的可靠性^[3]。在实际布置过程中,消防管道常面临空间有限与其他管道交叉的问题。在多层住宅中,管道通常需通过竖井或楼板布设,而这些位置常与给排水、暖通等管道交叉。为了避免管道间的相互干扰并确保其他系统的正常运行,设计时必须避免管道的直接交叉,若出现交叉情况可通过调整管道走向或设置分隔层来实现有效隔离。为确保管道系统在紧急情况下能够顺利运行,检修口、阀门等关键设施应设置在易于接触的位置以便快速操作。在高层建筑中,水压问题尤为突出,消防管道通常需要分区供水,且常常依赖加压泵等设备来维持供水压力,在这种情况下设计时必须综合考虑水源压力分配及管道水力计算,以确保供水系统的稳定性与安全性。

5 结语

住宅建筑中,给排水管道的布置设计对系统的效率与安全性具有至关重要的影响,通过合理的管道布局,水流与排水效率能够得到有效提升,同时保障系统的长期稳定运行。综合考虑管道的耐压性、防腐性以及必要的维护空间,精心设计不仅能够降低故障发生率,还能减少后期的维护成本。尽管管道布置面临空间受限及技术挑战,但在满足各项需求的基础上,优化设计可显著提升建筑整体的安全性与舒适度。随着技术的不断进步,更多的智能化与环保突破将使未来的管道设计不断进化,进一步为居住者创造更为安全、便捷的生活环境。

[参考文献]

- [1] 赵亮华. 住宅建筑给排水设计中管道布置措施的探讨[J]. 中国住宅设施, 2024(3): 19-21.
- [2] 沈志文. 住宅建筑给排水设计中的管道布置措施探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2022(23): 64-66.
- [3] 李青. 住宅建筑给排水设计中的管道布置及选材研究[J]. 地产, 2019(22): 33.

作者简介: 戚贵男(1992.3—), 男, 汉族, 毕业学校: 河北工业大学城市学院, 现工作单位: 河北加壹建筑设计有限公司。

绿色建筑设计理念在建筑设计中的应用策略

高 泽¹ 房银华²

1. 雄安城市规划设计研究院有限公司, 河北 保定 071700

2. 中国建筑设计研究院有限公司河北雄安分公司, 河北 保定 071700

[摘要]近年来, 我国的经济建设工作获得了长足的进步, 社会各个领域都实现了高速发展。尤其是在经济一体化深入开展的当今社会, 我国的现代化进程逐步加快, 建筑企业将会从单纯追求经济效益和社会效益模式, 逐渐过渡到对节能环保可持续发展理念的实践中。文中对现阶段建筑设计工作的运作方式进行了分析和总结, 并提出一些切实可行的设计方案, 旨在帮助更多建筑设计人员将可持续发展思想观念贯彻落实。

[关键词]绿色建筑设计理念; 建筑设计; 应用策略

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14798

中图分类号: TU24

文献标识码: A

Application Strategy of Green Building Design Concept in Architectural Design

GAO Ze¹, FANG Yinhu²

1 Xiong'an Urban Planning and Design Institute Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071700, China

2 Hebei Xiong'an Company of China Architecture Design and Research Institute Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071700, China

Abstract: In recent years, Chinese economic construction work has made significant progress, and various fields of society have achieved rapid development. Especially in today's society where economic integration is deepening, Chinese modernization process is gradually accelerating, and construction enterprises will transition from simply pursuing economic and social benefits to practicing the concept of energy conservation, environmental protection, and sustainable development. The article analyzes and summarizes the operation mode of current architectural design work, and proposes some practical and feasible design schemes, so as to help more architectural designers implement the concept of sustainable development.

Keywords: green building design concept; architectural design; application strategy

引言

随着全球气候变化加剧及资源短缺问题愈发突出, 绿色建筑设计理念逐渐成为建筑行业转型的重要方向。绿色建筑不仅局限于建筑外观及结构的改进, 而是一种系统性的设计理念, 旨在通过优化资源利用、提升能源效率以及保护生态环境实现可持续发展。该理念强调建筑在整个生命周期内的环境影响, 设计阶段需充分考虑材料选择、能源消耗、室内空气质量以及使用者健康等多重因素。通过采用高效建筑技术与智能管理系统, 绿色建筑显著降低了运营成本与环境足迹, 并提升了居住和工作环境的舒适性及安全性。此外, 强调与自然环境的和谐共生的绿色建筑, 推动城市生态系统的恢复与发展, 促成了人与自然的双向良性互动。深入探讨绿色建筑设计理念在建筑设计中的应用策略, 能够有效促进建筑行业的可持续发展, 为未来城市生活创造更加健康、舒适及高效的环境, 具有重要的现实意义与深远的社会价值。

1 绿色建筑重要性

绿色建筑的重要性体现在其显著促进生态环境保护、资源节约以及人居环境改善的作用。目前, 全球资源的紧缺与环境污染问题愈发严重, 传统建筑在施工及使用过程中所产生的高能耗与废弃物排放, 已成为亟待解决

的难题, 这使得绿色建筑应运而生。通过科学合理地运用资源, 该设计理念降低了能源消耗与污染排放, 从而实现建筑全生命周期内的可持续发展目标。绿色建筑不仅能够有效减少水、电等资源的使用, 还通过合理配置通风、采光与隔热等设计, 提升了建筑内部的空气质量及舒适度, 改善了人们的生活与工作环境。此外, 在推动低碳经济、应对气候变化及促进社会可持续发展方面, 绿色建筑也具有重要作用。

2 绿色建筑应当遵循的原则

2.1 环保性原则

绿色建筑中的环保性原则旨在最大限度地降低自然资源的消耗与环境污染, 确保建筑活动符合生态保护的要求。依据这一原则, 需将资源的可持续利用视为核心, 建筑材料的选择应优先考虑低能耗与低污染的选项。同时, 强调水与能源的高效利用, 环保技术如雨水回收、太阳能利用及废物再生等, 应当融入设计之中。此外, 建筑布局、采光与通风等方面的优化, 也是在减少人工采暖与制冷环节所带来的能源消耗的过程中, 发挥着重要作用, 从而有效降低碳排放。

2.2 合理性原则

绿色建筑中的合理性原则强调, 在满足功能需求

的基础上,资源的高效利用必须得以实现,以确保空间布局的科学合理,使建筑形式与自然环境和谐共存。为贯彻这一原则,在设计过程中,建筑的使用功能、空间需求、气候条件及周边环境特点需被全面考虑,以制定出最适宜的建筑方案。不仅要求优化建筑结构 with 设施配置,从而降低不必要的能耗,合理性原则还鼓励采用符合项目需求的环保材料与可再生资源,以减少浪费与避免重复建设。此外,确保建筑空间的使用达到最佳状态是合理设计的重要目标^[1]。既要满足使用者的舒适性与功能需求,又需兼顾节能、环保与美观的效果,从而使得建筑在整个生命周期中保持资源的高效利用与环境的友好性。

2.3 舒适性原则

绿色建筑设计中的舒适性原则强调,以人为本的设计理念旨在为建筑使用者创造健康、舒适的居住与工作环境。在实施这一原则时,通风、采光、隔音、温湿度控制等因素需被全面考虑,以确保内部环境的舒适度。有效设计的自然通风与采光,不仅降低了人工照明与空调系统的使用频率,空气质量也显著提升,营造出清新明亮的空间体验。在材料选择方面,无毒且低污染的环保材料应被优先选用,以避免对室内空气造成负面影响。此外,舒适性原则还关注景观设计,借助绿化与景观布置,建筑环境得以更加宜人,从而帮助使用者放松身心,提升整体的使用体验。

3 建筑设计中的常见问题

3.1 建筑布局不合理

在建筑设计中,布局不合理的问题常常导致空间利用率低下、功能分区混乱,甚至影响建筑的美观与使用者的舒适感。通风和采光不佳、空间动线不明确、人员流动不便等问题,通常出现在布局不合理的建筑中,尤其在公共建筑中更为显著。当缺乏明确的主次分区或未能充分考虑人流量的动态变化时,建筑内部空间容易造成拥堵,增加安全隐患。此外,土地资源的浪费,常由不合理的布局引起,使得有限的用地无法得到有效利用。在住宅类建筑中,布局不当常使日常生活变得不便。例如,厨房与卫生间等功能区的距离过远,导致生活活动线不畅,从而影响居住的舒适度。在办公或商业建筑中,不合理的布局可能导致不同功能区域之间相互干扰,妨碍工作效率与顾客体验的提升。

3.2 建筑外墙、屋面、门窗设计不合理

在建筑设计中,外墙、屋面及门窗的设计常常存在不合理之处,这些问题直接影响建筑的能效、结构耐久性及使用者的舒适度。当外墙设计不当时,建筑的保温性能受到影响,往往导致夏季室内温度难以降低,而冬季则难以保持温暖,从而增加制冷与供暖的能耗。此外,若外墙材料选择不当或施工质量不达标,墙体开裂及渗水等问题可能会引发,缩短建筑的使用寿命。在屋面设计方面,坡度不合理、排水设计缺失或隔热措施不足,往往导致雨水积滞,从而引发屋面渗漏,损害楼层结构,甚至在高温季节

加剧室内温度的上升。门窗设计的不合理,可能导致通风、采光及隔音效果的缺失。例如,窗户位置不当或朝向不合理,可能造成自然采光不足与通风不畅,影响室内空气质量及居住体验。此外,若门窗的密封性能欠佳,能量流失可能导致,增加空调及暖气系统的负担,从而降低建筑的能源利用效率。

3.3 施工材料、工艺落后

在建筑设计与施工过程中,施工材料与工艺的落后往往限制了建筑质量的提升及长期使用的效能。通常,落后的材料在耐久性、环保性及保温隔热性能方面表现不佳,难以满足现代建筑对节能、环保与安全的高标准要求。例如,劣质的墙体、屋面或密封材料在长期使用中容易老化,导致建筑的隔热、隔音及防水功能逐渐减弱。同时,落后的施工工艺可能导致精度不足,进而在实际使用中出现细节缺陷或结构性问题,如墙体开裂、屋顶渗水及门窗漏风等^[2]。此外,影响工程整体进度及质量控制的工艺落后,可能导致建筑寿命缩短及维护成本增加。施工与维护的能耗不仅因落后的材料与工艺而提高,还可能造成资源浪费,对环境产生负面影响。

4 绿色建筑设计理念在建筑设计中的具体应用

4.1 建筑建造整体规划设计

在绿色建筑设计中,实现建筑与自然环境和谐共存的关键环节,乃是整体规划设计。这一过程不仅涉及建筑自身的布局,还需综合考虑周边环境、资源利用及生态保护等多个因素。从项目初期开始,绿色建筑的整体规划设计要求全面评估自然地理条件,包括气候、地形、风向与水源,通过合理布局最大化地利用自然资源,促进建筑与环境的有机结合。此规划过程特别强调建筑的朝向、形状及体量的科学配置,以优化自然采光与通风效果,降低对人工照明与空调系统的依赖,从而减少能源消耗。此外,关注场地周围绿化系统的有效利用,绿色建筑规划不仅有助于调节微气候与改善空气质量,还能起到防风、防尘及降噪的作用,合理分布植物。在基础设施方面,整体规划应包括雨水收集与回用系统,以及太阳能或风能利用设施,以进一步降低对市政能源的依赖。在不同功能区域的布局中,绿色建筑规划注重减少人流动线的交叉,提高空间使用效率,增强使用者的便捷性与舒适度。

4.2 建筑用材设计

在绿色建筑设计中,选择合适的建筑材料至关重要,因为其不仅影响结构性能,还直接关系到能耗、环保性及使用者的健康。可持续性、低能耗的生产过程以及可回收特性,绿色建筑强调用材的优先采用环保材料及本地资源,以减少长途运输带来的碳排放与资源浪费。例如,高性能隔热材料与复合材料的应用,能够显著提升建筑的保温性能,从而降低空调与采暖的能源需求。在用材设计方面,绿色建筑倾向于使用可再生资源或生物基材料,如竹材和

再生木材。这种选择不仅减少了对有限资源的依赖，还具备良好的降解性，进而降低建筑生命周期结束后的废弃物产生^[3]。室内装饰材料的选择上，应考虑低挥发性有机化合物（VOC）的含量，以减轻空气污染，确保室内空气质量，从而保障使用者的健康。此外，建筑外墙、地面及屋顶材料的选择需结合周边环境，以确保其耐久性与适应性，从而降低维护频率及更换成本。

4.3 建筑设施建造设计

在绿色建筑设计中，建筑设施的建造设计被视为实现整体可持续性提升的关键环节，涉及水、电、暖通等系统的科学配置与高效运行。供水系统方面，提倡雨水收集与利用以及再生水回用等措施，绿色建筑通过建立完善的雨水管理体系，降低了对市政水源的依赖，减少了水资源的消耗。在供电系统的设计上，鼓励使用可再生能源，例如太阳能光伏板和风力发电设备，结合智能电网技术，以提高能源自给率与运行效率。暖通空调（HVAC）系统的设计应优先考虑能源效率与舒适度，采用热回收技术及地源热泵等先进手段，以降低建筑内部的能耗。同时，在设计过程中，室内空气质量与用户健康也应受到关注。此外，通过集成各种传感器与控制系统，建筑设施的智能管理系统实现了对能源与水资源的实时监测与管理，使得建筑能够在不同使用情况下动态调整运行策略，从而提升资源利用效率，降低运营成本。

4.4 建筑节能设计

建筑节能设计被视为绿色建筑理念的重要组成部分，其旨在通过科学设计与先进技术显著降低能源消耗，提高能源使用效率。在节能设计过程中，建筑的整体布局与朝向需充分考虑，通过合理的设计实现自然采光与通风，从而减少对人工照明与空调系统的依赖。例如，大面积窗户与适当的遮阳设计的采用，能够有效引入阳光，同时防止夏季的过热，从而优化室内环境。在建筑外壳方面，节能设计强调高性能的隔热与密封材料的选择，以减少冬季热量的流失及夏季的进入，进而降低供暖与制冷的能耗。此外，高效设备的选用应体现在暖通空调系统中，并结合智能控制技术，实现能源的精准管理与使用。通过热回收技术，余热的有效回收与再利用得以实现，进一步提升了能效。在建筑内部设计中，节能型电器与智能照明系统的采用不仅降低了能源使用，还能在无人情况下实现自动调节，最大限度地减少不必要的能源浪费。

4.5 建筑绿化与景观设计

建筑绿化与景观设计在绿色建筑理念中发挥着重要作用，既增强了建筑的美观，又通过提升生态功能，促进

了城市的可持续发展及居住环境的质量。在绿化设计方面，选择与配置本地植物被视为至关重要，这不仅能够降低水资源消耗及维护成本，还提高了生态适应性与生物多样性。这些本地植物有效吸收二氧化碳，释放氧气，从而改善空气质量，此外，其根系系统还增强了土壤稳定性，减少水土流失^[4]。屋顶花园、垂直绿化及庭院绿化等形式的采用，不仅美化了建筑外观，还能有效降低城市热岛效应，调节微气候，提升建筑能效。在景观设计中，雨水管理的综合考虑显得尤为重要，通过设置雨水花园、透水铺装与湿地景观等措施，增强了雨水的渗透与利用，减少径流污染，从而提升水资源的可持续利用。这些绿化与景观设计还为使用者提供了亲近自然的机会，进而改善了生活质量与心理健康。

5 结语

在总结绿色建筑设计理念在建筑设计中的应用策略时，可以明确看到，这一理念不仅是建筑行业未来发展的必然选择，更是对环境与人类健康的深切关注。资源的高效利用与生态环境的保护是绿色建筑的核心，涉及选材、设计及施工的各个环节。通过采用先进的节能技术、合理的空间布局以及生态友好的材料选择，绿色建筑不仅满足了使用功能，更有效降低了能耗与碳排放，为可持续城市环境的建设奠定了基础。展望未来，随着社会对可持续发展的关注不断增强，绿色建筑将迎来更广阔的发展空间。政策的支持、公众意识的提高以及技术的进步，必将为绿色建筑的推广创造良好条件。同时，各利益相关者需加强合作，推动绿色设计理念的实施与发展，以实现更高层次的资源共享与环境保护。通过这一系列努力，不仅能够提升经济价值与使用效率，绿色建筑还将为人类创造更加健康、宜居的生活环境，最终实现人与自然的和谐共生。

[参考文献]

- [1] 王知亮. 绿色建筑设计理念在建筑设计中的应用策略[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(29): 83-85.
 - [2] 郑然顿. 绿色建筑理念在建筑设计中的应用研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2024(11): 101-103.
 - [3] 崔乃夫. 绿色建筑理念在建筑设计中的应用研究[J]. 工程建设和设计, 2024(3): 38-40.
 - [4] 王高峰. 绿色建筑理念在建筑设计中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(19): 53-55.
- 作者简介：高泽（1990.6—），男，汉族，毕业学校：北京建筑大学，现工作单位：雄安城市规划设计研究院有限公司；房银华（1989.12—），女，汉族，毕业学校：北京建筑大学，现工作单位：中国建筑设计研究院有限公司河北雄安分公司。

住宅建筑中功能空间的优化设计分析

刘 彬

中土大地国际建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着城市化进程的加速与生活水平的提升, 居住环境的需求不再仅限于基本功能的满足, 舒适性、便利性以及个性化的追求变得愈加明显。优化功能空间设计的必要性, 直接影响到居住者的生活质量, 同时也关系到家庭的和谐与幸福。近年来, 智能家居技术的迅猛发展、新材料与新技术的广泛应用, 以及用户需求的多样化, 为功能空间设计带来了新的挑战与机遇。文中分析当前功能空间的现状, 并探讨其优化设计的原则与未来趋势, 以期为改善居住环境、提升生活品质提供理论基础与实践指导。

[关键词]住宅建筑; 功能空间; 优化设计; 人性化设计

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14797

中图分类号: TU241

文献标识码: A

Optimization Design Analysis of Functional Space in Residential Buildings

LIU Bin

Zhongtu Dadi International Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization and the improvement of living standards, the demand for living environment is no longer limited to meeting basic functions, and the pursuit of comfort, convenience, and personalization has become increasingly evident. The necessity of optimizing functional space design directly affects the quality of life of residents and also relates to the harmony and happiness of families. In recent years, the rapid development of smart home technology, the widespread application of new materials and technologies, and the diversification of user needs have brought new challenges and opportunities to functional space design. The article analyzes the current status of functional spaces and explores the principles and future trends of their optimization design, in order to provide theoretical basis and practical guidance for improving living environments and enhancing quality of life.

Keywords: residential buildings; functional space; optimize design; user-friendly design

引言

随着经济快速发展与城市化持续推进, 城市居民的生活方式经历了深刻变化, 住宅建筑的功能空间设计面临着新的挑战。传统住宅的功能布局, 因其局限性, 未能充分考虑居住者的个性化需求与生活习惯。同时, 土地资源日益紧张, 导致住宅面积普遍缩小。在有限的空间内实现多功能的合理配置, 成为设计师亟待解决的重要问题。智能家居技术的迅速发展, 尽管提升了居住空间的功能性与舒适性, 但如何有效将这些新技术融入设计中, 仍需深入探讨。此外, 用户对绿色环保与健康舒适居住环境的追求, 推动了建筑材料及设计理念的转变。在这样的背景下, 功能空间的优化设计不仅关系到居住者的生活体验, 也影响着社会的可持续发展。

1 住宅建筑功能空间的概念与重要性

1.1 功能空间的定义

住宅建筑中的功能空间, 包括客厅、卧室、厨房、卫生间以及储物间, 反映了居住者生活的多样性。每种空间都有其特定的功能, 深刻影响居住者的生活方式与心理状态。例如, 作为社交与休闲的主要场所, 客厅需要展现出舒适性与开放性, 而厨房则要求能够便于烹饪与存储食材。

通过合理的功能空间设计, 居住者在使用这些空间时能够显著感受到便利与舒适, 从而提升生活满意度。在当前城市化迅速发展的背景下, 随着空间资源的紧张, 城市居民急需在有限的环境中创造出兼具美观与实用性的功能空间。这一挑战, 成为建筑设计师与规划师必须面对的关键课题。因此, 功能空间的定义不仅涉及物理空间的划分, 也包括空间使用的合理性与舒适性, 这些因素直接影响居住者的生活质量。

1.2 住宅建筑功能空间的重要性

1.2.1 功能空间优化的必要性

在现代社会, 随着城市人口的不断增加, 居住空间愈发紧张, 通过优化功能空间的设计, 住宅的使用效率得以有效提高, 居住者的生活质量随之改善, 能耗也明显降低。科学的空间布局能减少不必要的移动距离, 极大便利日常生活。例如, 厨房与餐厅的相对位置、卧室与卫生间的连接设计, 都是影响生活便利性的重要因素^[1]。优化功能空间的过程中, 改善自然采光与通风效果, 有助于显著降低室内能耗, 为居住者提供更健康的生活环境。在资源日渐紧张的城市中, 功能空间的优化不仅体现了设计的美学, 更关乎对环境资源的有效利用。

1.2.2 促进居住品质与生活便利的重要性

合理设计的功能空间,除了满足基本的生活需求外,还能在心理上带给居住者愉悦感。开放式厨房的设计,促使烹饪与社交活动得以无缝衔接,进而增强家庭成员间的互动与情感交流。同时,合理的空间布局与充足的储物空间,能有效减少杂物堆积,使居住环境更加整洁,从而提升整体居住体验。幸福感与生活满意度,常常与空间设计息息相关。研究显示,空间布局及功能配置对居住者的心理健康与社交活动具有显著影响。在住宅建筑中,优质的功能空间,不仅能够提升居住者的舒适度,还能有效促进其身心健康。舒适的居住环境,帮助降低心理压力,进而提高生活质量。随着人们对生活品质要求的不断提升,功能空间设计应更加关注人性化与多样性,以适应不同家庭结构与生活方式的变化。

2 住宅建筑功能空间的现状分析

2.1 国内外住宅建筑功能空间现状

在住宅建筑功能空间的设计中,人性化与空间灵活性,成为国际设计理念的重点,力求创造出能够适应多种生活方式的环境。例如,开放式布局被许多国外住宅所采用,以促进家庭成员之间的互动。同时,通过可调节的设计,功能区域的灵活转换得以实现,从而满足不同的生活需求。相比之下,国内的住宅设计虽然逐渐进步,但整体水平依然显不足^[2]。传统布局在新建住宅中仍占据主导地位,个性化需求的考虑不够充分,空间利用的多样性尚未得到广泛推广。

2.2 现存问题及其影响

当前,许多住宅建筑在功能空间的设计中面临着多种问题,包括面积不足、布局不合理,以及采光和通风效果差等。许多新建住宅的空间面积设计过于紧凑,致使居住者在日常活动中感到局促。此外,功能区之间的布局往往缺乏合理性,动线规划不够有效,日常生活的复杂性因此增加。同时,由于设计不当,许多住宅未能提供充足的自然光照与良好的空气流通,从而影响了居住者的心理与生理健康。

3 功能空间优化设计的原则

3.1 人性化设计原则

在住宅建筑的设计过程中,舒适性与便捷性被视为重要目标。通过深入观察居住者的日常生活,设计师能够识别出空间的功能需求,进而制定切实可行的方案。例如,厨房与餐厅的布局应当便利家人之间的互动,同时减少日常操作中不必要的移动。客厅的配置应确保良好的社交环境,合理安排座位与视听设备^[3]。此外,光照、通风及噪音的控制也应被考虑,以营造出宜人的生活氛围。需要强调的是,居住者的需求不仅限于年龄段与身体状况,例如,老年人的无障碍设计或儿童的安全需求同样需被纳入考量。

3.2 空间灵活性原则

现代家庭结构日益多样化,居住者在性别、年龄及生活方式上的需求各有不同。通过引入可变空间的理念,设计可以实现多样性与灵活性。例如,许多国外住宅采用开放式客厅与厨房的设计,使得家庭聚会时环境更加舒适,同

时可根据需求转变为学习或工作空间。借助可移动的隔断或家具,空间的使用方式能够轻松调整,以应对不同场景的需求。针对成长中的儿童,空间设计需考虑到他们在不同阶段的活动与兴趣变化,灵活的储物空间能够有效满足这些需求。同时,随着家庭成员结构的变化,如婚姻、离婚或老年人入住,住宅的灵活性使其能够更好地应对这些变化,避免频繁的改造与重建,提升了住宅的经济性与使用寿命。

3.3 生态与可持续发展原则

在现代住宅设计中,生态与可持续发展原则强调环保材料与可再生资源的使用,同时注重能源效率与环境保护,以促进可持续居住环境的形成。在材料选择上,设计师应优先考虑天然或经过认证的可持续材料,力求减少对环境的负面影响。同时,提升能效也是可持续设计的重要方面,利用高效的隔热与通风系统,能有效降低能耗,从而创造出舒适的居住环境。值得注意的是,雨水收集与再利用系统、太阳能发电等可再生能源的应用,成为提升住宅可持续性的关键手段。

