



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 10

第2卷 总第15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10期（总第15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：10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 滕

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

房屋建筑施工质量管理的影响因素及控制措施研究....

..... 李旭升 1

房地产经济与建筑经济发展的几点思考..... 张建良 4

土建工程造价存在的问题及控制措施分析..... 周 磊 7

市政工程

浅析上海排水管网透气设施恶臭气体逸出原因和改进措施

王露璐 10

新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的应用策略探析

杨 琨 13

冶金工程

离心浇注球墨铸铁铸管车间除尘系统设计.....

韩志彬 李德智 刘润泽 16

地质工程

矿产勘查钻探施工中堵漏技术的应用探讨.... 侯顺威 20

工程管理

工程投资概算对工程造价的影响..... 王 琪 23

住宅建筑机电安装工程造价控制的要点研究.. 王 丹 26

LNG 接收站项目建设模式及招标采购管理浅析

金 桓 29

建筑土建施工中建筑监理的作用及措施..... 杨文静 33

工民建项目中工程监理的进度控制方法研究.....

陈 城 36

绿色施工视角下的建筑工程管理模式创新分析.....

姜盛霞 39

信息化技术在土木工程项目管理中的应用与效果分析..

景芳芳 42

公路工程施工管理中的质量管控与提升策略.....

邵勇军 45

施工技术

梁柱式门式墩钢盖梁分段方式及运输方案的研究..... 齐晓明 48

基于桁架式钢结构空中连廊施工技术的探讨.. 张 勇 53

市政工程施工中的软基加固技术探究..... 常久洲 56

基于物联网技术的机电施工作业安全管理研究..... 周大伟 郑金龙 任 欢 王治宇 刘艳婷 59

浅述混凝土施工技术在土建施工建设中的应用..... 李剑男 62

粘滞阻尼器在某框架结构中的减震性能分析..... 周 峰 65

公路施工中沥青混凝土路面施工技术的应用讨论..... 潘存彬 69

稳定硬岩条件下机制骨料生产质量的研究.... 穆晓东 73

机电机械

净水器增压泵噪音分析及优化方案..... 杨军明 78

天然气站场火灾报警系统的应用及故障处理..... 胡世杰 任霖钦 纪 刚 肖 航 黄 程 81

一种具有自主识别和分拣能力的双控双能电驱动建筑运货小车的初步新型设计 王 坚 85

反应器格栅支撑件强度及稳定性核算和结构优化..... 常春芳 94

混流式机组上导轴承漏水原因分析及处理.... 田 波 99

能源矿业

综采放顶煤开采防灭火技术及瓦斯煤尘管理分析..... 郝鑫宇 102

露天矿绿色智能矿山开采技术探究..... 左亚东 105

勘察测绘

工程地质勘察中水文地质问题的危害分析... 冯素梅 108

黑龙江省地面沉降现状及其监测技术发展研究..... 邢 凯 张正旭 111

探讨交流

高扬程输水管线停泵水锤防护措施研究..... 王 斌 115

基于 BIM 技术的水利闸站房设计与协同施工研究.... 刘 鑫 周 洁 118

架空电力线路施工安全管理要点..... 张 强 122

节水灌溉技术在干旱半干旱地区的适应性与推广策略.. 张发强 126

房屋建筑施工质量管理的影响因素及控制措施研究

李旭升

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]在现代建筑施工中，保证施工质量是确保建筑工程长期稳定运行的关键。施工质量受多种因素的影响，从人员素质到施工材料的质量，再到施工环境和施工方法的选择，每个因素都可能对最终建筑质量产生重要影响。因此，文章探讨了影响房屋建筑施工质量的关键因素及相应的控制措施。通过分析人员素质、施工材料质量、施工环境、施工方法和机械设备等因素对施工质量的影响，提出了在施工前和施工过程中实施的具体控制措施，旨在有效提升建筑工程的质量和安全性。

[关键词]房屋建筑；施工质量管理；影响因素；控制措施

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13701

中图分类号: TU712

文献标识码: A

Research on the Influencing Factors and Control Measures of Construction Quality Management in Building Construction

LI Xusheng

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

Abstract: In modern construction, ensuring construction quality is the key to ensuring the long-term stable operation of building projects. The construction quality is influenced by various factors, from the quality of personnel to the quality of construction materials, to the selection of construction environment and methods, each factor may have a significant impact on the final building quality. Therefore, the article explores the key factors that affect the quality of building construction and corresponding control measures. By analyzing the impact of factors such as personnel quality, construction material quality, construction environment, construction methods, and mechanical equipment on construction quality, specific control measures implemented before and during construction are proposed, aiming to effectively improve the quality and safety of construction projects.

Keywords: building construction; construction quality management; influencing factors; control measures

引言

在现代社会，房屋建筑质量是一个国家经济发展和人民生活的重要组成部分。随着城市化进程的加快和人民生活水平的提高，人们对住房质量和居住环境的要求也越来越高^[1]。然而，由于建筑施工过程中涉及的复杂因素和多方面的挑战，施工质量问题时常引发社会关注和经济损失，严重影响着城市发展和人民生活质量。

房屋建筑施工质量受多种因素的影响，如人员素质、施工材料质量、施工环境、施工方法和机械设备等。这些因素不仅直接影响到建筑物的结构安全和使用寿命，也关系到整体工程的经济效益和社会效益。因此，有效控制和提升施工质量管理，提升建筑工程的质量水平，已成为现代建筑工程管理中的重要课题。

1 房屋建筑施工质量的主要影响因素

1.1 人员素质

人员素质不仅仅指技术水平和专业能力，还包括了对安全规范的遵守、团队协作能力、问题解决能力以及应变能力等多个方面^[2]。首先，施工人员的技术水平和专业能力是保证施工质量的基础。技术水平直接影响到施工操作的准确性和规范性。在建筑施工中，涉及到复杂的操作流程和精密的工艺要求，例如混凝土浇筑、钢结构安装、电

气设备接线等，技术不过关往往会导致施工质量不达标，甚至带来安全隐患。因此，建筑施工队伍中需要具备丰富的操作经验和良好的技术功底，能够熟练掌握各种施工技术和工艺要求，确保每一个施工环节都按照标准操作，达到设计要求。其次，安全意识和安全操作能力是衡量施工人员素质的重要标准。在高空作业、机械设备操作、电气施工等高风险作业环境下，安全事故往往会对工程进度和质量造成严重影响。因此，施工人员需要具备严谨的安全意识，严格遵守施工现场的安全操作规程，正确使用个人防护装备，有效预防和应对突发安全问题，确保施工过程的安全性和稳定性。

1.2 施工材料质量

在建筑工程中，施工材料直接决定了建筑物的结构安全性、使用寿命以及整体质量水平。首先，不同类型的建筑材料具有不同的物理力学性能和耐久性能，如混凝土、钢材、砖瓦、水泥等，它们的质量直接影响到建筑物的整体结构和稳定性。优质的施工材料应该符合国家和地方标准，经过严格的检验和测试，确保其性能和质量稳定，能够长期承受各种环境和力学作用。其次，施工材料的使用应符合设计要求和施工规范。在建筑施工过程中，施工材料的正确使用和合理搭配能够有效避免因材料不当使用

而引起的施工质量问题。例如，混凝土配合比的精确控制、钢筋的正确连接和预埋件的合理设置等，都需要严格按照设计要求和施工规范执行，以确保建筑结构的稳定性和安全性。最后，对施工材料的质量进行严格的检验和验收是保证施工质量的重要环节。在施工前，应对所有进场的施工材料进行详细的质量检查，确保其符合设计和标准要求。对于疑似质量问题的材料，应立即进行退换或者重新采购，避免因材料质量问题而引发的后续施工质量风险。

1.3 施工环境

施工环境包括了施工现场的地理位置、天气条件、土壤情况、周围环境以及施工场地的布局等多个方面^[32]。首先，地理位置和周围环境对施工质量有重要影响。施工地理位置的选择直接影响到建筑物后续的使用功能和环境适应性。例如，选择在地高或者低洼地区施工，会直接影响到建筑物的排水和稳定性。周围环境如交通状况、邻近建筑物等，也会影响到施工的安全性和施工进度。合理评估地理位置和周围环境，采取相应的施工措施和安全防护措施，能够有效减少施工中的环境风险，保证施工质量和安全。其次，天气条件对施工影响深远。不同季节和不同气候条件下的施工，会对建筑材料的使用和施工进度产生直接影响。如，夏季高温容易导致混凝土早期强度下降，冬季低温可能影响到水泥的凝结速度，都需要针对性地调整施工方法和工期安排，以保证施工质量和进度不受天气条件的过大影响。此外，施工场地的布局和管理也直接影响到施工效率和质量。合理规划施工场地、设备摆放和材料堆放区域，保证施工作业顺利进行和资源的有效利用，是提升施工质量的重要手段。

1.4 施工方法

施工方法涵盖了施工过程中的工艺流程、操作规范以及使用的施工技术和机械设备等多个方面。首先，施工方法的选择应该充分考虑到建筑设计和地理环境的特点。不同的建筑结构和功能要求可能需要采用不同的施工方法。例如，高层建筑的施工需要特别考虑到施工安全和操作难度，通常会选择先进的爬升模板或者塔吊施工等高效工艺。其次，施工方法的执行需要严格按照设计和标准要求。在施工前，应制定详细的施工方案和施工工艺流程，明确每一个施工环节的操作步骤和质量控制点。此外，施工方法还包括了施工现场的组织管理和人员配合。良好的施工组织能够提高施工效率和质量稳定性。例如，合理安排施工人员的工作岗位和任务分工，确保每个施工人员都能够熟练掌握自己的工作内容和操作要求。最后，施工方法还应充分考虑到施工过程中可能遇到的变化和 risk 因素，制定相应的应对措施和应急预案。

1.5 机械设备

机械设备包括各类施工机械和工具，如起重机、挖掘机、混凝土泵车、塔吊、搅拌车等，它们的选择和使用对

整个施工过程都有着深远的影响^[3]。首先，机械设备的选择应根据施工项目的规模、工艺要求和地理环境等因素进行科学合理的规划。其次，机械设备的运行和维护对施工质量的稳定性和持续性至关重要。良好的设备运行状态能够保证施工过程中各项工序的正常进行，减少因设备故障而导致的施工延误和质量问题。另外，机械设备的操作人员技能和经验对施工质量也有着重要影响。操作人员应具备专业的操作技能和安全意识，能够熟练掌握设备的操作要领和应急处理措施，以应对施工过程中可能出现的各种挑战和突发情况。最后，机械设备的现代化和智能化发展，为提升施工质量提供了新的可能性。例如，智能化的施工机械设备配备了先进的传感器和自动化控制系统，能够实时监测设备运行状态和施工质量数据，提供精准的施工数据支持和质量保证，不仅提高了施工效率，还能有效减少人为因素对施工质量的影响，推动建筑工程向着更高质量和更安全的方向发展。

2 房屋建筑施工质量的控制措施

2.1 施工前的质量控制措施

2.1.1 对人的控制

首先，施工人员的选择和培训至关重要。合格的施工人员应具备相关专业技能和操作经验，了解并能够有效执行施工图纸、工艺流程和安全规范。施工公司或施工队应严格按照工程要求和岗位要求选择合适的施工人员，并进行必要的培训和考核。培训内容包括安全操作规范、施工工艺要求、质量管理标准等，以确保每位施工人员都能够熟练掌握自己的工作内容和责任。其次，建立健全的施工人员管理制度和安全管理制度的管理制度应明确施工人员的岗位职责、工作权限和管理流程，确保施工人员在施工现场的行为符合规范和标准。安全管理制度包括施工现场的安全教育、安全生产规定、应急预案等，帮助施工人员识别和应对可能存在的施工风险，减少因人为因素引发的安全事故和质量问题。最后，建立良好的施工人员沟通机制和团队协作氛围。施工人员之间的有效沟通和团队协作能够有效减少因信息传递不畅或者工作配合不协调而导致的施工质量问题。通过定期召开施工例会、建立施工日志和工作报告制度，促进施工人员之间的信息共享和工作配合，提升施工效率和质量控制水平。

2.1.2 对建筑材料的控制

第一，建筑材料的选择和采购应遵循科学合理的原则。根据建筑设计要求和使用环境特点，选择符合标准的建筑材料品牌和供应商。在选择建筑材料时，应重点考虑材料的物理性能、化学成分、耐久性、环境适应性等因素，以确保材料质量能够满足建筑物的使用要求和设计寿命。第二，建筑材料的质量检验和验收是保证施工质量的重要环节。在建筑材料进场前，需要进行严格的质量检验，检查材料的外观质量、规格尺寸、强度特性等关键参数是否符合

合设计和标准要求。对于常用的建筑材料如混凝土、钢筋、砖瓦、水泥等,应制定详细的检验方案和验收标准,确保每批次材料的质量稳定性和可靠性。

2.1.3 对建筑机械设备的控制

施工前对建筑机械设备的控制是确保房屋建筑施工质量的重要环节^[4]。首先,不同类型的建筑工程可能需要不同种类和规格的机械设备,例如高层建筑可能需要大吨位的塔吊和高空作业平台,而土建工程可能需要挖掘机、压路机等重型设备。在选择建筑机械设备时,需要考虑设备的性能参数、工作能力、安全性能以及供应商的信誉和售后服务等因素,确保设备能够在施工过程中稳定可靠地运行。其次,建筑机械设备的质量检验和调试是保证施工质量的重要环节。在设备进场后,需要进行严格的质量检查,检验设备的各项性能指标和安全保障措施是否符合国家标准和施工要求。

2.1.4 对施工方法的控制

施工方法直接决定了施工过程中的操作流程、技术实施和质量管理方式,对于施工质量的稳定性和最终成果的符合设计要求至关重要。不同类型的建筑工程可能需要采用不同的施工方法,如高层建筑的混凝土浇筑、钢结构安装和外墙施工,以及地下结构的挖掘和支护等。施工方法的选择应考虑到施工现场的环境条件、施工技术的成熟度、安全风险以及工期要求等因素,确保施工过程中能够高效、安全地进行。另外,严格的施工方法控制还包括对施工过程中的关键节点和重要工序进行详细规划和监控。例如,对于混凝土浇筑工程,需要制定详细的浇筑计划和施工工艺,确保混凝土的配合比例、浇筑顺序和养护措施符合设计要求和标准规范。

2.1.5 对环境的控制

施工前需要对施工现场周边环境进行全面的评估和分析,包括了解施工地点的地形地貌、地质条件、气候特点、周边居民和交通情况等因素^[5]。通过对环境的详细调查,可以为后续施工活动制定合理的环境保护措施和应对策略,避免因环境变化引发的安全事故和施工质量问题。施工前需要制定和执行严格的环境保护计划和管理方案。环境保护计划应包括施工期间的噪音控制、扬尘治理、水土保持、固体废物处理、危险废物管理等内容。如,通过采用现代化的施工设备和技术手段,控制施工噪音和振动对周边居民的影响。

2.2 施工过程中的质量控制措施

2.2.1 技术准备控制

技术准备控制包括对施工方案和技术文件的详细审核和认可。施工前,施工单位应根据设计图纸、施工图纸和相关技术规范,制定详细的施工方案和工艺流程。这些

方案和流程需要经过专业技术人员的审核和评估,确保其科学合理、可操作性强,能够有效解决施工中可能遇到的技术难题和风险。在施工过程中,各类建筑材料、施工机械设备和施工工具的选择和准备至关重要。施工单位应根据施工方案的要求,提前采购和配备好必要的建筑材料,确保其质量符合标准,并通过质量检验和调试,保证设备能够稳定可靠地运行。同时,施工工具的准备和管理也应注重规范,确保施工人员能够使用适合的工具进行施工作业,提升工作效率和质量管理水平。

2.2.2 加强对各项工作点的质量控制

首先,加强对各项工作点的质量控制需要制定详细的质量控制计划和工作程序。施工单位应根据施工图纸、设计要求和标准规范,对施工过程中的每个工作点进行详细规划和预设,明确每个工作点的具体任务、关键节点和质量验收标准。通过制定质量控制计划,确保施工过程中各个工作点按照既定程序进行,规避可能的质量风险和工程问题。其次,加强对各项工作点的质量控制需要建立有效的现场监控和检验机制。在施工现场,应设立专门的质量监督岗位或组织质量监督队伍,负责对各项工作点的实际施工过程进行监控和检查。监控内容包括施工进度、施工质量、材料使用和工艺操作等方面,及时发现和处理可能存在的问题和缺陷,确保施工工序的顺利进行和质量稳定控制。

3 结束语

通过上述分析可看出,房屋建筑施工质量管理需要综合考虑多个因素的影响,并采取有效的控制措施来保证施工质量的稳定和提升。未来,随着科技的发展和管理理念的更新,将会有更多先进的管理方法和技术手段应用于建筑施工质量管理中,进一步提升建筑工程的质量和水平。

【参考文献】

- [1]丁北平.提升房屋建筑施工技术质量管理的策略探讨[J].大众标准化,2024(12):25-27.
- [2]高天福.浅谈房屋建筑施工现场的质量与安全管理[J].产品可靠性报告,2024(5):50-51.
- [3]潘虎.浅谈房屋建筑施工质量管理问题及优化措施[J].房地产世界,2022(13):121-123.
- [4]张松.影响房屋建筑施工质量的因素及控制对策[J].中国建材,2021(4):137-139.
- [5]张亚峰.房屋建筑施工质量的影响因素及控制措施分析[J].住宅与房地产,2020(23):150-151.

作者简介:李旭升(1989.10—),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:项目经理,职称级别:工程师。

房地产经济与建筑经济发展的几点思考

张建良

海天建设集团有限公司, 浙江 东阳 322103

[摘要]近年来, 全球经济的不确定性、环境保护要求的提升以及科技进步的加速, 对房地产和建筑行业提出了新的要求。在经济增速放缓的背景下, 房地产市场出现了需求疲软和价格波动, 影响了建筑项目的投资和发展。同时, 绿色建筑和节能实践的推行, 虽然符合可持续发展的趋势, 但也带来了成本和技术挑战。此外, 政策更新频繁, 行业标准不断调整给建筑企业的运营管理和项目实施带来了新的压力。在这种复杂的背景下, 如何优化行业标准、推动创新、提高运营效率, 是实现房地产和建筑经济健康发展的关键。

[关键词] 房地产; 建筑; 经济; 发展

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13696

中图分类号: F299.23

文献标识码: A

Thoughts on the Development of Real Estate Economy and Construction Economy

ZHANG Jianliang

Haitian Construction Group Co., Ltd., Dongyang, Zhejiang, 322103, China

Abstract: In recent years, the uncertainty of the global economy, the increasing demand for environmental protection, and the acceleration of technological progress have put forward new requirements for the real estate and construction industries. Against the backdrop of slowing economic growth, the real estate market has experienced weak demand and price fluctuations, which have affected investment and development in construction projects. At the same time, the promotion of green buildings and energy-saving practices, although in line with the trend of sustainable development, also brings cost and technological challenges. In addition, frequent policy updates and continuous adjustments to industry standards have brought new pressures to the operational management and project implementation of construction enterprises. In this complex context, how to optimize industry standards, promote innovation, and improve operational efficiency is the key to achieving healthy development of the real estate and construction economy.

Keywords: real estate; architecture; economics; development

引言

在全球经济增长速度缓慢且不均衡的背景下, 房地产经济和建筑经济作为关键的经济领域, 仍然扮演着至关重要的角色。房地产市场的繁荣与否不仅影响着国家的经济增长, 还直接关系到社会财富的分配和居民的生活质量。建筑经济则涉及到从建筑设计到施工管理的整个过程, 其发展水平直接影响着基础设施建设的质量和效率。随着市场环境的变化和政策的调整, 房地产经济和建筑经济面临着新的机遇与挑战。为了实现行业的可持续发展, 必须深入分析这些挑战并探索有效的解决方案。

1 房地产经济与建筑经济的发展现状

房地产经济与建筑经济的发展近年来取得了显著的成效。房地产经济作为国民经济的重要组成部分, 凭借巨大的市场规模和投资回报持续吸引着大量资本投入。尽管曾经的城市化进程和居民收入水平提升推动了房地产市场的扩展, 但目前市场扩张速度已显著放缓。伴随着房地产市场波动和政策调整使房地产经济面临着不确定性, 价格和供需关系时常出现较大波动。建筑经济方面, 随着科技进步和建筑技术的不断创新, 建筑行业实现了质量和效率的双提升。绿色建筑、智能建筑和可持续发展理念的推

广, 推动了建筑经济向环保、高效、智能化方向发展。尽管如此, 建筑行业依然面临着材料成本高昂、人力成本刚性上涨以及政策法规频繁更新等挑战。

2 房地产经济面临的关键挑战

2.1 房地产定价与市场波动

房地产定价与市场波动是房地产经济面临的一个关键挑战。房地产市场的供需关系复杂多变, 受多种因素影响, 包括经济周期、金融环境、政策调控以及市场预期等^[1]。房地产价格往往具有周期性波动特征, 在市场需求旺盛时期, 房价快速上涨, 而在需求下降或政策收紧时, 房价又会大幅回落。这种价格波动不仅影响了市场的稳定性, 还增加了投资和消费的风险。房地产市场的价格波动性还可能导致投机行为增加, 进一步加剧市场的不稳定性。此外, 地方政府对土地供应和开发的控制, 也对房地产价格产生直接影响, 使得价格调控更加复杂。解决房地产定价与市场波动的问题, 需要平衡供需关系稳定市场预期, 并通过科学的政策调控来实现市场的健康发展。

2.2 宏观经济波动对房地产市场的影响

宏观经济波动对房地产市场的影响是深远且复杂的。经济增长放缓、通货膨胀、利率变化等宏观经济因素都会

直接或间接地影响房地产市场的供需关系和价格水平。当经济增长放缓时,消费者和投资者的信心下降购房需求减少,房地产市场就会出现疲软现象。通货膨胀率上升则会导致建筑成本增加,从而推高房价抑制购房需求。利率的变化尤为关键,利率上升会增加购房贷款的成本降低购房者的支付能力,进而抑制市场需求导致房价下跌;反之,利率下降则会刺激购房需求,推动房价上涨。此外,宏观经济波动还可能引发金融市场的不稳定,进而影响房地产市场融资环境,增加房地产企业的运营风险。为了应对宏观经济波动带来的影响,房地产市场需要采取优化结构、提升效率、合理调控等措施,增强抵御市场风险的能力,进而保持市场的健康和稳定发展。

2.3 宏观政策调整对房地产市场的影响

宏观政策调整对房地产市场的影响深远且复杂。政府实施的调控政策,包括土地供应、信贷政策、税收政策和购房限制等,都会直接影响市场的供需格局和价格走势。例如,土地供应政策的调整会直接影响房地产开发的成本和可用土地的数量,进而影响房价。当政府收紧土地供应时,开发成本上升房价可能上涨;相反,增加土地供应有助于稳定房价。信贷政策同样关键,贷款利率和首付比例的变化会影响购房者的购房成本和融资条件。宽松的信贷政策通常会降低贷款成本,刺激购房需求推动房价上涨;而紧缩的信贷政策则可能增加购房成本,抑制需求导致房价下跌。此外,税收政策的变化,如房地产税的引入,直接影响购房成本和投资回报,进而影响市场的投资和消费行为。购房限制措施,如限购、限贷政策,目的在于控制市场过热和抑制炒作,但也可能抑制正常的购房需求。因此,政策的有效性在于科学性和精准性,政府需根据市场动态和经济形势灵活调整政策,实现市场稳定和健康发展。

2.4 房地产占居民和社会财富的比例问题

房地产占居民和社会财富的比例问题是一个影响经济稳定和社会公平的关键因素。在许多国家和地区,房地产资产往往占据居民和社会财富的相当大比例,这种集中使得财富的分布极度不均。高比例的房地产资产不仅加大了家庭对房地产市场波动的敏感度,也使得部分居民的财富积累过于依赖于房地产市场的涨跌。这种现象可能导致房地产市场的过度膨胀,抑制了其他投资领域的发展,并加剧了财富不平等。房地产作为重要的财富载体,占比过高也可能引发经济结构的扭曲。过度的房地产投资可能导致资源的不合理配置,抑制了对创新和生产性投资的关注。此外,房地产市场的泡沫风险也随之增加,一旦市场出现调整或下行,可能引发金融系统的风险,进一步影响社会经济的稳定。因此,适度调整房地产资产在居民和社会财富中的占比,促进财富的多元化投资和合理分配,是实现经济稳定和社会公平的重要措施。

3 建筑经济面临的关键挑战

3.1 人力成本的刚性上涨

人力成本的刚性上涨是建筑经济面临的一项重大挑战。随着劳动力市场的变化,建筑行业的人力成本持续上升,这种上涨趋势主要源于几个方面。首先,技术进步和行业标准的提高使得对高技能劳动力的需求增加,而高技能工人的工资水平自然上升。其次,生活成本的提高推动了工资的普遍上涨,建筑工人的薪资也受到影响。再者,建筑行业的劳动强度和风险较大,使得行业面临较高的劳动力流失率,企业为了吸引和留住员工,不得不提高薪资水平。人力成本的刚性上涨对建筑项目的预算和利润空间造成压力,特别是在大型和长期项目中尤为明显。高成本不仅影响了企业的竞争力还会推高工程造价,最终将成本压力转嫁给消费者或投资者。此外,劳动力成本的上涨也会导致项目延迟或质量下降,从而影响行业的整体效益和可持续发展。因此,建筑行业需要采取有效措施,如提高生产效率、优化施工管理,以及采用先进技术,应对人力成本上涨带来的挑战。

3.2 绿色建材成本问题

绿色建材成本问题是建筑经济中的一个重要挑战。随着人们环保意识的不断增强以及可持续发展政策的推动,绿色建材逐渐成为建筑行业的主流选择。这些建材通常具有更低的环境影响、更高的能效和更长的使用寿命,但它们的生产和采购成本往往高于传统建材。绿色建材的高成本主要源于原材料的稀缺性、生产过程的复杂性以及技术创新的投入。此外,绿色建材的市场供应尚不成熟,导致供应链的不稳定和价格波动。虽然这些建材在使用过程中能显著降低能源消耗和环境负担,但初期投入较高的成本可能成为一些项目和开发商选择绿色建材的障碍。这种成本压力不仅影响了建筑项目的总预算,还会限制绿色建筑的普及。为了克服绿色建材成本问题,行业需要加快技术创新和规模化生产降低生产成本,提高市场供应的稳定性。同时,政策支持和经济激励措施也可以有效推动绿色建材的使用和普及,从而实现长期的经济和环境效益。

3.3 政策更新对建筑行业的影响

政策更新对建筑行业的影响深远且复杂。随着政府对环保、安全和质量的要求不断提升,建筑行业的标准也随之更新。这些政策更新包括新技术的引入、环保法规的加强以及建筑安全标准的提高。这些变更目的在于提升建筑质量、降低环境污染,但也对建筑企业带来了不小的挑战。首先,政策更新通常要求企业改进施工方法和材料使用,这会导致额外的投资和培训成本。例如,新的环保标准要求使用更高性能的建材,这些材料往往价格较高且需进行专业施工。其次,建筑安全标准的提高需要企业改进施工流程和质量管理,这不仅增加了项目的复杂性,也对企业的技术能力提出了更高的要求。虽然这些政策可以