3.4 文化适应性原则

每个地区的独特文化、历史与传统均可在住宅设计中有效运用,从而提升居住者的文化认同。通过对当地建筑风格、材料及色彩的研究,设计师能够创造出更具地域性的住宅空间。例如,在某些民族聚居区,结合传统建筑元素与现代设计理念,能够形成独特的居住环境。这种设计不仅增强了居住者的归属感,也有助于保护与传承当地文化遗产^[4]。此外,设计中融入地方艺术作品与手工艺品,使得居住空间更加个性化与文化深厚。

4 功能空间优化设计的方法与技术

4.1 空间布局优化

空间布局的优化,在整体规划中,各功能区之间的相互关系需得到重视,以增强其协同作用。例如,客厅与餐厅相邻的设置,有助于家庭成员之间的互动,营造温馨的氛围。卧室应当远离嘈杂区域,以确保提供安静、私密的休息环境。同时,流线设计的合理性也显得至关重要。通过合理规划动线,能够减少居住者在空间内的多余移动,从而提升生活的便利性。在小户型设计中,优化空间布局尤其重要。设计师通过开放式设计或可移动的隔断,使空间显得更加宽敞,同时满足居住者的多样化需求。功能的合理分区确保每一寸空间得到最大化利用,从而提升整体居住体验,使居住者在高效利用空间的同时,享受到更为舒适的生活环境。

4.2 采光与通风设计

在创造健康舒适的居住环境中,自然光充足,不仅改善居住者的心理健康,还能显著提升生活质量。为此,设计师需根据建筑的方位、窗户的布局与墙面颜色,尽可能地最大化光线的利用,使每个房间获得适当的光照。大面积的玻璃窗或推拉门的使用,将室内与外部环境有机结合,使自然光尽量多地进入室内。同时,通风设计同样不容忽

视,良好的通风能够有效降低室内湿度,减少空气污染。窗户的开口方向与高度若经过合理设置,能够形成良好的空气流动,促进室内外空气的循环。通过自然通风的方式,居住者得以有效减少对空调的依赖,从而降低能源消耗。

4.3 储物空间的合理配置

在现代住宅中,随着居住者生活方式的多样化,物品种类与数量不断增加,合理的储物设计能够帮助居住者有效管理家庭物品。在进行储物空间设计时,设计师需充分考虑居住者的生活习惯,以制定适合不同功能区的储物解决方案。例如,在厨房中,隐藏式储物柜与抽屉的设置,有助于保持整洁,使居住者能够快速找到所需物品^[5]。在卧室中,利用床下储物或墙面嵌入式柜体,有效节省空间,避免杂物堆积。此外,设计灵活的家具,例如可折叠桌椅或多功能沙发,能够为小户型提供额外的储物空间,提升居住的舒适性与功能性。

4.4 材料与装饰的选择

在功能空间的优化设计中,设计师应优先考虑环保且耐用的材料,以确保室内空气质量与长期使用的可靠性。选择低挥发性有机化合物(VOCs)的涂料与环保地板,能够有效减少有害物质的释放,从而维护居住者的健康。此外,材料的选择还需考虑与整体设计风格的协调性,色彩搭配与纹理运用应与居住者的个人喜好相符。室内装饰风格的统一性对于提升空间的美观性至关重要。设计师还应结合当地文化元素与传统工艺,提升空间的文化深度,使居住者在日常生活中感受到文化的温度与归属感。

4.5 虚拟现实技术在设计中的应用

虚拟现实技术的应用为空间设计带来了新的可能性,通过虚拟现实工具,设计师可以创建真实的空间场景,让居住者在设计阶段便能身临其境地体验空间的布局与功能。这种可视化的方式提高了设计的直观性,能够有效缩短沟通时间,减少误解与调整的成本。在虚拟环境中,居住者能够直观评估空间设计,提出意见与建议,从而在设计的前期阶段达成共识。同时,虚拟现实技术的运用使设计师能够迅速迭代不同的设计方案,尝试多种风格与布局,从而优化最终设计效果。

5 未来发展趋势

5.1 智能家居对功能空间设计的影响

智能家居技术的迅猛进步,通过集成智能设备,居住者能够实现家居环境的远程控制与自动化管理。例如,智能照明系统可根据居住者的日常习惯,自动调整光线的强度与色温,营造出理想的生活氛围。同时,室内温度由智能温控设备实时监测,空调或暖气的工作状态因此自动调节,这样一来,不仅提升了能源的利用效率,也改善了居住体验。此外,智能家居系统将安全监控、影音娱乐及环境管理等多种功能整合在一起,构建出多样化的生活空间。

5.2 新材料与新技术的应用

现代建筑材料如轻质高强度材料、生态砖以及低排放

涂料,不仅有效减轻了建筑结构的负担,也为环境保护作出了积极贡献。通过可再生材料与循环利用的设计理念,建筑在其生命周期内的资源消耗得以降至最低。同时,3D打印与模块化建筑等创新技术的应用,显著提升了设计与施工的效率,使得功能空间的布局愈加灵活^[6]。利用这些新技术,设计师能更好地应对复杂的空间需求,从而创造出适合不同功能与风格的空间。此外,新材料的发展使得家居产品在美观性与实用性之间实现了更优的平衡,满足了居住者对空间美感与功能性的双重期待。

5.3 用户需求变化与设计适应性

现代居住者不仅关注居住的舒适度,空间的个性化与智能化同样日益受到重视。家庭结构的变化,尤其是小家庭与多代同堂家庭的增加,使得居住空间的功能需求愈发复杂。因此,深入了解居住者的生活方式与需求,对于设计师而言至关重要,以便提供量身定制的解决方案。为适应这些变化,设计不仅需灵活应对功能的调整,还应在空间布局上考虑未来可能的变动。同时,居住者对环保与健康的重视,推动设计中融入更多绿色理念与健康材料的应用,从而进一步提升空间的生活品质。

6 结语

随着生活方式不断变化与技术的迅速进步,设计师面临的挑战与机遇亦在增加。人性化、灵活性、生态可持续性 & 文化适应性等设计原则,已成为提升居住质量的关键要素。同时,新材料与新技术的广泛应用,使得设计方案愈加多样化与高效。在这一过程中,用户需求的深入了解 & 对社会动态的关注,为设计师提供了重要的参考依据。未来,随着智能家居的普及 & 绿色理念的深入,住宅功能空间的设计将更加人性化 & 环保,能够更好地满足居住者的期待,为推动住宅建筑功能空间设计的创新 & 发展贡献力量。

【参考文献】

- [1] 祁月丽.精装修住宅室内空间设计策略分析[J].中国建筑装饰装修,2024(12):56-58.
- [2] 于亮.新建住宅适老化空间设计研究[J].建筑科技,2024,8(7):8-10.
- [3] 李寅.共享的空间和生活——瑞士苏黎世住房合作社Greencity B3S住宅设计研究和居住体验[J].建筑师,2024(4):4-15.
- [4] 梁鑫.基于住宅适应性理念的小户型住宅设计空间优化策略[J].居舍,2024(26):16-18.
- [5] 滕子琪,杭咏新,魏铁颀.小户型住宅室内空间的弹性设计研究[J].工业设计,2024(9):37-41.
- [6] 朱俊铭,郭军,蔡明路,等.注重实用性与邻里交互的新型住宅设计体系探索——以一种宜居街坊叠墅创新型设计为例[J].住宅科技,2024,44(10):7-13.

作者简介:刘彬(1982.12—),男,汉族,毕业学校:河北建筑工程学院,现工作单位:中土大地国际建筑设计有限公司。

高层住宅建筑设计中的绿色建筑设计探讨

王 宁

河北加壹建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 高层住宅在城市化进程中发挥着重要作用, 但高能耗和资源浪费问题日益严峻。通过合理规划、采用节能技术及环保材料, 绿色建筑设计有效降低了环境负担, 提升了建筑的可持续性。随着绿色建筑认证体系与相关政策的不断完善, 绿色设计在高层住宅中的应用逐渐成为主流, 创新的思路为实现资源高效利用与提升居住质量提供了保障。

[关键词] 高层住宅; 建筑设计; 绿色建筑设计

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14791

中图分类号: TU241.8

文献标识码: A

Exploration on Green Building Design in High-rise Residential Buildings Design

WANG Ning

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

Abstract: High-rise residential buildings play an important role in the process of urbanization, but the problems of high energy consumption and resource waste are becoming increasingly severe. By rational planning, adopting energy-saving technologies and environmentally friendly materials, green building design effectively reduces environmental burden and enhances the sustainability of buildings. With the continuous improvement of the green building certification system and related policies, the application of green design in high-rise residential buildings has gradually become mainstream. Innovative ideas provide guarantees for achieving efficient resource utilization and improving living quality.

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

引言

随着全球环境问题的日益严峻, 建筑行业面临着显著的挑战, 尤其是在减少能源消耗与资源浪费方面, 应运而生的绿色建筑设计成为推动行业可持续发展的重要路径, 尤其在高层住宅建筑中, 绿色设计理念的实施愈加关键。通过节能、环保措施以及提升居住舒适度, 现代城市对居住空间的需求得以满足, 同时, 环境问题也得到了切实有效的应对。

1 绿色建筑设计的基本原则与要素

1.1 环境友好与节能减排

绿色建筑设计的核心目标之一是减少环境负担, 并推动节能减排。在整个建筑生命周期中, 环境友好型设计强调可持续性, 涵盖了能源消耗、材料选择以及废物处理等多个方面。在设计阶段, 布局与结构的优化应确保自然资源的最大化利用, 例如太阳能与风能, 从而降低对传统能源的依赖。外立面的设计应特别关注隔热性能, 减少空调与采暖系统的能耗提升能源利用效率。材料选择方面, 绿色建筑推崇低碳、可再生或可回收的材料, 从而减少资源消耗与环境污染。在运营阶段, 通过采用高效建筑设备与智能化系统对能源进行监控与调节, 确保建筑始终处于低能耗状态。

1.2 资源高效利用

资源高效利用是绿色建筑设计的核心要素之一, 通过优化资源配置减少浪费并提升使用效率。此理念贯穿了建

筑的各个阶段, 包括设计、施工与运营管理。在设计阶段, 建筑空间布局与功能分区应经过合理规划, 避免不必要的资源浪费, 如过度扩大的建筑空间或重复设置的功能区域, 节水与节电技术的采用是绿色建筑的一项重要举措, 包括高效水龙头、节水型卫浴设备及智能照明系统, 确保水电资源得到最大程度的有效利用。在施工过程中, 绿色建筑倡导使用可回收、可再利用的建筑材料, 这不仅减少了原材料的采购与浪费, 也推动了建筑废弃物的循环利用。运营阶段智能化管理系统被引入, 以实时监控与优化能源消耗及水资源使用, 确保整个建筑生命周期内资源得到高效、合理的使用。

1.3 健康舒适的居住环境

健康舒适的居住环境是绿色建筑设计的目标之一, 直接关系到居住者的身心健康与生活质量。在设计阶段, 绿色建筑重视室内空气质量的优化, 采用高效的通风系统与空气净化技术, 确保空气清新并有效减少有害物质的积累。窗户与阳台的布局经过精心规划最大化自然光的引入, 避免过度依赖人工照明, 从而提升居住环境的视觉舒适度。为了有效控制噪音, 采用了具有优异隔音性能的建筑材料, 并通过科学的空间布局减少外部噪音对室内的干扰。温湿度的调控也被纳入绿色建筑设计中, 节能高效的空调与取暖系统的使用, 确保了室内环境的恒定温湿度, 从而进一步提升居住的舒适性。

1.4 绿色建筑认证与评估标准

绿色建筑认证与评估标准为绿色建筑设计提供了明

确的指导框架与评价依据,确保建筑项目在设计、施工及运营各阶段都遵循可持续发展的原则。目前,全球范围内存在多个具有重要影响力的绿色建筑认证体系,如美国的 LEED (能源与环境设计先锋)、英国的 BREEAM (建筑研究院环境评估方法) 及我国的绿色建筑评价标识等,这些认证体系对建筑的能源效率、资源利用率及室内环境质量等多个方面进行综合评估,依据评估结果建筑将获得不同级别的绿色认证。认证标准不仅要求建筑在环境性能上达到一定要求,还强调在节能减排及提升居住舒适度等方面的综合表现。在评估过程中,建筑的规划、材料选择、施工工艺及后期运营管理都将受到严格审查,确保符合绿色建筑的高标准要求。获得绿色建筑认证,建筑项目的市场竞争力将得到提升,同时为业主、开发商及使用者带来长期的经济与环境效益。

2 绿色建筑设计在高层住宅中的应用策略

2.1 节能设计与技术应用

在高层住宅的绿色建筑设计中,节能设计与技术的应用发挥着至关重要的作用。随着能源消耗不断增加,节能已成为建筑设计的核心目标之一,优化建筑外立面与窗体设计作为提高建筑保温隔热性能的有效手段,通过这些设计冬季的采暖与夏季的空调能耗可显著减少。例如,低辐射玻璃与外墙外保温等技术的应用,有效地阻止热量的传递确保室内温度的稳定,进而减轻空调与采暖系统的负担。智能化系统的引入也为节能提供了强有力的支持,依靠智能控制系统,室内温度、湿度及照明等因素可实现实时监控与调节从而确保按需供能,避免不必要的能源浪费,高效的供暖、通风与空调 (HVAC) 系统能够精确控制温度与通风,提高能源利用的效率。同时,太阳能热水系统与光伏发电系统等可再生能源技术,为高层住宅提供绿色电力,进一步减少对传统能源的依赖。

2.2 高效采光与通风设计

高效的采光与通风设计作为提升高层住宅舒适性及节能效果的关键措施至关重要。在采光设计方面,优化建筑布局与窗体设计尤为关键,窗户的尺寸与位置合理调整后能够确保每个居住单元充分利用自然光,从而减少对人工照明的依赖。特别是在南北向的设计中,大面积的玻璃窗与阳台不仅能引入更多阳光,还能增强室内空间的视觉感受,创造一个明亮、开阔的居住氛围,低辐射玻璃与遮阳设计的应用有效隔绝过多热量,减轻空调系统在夏季的负担。在通风设计方面,高层住宅的楼层结构常面临空气流通不畅的问题,为了确保室内空气的清新并保持良好的通风效果,建筑设计通常结合了自然通风与机械通风的方式。窗户与通风口的合理布置以及根据楼间距与风向的优化安排,能有效促进自然通风增加空气交换,减少室内污染。对于那些通风不畅的区域,通常配备高效的机械通风系统,以确保空气质量的持续改善。此外,适当的通风设

备与空气净化技术的结合,能够在保障节能的同时,提升居住者的生活质量。

2.3 绿色建筑材料的选择

在高层住宅设计中,绿色建筑材料的选择不但影响建筑的可持续性、能效以及居住环境的健康性具有至关重要的影响。选材的首要考虑因素是材料的环保性与资源的可持续性,优选天然、可再生以及低碳排放的材料,如木材、竹子、再生金属和玻璃等,这些材料在生产过程中对环境的负担较小,能够有效减少对自然资源的消耗,色材料应具备较长的使用寿命与出色的耐用性,从而减少日后对维护与更换的需求进而降低资源浪费。在节能方面,选用具有优良隔热性能的建筑材料,如外墙保温板和节能玻璃等,能够有效隔绝外部热量降低空调与采暖系统的能耗。采用透气性强、无毒无害的材料,有助于改善室内空气质量,减少有害物质的积累,进一步提升居住环境的健康性与舒适度,材料的选择还应考虑其回收与再利用的可能性,优先使用可回收或可再生材料,从源头上减少建筑废弃物的产生,推动资源循环利用。

2.4 水资源管理与节水设计

随着水资源短缺问题日益严重,合理利用与节约水资源显得尤为紧迫。雨水收集系统被认为是实施节水的有效措施之一,在屋顶或庭院等区域设置雨水收集装置,能够将雨水储存并加以利用,满足园林灌溉、道路清洁及冲厕等非饮用需求,从而减少自来水的消耗降低水费支出。建筑内部的节水设施,在设计中占据着重要地位,采用高效节水的水龙头、低流量冲洗系统以及节水型马桶等设备,能够在日常生活中显著减少水的浪费,这些设施提高了水的使用效率,降低了废水排放,进而减轻了水处理系统的压力。特别是在厨房与浴室等高用水区域,智能化水管理系统的应用,凭借感应与自动调节功能,进一步减少了不必要的水浪费。绿色建筑设计特别重视水质净化与水资源再利用,安装水质净化设备对生活废水进行回收处理,不仅能够减少对外部水源的依赖,还能有效降低水资源的浪费。

2.5 绿色屋顶与屋面设计

绿色屋顶与屋面设计在高层住宅绿色建筑中,发挥着至关重要的作用。既能够提升建筑的环境表现,又能提高居民的生活质量,通过在屋顶种植植物,绿色屋顶有效地吸收二氧化碳降低了城市热岛效应,同时改善了空气质量。植物的蒸腾作用帮助调节屋顶温度,夏季能够减少热负荷,从而降低了空调能耗;而在冬季,植物层则提供了额外的保温效果,减少了热量损失进而提升了建筑的能效。绿色屋顶,在雨水管理方面也发挥着重要功能,屋顶上的植物能够吸收部分雨水,减缓了地面径流,有效减轻了城市排水系统的压力,避免了水涝问题。收集的多余雨水可以通过储水系统进行再利用,例如用于屋顶花园或周围绿地的灌溉,这进一步推动了水资源的循环利用。对于高层住宅

而言,绿色屋顶还提供了额外的空间,可以转变为休闲区、绿化带或社区花园,不仅增加了居民的生活体验,也提升了社区的可持续性。在屋面设计方面,选用高效隔热材料及可再生能源技术(如太阳能光伏板),能够显著提升屋顶的能效,通过合理的布局与优质材料的选择,绿色屋顶不仅优化了建筑的环境绩效,还为居民创造了更加宜人的生活空间。

3 绿色建筑设计在高层住宅中的实施与管理

3.1 设计阶段的绿色策略

在高层住宅绿色建筑的设计过程中,设计阶段的绿色策略发挥着决定性作用,为建筑的可持续性打下了坚实的基础。从项目启动之初,绿色设计理念便应贯穿建筑规划的各个环节,确保在每个阶段都考虑到环境效益与资源节约。例如,在空间布局方面,设计师应优先优化采光、通风与节能,确保居住单元能够最大限度地利用自然资源,从而减少对人工照明与空调的依赖^[1]。材料选择也作为设计阶段的重要考量,采用具有较高可持续性与环保特性的建筑材料至关重要。低碳、可再生、无害的材料被选用时,有助于减少建筑在生命周期内对环境的影响。此外,在设计中应重视建筑外立面的节能性能,使用高性能的隔热材料与玻璃幕墙,不仅提升了建筑的热性能,还能有效减少能源的消耗。在设计阶段,水资源的高效利用应特别关注,通过引入雨水收集系统、节水设施及智能水管理系统,为建筑的长期可持续运行提供保障,绿色屋顶、屋面绿化等生态设计元素的融入,不仅提升了建筑外观的美感,还增强了其生态价值,进而降低了热岛效应。

3.2 施工过程中的绿色管理

在高层住宅绿色建筑项目中,施工阶段的绿色管理将设计阶段的环保理念有效转化为具体实践。资源的消耗应严格控制,以减少建筑材料的浪费,通过精准计算与合理调配材料过度采购应避免,确保资源的最大限度利用,可回收材料应进行分类管理,推动资源的有效循环使用,环保、低污染的建筑材料应优先选用,以减少有害物质的排放,确保室内环境健康^[2]。施工过程中的能源管理同样不容忽视,机械设备的选择应优化,采用高效节能设备并定期进行维护,降低能源消耗。同时,施工时间的合理安排应避免高峰期的能源浪费,从而最大化能源的使用效率。为减少施工现场的碳排放,低碳环保的运输工具应优先使

用,降低运输过程中产生的污染。水资源的管理在施工期间也必须得到充分重视,节水型设施应采用,施工用水应严格控制避免浪费,确保水资源的高效利用。同时,废水处理系统应配备在施工现场,对污水进行有效处理并回收利用,减少对外部水源的依赖。噪音控制与废弃物管理,是施工过程中的绿色管理的重要组成部分,低噪音设备应使用并合理安排施工时间,减少对周围环境的噪声污染。此外,建筑垃圾的分类与处理应加强,废弃物应得到有效回收与再利用,从而减少对环境的负面影响。

3.3 后期运营与维护中的绿色管理

在高层住宅绿色建筑项目中,后期运营与维护阶段对建筑可持续性至关重要。能源管理通过智能监控系统实时跟踪能耗,优化空调与照明使用,并定期维护 HVAC 系统防止浪费^[3]。水资源管理方面,智能水管理系统和雨水回收设施减少水浪费,特别在干旱地区有助于降低对市政供水的依赖。空气质量通过定期检查空调和通风系统的过滤装置并实时监测,保持室内环境健康。建筑材料的定期检查与保养,确保外立面隔热性能,避免老化导致的资源浪费和能效下降。

4 结语

绿色建筑设计在高层住宅中的应用,不仅符合环境保护与资源节约的要求,还显著提升了居住者的舒适度与生活质量,通过实施节能减排、提高资源利用效率以及创造健康环境的设计理念,能耗与碳排放得到了有效减少,提供了一个可持续的居住空间。从设计阶段到施工再到运营管理,绿色理念始终贯穿其中,确保建筑实现长期的生态效益。随着技术的不断发展与绿色标准的完善,绿色建筑在未来城市建设中的作用将愈加重要,推动可持续发展进程。

[参考文献]

- [1]李江.高层住宅建筑设计中的绿色建筑设计应用的思考[J].居业,2024(6):106-108.
 - [2]沈伟锋.论高层建筑设计中绿色建筑设计的运用[J].城市建设理论研究(电子版),2024(1):86-88.
 - [3]刘新元.高层住宅建筑设计中的绿色建筑设计探讨[J].房地产世界,2022(20):30-32.
- 作者简介:王宁(1988.11—),男,汉族,毕业学校:河北工业大学,现工作单位:河北加壹建筑设计有限公司。

公共建筑设计中的绿色建筑设计研究

孟庆宁

冀美国际工程咨询有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 现在不仅倡导绿色出行, 还提倡绿色建筑设计理念。随着绿色建筑设计理念逐渐被应用到当今的建筑设计中, 人们也越来越关注绿色建筑设计的理念, 它不但可以减缓能源损耗的问题, 让环境有所改善, 还落实了生态环境和城市建筑这两者共同发展的方针。所以, 这里以绿色建筑设计理念在建筑设计中是如何体现和整合的进行探究, 让绿色建筑设计理念更深入地应用到城市建筑中。

[关键词] 公共建筑; 建筑设计; 绿色建筑; 绿色设计

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14790

中图分类号: TU242

文献标识码: A

Research on Green Building Design in Public Building Design

MENG Qingning

Jimei International Engineering Consulting Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Nowadays, not only green travel is advocated, but also the concept of green building design is promoted. With the gradual application of green building design concepts in today's architectural design, people are paying more and more attention to the concept of green building design. It can not only alleviate the problem of energy loss and improve the environment, but also implement the policy of the common development of ecological environment and urban architecture. Therefore, here we explore how the concept of green building design is reflected and integrated in architectural design, in order to further apply the concept of green building design to urban architecture.

Keywords: public buildings; architectural design; green building; green design

引言

随着全球气候变化问题日益严峻以及资源环境压力的不断加剧, 绿色建筑, 作为低能耗、低污染、高效率的设计理念, 已成为现代建筑行业发展的趋势。公共建筑, 作为城市基础设施的核心组成部分, 通常具备大规模建筑面积与较高能耗, 其设计与施工过程中对环境的影响不容忽视。绿色建筑设计的实施, 推动公共建筑提升建筑本身的能源利用效率与室内外环境质量, 同时也能够在全社会范围内促进绿色低碳理念的传播, 助力可持续发展目标的实现。绿色建筑设计的核心目标, 是通过优化建筑设计、合理利用资源、减轻环境负担, 以实现建筑功能与环境保护的有机统一。对于公共建筑而言, 关注的应不仅是建筑的能源效率, 还应综合考虑提升内部环境质量、合理配置资源并实现建筑生命周期的可持续管理。无论是提升能源效率, 还是选择绿色建材, 绿色建筑始终体现着对环境责任的承诺, 并推动着建筑行业技术与管理的创新。本文将深入探讨公共建筑绿色建筑设计的方法与实践, 分析当前公共建筑设计中绿色建筑理念的应用现状, 重点研究如何通过合理设计措施减少建筑能耗、优化室内环境、提升空间舒适度, 以及有效控制项目成本。

1 绿色设计在公共建筑中的重要意义

绿色设计在公共建筑中的重要性体现在多个方面, 特别是在环境保护、资源节约及社会可持续发展上。随着全

球气候变化加剧及资源日益紧张, 绿色建筑, 作为应对生态文明建设的创新设计理念, 已成为现代建筑设计的主流方向。公共建筑, 作为人们日常生活中不可或缺的场所, 其实施绿色设计, 不仅能够显著减少能源消耗与碳排放, 还能增强建筑的环境适应性及舒适度。通过选用高效节能的建筑材料与技术, 公共建筑不仅能够满足基本功能需求, 还能有效减少对自然资源的依赖, 优化能源使用效率, 从而降低运营成本。室内环境质量的提升、空气流通及温湿度调节等方面, 均在绿色设计的实施中得到了显著改善, 进而促进使用者的健康与工作效率, 尤其在高密度使用场所, 效果尤为明显。与此同时, 绿色设计强调建筑与自然环境的有机结合, 推动建筑与周围生态系统的融合, 使得公共建筑不再仅仅是资源的消耗者, 而是能够有效再利用能源与资源的存在。绿色建筑的推广, 在社会层面, 能够推动绿色产业的发展, 创造更多就业机会, 从而促进绿色经济的繁荣。

2 公共建筑中的绿色建筑设计

2.1 内部环境的绿色建筑设计

2.1.1 能源与材料的绿色设计

能源与材料的绿色设计在公共建筑中的作用至关重要, 其核心目标是通过优化能源使用、提高资源利用效率以及选用环保材料, 减少建筑对环境的负担, 推动可持续发展。绿色设计中的能源优化, 主要集中在降低建筑能耗, 通过智能控制系统、高效供热与制冷设备以及外立面的保

温设计等措施,尽可能减少能源浪费。例如,采用高效空调系统、LED照明以及智能窗控系统,不仅能够确保室内舒适性,还能显著降低电力消耗。此外,通过设计自然采光与自然通风系统,人工照明与空调系统的依赖得以减少,进而优化了能源的使用效率,提升了建筑的舒适性与健康性。在建筑材料的绿色设计方面,选用可再生、低碳、无毒的材料显得尤为关键。高性能隔热材料及绿色建材的使用,有效减少了建筑施工与运营过程中碳排放。例如,采用高效保温材料与由可再生资源制成的外墙,不仅提高了建筑的能源效率,还降低了外界温度波动的影响,从而减少了对空调与供暖系统的依赖。对于材料选择,还应优先考虑低污染、易回收的材料,以最大限度地降低建筑生命周期中的环境影响。

2.1.2 门窗系统的绿色设计

门窗系统的绿色设计在公共建筑的绿色建筑方案中具有重要作用,其核心目标是提升建筑的能效、改善室内环境质量,并减少对环境的负面影响。在门窗材料的选择上,应优先选用具有优良隔热与隔音性能的环保材料,如低辐射玻璃和高密封性框架材料。这些材料能够有效地隔离室外的热量与噪音,减轻空调和取暖系统的负担,同时有助于减少噪声污染,提升室内舒适性。门窗系统的设计还应专注于最大限度地提高能效,节能技术如双层或三层玻璃被采用,从而增强玻璃的隔热效果,减少冷热流失,进而降低空调与暖气的使用,达到减少建筑能耗的效果。智能化控制系统在门窗设计中逐渐成为不可或缺的一部分^[1]。通过自动调节窗户开关、窗帘升降或玻璃透光度,系统能够根据室内外温湿度的变化,自动优化能源使用,实现在节能与舒适之间的平衡。门窗系统的自然采光设计也显得至关重要。通过合理布置大面积窗户,并结合光导管等技术,自然光的有效利用得以实现,减少了对人工照明的依赖,从而进一步降低了能源消耗。

2.1.3 室内声光环境系统的绿色设计

室内声光环境系统的绿色设计在绿色建筑中占据了重要地位,其主要目标是为用户创建一个健康、舒适且高效的室内环境,同时尽量减少对环境的负面影响。对于室内声环境的设计,重点在于噪声控制与声学舒适度之间的平衡。在公共建筑中,由于人流密集及多功能空间的存在,噪声常常成为影响使用者体验的关键因素。为此,绿色设计倡导采用高效的隔音材料与结构,如吸音板、隔音墙以及地毯等,并合理安排空间布局,避免噪声源与安静区域的直接接触。通过创新的建筑形态和材料,能够实现有效的噪音隔离。这种设计不仅有助于降低噪声污染,还能提升空间的私密性及舒适性。室内光环境的绿色设计同样不容忽视。自然采光作为提升室内光照质量、降低能源消耗的有效手段,值得重点关注。大面积窗户、光导管或天窗的设计,使自然光的引入得以最大化,减少了对人工照明的依赖,从而降低了能耗,同时改善了空间的视觉舒适度,促进了居住者的心理健康。高效低能耗的LED灯具应优先

选用,并结合智能调光系统,能根据实际需求自动调节光照,避免了能源浪费。此外,灯光的色温与色彩也应当特别关注,避免了过强或过弱的光线影响使用者的视觉健康,进而营造了一个温馨且宜人的空间氛围。

2.1.4 其他方面的绿色设计

公共建筑中的绿色建筑在设计提升内部环境质量方面涉及多个细节与措施,旨在通过综合优化各系统,最大化建筑的环保效益及使用者的舒适度。空气质量在绿色设计中占据重要地位,室内空气的质量直接影响居住者的健康与工作效率。高效通风系统与空气净化设备的安装被视为绿色设计的关键措施,确保了室内空气的清新流通,同时减少了有害气体的积聚。通过合理布局空气换气系统并选用无毒、低排放的建筑材料,空气污染得以有效防止,从而提升了居住者的健康水平。水资源的管理同样在绿色设计中占据重要地位。由于公共建筑需要大量的用水,节水和水的循环利用已成为可持续发展的关键措施之一。通过雨水收集系统、再生水的使用以及节水设备的安装,水资源的浪费得以减少,建筑的运行成本也得到了降低。建筑内部的智能控制系统作为绿色设计的创新之一,应用了传感器、自动化技术等手段,实时监控室内温湿度、光照强度及人员活动情况,空调、照明等设备的运行状态因此能够自动调节,从而优化了能源使用效率并避免了资源浪费。此外,绿色设计还积极推动环保材料的使用。例如,低VOC(挥发性有机化合物)涂料与环保地板材料的选用,减少了有害物质的释放,提升了室内空气质量,并减少了对环境的负面影响^[2]。通过这些综合性设计措施,公共建筑在节能减排的同时,营造了更加健康与舒适的内部环境。

2.2 公共建筑中外部环境的绿色建筑设计

公共建筑中外部环境的绿色建筑设计着重于整体生态优化,旨在减少对自然环境的负面影响,并提升建筑与周围环境的和谐性及可持续性。在设计过程中,外立面及外部材料的选择被认为是关键因素。通过选用具有良好热隔离和光反射性能的外墙材料,建筑能耗得以有效降低,空调制冷与取暖的负担也因此减轻。同时,外部绿色植被的配置也发挥着至关重要的作用。屋顶绿化与垂直绿化系统不仅美化了建筑外观,增加了绿地面积,还能有效缓解城市热岛效应,改善局部气候条件。此外,绿色植被在雨水管理方面同样起着重要作用。降水能够被绿色植被吸收,雨水径流得以减少,排水系统的负担也因此减轻,从而降低了城市洪涝风险。合理的绿化布局不仅有助于生物多样性的保护,还能增强城市生态系统的服务功能。在外部环境的绿色设计中,能源利用与节约同样不可忽视。太阳能光伏系统与风力发电设备的集成使得建筑能够获得清洁、可再生的能源,减少了对传统能源的依赖。同时,外部照明系统的设计以节能与环保为核心,低功耗的LED灯具与智能感应系统的使用确保了在降低能源消耗的同时,足够的照明得以提供。这些绿色设计措施不仅有助于提升建筑

的可持续性，还为周围环境的优化作出了贡献。

2.3 新型绿色能源系统设计

新型绿色能源系统在公共建筑中的设计发挥着至关重要的作用，不仅推动了建筑行业向低碳、节能的方向转型，还为实现可持续发展的目标提供了有效支持。在绿色建筑设计中，新能源系统的引入，能有效降低建筑的整体能耗，同时减少对传统能源的依赖，从而减轻了建筑对环境的影响。太阳能、风能、地热能以及生物质能等可再生能源的应用构成了这一新型能源系统的核心内容。太阳能光伏系统作为一种广泛应用的绿色能源技术，通过在建筑屋顶或外立面上安装太阳能电池板，太阳辐射得以直接转化为电能，从而满足了建筑的日常电力需求，甚至能实现一定程度的能源自给。风能系统特别适用于风力资源丰富的区域，风力发电机的安装能够为建筑提供额外的清洁能源，进一步满足能源需求。地热能作为一种稳定的能源，尤其适用于寒冷地区，地热供暖系统通过热泵提取地下热量，不仅能有效降低对传统燃气或电力的依赖，还为室内提供了稳定、舒适的温控环境。同时，生物质能的应用通过燃烧有机废弃物产生热能，不仅为建筑提供能源，还能有效减少废弃物对环境的污染^[3]。为了确保这些新型能源系统能够高效运行，绿色建筑设计中通常会融入智能能源管理系统。借助传感器、物联网技术及大数据分析，能源的消耗状况能被实时监控，能源供应得以自动调节，从而实现了能源的最优化配置。这些措施共同推动了公共建筑朝着更加节能、环保的方向发展，进一步支持了可持续建筑理念的实现。

3 绿色造价和成本的控制方法

3.1 科学地进行编制预算

在绿色建筑项目中，科学的预算编制是确保项目经济可行性及有效成本控制的关键。预算编制时，绿色设计方案的具体要求、环境效益与经济效益应被全面考虑，建筑项目在规划、设计、施工及运营各个阶段可能涉及的费用需精准评估。预算编制不仅应涵盖材料、设备、人工等传统费用，还应包括绿色建筑所需的环保材料、节能设备以及新型能源系统等额外投入的成本。此外，绿色技术的生命周期成本也需要充分估算，其中包括安装、运营和维护等相关费用。尽管绿色建筑设计在初期可能需要较高的投资，但随着节能效益与环保效益的逐步显现，整体运营成本将得到显著降低。科学合理的预算编制不仅为项目的经济性提供了合理的预测，也有助于预见绿色建筑的可持续发展潜力。

3.2 加强建筑动态预算的管理

在绿色建筑项目中，建筑动态预算管理的强化被视为确保项目顺利进行并有效控制成本的关键措施。随着项目的不断推进，设计变更、材料价格波动、施工工艺调整等因素会对预算产生不同程度的影响，因此，实施动态预算管理至关重要，它能够确保项目成本始终保持在可控范围内。动态预算管理要求定期审查与调整项目的进展，结合

施工进度与市场环境的变化，预算分配应灵活调整。通过实时监控系统的建设，项目管理团队能够随时跟踪预算执行情况，及时识别并纠正偏差。此外，动态预算管理强调与相关部门的密切合作，确保信息的共享，并预见可能出现的成本波动，从而制定有效的应对策略。采用这种灵活的预算管理方式，有助于绿色建筑项目的资源配置得到优化，整体成本得以控制，预算超支的发生能够有效防止。

3.3 成本控制的方法

在绿色建筑项目中，确保项目顺利进行并实现预期效益的关键环节是成本控制。有效的成本管理始于项目初期的充分规划与预算编制，在这一阶段，需确保绿色设计方案能够满足成本可控的要求^[4]。通过采用合适的绿色建筑材料与施工技术，不仅有助于确保环境效益，还能够有效降低建筑整体成本。通过比较不同材料的生命周期成本，既能选出具备环保性能的材料，又能在长期使用中节约能源与维护费用，从而实现成本的长期控制。此外，施工工艺的优化、施工效率的提高、资源浪费的减少以及不必要人工成本的降低，均是实现成本控制的关键措施。

4 结语

在当今建筑行业面临环境保护与可持续发展双重挑战的背景下，绿色建筑设计已逐渐成为一种创新的建筑理念。这一设计方式不仅提升了建筑的品质，也显著降低了能源消耗和碳排放，成为推动可持续发展的重要手段。作为城市功能的重要组成部分，公共建筑的绿色设计实施，不仅能够改善建筑的环境效益与经济效益，还为提高居民生活质量及推动绿色城市建设提供了有力支持。通过采取合理的绿色设计策略，如能源与材料的优化使用、智能化环境控制系统的引入以及可再生能源的广泛应用，公共建筑的环境负担得以有效减少，资源利用效率也得以提升，从而促进建筑行业的可持续发展。尽管绿色建筑设计的优势日益突出，相关技术与理念的普及仍面临一定的障碍。政策支持、技术研发以及行业规范的不断完善，仍是推广绿色建筑的关键因素。随着科技的进步与环保意识的提升，绿色建筑将在未来公共建筑设计中扮演更加重要的角色，为建设宜居、节能且可持续的城市环境提供坚实基础。

【参考文献】

- [1] 杨超,王屹.公共建筑设计中绿色建筑设计应用分析[J].中国住宅设施,2019(8):63-64.
- [2] 于涵.公共建筑设计中的绿色建筑设计探究[J].工程技术研究,2019,4(3):180-181.
- [3] 王占阳.公共建筑设计中的绿色建筑设计研究[J].工程建设与设计,2024(20):1-3.
- [4] 杨晶晶.公共建筑设计中的绿色理念体现[J].建筑结构,2020,50(11):152-153.

作者简介:孟庆宁(1984.12—),女,汉族,毕业学校:华东交通大学,现工作单位:冀美国际工程咨询有限公司。

民用建筑结构设计的经济性与安全性平衡

马越普

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 民用建筑结构设计在满足安全性的同时, 也需要考虑经济性。在设计过程中, 需综合考虑材料选择、结构形式及施工工艺等因素, 以实现成本与安全的最佳平衡。通过合理的设计方案, 可以有效降低工程造价, 缩短工期, 同时确保结构的稳定性和安全性。此外, 经济性与安全性并非对立关系, 而是可以通过科学的设计方法与技术手段实现双赢。将两者有效结合, 将有助于提升建筑行业的整体效益。

[关键词] 民用建筑; 结构设计; 经济性; 安全性; 平衡

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14789

中图分类号: TU9

文献标识码: A

The Balance between Economy and Safety in the Design of Civil Buildings Structures

MA Yuepu

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

Abstract: The structural design of civil buildings needs to consider both safety and economy. In the design process, it is necessary to comprehensively consider factors such as material selection, structural form, and construction technology to achieve the best balance between cost and safety. Through a reasonable design scheme, the project cost can be effectively reduced, the construction period can be shortened, and the stability and safety of the structure can be ensured. In addition, economy and safety are not in opposition, but can be achieved through scientific design methods and technological means to achieve a win-win situation. Effectively combining the two will help improve the overall efficiency of the construction industry.

Keywords: civil buildings; structural design; economy; safety; balance

引言

在现代建筑行业中, 民用建筑的结构设计不仅关乎使用安全, 更直接影响工程成本和资源配置。如何在确保安全性的基础上, 实现经济效益的最大化, 成为设计师和工程师面临的重要挑战。随着建筑技术的不断进步, 探索经济性与安全性之间的有效平衡, 已成为推动行业可持续发展的关键因素。这一研究旨在揭示合理设计理念和技术手段如何协同作用, 以实现建筑的安全性与经济性的双重优化, 为未来的建筑实践提供有益的参考。

1 民用建筑结构设计的重要性与现状分析

民用建筑结构设计在城市发展和社会进步中扮演着至关重要的角色。随着人口的增长和城市化进程的加快, 对居住空间的需求不断上升, 民用建筑的数量和规模也随之增加。这不仅推动了建筑行业的繁荣, 也对建筑结构的设计提出了更高的要求。有效的结构设计不仅要保证建筑物的安全性和耐久性, 还需兼顾经济性, 以降低建设和维护成本。在这一背景下, 民用建筑结构设计的重要性日益凸显, 合理的设计能够提高建筑的使用效率, 满足人们对生活品质的需求, 并在一定程度上推动社会经济的发展。

然而, 当前民用建筑结构设计面临着多重挑战。传统的设计方法往往过于注重安全性, 而忽视了经济性, 导致项目成本高昂, 资源浪费严重。此外, 随着新材料和新技

术的不断涌现, 设计师需要在复杂的技术和市场环境中做出合理的选择。市场对建筑质量的要求日益严格, 安全隐患、抗震能力等问题日益受到关注, 使得结构设计变得愈加复杂。因此, 构建一个科学合理的设计框架, 以应对这些挑战, 成为业界的共识。在这一框架下, 设计师不仅需要具备扎实的理论基础, 还需灵活运用现代技术, 结合实际情况进行创新设计, 以适应不断变化的市场需求和技术进步。

面对这些挑战, 许多建筑师和工程师开始探索经济性与安全性之间的平衡。他们意识到, 经济性并不是简单的成本削减, 而是通过优化设计、合理选材和创新施工方法来实现的。通过对结构形式的合理选择, 利用预制构件、节能材料等新技术, 不仅可以降低建设成本, 还能提高建筑物的安全性和使用寿命。这种综合考虑的设计理念, 逐渐成为民用建筑结构设计的主流方向。未来, 随着建筑行业的不断发展, 经济性与安全性的平衡将为民用建筑结构设计提供更多的可能性, 推动建筑行业朝着更加可持续的方向发展。

2 经济性与安全性的定义及其相互关系

经济性和安全性是民用建筑结构设计两个核心概念, 彼此之间存在复杂的相互关系。经济性通常被定义为在满足特定功能和质量要求的前提下, 以最低的成本实现

最佳的建筑效益。这不仅包括初期的建设成本，还涉及长期的运营和维护成本。因此，在建筑设计阶段，设计师需要综合考虑材料、施工工艺、能源消耗等因素，以确保项目的经济性。同时，经济性并不意味着降低建筑质量或安全标准，而是要求设计师在资源配置上进行合理优化，寻求性价比的最佳平衡。有效的经济性设计能够降低项目整体开支，进而提高投资回报率，从而促进建筑行业的可持续发展。

安全性是民用建筑设计中最为重要的考量之一，其主要目的在于保护人身安全和财产安全。建筑的安全性包括结构的稳定性、耐久性、抗震性和防火性能等多方面因素。设计师在构思建筑时，必须遵循相关的安全规范和标准，以确保建筑在各种自然灾害和突发情况下能够有效保护使用者。随着建筑技术的发展，新的材料和施工技术的引入，建筑的安全性也在不断提升。然而，安全性并不是孤立存在的，往往需要与经济性进行权衡。在设计过程中，如果一味追求安全性，可能会导致过高的成本，从而使项目失去经济可行性。因此，设计师必须在保证安全性的同时，充分考虑经济性，以实现两者的协调发展。

经济性与安全性之间的相互关系可视为一种动态平衡的关系。合理的设计应当能够在确保安全性的基础上，实现经济效益的最大化。这种关系不仅体现在设计阶段，也延续至施工和运营阶段。在施工过程中，设计师可以通过选择合适的施工方法和材料，降低施工成本，提高施工效率，从而进一步实现经济性。在运营阶段，建筑的维护和管理同样需要考虑安全性与经济性的平衡。例如，定期的安全检查和维护可以确保建筑物的安全性能，但也需要合理控制维护成本。因此，经济性与安全性的统一性在建筑结构设计显得尤为重要，二者的良性互动将推动建筑行业的整体进步，实现更高质量的民用建筑。通过科学的设计理念和技术手段，建筑师可以探索出经济性与安全性之间的最佳平衡，推动建筑行业向着更高效、更安全的方向发展。

3 影响民用建筑结构设计经济性的关键因素

民用建筑结构设计的经济性受到多种因素的影响，关键在于如何合理选择设计理念、材料和施工方法。通过综合考虑项目的特定需求、地理环境和使用功能，设计师能够制定出既符合安全标准又具备经济效益的建筑方案。这不仅有助于减少资源浪费，还能提升项目的整体效益和可持续性。首先设计理念的科学性直接决定了建筑的经济性。在初期设计阶段，建筑师需要深入分析项目需求和使用功能，选择适当的结构形式。合理的结构形式不仅能够有效承载建筑物的自重和外部荷载，还能减少材料的浪费。例如，采用合理的框架结构或空间桁架结构，能够在保证安全性的同时，降低材料使用量。此外，设计的灵活性也至关重要，能够适应不同功能需求的建筑设计通常能实现更高的经济效益。因此，在设计理念的选择上，必须兼顾创

新与实用，以实现经济性的最大化。

材料的选择对民用建筑的经济性具有重要影响。不同的建筑材料在性能、成本和使用寿命上差异显著，合理的材料选择能够显著降低建筑成本。现代建筑中常用的钢材、混凝土和新型环保材料，各有其优缺点。例如，虽然钢材的初期成本相对较高，但其优异的强度和耐久性可以降低后期的维护成本。相对而言，混凝土作为一种常见的建筑材料，其成本相对低廉，但在某些情况下可能会影响整体经济性。因此，设计师在选择材料时应综合考虑成本、性能和环境影响，力求在保证建筑质量和安全的前提下，实现材料使用的最优化。

施工方法与管理也是影响民用建筑结构设计经济性的关键因素。在建筑施工过程中，合理的施工组织和科学的管理能够提高施工效率，降低人工成本和时间成本。随着新技术的不断引入，现代施工方法如预制构件的应用，能够显著缩短施工周期，减少现场作业的复杂性。此外，施工管理中的质量控制、进度管理和成本控制也直接影响建筑的经济性。通过建立完善的管理体系，确保施工过程的高效运作，不仅能降低建筑成本，还能提高建筑的整体质量。有效的施工管理还能够减少材料的浪费和工期的延误，进一步增强项目的经济性。因此，设计师和施工团队需要紧密合作，制定合理的施工方案，确保经济性与安全性并行，实现民用建筑的可持续发展。

4 安全性在民用建筑结构设计中的核心地位

安全性在民用建筑结构设计中占据核心地位，是建筑设计的首要原则之一。建筑物作为人类日常生活和工作的主要空间，必须确保使用者的人身安全和财产安全。在设计阶段，建筑师和工程师必须严格遵循国家和地方的建筑规范及安全标准，充分考虑建筑物的结构稳定性、耐久性和抗震能力等多方面因素。尤其是在自然灾害频发的地区，如地震、台风等，建筑的安全性更显得尤为重要。有效的结构设计不仅可以抵御外部环境的威胁，还能在极端条件下保护使用者的安全，从而为居民提供一个安全、舒适的生活环境。

安全性的核心地位不仅体现在建筑设计的初期阶段，还贯穿于整个建筑生命周期中。在施工过程中，安全性要求施工单位采取有效的安全措施，确保施工人员的安全，并避免因施工不当导致的事故。同时，建筑的维护和管理同样需要注重安全性。定期的检查和维护可以及时发现潜在的安全隐患，从而有效延长建筑的使用寿命，并确保其安全性。例如，定期检查结构的抗震性能、风载荷及腐蚀情况，可以提前预防可能的安全事故，保障建筑物在长期使用中的可靠性。因此，建筑的安全性不仅关乎设计和施工，更需要在日常管理中得到充分重视。

安全性与经济性之间并非简单的对立关系，而是可以通过科学的设计和管理实现优化平衡。在追求经济效益的

同时,确保建筑的安全性是设计师的责任。合理的设计方案可以在不牺牲安全性的前提下,降低建设和维护成本。通过使用新材料、新技术以及优化的施工方法,既能提高建筑的安全性,也能控制项目的整体开支。例如,采用高性能的混凝土和钢材,能够有效增强建筑的承载能力和抗震性能,同时降低维护成本。在这样的双赢策略下,安全性与经济性相辅相成,推动着民用建筑行业的可持续发展。因此,在民用建筑结构设计,安全性始终应当放在首位,确保建筑物在各种条件下都能提供坚实的保护,进而促进社会的整体安全与发展。

5 实现经济性与安全性平衡的设计策略与案例分析

在民用建筑结构设计中,实现经济性与安全性的平衡是一项重要而复杂的任务。为了有效地达成这一目标,设计师们需要采用多种策略来优化建筑方案,并确保在控制成本的同时,提供足够的安全保障。首先,合理的设计理念和方法是实现这一平衡的基础。例如,在某些情况下,采用预制构件可以显著降低建筑成本,同时提高施工效率。预制构件在工厂中生产,减少了现场施工的复杂性,并能有效控制材料的质量和施工安全。通过在设计阶段充分考虑预制构件的使用,既能节省材料成本,又能缩短工期,提高整体经济性。此外,设计师还可以通过结构优化分析,选择最合适的结构形式和材料,以减少不必要的材料使用,同时确保结构的稳定性和安全性。

国内有多个成功的案例展示了经济性与安全性平衡设计策略的有效性。以北京某大型公共图书馆为例,该项目在设计阶段充分考虑了经济性与安全性的关系。设计团队在选用材料时,优先选择了具有良好性能的混凝土和钢材,这些材料不仅能够满足安全要求,还具有较高的性价比。同时,设计师在建筑结构上采取了框架—剪力墙的组合结构,这种结构形式既能提高抗震能力,又能降低施工成本。项目的施工过程中,采用了现代化的建筑信息模型(BIM)技术,对施工过程进行了全面的模拟和优化。这不仅提高了施工效率,还有效降低了施工过程中的安全隐患和材料浪费。最终,该图书馆不仅在安全性上得到了充分保障,也成功控制了预算,实现了经济性与安全性的有效平衡。

另一个值得注意的案例是深圳某高层住宅项目。该项目在设计之初,就明确了安全性与经济性的双重目标。在选材方面,设计团队选择了耐久性强且抗震性能良好的高强度混凝土,而在结构设计上,则采用了剪力墙体系,确保建筑在遭遇地震时的稳定性。此外,该项目还引入了绿色建筑理念,通过合理的能效设计,降低了建筑的长期运营成本。例如,建筑外立面的节能设计有效降低了空调能耗,从而在保障住户舒适度的同时,也降低了运营成本。项目的成功实施不仅提高了居民的安全感,也为开发商带来了可观的经济收益,展示了经济性与安全性在实际建筑项目中的成功融合。通过这些实际案例,可以看出,只有在设计过程中充分重视经济性与安全性的平衡,才能实现高质量的民用建筑,为社会的发展做出积极贡献。

6 结语

在民用建筑结构设计中,经济性与安全性的平衡至关重要。通过合理的设计理念、优化的材料选择和先进的施工方法,可以实现这一平衡,确保建筑在提供安全保障的同时,控制成本,提高经济效益。国内多个成功案例,如北京公共图书馆和深圳高层住宅项目,充分展示了经济性与安全性协同发展的潜力。这些案例表明,关注二者的统一不仅能提升建筑质量,还能推动行业的可持续发展。未来,随着技术的进步和设计理念的创新,经济性与安全性的完美结合将为民用建筑行业带来更多可能性,促进更高效、更安全的建筑实践,为社会的整体进步贡献力量。

【参考文献】

- [1] 欣欣,赵恒.民用建筑结构的设计与优化[J].门窗,2017(9):152.
- [2] 廖华权.实现安全性、经济性建筑结构设计的具体方式分析[J].住宅与房地产,2017(12):99.
- [3] 吴传乾.浅析建筑工程结构设计中的安全性与经济性[J].科技风,2017(22):88.
- [4] 李媚丽.建筑工程结构设计中的安全性与经济性[J].门窗,2019(23):149.
- [5] 王彩香.土木工程建筑结构设计中的安全性及经济性分析[J].居舍,2023(21):102-105.