提升建筑行业的整体水平,但短期内会带来成本增加和实施困难。建筑企业必须积极适应这些政策变化,通过技术创新、流程优化和战略调整,来应对政策更新带来的挑战,并从中获取长期的竞争优势。政策的有效实施和更新,需要政府与行业间的良好沟通和协调,确保标准的合理性和可操作性,推动建筑行业的健康可持续发展。

3.4 房地产需求疲软导致的建筑业竞争加剧

房地产需求疲软导致建筑业竞争加剧,是当前建筑行业面临的一项严峻挑战。随着经济增速放缓和市场需求的减弱,房地产市场的活跃度显著下降,这直接影响到建筑行业的业务量和利润空间。在市场需求减少的情况下,建筑企业不得不在有限的市场中争夺项目,竞争变得异常激烈。企业为争取项目订单,常常采取降低报价、延长工期等手段,这不仅压缩了企业的利润空间,还可能影响工程质量和施工安全。此外,竞争的加剧还促使一些企业为了维持生存而过度拓展业务领域,进而增加了行业的不稳定性和风险。市场需求的不足使得建筑企业的经营压力增大,同时也可能引发行业内的恶性竞争,影响整个行业的健康发展。为应对这一挑战,建筑企业需要寻求差异化竞争优势,注重技术创新和服务质量提升,改善管理职能和加强成本控制,同时积极开拓新市场和业务领域。只有通过提高自身的核心竞争力,才能在竞争激烈的市场中脱颖而出,实现可持续发展。

4 推动房地产经济与建筑经济发展的几点建议

4.1 优化行业标准与规范

优化行业标准与规范是推动房地产经济与建筑经济发展的关键措施。随着市场需求的变化和技术的发展,现行的行业标准和规范需要不断更新适应新的要求和挑战。首先,优化行业标准应注重提升标准的科学性和可操作性,确保能够有效指导实际操作,同时避免不必要的复杂性和成本增加。其次,应加强对新技术、新材料和新工艺的纳入,促进行业的技术进步和创新。此外,行业标准的制定和更新应广泛征求房地产和建筑企业的意见,吸纳各方专家和从业者的建议,提高标准的全面性和实用性。强化标准的实施和监督机制,确保各项规范得到严格执行,是实现标准效果的关键。

4.2 推动绿色建筑与节能实践

推动绿色建筑与节能实践是促进房地产经济和建筑经济可持续发展的重要途径^[2]。绿色建筑通过采用环保材料、节能技术和优化设计,减少建筑对环境的负面影响,同时提升建筑的能效和使用舒适度。节能实践则包括改进建筑的能效标准,使用高效的能源系统和技术降低能源消耗和运行成本。实施绿色建筑和节能措施不仅有助于降低建筑运营中的能源需求还能减轻环境负担,改善居住和工作环境的质量。此外,随着政策支持和市场需求的增长,绿色建筑的经济效益也在不断提高,长远来看,有助于提升房地产资产的市场价值和吸引力。为了有效推动这些实

践,政府应制定明确的激励政策,推动绿色建筑标准的普及,行业则需加大技术研发和推广力度。

4.3 提升运营管理与效率

提升运营管理与效率是推动房地产经济和建筑经济健康发展的关键。高效的运营管理不仅能优化资源配置降低运营成本,还能提高项目的整体效益。首先,企业应加强项目管理,采用先进的项目管理工具和方法确保各项工作按计划推进,避免资源浪费和工期延误^[3]。其次,优化流程和制度简化操作环节,减少不必要的管理层级和审批程序,提升工作效率和响应速度。此外,利用数字化技术,如采用建筑信息模型(BIM)和大数据分析等技术,实时监控项目进展和成本,进行精准决策,进一步提高管理效率。培训和激励员工提高专业技能和积极性,也是提升运营效率的重要环节。通过综合运用这些策略,促使企业在竞争激烈的市场中提升自身的竞争力,实现经济效益的最大化。

4.4 满足市场需求与促进创新

满足市场需求与促进创新是推动房地产经济和建筑经济持续发展的核心策略。首先,精准了解市场需求,通过市场调研和数据分析识别出消费者的实际需求和趋势,及时调整产品和服务适应市场变化。灵活的市场响应和客户导向的产品设计促进企业的竞争力和市场份额提升。同时,创新是驱动行业进步的重要力量,推动技术创新、引入新材料和新工艺,不仅能提升建筑的质量和功能,还能提高生产效率和降低成本。此外,鼓励企业进行研发投入支持创新项目,有助于发掘新的商业模式和市场机会。企业通过不断创新才能保持市场的领先地位,满足不断变化的市场需求,实现长期的可持续增长。

5 结语

房地产经济与建筑经济的发展面临着多方面的挑战,但也蕴含着巨大的机遇。通过优化行业标准、推动绿色建筑和节能实践、提升运营管理效率以及满足市场需求与促进创新,我们可以有效应对当前的难题,推动行业的健康发展。只有在不断适应市场变化和技术进步的过程中,建筑行业才能实现可持续的成长和繁荣。展望未来,结合政策支持和行业自我调整,将是实现长期稳定发展的关键。

[参考文献]

- [1]田志武. 房地产经济与建筑经济发展的几点思考[J]. 大众投资指南, 2024(3): 32-34.
 - [2]李博. 房地产经济与建筑经济发展的几点思考[J]. 房地产世界, 2022(23): 125-127.
 - [3]涂晓梅. 房地产经济与建筑经济发展的几点思考[J]. 今日财富, 2021(14): 19-20.
- 作者简介: 张建良(1967.3—), 男, 毕业院校: 北京邮电大学, 所学专业: 工程管理, 当前就职单位: 海天建设集团有限公司, 职务: 项目经理, 职称级别: 中级职称。

土建工程造价存在的问题及控制措施分析

周 磊

宁夏回族自治区第四建筑工程有限责任公司, 宁夏 固原 756000

[摘要] 土建工程的造价管理是确保项目成功实施和经济效益的关键环节。然而, 在实际操作中, 常常会面临招标、施工和整体造价管理等方面的问题, 这些问题直接影响着工程的成本控制和质量保障。文章探讨了土建工程中造价成本管理的问题及相应的控制措施, 重点分析了招标阶段、施工成本和整体造价管理中存在的主要问题, 并提出了加强土建工程造价成本管理的具体措施, 旨在提高工程质量和效率。

[关键词] 土建工程; 造价成本管理; 控制措施

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13700

中图分类号: G322

文献标识码: A

Analysis of Problems and Control Measures in Civil Engineering Cost

ZHOU Lei

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

Abstract: Cost management of civil engineering is a key link to ensure the successful implementation and economic benefits of the project. However, in practical operation, there are often issues related to bidding, construction, and overall cost management, which directly affect the cost control and quality assurance of the project. The article explores the issues of cost management in civil engineering and corresponding control measures, with a focus on analyzing the main problems in the bidding stage, construction cost, and overall cost management. Specific measures are proposed to strengthen the cost management of civil engineering, aiming to improve project quality and efficiency.

Keywords: civil engineering; cost management; control measures

引言

在当前土建工程领域, 造价管理面临诸多挑战和问题。随着市场需求的多样化和技术进步, 工程项目的复杂性和规模不断增加, 导致项目成本的管理难度增大。施工过程中存在的变更和调整常常超出预算控制, 影响工程的经济效益和时间进度, 材料价格波动、人工成本增加等外部因素也对工程造价管理构成挑战^[1]。因此, 为有效控制土建工程造价, 需要从项目规划阶段开始, 建立科学的成本估算和预算管理体系, 加强对施工过程中变更管理和成本控制的监控, 同时利用信息技术手段提升数据分析和决策支持能力, 以实现工程造价的精准控制和项目经济效益的最大化。

1 土建工程造价存在的问题

1.1 招标中存在的问题

在土建工程的招标阶段, 存在着多种复杂而严峻的问题, 这些问题直接影响着后续工程的成本控制和质量管理。招标阶段是工程项目启动的关键节点, 决定了后续整体的施工质量和成本预算, 因此其问题尤为重要。

一大问题是招标中的投标成本低估。为了在激烈的市场竞争中脱颖而出, 承包商常常倾向于低估投标成本, 以吸引业主选择其投标方案。这种低估成本的行为可能会导致后续施工阶段的严重成本超支。例如, 承包商会低估材

料和人工成本, 或者忽略了潜在的施工风险和变更管理成本, 这些都会在项目实施过程中逐步显露出来, 最终增加整体工程的实际成本。

标书编制质量不高也是招标中的一个显著问题。标书作为承包商与业主沟通的主要工具, 其编制质量直接影响工程合同的最终签订及后续预算控制的有效性。如果标书工程量清单不详细或不准确, 将导致后续施工过程中变更和索赔增多, 进而影响工程的进度和质量。标书中可能存在的技术规范和施工方法描述不清晰, 也会增加后续工程实施的风险和不确定性, 使得承包商在实施过程中难以准确控制成本和风险。

招标文件的制定和发布过程中可能存在的不透明性和信息不对称也是一个潜在问题。如果招标文件中的信息不足或者与实际情况不符, 可能导致承包商在投标过程中难以准确评估工程的风险和成本, 增加投标方案的不确定性和风险。特别是在涉及复杂技术要求或特殊施工条件的工程项目中, 招标文件的不完善会显著影响到投标方案的设计和实施策略的确定, 进而影响工程的后续质量和进度控制。

土建工程招标阶段存在的问题不仅仅是单一的成本管理问题, 更涉及到整体工程质量和项目风险的控制。有效解决这些问题需要业主和承包商之间的密切合作, 以及

严格规范的招标管理和标书编制流程,确保工程项目能够在预算控制和质量保障的前提下顺利实施。

1.2 施工成本中存在的问题

在土建工程中,施工成本的管理是整个项目成功的关键因素,然而,施工成本中存在多种问题,直接影响着工程的预算控制和最终成本效益。首先,主要问题是材料和设备成本的波动和不稳定性。在工程施工过程中,材料和设备的价格常常会因市场供需变化、原材料价格波动或政策调整而发生变化。这种价格的不稳定性给施工成本的预算带来了很大的不确定性,导致难以准确预测和控制项目的实际成本。其次,人工成本的管理也是关键问题。随着经济和市场条件的变化,工人的工资标准和福利待遇也在不断调整,这直接影响到施工项目的人工成本。特别是在大型工程项目中,人力资源的管理和成本控制尤为复杂,若管理不善,会导致人工成本的不必要增加,进而影响整体项目的盈利能力和预算执行效果。最后,施工过程中可能存在的工期延误和额外成本也是施工成本管理的显著问题。工期延误不仅会增加人工和设备的使用成本,还可能导致后续进度调整和资源重组,进一步加大整体施工成本。例如,由于天气条件、供应链问题或工程设计变更等原因引起的工期延误,会导致承包商需要额外投入资源来弥补延误所带来的损失,这些额外投入将直接增加项目的总体成本。施工中的质量管理问题也会直接影响到施工成本。低质量的施工可能导致后续的维修和改进工作,增加额外的成本支出。例如,如果施工过程中出现材料浪费、施工错误或缺陷,将需要额外的人力和资源来进行修复和改正,从而增加了整体的施工成本^[2]。

1.3 造价管理中存在的问题

在土建工程中,造价管理是确保项目顺利进行、控制成本预算的重要组成部分,然而,实际的造价管理过程中常常存在多种问题,影响着工程项目的效率和经济性^[3]。

一是预算编制的不准确性和可靠性。在项目启动阶段,由于信息不完整或者需求变化频繁,预算编制往往过于粗略,缺乏详细的数据支持和充分的市场调研,导致最终的预算与实际需求或者市场变动出现较大偏差。这种情况下,一旦工程进入实施阶段,预算的不足或者超支将成为无法避免的问题,影响项目的顺利进行。

二是变更管理不当带来的额外成本和时间延误。在工程项目实施过程中,由于设计变更、技术调整或者业主需求的变更,可能会引起施工方案、材料选用等多个方面的调整,这些变更如果未能及时、合理地管理,往往会导致工程的成本预算超支和工期延误。特别是当变更管理流程不够规范或者信息沟通不畅时,可能会造成施工方、设计方和业主之间的误解和纠纷,进而影响整体工程的进度和效率。

三是造价管理中的资源利用效率问题。尽管在现代土建工程中,使用先进的项目管理软件和技术手段可以提高

资源利用的效率,但是实际操作中仍然存在资源浪费和效率低下的情况。例如,材料的管理和运输、人力资源的调度和利用,以及设备的使用和维护等方面,如果管理不善或者协调不当,都可能导致成本的不必要增加和资源的浪费,从而影响整体造价管理的效果和项目的经济性。

四是风险管理不足。在土建工程中,可能面临的风险包括市场价格波动、政策法规变化、自然灾害以及工程质量问题等多个方面。如果在预算编制和项目实施中未能充分考虑和应对这些风险,一旦风险事件发生,将对工程造价和进度产生严重影响,甚至可能导致项目无法按时完成或者出现重大经济损失。

五是定额效率与实际发生效率的差异也是我们施工企业生产中常见的问题。如我们所在的地区宁夏定额的模板工程中复合木模的消耗量在实际的工程量中一直差异比较大,再比如人工单价等等。当然这些有很多的原因所形成,如:工人的技术水平、操作流程及管理、生产的成本、材料的质量、工期的时间,以及工程质量的标准等等原因都会造成差异性。

2 加强土建工程造价成本管理的控制措施

2.1 加强预算工作质量

加强土建工程造价成本管理的控制措施,特别是加强预算工作的质量,是确保工程项目顺利进行、成本控制有效的关键步骤。预算工作的质量直接影响着项目的经济性和预算执行的准确性,因此需要采取一系列有效的措施来确保其质量和可靠性。

有效的预算工作需要充分的信息收集和市场调研。在项目启动阶段,应该对项目所需的各类材料、设备、人工等资源进行详细的调查和分析,了解其价格波动趋势、供需状况以及地区差异等因素。这种市场调研不仅可以帮助预算编制人员准确把握当前的市场价格水平,还能为后续的成本控制提供参考依据,避免因市场变化而导致的预算偏差^[4]。

建立科学的预算编制方法和流程是提高预算工作质量的重要保障。预算编制应该根据工程项目的具体特点和实际需求,采用合理的成本估算方法和数据模型,确保预算的科学性和准确性。例如,可以利用历史数据分析、成本指数调整法或者专业的成本估算软件进行预算编制,以提高预算的可靠性和准确性。预算编制不仅仅是简单的数字汇总,而是需要深入理解工程设计方案和施工技术要求,与设计师、工程师以及施工队伍密切合作,确保预算中包含了所有必要的项目要求和技术参数。通过加强沟通和协调,可以有效避免因为设计变更或者技术调整而导致的预算偏差,提高预算的可控性和实施性。

在预算编制完成后,应该进行严格的内部审核和专家评审,确保预算数据的准确性和合理性。通过专业的审查团队或者成本控制专家的审视,可以有效发现和纠正预算

中可能存在的错误或者遗漏,提升预算工作的质量水平。随着技术和市场的不断变化,预算编制的方法和工具也在不断更新和演进。预算编制人员应该保持学习和更新自己的知识和技能,积极参与行业内的培训和交流活动,不断优化预算管理的方法和流程,以应对不断变化的市场和项目需求。

通过充分的信息收集和市场调研、科学的编制方法和流程、有效的沟通和协调、健全的审核和审批机制以及持续改进和学习,可以有效提升预算工作的质量和准确性,从而确保工程项目在预算控制方面取得良好的经济效益和管理效果。

2.2 加强施工过程中施工成本的精细化管理

加强土建工程施工过程中成本的精细化管理是确保项目成本控制和效益最大化的重要措施。在施工阶段,成本管理不仅仅是简单地控制支出,更是通过有效的管理手段和策略,实现资源的最优配置和效率提升。首先,有效的施工成本精细化管理需要建立健全的成本控制体系,制定明确的成本控制目标和策略,建立成本核算和预算控制的标准流程。通过建立详细的成本账户和核算系统,可以实时监控和分析各项成本支出,及时发现和纠正超支或者不合理的成本增加,确保成本在可控范围内。其次,施工过程中的资源利用效率至关重要。有效的资源管理包括人力资源、材料资源和设备资源的合理配置和使用。例如,通过制定合理的施工计划和调度安排,避免资源的闲置和浪费,优化施工流程和作业方式,提高资源的利用效率。采用先进的施工技术和设备,可以减少人力成本和时间成本,提升施工效率,从而降低整体成本。再者,加强供应链管理是精细化成本管理的重要环节。在土建工程中,供应链的高效运作直接影响到材料和设备的供应及时性和成本控制。建立稳定的供应商关系,优化供货周期和库存管理,可以有效降低采购成本和物流成本,减少项目因材料延误或质量问题而导致的额外成本支出。最后,施工现场的实时监控和数据分析也是精细化成本管理的重要手段。通过使用现代化的监控设备和信息技术,实时采集施工进度、材料消耗和人力利用等数据,进行实时分析和预警。做到预算与施工过程有效地跟踪和监控及时发现问题并采取有效措施。预算是一个涉及多个部门、多个环节的复杂过程,我们需要加强各方之间的沟通和协作,充分发挥团队合作的优势,可以避免成本的不必要增加,确保施工过程的经济性和高效性。

2.3 加强施工安全成本的控制

加强土建工程施工安全成本的控制是确保工程项目安全性和经济效益的重要措施。施工安全不仅关乎工人的生命安全和身体健康,也直接影响项目的进度和成本。

有效的施工安全管理体系是控制安全成本的基础,需

要建立完善的安全管理制度和操作规程,确保施工现场的安全生产环境 and 安全操作流程。通过培训施工人员的安全意识和技能,提高其对施工安全重要性的认识,减少意外事故发生的可能性,从而降低事故带来的额外成本支出。

选择和使用符合安全标准的施工材料和设备也是控制施工安全成本的重要策略。优质的施工材料和设备不仅能提高工程质量,还能减少施工现场的安全风险和事故发生的可能性。在材料和设备采购过程中,应优先考虑其安全性能和质量保证,避免因低质量或不合格材料导致的安全问题和后续的成本损失^[5]。

实施科学的施工现场管理和监控是确保施工安全成本控制的重要手段。通过引入现代化的监控设备和信息技术,实时监控施工现场的安全状况和操作过程,及时发现和解决安全隐患,预防事故发生。同时,对施工进度和安全问题进行定期的数据分析和评估,及时调整安全管理措施,确保施工安全和成本控制的双重目标达到最佳平衡。同时,还应加强与相关监管部门和专业机构的合作与交流,共同推动施工安全管理的标准化和规范化。通过加强政府部门和行业协会的监督和指导,推动施工企业制定和实施更为严格的安全管理措施和标准,促进整个行业安全意识的提升和安全技术的进步,从而降低施工安全事故发生的风险,减少事故带来的经济损失。

3 结束语

土建工程的造价成本管理是一个综合性的系统工程,需要在各个阶段都进行精细化管理和有效控制。本文分析了在招标、施工和整体造价管理中可能存在的问题,并提出了加强预算工作质量、施工过程中成本精细化管理、施工安全成本控制以及成本管理人员素养提升等控制措施。通过这些措施的实施,可以有效提升土建工程的经济效益和工程质量,确保工程项目顺利实施并达到预期目标。

【参考文献】

- [1]刘博. 土建工程造价全过程控制问题与对策分析[J]. 大陆桥视野, 2024(2): 133-134.
- [2]霍群群. 土建工程造价预结算及施工成本管理问题探究[J]. 大陆桥视野, 2023(9): 133-135.
- [3]林燕萍. 土建工程造价全过程控制问题与对策分析[J]. 工程建设与设计, 2021(24): 222-224.
- [4]李镇. 基于土建工程造价成本管理的控制方法研究[J]. 工程与建设, 2021, 35(2): 423-424.
- [5]关继忠. 论土建工程造价全过程控制的问题及对策[J]. 房地产世界, 2021(4): 48-50.

作者简介: 周磊(1983.12—), 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公司, 职务: 造价员, 职称级别: 中级。

浅析上海排水管网透气设施恶臭气体逸出原因和改进措施

王璐璐

上海市城市排水有限公司管线管理分公司, 上海 201103

[摘要] 随着近年来居民环保意识的增强, 空气质量成为城市居民普遍关心的问题, 排水臭气直接影响着市民的居住环境和身体健康, 因此经排水管网所散发出来的臭气越来越受到关注。文中通过对上海排水管网透气设施逸出的恶臭气体进行原因分析, 结合上海管网运行实际情况提出了对恶臭气体的监测建议以及改进措施。

[关键词] 臭气; 排水管道; 透气设施; 臭气监测

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13685

中图分类号: X7

文献标识码: A

Brief Analysis of the Causes and Improvement Measures for Odor Gas Emissions from Breathable Facilities in Shanghai's Drainage Pipeline Network

WANG Lulu

Pipeline Management Branch of Shanghai Urban Drainage Co., Ltd., Shanghai, 201103, China

Abstract: With the increasing awareness of environmental protection among residents in recent years, air quality has become a common concern among urban residents. The foul odor from drainage directly affects the living environment and physical health of citizens. Therefore, the foul odor emitted through drainage pipelines is receiving more and more attention. The article analyzes the causes of odorous gases emitted from the ventilation facilities of Shanghai's drainage network, and proposes monitoring suggestions and improvement measures for odorous gases based on the actual operation of Shanghai's pipeline network.

Keywords: odor; drainage pipeline; breathable facilities; odor monitoring

引言

透气设施, 作为城市排水系统的关键组成部分, 对于维护排水系统的顺畅运行起着至关重要的作用。它的核心功能在于调节管道内外的气压平衡。由于污水输送泵站在发生非运行时可能产生水锤、浪涌等现象引起气体产生加剧, 一般在排水管道设计阶段会考虑在污水管道上设置透气设施, 以释放污水中的气体, 防止气体对管道及其他相关设施造成损害的, 确保污水管道在输送污水过程中不承受过高的压力, 进而保障整个排水管网的稳定运行。

随着近年来人民生活水平的持续向好以及对环境良性循环需求的不断增长, 空气质量成为城市居民普遍关心的问题, 而臭气直接影响着市民的居住环境和身体健康, 因此经排水透气设施所散发出来的臭气问题越来越受到关注。臭气污染这一现象引发的环保问题不容忽视, 需从多个维度进行分析, 以期达到有效改善并创造更加宜居的城市环境。因此, 对排水管网透气设施恶臭气体逸出进行研究显得尤为重要。



图1 管道透气设施的透气井示意图

1 恶臭气体产生原因分析

排水管道透气设施逸出的恶臭气体, 其不仅带有令人不悦的气味, 而且长时间的吸入还可能对人体健康产生潜在的危害。这些气体主要包括硫化氢 (H_2S)、甲烷 (CH_4)、氨气 (NH_3) 以及总挥发性有机物值 (VOC)。特别是在管道缺氧的环境下, 这些气体的产生与积聚会进一步加剧。

恶臭气体浓度分为六级: 1 级勉强感觉有气味, 2 级感觉到有气味但无法判断味质, 3 级能够确定气味性质的较弱气味, 4 级很容易闻到已知的气味, 5 级较强的气味, 6 级很强的气味。

排水透气设施恶臭气体逸出是一个让城市管理者头疼的问题, 不仅影响城市环境, 还会对市民的生活质量造成负面影响。为了有效应对, 需要对管道内外的各种因素进行全面而深入的分析。

1.1 内因分析

1.1.1 管道淤泥沉积

管道内部环境对臭气产生的影响至关重要。鉴于管道中存在酸性环境, 有机物质在这样的条件下分解, 进而产生臭气。此外, 管道内的沉积物和污垢亦是臭气的重要源头。这些物质在管道内逐渐累积, 不仅散发出难闻的气味, 还会对管道结构造成腐蚀和损害。部分排水管网排放的污水中含有易挥发臭气的成分, 例如硫化氢等, 这些物质在透气设施中挥发, 导致臭气外泄。随着排水管网规模的不

断扩大以及污水来源的日益多样化,管道内微生物在更为理想的生化反应条件下生长繁殖。这导致管底沉积物在污水中产生了大量如甲烷、硫化氢等有毒气体。受此影响,排水设施向大气中排放的臭气量呈现出上升趋势。



图2 管道内部存在沉积现象

1.1.2 管道与设施老化

经过长期的服役,部分排水管道可能显现出老化的迹象。对于透气设施的日常维护和管理,若未能及时有效地进行,会导致一些潜在问题逐渐积累和恶化。此外,长期的低水位运行还可能加剧管道顶部的腐蚀问题,进而使排水设施内部的环境恶化问题变得日益严重。因此,需要加强对排水设施的维护和管理,确保它们能够正常运行并保持良好的状态。



图3 管道内部存在沉积现象

1.2 外因分析

1.2.1 天气因素

经过对臭气事件的深入分析与统计,我们发现每年夏季,污水管道透气设施臭气逸出的情况尤为突出。夏季因空气气压偏低,气流运动相应减缓,这引起管道内污水在传输时释放的气体在透气设施处积聚,进而容易构成高浓度的恶臭。因此,这期间的透气设施臭气的报告数量表现出明显的增长趋势。

1.2.2 运行因素

排水管道内部水位的运行状况,对透气设施臭气的生成具有显著影响。临近区域的泵站运行会对管道臭气产生影响,其操作会提升管道内部的温度和湿度,进而促进有机物的分解与臭气的形成。此外,泵站频繁的启动和停止操作,将引起管道内压力和流速的波动,这种变化有可能

导致管道内沉积物和污垢的松动,从而进一步加剧臭气的产生。另外,自2023年开始实施的排水管网低水位运行策略后,对比往年的透气设施臭气报告,我们观察到低水位运行后,反映排水管道的透气设施臭气逸出的投诉率明显地增加。

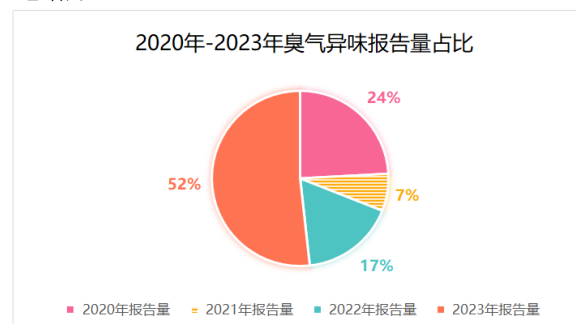


图4 2020年-2023年臭气异味报告量占比

1.2.3 设计因素

管道的最初设计方案在很大程度上也是导致局部地区臭气逸散的主要原因之一。具体来说,一些管道由于设计上的缺陷,例如在上海徐汇区某条道路上的透气设施区域,根据最初的设计方案,管道上游区域缺少了必要的通风设施。这种设计上的不足导致了下游区域的某些特定部位容易积聚臭气,进而使得该区域的气体难以有渠道排出,进而导致地面井盖被气体顶飞,而为了该处排气能够顺畅,在该处加改一座透气设施,这设施的异味浓度因为积累的气体过多味道很重,会成为新的臭气泄露的主要源头。此外,由于管道设计的不合理,一些地方的通风系统无法有效地将臭气排出,反而使得臭气在管道内部积聚,进一步加剧了管道内部的运行安全隐患。因此,为了改善这种情况,必须对管道的设计进行重新评估和改进,尽可能在上游地区增加必要的通风设施,确保管道内部的空气流通,从而减少臭气积聚和逸散的可能性。只有这样,才能从根本上解决局部地区臭气逸散的问题,改善居民的生活环境。

为了彻底解决这一问题,需要从多个角度入手。首先,必须对现有的管道系统全面的审查,找出所有设计上的缺陷和不足之处。这包括对管道的管径、管位、管内水流以及排气设施的配置进行详细的分析,确保它们能够满足实际需求。其次,针对那些已经发现的问题,需要制定具体的改进方案,比如增加新的通风口或者调整现有通风设施的位置和数量,以确保气体能够顺畅排出。此外,还应该考虑引入现代化的监测设备,实时监控管道内的气体浓度和流动情况,以便及时发现并处理潜在的臭气逸散问题。最后,加强日常的维护和检查工作也是至关重要的,通过定期的检查和维修,可以及时发现并修复管道系统中的小问题,防止它们演变成更大的问题。只有通过这些综合措施,才能有效地减少臭气逸散,改善居民的生活环境,提升城市的整体形象。

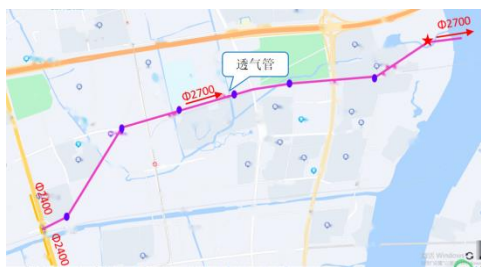


图5 上海徐汇区某路段的管道走向图

2 排水管网透气设施的臭气监测措施

最传统的恶臭监测方法是嗅觉法,它通过人的嗅觉感官来判断空气中是否存在有害气体或物质。这种方法,成本低廉简单易行,但是由于人的嗅觉感受有个体差异,容易受到环境影响,嗅觉只能辨识少量的恶臭成分,难以同时分辨多种气味,在可靠性和稳定性方面存在局限,因此存在一定的误差。

手持式恶臭检测设备的出现,为解决上述问题提供了新的解决方案。相比之下,手持式恶臭检测设备在这些方面展现出了独特的优势。这些设备具有更高的灵敏度和准确性,能够迅速、准确地检测出恶臭成分及其浓度,从而避免了人类嗅觉的局限性和不稳定性。



图6 手持式检测设备



图7 在线不间断检测设备

在处理突发的恶臭事件时,手持式检测设备虽然具有一定的实用性,但也面临着两大挑战。首先,在紧急情况下,操作人员若未迅速响应并赶赴现场,这可能导致管理部门难以及时获取现场信息并作出有效应对。其次,对于持续监测恶臭污染的需求,手持式检测设备需要操作人员长时间驻守现场,这在一定程度上增加了人员安全的风险。因此,为更好地满足实际需求,亟须加强对能够持续、实

时检测恶臭的设备的研发与应用。鉴于当前需求,不间断性恶臭检测设备因其更好的可操作性和持续监测性,正逐渐被应用于排水管网透气设施。这些设备具备自动化检测和数据收集功能,极大地提升了工作效率和精确性,为管理部门提供了更为高效和精准的监管手段。

3 改进建议

排水管道,作为城市生命线的重要一环,承载着我们的日常生活和城市发展的重任。当前的排水管道设施管理存在可探讨改进的点,针对上海中心城区特大排水涵涵透气设施臭气逸出问题,我们提出以下改进措施。

针对管道臭气逸出问题的原因,为确保臭气治理的准确性,需要对单独成案,逐个进行详细的分析与探讨,针对不同原因,采取针对性的措施来解决问题。例如,对于管道内部酸性环境的影响,我们可以考虑在透气设施上加装除臭设施来减少臭气的逸出。对于临近区域泵站的开停泵操作,可以建议运行管理单位优化周边泵站的运行方式来减少对管道的影响。

在管理方面,需要加强对易于产生臭气的设施的管理力度,并进一步完善巡查机制。通过定期的检查和维护,确保所有排水设施均符合环保标准。特别是针对那些容易产生臭气的区域管道,我们需要加大现场巡查的频率,以便及时发现问题并予以解决,从而防止类似事件的再次发生。

同时,为了更加高效地应对突发情况,需要制定标准化的流程制度和应急处置预案。这包括但不限于设立专门的投诉处理联系人、明确现场勘察流程,以及确保现场气体检测物资的储备等。通过这些措施,我们能够在接到投诉后迅速做出反应,及时解决问题。

在技术方面,需要对所有排水管道上的排水设施进行定期的检查和维护,以确保其正常运行。此外,针对透气设施等关键设施,我们需要实时检测其排放的臭气。检测设备需要具备高精度、高敏感度以及高可靠性等特性。一旦发现数值异常,需要立即采取相应的处理措施。

【参考文献】

- [1]严铁生. 城市不同区域下水道中毒有害气体分布规律研究[D]. 西安:长安大学,2017.
- [2]刘昆昆. 市政排水管网臭气产生原因和整治对策分析[J]. 低碳世界,2023,13(1):13-15.
- [3]周良洁,郑天龙,刘俊新. 农村排水管道有害气体风险防控——以城市排水管道有害气体产生及风险控制为启示[J]. 环境保护科学,2020,46(5):9.
- [4]郑姣美,王学华. 恶臭污染调查和测定评价的分析[J]. 安徽农业科学,2013(9):4581-4583.

作者简介:王露璐(1991—),硕士研究生,工程师,从事排水管道工作,现供职于上海市城市排水有限公司管线管理分公司。

新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的应用策略探析

杨 琨

江苏现代工程检测有限公司, 江苏 南京 210000

[摘要] 随着科技的进步和无人机技术的发展, 无人机在桥梁检测领域的应用日益广泛。传统的桥梁检测方法存在着人力成本高、安全风险大等问题, 而无人机具有快速、高效、安全等优势, 能够有效提升桥梁检测的质量和效率。本篇文章探讨了新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的应用策略, 重点介绍了无人机在桥梁检测中的定位导航、飞行路径规划、自主避障、检测数据图像识别以及异形检测等关键技术要点。

[关键词] 无人机; 桥梁检测; 定位导航; 自主避障; 异形检测

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13703

中图分类号: U446.2

文献标识码: A

Exploration on Application Strategies of New Unmanned Aerial Vehicle Detection Technology in Bridge Inspection Engineering

YANG Kun

Jiangsu Modern Engineering Testing Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: With the advancement of technology and the development of drone technology, the application of drones in bridge inspection is becoming increasingly widespread. Traditional bridge inspection methods have problems such as high labor costs and high safety risks, while drones have advantages such as speed, efficiency, and safety, which can effectively improve the quality and efficiency of bridge inspection. This article explores the application strategies of new unmanned aerial vehicle detection technology in bridge detection engineering, with a focus on key technical points such as UAV positioning and navigation, flight path planning, autonomous obstacle avoidance, detection data image recognition, and anomaly detection in bridge detection.

Keywords: unmanned aerial vehicle; bridge inspection; positioning and navigation; autonomous obstacle avoidance; alien detection

引言

随着城市化进程的加快和基础设施建设的不断推进, 桥梁作为连接城市交通的重要纽带, 其安全性和可靠性显得尤为重要^[1]。然而, 长期以来, 传统的桥梁检测方法存在着效率低、安全风险大、成本高等问题, 尤其是在面对复杂的桥梁结构和大范围的检测需求时, 这些问题更加凸显。

随着科技的不断发展和无人机技术的成熟应用, 无人机在桥梁检测中展现出了巨大的潜力和优势。无人机作为一种新型的检测工具, 通过搭载高分辨率摄像头、激光雷达等传感器, 可以实现对桥梁结构的全面、精确、高效的检测。相较于传统的人工巡检或搭设脚手架进行视觉检查, 无人机不仅能够避免安全风险, 还能够在不影响桥梁正常使用的情况下进行非接触式检测, 大大提高了检测的全面性和精度。因此, 本文深入探讨新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的具体应用策略, 分析其在提升桥梁检测效率、保障公共安全、促进基础设施可持续发展等方面的作用 and 意义。

1 无人机桥梁检测概述

无人机技术是通过搭载高分辨率摄像头、激光雷达等先进传感器, 实现对桥梁结构的高精度、全方位的监测^[2]。与传统方法相比, 无人机具有以下显著优势: 首先, 无人机能够以非接触方式进行检测, 避免了人员进入高风险区

域的安全问题, 同时减少了对桥梁正常使用的干扰。其次, 无人机操作灵活, 可以在较短时间内覆盖大范围区域, 显著提高了检测效率和工作成本的经济性。再次, 通过高清影像和激光雷达数据, 无人机能够准确捕捉桥梁表面的裂缝、变形、腐蚀等结构缺陷, 对于早期损伤的发现和评估具有重要意义。最后, 无人机还能够进行定期的监测和长期的数据积累, 为桥梁维护和修复提供科学依据。

在技术上, 无人机桥梁检测受益于自主飞行路径规划、避障技术和先进的图像处理算法。这些技术的不断进步, 使得无人机在复杂环境下的操作更加可靠和精确, 为提升桥梁检测的精准度和可靠性提供了坚实的技术支持。

2 无人机检测技术要点

2.1 无人机定位、导航技术

随着无人机技术的快速发展, 定位和导航系统在提升飞行安全性、实现自主飞行以及完成复杂任务方面起到了至关重要的作用。无人机的定位技术包括全球定位系统 (GPS)、惯性导航系统 (INS)、视觉导航系统等。GPS 是无人机最常用的定位方式之一, 通过接收卫星信号确定其地理位置和高度。虽然 GPS 提供了较高的精度和全球覆盖, 但在某些情况下, 如密集城市或建筑物遮挡区域, 其信号可能会受到干扰或遮蔽, 影响飞行的精确性^[3]。

视觉导航系统则是近年来快速发展的技术,通过摄像头和图像处理算法实时识别地面特征,并推断无人机的位置和姿态。这种技术在复杂环境中尤为有用,可以在缺少GPS信号或需要高精度定位的情况下,提供可靠的定位信息。视觉导航系统的优势在于其自主性和适应性,能够实现无人机的自主起降、避障飞行等功能,逐渐成为无人机导航中的重要组成部分。

无人机的导航技术涵盖了路径规划、障碍物避免和飞行控制等方面。路径规划是指根据任务要求和环境条件,制定无人机飞行的最优路径。这一过程需要考虑飞行器的动力学特性、飞行性能以及避障策略,以确保安全和高效地完成任务。现代无人机通常配备了先进的路径规划算法,能够在复杂环境中动态调整路径,应对突发状况和避免碰撞。

2.2 无人机飞行路径智能规划

无人机飞行路径智能规划是现代无人机技术中的重要组成部分,它涉及到如何通过先进的算法和技术,使无人机能够自主、高效地规划并执行飞行任务的路径。这一过程不仅考虑到飞行器本身的动力学特性和性能参数,还需要综合考虑环境条件、任务要求以及飞行安全性等多方面因素,以实现安全、准确和高效的飞行。

路径规划算法是实现智能飞行路径的核心,包括传统的基于图论的方法、启发式搜索算法(如A*算法)以及最新的基于机器学习和人工智能的方法。传统的图论方法将飞行环境抽象为图,其中节点表示飞行器可以访问的位置,边表示位置之间的可行路径,通过寻找最短路径或最优路径来规划飞行路径。启发式搜索算法通过评估路径的代价函数,逐步搜索最佳路径,以平衡计算效率和路径优化的需求。近年来,机器学习技术的应用使得无人机能够从历史数据中学习并优化飞行路径规划,例如通过深度强化学习来实现复杂环境中的路径优化和避障。通过雷达、激光雷达、视觉传感器等感知技术,无人机能够实时检测周围的障碍物,并相应地调整飞行路径或避开障碍物,以确保飞行安全和任务顺利完成。现代无人机通常配备多种传感器,并结合复杂的算法和决策逻辑,能够在复杂的环境中进行精确的障碍物避免操作。此外,在多任务场景下,无人机可能需要根据不同任务的优先级和紧急程度,动态调整飞行路径和执行顺序。这种动态调整通常需要实时的决策算法和与地面指挥中心的通信协作,以响应变化的环境条件和任务需求。

2.3 无人机自主避障技术

随着无人机技术的进步和应用场景的扩展,自主避障技术不断演化和提升,以适应各种复杂的飞行环境和任务需求^[4]。首先,无人机的自主避障技术依赖于多种感知和识别系统,如雷达、激光雷达、视觉传感器、红外传感器等。这些传感器能够实时监测无人机周围的障碍物、地形和环境条件,并将这些数据反馈给飞行控制系统。雷达和

激光雷达可以高效地探测前方障碍物的位置和距离,适用于长距离和低能见度环境下的避障。其次,无人机自主避障技术依赖于先进的避障算法和决策逻辑。避障算法根据传感器提供的数据,计算出避障路径或调整飞行方向,以确保无人机能够安全绕过障碍物或停止飞行以避免碰撞。这些算法通常结合了路径规划、动态调整和障碍物评估,能够在复杂多变的环境中做出快速和准确的决策。决策逻辑则包括基于规则的方法、机器学习和深度学习技术,使得无人机能够从经验中学习,并适应不同的飞行场景和障碍物类型,提高避障效果和飞行安全性。最后,无人机的自主避障技术还涉及到飞行控制系统的实时响应和调整能力。一旦避障算法检测到前方障碍物,飞行控制系统能够快速反应并调整飞行姿态和速度,以避免与障碍物发生碰撞。这种实时响应的能力对于保证飞行安全和任务的顺利完成至关重要,尤其是在高速飞行或复杂地形环境下。

2.4 检测数据图像识别技术

无人机检测技术中的检测数据图像识别技术是指利用无人机搭载的摄像头和先进的图像处理算法,对所获取的图像数据进行分析 and 识别,从而实现对目标、环境或特定物体的自动识别与分析。这项技术在多个领域,如农业、城市管理、环境监测等中发挥着越来越重要的作用。首先,检测数据图像识别技术依赖于无人机搭载的高分辨率摄像头或其他传感器。这些摄像头能够捕捉地面或目标的详细图像,通常包括可见光摄像头、红外摄像头或多光谱传感器。每种类型的传感器都有其独特的应用场景和优势,例如可见光摄像头适用于一般视觉检测和识别,而红外摄像头则能够探测热源、温度变化等特定目标,多光谱传感器则能提供不同波段的图像,用于精准的植被或土壤分析。其次,检测数据图像识别技术的核心在于图像处理和计算机视觉算法的应用。这些算法可以对无人机获取的图像数据进行实时或后期处理,识别目标物体、辨别地面特征、评估环境条件等。常见的图像处理技术包括图像增强、滤波、分割、特征提取和分类等,通过这些技术可以使图像数据更清晰、更易于分析。最后,随着人工智能和机器学习技术的发展,检测数据图像识别技术正在不断进化和改进。深度学习算法如卷积神经网络(CNN)和递归神经网络(RNN)等能够从大量的图像数据中学习并提取特征,进而进行更高级别的图像识别和分析。这些技术使得无人机能够在复杂和动态的环境中进行更精确和可靠的目标识别,如人员搜索与救援、安全巡逻、自然灾害评估等方面。

3 新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的应用策略

3.1 桥面系的检查

桥面系是桥梁结构中最常受到车辆和自然环境影响的部位,定期检查和维修至关重要,以确保桥梁的结构安全性和使用寿命^[5]。第一,无人机能够通过搭载高分辨率

的摄像头和其他传感器,在不接触桥梁表面的情况下,快速获取详细的图像和数据,如多光谱传感器可以检测桥梁表面的裂缝、腐蚀和变形等问题,红外传感器则能够探测桥梁结构中的热量变化,这些数据对于早期发现潜在问题和制定有效的维修方案至关重要。第二,飞行路径规划通过优化算法和传感器数据,确保无人机能够全面而有效地覆盖整个桥面系区域,包括桥面、桥墩和桥梁结构。这种规划不仅考虑到检查的全面性和准确性,还考虑到飞行安全和数据收集效率。一旦完成数据采集,无人机搭载的图像识别技术能够自动分析图像中的细节和异常,如裂缝、腐蚀迹象、水渗漏等,快速生成报告并提供实时反馈,提高了检测的效率和准确性,同时降低了人为误差的可能性。第三,桥梁经常受到车辆荷载和自然环境因素(如风、雨、温度变化等)的影响,这些因素可能导致桥梁表面的损伤和结构的变形。无人机可以定期进行检查,通过历史数据的积累和实时监测,及时发现和识别这些问题的迹象,使得工程师可以及早采取预防措施或修复工作,以防止问题进一步恶化和增加维修成本。

3.2 桥梁上部结构的检查

桥梁的上部结构包括桥面以上的部分,如桥面梁、支座等,这些结构承载着车辆荷载和自然环境的影响,定期的检查和维护对于确保桥梁的安全运行至关重要。其一,无人机配备了高分辨率的摄像头和多种传感器,能够在不接触桥梁结构的情况下,从空中获取详细的图像和数据,如高清摄像头能够捕捉桥梁结构的细节和表面状况,红外传感器则可以检测结构的热量分布,这些数据对于早期发现结构缺陷、损伤和变形至关重要。其二,桥梁的上部结构常受到车辆荷载和自然环境因素(如风、雨、温度变化等)的影响,这些因素会导致结构的疲劳、损伤和变形。无人机可以定期进行检查,并通过历史数据的积累和实时监测,及时发现和识别这些问题的迹象,使得工程师能够及早采取预防措施或维修措施,防止问题进一步扩大和增加维护成本。其三,无人机技术在桥梁上部结构检查中的应用还增强了工作的安全性。传统的检查可能需要工作人员在高空进行危险的悬崖边巡查或使用吊篮等设备,存在高空作业风险。而无人机能够在遥控或自主飞行模式下执行任务,避免了人员接触高危环境的需求,减少了意外伤害的风险,同时提高了工作的安全性和可控性。

3.3 桥梁墩台的检查

新型无人机检测技术在桥梁墩台的检查中提供了一系列创新和优势,与传统方法相比,其应用策略更加突出

其高效、精准和安全的特性。首先,无人机技术通过搭载先进的传感器和摄像设备,能够实现对桥梁墩台的全面覆盖和高分辨率的数据采集,从而详细分析墩台的结构健康状况,如红外传感器可用于检测墩台的热量分布,从而识别潜在的结构问题;多光谱传感器则有助于分析墩台表面的植被生长情况,早期发现植物根系对结构的潜在影响。其次,飞行路径规划考虑到墩台结构的复杂性和多样性,通过算法优化确保了无人机能够在最短时间内完成全面的检查任务,同时保证了数据采集的全面性和准确性。在数据处理方面,无人机搭载的图像识别和处理技术能够快速分析大量的图像数据,识别出可能存在的裂缝、腐蚀、混凝土龟裂等问题,为工程师提供及时的结构健康评估和维护建议。最后,无人机检测技术的应用强化了对桥梁墩台问题的预测和预防能力。通过定期的检查和持续的监测,工程师可以基于历史数据和实时反馈,预测墩台可能面临的结构问题和环境影响,及时采取预防性的维护措施,避免问题进一步扩大和加重维护成本,不仅提高桥梁结构的整体可靠性和安全性,也减少因突发性问题而造成的交通中断和经济损失。

4 结束语

新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的应用,不仅能够提高检测效率和精度,还能有效降低人力成本和安全风险。随着技术的进步和应用经验的积累,无人机将在桥梁检测领域发挥越来越重要的作用,为保障公共安全和基础设施可持续发展做出积极贡献。

【参考文献】

- [1]杨友震,闫国庆.新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的应用策略[J].智能建筑与智慧城市,2024(5):27-29.
 - [2]刘彦君.无人机检测系统在桥梁检测中的应用研究[J].中国设备工程,2023(14):126-128.
 - [3]朱宏强.新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的应用策略[J].居业,2023(7):76-78.
 - [4]黄若昀,范昊昱.新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的应用策略[J].中阿科技论坛(中英文),2022(8):140-144.
 - [5]包琦.新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的应用[J].甘肃科技纵横,2021,50(6):31-33.
- 作者简介:杨琨(1987.12—),男,毕业院校:南京交通职业技术学院,所学专业:土木工程,当前就职单位:江苏现代工程检测有限公司,职务:桥隧检测师,职称级别:中级。

离心浇注球墨铸铁铸管车间除尘系统设计

韩志彬 李德智 刘润泽

安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司, 河南 安阳 455000

[摘要] 离心浇注球墨铸铁铸管的生产过程包括多个工序, 如混铁、熔炼、浇注、喷涂等, 每个环节都可能产生不同类型的粉尘和气体。例如, 混铁炉和中频炉在熔炼过程中会释放烟尘, 而喷锌和喷涂工序则产生大量的锌粉尘和挥发性有机物。随着环保法规的日益严格和生产工艺的不断改进, 对车间环境的管理提出了更高的要求, 车间需要设计和安装高效的除尘系统, 不仅要满足相关的环保标准, 还要保证生产过程的连续性和操作人员的舒适性。通过对现有工艺的深入分析和除尘技术的不断研究, 可以实现车间环境的优化提升生产效率, 并为行业的发展提供支持。

[关键词] 球墨铸铁; 铸管; 除尘系统

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13699

中图分类号: TG255

文献标识码: A

Design of Dust Removal System for Centrifugal Casting Ductile Iron Pipe Workshop

HAN Zhibin, LI Dezhi, LIU Runze

Angang Group Yongtong Ductile Cast Iron Pipe Co., Ltd, Anyang, He'nan, 455000, China

Abstract: The production process of centrifugally cast ductile iron pipes includes multiple steps, such as mixing, melting, pouring, spraying, etc. Each step may generate different types of dust and gases. For example, mixed iron furnaces and intermediate frequency furnaces release smoke and dust during the melting process, while zinc spraying and spraying processes produce a large amount of zinc dust and volatile organic compounds. With the increasingly strict environmental regulations and continuous improvement of production processes, higher requirements have been put forward for the management of workshop environment. Workshops need to design and install efficient dust removal systems, which not only meet relevant environmental standards, but also ensure the continuity of the production process and the comfort of operators. Through in-depth analysis of existing processes and continuous research on dust removal technology, the optimization of workshop environment can be achieved to improve production efficiency and provide support for the development of the industry.

Keywords: ductile iron; cast iron pipe; dust removal system

引言

在现代铸造车间中, 离心浇注球墨铸铁铸管因其优良的力学性能和广泛的应用领域而得到广泛应用。但生产过程中伴随而来的粉尘和烟雾不仅对车间环境造成污染, 还可能对操作人员的健康产生不利影响。因此, 设计和实施高效的除尘系统, 成为保障生产安全和环境友好的重要任务。

1 离心浇注球墨铸铁铸管车间工艺概述

离心浇注球墨铸铁铸管车间主要通过离心铸造技术生产高强度的球墨铸铁管。这一工艺首先将熔融的球墨铸铁倒入旋转的铸模中。模具在高速旋转的过程中, 使熔融铁液在离心力的作用下均匀地分布到模具的内壁形成管状铸件。这种方法不仅提高了铸管的致密性和强度, 还有效地减少了铸造缺陷。生产过程中, 车间内设有多种关键设备, 包括熔炼炉、中频炉、离心浇注机以及冷却系统等。熔炼炉用于熔化原材料, 中频炉负责球化处理, 确保铸铁中的石墨形态适合成型。离心浇注机则将熔融金属注入旋转模具中, 形成最终的铸管。在铸造后,

铸管会经历冷却、去毛刺、喷涂等后处理步骤, 以满足不同的使用要求。整个生产流程高效且精密, 但也伴随产生大量粉尘和烟雾, 这就需要通过有效的除尘系统进行管理, 确保车间环境的清洁与工人的健康。

2 车间环境与粉尘分析

离心浇注球墨铸铁铸管车间的环境特点决定了粉尘和烟雾的主要来源。车间中高温熔炼和高速旋转的铸造过程会产生大量的粉尘和烟雾, 这些主要来自熔化过程中的氧化反应、铸造过程中金属颗粒的飞溅以及砂型的使用。车间的环境污染主要集中在以下几个方面: 首先, 熔炼炉和中频炉的操作会释放大量的烟尘, 尤其是铁水与空气接触时的氧化反应, 会产生二氧化硫、氮氧化物等有害气体。其次, 离心浇注过程中, 熔融金属的高速喷射和模具的旋转会导致粉尘飞散, 尤其是在浇注环节, 可能会形成较高浓度的金属粉尘。最后, 后处理环节如喷涂和打磨作业, 也会释放挥发性有机物和粉尘, 对车间空气质量造成影响。为有效应对这些挑战, 车间应进行系统的粉尘源分析, 识别主要污染源并监控其浓度变

化。采用适当的除尘技术，如高效滤尘器、局部排风系统及密闭操作环境，能够显著改善车间的空气质量。同时，定期的环境检测与维护也是保障车间环境符合标准的关键措施。

3 除尘系统设计原则与标准

3.1 设计原则

除尘系统的设计原则主要包括高效性、经济性和可维护性。首先，高效性是设计的核心要求。系统必须能够有效捕集和去除车间内各类粉尘和烟雾，确保车间空气质量符合相关环保标准，保护工人健康。高效性不仅要求选择适当的除尘设备，如高效滤尘器和集尘器，还包括合理布局管道和风口，最大限度地减少粉尘的扩散^[1]。其次，经济性强调在满足功能要求的前提下，尽量降低系统的初期投资和运行成本。选择性价比高的设备和材料、优化系统设计以降低能耗以及减少维护费用，都是提升经济性的关键因素。合理的设计还应考虑系统的寿命和长期运行成本，避免因设备故障或维护不足而产生额外开支。最后，可维护性是设计过程中不可忽视的原则。系统应便于日常维护和检查，设备应具有良好的耐用性和易更换性，以减少停机时间和维护难度。此外，设计应考虑到便于操作人员的培训和操作，确保系统的长期稳定运行。

3.2 相关标准与规范

在除尘系统的设计过程中，遵循相关的标准与规范是确保系统有效性和合规性的基础。首先，国家或地区的环保法规是设计的核心依据，例如《中华人民共和国大气污染防治法》和《工业炉窑大气污染物排放标准》等。这些法规规定了工厂排放的粉尘和有害气体的最大允许浓度，指导设计人员在系统中采取必要的除尘措施。其次，行业标准提供了设计和操作的具体技术要求。例如，针对除尘设备的标准，如《GB/T 15431—2017 工业除尘器技术条件》和《GB/T 18883—2002 室内空气质量标准》，为设备选型和性能评估提供了详细的指导。这些标准涵盖了除尘器的效率、滤材的选择以及系统的排风设计等方面，确保系统在实际应用中达到预期效果^[2]。此外，设计过程中还需参考相关的国际标准，如《ISO 15797:2017 工业废气排放测试》和《ASHRAE 52.2 空气过滤器标准》，以获得先进的设计理念和技术方法。这些标准不仅提供了国际上认可的技术要求，还帮助在全球化的环境中保持设计的国际兼容性和竞争力。

3.3 环保法规要求

环保法规要求在除尘系统设计中占据了重要地位，确保工厂的粉尘和气体排放符合国家和地方的环保标准。根据《中华人民共和国大气污染防治法》，企业必须对生产过程中的污染物排放实施有效控制，确保浓度不超过

规定的标准。车间排放的粉尘浓度和有害气体，如二氧化硫和氮氧化物，需满足《工业炉窑大气污染物排放标准》的限值。此外，地方性环保法规也对除尘系统的设计提出了具体要求，这些法规通常规定了更为严格的排放标准，以应对当地的环境挑战。设计方案需经过环境影响评价，确保在满足法规要求的同时，也能降低对周围环境的影响。在系统设计和设备选型时，还需考虑法规对污染控制技术的要求。例如，要求使用高效的除尘设备，如静电除尘器或布袋除尘器，来满足《GB/T 15431—2017 工业除尘器技术条件》中对设备性能的规定。同时，定期的环保检查和数据报告也是法规要求的一部分，确保系统持续符合标准并及时修正潜在问题。