作者简介:马越普(1980.9—),男,汉族,毕业学校:燕山大学,现工作单位:河北建筑设计研究院有限责任公司。

空分设备贫氩氙提取逻辑控制的改进与实践

田兴兵

国家能源集团宁夏煤业煤制油分公司, 宁夏 银川 750409

[摘要]煤化工企业利用空分设备提取氩氙气体, 关键在于保证提取气体的纯净度达标, 经过空分设备分离、提取得到的稀有气体可作为化工生产原料。目前随着人工智能技术的快速发展, 采用空分设备实施贫氩氙提取中的逻辑控制路径更加完善, 企业人员能够采用智能化、自动化的逻辑控制方法, 达到降低稀有气体提取成本以及提升气体纯度等效果。基于此, 本篇文章主要探讨空分设备贫氩氙提取过程中的逻辑控制技术原理, 结合煤化工企业的生产实践加以完善。

[关键词]空分设备; 贫氩氙提取; 逻辑控制

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14788

中图分类号: TQ116.4

文献标识码: A

Improvement and Practice of Logic Control for Lean Krypton Xenon Extraction in Air Separation Equipment

TIAN Xingbing

Coal to Oil Branch of CHN Energy Ningxia Coal Industry Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750409, China

Abstract: Coal chemical enterprises use air separation equipment to extract krypton xenon gas, and the key is to ensure that the purity of the extracted gas meets the standard. The rare gases separated and extracted by the air separation equipment can be used as raw materials for chemical production. With the rapid development of artificial intelligence technology, the logical control path for lean krypton xenon extraction using air separation equipment has become more complete. Enterprise personnel can adopt intelligent and automated logical control methods to achieve the effects of reducing the cost of rare gas production and improving gas purity. Based on this, this article mainly explores the logic control technology principle in the lean krypton xenon extraction process of air separation equipment, and improves it by combining it with the production practice of coal chemical enterprises.

Keywords: air separation equipment; extraction of lean krypton xenon; logical control

引言

氩氙提取工艺在煤化工企业的生产过程中占据突出地位, 化工企业目前普遍采用空分设备完成稀有气体的提取、分离与转化操作。建立在人工智能原理基础上的空分设备逻辑控制, 主要依靠计算机软件进行自动编程, 企业人员能够按照逻辑控制的技术路径展开相关操作, 在保证提取气体纯度的同时还能降低工艺成本, 推动企业的经济效益提高。因此如何将逻辑控制技术应用用于空分设备的贫氩氙提取操作, 应成为煤化工企业实现技术创新的关键所在。

1 空分设备贫氩氙提取的基本原理

贫氩氙属于典型的稀有气体, 其主要应用在集成电路生产、半导体配件加工、暗物质研究、医疗以及航天等领域。氩气与氙气都属于“不活泼”的惰性化学物质, 在空气中呈现无色无味的外观特征^[1]。贫氩氙大量存在于液态空气或者液氧介质中, 因此需要借助“深度冷凝法”等工艺形式, 并利用空分设备予以提取。

采用空分设备提取贫氩氙的基本流程包括如下步骤: 技术人员首先利用“出粗氩冷凝器”来分离液态空气介质, 经过分流后的一股液态空气将会进入精馏塔, 而另一股空气直接进入贫氩氙塔顶(即为“上塔”部分); 位于贫氩氙塔顶的液态空气蒸汽将会返回“上塔”, 并且在精馏塔

的底部经过提取得到贫氩氙与液氧的混合物。经过提取的液氧混合物将会进入贮存槽, 而塔底部分的低压空气能够再次转化为热源, 冷凝处理后的液态空气将会通过精馏塔的下部出口, 最终完成“贫氩氙提取”的整个分离转化过程。

如下图, 为空分设备贫氩氙提取的技术原理图: 该空分设备包括主塔、贫氩氙塔、粗氩塔、下塔、液氧装置组成, 可确保低压空气流入空分装置, 经提取的产物进入下塔, 最终得到纯度较高的贫氩氙液氧产物。

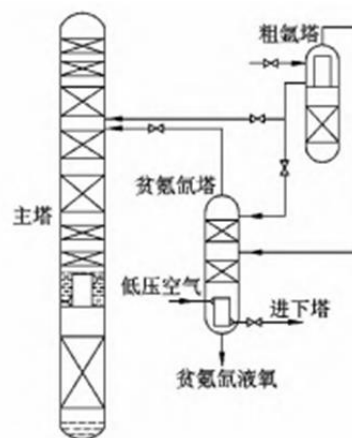


图1 空分设备贫氩氙提取的技术原理图

2 空分设备贫氮氩提取的系统设计要点

本次系统设计主要针对贫氮氩提取专用的空分设备,该空分设备属于贫氮氩液氧提取装置。系统设计的总体思路在于保证设备稳定运行,突出操作便捷、节约成本、改善效率等目标^[2]。贫氮氩液氧提取的空分设备应满足操作方便、运维成本较低、可靠性与安全性良好的要求,具体采用如下的系统设计方案:

2.1 系统参数

贫氮氩液氧空分设备处于常压运行环境,单套空分设备应包括Φ2900/4500mm的贫氮氩蒸发器、Φ1650/4800mm的贫氮氩塔、Φ3500/3100mm的真空储罐、BP-230型号的液氧充车泵(1用1备)。为确保液氧空分系统的稳定运行,拟采用独立冷箱的形式提取并保存贫氮氩。系统设计人员将专用的吸附剂加入纯化系统,吸附剂的主要成分为氧化亚氮^[3]。

此外,空分设备在提取贫氮氩的过程中需要用到输气管道及阀门设备。技术人员针对本次设计主要采取独立冷箱用于隔离贫氮氩塔及其他设备,并需要增加分子筛用于去除多余的氧化亚氮。通过布置分子筛的床层,达到控制系统运行能耗以及运行阻力的目标。贫氮氩提取的空分设备连接于膨胀机、空气压缩机等配套装置,在装置运行阶段采用自动调节的形式控制高压空气量。在此基础上,处于运行状态的空分设备平均每小时消耗0.8t左右的蒸汽能源。

如下表,为空分设备用于贫氮氩提取的参数设计:

表1 空分设备贫氮氩提取的系统参数设计

设备名称	尺寸规格
贫氮氩蒸发器	Φ2900/4500mm
贫氮氩塔	Φ1650/4800mm
贫氮氩液氧充车泵	BP-230 (1用1备)
贫氮氩真空储罐	Φ3550/3100mm

2.2 工艺流程

贫氮氩液氧空分设备的冷凝器可用于生成液态氧,其中一部分的液态氧(包含贫氮氩成分)被送入塔顶,另一部分被送入上塔。来自冷凝设备的液态蒸汽直接进入精馏塔,同时位于塔顶部分的液态空气混合物将会返回上塔。此外,空分设备的塔底经过化学反应生成贫氮氩与液氧的混合物,采用自动输送管道将其输入贮存槽。贫氮氩塔可以循环利用低压空气,经转化的低压空气可作为热源使用,而冷凝处理后的液态空气将会进入下塔^[4]。

企业技术人员需经过科学测试,才能确定空分设备的使用性能。空分设备的调试操作应包括如下步骤:同时打开贫氮氩塔的主冷箱设备、加温吹除设备,然后开启测满阀与排液阀,对于整个装置进行加温吹除操作。在加温调试的前期阶段,应首先关闭系统回流阀,等待蒸发器的低压空气管道达到一定温度之后再开启阀门。经过调试的

下塔、回流阀等设备如果达到露点合格的标准,则需要保持3小时的吹除操作,然后关闭系统调试阀门。

如下表,为空分设备提取得到的贫氮氩气体特性指标:

表2 空分设备提取贫氮氩的特性指标

稀有气体	氮气	氩气
沸点	-150.9℃	-110.3℃
分子量	35.4	129.5
气体密度	3.45kg/m ³	6.11kg/m ³
液体密度	2063kg/m ³	3030kg/m ³

2.3 安全保障

空分设备用于提取贫氮氩的操作过程存在较高的风险性,企业人员需采取行之有效的安全保障措施,在根本上防止空分设备发生自燃、爆炸等重大事故。本次空分设备设计中的安全保障措施体现为如下:利用“后壁设计”的技术原理,对于蒸发器的安全性能予以改进,保证蒸发器所在的运行环境平稳、安全。煤化工企业还要安排专业人员负责实时监测蒸发器中的碳氢化合物浓度,采用智能传感器实施动态监测。如果某一时刻的碳氢化合物浓度出现异常,企业人员需要立即采取相应的处置措施,妥善应对空分设备运行过程的突发情况。

蒸发器属于空分设备中的核心装置,确保蒸发器平稳运行的重点即为排液冲洗:每隔一定时间,相关负责人员需要采用排液冲洗的形式,尽可能去除蒸发器底部残留的杂质、金属碎屑等,防止蒸发器在运行阶段发生堵塞。企业人员如果发现系统液位计的显示数据存在异常,则需要开启测满阀来确认液位计的显示数值是否精确,并且及时反馈空分设备的安全隐患^[5]。

3 空分设备贫氮氩提取的逻辑控制路径

3.1 外部增压空气分离

依靠外部压力或者增压空气分离的形式提取氮气与氩气,主要采用人工智能控制的逻辑路径予以实现。来自外部压力或者装置自身的压力能够促使液态氧的结构发生改变,然后利用液态氧作为流动相的提取稀有气体原料。液态氧混合物的温度较低,处于液态的氧气作为载体,能够分离得到较高纯度的氮气与氩气。上述逻辑控制路径的重要优势即为氮气与氩气的萃取率相对较高,最高时可达90%左右。采用氮气与氩气的塔底进料形式,并且借助填料塔共同发挥作用,整个空分装置的构造比较简单,非常方便制作与使用。

包含氮气与氩气成分的液氧混合物经过抽取操作,在上塔底部的板处抽出,该处氮氩的浓度相比来讲较小,因此能够明显减少液氧产品携带氮氩气体的比例,确保更多的氮氩得以在系统主冷设备的附近聚集。同时,从空分设备处抽取少量的液氧原料,进入粗氮氩塔的自动调节控制器,以此实现自动控制粗氮氩产品中氢气含量的效果。在此过程中,技术人员需要从空分设备的主冷凝蒸发器范围

内抽取较多高浓度的氮氩原料,确保粗氮氩产品的提取率实现显著增加。粗氮氩塔的蒸发器热源来自下塔顶部的氮气,因此相比于空气作为热源的上塔氧、氮、氩的提取比率有所提高,尤其是氩的提取比率可以高达2%左右。

3.2 内部压缩空气分离

采用“内压缩流程”用于提取氮气与氩气,此种逻辑控制模式适用于混合物氧压力较大的情况。具体需要准备热冷芯盒以及冷凝器等装置,将液态的富氧空气送入塔底的蒸发器,作为整个系统运行中的热源。经过内部压缩空气分离得到的氮气与氩气具有较高的气体纯度,内部压缩空气分离的逻辑路径比较简单,且能够节约空分设备的制造成本。但是采用上述的逻辑控制路径,通常存在稀有气体的提取成功率较低缺陷,氮气与氩气的提取率通常低于70%。在气体传热、上升等阶段,位于蒸发器底部的热源还可能会损耗一部分的能量,导致空分设备的能耗指标大幅提升^[6]。

通过设置辅助形式的冷凝蒸发器,并且配备空分设备的冷氮侧阀门,能够实现粗氮氩塔的灵活投运效果:空分装置的氮气与氩气生成设备在正常运行的状态下,基本不影响主塔的工况稳定性,并且对空分装置是否设置制氮系统及制氩系统也不会产生任何的影响。煤化工企业的技术人员采取以上的工艺改造形式,确保空分装置的操作程序更加简便,并能够提供给用户更加多样的工艺模式选择。企业技术人员还要重视人工智能模型的建构,采用立体化、多维度的空分设备运行模型,准确反映空分设备在不同时段的工况改变。

3.3 贫氮氩液体的净化

贫氮氩液体中包含较多杂质,只有经过提纯与净化的氮气与氩气才能作为煤化工的化工原料。净化贫氮氩液体的逻辑控制方案需要结合企业的实际工况进行确定,重点在于配置水浴式的汽化器、液氧泵等装置。在电加热器的辅助下,经过预热处理的液态氧混合物能够进入催化反应设备,然后在甲烷、催化剂与碳氢化合物的共同作用下产生化学反应,以此实现混合物净化的目标。近些年来,技术人员正在探索采用一氧化碳作为催化反应的重要原料,经过分解后的一氧化碳将会形成氧气与氮气等成分。在分子筛的再生阶段,通常会有一部分的氮气残留在吸附器中,那么技术人员需要重视定期清理空分设备的管道装置,并采用逻辑优化的做法降低能源消耗。

例如,某煤化工企业在制取氮氩的工艺中,结合实际情况设置氮氩塔的加温装置;在装置不停车的情况下,企业人员可对于氮氩塔进行单独的加温操作。具体对于氮氩塔单独设置小型的冷箱,将氮氩塔的物料进出口予以人工切断,并通过单独设置的加温装置,对于氮氩塔进行加温、清除杂质等操作,此时氧氮氩的产品量不会受到任何的影响。

4 空分设备贫氮氩提取逻辑控制的改进方案

4.1 自动控制与手动控制实现有机结合

近些年的煤化工企业提取贫氮氩的产量持续增长,多数企业需要应对空分设备的技术改造任务。提升空分设备的逻辑控制效率,关键就是要结合采用自动控制与手动控制的两种模式,经过改进的空分设备更具可靠性与安全性。例如,煤化工企业人员通过改造均压阀、泄压阀等系统阀门设备,实现自动控制、手动控制模式的有机结合,使得系统灵敏度更高,从根本上优化并完善空分设备的逻辑控制形式。

4.2 定期开展系统维护及检测工作

空分设备的逻辑控制效率关键取决于系统可靠程度,企业人员只有定期维护空分设备,才能够将空分设备的能耗指标控制在最小范围,在降低企业投资的同时改善系统性能,保证企业操作人员的人身安全。煤化工企业目前有必要完善相关的规章制度,明确企业人员在空分设备运维中的权限与责任,采取积极有效的举措增进企业人员的相互配合。加强针对空分设备的安全监测工作,还要体现于人工智能技术的广泛应用。例如自动传感器可以连接于空分设备,使得企业人员了解空分设备的运行动态情况。

4.3 结合实际情况优化逻辑路径

空分设备在贫氮氩提取的过程中发挥重要作用,然而目前很多化工企业的空分设备已经无法适应企业扩大生产规模的需求,因此技术人员需采用积极措施对其进行改造。优化空分设备的逻辑路径,主要利用计算机软件建构空分设备的运行模型,方便技术人员察觉空分设备的指标异常,采取更有针对性的解决方案。例如,分子筛在空分设备的泄压、升压阶段容易受到气流压力的冲击而导致损坏。为延长分子筛的设备使用寿命,关键就是要利用空压机与放空阀来调节气流压力,避免分子筛的床层受到过大压力而出现损坏。化工企业人员还要充分利用计算机软件实现系统自动调节,结合贫氮氩提取的基本需求来改进系统逻辑设计。

5 结束语

综上所述,空分设备贫氮氩提取的逻辑控制模式需要得到改进,煤化工企业人员应积极引进并采用计算机软件实现自动化的系统控制目标。当前时期的国内化工产业若要实现平稳、健康发展,则不能缺少氮氩稀有气体作为工业原料,因此体现出空分设备贫氮氩提取技术创新的紧迫性。未来在空分设备贫氮氩提取的逻辑控制模式完善进程中,最为根本的就是调整煤化工企业的传统加工工艺。企业技术人员应当将精细化理念融入空分设备的逻辑控制改造,推动氮氩提取产业的可持续发展。

项目名称:《特大型空分装置贫氮氩提取关键技术开发及工程示范》项目编号: GJNY-23-54。

[参考文献]

- [1]党伟. 空分装置贫氮氩液氧系统工艺流程简述及调试总结[J]. 低温与特气, 2024, 42(5): 41-42.
- [2]王立军, 卢振宇, 王鸣宇. 空分装置循环水系统冷却塔选型对比分析[J]. 中氮肥, 2024(5): 34-37.
- [3]付永兴, 谢华丽. 空分装置提氩改造方案的研究[J]. 低温与特气, 2024, 42(4): 28-31.
- [4]吴波. 10000m³/h 空分装置氧气透平压缩机优化改进总结[J]. 中氮肥, 2024(4): 60-63.
- [5]焦松涛. 空分装置安全风险管控与事故预防措施[J]. 中氮肥, 2024(4): 64-67.
- [6]李潇, 乔舰, 刘岩等. 煤化工空分装置汽轮机组高压蒸汽管线应力分析[J]. 盐科学与化工, 2024, 53(5): 43-46.

作者简介: 田兴兵 (1987.8—), 男, 西北民族大学, 化学工程与工艺专业, 就招聘单位国家能源集团宁夏煤业煤制油分公司, 职称工程师。

裂解气压缩机注水防结焦改造

苟蓝天

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司烯烃二分公司, 宁夏 银川 750000

[摘要]裂解气压缩机开车的同时,原有的喷射式柴油机技术也随之投入使用。本发明是一种以石油加氢设备中的碳六碳九芳香族化合物为原料,采取多个注油点、均匀喷射的方法。但是,它对润滑油的质量有很高的需求,在使用过程中,会有很多的燃油被吸入到压汽机中进行再循环,从而导致燃料的浪费。同时,喷入的柴油仅能润湿压气机叶片周围的流道,避免对叶片及分隔器的附着,但压气机的出口温度仍较高。此外,由于加氢反应器的操作时间较短,导致其不能稳定、稳定地长期运转。因此,本论文结合国电宁夏煤炭液化公司的实际情况,对热解气化炉装置进行简单的概述,并对其结焦的成因进行详细的剖析;并在此基础上进行对策性的剖析。

[关键词]注水;裂解气;压缩机

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14779

中图分类号: TE974

文献标识码: A

Water Injection and Coking Prevention Renovation of Cracking Gas Compressor

GOU Lantian

Olefin Second Branch of CHN Energy Ningxia Coal Industry Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750000, China

Abstract: At the same time as the cracking gas compressor is started, the original injection diesel engine technology is also put into use. The present invention is a method of using carbon six carbon nine aromatic compounds from petroleum hydrogenation equipment as raw materials, adopting multiple oil injection points and uniform spraying. However, it has a high demand for the quality of lubricating oil, and during use, a lot of fuel will be sucked into the compressor for recirculation, resulting in fuel waste. At the same time, the injected diesel can only wet the flow channels around the compressor blades, avoiding adhesion to the blades and separators, but the outlet temperature of the compressor is still high. In addition, due to the short operating time of the hydrogenation reactor, it cannot operate stably and steadily for a long time. Therefore, based on the actual situation of Guodian Ningxia Coal Liquefaction Company, this paper provides a brief overview of the pyrolysis gasification furnace device and a detailed analysis of the causes of coking, and based on this, conduct a strategic analysis.

Keywords: water injection; cracking gas; compressor

引言

高温条件下,裂解气中含有丰富的烯类、双烯类物质,在高温条件下会形成黏性的沥青质,堵塞叶轮、隔板、箱体;由于流动通道、密封等原因,会增大压气机的阻力,降低其流动速度,从而对压气机的空气动力特性产生不利的影响。由于离心力的影响,转子表层的高分子材料可能会从转子的表层脱离,从而引起整个系统的动力平衡,从而引起整个系统的振动。针对宁夏煤炭集团液化天然气有限公司生产过程中出现的结焦严重、操作时间短等问题,提出以注水代替原来的注油法,以保证其投入使用后可长期平稳运转;从而减少压气机的温度,减轻积炭,延长运行时间,提高空气动力特性。

1 裂解气压缩机概况

1.1 设计参数

该套设备由意大利 Nuovo Pignone 厂在 1994 年生产,配置有两个气缸(型号为 2 MCL 806 和 2 BCL 508),分为四级,总计拥有 14 个阶段,其设计关键参数详见表 1。

如表 1 所示,可以看出所有阶段的出口温度都没有超出 90℃。通过计算分析,该机组各阶段的设计效率相当高,四段平均效率达到 83.6%。

表 1 压缩机组设计参数

项目	低压缸		高压缸	
	I 段	II 段	III 段	IV 段
级数	3	3	4	4
进口流量/ (kg·h ⁻¹)	67883	66542	68674	72281
进口压力/MPa	0.129	0.290	0.678	1.545
进口温度/℃	28.46	29.03	29.51	19.61
出口压力/MPa	0.316	0.705	1.649	3.758
出口温度/℃	87	89	90	85
各段功耗/kW	2083	2112	2151	2175

1.2 运行状况

表 2 展示机组在改造之前的运行状况。观察表格 2 的数据,可以发现机组存在以下几方面的问题:首先,在

机组的工作转速（7170 转/分钟）高于额定转速（7010 转/分钟）的情况下，第三和第四段的流量未能达到设计的流量标准，这表明机组的实际效率未达到设计效率；其次，在总压比（27.9）低于设计总压比（29.13）以及进口温度低于设计标准（除第四段）的情况下，各个段的出口温度普遍高于设计温度，这反映出压缩机的摩擦损耗增加，导致温度上升和严重的结焦现象，进而使得压缩机的效率低于设计水平，影响其气动性能；最后，机组还出现气封腐蚀的问题。

表 2 压缩机改造前的运行参数

项目	低压缸		高压缸	
	I 段	II 段	III 段	IV 段
级数	3	3	4	4
进口流量/ (kg · h ⁻¹)			66517	64108
进口压力/MPa	0.134	0.351	0.854	1.755
进口温度/℃	25.3	27.5	26.5	26.5
出口压力/MPa	0.373	0.878	1.900	3.738
出口温度/℃	93	98	100	100

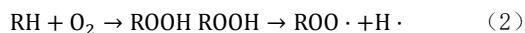
2 结焦对裂解气压缩机的影响

2.1 焦物形成机理

在裂解气压缩机内，由于烯烃在特定温度下发生聚合作用，形成结焦物质，这一过程在有铁或其氧化物作为催化剂时尤为显著，它们充当促进聚合反应的触媒。聚合作用起始于一类称为自由基的粒子，这些粒子通常源于稳定分子在受热时的分解（公式 1）。

当存在氧气及氧化物时，烯烃会被氧化，进而生成不稳定的过氧化物，这些过氧化物在分解过程中同样能够产生自由基（公式 2）。

随着压缩机持续工作，各级通道、叶轮以及转子上的聚合物不断沉积，使得通道宽度减小，阻力升高，进而引起温度的上升。由于聚合物在系统内的结焦不均，这会导致压缩机产生较大的振动，从而显著影响其工作效率。