4 离心浇注球墨铸铁铸管车间除尘系统设计

4.1 混铁炉烟尘控制系统

混铁炉是离心浇注球墨铸铁铸管车间的关键设备之一，熔炼过程会产生大量的烟尘和有害气体。为了有效控制这些排放，混铁炉烟尘控制系统的设计必须从源头减少烟尘生成，并通过高效的处理设施实现清洁排放。首先，源头控制是关键，优化熔炼工艺减少熔化过程中的过量空气供应和铁水与氧化剂的接触，可以显著减少烟尘的产生。此外，混铁炉内应配置密闭系统和引风装置，防止烟尘泄漏到车间环境中。其次，烟尘收集系统需要高效，采用引风机和管道将烟尘从炉口和熔炼区有效地引入集尘装置。集尘装置通常选用高效布袋除尘器或静电除尘器，这些设备能够高效捕捉细小的粉尘颗粒，确保排放符合环保标准。最后，系统还需配备在线监测设备，以实时检测烟尘浓度和气体成分，确保系统运行的有效性和合规性。定期维护和清理除尘设备也是保持系统高效运行的重要措施。

4.2 中频炉与球化站的除尘技术

中频炉和球化站是离心浇注球墨铸铁铸管车间中的重要设备，它们在铸铁的熔化和球化过程中会产生大量的粉尘和烟雾。有效的除尘技术对于保持车间空气质量和保护操作人员的健康至关重要。在中频炉的除尘系统中，首先需要设置高效的烟尘收集装置，中频炉操作过程中，熔融金属与空气接触会产生氧化烟雾。通过在炉口和炉体周围安装引风罩和排风系统，可以将这些烟雾有效地导入集尘装置。常见的技术选择包括布袋除尘器和静电除尘器，这些设备能有效去除高温烟尘和金属颗粒，保证炉烟的清洁排放。对于球化站主要处理的是在熔炼过程中添加球化剂时产生的烟尘，球化站通常配置局部排风系统，将烟尘直接引导到除尘设备中。由于球化过程中的烟尘具有较高的温度和腐蚀性，设备材料和技术选择需要特别注意，以确保系统的耐用性和长期稳定性。使用高温布袋除尘器或耐腐蚀静电除尘器，可以

有效处理这些特殊烟尘。此外，实时监测系统对于保证除尘效果和及时调整系统运行状态也是必不可少的。监测系统能够提供烟尘浓度的数据支持，帮助优化除尘设备的工作状态和维护计划。

4.3 离心浇注机的粉尘收集方案

离心浇注机在铸造过程中会产生大量的粉尘，主要来源于熔融金属的飞溅和铸模表面的摩擦。为了有效收集这些粉尘，必须设计高效的粉尘收集方案，以保持车间环境的清洁和工人的健康。首先，离心浇注机周围应安装密闭的罩体，覆盖主要的粉尘产生区域，这些罩体可以有效地将粉尘引导至集尘系统。罩体的设计需要确保能够适应离心机的旋转运动，并且在操作过程中不会干扰设备的正常运行。其次，配置高效的局部排风系统至关重要，通过在离心机的关键位置设置引风口，可以直接捕捉到生成的粉尘。引风系统应与集尘装置连接，常用的设备包括高效布袋除尘器或旋风分离器，这些设备能够高效地处理细小粉尘颗粒，并降低车间内的粉尘浓度。此外，定期的清理和维护也是确保粉尘收集效果的重要环节。离心机及其周边的集尘设备应定期检查和清理，防止粉尘积累影响设备性能和工作环境。同时，建立系统的监测机制，实时监测粉尘浓度，以便及时调整和优化粉尘收集系统的运行状态。

4.4 炉前吹砂过程中的除尘措施

炉前吹砂是离心浇注球墨铸铁铸管车间的一个重要工序，过程中会产生大量的砂尘和细小颗粒。有效的除尘措施对于控制车间空气质量和保护操作人员健康至关重要。首先，应在吹砂作业区安装局部排风系统，通过设置风罩和吸尘罩，将砂尘从吹砂区域迅速引导至集尘系统。这些设备需要覆盖整个吹砂区，并根据砂尘的产生特点进行合理布置，以确保能够最大限度地捕捉到飞散的砂尘。其次，采用高效的集尘设备来处理捕集的砂尘，常用的设备包括布袋除尘器和旋风分离器。这些设备能够有效去除细小的砂尘颗粒，保持车间内的空气清洁。为了应对吹砂过程中产生的高尘浓度，集尘系统应具有较高的处理能力和可靠性。此外，定期维护和清理除尘系统也是必要的，吹砂过程中产生的砂尘可能会在集尘设备中积累，定期检查和清理设备，确保其正常运行，并能持续保持高效的除尘效果。最后，优化吹砂工艺也是减少粉尘排放的有效措施。例如，使用适当的砂料和调节吹砂参数，可以减少砂尘的产生和扩散。

4.5 内磨作业及相关岗位的除尘解决方案

内磨作业是离心浇注球墨铸铁铸管车间的重要工序，但其过程中会产生大量的磨削粉尘和颗粒。为了有效控制这些粉尘，确保车间环境的清洁和操作人员的健康，需采取一系列除尘解决方案^[3]。首先，应在内磨作业区

域设置局部排风系统，安装专用的引风罩和吸尘装置，将磨削过程中产生的粉尘直接吸入集尘系统。引风罩应尽量靠近粉尘源以提高粉尘捕集效率，并设计为可调节形式适应不同的操作需求和工件尺寸。其次，布袋除尘器和旋风分离器是处理磨削粉尘的常用设备，它们能够有效去除细小的粉尘颗粒，保持车间空气的清洁。由于内磨作业中产生的粉尘具有一定的磨蚀性，集尘设备应具备良好的耐磨性和长期稳定性。此外，粉尘可能在集尘设备中积累，定期清理和更换滤袋，确保设备正常运转并维持最佳的除尘效果。同时，建立粉尘浓度监测机制，及时调整和优化系统设置，以应对不同工况下的粉尘排放情况。最后，对内磨工艺进行优化，如调整磨削参数和使用高效的磨具，也有助于减少粉尘生成和飞散。

4.6 喷涂工序的除尘与空气净化

喷涂工序在离心浇注球墨铸铁铸管车间中用于提升铸件表面质量，会产生大量的喷涂雾和粉尘。有效的除尘和空气净化措施对维持车间环境的清洁和保障工人健康至关重要。首先，喷涂区域应安装封闭式喷涂罩和局部排风系统，喷涂罩能够覆盖喷涂工位，收集喷涂过程中产生的雾状物质和粉尘，并通过排风系统将其引导至集尘装置。局部排风系统的设计需要确保全面覆盖喷涂区域，并对喷涂产生的气流进行有效控制。其次，选择适合的集尘设备对于处理喷涂产生的粉尘至关重要，高效的布袋除尘器或静电除尘器可以有效去除喷涂过程中产生的细小粉尘和雾滴。这些设备应具有较高的处理能力，并能处理喷涂材料的腐蚀性和颗粒性，以保证长期稳定运行。此外，空气净化系统应配备活性炭过滤器或其他气体处理装置，以去除喷涂过程中释放的有机溶剂和挥发性有机化合物（VOC）。这些装置能够有效吸附和分解有害气体，改善车间空气质量。最后，定期对除尘和净化系统进行检查和维护，确保设备正常运行，并及时清理积累的粉尘和更换过滤材料，以保持高效的除尘效果和良好的空气质量。

5 结语

在离心浇注球墨铸铁铸管车间，除尘系统的设计和实施是保证生产环境清洁和员工健康的关键。通过对混铁炉、中频炉、离心浇注机等关键工序的粉尘控制，以及针对内磨和喷涂等环节的有效措施，可以显著降低粉尘污染，提升车间的工作环境。精心设计的除尘系统不仅能有效捕捉和处理粉尘，还能减少对设备的损耗，确保生产过程的顺畅与安全。未来，应继续关注除尘技术的进步，结合实际生产需求，不断优化系统应对新的挑战和要求。

[参考文献]

[1] 张研, 樊永辉. 离心浇注球墨铸铁铸管车间除尘系统

设计[J]. 现代铸铁, 2021, 41(2): 58-60.

[2]张研,贾卫华,杨万华.离心球墨铸铁管车间除尘系统设计及优化[C].北京:中国铸造协会第十五届中国铸造协会年会论文集.安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司,2019.

[3]张济凡,王亚飞,刘路召.安全闭锁系统在球墨铸铁管生产线中的设计及应用[J].中国铸造装备与技术,2021,56(6):5-9.

作者简介:韩志彬(1993.1—),毕业学校:景德镇学院,专业:会计,单位:安钢集团球墨铸铁管有限责任公司,职称,助理工程师;李德智(1997.7—),毕业学校:东北师范大学,专业:行政管理,单位:安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司,职称:助理工程师;刘润泽(1993.1—),毕业学校:河南化工职业学院,专业:连锁经营管理,单位:安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司,职称:助理工程师。

矿产勘察钻探施工中堵漏技术的应用探讨

侯顺威

核工业金华建设集团有限公司, 浙江 金华 321000

[摘要]近年来,社会发展进程的加快,各行业呈现出快速发展的趋势,对于矿产勘察钻探而言,时常在施工过程中出现冲洗液漏失这一情况,这不仅影响到生产进度,还危及到工作人员的人身安全。随着科学技术水平的提高,各种新型材料的出现,传统堵漏技术难以满足现代化发展要求,需要相关工作人员进行深入研究。基于此,文章主要探讨矿产勘察钻探施工中堵漏技术的应用情况,希望能够对相关工作人员有所帮助。

[关键词]矿产勘察;钻探施工;堵漏技术

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13677

中图分类号: TE28

文献标识码: A

Discussion on Application of Leak Sealing Technology in Mineral Exploration Drilling Construction

HOU Shunwei

Nuclear Industry Jinhua Construction Group Co., Ltd., Jinhua, Zhejiang, 321000, China

Abstract: In recent years, with the acceleration of social development, various industries have shown a trend of rapid development. For mineral exploration and drilling, the leakage of flushing fluid often occurs during the construction process, which not only affects production progress but also endangers the personal safety of workers. With the improvement of scientific and technological level and the emergence of various new materials, traditional leak sealing technology is difficult to meet the requirements of modern development, and relevant personnel need to conduct in-depth research. Based on this, the article mainly explores the application of leak sealing technology in mineral exploration drilling construction, hoping to be helpful to relevant personnel.

Keywords: mineral exploration; drilling construction; leak sealing technology

引言

在资源开采过程中,矿产勘察钻探施工至关重要,是提高资源开采效率与质量的关键手段。由于施工现场较为复杂,需要工作人员具有丰富的专业知识,用到的机械设备较为复杂,在施工过程中时常会遇到复杂地质结构,增加一定人力与物力成本,导致冲洗液失去数量较多,若是未根据实际情况采取有效措施,导致原有的循环体系遭到破坏,增加了事故发生概率。在施工过程中应用各种先进堵漏技术,可以预防渗漏问题的产生,按照既定程序开展操作,从而实现既定效益。

1 工程概括

本文以山西某矿区为例开展研究分析,该区域主要包括的地层有灰岩、细砂岩、砂质页岩等,且底部蕴含丰富的煤炭资源。但由于地质较为松软,且含水量较多,遇水之后就会出现膨化现象,如果没有采取有效措施处理,会使得孔洞内部坍塌,并且出现卡钻、埋钻等一些安全事故。通过对当地地质结构进行深入调查分析及分析相关地层资料后,对该区域地层有了一个初步了解,对后续工作的开展有很大帮助。在矿产勘察钻探施工过程中,施工单位在施工过程中通常采用四级成孔构造形式,使用普通金刚石钻具即可。同时,因该区域覆盖物较多,结构多松散,为了取得理想的采取率,可根据当地实际情况选择干钻法、

膨润土浓浆钻衔接使用这种方式,再将地层充分穿透之后,将套管下入到孔洞内,防止孔壁遭到不同程度的冲刷,在日常操作过程中需要注意坍塌、掉块等现象。在钻探施工过程中, HXY-42T 塔基一体型岩心钻机是常用设备,深度需要保持在 750m~1100m 以内,并且由于矿区的地质构造有所差异,局部区域破坏严重,其中蕴含的煤线不稳定,这使得在实际操作过程中易发生漏水现象,导致工作难以继续实施,施工难度增大,成本也有所上涨,影响到开采质量与效率。

2 矿产地质勘探技术应用

2.1 施工技术

在进行钻探施工时,在了解该区域具体情况之后,采取相应措施对深层次区域进行处理,开展取样分析。这一过程中,工作人员应发挥出该技术的优势,了解该区域地质结构,探寻深部位置是否蕴含矿产资源,从而提高资源利用率。随着技术水平的提升,对该技术的研究程度加深,一些自主研发设备也开始运用到这项工作中,进一步提高了勘探调查能力,改善工作质量与效率。在使用该技术探究分析过程中,根据国家规定要求进行系统建立,做到两者相互协调,为地质勘探工作的实施奠定基础。反循环清孔技术的应用可以清理干净导管所残留的杂质,以免影响到后续操作的进行。矿产勘察钻探施工在具体操作过程中

需要用到各种处理方式,如泵吸法、洗泥机法的运用。此外,该技术在施工中的贯彻落实,可以取得理想的清理效果,对后续工作的开展有很大帮助。

2.2 技术应用措施

在实际操作过程中,对钻孔进行相应处理时,需要根据事先设置好的轨迹操作,确保处理工序科学有序。在这一过程中,液动螺杆钻的应用发挥着重要价值,工作人员要根据要求来使用该设备处理各种问题,加快处理速度。随着钻头深度不断深入,在达到规定数值后,工作人员需要重新调整钻孔压力,根据实际情况进行增加以及减小处理,以保障后续操作能够顺利进行。其次,反循环钻进技术。这一技术的合理运用,能够取得理想效果,利用适量的冲洗液进行循环处理。若是现场区域的口径远远超出规定数值,该技术能够发挥巨大作用。在施工期间,内部水位一直居高不下,现阶段施工中所用到技术有泵吸反循环处理技术、射流循环处理技术、压缩空气型反循环处理技术等。在使用压缩空气型反循环处理技术开展操作时,是把压缩空气通过供气管道运输至混合室,这样做主要是为了将压力、粘杆水分两者有效融合,形成一混合物质,将内部的岩屑排除干净。最后,螺旋马达驱动技术。该技术可以说是目前一种常用的钻探手段,施工成本低,结构十分简便,便于工作人员操作,冲洗液的选择没有太高要求。可以根据施工位置实际情况,适当调整角度与施工方法,从而使所得结果真实、准确。

2.3 其他安全措施

在对技术进行研发创新期间,工作人员应熟悉各种技术手段,对预测漏层进行精准定位,在具体操作过程中,容易受到各种因素的影响,工作人员在实际操作过程中需要采取相应方法来获取底层实际情况,了解区域范围。在测量过程中,要想保障工作有序进行,需要对钻井的速度进行检查,以免速度过快或过慢。同时,完善安全隐患排查治理体系,根据项目特点,从下述几方面考虑分析:首先,需要定期组织专家与专业人士来共同商讨修订 HSE 标准,并要求钻井队根据 HSE 标准来进行操作,并在此基础上加强开钻验收管理,根据项目周期进行安全检查。指派专门人员来负责这项工作,对这项工作加以考虑分析。并且,对于每一次的开钻验收,都要保证专业化、全面化,并做到员工检查、安全监督队监督两者充分结合,及时发现潜在安全隐患,以免重复问题的产生。除此之外,还要贯彻落实 PDCA 管理循环这一思想,有效治理安全隐患,以免重大事故的发生。

3 钻探施工中堵漏技术的具体应用

3.1 根管钻进护壁技术

该工程的施工区域结构太过于松散,厚度是 25m,在钻进操作过程中,由于实际岩心采取率低,处理难度较大,岩心是以不规则形状呈现的,孔壁不稳定,在接下来的操

作过程中易发生孔口坍塌、漏失等问题。对此,需要采用单管钻加以处理,并将其下入到孔壁内。但要注意一点,那就是覆盖物松散,厚度较厚,在长期进行钻进后将钻具提出,孔壁将会发生变形现象,不利于后续下套管操作的进行。对此,需借助根管钻进护壁技术,确保钻进作业、套管工作两者一同开展。该技术的主要应用原理就是孔口套管要和钻具紧密贴合,在钻头深入不断推进的同时,套管要密切跟进,同心管靴具有扩孔作用,能够把套管设置到孔内。当套管步入到稳定性较强的地层内部以后,钻头会慢慢退出,利用管靴钻头与套管进行连接,从而把套管置于准确位,进而起到护壁这一作用。目前,该项技术的应用有着良好的使用效果,应用范围较为广阔。

3.2 水泥护壁堵漏

如果该区域裂缝现象十分严重,在施工过程中如果大量应用机械化手段,将会增加掉块问题发生概率。使用泥浆来护壁堵漏能够防止泥浆出现大规模的流失,但仍然难以解决掉块这一现象。因施工位置裂隙大,蕴含许多水源,使用普通的化学浆液无法堵住裂隙,对此就要利用水泥护壁堵漏技术。在运用该技术时,需要控制好水灰比,比例需要在 0.5~0.7 以内,并在相距孔段底部区域来灌注适量的水泥浆,在水泥浆灌注过程中需要注意一点,那就是切勿提钻。在完成灌注作业后,工作人员在使用清水来开展替浆处理,并将钻杆慢慢提升起来,进行静置处理,当水泥浆彻底凝固以后,便可使用扫孔钻来进行后续操作,从而进行护壁堵漏,达到护壁这一目的。同时,在堵漏过程中,这一技术应用次数较多,在裂缝较多且大,掉块严重位置同样适用,能够有效改善不良地质结构,有着较高的成功率。此外,该技术还具有安全性的特点,稳定性强,能够减轻工作人员的工作强度,保证工作效率与质量,控制成本投入量。下表 1 为护壁堵漏施工效果。

表 1 护壁堵漏方法应用效果

孔号	纯钻率/%	台月进尺/m	护壁堵漏方法
ZK1508	26.55	220	套管、PHP
ZK4032	46.26	415	套管、PHP、膨润土
ZK0032	55.75	505	套管、PHP+PK、膨润土、堵漏剂
ZK1632	56.21	577	套管、PHP+PK、膨润土、堵漏剂、水泥

3.3 高强度快失水堵漏技术

该技术在钻探施工中的应用能够在短时间内处理地层漏失这一问题,从技术角度来分析,该技术在应用期间需要使用堵漏,在缝隙部位形成压力,从而实现快速失水这一目的。在实际操作过程中,堵漏材料会在漏失位置堆积,且有较大强度,有效处理裂缝、孔隙位置,所取得的效果十分显著。该矿区内的缝隙如果超过了 5mm,需使用该技术来处理。同时,工作人员还要注意堵漏材料的放置位置,以免给矿区造成不利影响,影响堵漏效果。

3.4 复合堵漏施工技术

在钻探施工期间,钻井过程质量对后续工作有着重要影响。通过分析各项钻井工艺发现,该技术具有先进性特点,利用的是循环工艺、转换工艺,对底层裂缝进行灌注处理,可以有效预防泄漏问题。该技术最明显的优势就是可以控制钻井液的流动,提高开采效率,保证开采量。同时,该技术用到的各种化学材料易发生变形现象,并伴随着化学反应,可以穿透孔隙,有效地进行密封处理。压差堵漏技术是目前一种常用的密封工艺,但在应用该技术时,工作人员要考虑各材料质量与性能,所使用的材料应存在耐高压性能,在各种环境下适用,并且还要不易腐蚀,在恶劣环境下同样适用。此外,该方法在应用过程中不需要使用专业化的机械设备,工作人员操作起来较为简便,能够在短时间内实现紧固。在进行钻探作业时,工作人员除了要了解该区域地质结构特点外,还要对易发生井漏的区域加以预警,根据实际情况选择相应钻探技术。在正式施工前,还要对工作人员进行初步培训,提升工作人员责任意识与安全意识,以免在施工过程中出现安全事故,减少经济损失。

3.5 随钻堵漏技术

该技术的应用对材料有一定要求,所用材料具有特殊性,在处理地层漏失通道时,需要用到聚合原理、交联反应原理,根据实际情况应用适量的交联反应剂,使原有聚合物呈现出网状这一结构特点。在这一过程中,工作人员需要了解其关联程度,从而控制物体大小、膨胀程度。在应用该技术进行处理时,所用填料应存在支撑性特征,可以提升材料强度与韧性,以免在后续施工过程中遭到破坏。在受到挤压时,还具有拉伸力以及受压力。同时,要想取得良好的使用效果,还要设计施工图,事先检测材料性质,简化操作流程,使后续操作能够按照规定开展,从而取得理想效果。

3.6 成膜钻井液技术

该技术在应用期间,将钻井液涂抹到孔壁之上,会展现出半透明的形态。要想取得理想的实施效果,需要井壁位设置一层有着较高致密度的隔离薄膜,通过这种方式来封堵缝隙位置,通过这种方式来封堵。在应用该技术时,隔离薄膜能够预防地层水化发生膨胀,防止在接下来的钻探过程中发生坍塌情况。同时,工作人员在判断成膜剂质量与性能时,需要先评估二次滤失量。此外,工作人员在评估成膜剂防漏状况时,需借助黏土造浆滤、岩屑材料实际回收状况来加以分析。

3.7 段塞堵漏施工技术

在进行钻探施工时,要在漏失空段下部相隔一段距离的区域设置适量架桥材料,或者对于地层内掉块现象较为

严重的区域堆积,在实际操作过程中,材料的填充除了能够用在低压地层内部之外,还可用在孔壁及裂缝内。纤维、固体材料、固体颗粒等一些材料都极具吸水性这一特点,可以快速膨胀,并对孔壁进行持续加固,从而提升孔壁承载力。工作人员在运用段塞堵漏施工技术来进行操作时,需要先评估所用堵漏剂的类型,判断其是否符合使用要求,并在相应位置进行查堵漏浆。在这一过程中需要注意一点,那就是压力切勿超过规定数值,分批次地进行注入,初次注入量为2/3,为了避免封门这一情况的出现,需要工作人员每间隔20min就进行1次挤压。

3.8 冲洗液护壁技术

该技术主要包含两种类型,一种是PHP和KP共聚物无固相冲洗液,另一种是膨润土——聚合物泥浆体系,需要工作人员根据实际情况进行选择。其中,PHP属于线性水溶性高分子,其主要作用就是降低失水、增黏;膨润土——聚合物泥浆体系主要是由蒙脱石所构成,具有较强造浆效果,避免给孔壁造成一定干扰。两者都有较为理想的堵漏效果,能够有效抑制掉块现象,防止漏失范围进一步扩大,是目前一种常用的堵漏技术。

4 结语

总之,在矿产勘查钻探施工过程中,地层漏失这一现象时常发生,对整个施工过程影响较大,是影响资源开采质量与效率的关键。要想保证该项工程可以有序进行,在具体操作过程中,工作人员要了解各种地层漏失情况,并分析出现漏失现象的原因,结合现场具体情况选择相应堵漏技术,改善现场地质结构,从而取得理想的实施效果,保障后续工作有序开展,发挥出堵漏技术的最大价值,使矿产勘查钻探施工能够顺利实施。

【参考文献】

- [1]肖生龙.煤田地质钻探中钻孔漏失及堵漏问题的分析[J].内蒙古煤炭经济,2024(11):178-180.
- [2]冉飞.地质钻探施工中堵漏新技术的有关分析[J].冶金与材料,2024,44(1):115-117.
- [3]孙祺斌.地质钻探过程中堵漏技术分析[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(12):147-149.
- [4]廖炜,褚江峰,刘梦宜,等.钻井工程中井漏预防及堵漏技术策略研究[J].石化技术,2021,28(6):112-113.
- [5]李伟,白英睿,李雨桐,等.钻井液堵漏材料研究及应用现状与堵漏技术对策[J].科学技术与工程,2021,21(12):4733-4743.

作者简介:侯顺威(1988.8—),男,毕业院校:中国地质大学(武汉),学历:本科,专业:资源勘查工程,当前就单位:核工业金华建设集团有限公司,职务:直属钻探事业部总经理,职称级别:工程师。

工程投资概算对工程造价的影响

王 琪

乌鲁木齐临空开发建设投资集团有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]工程投资概算是工程项目管理的重要环节,对工程造价的控制和管理具有重要意义。文章探讨了工程投资概算对工程造价的影响。首先分析了工程投资概算与工程造价的关系,包括二者的区别与联系、在工程造价管理中的地位和作用,深入探讨了工程投资概算对工程造价的影响机制,对项目工程造价概算工作中存在的问题进行了分析,包括项目造价费用超出最高限价、全面工程造价管理缺乏落实和工程造价概算缺乏统一标准等。最后,提出了项目工程概算控制优化措施,以促进工程造价管理的科学化、规范化和高效化。

[关键词]工程概算;工程造价;影响

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13704

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

The Influence of Engineering Investment Budget on Engineering Cost

WANG Qi

Urumqi Linkong Development and Construction Investment Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: Engineering investment estimation is an important part of project management, which has significant implications for controlling and managing engineering costs. The article explores the impact of engineering investment estimates on project costs. Firstly, the relationship between engineering investment estimation and engineering cost was analyzed, including the differences and connections between them, their position and role in engineering cost management. The impact mechanism of engineering investment estimation on engineering cost was deeply explored, and the problems existing in project engineering cost estimation work were analyzed, including project cost exceeding the maximum limit, lack of implementation of comprehensive engineering cost management, and lack of unified standards for engineering cost estimation. Finally, optimization measures for project engineering budget control were proposed to promote the scientific, standardized, and efficient management of engineering cost.