2.2 防止结焦的措施

为确保裂解气压缩机能够长时间稳定运作，避免结焦现象是至关重要的。在工业生产中，一般采取三种措施：加油、加水以及涂覆防垢层。针对该设备，工艺上实施加油策略，其机理在于注入特定的洗油，将洗油微滴分散于裂解气体中，进而在裂解气的流通过程中形成油膜层，这样可以降低聚合物对流通表面的黏附或减轻其黏附程度。因此，注入的洗油量务必要充足。

仅仅通过注入洗油可以减缓结焦的形成，令焦质变得更加松散。但是，为进一步减缓聚合物的结焦速度，工艺

上还要求必须将各出口段的温度控制在 90℃ 以下，防止大分子稳定地转化为自由基，进而有效控制聚合物沉积层的厚度。

2.3 焦物对压缩机运行的影响

该设备在 2019 年年末进行性能升级，从 140kVa 提升至 180kVa 的过程中，尽管压缩机及其透平部分并未进行调整，却对其进行全面检修。该压缩机在此后四年多时间里保持着长时间的稳定运行。然而，自 2023 年 11 月起，设备的高压缸轴承振动开始显著增加，频繁触发超限警报。经过一系列操作，包括更换洗涤油、添加阻聚剂和注入清洁分散剂等，确保压缩机能够继续运作，直至 2024 年 4 月的计划性停机维护。

重启后不到一个月，裂解气压缩机的中压缸轴承振动出现不稳定，频繁发生轴振动超标及严重超标报警，同时压缩机出口温度也出现升高。停机检查时发现，中压缸和低压缸的缸体以及转子存在严重的焦块沉积问题。

3 结焦原因分析

3.1 结焦状况

在完成检修的裂解气压缩机投入运行不久，其轴振动幅度持续上升，并触发因振动过高而设定的警报。对设备进行停机检查时，发现中压缸第二级第三叶轮的流道内焦块堆积现象较为严重。入口流道并未出现焦块沉积，但在隔板、扩压器以及回流室等部位焦块堆积较为显著，叶轮上的焦块沉积虽不如隔板严重，但仍较为松散，可以手工去除，呈黑色。

至于中压缸的第三级第三叶轮，其结焦状况相对较轻，仅在隔板等固定部件上观察到少量焦块，这些焦块的表面呈现黑色，质地松软，类似沥青。

对比之下，低压缸的结焦程度优于中压缸，叶轮表面相对洁净。

3.2 结焦物分析结果

经过详细分析检验，发现结焦物质能够被有机溶剂轻易溶解，主要成分为 C₅ 及其以上的聚合物，并且在该结焦物的灰分中检测到铁元素及其氧化物的存在。具体的化验数据详见表 3。

表 3 结焦物化验结果

有机物	低压缸		高压缸	
	C ₅ 聚合物及芳烃聚合物	-99	不饱和酸酯	90
灰分	-1		10	
	Fe	0.6 (Fe ₂ O ₃)	Fe	5.5 (Fe ₂ O ₃)
	Si	0.04 (SiO ₂)	Si	0.2 (SiO ₂)
	Ca	0.01 (CaCO ₃)	Na	0.2
	Mn	0.0	Al	0.2
	S	0.01	--	--

3.3 原因分析

经过对焦质位置及其生成物的详细剖析,技术团队归结出结焦现象是由多重要素共同作用引起的:

(1) 观察结焦物的形态可以推断,裂解气压缩机内部发生的结焦为液态结焦,主要由高分子组分(尤其是 C_6 以上的二烯类物质)在压缩机内的长时间滞留造成。

(2) 在高负荷运作期间,尤其是设备更新后初期,裂解温度相对较低,而燃料油投入量偏高,导致水洗塔的清洗效能不理想,高分子物质向后推移,除沫网的去除效能不足,使得携带液体的裂解气进入压缩机。

(3) 系统内残留的物质可能充当聚合反应的触发体,促使裂解气压缩机流道中的聚合、结焦和结垢过程加速。

(4) 系统中的氧、铁及其氧化物容易与有机物质反应生成铁的络合物(例如二茂铁),这会催化聚合反应,进而导致结焦现象。

(5) 中压缸和低压缸的洗油喷嘴注入量若分配不均或雾化效果不佳,会导致局部洗油未能充分润湿流道,从而在这些区域形成焦质。

4 采用注水技术的原因及理论基础

4.1 采用注水技术的原因

在裂解设施中,裂解气压缩机扮演着至关重要的角色,犹如整个系统的中枢,它的运行质量直接关联到乙烯生产设施的安全性、稳定性以及能否实现长期连续运作。

分离出的气体中富含乙烯、丙烯、丁二烯等不饱和烃类,以及多种硫化物、氧化物和芳香烃等,成分极其繁杂。在特定的温度和压力条件下,丁二烯等高分子不饱和烃易发生脱氢和缩合作用,进而生成各类焦油状聚合物。研究发现,一旦温度升至 90°C 以上,重质成分(主要包括丁二烯和其他高聚二烯烃)的聚合速率显著提升,产生的焦油状聚合物(在高温下呈现黏稠流体状态,常温下则硬度类似于沥青)会在压缩机叶轮、流道、隔板及内部密封件上沉积,导致压缩机部件性能退化。随着聚合物层厚的增加,部件表面的聚合物在离心力作用下可能会部分剥落,影响转子的动态平衡,极端情况下可能因轴承振动或位移超出限度而触发连锁停机,甚至需要在较短的运行间隔内提前进行检修和清洗流道。为最大限度地推迟聚合反应的出现,必须对压缩机各出口段的温度进行精确控制,业界通常采用注入油品或水的方法来抑制聚合反应的进程。

压缩机的润滑系统通常采用剩余油料(其芳香烃成分不少于85%,沸程在 $204\sim 304^{\circ}\text{C}$ 之间,含硫量低,不含砷元素),然而这种做法伴随着一些问题,比如对油质的高标准要求,较高的油料使用量,以及出口处的冷却效果不理想。此外,压缩机流道内易于发生聚合反应,形成焦状沉积物,同时还受到上游油品生产设备运行周

期的影响。鉴于此,传统的加油方法正逐步被新的注水技术所替代。

4.2 采用注水技术的理论基础

在热解气体压缩机制中,引发聚合反应的因素是温度。为了避免高分子材料在叶片和隔膜表面的粘附,通常采用的方法是提高压机进口绝对压力和出口绝对压力,或使压机各个阶段的出口温度都下降。但是,现有的压缩机进口压力受限于裂化装置的选择范围,低温装置对压缩机的出口压力进行了限定,这使得降低压缩比的技术难度较大。针对这一问题,一般采用低温(低于 90°C)的方法来抑制聚合。

在热解气体的压缩期内,可以看作是一种拟绝热反应。在这个过程中,进口温度越高,压气机的出口温度也越高。在高温下,热解气体中含有的不饱和碳氢化合物(如烯烃、双烯烃)更容易在热解气体中生成焦炭,从而阻塞压气机的流动通道,降低其运行效率。同时,高温也会造成压气机功率消耗的增加,从而使压气机的工况与等温压缩的期望特性发生偏差。采用特殊的管道结构,驱动流体在压气机中迅速汽化,同时从环境中吸取分解气体中的热,达到传热传质的目的。同时,由于热解气体的降温,其在叶轮入口、压气机各个出口处的温度都会降低,从而使不饱和碳氢化合物的聚合速度减慢,从而使产物的产量有所下降。同时,随着热解气体温度的下降,气体压力趋于等温,这一阶段的能量消耗最少。与此同时,喷射出来的雾化水可以不断地冲洗高分子焦,并将其与热解气体一起从压气机通道中排放出去。

从热力学角度分析,将水注射到压缩机中,可以降低压缩机出口的温度,在保持压缩比不变的情况下,等效于降低压力。但是,在喷射湿气的过程中,也提高了压缩机的总的质量流,可以看作是压力头的增大。但是,由于注入水导致的压力水头下降明显高于它的上升速度,所以从整体上来说,可以有效地减小压缩机的能量消耗。

5 裂解气压缩机注水改造

5.1 改造流程

(1) 对润滑油的注入系统实施升级改造,新增流量监控装置和过滤装置。定期对润滑油泵进行精准校准,确保对注入过程的监控如指掌。

(2) 严格监控油洗塔和水洗塔顶部温度,以及裂解气压缩机中间罐的液位,避免压缩机内部出现带液现象和超温状况。强调必须严控压缩机各出口温度,确保不超过 90°C 的安全界限。

(3) 对裂解气的成分进行精确控制,调整新近改造的炉子裂解程度,以降低重质成分的生成量。

(4) 通过PI系统(实时生产信息监控系统)和大型机组故障诊断系统,紧密监测裂解气压缩机轴振动的发展

趋势，并及时采取必要措施。

(5) 针对压缩机隔板上形成的焦质沉积，通过注入焦质分散剂的方式，实现在线清洗焦质的目的。

5.2 改造方案

采用中压锅炉供水（简称 TW）作为水源，该水质清洁，不含油渍及固体杂质，水压维持在 4.0 兆帕。经过循环水冷却器、滤清器、流量测量孔板、电磁阀和压力调节阀的处理后，水分成八个分支送入压缩机各级。在压缩机各级入口，定量喷射雾状水，确保水雾恰好足以湿润通道，避免聚合物和焦油在通道内沉积。注水系统的具体流程详见图 1。

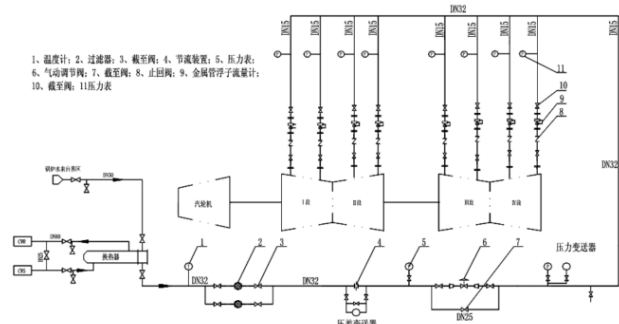


图 1 注水系统流程图

5.3 改造前后压缩机运行数据及对比分析

表 4 压缩机设计参数

项目	低压缸		高压缸	
	I 段	II 段	III 段	IV 段
进口流量/ ($\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$)			70149	67281
进口压力/MPa	0.129	0.292	0.680	1.503
进口温度/ $^{\circ}\text{C}$	28	29	30	34
注水流量 ($\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$)	800	750	850	900
注水温度/ $^{\circ}\text{C}$	50	50	50	50
注水压力/MPa	0.930	1.320	2.280	3.800
出口压力/MPa	0.314	0.704	1.648	3.670
出口温度/ $^{\circ}\text{C}$	80	85	88	97

根据表 4 数据分析，相较于表 2 所展示的改造前数据，可以观察到以下变化：

(1) 通过注水显著提升降温效果，压缩机各出口温度均降至 97°C 以下，前三段的温度甚至未超过 90°C ，较改造前下降超过 10°C ，有效遏制机组结焦的风险；

(2) 第三段和第四段的进口流量较改造前增加大约 5%；

(3) 改造后的压缩机功耗减少 150kW；

(4) 自 2004 年投入运行以来，机组已实现长达 2 年的稳定运行周期，且在最近一次解体检查中发现，机组内部的结焦情况较改造前有明显改善。

6 结束语

通过实施严格的管理手段，并采纳增加洗油频率、喷射焦质分解剂以去除形成的焦状物质、不断输入聚合抑制剂等策略，成功遏制聚合物在裂解气压缩机内部焦化。经过六个月的连续运行，压缩机各部分的轴承振动幅度大致上维持在一个稳定的水平。这些措施有效地减缓并掌握压缩机体内部焦状聚合物的生成，从而为裂解气压缩机的稳定、高效、长期、满负荷、优质运行提供坚实的支撑。

[参考文献]

- [1] 冯飞, 姜涛, 郑明岩, 等. 裂解气压缩机段间压差高问题探讨[J]. 乙烯工业, 2024, 36(3): 48-51.
 - [2] 张江平, 谢明. 裂解气压缩机的结焦与防治[J]. 乙烯工业, 2024, 36(2): 41-46.
 - [3] 田晓兰, 坎晓杰, 万晓明, 等. 裂解气压缩机长周期运行中的问题及对策[J]. 乙烯工业, 2024, 36(2): 60-64.
 - [4] 游笑辉, 董亚龙, 王晨宇, 等. 裂解气压缩机注水系统优化[J]. 乙烯工业, 2021, 33(2): 56-58.
 - [5] 王生伟, 张迎春, 刘源波, 等. 裂解气压缩机段间换热器堵塞在线处理[J]. 乙烯工业, 2020, 32(3): 57-60.
- 作者简介: 苟蓝天 (1995.8—), 女, 毕业于中国矿业大学银川学院, 专业化学工程与工艺, 当前就职国能宁夏煤业烯烃二分公司, 压缩机操作工, 助理工程师。

乙烯装置碱洗塔运行维护及检修处理

余支旺

国能宁夏煤业烯烃二分公司裂解车间, 宁夏 银川 750000

[摘要] 乙烯装置碱洗塔属于化工企业的重要生产设备, 乙烯装置碱洗塔的使用性能直接关系到化工生产的质量与效率实现。乙烯装置在长期使用的情况下, 通常就会出现压差升高、塔顶二氧化碳或一氧化碳积累等问题, 不利于乙烯装置保持良好的可靠性及安全性, 化工企业人员应对其采取必要的维护、检修措施。基于此, 本篇文章着重探讨乙烯装置碱洗塔的运行维护、检修处理实施要点, 以期达到节约化工生产资源以及改善装置运行实效的目标。

[关键词] 乙烯装置碱洗塔; 运行维护; 检修处理

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14778

中图分类号: TQ221.211

文献标识码: A

Operation, Maintenance, and Repair of the Alkali Washing Tower of Ethylene Plant

YU Zhiwang

Cracking Workshop of Guoneng Ningxia Coal Industry Olefin Second Branch, Yinchuan, Ningxia, 750000, China

Abstract: The alkali washing tower of ethylene plant is an important production equipment for chemical enterprises. The performance of the alkali washing tower of ethylene plant is directly related to the quality and efficiency of chemical production. In the long-term use of ethylene plants, problems such as increased pressure difference and accumulation of carbon dioxide or carbon monoxide at the top of the tower often occur, which is not conducive to maintaining good reliability and safety of the ethylene plant. Chemical enterprise personnel should take necessary maintenance and repair measures for it. Based on this, this article focuses on exploring the key points of operation, maintenance, and repair of the alkali washing tower in the ethylene plant, in order to achieve the goal of saving chemical production resources and improving the operational efficiency of the plant.

Keywords: alkali washing tower of ethylene plant; operation and maintenance; repair

引言

乙烯装置碱洗塔在化工企业的乙烯生产过程中发挥关键作用, 企业人员只有充分重视乙烯装置碱洗塔的运行指标监测, 才能在及时察觉装置异常的前提下展开全面维护, 在根本上预防乙烯装置碱洗塔的重大运行事故。目前随着乙烯生产规模的持续扩大, 乙烯装置碱洗塔的事故表现形式也更加复杂, 化工企业人员需要在明确乙烯装置常见故障的同时加大运维检修力度, 采取行之有效的措施降低故障处理成本。

1 乙烯装置碱洗塔的系统功能

1.1 碱洗塔系统

碱洗塔的基本功能在于脱除裂解气中的酸性气体, 本系统主要采用“三段碱洗”工艺流程。碱洗塔可分为四个区域, 位于塔底部的三个区域主要利用氢氧化钠来洗涤裂解气。离开压缩机四段排出罐的裂解气在碱洗塔的进料加热器中, 能够被“急冷水”予以加热处理, 然后进入到碱洗塔底部^[1]。采用加热形式可有效避免裂解气中的烃类气体冷凝, 还能够为碱洗塔内的化学反应提供适宜的温度。碱洗塔设计为三段“碱洗”与一段“水洗”, 在三个碱洗段的空内, 裂解气能够与碱溶液实现逆流接触, 按照从下至上的顺序, 逐步提高碱性液体的浓度。为确保三个碱洗段的碱液循环反应得以顺利实施, 关键在于采用弱碱循

环泵、中碱循环泵、强碱循环泵予以维持化学反应的正常进行, 并需要在塔顶部位利用洗涤水循环泵维持整个循环反应的有序实施。具体而言, 水洗段的重要功能即为去除裂解气中的碱性物质, 避免下游设备遭受碱性腐蚀。锅炉给水可直接进入水洗段, 在碱洗塔的洗涤水冷却器中被冷却, 如此能够弥补水分气化、排放过程中的损失, 采用间接形式将裂解气冷却至接近露点温度, 防止水分过多气化, 并且使得碱洗塔顶的激冷器工作负荷尽可能降低。

通常来讲, 化工企业人员需保证限定于 10℃ 以内的丙烯冷却剂 (液态) 温度, 并且借助激冷器的化学反应原理, 将碱洗塔顶部的裂解气进行分解处理, 最终将其送入到装置的分离罐内。进入裂解气干燥器进料分离罐的物料将会被分为气液两相, 携带液滴的脱除物进入裂解气的干燥器, 积存起来的液体主要为烃水混合物, 然后在裂解气的干燥器进料分离罐中被分为液态烃。纯水成分在烃水界面的控制作用下, 将会被送回压缩机四段的吸入罐, 液态烃在罐液位的控制下被干燥器的进料泵送往干燥器的进料聚结器^[2]。此外, 储存于新鲜碱液罐内的新鲜碱液将会由碱液泵送入强碱循环泵的过滤器, 或者被送入中碱循环泵的过滤器, 以此弥补碱液流失造成的损耗, 保证三个碱洗段的碱液浓度适中。

如下图, 为乙烯装置碱洗塔的基本工艺流程:

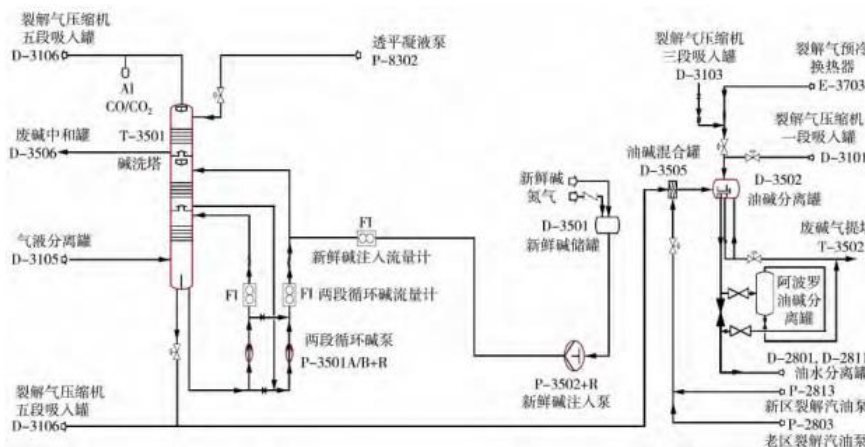


图1 乙烯装置碱洗塔的工艺流程

1.2 干燥、再生及燃料系统

分离罐能够用于裂解气的分离操作,裂解气在分离后就会进入到反应装置的干燥器,在此阶段对于多余的微量水进行彻底清除。裂解气在脱除多余水分的基础上,将会进入到干燥器的底部,裂解气在此阶段呈现自然流动的现象,最终用进入到换热器设备中。具体而言,裂解气干燥器设计为装有3A分子筛的两台容器,分别为操作设备以及再生设备,平均每个操作循环的周期超出36小时。每台干燥器应包括两个吸附床层,分别为主床层与保险床层,二者之间设有微量水的分析仪器,可实时监测微量水的含量变化,并能够有效预防水分子的穿透效应影响。

液态烃主要存储于干燥器中,在进料泵的作用下进入聚结器,以此实现分离游离水的目标,经过脱水处理后的液态烃将会送入高压脱丙烷塔。液态烃干燥器属于液相干燥器设备,其中包含两台装有3A分子筛的装置,平均每个操作循环的周期应超出48小时。高压脱丙烷塔的重要功能即为裂解气进入深冷分离系统之前,除去其中的碳四以上重组分。裂解气的压缩机第五段与高压脱丙烷塔共同组成一个完整的开式热泵,高压脱丙烷塔的塔顶气体经过进出料的换热器,经过逆向加热而后经过压缩机的五段进行压缩处理^[3]。位于压缩出口的气体经过冷却后,再次进入前加氢反应器脱除一部分的乙炔成分,然后经过第二干燥器实施脱水处理。干燥后的气体经过丙烷冷却剂的冷却作用后,进入回流罐装置。

2 乙烯装置碱洗塔的运行维护要点

2.1 明晰工作职责

乙烯装置碱洗塔的运行维护流程较为复杂,企业人员需结合碱洗塔设备的使用情况,明确制定设备运行维护的总体方案,并做到合理分配相关岗位人员的维护权限及责任。具体而言,化工企业人员应负责乙烯装置碱洗塔所有设备及管线的操作、维护与保养,企业人员在岗期间应当坚守岗位,认真执行相关操作并按时填写操作记录。遵守并严格执行企业的各项工艺纪律以及安全技术规定,定期

做好设备巡检工作。企业人员在岗期间需接受班长领导,对于生产运行中出现的问题应当及时向班长或者有关领导如实汇报,以期实现妥善地处理、解决,化工企业人员应协商解决相关问题。

2.2 监测温度与压力

碱洗塔的温度控制直接影响到化学反应效率,在碱洗阶段适当提升操作温度有助于化学反应的加速运行,且能够保证有机硫得到彻底脱除。但是某些碱洗塔内的反应温度过高,导致生成气体中混入过多的二氧化碳及硫化氢,不利于裂解气的纯净度达标。设定过高的碱洗塔反应温度,还会直接影响到裂解气中的烃类物质发生聚合反应,增加管道堵塞事故的发生率^[4]。反之,过低的装置温度将会增加碱液的粘稠度,导致析出过多的沉淀物,同样会增加管道设备的堵塞风险。过低的塔内温度还会导致裂解气携带较多的液态物质,不利于控制吸入罐的液位。由此可见,技术人员需充分重视碱洗塔的温度控制,保持碱洗塔的稳定运行。碱洗塔的反应控制要点还在于塔内压力监测,适度增加塔内气体压力的做法能够有效滤除二氧化碳,对于净化碱洗塔的化学反应产物具有重要作用。然而在塔内气体压力过大的情况下,裂解气就会在压强作用下迅速升高露点,造成碱洗塔内的重烃发生冷凝反应,并导致碱性液体出现浓缩。因此经过综合分析,可设计为2MPa左右的塔内操作压力。

2.3 控制循环碱与裂解气浓度

在化学吸收反应的进行阶段,技术人员针对反应装置的碱液浓度进行合理的提升,客观上达到顺利脱除二氧化碳的良好效果。并且,采取适度提升碱液浓度的做法还能显著降低装置运行中排出的固体废弃物与废液,同时达到降低装置运行能耗的效果。循环反应中的碱液浓度如果呈现过大的指标,那么碱液将会大量附着在塔内底部,造成管线设备出现较为严重的结晶情况,甚至对于乙烯装置的正常运行造成不利的影响。具体在操作中,企业人员应随时根据装置的负荷变化给予相应调整。通常对于塔内采样

操作的间隔时长应控制在 8 小时左右,技术人员还要准确判断塔内中段以及下段的循环碱液浓度,控制在 1.5%以内的游离碱质量分数,并且限定在 7%以内的总碱质量分数^[5]。企业人员还要重视监测裂解气的浓度,确保各种工况下的塔顶裂解气控制在 1mL/m³ 的二氧化碳最大浓度,以及 300mL/m³ 的硫化氢最大浓度。企业人员经过监测发现酸性气体的浓度有所增加,则应当及时补充新鲜碱液。

2.4 密切重视压差改变

乙烯装置碱洗塔需要配备压差表,用于监测塔内各段的压差变化情况,将自动测量设备应用于监测碱洗塔在不同反应阶段的装置压差。经过自动测量得出的塔内压差如果超出最大的允许值,则表明塔内已经存在析出结晶物的安全隐患。过大的塔内压差还有可能造成重烃聚合、泡沫状的结晶堵塞管道、裂解气携带液体等后果出现,此时需要立即开启冲洗阀,做到彻底清理碱洗塔网的附带杂质,直至塔内的整体压差呈现下降的趋势。现阶段的化工企业人员应重视人工智能设备在塔内运行监测中的应用,充分依靠人工智能设备监测塔内运行的异常,据此采取行之有效的改进措施。

3 乙烯装置碱洗塔运行维护中的常见问题

3.1 二氧化碳超标

乙烯装置碱洗塔的出口部位经常发生二氧化碳超标的现象,导致二氧化碳大量积累于塔出口位置的重要原因即为装置运行负荷未达到基本要求,或者由于塔内温度、压力指标存在误差而造成二氧化碳的浓度过高。尤其是在裂解炉的切换操作中,普遍存在二氧化碳浓度超标的情况。例如,某化工企业的乙烯装置碱洗塔出口部位二氧化碳最高浓度可达每升 400mg。对比化工行业的同类装置而言,在碱洗塔参数以及进料条件相同的情况下,该企业装置的二氧化碳浓度指标呈现偏高的迹象。