Keywords: engineering budget; engineering cost; influence

引言

工程投资概算对工程造价的影响是建筑工程管理领域的重要课题。概算阶段,对工程各项费用进行初步估算,直接影响后续的预算编制和实际施工成本。准确的概算有助于项目的合理规划和预算控制,降低施工过程中的不确定性和风险。然而,概算过高可能导致资源浪费和投资成本偏高,而过低则可能导致后续预算不足以支撑工程实施,进而影响工程质量和进度。因此,研究工程投资概算对工程造价的影响,有助于提高工程管理水平,实现项目的经济、合理、高效建设。

1 工程概算与工程造价的关系

1.1 工程投资概算与工程造价的区别与联系

工程投资概算和工程造价是在建筑工程项目管理中常见的两个概念,它们在项目的不同阶段发挥着不同的作用,具有密切的联系但又各有侧重。

这二者的区别在于,工程投资概算是在项目规划和设计阶段初步确定的,用于估算整个项目的总体投资,包括建筑、设备、材料、人工、管理费用等各项费用。概算是在项目立项之初进行的,目的是对项目进行初步的经济评

估和投资决策,为项目的后续开展提供资金预算的依据。工程造价是指项目实际完成后的总成本,包括建筑工程施工成本、设备采购成本、材料费用、人工费用、管理费用以及可能发生的变更费用等。造价是在项目实施过程中逐步形成的,是对实际发生的费用进行统计、核算和结算,是衡量工程项目最终经济效益的重要指标之一。

虽然工程投资概算和工程造价有所区别,但它们之间又存在着密切的联系。一是阶段性关系。工程投资概算是在项目立项和规划阶段进行的,用于初步确定项目的投资规模和经济可行性,是项目启动的基础。而工程造价则是在项目实施和完成后进行核算和结算的,是项目整个生命周期的成本控制和管理过程。二是信息反馈关系。工程投资概算提供了项目投资的初步预估信息,为项目的后续决策提供依据。而工程造价则反映了项目实际的成本情况,为项目管理者提供了实时的成本控制和管理信息,有助于及时调整和优化项目管理策略^[1]。三是指导关系。工程投资概算在项目初期为投资决策和项目规划提供指导作用,有助于合理安排项目的预算和资金计划。而工程造价则在项目实施过程中为项目管理者提供了实际成本的参考,有

助于合理控制项目的费用，确保项目按计划进行。

因此，工程投资概算和工程造价虽然在概念上有所区别，但在项目管理中密切相关，相辅相成，共同为项目的顺利实施和成果达成提供支持和保障。

1.2 工程投资概算在工程造价管理中的地位

工程投资概算在工程造价管理中占据着重要的地位，它对于项目的全面规划和合理控制具有至关重要的作用。

第一，在项目立项之初，进行工程投资概算可以对项目的整体投资规模和可行性进行初步评估，有助于项目决策者做出是否继续推进项目的决策。通过概算结果，决策者可以评估项目的投资回报率、资金来源和资金筹集方式，从而为项目的后续开展提供了重要的决策依据^[2]。第二，在项目立项后，根据工程投资概算结果，可以编制项目的详细预算，包括各项费用的预估和分配，为项目实施提供了资金保障和经费管理的基础。项目预算的合理编制可以确保项目在资金使用上符合规划，避免因资金不足或浪费而影响项目的正常进行。第三，在项目实施过程中，可能会因为设计变更、施工调整或其他原因导致工程范围的调整，这就需要对原有的概算进行修订和调整。通过对变更前后的概算进行比对和分析，可以评估变更对项目造价的影响，为项目管理者做出是否接受变更、调整预算和采取相应措施的决策提供依据。第四，在项目实施过程中，随着工程的推进，可能会出现各种各样的风险和不确定性，如材料价格波动、施工工期延误等，这就需要及时调整和控制项目的成本。工程投资概算为项目管理者提供了预期的成本基准，有助于及时识别和应对成本变化，确保项目按预算和计划进行，降低项目风险。

工程投资概算在工程造价管理中具有重要地位，它不仅为项目决策提供了依据，还为预算编制、变更管理、成本控制和风险管理等工作提供了支持，有助于项目的顺利实施和成功完成。

2 工程投资概算对工程造价的影响机制

2.1 工程投资概算与项目决策的关系

工程投资概算直接影响项目决策的制定。在项目初期，工程投资概算是项目决策的基础和依据之一。投资概算的准确与否直接关系到项目的可行性和可投资性。如果概算过高，可能导致项目投资不足，难以实施；反之，如果概算过低，可能导致项目后期出现资金短缺，影响项目的正常运行。

概算是工程造价的基础和起点，对后续的工程设计、施工和管理等各个方面都有着重要影响。概算的准确性直接关系到后续工程造价的控制和管理，影响工程的经济效益和社会效益。

工程投资概算还对工程造价的变动和控制产生影响。概算的编制是一个较早阶段的过程，因此在后续工程实施过程中，难免会受到各种因素的影响而发生变动。因此，

在工程项目的实施过程中，必须重视工程投资概算的编制和控制，以确保工程造价的准确性和经济性。

2.2 工程投资概算与项目实施的关系

工程投资概算与项目实施密切相关，其关系体现在多个方面。

工程投资概算直接影响项目实施的可行性和顺利性。投资概算的编制需要考虑项目各个方面的成本，包括工程设计、材料采购、施工费用等，因此概算的准确性对项目的实施至关重要。如果概算过高，可能导致项目实施过程中出现资金短缺，影响施工进度和质量；如果概算过低，则可能导致项目无法按时完工或质量不达标。

工程投资概算直接指导项目实施的各个阶段。概算的编制需要考虑项目的整体情况和各个阶段的需求，因此在项目实施过程中，概算是项目管理和决策的重要依据之一。例如，在工程设计阶段，概算可用于指导设计方案的选择和优化；在施工阶段，概算则可用于控制施工过程中的成本和进度。

此外，工程投资概算也影响着项目实施的风险管理。概算的编制需要考虑到各种风险因素，如市场变化、自然灾害等，因此概算的准确性和全面性对项目风险的识别和管理至关重要。在项目实施过程中，概算可用于评估和控制风险，确保项目的顺利进行。

2.3 工程投资概算与项目收尾的关系

在项目收尾阶段，需要对项目的实际成本进行结算和核算，以确保项目的经济合理性和财务透明度。而工程投资概算作为项目经济分析的基础，可以用作对比和参考，帮助确定项目的最终成本和效益，从而进行项目的决算和结算工作。

工程投资概算对项目收尾阶段的验收和评估具有影响。概算的编制需要考虑项目的整体情况和各个阶段的需求，因此在项目收尾阶段，概算可以作为评估项目实际成本和效益的重要依据之一。基于概算与实际情况的对比，可以评估项目的经济性和执行情况，为项目的验收和评估提供参考依据。概算的编制需要考虑到项目的长期运营和维护成本，通过概算的比较和分析，可以为项目的后续运营管理提供参考和支持，确保项目能够持续运营并产生预期的经济效益。因此，在项目收尾阶段，必须重视工程投资概算的参考和应用，以确保项目的经济效益和可持续发展^[3]。

3 项目工程造价概算工作中存在的问题

3.1 项目造价费用超出最高限价

在项目工程造价概算工作中，出现项目造价费用超出最高限价的问题是比较常见的。在项目初期，由于信息不足或不完全，概算编制可能存在一定程度的估算误差。如果概算过于乐观或者未考虑到各种可能的成本因素，最终造成了实际成本超出了最高限价。在项目实施过程中，由于设计方案的变更或者技术要求的调整，可能会导致工程

造价发生变化。如果设计变更频繁或者未能及时与业主协商确定变更后的造价,就容易导致造价超支。项目实施期间,市场价格的波动会直接影响到各种材料和施工服务的价格。如果项目实施周期较长或者市场价格波动较大,就有可能导致原先概算中的价格偏低,最终造成成本超出最高限价。

在项目实施过程中,必须加强对造价的监控和管理,及时调整预算,确保项目的顺利实施和预算的有效控制。

3.2 全面工程造价管理缺乏落实

在项目实施过程中,往往存在着造价管理的片面性和零散性,缺乏全面、系统的造价管理体系。没有建立起完善的造价管理档案和数据库,缺乏统一的造价管理标准和规范,导致造价管理工作的协调性和一致性不足。

在项目实施的不同阶段,需要进行不同程度的造价管理,包括概算编制、招投标、合同管理、施工过程控制等。然而,有些项目可能只重视某些阶段的造价管理,而忽视了其他阶段的管理,导致整体的造价管理工作不到位。同时,缺乏有效的监督和评估机制也是造成全面工程造价管理缺乏落实的重要原因。如果项目管理方未能建立起有效的监督和评估机制,未能及时发现和纠正造价管理中存在的问题,就会导致全面工程造价管理的缺失。

4 项目工程概算控制优化措施

4.1 确立工程造价概算控制目标

确立工程造价概算控制目标是优化项目工程概算管理的关键步骤。首先,需要明确项目的预算范围和目标金额,包括确定项目整体预算、各阶段预算以及相关成本控制指标。其次,明确概算的控制精度和准确性要求,以确保概算与实际成本的匹配度。最后,还应确定概算的可调性,以应对可能出现的成本变动和调整需求。通过确立清晰的控制目标,项目团队能够在整个项目周期中明确方向、有针对性地开展工作,并及时调整策略以保持项目的经济合理性和预算可控性。

4.2 明确工程量计算范围及方法

首先,需要确定工程量计算的范围,包括哪些工程项目将被计量以及计量的具体内容。这可以通过详细的工程项目清单和规格说明来实现,确保所有项目都被充分考虑和计量,避免漏项或重复计算。其次,确定工程量计算的方法。这包括选择适当的计量单位、采用的计量标准以及计算依据等。例如,对于建筑工程,可以根据建筑面积、体积或数量来计量不同的工程项目;而对于道路工程,则可以根据长度、宽度等参数进行计量。同时,要确保计量方法的统一性和准确性,避免因计量方法不一致而导致的造价误差。

在明确工程量计算范围及方法时,还应考虑项目的特殊性和复杂程度。不同类型的工程项目可能需要采用不同

的计量方法,并且可能涉及到特殊的计量标准和计算依据。因此,需要根据项目的实际情况进行灵活调整 and 选择,以确保工程量计算的准确性和全面性。为提高工程量计算的效率和质量,还可以借助现代化的计量工具和技术。例如,使用计算软件或自动化计量设备,可以大大提高计量的速度和准确性,减少人为误差的发生。

4.3 严格概算各项费用变更调整

在项目实施过程中,由于各种原因可能会导致概算费用的变更,如设计调整、材料价格波动、工程范围变更等。为了有效控制项目成本,必须建立起严格的概算各项费用变更调整机制^[4]。首先,需要建立清晰的变更管理流程。该流程应包括变更申请、审批、执行和记录等环节,确保变更管理的规范化和有序进行。申请人应提交详细的变更申请,包括变更的原因、影响范围、预期成本变化等信息,审批人应根据项目的预算和变更的必要性进行审批,确保变更符合项目的整体利益和预算控制目标。其次,要建立合理的费用调整原则。费用调整应基于客观事实和合理依据,避免主观臆断和随意涨价。例如,对于材料价格波动引起的成本变化,可以根据市场行情和采购合同进行调整;对于设计变更导致的成本增加,可以根据变更的设计文件和工程量计算进行调整。最后,做好变更记录和沟通工作。所有的费用变更都应进行详细记录,包括变更的原因、审批过程、成本调整情况等信息,以便后续的追溯和审核。同时,要及时与项目相关方进行沟通和协调,确保变更管理的透明和公正。

5 结束语

工程投资概算作为工程项目的预算依据,直接影响着项目的投资规模和成本控制。合理编制和严格控制工程投资概算,能够有效预见和避免工程项目成本风险,确保项目的经济效益和可行性。在实际工程项目中,应重视工程投资概算的编制过程,加强对概算数据的准确性和可靠性把控,以确保项目实施过程中的预算控制和成本管理效果。

【参考文献】

- [1]张凌钧. 建筑工程施工过程中工程造价的管理控制实践[J]. 建设机械技术与管理, 2024, 37(2): 142-144.
 - [2]徐超玲. 工程投资概算对工程造价的影响[J]. 四川建材, 2023, 49(11): 220-221.
 - [3]潘璟峰. 工程投资概算过程中的风险管理研究[J]. 江西建材, 2023(9): 334-336.
 - [4]徐松葵. 工程造价在全过程工程咨询中的重要意义[J]. 中华建设, 2020(2): 56-57.
- 作者简介: 王琪(1988.11—), 毕业院校: 西安建筑科技大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位名称: 乌鲁木齐临空开发建设投资集团有限公司, 职务: 招标合同部投资控制助理, 职称级别: 工程师。

住宅建筑机电安装工程造价控制的要点研究

王 丹

中恒德佳工程咨询有限公司, 四川 成都 610000

[摘要]随着城市化进程的加快和居民生活水平的提高,对住宅建筑的功能性和舒适性提出了更高要求。这使机电安装工程在建筑项目中占据了越来越重要的位置。机电安装工程的复杂性和多样性使得成本控制面临诸多挑战。市场价格波动、设计变更频繁以及管理机制的不完善,常常导致预算超支和成本失控。此外,项目管理中的费用审核和资金使用不规范,也加剧了成本控制的难度。在这种情况下,系统化的造价控制措施显得尤为关键,它不仅优化资源配置,还能有效避免财务风险,提高项目的整体经济效益。为此,将聚焦于住宅建筑机电安装工程的造价控制,分析当前存在的问题并提出针对性的改进措施,以推动项目的成功实施和行业的可持续发展。

[关键词]建筑机电安装;工程造价;控制要点

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13695

中图分类号: TU723

文献标识码: A

Research on the Key Points of Cost Control in Residential Building Mechanical and Electrical Installation Engineering

WANG Dan

Zhongheng Dejia Engineering Consulting Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization and the improvement of residents' living standards, higher requirements have been put forward for the functionality and comfort of residential buildings. This has made mechanical and electrical installation engineering occupy an increasingly important position in construction projects. The complexity and diversity of mechanical and electrical installation engineering pose many challenges to cost control. Market price fluctuations, frequent design changes, and imperfect management mechanisms often lead to budget overruns and cost overruns. In addition, the non-standard cost review and fund utilization in project management have also exacerbated the difficulty of cost control. In this situation, systematic cost control measures are particularly crucial. They can not only optimize resource allocation, but also effectively avoid financial risks and improve the overall economic benefits of the project. To this end, we will focus on cost control of residential building mechanical and electrical installation engineering, analyze the current problems, and propose targeted improvement measures to promote the successful implementation of the project and the sustainable development of the industry.

Keywords: building electromechanical installation; engineering cost; control points

引言

住宅建筑中的机电安装工程是确保建筑功能性和舒适性的核心组成部分。随着建筑项目规模的扩大和复杂度的增加,机电安装工程的造价控制变得愈加重要。有效的造价控制不仅涉及预算的准确编制和费用的严格管理,还包括对设计变更和施工过程中的成本调整进行有效把控。通过科学的成本管理,可以最大限度地降低预算超支风险,提高资金使用效率,并保证工程的质量和进度。因此,对机电安装工程造价控制进行深入研究和优化,具有重要的实际意义和应用价值。

1 住宅建筑机电安装工程造价控制的作用

1.1 减少成本超支

在住宅建筑机电安装工程中,造价控制的首要作用是减少成本超支。通过实施有效的造价控制措施可以准确预算项目费用,并在施工过程中及时发现和纠正超支风险^[1]。合理的成本预测和监控手段能够帮助项目团队及时了解

工程实际花费与预算的差异,从而采取必要的调整措施防止预算超支。例如,通过精确计算和动态调整资金分配,可以避免由于材料价格波动、劳务费用增加等因素导致的超支问题。此外,科学的造价控制还包括对项目设计变更的严格审查,确保变更不会造成不必要的费用增加,从而有效控制项目整体成本,确保工程在预算范围内顺利完成。

1.2 提高资金使用效率

在住宅建筑机电安装工程中,提高资金使用效率是造价控制的重要目标之一。通过科学的成本管理和资金分配,可以确保每一笔资金都得到有效利用,最大化项目投资回报。合理的预算编制和费用预测有助于优化资金流动,避免不必要的资金闲置或浪费。例如,精确的需求分析和预算编制可以防止过度采购和资金积压,同时,通过实施成本控制措施,可以避免在项目实施过程中出现资金不足的情况。优化项目资源配置,确保资金用于最具价值的环节,可以显著提高工程的资金使用效率,从而在有限的预算内

实现最佳的工程质量和施工效果。

1.3 保证工程质量

在住宅建筑机电安装工程中,造价控制不仅关乎成本的节约更直接影响工程质量。有效的造价控制能够确保资金的合理使用,从而为工程质量提供坚实保障。通过严格的预算管理和费用控制,可以减少因资金不足导致的选择或施工标准降低的情况。此外,准确的成本预测和控制措施使项目能够按照既定设计规范和质量标准执行,避免了由于预算不当而出现的质量问题。例如,通过提前评估和控制成本,可以确保采购高质量的材料和设备,避免因降低质量标准而引发的后期维修或更换问题。

2 住宅建筑机电安装工程造价控制存在的问题

2.1 成本计算不合理

在住宅建筑机电安装工程中,成本计算不合理是常见的问题之一。这通常表现为预算编制阶段对材料、人工和设备费用的估算不准确,导致实际支出远超预算。成本计算不合理的原因可能包括对市场价格变动的预判不足、缺乏详细的工程量清单或设计变更未能及时更新成本预算。此外,项目初期对复杂机电系统的成本预测不充分,也可能导致后续阶段预算严重偏差。这种不合理的成本计算不仅影响项目的经济性,还可能导致资源分配不当,最终影响工程的整体质量和进度。

2.2 管理机制不健全

在住宅建筑机电安装工程中,管理机制不健全是导致造价控制问题的一个关键因素。缺乏明确的管理制度和流程可能导致项目预算、成本控制和资金使用的混乱。例如,若没有完善的预算审批流程和成本审核机制,可能会出现预算超支或费用不规范的问题。此外,不健全的管理机制还可能导致对设计变更和工程进度的跟踪不足,影响成本控制的准确性和及时性。

2.3 重视程度低

在住宅建筑机电安装工程中,重视程度低常导致造价控制效果不佳。这种情况通常表现为项目管理团队对成本控制的关注不足,缺乏对预算执行情况的定期检查和分析。由于对造价控制的重要性认识不足,可能导致在项目实施过程中忽视对成本数据的收集和分析,无法及时发现和解决成本超支问题。此外,相关人员对成本控制措施的落实不够积极,也会导致项目预算的控制效果打折扣。

3 住宅建筑机电安装工程造价控制措施

3.1 设立明确的成本控制目标

在住宅建筑机电安装工程中,设立明确的成本控制目标是确保项目预算有效管理的基础。明确的成本控制目标不仅提供了预算编制和管理方向,还为项目的成本控制工作设定了量化标准。首先,项目团队应根据工程的规模、复杂程度及市场行情,制定切实可行的成本控制目标,包括总成本、各项费用的上限和支出比例^[2]。其次,这些目标应具体到各个阶段,例如设计阶段、施工阶段和竣工阶

段,以便于逐步监控和调整。明确的目标还需结合详细的成本预测和预算分配,使各类费用(如材料、劳务、设备等)都在可控范围内。设立目标的过程还应包括风险评估,预见可能的超支因素,并制定应对措施。通过这种方法,可以确保在项目实施过程中,所有相关人员都有清晰的成本控制目标,并能够在实际操作中不断调整和优化,以实现既定的财务目标和工程质量要求。

3.2 加强成本控制意识

在住宅建筑机电安装工程中,加强成本控制意识是实现有效预算管理的关键。首先,项目管理层需要通过系统的培训和宣传,使所有相关人员明确成本控制的重要性和其对项目成功的影响。这包括让团队成员认识到成本超支不仅会影响项目的财务健康,还可能导致质量问题 and 进度延误。其次,应建立常态化的成本控制文化,鼓励项目成员在日常工作中主动识别和报告潜在的成本风险和节约机会。通过定期的成本审查和分析,确保每位团队成员都对当前的成本状况保持清晰了解,并根据实际情况调整工作策略。同时,项目管理层应实施激励措施,奖励在成本控制方面表现突出的团队或个人,以此激发员工的积极性和创造性。

3.3 优化费用支出管理

在住宅建筑机电安装工程中,优化费用支出管理至关重要,它直接关系到项目的财务健康和资源利用效率。首先,费用支出管理应从精确的预算编制开始,确保所有预期开支都经过详细评估和合理预测。预算应基于市场行情、工程需求和历史数据,涵盖材料采购、劳务费用、设备租赁等各项开支。其次,实施严格的费用审批流程,对每一笔支出进行必要的审核,避免不必要的开支和资金浪费。同时,通过建立费用监控系统,实时跟踪实际支出与预算的差异,及时调整预算分配以应对突发情况。定期分析费用支出的结构和趋势,识别并消除不合理的开支,优化采购策略,选择性价比高的供应商和服务提供商。有效的费用管理还包括对变更的控制,确保设计变更和合同修改不会导致额外费用。

3.4 合理配置项目资源

在住宅建筑机电安装工程中,合理配置项目资源是优化成本控制和提升项目效率的核心措施之一。首先,资源配置应基于项目的整体需求和阶段性目标,确保人力、物力和财力的配置符合实际需要。项目管理团队应详细分析工程设计要求、施工计划和时间节点,制定科学合理的资源配置方案。这包括确定合适的施工人员、设备和材料,并合理安排其投入时间和使用频率。例如,在施工前期,需配置足够的专业技术人员和关键设备确保工程顺利启动;而在工程中后期,则应根据实际进度调整资源配置避免闲置或短缺。其次,资源配置应考虑到供应链管理,通过选择可靠的供应商和合作伙伴,确保材料和设备的及时供应,同时控制采购成本。在设备使用方面,应定期进行

维护和检查,以避免因设备故障导致的施工延误和额外开支。人力资源方面,需要合理调配人员的工作量,避免过度劳累导致的效率下降或安全隐患。此外,还应结合工程进度动态调整资源配置,及时应对施工过程中的变化和突发情况,保持资源的灵活性和适应性。优化资源配置还包括对项目预算的动态管理,根据资源实际使用情况和项目进展调整预算分配,确保资源配置与项目需求相匹配。

3.5 严控设计变更和签证

在住宅建筑机电安装工程中,严控设计变更和签证是保障预算稳定和项目成本控制的关键环节。设计变更和签证不仅可能导致额外费用,还可能影响项目的进度和质量,因此必须严格管理。首先,设计变更应经过严格的审批流程,任何设计变更都必须经过项目经理和相关设计人员的评估,并提交变更申请和影响分析报告。审批过程中需要详细审查变更的必要性、成本影响以及对工程进度的影响,确保变更是经过充分论证并且对项目有实质性改善的。在批准变更之前,必须制定明确的变更实施计划,包括成本调整和时间安排,以避免未经批准的变更对预算造成不必要的压力。其次,对于现场签证,即工程变更的实际操作记录,也应当进行严密控制。每一项现场签证都需要详细记录其内容、原因、涉及的费用及其对项目的影响,并由项目相关负责人签字确认。签证管理应当透明和规范,确保所有变更都有据可查,并且得到所有相关方的认可和同意。对于已批准的签证,还需要进行后续跟踪,确保变更执行的合理性,并及时更新预算和进度计划。此外,为了有效控制设计变更和签证,项目管理团队还应建立变更控制系统,定期审查和分析变更记录,以识别潜在的风险和优化建议。

3.6 完善造价控制的管理制度

在住宅建筑机电安装工程中,完善造价控制的管理制度是确保项目财务健康和资源合理利用的基础^[3]。一个健全的造价控制管理制度应包括多个方面的内容,以确保全面有效的成本控制。首先,制度的制定需要涵盖预算编制、费用管理、成本控制和变更管理等关键环节。预算编制应基于详细的工程量清单和市场行情,确保所有费用得到充分预测和合理安排。费用管理则包括对所有支出的审批流程和报销制度,确保每笔开支都经过必要的审核和批准,避免无效或不合规的费用发生。其次,成本控制措施需要明确责任分工,设立专门的成本控制部门或人员,负责对项目成本进行实时监控和分析。此部门应定期进行成本核算,比较实际支出与预算差异,及时发现和纠正超支情况。此外,制度中应包含对施工合同的管理要求,明确合同变更、签证和追加工作的审批流程,确保所有合同变更都经过严格审查,并对预算进行相应调整。此外,制度应设有明确的费用审计机制,定期对项目的财务状况进行审计,评估成本控制措施的有效性,并提出改进建议。为了提高

制度的执行力,还需要对所有相关人员进行培训,确保他们了解并遵循造价控制的标准和流程。最后,完善的管理制度应包括对成本控制信息的记录和报告要求,建立详细的成本记录档案,便于后续审查和数据分析。

3.7 加强竣工结算管理

在住宅建筑机电安装工程中,加强竣工结算管理是确保项目财务清晰和合同履行完整的关键环节。有效的竣工结算管理不仅有助于准确核算最终费用,还能防止财务纠纷,确保项目各方权益得到保障。首先,竣工结算管理应从项目接近尾声时就开始准备,确保所有工程变更、追加工作和设计调整都已记录在案。项目团队需汇总所有合同变更单、现场签证和实际完成的工作量,确保所有相关费用都得到准确计算,应对这些记录进行详细审核,确认其合规性和准确性。其次,结算过程中需严格按照合同条款执行,确保结算依据符合合同约定和相关法律法规。管理人员应与承包商和供应商核对账目,逐项确认费用,确保没有遗漏或重复计算。合同中对支付节点、款项审核和支付条件的规定必须得到遵循,以确保结算过程的公平和透明。在实际结算过程中,应当进行全面的成本审查,包括材料费用、人工费用和设备使用费用等。对于发现的任何不合理费用或未按合同规定进行的支出,需进行详细说明和协商达成一致。同时,建立结算审查机制,定期检查和审核结算单据和相关证明材料,确保合法性和准确性。此外,竣工结算应包括项目最终报告的编制,该报告应详细列明所有结算细节,并提供完整的财务数据和结算说明。最终结算报告需要经过各方确认和签字,以确保结算结果得到各方认可。

4 结语

在住宅建筑机电安装工程中,科学的造价控制对项目的成功至关重要。通过设立明确的成本控制目标、加强成本控制意识、优化费用支出管理、合理配置项目资源、严控设计变更和签证、完善造价控制的管理制度以及加强竣工结算管理,可以有效提高项目的财务稳定性和资源利用效率。这些措施不仅有助于控制工程成本减少预算超支,还能保证工程质量和进度的顺利完成。

【参考文献】

- [1]戴晓冲.住宅建筑机电安装工程造价控制的要点研究[J].居舍,2024,12(15):151-154.
 - [2]王建山.探析建筑机电安装工程造价控制的要点[J].四川水泥,2020,11(9):211-213.
 - [3]东航.探析建筑机电安装工程造价控制的要点[J].居舍,2020,13(33):107-108.
- 作者简介:王丹(1990,8—),毕业院校:西南科技大学,所学专业:机械制造及自动化,当前就职单位:中恒德佳工程咨询有限公司,职务:安装工程造价师,职称级别:中级。

LNG 接收站项目建设模式及招标采购管理浅析

金 桓

海洋石油工程股份有限公司, 天津 300000

[摘要] LNG 接收站作为连接国际天然气供应链的关键环节, 其建设不仅涉及复杂的技术和工程问题, 还需高效的项目管理和精确的招标采购策略。文中介绍了 LNG 接收站建设的不同模式, 重点分析了 EPC 总承包模式的特点及其优势。针对 LNG 接收站项目建设阶段的招标采购管理, 从招标采购组织方式、需求分析、管理方式对比以及风险管理与合同纠纷解决策略等方面进行了深入分析, 以期为类似项目的成功实施提供指导和借鉴。

[关键词] LNG 接收站项目; 建设模式; 招标采购

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13694

中图分类号: TE8

文献标识码: A

Analysis of the Construction Mode and Bidding Procurement Management of LNG Receiving Station Project

JIN Huan

Offshore Oil Engineering Co., Ltd., Tianjin, 300000, China

Abstract: As a key link connecting the international natural gas supply chain, the construction of LNG receiving stations not only involves complex technical and engineering issues, but also requires efficient project management and precise bidding and procurement strategies. The article introduces different modes of LNG receiving station construction, with a focus on analyzing the characteristics and advantages of the EPC general contracting mode. A comprehensive analysis was conducted on the bidding and procurement management during the construction phase of the LNG receiving station project, covering aspects such as bidding and procurement organizational methods, demand analysis, comparison of management methods, and risk management and contract dispute resolution strategies, so as to provide guidance and reference for the successful implementation of similar projects.