3.2 黄油生成过多

在大部分碱洗塔二氧化碳泄漏的过程中,企业人员均发现碱循环段的碱液中含有较多的黄油。黄油的存在并参加循环反应,在很大程度上会影响塔内气体的吸收效果,并且造成塔顶的二氧化碳穿透。企业人员在装置运行过程中发现,碱洗塔的塔釜“撇除黄油侧”经常出现低液面指示,黄油外送调节阀实际无开度,而且反应塔内的下碱循环段流量出现频繁的波动。碱洗塔的现场各段碱循环碱液经过采样操作,并经过静置后可观察到下碱段中的含油量较多。

3.3 碱液循环量偏小

碱液循环量偏小将会直接造成碱洗塔发生故障的比率增加,例如在裂解炉的切换操作中,碱洗塔的出口部位二氧化碳以及硫化氢经过检测超标,其中非常重要的根源即为酸性气体出现大量的穿透现象。此外,企业人员如果未能及时清理裂解炉的装置表面,或者碱洗塔的循环量存

在过低的情况,那么裂解炉的水煤气就会呈现不充分反应的迹象,也会导致碱液的循环量相对较小。解决以上难题的关键在于碱液循环装置的扩能改造,采用设备扩能的方法予以应对。

4 乙烯装置碱洗塔的检修处理

4.1 塔盘与管线检修

乙烯装置碱洗塔设有浮阀塔,化工企业人员在常规检查中发现,塔盘上部的部分浮阀已经出现松动、脱落等情况,需立即对其采取必要的补救措施。具体在检修塔盘设备的过程中,关键是要更换存在严重破损的浮阀塔,保证在较短时间里恢复浮阀塔的正常使用寿命。企业人员还要重视管线堵塞的情况,通过定期冲洗管线去除其中的结晶析出物^[6]。例如在某次设备巡检工作中,企业人员察觉到塔釜循环碱液的设备底部存在厚度较大的结焦层,急需对其实施人工清理。在此情况下,企业人员开启循环泵的入口过滤装置,并且将消防水持续通入到反应塔的中部,直至排出的水流恢复清澈。设备检修人员采用目测的形式,等待水流清澈之后停止冲洗操作。

4.2 除沫网检修

碱洗塔设有两层的除沫网,其主要位于水洗段与塔内中段。某化工企业在设备大修阶段,企业人员经过排查发现除沫网的表面已存在比较严重的结焦,需采用更换网状结构或者高压水清理的措施加以处理。技术人员首先借助高压水予以冲洗清理,然而由于除沫网的面积过大导致冲洗效果未达到理想情况。企业人员经过协商后,决定对于除沫网采取更换处理的措施。经过整体更换后的除沫网能够恢复正常使用,并能够显著改善乙烯装置的整体运行效率。

4.3 积液槽检修

积液槽属于非常关键的碱洗塔设备,存在堵塞或结焦隐患的积液槽将无法正常使用。碱洗塔总共设有两个积液槽,其分别位于中段碱洗采出腔以及水洗段废水采出腔。某化工企业在大检修期间,重点针对积液槽进行焦渣清理,并采取水密实验的形式,对于积液槽的泄漏部位进行补焊。经过补焊处理后的积液槽不再出现漏液情况,可确保积液槽的致密与完整。

如下图,为乙烯装置碱洗塔的积液槽漏点补焊:



图2 积液槽的漏点补焊

5 结束语

综上所述,乙烯装置碱洗塔的运行维护工作旨在保证乙烯装置的使用过程安全,据此实现预防设备运行故障的目标。通常来讲,影响乙烯装置碱洗塔安全使用的常见因素应包括设备温度、压力、流量、循环碱浓度等,以上因素都会对于乙烯装置的碱洗塔稳定性形成显著的影响。具体在实施乙烯装置碱洗塔的运行维护以及故障检修处理过程中,最根本的就是要明确故障形成根源,妥善处理塔内积液、温度与压力异常等情况。化工企业人员应当注重工作经验积累,充分利用自动化设备辅助开展运维养护工作,从源头入手改善乙烯装置碱洗塔的运维管理效率。

【参考文献】

[1]叶冲.MTO 装置碱洗塔塔盘堵塞原因分析及应对措施[J].广州化工,2024,52(4):139-141.

[2]蒋良雄.基于 CFD 分析方法的氢气碱洗塔腐蚀失效分析[J].压力容器,2023,40(4):67-73.

[3]王文,罗灵力,张志飞,等.优化碱洗塔操作 控制裂解气压缩机段间凝液 pH 值[J].乙烯工业,2023,35(1):19-21.

[4]谢明.乙烯装置碱洗塔运行问题原因分析及对策[J].乙烯工业,2022,34(3):13-16.

[5]胡清,高飞,马会霞,等.减少乙烯装置碱洗塔黄油的技术进展[J].石化技术,2020,27(11):119-121.

[6]董欢,薛丽娜,王可心.乙烯装置碱洗塔运行维护及检修处理[J].乙烯工业,2016,28(3):52-56.

作者简介:余支旺(1993.11—),男,宁夏大学化学化工学院,化学工程与工艺,国能宁夏煤业烯烃二分公司裂解车间,压缩机操作工,助理工程师。

乙烯裂解炉的结焦及其抑制技术

马秀民

国家能源集团宁夏煤业烯烃二分公司, 宁夏 银川 750000

[摘要] 乙烯裂解炉的结焦问题严重影响装置安全稳定运行。本研究深入剖析结焦原因, 包括硫、氯元素的结焦作用, 温度和介质成分等影响因素。通过对结焦现象与案例分析, 明确了结焦产物成分及应对策略。提出了工艺改进、设备材质升级和加注缓蚀剂等防控对策。为解决该系统结焦问题提供了理论依据和实践指导, 对确保装置安全稳定运行具有重要意义。

[关键词] 乙烯裂解炉; 结焦; 抑制技术

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14764

中图分类号: TQ221.21

文献标识码: A

Coking and Its Inhibition Technique in Ethylene Cracking Furnace

MA Xiumin

Olefin Second Branch of CHN Energy Ningxia Coal Industry Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750000, China

Abstract: The coking problem in ethylene cracking furnaces seriously affects the safe and stable operation of the equipment. This study delves into the causes of coking, including the coking effects of sulfur and chlorine elements, as well as factors such as temperature and medium composition. Through the analysis of coking phenomena and case studies, the composition of coking products and corresponding strategies have been clarified. Proposed prevention and control measures such as process improvement, equipment material upgrade, and addition of corrosion inhibitors. This provides theoretical basis and practical guidance for solving the coking problem of the system, which is of great significance for ensuring the safe and stable operation of the device.

Keywords: ethylene cracking furnace; coking; inhibition technique

引言

乙烯裂解炉在煤业中占据着至关重要的地位。然而, 随着煤炭劣质化趋势加剧以及装置运行时间增长, 乙烯裂解炉的结焦问题日益严重。乙烯裂解炉的结焦不仅会降低设备使用寿命, 还可能导致生产中断, 同时还可能对人员生命和财产安全造成威胁。因此, 深入研究乙烯裂解炉的结焦问题, 并采取有效的防护措施, 具有重要的现实意义。

1 结焦机理

通过对结焦的深入研究, 目前已提出的裂解结焦机理有 3 种: 金属催化结焦、自由基结焦和焦油聚合结焦。

(1) 气相结焦。指于气流内产生的焦, 中间物多为芳烃, 于气相内因为脱氢等类的反应, 并生成一种相对粘稠的芳烃聚合物, 在宏观上表现为焦油并凝结。气相结焦的芳烃物质可能是原料中自带的, 也可能是化学反应生成的, 发生在重质原料裂解的时候更多一些。

(2) 催化性焦附现象。催化性焦附, 即指在特定催化物质的参与下产生的焦附过程。在烃类分解反应中, 此类反应常在炉管内进行, 而这些炉管通常富含铁、镍、铬等金属元素, 它们实际上充当了催化剂的角色。这些金属能够与碳元素结合, 生成碳化物, 从而诱发结焦反应, 导致碳沉积物的形成。研究指出, 不饱和烃在金属表面催化作用下极易发生结焦, 而金属表面的粗糙程度越高, 越有利于结焦反应的进行, 这与金属表面较高的接触面积有关。

(3) 自由基引发的焦附过程。自由基引发的焦附是

结焦过程形成的一种恶性循环。当焦层在炉管表面逐渐累积时, 会促使其表面产生大量自由基, 如甲基、乙基、丁基等。这些自由基以之前形成的碳粒子为核心, 与相对分子质量小于一百的有机物发生反应, 生成新的芳烃并进一步聚合成焦。这一过程会不断产生新的自由基, 形成一种恶性循环, 导致碳粒子不断增大, 使得焦附现象愈发严重。

2 理论基础

2.1 结焦机理分析

乙烯裂解炉在运行过程中, 硫、氯等元素会引发一系列复杂的结焦反应, 严重影响装置的安全稳定运行。在乙烯裂解炉中, 硫元素主要以硫化物的形式存在于原料油中^[1]。在催化裂化反应过程中, 硫化物会分解生成硫化氢等产物, 对设备造成严重的结焦。氯元素在乙烯裂解炉中的结焦作用也不可忽视。煤炭中的氯化物分为无机氯和有机氯。在催化裂化装置中, 氯会与其他元素共同作用, 加剧设备的结焦。氯对金属具有很强的穿透性, 能够破坏金属表面的保护膜, 加速结焦反应的进行。

2.2 影响结焦的因素

温度在乙烯裂解炉的结焦过程中起着重要作用。在金属炉管温度方面, 温度较高可以使介质中的水分不易冷凝, 降低形成结焦性环境的可能性。而当金属炉管温度较低时, 水分会冷凝形成液态水, 与硫化氢、氯化氢等结焦性物质结合, 形成强结焦性的环境。介质成分也是影响结焦的重要因素之一。在乙烯裂解炉中, 柴油、富吸收油等介质的

存在会对结焦产生不同程度的影响。雾沫夹带会导致柴油等介质进入到原本不应存在这些介质的部位,破坏了系统的平衡,增加了结焦的风险。

3 结焦现象与分析

3.1 乙烯裂解炉结焦表现

乙烯裂解炉频繁出现结焦泄漏问题。故障集中于顶循系统、乙烯裂解炉炉管及冷却设备。乙烯裂解炉循环换热器结焦频繁,多次更换管束但问题依旧,严重影响装置稳定运行。不同材质在结焦环境中的表现差别显著。以兰州石化公司某乙烯裂解炉换热器为例,管束材质为碳钢表面渗铝,壳体材质为 16MnR。因工艺介质中含大量氯离子,其穿透性强,会渗入管束表面氧化铝保护膜,致膜开裂形成坑蚀核,造成换热管结焦穿孔。采用双相钢制造换热器管束能提升耐结焦性。双相钢耐蚀性和耐高温性良好,相比碳钢渗铝,在含氯离子、硫离子等结焦性介质环境中更具优势,可降低设备泄漏风险。合理选择构造材料对提升装置防结焦性能关键,充油催化裂化装置中含铬率大于 11%时,耐蚀性和耐磨性更高。铬钢可铸造、压延或制无缝钢管、作耐磨材料。材质应综合考虑装置运行条件和结焦介质特点,保障设备稳定运行。

3.2 乙烯裂解炉结焦深入剖析

分析结焦产物发现,结焦泄漏部位换热管表面锈层分三层,表层和中间层锈层大部分脱落,疏松无保护作用,能谱仪分析显示结焦产物含铁、氧、氯、硫元素。首先,采用双相钢制造换热器管束增强耐结焦性,其具备良好耐蚀、耐高温和导热性能,可应对结焦性介质。其次,选用耐结焦性、耐高温和导热性能优良的涂料处理管束表面。最后,在顶循环系统加注缓蚀剂,强化工艺防腐。

催化装置分馏塔上部及顶循系统结焦严重。一是结焦物质影响,催化分馏塔上部主要受 S 和 Cl 元素酸性物质结焦。二是结焦机理作用,催化裂化反应中,原料中硫化物、氮化物分解产生结焦性物质,对分馏系统产生多种结焦。进行常压装置强化常压电脱盐操作,深度脱盐以降低二次加工中 HCl 对设备结焦;优化工艺操作,提高分馏塔顶循环回流线返塔温度,减少上部环境及顶循系统液相水,降低酸性物质质量浓度。

4 乙烯裂解炉的结焦抑制技术

4.1 工艺改进措施

工艺改进是降低乙烯裂解炉结焦的重要手段。通过优化工艺参数,有效地减少结焦介质的产生和积累,从而降低设备的结焦风险。减少结焦首先要优选裂解原料。轻质优质的裂解原料不仅三烯(乙烯、丙烯和丁二烯)产率高,而且可减少结焦,延长操作周期,减小能耗和物耗。通过芳烃抽提减少芳烃含量,或通过加氢处理使烯烃等转变为饱和烃,芳烃转变为环烷烃,都可以达到减少结焦。

4.2 设备材质升级

设备材质的选择对于抵抗结焦至关重要。在乙烯裂解

炉中,采用耐结焦性材质能够显著提高设备的抗结焦能力。

双相钢在乙烯裂解炉中的应用具有显著优势。双相不锈钢兼具铁素体不锈钢和奥氏体不锈钢的优点,将奥氏体不锈钢的优良韧性与铁素体不锈钢的较高强度和耐氯化物应力结焦性能相结合。在炼油工业中,双相不锈钢应用广泛,特别是在催化裂化装置分馏塔顶换热器等部位。经过前述分析,明显发现金属炉管内壁的碳粒子沉积与催化作用是结焦的主要原因。若改用不同材质进行内壁涂覆,则有望有效遏制这一现象。此类涂层需具备良好的光滑性和耐高温特性,确保其不会对裂解过程的正常进行造成干扰。

通过对炉管外表实施特定加工,遮蔽或降低表面的催化活性点,可以有效减缓或防止催化结焦现象。该加工技术涉及在炉管内壁施加玻璃质或陶瓷质覆盖层,或是构建合金层。所选用涂层的材质需要满足以下条件:不含对裂解过程有负面影响的成分;能够耐受高温且在高温环境下保持稳定,不产生不良的物理或化学反应;热膨胀系数应与炉管材质相匹配,以适应温度变化而不易剥落;加工过程中使用的温度需低于金属的极限耐温,确保不对炉管造成损伤;涂层需能牢固地贴合管壁,分布均匀无缝隙,实现催化活性点的全面覆盖。

耐结焦性涂料对设备具有重要的保护作用。在乙烯裂解炉中,采用耐结焦性、耐高温性能与导热性能良好的涂料,可以在设备表面形成一层保护膜,阻止结焦介质与设备直接接触,从而降低设备的结焦风险。涂料的选择应根据设备的运行条件和结焦介质的特点进行。例如,在含有硫化氢、氯化氢等结焦性气体的环境中,应选择具有良好耐酸性的涂料。同时考虑涂料的导热性能,确保设备的正常散热。涂料的施工质量也对其保护效果有重要影响。在施工过程中,应确保涂料均匀覆盖设备表面,无漏涂、起泡等缺陷。定期对涂料进行检查和维护,及时修补受损部位,以保证涂料的保护作用。

4.3 加注缓蚀剂

在乙烯裂解炉中,加注缓蚀剂是一种重要的结焦防控措施。缓蚀剂能够在金属表面形成一层保护膜,阻止结焦介质与金属接触,从而减缓结焦速度。在乙烯裂解过程中,无论是来源于有机或无机的硫化物质,都展现出了对焦炭生成的显著抑制效应,其机制在于对反应容器内壁的钝化作用。另外,在高温环境下,硫化物分解产生的 HS⁻离子与自由基相结合,有效遏制了自由基引发的焦炭沉积。至于聚硅氧烷,它主要通过减少形成的焦炭与炉管内壁的粘附力,便于焦炭在气流中脱落,利用其物理性质来发挥抑制焦炭生成的作用。而碱金属及其衍生物,则通过促进水分与焦炭发生水煤气反应,逐步转化为碳氧化物,从而中断焦炭形成的恶性循环。不同的缓蚀剂具有不同的性能和适用场景。采用这种方式能够显著降低焦炭的积累,有效遏制结焦现象的发生。另外,碱性金属盐类物质不仅能覆盖和钝化炉管,还能遮挡金属表面的催化结焦活动。在

裂解过程中,磷化物分解并在金属表层形成一层紧密的磷化膜,此膜能阻止金属表面的催化结焦反应,并且能改变焦炭的组成结构,使其变得松散,便于移除。首先,要根据结焦介质的性质选择合适的缓蚀剂。如果结焦介质主要是硫化氢和氯化氢,应选择对这两种物质具有良好抑制作用的缓蚀剂。其次,要考虑缓蚀剂的适用性和稳定性。缓蚀剂应能够在装置的运行条件下保持稳定,不会分解或失效。此外,还需要考虑缓蚀剂的成本和环保性。

碱性金属元素能够促进焦与水煤气的反应,进而持续将焦转化为一氧化碳和二氧化碳,理想的抑制剂应具备以下多项功能:①表面钝化效果。它能与炉管金属表面反应,使其钝化,从而抑制催化结焦的过程。在设备启动阶段,金属催化结焦是主要的结焦方式,此时结焦速度最快,使用钝化剂能有效控制结焦过程;②阻聚功效。通过添加特定物质,消除或抑制自由基化合物,通过干预或终止结焦的自由基反应路径来降低结焦量;③气化作用。适当的添加剂可以促进焦炭的气化反应,从而减少结焦量;④焦炭改性功能。某些添加剂能改变焦炭的物理状态,使其结构变得松散易碎,不易附着在炉管上,便于清理;⑤分散作用。通过分散焦油粒子,减少其在炉管壁上的附着,并借助高速气流将其带出,进而减少结焦现象。

5 未来研究方向展望

5.1 深入研究结焦机理

目前,虽然对乙烯裂解炉的结焦机理有了一定的认识,但仍存在一些未知领域。例如,结焦产物的形成过程、不同结焦介质之间的协同作用等问题尚未完全明确。未来的研究可以借助先进的分析技术,如电子显微镜、X射线衍射等,深入研究结焦产物的微观结构和组成,进一步揭示结焦机理。同时,通过建立数学模型,模拟结焦过程,预测结焦速率和结焦形态,为结焦防控提供更准确的理论依据。

5.2 开发新型缓蚀剂

缓蚀剂是一种重要的结焦防控措施,但目前的缓蚀剂仍存在一些不足之处,如缓蚀效果有限、成本较高、对环境有一定影响等。未来的研究可以致力于开发新型缓蚀剂,提高缓蚀效果,降低成本,减少对环境的影响。例如,可以研究天然产物缓蚀剂,如植物提取物、微生物代谢产物等,这些缓蚀剂来源广泛、绿色环保。同时结合纳米技术,开发纳米缓蚀剂,提高缓蚀剂的吸附性能和稳定性。

5.3 优化设备材质和结构设计

设备材质和结构设计对结焦防控起着至关重要的作

用。未来的研究可以进一步优化设备材质,提高其耐结焦性和耐磨性。例如,可以研究新型合金材料、复合材料等,这些材料具有更好的性能,可以有效地抵抗结焦。同时,可以优化设备结构设计,减少结焦介质的积聚和流动死角,降低结焦风险。例如,可以采用流线型设计、增加防腐涂层等措施,提高设备的抗结焦能力。

5.4 加强监测与预警技术

建立有效的监测与预警系统,可以及时发现结焦问题,采取相应的措施,避免设备损坏和生产中断。未来的研究可以加强监测与预警技术的研究,开发先进的传感器和监测设备,实时监测设备的结焦状态。例如,可以采用电化学传感器、超声波检测等技术,监测结焦速率、结焦形态等参数。同时,可以建立智能监测与预警系统,利用大数据分析和人工智能技术,预测结焦趋势,提前发出预警信号,为设备的维护和管理提供科学依据。

6 结束语

开展乙烯裂解炉的结焦及其抑制技术研究,本研究深入剖析了乙烯裂解炉的结焦问题,通过对结焦机理、影响因素、结焦现象与案例的分析,提出了一系列有效的防控对策。首先明确结焦的主要原因,影响结焦的因素。提出工艺改进措施,包括提高顶循温度和控制吸收油循环量,减少结焦介质的产生和积累。本研究为解决乙烯裂解炉的结焦问题提供了理论依据和实践指导,对确保装置的安全稳定运行具有重要意义。

[参考文献]

- [1]郭仕莲. 乙烯裂解炉结焦抑制技术的进展[J]. 炼油与化工,2022(2):10-13.
- [2]王红霞. 乙硫磷在烃类蒸汽裂解装置中的应用:100564493C[J]. 化工,2019(12):02.
- [3]王红霞,付晓阳,吴庆凤,等. 重柴油裂解结焦抑制剂工业应用试验[J]. 乙烯工业,2019(2):56-59.
- [4]王志远,徐宏,栾小建,等. SiO_2/S 涂层与硫磷抑制剂对轻石脑油裂解结焦的影响[J]. 化工学报,2022,63(5):1643-1650.
- [5]鞠雪松,刘臻,潘丰强. 结焦抑制剂在气相裂解炉中的应用[J]. 广州化工,2020,48(18):115-116.

作者简介:马秀民(1988.10—),男,毕业院校:宁夏大学。所学专业:过程装备与控制工程。当前就职单位:国家能源集团宁夏煤业烯烃二分公司。职务:操作工,职称级别:助理工程师。

数字化技术在电力工程设计中的应用

邱春华

国网浙江省电力有限公司文成县供电公司, 浙江 温州 325300

[摘要] 电力工程设计是能源系统建设中的关键环节, 直接决定了工程的质量与成本, 随着电力系统复杂度的不断增加, 已无法满足现代工程要求的正是传统设计方法。数字化技术的引入, 特别是 BIM 和云平台提供了更高效的数据管理能力及实时协作手段, 显著优化了设计流程。但技术集成的难度较大以及数据安全问题仍然突出, 这些因素限制了数字化技术在电力工程设计中的广泛应用。深入研究数字化技术在电力工程设计中的有效应用及其面临的挑战, 已成为推动电力工程现代化的关键课题。

[关键词] 数字化技术; 电力工程设计; 应用

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14780

中图分类号: TM76

文献标识码: A

The Application of Digital Technology in Power Engineering Design

QIU Chunhua

Wencheng County Power Supply Company of State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325300, China

Abstract: Power engineering design is a key link in energy system construction, directly determining the quality and cost of the project. With the increasing complexity of the power system, traditional design methods are no longer able to meet the requirements of modern engineering. The introduction of digital technology, especially BIM and cloud platforms, provides more efficient data management capabilities and real-time collaboration methods, significantly optimizing the design process. However, the difficulty of technology integration and the prominent issue of data security still limit the widespread application of digital technology in power engineering design. In depth research on the effective application of digital technology in power engineering design and the challenges it faces has become a key issue in promoting the modernization of power engineering.