Keywords: LNG receiving station project; construction mode; bidding procurement

引言

随着天然气需求的增长和能源结构的调整, LNG 接收站作为重要的天然气进口和分配设施, 其建设具有重要战略意义^[1]。在项目实施过程中, 选择合适的建设模式和有效的招标采购管理策略直接影响到项目的进度、质量和成本效益。本文旨在通过对 LNG 接收站项目建设模式及招标采购管理的深入探讨, 为相关项目的实施提供指导。

1 LNG 接收站的建设模式

1.1 LNG 接收站项目建设管理模式分析

LNG 接收站的建设模式主要包括传统分包模式和 EPC 总承包模式。传统分包模式下, 项目业主将设计、采购、施工等环节分包给不同的承包商, 业主需承担设计协调和施工管理的责任。而 EPC 总承包模式则由一家公司负责设计、采购和施工全过程, 业主仅需与一家公司签订合同, 可以大大简化合同管理和责任划分。

1.2 EPC 总承包模式概述

1.2.1 定义和特点

EPC (Engineering, Procurement, and Construction) 总承包模式是一种综合性工程管理模式, 通常应用于大型基础设施或工业项目的实施过程中。其核心特点在于将工

程设计、采购与供应链管理以及施工管理整合为一体, 由单一的承包商或承包团队负责全面的项目执行。这种模式的出现旨在优化项目执行过程, 降低成本风险, 提高工程质量和进度控制, 以及简化项目所有者的管理负担。

EPC 总承包模式强调一体化的项目管理。传统上, 项目的设计、采购和施工由不同的实体负责, 导致沟通成本高、协作效率低下的问题。而 EPC 模式通过将设计、采购和施工整合在一个团队或公司中, 可以减少沟通环节, 提高协作效率, 从而更好地控制项目的质量、进度和成本。

1.2.2 EPC 模式的优势

(1) 简化合同关系

传统的工程项目常常涉及到设计师、供应商、施工承包商等多个独立实体, 各自签订不同的合同, 导致合同管理复杂、责任划分模糊的问题。而在 EPC 模式下, 项目所有者只需与一个整体负责的 EPC 承包商签订合同, 承包商负责整个项目的设计、采购和施工, 简化了合同管理流程, 明确了责任和义务, 降低了管理成本和风险。

(2) 缩短建设周期

由于 EPC 承包商在项目中承担了设计、采购和施工的所有工作, 他们可以通过优化流程和资源配置, 有效地压

缩项目的实施时间。设计、采购和施工的紧密协调和无缝衔接,减少了信息传递和沟通的时间延误,提升了项目进度的控制能力,从而在更短的时间内完成项目交付。

(4) 投资降低

由于 EPC 承包商负责整个项目的实施和管理,他们可以通过规模效应和专业化优势,更有效地控制和优化项目的成本结构。同时,EPC 模式下的全过程风险管理和预算控制,有助于降低额外成本和意外费用,确保项目在预算范围内完成,为投资者带来更好的经济效益。

(5) 设计主导的角色强化

在传统的工程项目中,设计往往是施工的前期准备,随后交由施工承包商执行。而在 EPC 模式下,设计不仅仅是项目的起始阶段,而是贯穿整个项目周期的核心驱动力。EPC 承包商通过精确的设计规划和工程技术支持,为整个项目的成功实施提供了坚实的基础,确保了设计的质量和执行的一致性。

2 LNG 接收站项目建设阶段招标采购管理分析

2.1 LNG 接收站项目招标采购组织方式分析

在 LNG (液化天然气) 接收站项目建设阶段,招标采购管理的组织方式对项目的成功实施至关重要。通常,LNG 接收站项目涉及到复杂的工程和技术要求,需要大量的设备、材料和专业服务,因此招标采购组织方式的选择直接影响项目的成本、进度和质量。

常见的招标采购组织方式包括总承包 (EPC)、设计-建设 (Design-Build)、设计-采购-建设 (Design-Procure-Construct, DPC) 和设计-建设-管理 (Design-Build-Operate, DBO) 等。每种方式在责任划分、风险承担和项目管理方面略有不同。例如,EPC 模式由一个承包商负责设计、采购和建设全过程,适合需要快速实施和全面风险管理的项目;而 Design-Build 模式则由一个团队负责设计和施工,能够整合设计创新和施工效率,减少项目实施时间。

招标采购组织方式的选择还需考虑项目的规模、复杂性和地理位置等因素。大型 LNG 接收站项目通常选择 EPC 或 DPC 模式,因为这些模式能够确保全面的工程管理和资源整合,从而降低项目的管理成本和风险。小型或简化的项目可能选择 Design-Build 或类似模式,以更快速和灵活地响应市场需求和技术变化。项目所有者需要清晰地定义项目目标、预算限制和时间表,以便选择最适合的招标采购组织方式。在组织招标过程中,需要进行严格的供应商评估和技术审查,确保选定的承包商或团队具备必要的技术能力和项目管理经验。

2.2 LNG 接收站项目招标采购需求分析

2.2.1 LNG 接收站项目分解结构

在 LNG 接收站项目的招标采购需求分析中,项目分解结构有助于将整个项目按功能和任务分解为可管理的单

元,从而明确每个阶段和活动的需求和目标。

LNG 接收站项目可以按以下主要功能模块进行分解:

项目的最上层包括项目管理、设计与工程、采购、施工,以及启动与交付等主要部分,每一部分都进一步分解为更具体的子任务。在项目管理部分,包括项目策划、进度管理、成本控制、质量保证、安全管理、环境保护和利益相关者沟通等关键活动,这些是确保项目顺利进行的基础支持活动;设计与工程部分则包括初步设计、详细设计、工程审批等环节。初步设计阶段确定基本的站点布局和工艺流程,详细设计则涵盖具体的结构、机械、电气和仪表控制系统的设计,每个设计环节都需要经过严格的审查和批准流程;采购部分涉及到所有必需材料、设备和服务获取,这包括大型设备如储罐、蒸汽发生器、再气化装置等的采购,以及所需的各种管材、电缆和控制系统。采购过程中要进行供应商评估、招标、采购执行和物料管理;施工部分是项目的实体执行阶段,包括场地准备、土木工程、结构建设、设备安装、管道和电缆敷设等。施工阶段需要精确的进度控制和质量监督,确保安全标准的遵守。最后,启动与交付阶段包括系统的调试、性能测试、安全审查以及最终的项目交接。在这一阶段,所有的系统必须经过全面测试,确保按照设计标准正常运行,之后项目才能正式交付使用。

整个 LNG 接收站的项目分解结构不仅确保了每个部分和子任务的明确界定,也便于跟踪进度和成本,确保项目按计划顺利推进。这种结构化的管理方式对于大型工程项目尤为关键,有助于降低风险,优化资源分配,提高项目成功率。

2.2.2 工程类项目招标需求分析

工程类项目的招标需求首先需要明确项目的技术规格和标准。这包括设备和材料的规格要求、工程施工的技术要求、安全标准和环保要求等。通过清晰地定义技术规格,可以确保供应商在投标过程中理解和满足项目的核心技术需求。

招标文件中应详细描述工程施工的流程和进度安排,如工程的起始日期、关键里程碑、预期完成时间等信息。供应商需要根据这些信息制定施工计划和资源安排,以确保项目按时完成。同时,涵盖质量控制措施和验收标准,可以基于国际标准或项目特定的质量管理体系,确保施工过程中的质量可控和合格性。

招标文件中还必须包含严格的安全管理要求。如施工现场安全措施、紧急响应计划、安全培训要求等,以确保施工过程中的安全性和工人的健康^[2]。

2.2.3 服务类项目招标需求分析

除了工程类项目,LNG 接收站项目还涉及到多种服务类项目,如设计服务、监理服务、运维服务等。服务类项目的招标需求首先需要明确服务的具体范围和要求。例如,

设计服务项目需要定义设计的内容和阶段、提供的设计文档和成果;监理服务项目需要明确监理的职责和监督内容;运维服务项目则需详细说明运营的范围、服务水平和维护要求等。设计服务供应商需要具备相关设计资质和在类似项目中的经验;监理服务供应商需要有监理资格和相关行业经验;运维服务供应商则需具备运营管理资质和成功运营类似设施的经验。同时,明确服务质量标准和绩效评估指标、合同条款和风险管理、可持续发展和创新要求等,以推动项目在整个生命周期内的可持续发展。

2.3 招标采购管理方式对比分析

2.3.1 “业主监管+EPC”采购方式

业主监管+EPC 采购方式可结合业主监管和 EPC 总承包模式的特点。在这种模式下,业主负责项目监督和管理,而 EPC 承包商负责设计、采购和施工的整体责任。这种方式通常适用于工期紧张、技术要求高、项目风险较大的情况。业主能够通过合同管理和监督确保项目按时按质完成,同时通过单一合同减少合作方之间的协调成本和风险,提高项目管理效率和响应能力。

2.3.2 甲指乙供方式

甲指乙供方式是传统的招标采购模式之一,业主根据设计文档和要求招标,由中标的承包商(乙方)负责项目实施和供应。这种方式适用于项目需求相对稳定、技术要求较为一致的情况。甲指乙供方式注重竞争性招标,有利于控制成本,但也可能因为分包商之间协调和风险分担的问题而增加项目管理复杂度。

2.3.3 联合采购方式

联合采购方式是指多个业主或单位联合进行采购,以实现规模经济和资源共享。这种方式通常应用于大型基础设施项目或跨地区、跨行业的合作项目,旨在通过集中采购和协调供应链来降低成本、优化资源配置,并提高项目执行效率和成果质量。联合采购方式要求各方在法律、财务和技术层面上进行密切合作和协调,以确保项目的整体利益最大化^[3]。

对比分析这三种招标采购管理方式,可以根据具体项目的特点和需求进行选择。首先,业主监管+EPC 适用于技术复杂、风险高的项目,能够集中管理和降低业主风险,但也需要业主在项目监督和合同管理方面投入更多资源和精力。其次,甲指乙供方式适用于工程规模相对较小、技术要求相对固定的项目,通过竞争性招标控制成本,但可能面临分包商管理和协调的挑战。最后,联合采购方式适用于大规模项目或跨部门、跨地区的合作项目,能够实现资源整合和成本优化,但需要各方之间高效的沟通和合作机制。

2.4 合同纠纷的解决策略

在 LNG 接收站项目的招标采购管理方式中,从“业主监管+EPC”采购方式,到甲指乙供方式,再到联合采购方

式,各具特色的管理策略均有其优势与局限。然而,无论采用何种方式,项目在实施过程中不可避免地会遭遇合同执行阶段的各种问题。这些问题可能来源于合同条款的不明确,供应链的波动,或是项目实际需求与预期的偏差。因此,在招标采购过程中的选择和管理决策之后,也应考虑如何解决潜在的合同纠纷,这不仅影响项目的成本和进度,还可能影响到最终的工程质量和投资回报。特别关注合同管理和风险控制措施的设计,可以确保所有参与方的权益得到妥善处理,并推动项目顺利完成。

2.4.1 分析合同纠纷的原因

分析合同纠纷的原因是理解和预防纠纷的关键。合同纠纷通常源于以下几个主要因素:第一,合同条款不清晰或者存在歧义,未能准确界定各方的权利和义务。第二,合同履行过程中的变更管理和索赔处理不及时或不规范,导致纠纷的逐步升级。第三,市场环境变化或者法律法规调整等外部因素,使得合同的履行出现困难或者成本增加,进而引发纠纷。第四,合同各方在沟通和协调方面存在问题,导致误解或者不满,加剧纠纷的发生和扩大。因此,预防合同纠纷的首要任务是在合同签订前充分沟通、明确条款,以及在合同执行过程中建立有效的变更管理和纠纷解决机制,确保合同各方的利益得到充分保障和尊重。

2.4.2 现有合同的处理方案

一旦纠纷发生,应及时采取有效措施是避免纠纷进一步扩大和影响项目。首先,通过协商和调解的方式解决争议,避免法律诉讼的高成本和长时间。如果协商解决不了,可以考虑通过仲裁或者法院诉讼的方式进行争议的正式解决。在选择解决方案时,需要充分考虑项目的时间、成本和效率,尽可能减少对项目的不利影响,保障合同各方的合法权益。

2.4.3 预防策略的建议

(1) 改进合同条款和风险管理

合同条款应当具体明确、完整全面地规定各方的权利义务,尽量避免模糊和歧义条款的存在。特别是在合同中应明确变更管理和索赔处理的流程 and 标准,以便在项目发生变更或者争议时能够迅速、有效地应对。此外,合同中的风险分担机制和责任限制条款也应合理设置,充分考虑到各方的实际能力和风险承担意愿,避免因风险的不对称而引发纠纷^[4]。

(2) 提升行政协调能力和项目监管

项目管理团队应具备良好的沟通和协调能力,确保各方之间的信息传递及时和准确,避免误解和不满情绪的积累。同时,项目监管应该严格执行合同约定和管理规定,定期进行项目进度和质量检查,及时发现和解决潜在的问题和矛盾,防止问题扩大化。行政协调能力的提升不仅体现在内部管理层面,也包括与外部合作伙伴和监管部门的

协调,建立和谐稳定的合作关系,共同推动项目的顺利实施和成功交付。

3 结束语

在天然气需求不断增长、能源结构调整的今天,LNG接收站项目的建设显得尤为关键和复杂。招标采购管理策略的设计和实施直接影响到项目的经济效益和风险控制。从招标组织方式到需求分析的详细程度,再到管理方式对比和风险管理策略的制定,每一个环节都需要精心设计和实施。有效的招标采购管理不仅可以降低采购成本,还能确保项目所需资源的及时供应,避免因供应链问题导致的工期延误和额外成本。通过深入分析和细致规划,可以最大程度地降低项目风险,提升执行效率,确保项目的顺利推进和长期运行的稳定性。

【参考文献】

- [1]周运妮.LNG接收站项目建设中风险管理的运用策略[J].化工管理,2023(32):10-12.
 - [2]武艺,李然,张丹迪.中国LNG接收站发展趋势及利用效率提升思考[J].油气储运,2023(32):11.
 - [3]平静波.LNG接收站项目建设模式及招标采购管理浅析[J].中阿科技论坛(中英文),2022(1):81-85.
 - [4]赵明亮,王宁,赵阳.浅谈适应我国LNG工程项目建设的管理模式[J].山东化工,2021,50(7):128-129.
- 作者简介:金桓(1982.10—),毕业院校:辽宁工程技术大学,所学专业:建筑工程,当前就职单位:海洋石油工程股份有限公司,职务:费控经理,职称级别:中级经济师。

建筑土建施工中建筑监理的作用及措施

杨文静

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

[摘要] 建筑监理在建筑工程中扮演着至关重要的角色, 其职责涵盖了监督建筑质量、确保施工安全和把控工程进度等方面。文章专注于探讨建筑监理在土建施工中的作用及必要措施。建筑监理人员需要具备丰富的专业知识和经验, 能够审查施工文件、监督现场作业、协调施工方合作, 并定期提交监理报告。通过建筑监理的有效实施, 可以有效预防施工质量问题 and 安全隐患, 保障建筑工程的高效顺利进行, 最终实现工程质量可控和工期合理的目标。

[关键词] 建筑土建施工; 作用; 措施; 建筑监理

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13692

中图分类号: TU712.2

文献标识码: A

The Role and Measures of Building Supervision in Civil Construction

YANG Wenjing

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

Abstract: Construction supervision plays a crucial role in construction projects, with responsibilities including supervising building quality, ensuring construction safety, and controlling project progress. The article focuses on exploring the role and necessary measures of construction supervision in civil engineering construction. Construction supervisors need to possess rich professional knowledge and experience, be able to review construction documents, supervise on-site operations, coordinate construction party cooperation, and regularly submit supervision reports. Effective implementation of construction supervision can effectively prevent construction quality problems and safety hazards, ensure the efficient and smooth progress of construction projects, and ultimately achieve the goal of controllable project quality and reasonable construction period.

Keywords: construction of building and civil engineering; role; measures; building supervision

引言

建筑监理是建筑施工中不可或缺的一环, 涉及对施工质量、进度和安全等关键要素的全面监督和管理。建筑监理人员必须具备专业技能和丰富经验, 能够审查工程设计、监督现场施工过程、协调各方合作, 确保工程符合相关法规标准。随着建筑行业发展, 人们对建筑质量的要求日益提高, 建筑监理的重要性也随之增加。有效的建筑监理不仅可以提高施工效率, 确保工程按时按质完成, 更能最大程度减少事故风险, 保障建筑工程的可持续发展。

1 建筑监理在建筑土建施工中的作用

1.1 监督施工质量

建筑监理在建筑工程中扮演着至关重要的角色, 其任务是通过全程监督施工过程, 确保施工行为符合相关设计要求和标准规范。建筑监理人员需要具备丰富的专业知识和经验, 能够审查施工图纸、监督现场作业进度、核实质量检测报告, 以及协调各方合作, 从而有效降低工程风险, 保障工程质量与安全。随着社会经济的发展, 建筑行业也呈现出日益复杂和多样化的趋势, 工程质量问题时有发生, 因此建筑监理的作用变得愈发关键。建筑监理旨在预防施工中可能出现的问题和缺陷, 确保工程建设达到预期目标。通过实时监控施工现场, 建筑监理人员可以及时发现潜在

的安全隐患和施工质量问题, 并采取相应措施加以解决^[1]。此外, 建筑监理还可以协调施工现场各方的利益关系, 有效提高施工效率, 保证工程按期完成。建筑监理不仅仅是对工程过程的监督与管理, 更是对整个建筑行业的提升与推动。一个高效的建筑监理团队能够在工程周期内发挥重要作用, 为建筑项目的成功提供坚实的保障。通过建筑监理, 可以有效监督建筑施工的全过程, 确保施工合理、规范, 避免施工过程中出现违法违规行为, 最大限度地减少工程质量问题 and 安全事故发生的可能性。建筑监理不仅仅是一项职业, 更是一种责任与使命。良好的建筑监理工作不仅能够提升建筑项目的整体品质, 还能够保障相关利益方的权益, 为建筑行业的可持续发展营造良好环境。因此, 建筑监理作为建筑工程中不可或缺的一环, 其地位与作用将会越发凸显, 为建筑行业注入更强劲的发展动力与活力。

1.2 控制施工进度

建筑监理在建筑工程中扮演着关键的角色, 其职责之一是根据签订的施工合同以及规定的工期要求, 对施工进度进行严格的控制和监督。建筑监理人员需要密切关注工程施工过程中的时间节点, 确保各项工作能够按照计划有序推进, 以达到按时完成的目标。在施工项目中, 时间往往是非常宝贵的资源, 任何延误都可能导致不利后果, 因

此建筑监理的任务就是有效管理时间,确保工程进度符合预期。通过对施工进度的严格控制,建筑监理可以及时发现和解决可能影响工程进展的问题。他们需要与承包商和其他项目相关方密切合作,协调施工计划并促使各工序有序衔接,从而避免工程进度的滞后和拖延。建筑监理人员还应该注重与施工团队之间的沟通和协调,确保各方了解并遵守项目的要求,共同努力保障工程按时完工。除了对施工进度的控制,建筑监理还需要根据工程实际情况及时调整施工计划,应对突发事件和变化情况,确保整个工程项目能够顺利推进并顺利完成。在施工过程中,建筑监理人员需要具备敏锐的洞察力和决策能力,及时分析并解决可能影响工程进度的问题,确保项目能够达到高质量、高效率的完成标准。建筑监理在施工项目中的任务远不止对工程进度的控制,更涉及到整个工程项目的顺利进行和成功完成。通过严格监督施工进度,建筑监理可以有效地管理时间、资源和成本,最大限度地提高工程的效率和品质,为建筑行业的可持续发展作出积极贡献。因此,建筑监理的重要性和价值在建筑工程领域中愈发凸显,其专业水平和管理能力将成为保障工程项目成功的重要保障^[2]。

1.3 确保施工安全

建筑监理是建筑工程中安全管理的重要角色之一,他们有责任确保施工现场的安全状况符合相关标准和规定。检查施工现场的安全状况是建筑监理的日常任务之一,他们需要定期巡视现场,审查施工单位的安全生产措施,以及施工过程中可能存在的风险隐患。通过对施工现场的细致观察和分析,建筑监理可以及时发现潜在的安全问题,并督促施工单位采取必要的措施加以解决。建筑监理人员还需督促施工单位全面落实安全措施,确保所有施工人员都遵守并执行相关安全规定。他们需要与施工单位密切合作,共同开展安全培训和教育,提高施工人员的安全意识和应急处理能力。建筑监理应当引导施工单位建立完善的安全生产制度和流程,包括事故报告机制、紧急处置程序等,以应对可能发生的安全事件,并确保第一时间处置和报告。预防安全事故的发生是建筑监理工作的重要目标之一。通过严格的安全检查和监督,建筑监理可以帮助施工单位及时发现并消除施工现场的安全隐患,提高施工现场的整体安全水平。此外,建筑监理还需要定期向业主和相关部门报告施工现场的安全情况,及时协调解决可能影响工程进度和质量的安全问题,确保工程继续顺利进行。

1.4 协调各方关系

建筑监理在建筑工程中扮演着协调者的重要角色,他们需要与建设单位、设计单位、施工单位以及监理单位等多方进行有效的沟通和协调,以确保整个工程的顺利进行。建筑监理通过协调各方之间的关系,促进信息共享和合作,从而实现工程各个环节的协调一致,提高工程的整体效率和质量。在建筑工程中,建筑监理需要处理来自不同单位

的各种要求和意见,他们需要具备良好的沟通技巧和协商能力,能够平衡各方利益,并找到最佳的解决方案。建筑监理需要积极主动地组织相关会议和讨论,促进各方之间的交流和互动,及时解决可能出现的矛盾和问题,确保工程进度和质量不受影响。作为协调者,建筑监理还需要根据工程实际情况和各方需求,灵活调整工程计划和方案,确保施工过程中的各项任务有序进行。他们需要做好各方之间的沟通桥梁,及时传达重要信息和决策,协调处理工程中可能出现的纠纷和争议,确保工程按照规划和标准顺利完成。除了协调各方关系外,建筑监理还要积极关注工程进展和质量控制,监督施工单位执行设计方案和相关规定,及时发现和解决施工过程中可能存在的问题和隐患,确保工程按照预期进度和标准实施。通过有效的协调和监督,建筑监理可以帮助建设单位和施工单位克服各种困难,推动工程向着既定目标稳步前行^[3]。

2 建筑监理在建筑土建施工中应采取的措施

2.1 制定详细的监理规划和细则

在建筑工程项目中,为确保监理职能的有效执行,必须精心编制监理规划方案,细致入微地考虑项目特性和合同规定的各项要求,从而保证监理活动井然有序地进行,在进行任何监理任务之前,需对项目进行全面深入的剖析与评价,掌握其背景信息、设计规范以及施工计划,进而明确监理的目的与准则,为监理工作的后续执行提供方向性支持,监理规划的制定涉及诸多因素的综合考量,如项目的复杂性、风险属性、施工条件等,以确保监理方案的科学性和合理性。为确保工程监理的有序进行及其预期成效,监理规划需明确监理的目标与重点,规定监理的时间周期与阶段性目标,拟定监理的任务及其责任分配,标识监理的控制关键点与检查审查手段,并确立监理报告的格式与反馈流程,在制定监理规划时,必须纳入项目相关的法规、标准和技术性要求,以确保监理活动遵守法律法规,并确保工程品质与施工安全,为实现特定项目的监理目标,必须制定相应的监理方案,该方案需明确规定监理人员的数量与素质培养,以保证监理组在专业知识与操作技能方面足以完成监理任务。为实现监理规划,监理团队需紧密协作,保持信息互通有无,并确保各项监理工作全方位覆盖,实现环节间无间断融合,监理专业人员必须严格依照预先设定的方案执行其监管职责,及时识别并处理工程实施过程中潜在的各类问题和风险,从而为工程项目的顺畅推进提供坚实的保障,为了达到监理工作的既定目标和要求,必须通过周密的科学规划与高效的执行,以此确保工程项目的质量和安全得到全面保护^[4]。

2.2 加强现场监督检查

在建筑施工领域,监理工作对于项目顺利进行及质量把控发挥着关键作用,其核心在于对施工现场进行严格监督与检查,监理人员需对建设场地进行持续或偶尔的全景

监管,以此确保建筑施工的品质、进度与安全符合既定标准,监督和检查过程中需覆盖多个领域的要点,这些要点包括但不限于以下几个方面:施工质量检查首先涉及对所用材料的质量控制,接着对工程施工工艺的合理性进行评估,以确保最终的质量标准符合相关规范。监理工程师需对施工的技艺与流程进行细致审查,以保证工程品质符合预定的规范,防止任何施工质量的瑕疵波及整体工程的品质,施工进度检查涉及对施工单位按照合同规定的时间节点推进工程的监督,目的是确保工程项目按照既定计划顺利进行,及时识别并处理任何可能导致施工延误的因素,以保障工程能够按时完成并交付使用,为保证工程按期完成,监理专员需与施工队伍紧密配合,密切关注施工进度,并及时采取行动以维持项目工期的准确执行。

2.3 建立信息沟通机制

在监理建筑工程项目过程中,对于建设方、设计方、施工方等各方之间的交互沟通至关重要,监理人员通过维持密切的沟通,能够全方位掌握施工场地所面临的难题与挑战,并及时推行改正措施,确保工程的顺畅进展,在监理职责中,与建设单位保持交流互动是必不可少的环节,为建设单位的工程监督,监理人员需与其深度沟通,掌握项目的全面规划与目标,保证监督任务与建设目标相吻合,推动工程进度的高效率。监理人员通过定期的会议和进度报告,能够及时向建设单位提交施工进度更新,进而双方共同探讨并确定相应的对策,以此提升建设项目的协调性和流畅度,在与负责设计的组织进行交流方面,其重要性不容忽视,监理人员应与设计机构紧密协作,掌握项目的具体设计计划,并核对施工过程中对设计规格的遵循程度,以保障施工活动与设计方案相一致,防止因设计与施工之间的分歧而产生的问题^[5]。

2.4 提高监理人员的专业素质

在监理工作过程中,为了质量的持续提高,特别需要对监理人员进行专业培训及教育,在工程管理领域,监理人员扮演着关键角色,他们必须掌握坚实的专业知识基础和卓越的工作技能,这样才能有效应对施工现场的复杂性和问题的多变性,持续性的教育和培训对于监理人员是必不可少的环节,监理专业人员通过持续的知识更新和储备,能够有效地提升其专业技术能力,以适应工程建设领域的

不断发展和变化。监理专业人士接受的培训,包含了法律法规与监督管理程序的广泛领域,旨在使其全面把握监督职能与规范,以便在监理活动中执行各项任务,实践培训应当被监理人员所接受,监理专业人员通过投身具体的建设项目,得以将理论知识应用于实践,进而在实际操作中丰富个人经验并提升解决问题的技巧,实践培训能够助力监理人员深刻洞察建设现场的具体状况,在提升解决问题的效率与精确度的同时,也为工程建设提供了稳定而可信赖的技术援助。监理机构在培训过程中,可以通过案例分析、专家授课、现场勘探等多种方式,激发监理人员的学习热情和参与积极性,为满足监理人员个性化需求及岗位特性,定制化培训计划得以设计,旨在通过专项训练提升其在监理工作中的专业技能与综合素质,从而增进监理工作的绩效与质量标准。

3 结语

建筑监理作为建筑土建施工的关键角色,在确保建筑质量、安全和进度方面发挥着至关重要的作用。通过实施有效措施,加强现场监督检查,并持续提升监理人员的专业素养,能够进一步提升建筑监理在整个建筑过程中的价值和贡献。监理人员的专业技能和经验对于解决施工中可能出现的问题和挑战至关重要,他们的存在能够保障工程按时按质完成。因此,建筑监理在建筑项目中的作用不可低估,其重要性体现在保障项目顺利进行、最大程度减少风险和确保施工质量上。

[参考文献]

- [1]魏冬.建筑土建施工中建筑监理的作用及优化措施[J].散装水泥,2023(1):83-85.
 - [2]甘斌.建筑土建施工中建筑监理的作用及措施探讨[J].全面腐蚀控制,2022,36(12):79-81.
 - [3]华雷.建筑土建施工中建筑监理的作用及措施[J].砖瓦,2020(5):134.
 - [4]张颖.建筑土建施工中建筑监理的作用及措施[J].住宅与房地产,2019(34):218.
 - [5]刘文涛.有关建筑土建施工中建筑监理的作用及措施研究[J].建材与装饰,2019(31):206.
- 作者简介:杨文静(1986.7—),毕业院校:新疆广播电视大学,所学专业:播音与主持,职称级别:中级。

工民建项目中工程监理的进度控制方法研究

陈 城

新疆泽强工程项目管理有限公司克拉玛依分公司，新疆 克拉玛依 834000

[摘要]在工业、民用和建筑项目中，通过监理工程来有效控制施工进度，可以提升施工的效率并确保项目能够按时完工。针对工程建设监督管理，在施工阶段遭遇诸多挑战，如资源分配、进度拖延和交流障碍等，文章提出一系列进度管理策略，涉及进度规划的科学研究和合理性、进度的持续监控与适时调整、信息化技术在管理中的运用，以及增进团队交流与合作的措施等。另外，文章揭示了系统性进度控制方法在施工过程管理中的应用，证实了其不仅能有效避免延误现象，而且能显著提升项目管理水平，确保工民建项目的顺利实施。

[关键词]工民建项目；工程监理；进度控制；信息化管理；项目管理

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13688

中图分类号: TU712

文献标识码: A

Research on Progress Control Methods for Engineering Supervision in Industrial and Civil Construction Projects

CHEN Cheng

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

Abstract: In industrial, civil, and construction projects, effective control of construction progress through engineering supervision can improve construction efficiency and ensure project completion on time. Regarding the supervision and management of engineering construction, there are many challenges encountered during the construction phase, such as resource allocation, schedule delays, and communication barriers. This article proposes a series of schedule management strategies, involving scientific research and rationality of schedule planning, continuous monitoring and timely adjustment of schedule, application of information technology in management, and measures to enhance team communication and cooperation. In addition, the article reveals the application of systematic progress control methods in construction process management, confirming that it can not only effectively avoid delays, but also significantly improve project management level, ensuring the smooth implementation of industrial and civil construction projects.