Keywords: digital technology; power engineering design; application

引言

随着全球能源结构转型的加速, 电力行业对工程设计的效率、安全性及可持续性的要求日益增强。逐渐成为电力工程设计中的核心工具的, 正是数字化技术, 特别是 BIM、大数据、云计算及人工智能等, 这些技术不仅在提高设计精度和协作效率方面发挥了重要作用, 还有效解决了传统设计模式中存在的数据库管理及资源配置等难题。但数字化转型也面临着技术集成、数据安全等多方面的挑战。针对数字化技术在电力工程设计中的应用现状、挑战与发展方向的研究, 具有重要的现实意义。

1 数字化技术带来的优势

1.1 提高设计效率与精度

数字化技术在设计阶段的应用, 显著提高了设计效率与精度。借助 CAD (计算机辅助设计)、BIM (建筑信息模型) 等工具, 设计师可以在虚拟环境中精确建模与仿真, 设计方案可实时调整, 从而避免了传统手工绘图中常见的错误及重复劳动。与传统设计方法相比, 数字化技术不仅缩短了设计周期, 而且有效降低了修改和重工的成本。以 BIM 技术为例, 通过三维建模设计的高度集成得以实现, 建筑、结构、机电等多个专业的协同设计能够在同一平台上进行, 潜在冲突得以实时发现并解决。信息共享与更新

机制的建立, 确保了设计过程中各方的同步协作, 从而避免了因信息滞后而导致的设计误差。数字化技术还通过大数据分析优化设计方案, 更贴合实际需求及使用场景。基于项目的地理位置、气候条件、材料特性等多维度数据, 设计方案得以精准制定, 从而提高了设计的适应性与可靠性。

1.2 降低设计成本与项目风险

数字化技术在设计过程中的应用, 显著降低了设计成本与项目风险。借助 BIM、CAD 等工具, 设计团队能够在虚拟环境中进行全面模拟与优化, 从而避免了传统设计过程中因考虑不周引发的设计变更与重复工作, 不仅缩短了设计周期还减少了因设计错误或协调不当而产生的额外成本。在项目初期阶段, 数字化技术帮助团队及时识别潜在的设计冲突与问题。例如, BIM 系统通过三维建模展示各专业的空间布局, 提前揭示了结构与机电系统之间的冲突, 从而避免了在施工现场因设计不符而产生重大修改, 这种预见性不仅节省了材料、人工和时间成本, 还有效降低了施工阶段的返工率, 进而有助于控制项目的总体成本。数字化工具还增强了项目管理中的风险管控能力, 通过精准的数据分析与实时信息更新, 项目团队能够持续跟踪进度与成本, 确保项目按时按预算推进, 信息化管理有助于识别潜在的施工风险与资源瓶颈, 使团队能够及时调整策

略,从而显著降低项目失败的风险。

1.3 优化资源配置与能源管理

数字化技术的应用在建筑设计与施工领域,显著优化了资源配置与能源管理,带来了巨大的提升,通过 BIM 及智能化管理平台,项目团队得以实时跟踪与分析各类资源的使用情况,包括建筑材料、设备、人员安排以及能源消耗。借助这些实时数据,管理者能够更精准地制定资源调度计划,从而有效避免了传统管理方式中常见的资源浪费与过度依赖现象。在能源管理方面,数字化技术的应用使能效优化成为可能,通过实时监控建筑的能源消耗情况,如电力使用和空调系统的运行状态,系统能够自动调节设备的工作模式最大化节能效果。智能建筑系统在根据室内外温度变化的基础上,自动调整空调温度、照明强度等参数,确保能源使用的高效性,借助大数据分析,系统可以识别能耗高峰或异常波动,并在早期采取预防措施,从而避免不必要的能源浪费。数字化技术还推动了资源管理的精细化,在项目的整个生命周期中,从设计阶段、施工阶段到运营阶段,数字化管理平台通过整合各类资源信息,利用自动化调度与优化手段,确保资源得到合理配置。以建筑信息模型为例,施工团队能够准确预测所需材料的种类、数量及运输时间,从而减少材料积压与过期浪费,确保资源在最佳时机准时到达施工现场。

2 数字化技术在电力工程设计中的应用领域

2.1 电力系统建模与仿真技术

电力系统建模与仿真技术是数字化应用在电力工程设计中的核心组成部分。通过数字化工具电力系统得以精确建模,并通过仿真分析预测及优化其运行性能。与传统的依赖于繁琐手工计算与经验判断的设计方法相比,现代建模与仿真技术极大提升了设计效率,减少了人为错误。设计团队能够在虚拟环境中模拟电力系统的各项操作,实时测试不同工况下的系统响应,从而显著降低了试错成本。仿真技术可用于分析电力系统中的负荷流、电压稳定性及短路等问题。在设计初期通过仿真,设计人员能够预测系统在各种工况下的表现,为电力网络的优化提供重要依据,仿真过程有助于提前识别潜在的技术难题或系统瓶颈,为后续的优化工作提供数据支持,借助这些技术,工程师能够深入分析电力设备间的相互作用,避免因设计不当或设备配置错误导致的系统过载或故障。随着可再生能源的大规模接入以及电力市场的不断变化,电力系统的稳定性与调度面临着更为复杂的挑战,通过构建多元化的系统模型并进行实时仿真,设计团队可以评估系统在不同市场需求、气候条件及政策环境下的表现,进而制定出更加稳健的电力调度策略,提高系统的灵活性与适应性。

2.2 智能化设备选型与配置

智能化设备选型与配置是数字化技术在电力工程设计中的另一个关键应用领域,通过智能化系统,设备的性

能需求、运行条件与成本效益能够被全面分析,从而为工程师提供了最优的选择与配置决策支持。传统的设备选型往往依赖于经验和单一的性能指标,而智能化选型通过多维度的数据分析,综合考虑了设备的技术参数、运行环境、使用寿命及维护成本等多方面因素,确保设备选择的精确性与合理性。在智能化选型过程中,设计人员首先将项目的具体需求与运行条件输入集成的数字平台,随后系统自动进行数据处理与算法优化,生成多个可行的设备配置方案。例如,在变电站设计中,智能化选型系统根据负荷需求、环境温湿度、设备兼容性 & 智能监控系统要求,推荐最适合的变压器、开关设备与自动化设备配置,通过这一过程人工干预被大大减少,判断误差被消除,同时选型过程的科学性与针对性也得到了显著提高。智能化配置不仅限于单一设备的选型,还涵盖了系统整体需求的协调与优化,通过构建系统模型,智能平台能够分析设备间的相互作用与协同效应,确保设备在运行中达到最佳工作状态,从而提升整个系统的效率与稳定性。尤其在复杂的大型电力工程项目中,如智能电网建设与可再生能源接入等,智能化配置方法为工程师提供了符合未来发展趋势与技术标准的决策依据,推动项目朝着可持续发展与高效运行的目标迈进。

2.3 云计算与大数据在设计中的应用

云计算与大数据技术的应用,在电力工程设计中为设计过程提供了强大的数据处理能力与灵活的资源管理方案。传统设计方法通常依赖于有限的计算资源与局部数据支持,从而导致设计效率与精度的局限。随着云计算与大数据的引入这些局限得以突破,设计过程的智能化程度与协同效率显著提升。通过将设计软件与数据存储迁移至云端,云计算使设计团队能够随时随地访问与处理项目数据,避免了传统本地存储与计算设备的硬件限制,此举不仅提升了设计团队的灵活性,还促进了各方之间的协调与沟通^[1]。例如,在电力工程设计中,云平台将多种设计工具与模型集成,使设计师、工程师及项目经理等各方能够在同一平台上协作,实时跟进设计进度,及时识别潜在问题避免信息滞后或重复工作。大数据技术通过对海量数据的处理与分析,提供了精确的数据支持帮助设计决策,在电力系统设计中,历史数据、实时运行数据及环境信息等多维数据源得以采集与分析,从而预测系统运行趋势并优化设计方案,通过对电力负荷波动、气候变化与设备运行状况的深入分析,设计团队能够优化电力设备的配置,提升系统的运行效率,并提前识别潜在故障点或瓶颈。将云计算与大数据相结合,电力工程设计不再局限于单一数据维度或静态设计模型,而是转变为一个动态、智能的设计生态系统,该系统不仅提高了设计的精度与效率,还增强了设计的可持续性 & 适应性,使其能够灵活应对未来技术的发展与需求的变化。

2.4 数字化协同平台与实时监控在电力设计中的应用

在电力工程设计中,数字化协同平台与实时监控技术的结合,显著提升了团队的协作效率与设计质量,这些技术不仅打破了传统设计流程中信息分散、沟通不畅的问题,还实现了设计过程的实时数据共享与智能优化,通过创建与实际电力系统一一对应的虚拟模型,数字化双胞胎技术与实时监控技术相结合,将物理世界与数字世界紧密连接,为电力工程设计提供了全新的视角与管理方式。协同工作平台通过将多种设计工具、数据管理系统与实时通讯功能整合,促进了设计师、工程师、项目经理及其他团队成员之间的高效协作。设计方案提交后,工程师可迅速进行审核与反馈,项目经理实时跟踪设计进度,确保任务按时、按质完成。信息共享与实时更新机制,大大减少了因信息滞后或沟通不畅而导致的错误与重复工作,提升了设计流程的协同性与透明度。数字化双胞胎技术为设计团队提供了预测电力系统实际运行表现的强大工具,通过对虚拟模型的仿真与测试,设计人员能够在不同运行条件下,快速识别潜在问题并进行调整,不仅显著提高了设计精度,还有效缩短了设计周期,降低了设计阶段的风险^[2]。例如,在电力变电站的设计中,数字化双胞胎能够模拟电气设备的运行情况,评估负荷分布与热量生成等因素,并优化设备选型与配置,从而提升整体系统的运行效率。实时监控技术则通过将现场设备的实时数据与数字化双胞胎模型结合,实现了电力系统的动态监控与自我调节。通过实时反馈电力系统的关键指标,如负荷变化与设备健康状况,虚拟模型能够及时反映现场设备的运行状态,确保两者之间的一致性。基于这些实时数据,设计团队能够进行动态调整与优化,及时发现设备故障或系统瓶颈,从而保障电力系统的稳定性与可靠性。

3 数字化技术在电力工程设计中的挑战

数字化技术的引入在电力工程设计领域带来了显著的变革,但同时也伴随着一些挑战。尤为突出的是技术集成的复杂性,尤其是在多个专业领域与不同设备之间的协作中。如何有效融合传统设计流程与现代数字化工具,确保各环节的顺畅协作,已成为亟待解决的难题。由于许多电力设备与技术平台之间缺乏统一的标准与接口,数据共享与系统集成的难度增大,进而影响了设计的效率与精度。

数据管理及其安全性问题也是数字化转型过程中不可忽视的挑战,电力设计中涉及的庞大数据量及其复杂来源,如何确保数据的准确性、完整性及及时性,成为了亟待解决的核心问题,同时随着数据量的激增,保护数据免遭泄露或篡改的难题愈加严峻^[3]。在云计算与大数据技术广泛应用的背景下,数据安全与隐私保护已成为设计过程中的关键问题。尽管数字化技术显著提高了设计效率与精度,但对于许多传统电力设计公司而言,技术储备不足与人才短缺仍然是转型的主要瓶颈。许多工程设计人员对BIM、云计算、大数据等新兴技术的掌握程度较低,带来了技术应用中的不确定性与低效性,进而阻碍了这些技术的全面推广与应用。数字化技术的高成本投入也是电力工程设计面临的一个重要问题,尽管这类技术能够提升整体效率,初期投资需求却较为庞大,涉及软件开发、系统集成及设备更新等多个方面,这对于资金相对紧张的企业而言,无疑构成了一道不小的障碍。

4 结语

数字化技术在电力工程设计领域的应用,显著提升了设计效率、优化了资源配置、降低了成本支出,并在保障工程安全方面发挥了重要作用。技术集成以及数据安全挑战依然存在,亟须在技术体系完善、标准化建设方面加大力度。随着技术的不断进步,现有的瓶颈将逐步被突破,数字化工具与平台将推动电力工程设计向更加智能化、精细化的方向发展。展望未来,电力工程设计的数字化转型不仅将提升整体设计质量与效率,还将为构建更绿色、更智能的能源系统提供坚实的基础。对整个行业而言,这一转型将产生深远的影响,推动行业迈向更加可持续与高效的未来。

[参考文献]

- [1]金仕,李郁芳.探讨数字化技术在电力工程设计中的应用[J].电气技术与经济,2022,12(6):94-96.
 - [2]刘飞.探讨数字化技术在电力工程设计中的应用[J].电子制作,2022,30(4):92-94.
 - [3]金仕,李郁芳.探讨数字化技术在电力工程设计中的应用[J].电气技术与经济,2022,12(6):94-96.
- 作者简介:邱春华(1978.2—),毕业院校:山东大学,所学专业:工程管理,当前就职单位:国网浙江省电力有限公司文成县供电公司。

电力土建工程质量风险防范要点探讨

王小平

深圳市输变电工程有限公司, 广东 深圳 518000

[摘要] 电力土建工程的施工特点是比较明显的, 投资较多, 技术也很复杂, 周期性较长且风险相对较高, 为了能够让整个工程质量都能够满足于建设的实际要求, 则需要对各方面风险进行分析及了解防范的要点, 采取相应的措施管理。基于此, 本篇文章主要讨论了电力土建工程质量风险防范的要点策略。

[关键词] 电力土建工程; 工程质量; 风险防范; 防范要点

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14775

中图分类号: TM73

文献标识码: A

Discussion on the Key Points of Quality Risk Prevention in Electric Power Civil Engineering

WANG Xiaoping

Shenzhen Power Transmission and Transformation Engineering Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract: The construction characteristics of power civil engineering are quite obvious, with high investment, complex technology, long cycle, and relatively high risks. In order to ensure that the entire project quality can meet the actual requirements of construction, it is necessary to analyze and understand the key points of prevention in all aspects of risks, and take corresponding measures for management. Based on this, this article mainly discusses the key prevention strategies for quality risks in power civil engineering.

Keywords: electric power civil engineering; engineering quality; risk prevention; key points of prevention

引言

随着电力行业的不断发展, 电力土建工程作为电力设施建设的核心部分, 担负着确保电力系统安全稳定运行的关键责任。随着项目规模的持续扩展以及建设环境的复杂化, 电力土建工程面临的质量风险已逐渐增多。如何有效地识别、评估并防范这些风险, 已成为电力土建工程管理中亟待解决的关键问题。工程质量直接影响着项目的安全性、稳定性及使用寿命, 甚至会对电力系统的整体运行效能与社会经济的可持续发展产生深远影响。因此, 做好质量风险防范, 作为保障项目顺利实施的基础, 不仅是必要的, 同时对于提升行业整体建设水平与管理能力至关重要。在这一背景下, 本文将深入分析电力土建工程中可能面临的主要质量风险类型, 探讨其成因, 并结合当前工程管理实践, 提出有效的防范措施, 以便为项目管理者提供切实可行的质量风险防控策略与实践指导。

1 电力土建工程施工前期

1.1 对设计方案进行不断的优化

在电力土建工程施工的前期阶段, 设计方案的不断优化, 对保证工程质量、控制进度与成本起着至关重要的作用。涉及的不仅是工程的技术可行性, 设计优化更需综合考虑施工过程中可能遇到的实际问题, 如施工难度、材料选用以及工期安排等因素。初步设计应结合现场条件、客户需求及工程特性, 进行详细分析, 潜在的技术或安全隐患需识别并采取有效措施加以改进。例如, 在土建结构设计中, 基础的深度与形式应根据地质勘察结果合理调整,

以避免因设计缺陷引发的施工困难或后期质量问题。此外, 在设计过程中, 施工单位、监理单位等各方的沟通与协作应加强, 征求其意见与建议, 以确保设计方案更加符合实际施工需求。在此阶段, 设计优化不仅仅依赖于设计人员的专业技术, 还需整合各方资源, 现代技术如 BIM (建筑信息模型) 技术应充分应用, 通过模拟与优化发现问题, 并及时做出调整。随着项目的推进以及外部条件的变化, 设计方案可能会面临新的挑战与要求。因此, 设计优化应是一个动态且持续的过程, 施工的顺利进行以及达到预期效果, 方能确保。

1.2 对施工单位进行优中选优

在电力土建工程施工前期, 选择优质施工单位, 作为确保工程质量、进度及成本控制的基础性工作, 具有至关重要的作用。施工单位的选择, 对项目实施效果的直接影响, 不容忽视, 必须综合考虑多个因素, 确保选定的单位具备足够的技术实力、丰富的施工经验及高效的管理能力。评估的核心标准是施工单位的资质与经验, 具有丰富经验及专业资质的施工单位, 更能够有效应对复杂的施工环境与技术要求, 从而降低潜在风险。此外, 施工单位的技术力量、设备配备及人员素质亦需予以评估。先进施工设备与技术团队的配备, 能够在保证施工质量的前提下, 提升施工效率并缩短工期^[1]。在此基础上, 选择时还应关注施工单位的安全管理水平, 作为重要依据。由于电力土建工程施工环境复杂且安全风险较高, 只有具备完善安全管理体系的单位, 才能有效防控安全隐患, 确保工人安全并推

动工程顺利进行。选择过程中,对施工单位的信誉与历史项目执行情况,亦应进行调查,以了解其过往项目的质量表现以及是否存在质量事故或违约记录。最后,施工单位的成本控制能力,亦不可忽视。在确保质量的前提下,施工单位是否能够合理控制成本、优化资源利用并减少浪费,直接影响项目的经济效益。

2 电力土建工程的施工阶段

2.1 对施工过程的潜在质量风险预先分析

在电力土建工程施工阶段,提前分析施工过程中的潜在质量风险,作为确保工程质量的关键步骤,至关重要。涉及多个方面的质量风险可能在施工中出现,如设计方案的缺陷、施工工艺的不当、材料质量问题、施工人员操作失误以及外部环境的影响等。为了有效识别并控制这些风险,项目管理团队,必须在施工前期,对所有可能的风险因素进行全面分析与评估。设计阶段的不足或缺陷,若未能及时发现并纠正,可能会在施工过程中引发技术问题或质量隐患。施工工艺与方法的选择,直接影响工程质量,施工单位需确保所选工艺符合设计要求,并能够适应现场实际情况,避免因施工不当而引发质量问题。材料质量,也为不可忽视的风险因素,所有建筑材料必须通过严格的质量检验与认证,且在施工过程中,材料的存储及使用,应受到严格监督,以确保其符合设计与施工要求。同时,施工人员的操作技能、经验及质量控制意识,亦会影响施工质量,因此,必须对施工人员进行严格的技术培训与质量管理要求。此外,施工现场的环境因素,如气候变化、地质条件及周围环境,也可能对施工质量带来风险。

2.2 对电力土建工程质量进行严格控制

在电力土建工程施工阶段,严格的质量控制的实施,对于确保工程顺利完成并满足设计要求,至关重要。质量控制应贯穿施工的每个环节,材料采购、施工工艺执行及施工人员操作等方面,必须严格把关。材料质量,需符合国家标准及设计要求,所有建筑材料在入场前,必须经过严格检验与验证,杜绝使用不合格或劣质材料。在施工过程中,材料的存储、运输及使用,应受到全过程监督,确保材料在整个施工周期中,质量与性能得到维持。施工工艺的执行,必须严格按照设计文件及技术规范进行,每一项施工操作,应遵循规范流程,以确保每个环节的质量标准得到充分落实。质量检查应由项目经理与监理人员定期进行,施工中的偏差,需及时发现并纠正,以防止质量问题的积累。施工人员的技术水平与操作规范,是保证工程质量的基础,技术培训与质量意识的培养,施工单位应加强,确保施工人员熟练掌握施工工艺,严格按照标准操作。此外,施工设备的管理,也应涉及现场质量控制,确保设备的正常运转与精度符合要求,避免设备故障或操作不当引发的质量问题。

2.3 做好电力土建工程的工程变更工作

在电力土建工程的施工阶段,确保项目按质按量完成

的关键措施,是妥善处理工程变更。通常,设计调整、现场条件变化、业主需求改变或不可预见的外部因素等,都会导致工程变更。合理的变更管理,能够有效防范质量及进度方面的风险,避免施工混乱或成本超支。为确保变更工作顺利进行,严格的管理流程必须遵循,确保每项变更都经过充分的论证、审批及确认。每项工程变更,需经过技术人员的详细评估,确保变更不会对原设计的安全性、可行性及经济性产生负面影响。变更的具体内容,应及时传达给施工及管理人员,确保各方准确理解变更内容,并迅速调整施工计划、工艺及资源配置,以避免信息滞后引发误操作或施工延误。为有效控制变更对工期与成本的影响,项目经理及相关人员,必须在变更发生后进行成本核算与工期调整,确保变更后的工程不会带来较大经济损失。此外,文档完整性得确保,变更工作需要,书面记录必须存在,每项变更应进行归档管理,相关部门便于追踪与审计。有效的工程变更管理,还需协调各方利益,保持项目实施过程中的沟通畅通,确保变更能够及时、有效地落实。

2.4 做好电力土建工程项目预算与监督工作

在电力土建工程的施工阶段,工程按时、按质、按成本完成的保障,正是完善的项目预算与监督管理。项目预算,作为对工程所需资源、人工、材料、设备及其他费用的全面预估,构成了制定施工计划及控制成本的基础。预算的准确性,对工程资金安排及资源分配起到了决定性作用。因此,在编制预算时,设计图纸、施工方案以及现场实际情况,必须进行详细计算,确保预算的精确性。此外,还需考虑可能发生的工程变更、不可见的风险及市场价格波动等因素,为预算留有一定的灵活空间。在预算执行过程中,严格的监督管理显得尤为重要。预算执行情况,必须由项目经理与财务部门实时跟踪与监控,确保实际支出与预算之间的差距保持在合理范围之内^[2]。若超预算费用出现,分析应及时进行,找出原因,并采取有效措施进行调整,避免超支现象的发生。同时,预算监督,还涉及对材料采购、人工费用、设备租赁等各项支出的严格审核与控制,确保每一笔支出符合相关法规要求,并满足项目实际需求。

2.5 做好电力土建工程项目成本测算工作

在电力土建工程的施工阶段,项目成本测算,确保项目顺利实施与有效成本控制的关键环节,是至关重要的。成本测算不仅限于对工程预算的简单估算,而是涉及项目全生命周期中各项费用的详细预测,涵盖了材料费、人工费、设备费、管理费及可能产生的额外费用。成本测算时,设计图纸、施工方案、施工进度计划及市场行情,必须作为依据,精确核算每一项费用,并根据实际情况合理调整。

为了确保测算结果的准确性,项目团队应关注施工过程中的材料价格波动、人工成本变化及其他不可预见的因素,及时调整测算结果。此外,施工进度的影响,作为成本测算的重要因素,也不能忽视。不同施工阶段所需的资

源与资金需求差异较大,测算时,必须充分考虑各阶段的资金需求,确保资金能够得到合理配置。成本测算结果,不仅为项目的资金安排、资源调配及预算控制提供了依据,也为项目的财务决策及风险管理,提供了有力支持。

2.6 确保电力土建工程经济合同的履行

在电力土建工程的施工阶段,项目顺利推进及各方利益的保障,取决于经济合同的有效履行。经济合同不仅为各方明确了权利与义务,而且也为项目的资金管理与风险控制奠定了基础。为确保合同的履行,严格遵守合同条款,涉及施工质量、进度、材料采购、工程变更及付款方式等方面的要求,是必不可少的。项目管理团队,应与施工单位、供应商、分包商等保持紧密沟通,及时处理合同履行过程中出现的问题,确保约定事项能够按时且符合质量要求完成。支付条款与结算方式等合同内容,必须严格执行,以防款项支付延迟或不符约定的情况,导致施工单位资金链断裂,进而影响工程进度。为了防止履约过程中的争议,项目管理部门应定期检查合同执行情况,并妥善记录与归档履约信息,确保有据可查,避免纠纷的发生。工程变更与合同附加条款的管理,同样需严格执行。任何变更或补充协议,必须经过正式审批程序,确保符合原合同框架,并及时更新相关文档。

3 电力土建工程的验收阶段

在电力土建工程的验收阶段,项目交付使用的最后关键步骤,完成了对工程质量、施工规范及设计要求等方面的全面审核与确认。验收通常分为初步验收与竣工验收两个环节。初步验收通常在施工过程中进行,其主要目的是检查工程是否严格按照设计图纸与施工规范执行,确保施工中没有安全隐患、质量缺陷或不规范的操作,从而为后续工作提供必要的指导。竣工验收则是在工程完工后进行的最终检查,涉及建筑结构的安全性、施工质量、施工工艺、材料使用以及设备安装等多个方面的全面审核,确保项目符合设计标准、施工规范及相关法规要求。

验收小组,通常由项目管理人员、监理单位、设计单位以及相关专业技术人员组成,负责现场检查与评估,并针对发现的问题提出整改意见。整改后的问题,会进行复查,确保所有问题得到妥善解决。在验收过程中,除了施工质量检查外,工程施工期间产生的所有文件、图纸、材料清单及变更记录等资料,亦需进行审查,以确保其完整性与合规性^[3]。工程的使用性能及设备运行情况,也应进行全面检测,确认工程能够顺利投入使用,具备正常运行的条件。最终,在验收合格后,相关部门将出具正式的验

收报告,为项目的交付使用、资金结算及后期维护提供法律依据。

4 电力土建工程完工后的保修阶段

电力土建工程的保修阶段,是确保工程质量稳定性与持续性的重要时期,任何工程缺陷的问题在此阶段得以解决。根据合同规定,施工单位应承担一定期限内的质量保修责任,确保在使用过程中出现的质量问题能及时得到解决。若保修期内出现因施工质量、设计缺陷或材料问题导致的故障或损坏,施工单位应迅速组织人员进行检查、修复或更换,以确保工程设施的正常运行,并避免对电力系统的稳定性及安全性造成不良影响^[4]。项目管理团队在此阶段,需定期对工程的运行状态进行巡检,评估设施的使用情况,及时记录并反馈问题,以确保保修期内无重大质量隐患。此外,保修阶段还要求施工单位对出现的问题进行总结与分析,详细整改报告需提供,并积累经验,为未来项目的改进提供参考。

5 结语

在电力土建工程的建设过程中,质量风险防范,作为确保项目顺利完成的关键因素之一,被高度重视。通过对项目各阶段风险的识别与控制,涵盖设计、施工、验收以及保修阶段的全过程管理,潜在质量隐患能够有效避免,安全、质量及经济风险被大大降低。特别是在施工阶段,精细化的质量控制、成本管理及合同履行等环节,是高质量、高效率工程交付的核心要素。随着电力行业对安全性与可靠性的要求日益提高,质量风险防范与控制的持续强化,以及管理水平的提升,显得尤为重要。如此,不仅能够应对复杂的建设环境,还能适应市场需求的不断变化。通过不断优化质量管理体系及积累实践经验,电力土建工程的质量风险防范,将为项目的长期发展奠定坚实的基础,推动行业的整体进步与可持续发展。

[参考文献]

- [1]马坤. 电力土建工程质量风险防范要点探讨[J]. 建材与装饰,2020(16):219-222.
 - [2]茹正健. 电力土建工程质量风险防范要点分析[J]. 技术与市场,2015,22(7):300-302.
 - [3]韩刚. 针对电力土建建设中全过程管理探讨[J]. 低碳世界,2018(10):157-158.
 - [4]关小祥. 电力建设工程中的土建施工管理探讨[J]. 住宅与房地产,2017(29):165.
- 作者简介:王小平(1985.1—),男,攀枝花学院工程管理专业,深圳市输变电工程有限公司工程部经理。

论石灰岩矿渣中不同含土量对植物生长影响探析

薛良 武金桃 高峤峰 万子雄 商昭阳

河北地矿建设工程集团有限责任公司, 河北 石家庄 050081

[摘要]石灰岩矿渣是矿山生态修复过程中的重点,大部分石灰岩矿渣孔隙大、保水性差、含土少、土壤贫瘠,大部分难以自然恢复。石灰岩矿渣治理的方式主要为工程治理消除灾害、覆土绿化和平整造地等主要方法。覆土绿化施工操作简单,效果较快,却是需要大量土源,尤其是面状覆土绿化初期水土流失严重。在矿渣中混入一定土,进行改良达到覆土绿化的功能。掌握不同配比下的矿渣的保水、保土性能,植物生长规律为石灰岩矿渣绿化、平整造地、矿渣改良提供技术支持;提高石灰岩矿渣绿化技术能力和拓展应用;实现快速绿化。

[关键词]石灰岩矿渣;含土量;改良土壤;植物培育;生长监测;实现绿化

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14812

中图分类号: Q948

文献标识码: A

Discussion on Analysis of the Effects of Different Soil Contents in Limestone Slag on Plant Growth

XUE Liang, WU Jintao, GAO Qiaofeng, WAN Zixiong, SHANG Zhaoyang

Hebei Geology and Mineral Construction Engineering Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050081, China

Abstract: Limestone slag is a key focus in the ecological restoration process of mines. Most limestone slag has large pores, poor water retention, low soil content, and poor soil fertility, making it difficult to naturally recover. The main methods for treating limestone slag include engineering treatment to eliminate disasters, covering soil for greening, and land consolidation. The construction of soil cover greening is simple and effective, but it requires a large amount of soil source, especially in the early stage of surface soil cover greening where soil erosion is severe. Mixing a certain amount of soil into slag for improvement to achieve the function of covering soil and greening. Mastering the water and soil retention properties of slag under different ratios, and understanding the growth patterns of plants, provides technical support for limestone slag greening, land leveling, and slag improvement; Improve the greening technology capability and expand the application of limestone mine slag; Realize rapid greening.