Keywords: industrial and civil construction projects; engineering supervision; progress control; information management; project management

引言

工民建项目作为建筑工程的一个重要组成部分，其施工过程通常较为复杂，涉及到多个施工环节和大量的资源调配。在项目管理中，对工程进度进行监督管理的活动，对于确保项目按计划进行具有至关重要的影响。项目的工期内否按既定计划顺利推进，以及与之相关的预算控制和品质管理，均受进度控制策略的直接影响。诸多工民建项目在施工阶段普遍遭遇了如工期延误、资源无效使用、协调沟通障碍等难题，这些问题的存在严重阻碍了工程进度，进度管理在工程监理中至关重要。本文着重讨论科学合理的进度控制手段，以确保工民建项目能够按既定时间表和质量要求顺利完成。

1 工民建项目中的进度控制概述

工民建项目中的进度控制是项目管理中的核心环节之一，对项目的成功与否具有决定性影响。为了确保工程项目在既定时间框架内完工，必须对施工流程的进度实施严格监控，同时，这亦涉及对建设资源的优化配置、施工成果的品质维护，以及项目开支的严密管理，进度控制对于项目按时完成至关重要。它能有效防止由于工期延误而

引发的额外成本问题和违反合同的风险，面对现代工民建项目，工程监理需应对规模庞大、周期延长、参与主体繁杂所带来的协调与进度保障挑战^[1]。

施工进度的合理安排，可以有效避免因急促施工而引发的各类质量问题，并确保工程按照预定的设计标准顺利完成。在工民建项目的实施过程中，经常遭遇进度管理的挑战，诸如资源分配不合理、气候条件突变、设计方案修改等因素。此类情况要求监理工程师在进度管理上展现出卓越的规划能力和适应性，以便对施工计划进行及时的调整，确保项目能够依照既定时间表顺利推进。

2 工程监理的进度控制方法

在工程项目的初始阶段，监理机构需精确编制进度安排，此进度安排涵盖整体工程进度、分阶段目标以及各个子项目的具体时限。为确保进度计划既具备实施可能性又满足逻辑性，本方案需全面评估项目的总工期限制、工序间的相互作用以及资源分配现状等多方面要素。为了提高计划的科学性，常用的方法包括网络图法、甘特图等，它们能够直观地展示项目进度的各个环节及其相互依赖关系。在项目执行阶段，监理工程师需对施工的进展情况进

行连续监控,定期将施工实际进度与预定计划进行对照,以便及时识别任何偏离,并实施适当的调整措施。监理人员在现场实际情况的基础上,应对施工计划进行灵活调整,例如,面对不可抗力因素或设计变更,他们需快速评估这些因素对工程进度的潜在影响,并相应调整资源分配及施工流程,目的是最大限度地降低对项目工期的负面影响。建立信息反馈机制是工程监理的重要职责,该机制保障施工单位能即时了解工程进度变更,以便迅速采取行动^[2]。

工程监理的进度控制方法是确保工民建项目按计划顺利推进的关键,其核心在于通过科学合理的计划编制、持续监控与调整、有效的沟通协调等手段,实现对项目进度的动态管理。在建筑施工的各个阶段,监督管理人员需定期召集项目各方,主持进度协商会议,针对施工中出现的进行讨论并提出解决方案,以保证工程依照既定计划顺利进行。为了确保工程项目按计划推进,监理工作的一个关键环节是实施有效的风险管理策略,监理人员需在施工前期预判可能对工程进度产生负面影响的各类风险,并据此编制应对方案。面对风险事件,监理需立即激活预先制定的应急计划,动员所需资源以作出调整,从而最大限度地减少对工程进度产生的不利影响。通过这些综合性的方法和手段,工程监理能够有效地控制项目进度,确保工民建项目在规定的时间内高质量完成。

3 进度控制的关键技术

在工民建项目中,用以保障工程按时、达标、定量完成的关键技术,扮演着不可或缺的角色。涉及的技术范畴涵盖网络计划、资源优化配置及信息化管理,这些技术手段在实际运用中相互融合,各自扮演着独特角色,共同构筑了项目进度控制的综合技术体系。在项目起始阶段,负责监督管理的工程师运用网络计划技术,对施工进度进行全面规划,以此预估各施工阶段所需时间,并标识出关键工序,以保证这些工序能依照既定计划推进。运用关键路径法,能助于项目管理者在监督过程中,有效识别并专注于那些对整个项目进度具有决定性的关键环节,确保这些环节的施工先行得到充足的资源分配与推进。动态进度控制的关键在于运用进度跟踪与反馈系统,该系统常规性地执行项目进度审视与数据回授,以实现对项目状态的即时监管,并有效识别任何发展轨迹的偏离。监理通过比较施工的实际进展与预定目标,能够迅速辨认出施工流程中的制约环节,并依据反馈信息对施工方案进行调整,施工进度管理软件能够自动产生关于工程进度的报告,形象化各施工步骤的完成状况^[3]。

在进度控制的实践中,资源优化配置技术扮演着至关重要的一环。施工进度顺畅推进不仅受合理计划与监控之利,更取决于资源配置的充足性与效率,资源优化配置技术通过动态调整人力资源、设备、材料等资源,保障了施工过程中资源的恰当利用。为了有效地管理项目进度,

保证物资和设备的及时提供及正常运作至关重要,监管人员需与供应商及设备维护部门进行紧密协作,确保所必须资源按时获取。例如,工程监理可以利用线性规划、蒙特卡洛模拟等技术优化资源的分配方案,最大限度地提高资源利用效率,确保各工序在需要的时间点得到所需的资源支持。进度控制方面,通过信息化管理平台的广泛运用,显著提高了效率与准确度,在当代建筑施工领域,信息技术的普遍渗透促成了从依靠人工的传统进度监控,向智能化、数字化管理的模式转型,监理人员借助建筑信息模型、云计算、物联网等先进技术,能够实现对施工现场全面监控。监理工作借助信息技术,有效提升了决策过程的效率,同时,促进了项目参与者之间的协作,降低了信息在传递过程中可能出现的偏差和时间延误。在工民建项目中,技术手段对于进度控制起到了决定性的作用,通过网络计划技术、进度跟踪与反馈系统、资源优化配置技术以及信息化管理平台的综合运用,工程监理能够有效地对项目进度进行控制和调整,确保项目能够按计划顺利完成,同时保持应对不确定性和风险时的灵活性和高效性。

4 进度控制中的常见问题

在建筑施工的现场,负责监督的人员未能对施工流程中的重要环节实施有效的监管,致使部分工作流程的延误未能即时察觉并得到解决,这一问题不仅影响了相关工序的顺利进行,而且还可能导致整个工程项目的进度推迟。施工现场所涉及的劳动力经常变动,技术能力不一,这可能会引起施工质量和效率的不稳定,进而对整个项目的进展产生影响^[4]。因此,施工现场的管理应当加强对各环节的监控,及时发现和解决进度滞后的苗头,确保各工序按计划顺利进行。另外,在整体项目实施阶段中,如果出现工程及合同变更等问题,若处理不够及时妥善,必然会对工程的进度造成一定的影响,导致工程延期交付。

在施工过程中,由于设计更改未能及时通知施工队伍,使得实际施工依据过时设计图进行,随后发现的错误迫使工程返工,进而导致工程进度受阻。在项目实施过程中,责任的界定模糊,合作环节中缺少高效的沟通途径,常常造成施工协调的不足,进而影响整个项目的推进。在项目管理的环境下,为了降低进度延误的风险,必须构建一个完善的信息交流框架,这个机制保障了各参与方能够获得相同的信息,确保决策过程的迅速与执行的高效率。在项目实施过程中,资源分配往往会受到多种因素的干扰,这可能会引发资源不足或浪费的问题,从而对项目的进展产生不利影响。在项目管理中,提前对资源需求进行预测和规划至关重要,这需要建立一个健全的资源供应链管理体系,以保障施工过程中资源能够适时供应,并实现使用效率的最大化。

5 提高进度控制效率的策略

为了确保工民建项目能够按时、按质、按预算完成,

关键在于采用有效的进度控制策略。针对项目所面临的复杂性和多变的施工环境,进度管理不仅涉及计划阶段的周密安排,还要求在执行阶段采纳一系列策略,从而应对各种潜在挑战和不确定性因素。在项目的初始阶段,负责管理的团队需根据项目具体状况,编制一份详尽且具备操作性的建设方案,制定一项全面方案,其中涵盖了时间安排、所需资源的配置,以及关键环节的进度追踪。同时,方案需细致评估潜在的变量,诸如天气状况的转变、原材料供给的波动等不确定因素,以确保项目能够稳健推进。在现代工程管理领域,信息化技术已被广泛采纳,并变得至关重要,项目管理者借助信息管理平台,能即时监看项目进度,获悉各施工阶段资讯,进而针对现场状况作出灵活调适。在建筑作业现场,通过实施数据的即时搜集与传送机制,能够使得工程进度、工作人员、机械设备运用状况等资讯迅速反馈至监管平台。据此,监管人员能够基于所获数据作出迅速的决策,进而对资源分配或施工步骤进行必要的调整,通过共享平台,参与各方可以及时掌握项目最新进展,从而提高沟通效率,减少因信息滞后和沟通不畅所导致的项目进度延误。

项目成功的关键在于人力、物力及财力的有效安排,在进度监控环节,精细化地对各类资源实施调度,以保障其供应既定时又定量。在建筑项目的繁忙阶段,须预先安排充足的技术工人与机械设备,并确保所需建材的连续供应,防止源于资源不足所引起的工程暂停或进度拖延。在建筑项目的不同阶段,需动态调配资源,以应对施工要求的演变。在项目管理过程中,注重资源的节省与高效率运用至关重要,这不仅能减少资源浪费,还能有效降低项目的总体成本,并提升进度管理的效率。在工民建项目的实施过程中,涉及多方参与者,这些参与者的联合动作及交互对话是项目顺利进展的关键。项目管理者需构建无障碍的信息流通路径,使得项目的各方参与成员能够即时获取所需的项目资讯,并据此对行动进行有效的适应调整,定期举行进度统筹聚会,参与成员汇报实时动态,并就遭遇的难题展开研讨和破解。此外,管理者应鼓励团队成员之间的积极沟通,消除信息壁垒,确保信息传递的及时性和准确性。同时,应明确各方的职责和权限,减少因职责不清、沟通不畅导致的进度延误^[5]。

为了提升项目进度的管理效能,实行严格的过程监控和性能评定策略是至关重要的。为了确保施工项目的顺利

进行,项目管理者需完善监管体系,对施工过程的进度实行全面跟踪与管理。在项目管理中,若发现任务进度偏离既定轨迹,需迅速识别问题并实施对应调整策略,以保障整个项目能够遵循既定计划顺利执行。管理者在施工过程中,应设定分阶段目标,并对各施工环节的进度实施定期评估,对于那些实现既定目标的团队与个人,应施以适当的奖励;相对地,对那些未能按期完成任务的团队或个人,必须实施相应的惩罚措施。实施此监督和考核机制,能显著提升施工团队的工作热情及责任感,有效降低工程进度出现延误的概率。施工进度与质量如何,取决于施工人员的技术素养和管理技能,项目管理者需定期策划并实施技术训练及管理技能提升的研习班,以此增进施工队伍在专业技术和管理技巧上的综合素质。通过不断提高团队整体素质,可以从根本上提升项目进度控制的效率,确保项目在规定的时间内高质量地完成,可以定期组织监理人员进行知识技能的培训考核,可以去先进的工地现场进行观摩等,从而提升监理队伍的素质。

6 结语

针对工民建项目的进度,为了提升控制效率,必须全方位地着手,涉及计划的制订、信息化管理、资源的合理分配、有效的沟通机制、严格的监督考核以及人员的专业培训等多个层面。在项目管理中,多元化策略的整合应用是成功应对各类挑战的关键,这关系到项目能否准时、按质量以及预算限制内完成。

【参考文献】

- [1]陈凯. 探讨工民建工程监理在工程管理中的作用[J]. 中国设备工程, 2024(14): 47-49.
- [2]王斌. 建筑工程监理在施工现场协调中的策略研究[J]. 工程与建设, 2024, 38(2): 486-488.
- [3]张成君, 周进. 信息工程监理中的进度控制研究[J]. 信息系统工程, 2023(9): 103-106.
- [4]周洁. 建筑工程监理在施工进度控制中的作用和优化措施研究[J]. 房地产世界, 2023(4): 121-123.
- [5]叶丽琼. 关于监理如何控制工程进度的研究[J]. 散装水泥, 2022(1): 45-47.

作者简介: 陈城(1967.8—), 毕业院校: 乌鲁木齐职业大学, 所学专业: 工民建, 当前就职单位名称: 新疆泽强工程项目管理有限公司克拉玛依分公司, 就职单位职务: 专业监理工程师, 职称级别: 助理工程师。

绿色施工视角下的建筑工程管理模式创新分析

姜盛霞

新疆兵团水利水电工程集团有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 随着环保意识的增强和可持续发展目标的推动, 绿色施工成为建筑行业的重要趋势。下文着重于从绿色施工的视角, 对建筑工程管理模式进行创新探索, 旨在分析绿色施工理念如何渗透至建筑工程管理的具体实践中, 并以此推动管理模式创新变革。同时, 文章也揭示了创新模式在实际项目中所体现的成效, 明确了其在提升施工效率、减轻环境压力及推进可持续发展方面的突出优点, 对绿色施工模式在建筑项目管理中的运用潜力进行了概述, 并就未来研究方向给出了展望。

[关键词] 绿色施工; 建筑工程管理; 管理模式; 创新

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13687

中图分类号: TU71

文献标识码: A

Innovation Analysis of Architecture Engineering Management Mode from the Perspective of Green Construction

JIANG Shengxia

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

Abstract: With the increasing awareness of environmental protection and the promotion of sustainable development goals, green construction has become an important trend in the construction industry. The following text focuses on innovative exploration of architecture engineering management models from the perspective of green construction, aiming to analyze how the concept of green construction permeates into the specific practice of architecture engineering management and promote innovative changes in management models. At the same time, the article also reveals the effectiveness of innovative models in practical projects, clarifies their outstanding advantages in improving construction efficiency, reducing environmental pressure, and promoting sustainable development, outlines the potential application of green construction models in building project management, and provides prospects for future research directions.

Keywords: green construction; architecture engineering management; management mode; innovation

引言

在面临全球环境维护与持续发展要求的当下, 作为资源消耗与环境污染主要来源的建筑领域, 迫切需要进行产业结构的优化与升级转型。绿色施工作为一种新兴的建筑模式, 其目的在于降低建筑过程中的资源浪费和环境影响, 进而提高工程的环保和经济效益。为了满足绿色施工的标准, 现有的建筑工程管理方式必须进行革新, 以便达到高效利用资源与保持环境可持续性的目标。本篇论文着手于探讨绿色施工的视角, 深度剖析建筑工程管理当前的状况及所面临的问题, 分析建筑工程管理模式的现状及存在的问题, 探讨绿色施工理念如何在管理实践中进行创新, 并提出相应的优化策略。

1 绿色施工的基本概念和原则

在建筑领域, 绿色施工是一种注重环保和资源节约的施工理念, 该理念主张将环保思想融入建筑物的整个生命周期, 包括设计、建造、使用及最终拆除阶段, 以此最大限度地降低对环境的负面影响。绿色施工的本质在于最大限度地减少能源消耗和排放, 最大化资源的使用效率, 同时降低环境污染, 维护生态系统的平衡。其原则主要有以

下几个方面: 节能减排是绿色施工的重要目标, 这可以通过使用高效的建材和特定的施工技术来实现, 进而减少建筑过程中的能量消耗和温室气体排放。在资源使用方面, 主张最大限度地发挥其效益, 这包括合理地使用原材料以及将废弃物重新投入生产流程, 从而降低资源消耗^[1]。

污染物排放的减少, 原则在于关注施工过程中的噪声、粉尘和废水等污染物的排放量降低, 通过实施有效的控制策略, 例如施工现场的粉尘控制和废水净化处理, 以达成环境污染的最小化。在建筑环境中, 保护生态环境涉及利用通风、采光等手段, 以提升室内环境品质。实施这些原则, 不仅促进了建筑行业的持续发展, 还提升了建筑的环保水平, 满足全球对环境保护的迫切需求。

2 传统建筑工程管理模式的不足

在众多传统建筑项目管理方式中, 所显现出的缺陷, 在很大程度上对项目的施工效率及其达成品质造成了不利影响。在传统框架中, 信息技术的应用不足是显著的缺陷之一, 在过往的管理模式里, 建筑项目的资讯、进度和财务数据, 往往以纸本档案及手工方式进行记录, 这种做法带来了信息传播的延迟与不精确性, 从而对决

策的效力产生了不利影响。在过往的管理方式中,责任分散至各相关部门,如设计、建筑、监督等,却因沟通机制不畅导致信息共享与协调出现难题,进而影响了问题解决的时效性。在工程质量管理方面,传统方法因缺少实时的监控与数据分析,导致其依赖于主观经验和定期的审查,这不仅难以实现对质量的精细化管理,也无法实现对整个工程过程的全面监控,进而影响了工程质量的一致性和可靠性。

在传统模式下,资源配置的低下效率成为了一个显著问题。在过去,管理工作依赖于人工进行资源分布,这常常造成效率低下和资源过剩或短缺的问题,安全管理方面的不足是亟待解决的问题。在传统的安全管理模式主要通过事后的检查来进行,这样的方式缺少对施工过程全周期的实时监控,因而安全隐患的累积难以避免,这些缺失不仅对项目的最终品质产生了负面影响,还导致了工期的推迟和成本的增加,从而制约了建筑行业的进步与革新。在建筑领域,对工程的管理策略进行现代化改革,关键在于采纳先进的管理方法与技术手段,以此提高管理的效率及工程的质量^[2]。

3 绿色施工视角下的管理模式创新

3.1 环境友好型设计

资源节约作为环境友好型设计的一个基本原则,对于可持续发展的理念至关重要。在设计过程中,应优先选择那些能最大限度地利用自然资源和再生资源的材料和技术,比如高效节能在建材质与设备的选用,这样可降低对有限资源的依赖程度。在进行建筑的设计构思阶段,应全面考虑其整个存在过程,涵盖建设、运作、保养直至最终拆除的各个阶段,对资源与能源的利用进行细致优化,目的是降低资源耗损和减轻环境压力。在设计初期,设计师需对建筑施工可能引起的废弃物和环境污染进行考量,挑选低挥发性和低环境影响的建材,并改进施工技术,以减轻对大气、水资源和土地的负面影响。

在建筑设计过程中,通过精细规划窗户与隔热层的布局,可以有效利用自然资源,如自然光与通风,从而降低对人造照明与空调系统的需求。在建筑设计过程中,应积极提倡采纳诸如太阳能、风能等可持续能源,以减少对化石燃料的依赖并减缓温室气体的排放量。设计环节应着重于对自然生态的维护与复原,包括对绿地的保留与恢复,以此搭建一个有利于本土动植物繁殖成长的生态环境。设计时需兼顾建筑与周边自然环境的和谐共存,防止对自然景观及生态系统造成损害。设计旨在打造既具备实用性亦符合审美需求的建筑,同时着重于建筑对生态系统所产生的持续效应。环境友好型设计旨在经济、社会和环境三者之间寻求平衡,通过同时关注资源的高效利用、污染的限制、能源效率的增强及生态系统的保护,为支持持续发展的未来提供一个坚实的基础^[3]。

3.2 节能减排措施

为了实现减排目标,关键在于提高能源效率,从而降低不必要的能源消耗。例如,在照明领域采纳节能灯泡,在空调系统安装智能化调节装置,以及在加热设备上使用高效率锅炉,这些措施均能在保证服务品质的前提下降低能源消耗。在建筑领域,通过提升隔热能力、优化窗户及遮阳设计,并充分运用自然光照与通风,可以有效减少对人工照明和空调的依赖,进而大幅减少能源的消耗。实时的能源消耗监控及效率改善方案,系由智能化的能源管理系统提供,此系统能令企业和家庭二者均能洞悉能源消耗状况,进而发现并修正能源利用上的不当之处。系统有能力自动调整设备运作模式,从而优化能源的分配,最大程度提升能源的使用效率。应用数据分析及预测技术,有助于管理者制订更科学的节能方案,从而提高能源管理成效。利用可再生能源,是实现节能减排目标的重要策略之一,利用太阳能、风能及水能等绿色能源,能显著减少对化石燃料的依赖,进而减轻温室气体的排放,建筑可以通过安装太阳能电池板来获取清洁能源。同时,这种做法能够降低对于电网的依赖,其他形式的可再生能源技术,如风力发电和地热能,同样在持续进步,并且正被广泛采纳至多样化的能源使用场景。

制定能源效率标准和政策法规,对促进节能减排行动起到了关键性作用,能效标准的制定、节能标签制度的实行及绿色建筑认证的激励,是政府推动企业和个人采纳节能减排行为的关键策略。实施诸如财政补贴和税收优惠等激励政策,能显著促进对节能技术及可再生能源项目的投资,技术手段在减排领域的运用,涵盖了二氧化碳的捕获与保存,以及污染物的处理技术。在排放的起始阶段,运用特定技术可有效降低有害气体的排放量,并优化排放物的后续处理以及资源的回收再利用流程。采取节能与减排相结合的策略,是达成经济与环境双重收益的关键途径,通过提高能源效率、开发可再生能源、实施智能监控、颁布相关政策以及运用减排技术等多元化的综合性手段,能有效降低能源消耗和减少温室气体排放,从而助力社会可持续发展目标的实现。

3.3 资源高效利用

为了最大化经济、环境和社会效益,关键在于对资源进行精确的管理与优化配置。在生产流程中,通过更新生产方法、采纳尖端技术和机器,能够降低物料的损耗。在制造业领域,通过精准化的设计方案及工艺技术的优化升级,既能降低生产环节中的废弃物产生量,又能保证产品质量与标准的统一性,资源循环再利用作为一种提升资源效率的关键途径。在生产流程中,所生成的附带产品和废弃物,经过回收与再利用,不但降低了对于原始材料的依赖,同时减轻了废弃物对生态系统的压力,废旧纸张的再生利用,能够显著降低森林资源的消耗^[4]。

资源的高效利用另一方面体现在水资源的节约与能源的节省措施之中,借助节水装置及改进的水资源管控措施,能够显著降低水资源的无效消耗。采用如高效照明和空调系统等节能技术,能显著减少能源的消耗,并降低碳排放,实施这些方法不仅能够减少资源的消耗,而且有助于降低操作费用,进而提升盈利能力。构建资源管理及监控系统,是达成高效利用的关键措施,企业与组织通过部署智能化的资源管理系统,得以实现对资源利用状况的即时监管,从而迅速识别并处理资源的不合理消耗问题。具备数据搜集与分析功能的系统,能向决策者提供辅助,进而促进资源配置的优化及使用策略的改进,智能电表和水表这两款仪表能够对能源消耗及用水量进行即时监管,并有能力辨识出使用过程中的异常模式。通过分析这些数据,它们能够提出相应的优化建议,资源的有效使用,不仅需要教育的培养,还依赖于意识的提高。提升公众与企业对资源节约的认知,倡导节俭行为,进而根本性地推动资源利用的高效率,旨在提高能源节约及污染物排放减量意识的企业和公众教育项目。例如,通过开展节能减排宣传活动和培训课程,帮助员工和消费者理解资源高效利用的重要性,并掌握相关的节约技巧和方法。另外,还可以针对建筑废弃物进行回收再利用,这样不仅能够达到节能减排的目的,还能够节约工程的整体投入成本,提高综合效益。

3.4 绿色供应链管理

为了满足环保标准,公司需与提供方协作,选用在采购及应用过程中对环境影响较小的原料,比如那些污染较低、可更新或可循环的材料。在制造业的操作流程中,实体组织应当采纳能够降低能源消耗和减少污染物排放的技术方案与制造方法,以此降低废弃物的产生及其排放量。在生产过程中,通过改进以降低资源消耗,从而提升产品的环保属性,缓解环境压力同时,增强商品在市场上的竞争能力。在绿色供应链的架构内,运输管理以及与之相关的绿色物流环节,扮演着关键角色,在物流领域,通过优化货物运输的路径、选用低碳排放的运输设备,以及提高运输作业的效率,能够有效减少能源的消耗和温室气体的排放。在运输过程中,使用电动或混合动力车辆,优化包装材料的性能,以及降低空载率,均能有效减轻环境负担,为了达成整个供应链的环保目标,须促使负责物流的合作伙伴采纳一系列绿色策略^[5]。

产品生命周期管理是绿色供应链管理的一个组成部分,它涉及到产品从诞生到消亡的每一个阶段,产品设计

阶段,企业需综合考量其生命周期中的环境影响。涵盖生产、使用及废弃处理各环节,并实施相应环保措施,通过执行回收程序及制品的再循环利用,能够显著降低环境污染。例如,设计易于拆解和回收的产品,以及提供回收服务,都有助于延长产品的生命周期并降低环境负担。在企业边界内外的协同作用下,绿色供应链管理得以有效执行,为了促进可持续的供应链管理,公司需与供应链上下游伙伴建立紧密的沟通与合作关系,一同致力于发展绿色供应链,树立环保标准的供应链环节。通过认证体系,促进各参与方遵循环保规定,加速绿色供应链广泛应用的进程,在实际操作层面,将环保理念深植员工心中,并提高其环境守护能力,如此方能确保绿色供应链政策获得有效贯彻。

4 结语

在建筑领域,绿色施工的趋势为建筑工程管理带来了创新的挑战,绿色施工的需求通过引入创新管理模式得到更好的满足,该模式包含环境友好型设计、节能减排措施、资源的高效利用以及绿色供应链管理。这样的管理策略有助于建筑工程实现可持续发展的目标,在具体项目中实施的创新模式,显著提高了施工的效率,同时减少了对环境的压力。在建筑领域,绿色施工模式的应用逐渐成为管理过程中的关键,对此领域的研究与实践需进一步深化。此外,建筑领域专业人士还需要不断分析绿色环保中的存在的现实问题,在建筑施工建设的过程中进行不断地调整和完善,让绿色节能环保在建筑工程上能够得到飞速发展,并且可以应用到各类建筑之中,促使我国建筑行业能够持续高效地健康发展进步。

[参考文献]

- [1] 王晓蕾,张雪,王汉东.绿色施工理念下的住宅建筑工程管理创新与实践研究[J].居舍,2024(15):165-168.
- [2] 赵志平.基于绿色施工理念的住宅建筑工程管理模式研究[J].居舍,2024(9):170-173.
- [3] 孙炳炫.绿色施工理念下的建筑工程管理模式创新路径[J].广东建材,2024,40(3):146-149.
- [4] 吕友才.绿色施工理念在建筑工程管理中的应用研究[J].房地产世界,2024(3):92-94.
- [5] 公秀娟.建筑工程管理创新及绿色施工管理研究[J].新城建科技,2023,32(23):79-81.