Keywords: limestone slag; soil content; improving soil; plant cultivation; growth monitoring; realize greening

1 研究背景

1.1 研究的目的和意义

历史上,石家庄西部太行山区曾经存在大量石灰岩开采矿山,为国家、河北省、石家庄市经济发展做出巨大贡献,同时也引发了大量的矿山地质环境问题。石灰岩矿渣是矿山生态修复过程中的重点,大部分石灰岩矿渣孔隙大、保水性差、含土少、土壤贫瘠,大部分难以自然恢复。石灰岩矿渣治理的方式主要为工程治理消除灾害、覆土绿化和平整造地等主要方法。覆土绿化施工操作简单,效果较快,却是需要大量土源,尤其是面状覆土绿化初期水土流失严重。在矿渣中混入一定土,进行改良达到覆土绿化的功能。总体来说石灰岩矿渣方面的研究有如下不足:

(1) 石灰岩矿渣营养贫瘠、保水性差,植物生存、生长条件差,大部分不能适应植物生长或是生存生长能力脆弱。

(2) 提高植物在石灰岩矿渣生存生长的能力,需要对矿渣进行改良,矿渣的含土量是关键的制约因素。矿渣的含土量越高,越有利于植物生长,充填矿渣孔隙保水能力也会提高,矿渣自我完善更新的能力越强。

(3) 对石灰岩矿渣含土量的多少对植物生长影响规

律研究不足。不同植物生长环境不同,对土的要求不同,矿渣中含土量不同对植物生长也不同,矿渣中含土量的多少决定不同植物的生存、生长以及植物群落的稳定性。综上所述,研究石灰岩矿渣中不同含土量对不同植物生长的影响,给出不同植物在石灰岩矿渣中生存、生长的区间值,为指导石灰岩矿渣绿化、复垦造田具有非常重要的指导意义。

1.2 国内外研究概况

1.2.1 国外研究现状

对于各国,尤其发达国家来说,矿山环境治理问题一直备受重视,由于早期矿产资源肆意开采,遗留的问题也越来越多,各种治理技术及理念也随之而出,常年的治理经验累积,逐渐有学者认识到应以人为本,出台政策,治理环境。如美国很早就将矿山生态修复、土地复垦提上日程,其理念核心为将矿山环境与矿山活动相协调,由于其国家政策的实施及各种技术的成熟,加之民众环保意识的增强,美国矿山环境治理工作取得了一定成果。

1.2.2 国内研究现状

随着近些年我国经济的越发提高及对于矿山废弃地的地质环境治理工作的愈发重视,相关绿色矿山理念相继

完善,结合我国实际情况,各类矿山修复理论、实践、技术、综合治理模式和地质修复评价均取得了较快发展,相关研究大致分为以下三个方面。一是矿山治理模式方面。矿山环境受多方面因素影响,复杂的环境问题决定了需要靠多种治理工程治理解决,矿山环境治理模式的重要性也就愈发凸显。迄今,相关学者在矿山地质环境治理工作中探索总结出了多种治理模式。二是开采方式引发的环境问题方面。因不同的开采方式所造成的环境问题不尽相同,所考虑的治理角度也就有所区别,如露天采矿治理措施应从地质灾害治理、矿山废弃地治理、自然景观恢复3大方面入手,解决露天采矿生态环境问题。三是矿山环境治理评价方面。矿山治理评价为矿山治理提供了更为科学的方法,通过系统的评价过程,得出严谨评价结果。综上所述,目前国内对于矿山废弃地相关研究主要集中于治理模式、开采方式引发的环境问题、治理评价等三方面的研究。不同文献对矿山废弃地治理的内涵和理念的认识都具有共通点,即以地质和生态环境治理为基本目的,以治理模式为主要治理手段。但因总体情况相对于发达国家起步较晚,在矿山治理上的研究依然存在些许不足,如公众环境意识薄弱和未引进资本共同治理等。

1.3 主要研究内容

本次研究以增加石灰岩矿渣中不同土的含量保水、保土性能及土壤肥力,研究不同掺加剂对植物生长的影响,选取最优组合,主要研究内容如下:

研究石灰岩矿掺入不同比例土对植物生长情况的影响。

研究石灰岩矿不同含土量对不同植物(乔、灌)的出芽率、成功活、生长情况、根系发育情况以及植物基本特征对比的研究,选出适合生长的植物。确定石灰岩矿改良过程中最优含量区间,为石灰岩矿治理绿化以及复垦造田提供依据。

1.4 主要研究方法思路

本次研究以试验为主,通过试验、监测、数据研究等手段,掌握不同掺加剂对石灰岩矿矿渣的基本特征及对植物生长影响规律。

1.4.1 实验设计

种植基质及配比:本次以石灰岩矿渣为主要研究对象,以土为主要改良材料,其他外加剂改良材料为有机肥。

不同比例:

实验1组:掺入土量(体积比),0%(土),8%,16%,24%,32%,40%+10%有机肥+玉米种子;

实验2组:6个不同含土量矿渣中+10%有机肥+爬山虎种子;

实验3组:6个不同含土量矿渣中+10%有机肥+紫穗槐种子;

实验4组:6个不同含土量矿渣中+10%有机肥+国槐种子;

1.4.2 种植植物确定

采用乔、灌、藤和经济作物四种植物,乔木选取国槐;灌木拟选取紫穗槐;藤类植物拟选取爬山虎;经济作物拟采用玉米,乔、灌、所有植物种植在相同的样田内间隔种植,留足足够生长空间,测发芽率及生长情况,种植方法采用播种种植。

1.4.3 试验样方初步设计

不少于24个样方,厚度不低50cm,样田尺寸不小于0.8m*1.5m。

1.4.4 数据监测

定期对出苗率、成活率、生长情况以及土壤基本特征进行监测,做好数据记录。

1.4.5 数据分析研究

对植物生长状态和土壤特征进行数据统计分析,综合研究,得出不同配比下的结论。

1.5 解决的主要问题

(1)掌握不同配比下的矿渣的保水、保土性能,植物生长规律为石灰岩矿渣绿化、平整造地、矿渣改良提供技术支持。

(2)提高石灰岩矿渣绿化技术能力和拓展应用;

(3)实现快速绿化。

2 材料与方法

2.1 材料的选择

存在许多配比如何有利于植物生根和成长的土壤的研究。

各种配比的土壤在改善石灰岩矿渣的基质特性中具有不同的效果:

(1)土壤:物理改良:普通土壤具备较优的结构,可以增加渣土混合物中的孔隙度,改善空气和水分的保持能力,避免紧实,为植物的根系提供更好的生长环境。生物活性:天然土壤含有微生物,能够提升改良后基质的生物活性,促进植物根系与土壤微生物的相互作用,提高养分的循环利用。

(2)有机肥:营养增加:有机肥为渣土混合基质提供必需的宏观和微观营养,增加基质的肥力,更好地支持植物的成长和发展。微生物多样性和活性:有机肥的施用可以增加土壤微生物的多样性和活性,促进土壤营养循环和有机物的分解。

2.2 土的配比

在石灰岩矿渣这类基质改良中,四组相同的配比可配合不同的改良目标和作物需求,实现多种土壤功能的提升。以下分别概述每组的特点:

(1)实验1组:不同含土量矿渣(0%土,8%,16%,24%,32%,40%)+10%有机肥+玉米种子

特点:玉米的抗逆性较好,适应力强,产量高,种植灵活性可在多种季节下生长。

(2) 实验 2 组: 6 个不同含土量矿渣中+10%有机肥+爬山虎种子

特点: 旷野荒地、山坡崖石壁或灌丛^[1]。性喜阴湿, 耐旱, 耐寒, 冬季可耐-20℃低温。对气候、土壤的适应能力很强, 在阴湿、肥沃的土壤上生长最佳, 对土壤酸碱适应范围较大, 但以排水良好的沙质土或壤土为最适宜, 生长较快。也耐瘠薄。

(3) 实验 3 组: 6 个不同含土量矿渣中+10%有机肥+紫穗槐种子

特点: 紫穗槐喜欢干冷气候, 在年均气温 10℃至 16℃, 年降水量 500 至 700 毫升的华北地区生长最好。耐寒性强, 耐干旱能力也很强, 能在降水量 200 毫升左右地区生长。也具有一定的耐淹能力, 虽浸水 1 个月也不至死亡。对光线要求充足。对土壤要求不严。

(4) 实验 4 组: 6 个不同含土量矿渣中+10%有机肥+国槐种子

特点: 性耐寒, 喜阳光, 稍耐阴, 不耐阴湿而抗旱, 在低洼积水处生长不良, 深根, 对土壤要求不严, 较耐瘠薄, 石灰及轻度盐碱地(含盐量 0.15%左右)上也能正常生长。但在湿润、肥沃、深厚、排水良好的沙质土壤上生长最佳。耐烟尘, 能适应城市街道环境。病虫害不多。寿命长, 耐烟毒能力强。

各个组都各有特点, 并且可以根据特定植物的需求、当地环境条件以及可持续农业实践进行调整。实验数据收集和分析将有助于深入了解各种改良配比对于石灰岩矿渣基质改良效果的影响, 并最终确定出最佳的土的配比配方。

2.3 试验测定的项目

在项目中, 通过改良石灰岩矿渣, 目标是达到植物良好生长所需的土壤条件, 包括适宜的物理、化学和生物特性。为了彻底了解每组改良剂的综合效益, 以下是实验后期需要关注的几个关键点:

(1) 物理性能测试: 测试改良后土壤的干燥程度和排水性能。观察植物根系在不同基质中的生长情况。

(2) 化学性能测试: 分析土壤肥力, 测定 Es 值。监测养分的释放速率和持久性。

(3) 生物性能测试: 测量生物活性的变化。评估根据效应和植物生长的作用。

(4) 植物生长评估: 记录株高度。观察植物叶色和整体健康状况, 寻找可能的养分不足或过量迹象。

(5) 环境因素监控: 监测可能影响实验结果的环境因素, 包括气温、湿度、降雨和光照。

通过以上测试和评估, 可以定量和定性地比较和分析每种配比的效果, 不仅是对植物生长的直接影响, 还包括长期的土壤质量改良效果。比如, 一些配比可能会立即提高植物生长速率, 而其他配比可能在长期内更有助于土壤肥力的稳定和提高。

最后, 在分析实验数据时, 考虑到石灰岩矿渣特殊的物质组成, 了解其矿物学性质和可能的环境问题也至关重要。根据实验结果, 可以确定最合适的土的配比配方, 为植物提供最佳的生长环境, 同时考虑环保和可持续性。

2.4 试验测定的目的

在进行这些实验时, 记录详细的实验过程和结果对于评估每种土壤配比改良方案的效果至关重要。每组实验的结果将提供以下相关信息:

(1) 长期土壤质量改善: 了解每种组合对土壤结构改善的持久性, 这有助于判断是否愈加稳定的土壤结构能长期支撑植物生长。

(2) 植物适应性和产量影响: 考察不同植物品种在经过改良的基质中的适应性, 以及产量与质量上的差异。

(3) 经济效益和成本分析: 根据成本效益分析选择最为经济的配比, 这包括考虑材料成本、施工成本, 以及植物生长后的产出价值。

评估长期成本效益, 包括土壤质量改善减少今后施肥成本等潜在节省。

(4) 环境影响: 考察使用不同配比的环境持续性和对生态系统的影响, 如温室气体排放、土壤水分管理等问题。

评估任何可能的环境风险, 例如洗蚀导致的养分流失、配比中的重金属累积等。

(5) 可复制性和可扩展性: 分析实验结果的一致性, 以评估该改良方法在不同环境和大规模应用时的有效性。

推动以实验结果为基础的最佳实践指南, 促使更多农业生产者采用这些方法。

通过以上综合分析, 每组配比改良基质的最终目的是创造一个可持续、环保且经济有效的植物生长环境。评价每种土壤改良方案时, 需要平衡实现这些目的的能力, 以确定每种方案的合理性和可行性。这一研究可以为石灰岩矿渣的有效利用提供重要的实践指导和理论依据, 有利于土壤修复, 废弃物资源化利用以及持续改善当地或相似环境中的农业生产条件。

2.5 基质的拌合改良过程

基质拌合的改良过程, 即通过人工方式混合不同类型的材料来制备出适合植物生长的培养介质。这个过程要根据既定的配比设计来执行, 包括以下步骤:

(1) 配比设计: 同 2.2 所述。

(2) 材料准备: 准备好所有基质组成材料。必要时需要对大块物质进行破碎或者筛分来保证质地的一致性。

(3) 材料称量: 按照及既定配比(体积比)采用 1.0m³移动容器进行材料的搬运后进行人工拌合。

(4) 拌合过程: 从最大体积或最重的材料开始倒入拌合容器或拌合场地中。由于是人工拌合, 使用拌合锹将材料逐层叠加, 然后彻底混合。均匀混合, 没有团块, 所有材料均一致混合在一起。

(5) 检查与调整: 在拌合的过程中不断检查基质的一致性和湿度状况, 确保没有干块或未混合好的部分。

(6) 静置: 拌合完成, 基质静置一段时间, 让材料之间的特性融合, 特别如果加入了带有生物活性的有机物(如堆肥), 需要时间让微生物活动起来。

(7) 最终检查: 在使用前进行最后的检查, 确认基质的 pH 值、湿度和质地是否适合目标植物生长。如有需要进行最后的调整。

拌合基质时还要注意个人和环境的防护, 特别是在使用一些粉尘性物料(如蛭石、珍珠岩)时, 要防止吸入粉尘。整个拌合过程需要的具体技术和劳动强度取决于拌合的量和目的。

(8) 合理安排拌合场地: 选择一个合适的地点进行基质的拌合, 场地应该足够宽敞以便于操作, 并保持干燥、通风好。拌合的场地需要有充足的空间来堆放材料以及进行拌合工作, 以避免交叉污染和材料的浪费。

(9) 使用正确的工具和设施: 使用容量适宜的容器或拌料台进行拌合, 如果是大量拌合可能需要更专业的拌合机械。确保工具的干净, 避免污染新的基质。

(10) 个人防护: 在拌合过程中, 应穿戴劳保用品, 如手套、口罩等, 尤其是当拌合含有细小或尖锐粒子的材料时。

(11) 质量控制: 质量控制是整个拌合过程中非常重要的环节。定期取样并检测基质的理化性质如 pH 值、电导率、营养浓度、湿度水平等, 以保证产品质量符合植物生长的要求。

(12) 记录: 详细记录每次拌合的配比、使用的材料批次、拌合日期等重要信息, 以便于跟踪、调整和复制成功的配方。

(13) 存放条件: 拌合完成的基质应适当存放。存放应避免阳光直射、雨水淋湿以及其他可能污染物的接触。某些基质可能需要在特定的条件下存放, 以稳定其中的有机物和微生物活性。

(14) 标准化流程: 随着经验的积累, 建立一套标准化的拌合流程可以提高效率和产品一致性。这包括每种材料的处理方法、拌合的顺序、时间控制等。

(15) 材料的处理和改良: 有需要时, 对原材料进行预处理如消毒、温度调节或者加入特定的微生物接种剂, 以提高基质的质量和促进植物生长。

(16) 考虑环境影响: 在配方设计和拌合过程中, 应注意减少环境影响, 尽可能使用可持续的和可再生的材料, 以及考虑材料来源的生态足迹。

基质的拌合是一项需要细致操作的工作, 它直接影响到植物生长的环境, 因此整个过程应当细心、有条不紊地进行。通过上述的步骤和注意事项, 可以制得适宜的基质, 从而为植物生长提供一个良好的起始环境。

2.5 植物种植与管理

2.5.1 植物的种植

植物选择采用乔、灌、藤和经济作物四种植物, 乔木选取国槐; 灌木拟选取紫穗槐; 藤类植物拟选取爬山虎; 经济作物拟采用玉米。要确保不同类型的植物能够健康成长, 它们的种植方法会根据其特性进行适当调整。以下是乔、灌、藤和经济作物四种植物的基本种植方法:

(1) 乔木

国槐种子的种植通常遵循以下步骤:

选址与准备: 选择阳光充足且排水良好的地方, 清除杂草和石头, 深翻土壤增加通气性和渗水性。

开坑: 挖出一个种植槽, 确保根系有足够的空间展开。

种植: 先用 80℃ 水浸种, 不断搅拌, 直至水温下降到 45℃ 以下为止, 放置 24h, 将膨胀种子取出。对未膨胀的种子采用上述方法反复 2~3 次, 使其达到膨胀程度。将膨胀种子用湿布或草帘覆盖闷种催芽, 经 1.5~2d, 20% 左右种子萌动即可播种。放在种植

浇水与施肥: 种植后立即浇透水, 随后根据土壤和气候情况合理浇水。施用合适的肥料以支持初期生长。

管理: 定期观测与记录, 保持植株生长茁壮。

(2) 灌木

紫穗槐的种植方法包括:

选址: 选择阳光充足, 土壤肥沃的地点。

土地准备: 整地, 并让试验箱中土壤完全松动。

种植: 按照推荐行距和株距种植, 将种子放入预挖好的坑中, 填土并轻压实。

浇水: 初期要确保充足的水分供应, 尤其是在干旱季节。

施肥: 根据成长情况和土质, 在适当时节施用肥料。

(3) 藤类植物

爬山虎的种植通常遵从以下步骤:

选址: 在试验箱中进行。

土地准备: 类似于灌木, 确保土壤富含有机物。

种植: 在支撑结构附近种植, 并引导其早期生长方向。

管理: 定期交税与保证阳光遮挡。

(4) 经济作物

玉米的种植方法则包含:

选地与土壤准备: 选取排水良好、土壤肥沃的田地。提前施用底肥, 充分翻松土壤。

播种: 根据本地气候条件选择适宜的播种时间。使用精确的播种手法保证种子分布均匀和合适的种植深度。

密度控制: 控制适当的播种密度, 避免种植过密导致资源竞争。

田间管理: 注意病虫害防治, 及时除草, 确保作物健康成长。

不同类型植物之间的种植方法差异主要是由于它们在生长习性、对土壤和水分需求以及管理方式等方面的不同。

2.5.2 植物的管理

(1) 乔木（国槐）

病虫害防治：定期检查病虫情况，使用无害或生物农药进行防治。

监测：观察植株生长状况，通过适时提供支持和拔除其他苗避免过密生长可能引发的病害问题。

(2) 灌木（紫穗槐）

病虫害防治：定期检查病虫情况，使用无害或生物农药进行防治。

监测：观察植株生长状况，通过适时提供支持和拔除其他苗避免过密生长可能引发的病害问题。

(3) 藤类植物（爬山虎）

绑定和引导：随着藤蔓的生长，需要绑定和引导其向期望的方向生长。

冬季管理：在气候较冷的地区，可能需要注意防寒和保护措施。

(4) 经济作物（玉米）

病虫害防治：实施综合防控策略，监测田间病虫害发生情况并及时处理。

监测：观察植株生长状况，通过适时提供支持和拔除其他苗避免过密生长可能引发的病害问题。

2.5.3 植物的监测与管理

通用监测与管理

无论是乔木、灌木、藤类植物还是经济作物，在整个种植、生长、收获的周期内都需要持续的监测和管理来确保植物健康，这涉及到：

水分管理：保持适当的土壤湿度，通过定期浇水。要注意不同植物对水分的需求不同，过水或缺水都可能导致生长问题。

病虫害监控：定期检查植物以发现病虫害迹象。早期诊断和治疗是控制病害的关键。

土壤健康：维护土壤结构和肥力至关重要。土壤的有机质含量、pH值和养分水平都会影响植物的生长。

气候适应：了解当地的气候特征，并采取措施保护植物不受极端天气影响，如安装防霜网、提供遮阴等。

后期管理与改良

针对长期生长和土地利用效率，还有如下建议：

种植结构：考虑多层次的种植策略，比如将灌木和藤本植物与乔木结合起来，模拟天然生态环境，增强生物多样性。

多样性种植：种植不同类型的植物，这样可以降低全面爆发病虫害的风险，并提升生态的整体抵御力。

通过科学管理和持续改良种植策略，不仅可以提高这四种植物的生长质量和产量，还可以维持和改善土地的长期生产力和可持续性。这些方法需要根据具体条件定期调整和优化，以获得最佳的种植结果。

2.6 测定指标

(1) 株高、株长。种植的玉米、爬山虎、国槐、紫穗槐出苗后在结束后的株高。

(2) 叶面指数。在玉米、爬山虎、国槐、紫穗槐生长各时期，时期同株高测定。

3 实验取得的成果

3.1 取得的成果

(1) 2023年度针对试验项目的设定，完成了土的配比实验，种植植物的选择，植物的种植，植物的生长监测。

(2) 选择了不同比例土和不同植物，土的不同配比与不同植物设计了6组，共24个样方。

(3) 根据基质的配比采用人工进行了基质的拌合，选择适宜的植物种类，应选择对石灰岩矿渣的反应敏感，且对环境条件变化有一定适应性的植物。确保种植方法一致，如播种深度、密度和灌溉方式等。种植植物选择了有玉米、紫穗槐、国槐、爬山虎。根据样方大小均匀种植。

(4) 根据数据来看，在不同土的配比中植物的生长情况也不同，混入的土壤含量比例越大，植物生长效果越好，对土壤的保肥力度越高，保水性也就越高。在一三四组都有这样的体现，二组的爬山虎由于避光性问题，没能继续生长，第一组长势最好。

(5) 掌握不同配比下的矿渣的保水、保土性能，植物生长规律为石灰岩矿渣绿化、平整造地、矿渣改良提供技术支持；提高石灰岩矿渣绿化技术能力和拓展应用；实现快速绿化。

(6) 确定石灰岩矿改良过程中最优含量区间，为石灰岩矿治理绿化以及复垦造田提供依据。

【参考文献】

- [1]张勇.不同作物种植方式对坡耕地产流产沙的影响[J].中国西部科技,2014(1):1671-6396.
 - [2]田卫堂,李军.我国水土流失现状和防治对策分析[J].水土保持研究,2008(4):67.
 - [3]许岳飞,毕玉芬,金晶炜.灌草复合型草地水土保持功能与经济效益分析[J].水土保持学报,2007(8):56.
- 作者简介：薛良（1983.9—），毕业院校：成都理工大学，所学专业：资源勘查工程，当前就单位：河北地矿建设工程集团有限责任公司，职务：副总经理，职称级别：水工环高级工程师。

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