作者简介:姜盛霞(1994.1—),毕业院校:国家开放大学,所学专业:土木工程,当前就职单位名称:新疆兵团水利水电工程集团有限公司,职称级别:工程师。

信息化技术在土木工程项目管理中的应用与效果分析

景芳芳

甘肃朴信建筑安装工程有限公司, 甘肃 定西 743000

[摘要] 信息化技术在土木工程项目管理中发挥着越来越重要的作用。通过集成 BIM (建筑信息模型)、项目管理软件、云计算和大数据分析, 工程项目的规划、设计、施工和监控得以更加高效和精确。信息化技术提升了数据共享和沟通效率, 优化了资源配置和进度控制, 有效降低了项目风险和成本。案例分析表明, 信息化手段不仅缩短了工程周期, 还提升了工程质量和管理水平。对信息化技术的应用进行深入探讨, 有助于推动土木工程项目管理的现代化进程。

[关键词] 信息化技术; 土木工程; 项目管理; BIM; 大数据分析

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13674

中图分类号: TU712

文献标识码: A

Application and Effect Analysis of Information Technology in Civil Engineering Project Management

JING Fangfang

Gansu Puxin Construction and Installation Engineering Co., Ltd., Dingxi, Gansu, 743000, China

Abstract: Information technology plays an increasingly important role in civil engineering project management. By integrating BIM (Building Information Modeling), project management software, cloud computing, and big data analysis, the planning, design, construction, and monitoring of engineering projects can be more efficient and accurate. Information technology has improved data sharing and communication efficiency, optimized resource allocation and schedule control, and effectively reduced project risks and costs. Case analysis shows that information technology not only shortens the project cycle, but also improves the quality and management level of the project. In depth exploration of the application of information technology can help promote the modernization process of civil engineering project management.

Keywords: information technology; civil engineering; project management; BIM; big data analysis

引言

随着工程项目规模和复杂性的增加, 传统管理模式逐渐显露出局限性。信息化技术的引入为土木工程项目管理带来了变革性进展。从 BIM 模型到大数据分析, 这些技术不仅提升了项目规划与执行的精度, 还优化了资源配置和风险控制。对信息化技术的探索与应用, 不仅推动了工程管理的智能化进程, 也显著提高了工程效率和质量。这一变化正逐步重塑土木工程行业的未来。

1 信息化技术在土木工程项目管理中的发展历程

信息化技术的引入对土木工程项目管理产生了深远的影响, 其发展历程可以追溯到上世纪末的计算机化管理初期。最早的信息化技术主要体现在计算机辅助设计(CAD)和基本的项目管理软件的应用。这些工具虽然在提高设计效率和项目计划的准确性方面起到了重要作用, 但它们的功能和应用范围相对有限。随着计算机技术的进步, 项目管理软件逐渐具备了更复杂的功能, 如资源调度、进度跟踪和成本控制等。这一时期的信息化技术虽然还处于起步阶段, 但为后来的发展奠定了坚实的基础。

进入 21 世纪, 信息化技术在土木工程项目管理中经历了显著的飞跃。建筑信息模型(BIM)技术的出现标志着信息化管理的一个重要转折点。BIM 不仅能创建详细的三维模型, 还能集成各种信息如设计、施工和运营数据,

极大地提高了项目各阶段的协同效率。此外, 随着网络技术的普及, 基于云计算的项目管理平台开始兴起, 使得团队成员可以实时共享信息和进行远程协作。这一时期的信息化技术不再局限于单一功能的提升, 而是实现了多方面的集成和优化, 从而更好地支持了复杂工程项目的管理需求。

近年来, 信息化技术在土木工程项目管理中的应用更加全面和深入。大数据分析技术的引入, 使得项目管理者能够从海量数据中提取有价值的信息, 从而做出更为科学的决策。数据驱动的决策支持系统可以预测项目风险、优化资源配置并提高进度控制的准确性。此外, 人工智能和机器学习技术也开始在工程项目中发挥作用, 通过自动化的数据分析和模式识别, 进一步提升了管理效率。信息化技术的不断进步和创新, 为土木工程项目管理提供了更加智能和高效的解决方案, 推动了行业的现代化发展。

总的来看, 信息化技术在土木工程项目管理中的发展历程展示了从基础计算机化管理到先进综合信息系统的演变过程。这一过程中, 各种技术的不断融合与创新, 不仅提高了项目管理的效率和质量, 也为未来的工程管理模式提供了新的视角和可能性。随着信息化技术的持续进步, 土木工程项目管理将迎来更加智能化、精准化的发展阶段。

2 BIM 技术在土木工程项目中的应用与优势

建筑信息模型(BIM)技术的引入为土木工程项目管

理带来了革命性的变化。BIM 技术通过创建详细的三维模型，整合了设计、施工和运营阶段的各种信息，使得各阶段的协调和管理变得更加高效。首先，在设计阶段，BIM 技术能够提供直观的三维视觉效果，使设计人员能够更准确地进行空间规划和设计优化。通过虚拟模型，设计师可以在实际施工之前识别潜在的设计问题，进行调整和优化，从而减少了因设计缺陷引起的返工和成本浪费。此外，BIM 模型可以集成结构、机电和建筑系统的信息，确保各专业之间的协调一致，减少了跨学科的冲突和设计错误。

施工阶段是 BIM 技术发挥其优势的关键时刻。施工管理人员可以利用 BIM 模型进行详细的施工计划和模拟，提前识别潜在的施工问题并制定相应的解决方案。通过对施工过程的虚拟模拟，项目团队能够更好地进行资源调度、进度管理和成本控制。例如，施工人员可以通过 BIM 模型进行施工路径的优化，减少施工干扰和提高施工效率。同时，BIM 技术的实时数据更新功能使得施工进度可以被准确跟踪，确保项目按计划推进。此外，BIM 技术还可以与其他信息化工具，如施工管理软件和物联网（IoT）设备进行集成，实现实时监控和数据分析，从而进一步提高施工管理的精准度和效率。

在运营和维护阶段，BIM 技术同样展现出显著的优势。完成建设后，BIM 模型不仅仅是一个静态的设计图纸，而是一个动态的信息数据库。运营人员可以利用 BIM 模型进行设施管理、维修计划和资产管理。通过集成建筑系统的维护记录和操作手册，BIM 模型为设施管理提供了全面的信息支持。例如，维修人员可以通过 BIM 模型获取建筑系统的详细信息和维护历史，从而更快地定位问题并采取相应的维修措施。此外，BIM 模型还可以用于建筑的能源管理和优化，通过分析建筑的能源使用数据，提出节能改造建议，降低运营成本并提高建筑的可持续性。

总的来说，BIM 技术在土木工程项目中的应用极大地提升了设计、施工和运营阶段的效率和质量。通过三维建模和信息整合，BIM 技术优化了项目各阶段的协同工作，减少了设计和施工中的错误，提高了资源利用率和施工精度。运营阶段的持续支持和维护功能，也使得 BIM 模型成为建筑生命周期管理的重要工具。

3 云计算与大数据在工程管理中的集成与效益

云计算和大数据技术的结合，正在为工程管理带来深刻的变革。云计算技术通过提供弹性、可扩展的计算资源和存储能力，极大地增强了工程项目的数据处理和管理能力。传统的工程管理系统往往依赖于本地服务器和存储设备，这不仅增加了 IT 基础设施的成本，还限制了数据的共享和访问。相比之下，云计算通过互联网提供的服务，使得工程管理系统能够在全局范围内实现数据的实时访问和共享。项目团队可以随时随地访问最新的项目数据和文件，促进了跨地域、跨部门的协作与沟通。此

外，云计算平台的高可用性和自动备份功能确保了数据的安全性和可靠性，减少了因数据丢失或系统故障造成的风险。

大数据技术在工程管理中的应用则主要体现在对海量数据的分析和利用上。工程项目涉及的数据类型繁多，包括设计数据、施工数据、监控数据和运营数据等，这些数据的生成速度和规模远超传统数据处理能力。大数据技术能够处理和分析这些海量数据，从中提取有价值的信息和洞察。通过数据挖掘和模式识别，项目管理者可以发现潜在的问题、预测风险并制定更为科学的决策。例如，通过分析历史施工数据和实时传感器数据，可以预测设备故障的可能性，提前进行维护，避免影响项目进度和成本。此外，大数据技术还可以用于优化资源配置和进度控制，通过对数据的深度分析，制定更加合理的施工计划和预算，提高项目的整体效益。

云计算与大数据的集成进一步提升了工程管理的智能化水平。将大数据分析平台与云计算基础设施相结合，能够实现数据的高效存储、处理和共享。云计算平台提供了强大的计算能力和存储资源，而大数据分析工具能够在此基础上进行复杂的数据处理和分析。这样，工程管理者可以实时获得关于项目进度、资源使用、成本控制等方面的全面数据支持，从而做出及时的调整和优化。例如，集成了大数据分析的云计算平台可以实时监控施工现场的各种参数，如温度、湿度和设备运行状态，通过对数据的实时分析，迅速响应突发情况，确保施工安全和质量。同时，数据驱动的决策支持系统还可以根据历史数据和预测模型，为项目的未来发展提供科学依据和建议，进一步提升项目管理的精准度和效率。

4 信息化技术提升项目管理效率的案例分析

在信息化技术的推动下，项目管理的效率和效果得到了显著提升。以某大型基础设施建设项目为例，该项目在实施过程中广泛应用了信息化技术，尤其是 BIM（建筑信息模型）、云计算和大数据分析，这些技术的应用大大优化了项目的各个环节。首先，在项目规划阶段，通过应用 BIM 技术，项目团队能够创建详细的三维模型，整合设计、施工和运营的各类信息。通过虚拟现实技术，设计方案得以在实际施工之前进行可视化评估，潜在的设计冲突和问题能够在早期发现并解决。这一阶段的优化不仅缩短了设计时间，还减少了因设计缺陷导致的返工和费用增加，从而提高了整体项目的启动效率。

在施工阶段，云计算和大数据技术的应用进一步提升了项目管理的效率。施工管理团队利用云计算平台实现了数据的实时共享和访问，使得项目团队成员能够随时获取最新的施工进度、资源使用情况和成本数据。施工现场的各类传感器和监控设备生成了大量实时数据，这些数据通过大数据分析技术进行处理和分析，帮助项目管理人员准

确掌握施工进度和资源消耗情况。例如,通过实时监控设备的数据,施工管理人员可以及时调整施工计划,优化资源配置,避免了因设备故障或资源短缺造成的工期延误。此外,大数据技术还帮助管理人员识别了施工中的潜在风险,并通过预测分析提供了预警,减少了突发情况对项目进度和成本的影响。

项目运营阶段的信息化技术应用也显著提升了管理效率。项目完成后,BIM模型不仅作为设计档案存在,还被用作设施管理和维护的工具。运营团队利用BIM模型中的详细信息进行设施管理,维护人员可以通过模型获取设备的维护记录和操作手册,进行更加高效的维护和修理。此外,云计算平台为设施管理提供了灵活的资源调配能力,通过与能源管理系统的集成,实现了建筑的能源消耗监控和优化。通过分析能源使用数据,运营团队能够制定节能改造方案,降低运营成本,提高建筑的可持续性。这一阶段的信息化技术应用,不仅提高了设施管理的效率,还延长了建筑的使用寿命和价值。

5 未来信息化技术在土木工程项目管理中的发展趋势

未来,信息化技术将在土木工程项目管理中继续发挥重要作用,推动行业朝着更高效、更智能化的方向发展。其中,人工智能(AI)和机器学习的应用将成为重要趋势。AI技术能够通过深度学习和数据分析,自动识别和预测项目中的潜在问题和风险。机器学习算法可以从历史数据中提取规律,优化施工计划和资源配置。通过人工智能的引入,项目管理者能够实现更为精准的风险评估、成本预测和进度控制。例如,AI驱动的智能调度系统可以根据实时数据动态调整施工计划,减少延误和成本超支。此外,基于自然语言处理的智能助手可以自动生成报告、分析项目文档,提高了信息处理的效率和准确性。

另一个关键的发展趋势是信息化技术与物联网(IoT)的深度融合。物联网技术通过将传感器和设备连接到网络,实现对施工现场和建筑物的实时监控和数据采集。未来,土木工程项目管理将更加依赖物联网技术来提升施工过程的透明度和控制能力。传感器能够实时监测施工现场的环境条件、设备状态和结构健康,并将数据传输到中央系统进行分析和处理。例如,通过传感器监测混凝土的温度

和湿度,能够实时调整施工参数,确保混凝土的质量。此外,物联网技术还可以用于智能建筑的维护管理,通过实时监控建筑设备的运行状态,预测故障并进行预防性维护,从而提高建筑物的安全性和使用寿命。

未来的信息化技术还将加强与区块链技术的结合,推动工程项目管理的透明化和可信度。区块链技术通过去中心化的数据记录和验证机制,确保数据的完整性和不可篡改性。在土木工程项目管理中,区块链可以用于合同管理、供应链追踪和项目审批等环节。例如,通过智能合约,项目各方可以在预设条件满足时自动执行合同条款,减少了人工干预和潜在的争议。此外,区块链技术还可以用于记录和验证工程进度、材料供应等信息,确保项目数据的真实性和可靠性。这种技术的引入将大大提高项目管理的透明度和信任度,减少了因信息不对称导致的风险。

6 结语

未来的信息化技术将极大地推动土木工程项目管理的进步。人工智能和机器学习将提升预测和优化能力,物联网技术将增强实时监控和数据采集,而区块链技术将确保数据的透明性和可信度。这些技术的融合不仅将提升项目管理的效率和精确度,还将为行业的智能化、透明化发展奠定坚实基础。展望未来,信息化技术的持续创新将为土木工程项目管理带来更多可能性和机遇。

[参考文献]

- [1]张博. 信息化技术在工程管理中的应用研究[J]. 价值工程,2023,42(10):156-159.
 - [2]刘雅琦,李立新. 信息化技术在土木工程教学中的应用[J]. 电子技术,2021,50(5):150-151.
 - [3]陆红梅,曾晓云. 基于BIM技术的土木工程专业毕业设计改革与实践[J]. 新课程研究,2020(36):14-16.
 - [4]马静芳. 利用信息化技术提升土木工程管理效果的策略[J]. 住宅与房地产,2019(25):114.
 - [5]郭涛,李鹏飞,郑显春. BIM技术优化工程类专业课程教学的实践研究[J]. 教育教学论坛,2019(49):260-261.
- 作者简介:景芳芳(1988.8—),女,毕业院校:大连理工大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:甘肃朴信建筑安装工程有限公司,职务:项目负责人,职称级别:中级工程师。

公路工程施工管理中的质量管控与提升策略

邵勇军

新疆生产建设兵团第十师交通运输服务中心, 新疆 北屯 836099

[摘要]随着经济的迅速发展和城市化进程的不断推进,公路建设需求与日俱增。在此背景下,公路工程施工管理成为了决定项目质量的关键因素之一。质量管理是确保公路工程达到设计目标、提高施工效率的关键手段。文章将探讨公路工程施工管理中的质量管控与提升策略。

[关键词]公路工程; 施工管理; 质量管控; 提升策略

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13669

中图分类号: U415

文献标识码: A

Quality Control and Improvement Strategies in Highway Engineering Construction Management

SHAO Yongjun

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

Abstract: With the rapid development of the economy and the continuous advancement of urbanization, the demand for highway construction is increasing day by day. In this context, highway construction management has become one of the key factors determining project quality. Quality management is a key means to ensure that highway engineering achieves design goals and improves construction efficiency. The article will explore quality control and improvement strategies in highway construction management.

Keywords: highway engineering; construction management; quality control; enhancement strategy

引言

在当前社会经济发展与交通需求的不断增长中,公路工程项目成为了连接各地的关键桥梁和纽带。工程的质量直接关乎公共安全、经济效率以及国民福祉,因此,构建一套科学、系统的公路工程施工管理机制成为重中之重。本篇文章旨在探讨公路施工管理中的质量管控措施及其提升策略。

1 质量意识与制度建设的重要性

树立强烈的质量管理意识是所有管理环节的前提。从管理层到一线作业人员都应当明白质量是公路工程的生命线。因此,加强员工培训、强化质量教育至关重要,确保所有参与方都充分认识到高标准质量管理的重要性和紧迫性。接下来,建立健全的质量管理体系和制度是实现有效控制的根本。这包括但不限于质量目标的制定、标准的建立、监控程序的落实、检查检验方法的明确等,这些都需要根据具体项目特点制定个性化方案^[1]。

2 施工阶段的质量管控措施

2.1 设计与技术方案评估

在进行设计文件的综合评估时,必须采取全面而严谨的方法,以确保所提出的设计方案在技术层面上具备可行性和安全性。这一过程不仅涉及对设计细节的逐一审查,还包括对设计理念与实际施工条件之间的匹配程度进行深入分析。首先,应对设计中的每个技术要素进行详细的检查,以核实它们在实施过程中是否足够稳健,并且符合相关的行业标准和法律法规。接下来的关键步骤是技术比

选,即通过对不同施工方案进行比较和分析,找出最适合该项目的选项。在这一环节中,评估团队会考虑多个因素,包括材料的选择、施工工艺的复杂性、工期的安排以及潜在的安全隐患等。通过量化这些指标,可以更为清楚地判断各方案的优劣,从而做出科学合理的决策。优选出成本效益最佳的施工方案也是此评估过程的重要部分。在确保安全和技术可行性的前提下,降低成本、提高资源利用效率是项目成功的关键。因此,评估应综合考虑各类费用,包括材料费、人工费及后期维护成本等,力求在有限的预算内实现最佳的设计效果^[2]。

2.2 材料和设备的质量管理

在建筑项目中,严格控制建筑材料和施工机械的质量是确保工程安全和顺利进行的关键环节。为了达到这一目标,首先需要选择信誉良好的优质供应商,与其建立长期的合作关系。这不仅能确保所采购材料的可靠性,还能在整体项目管理中形成良好的协作氛围。供应商的选择要基于对其历史业绩、资质认证及市场反馈等因素的综合评估,以确保材料性能符合设计要求。与此同时,实施严谨的检验程序也是至关重要的一步。所有到达工地的建筑材料需经过严格的入场检验,包括外观检查、尺寸测量以及必要的实验检测,以确认其是否符合相关标准和规范。此外,施工机械的检查同样不可忽视,定期的维护与保养也是保证设备正常运转的基础。只有通过一系列系统而科学的检验手段,才能有效避免因材料或设备缺陷导致的工程质量问题。特别是在处理特殊材料和大型设备时,需要建立专

项管理制度。这些材料和设备通常在使用阶段对安全性和功能性要求更为严格，其运输过程也须特别注意。因此，应制定详细的运输计划，明确每个环节的责任人，确保设备能够安全、准时地送达工地。一旦到达现场，立即进行状态检查，并记录相关参数，以便后续使用和维护时参考^[3]。

2.3 过程控制与监督

在施工过程中，严格实行质量检查和监理监督是确保工程质量的重要环节。除了传统的巡查方法外，利用现代科技手段进行高效巡查也变得越发重要。遥感监测技术、无人机巡检等新技术的运用，大大提升了施工质量监管的效率和准确性。遥感监测技术能够通过卫星、飞艇等高空平台实时监测工地活动及周边环境，分析施工现场的变化和影响，为监理部门提供及时而准确的数据支持。同时，无人机巡检技术则能够以灵活、快速的方式对施工现场进行全方位、多角度的监测，不仅可以及时发现潜在的质量问题，还可以帮助监理人员对施工过程中的关键节点进行精准监控。除了科技手段的应用，严格的质量检查也是不可或缺的一环。监理监督部门需要制定详细的检查计划和标准，根据工程特点、施工进度等因素，有针对性地进行检查，确保每个施工环节符合相关规范和要求。而一旦发现质量问题，监理部门要及时制定整改措施，追踪处理过程，并进行跟踪检查，以确保问题得到有效解决。

3 质量问题的预防和应急策略

3.1 建立应急预案体系

在现代企业的运营过程中，确保产品质量稳定，防范可能出现的生产、物流、技术或其他领域的潜在质量风险至关重要。为应对这些风险，企业应当建立健全的应急预案机制。这些预案不仅要细致全面，更应具备执行的可行性和高效性。具体而言，制定应急措施和组织演练可以提升企业的危机应对能力。预案的建立是一个集分析、策划、审核多环节的过程。它应当基于对可能发生的质量问题或突发事件可能性的评估进行编写，充分考虑各种可能发生的情景和影响因素。预案需包括紧急状态定义、风险等级划分、责任分配、处理流程及所需资源等。其中，责任人和参与方应当有明确的联系方式、响应时间和具体职责。模拟真实紧急情景进行演练，不仅可以测试预案的实际操作过程是否顺畅，还可以暴露计划中的漏洞与缺陷。这要求企业从管理层到基层操作人员都必须参与演练，并且确保每人都清楚自己的角色、行动路径和关键信息，从而有效提升团队协作作战的能力^[4]。

在每次的演练结束之后，要进行全面的回顾和评估，总结成功经验和问题点。基于反馈进行修改和完善预案，使之更为科学化和实用化。同时，也要注重教育与培训，持续提升全体员工的安全意识和业务能力，使其不仅能理解各自的工作，还能熟练操作在预案中定义的步骤。通过这样的体系化的构建与优化，应急预案的建立与管理成为

一种常态化工作，既能快速而有效地回应实际出现的质量风险，也能及时将风险控制在可管理的范围之内。最终目标是通过不断地改进与实践，形成一种持续的危机意识和响应效率提升的文化，在企业内建立强大的风险管理能力和应急处理能力，确保企业在面对各类风险挑战时都能够从容应对，维持生产的稳定性和市场竞争力。

3.2 质量问题溯源与整改

面对质量出现瑕疵的情况，企业的首要职责不仅在于修复已经暴露的问题，更在于深入挖掘其根本原因，以便于进行全面、系统且持久的整改，并制定一系列预防机制，以此达到从根本上防止同类问题重蹈覆辙的目的。这一过程不仅考验企业对于问题处理的专业性和敏锐度，更是其对品质承诺、责任意识的深层次反映。质量管理的最初步骤是对问题的具体情况进行细致分析。这包括但不限于：精确识别故障点，搜集有关产品或服务出现失误的所有信息，包括时间、频率、规模以及涉及的地域范围。在此阶段，采用全面的调查方法是至关重要的，可以是现场勘查，收集用户反馈，甚至是深度数据分析来还原问题发生的全貌。通过对这些信息的深入剖析，我们旨在揭露导致问题的根本因素，而这正是问题得以长期有效解决的关键点所在。找到问题背后的症结之后，接下来的工作是制定全面且具针对性的改正措施。这里，系统的思考和规划至关重要，从生产过程、供应链管理、服务质量控制等方面进行深入优化与调整。比如，针对产品设计可能存在缺陷的情况，通过加强产品研发环节的审评标准，引入更多的测试环节，可以大幅度提升产品的稳定性；针对管理流程存在漏洞的问题，可以强化员工的培训，完善内部沟通机制，确保信息流通无阻，提高响应速度和执行力等^[5]。

此外，持续改进是质量管控不可忽视的一部分。企业需要建立一套闭环的反馈机制，确保每当问题解决后，都对其进行效果验证和评估，总结经验教训。这不仅有助于检验整改成果的实效性，同时也鼓励企业在未来面临相似问题时能够快速迭代出最佳策略。在问题解决的基础之上，构筑一套完整的预防管理体系同样不可或缺。这一过程中需充分考虑到问题的根本原因，通过风险预测模型分析可能导致未来质量问题的因素，进而设定预防措施。比如通过技术创新提升产品质量，优化工艺流程减少错误率，建立健全的质量监控网络，在生产线前端进行更细致的品控检查，同时加强对原材料采购环节的质量把控等。更重要的是，构建一种全员参与的质量文化，培养每一名员工的质量意识，让每个人都参与到质量的保证过程中，将质量融入到企业文化之中，形成自我驱动的良好循环。通过教育和培训，提高员工的职业素养和服务意识，促使他们主动发现问题并提出改善方案，从而从根本上提升整体的服务品质 and 工作效率^[6]。

总之，在应对和解决问题时保持科学严谨的态度，在解决之后实施彻底改进和建立有效预防机制，是确保持续

提升品质、满足客户需求的关键策略。通过这一系列系统化的过程,企业不仅能克服当下面临的问题挑战,还能构建起长久稳定的竞争优势。

3.3 质量追溯机制

为了保障工程质量,提高客户信任度,企业建立健全的质量追溯体系成为了行业发展的新趋势。这一创新管理措施能够有效地追踪并解决任何可能发生的质量问题,确保了从建材源头到每段工艺,再到最终成品质量状况有清晰且完善的记录。质量追溯体系首先基于信息化平台实现建材来源的追溯。在原料采购阶段设立严格的筛选标准与准入规则,对供货商资质进行全方位评估,从源头保障原材料的质量。对于采购回来的原材料,每一批材料都将经过严格检测,确保符合企业规定的性能、尺寸及环保标准,并详细记录其供应商、批次、入库时间、使用范围等信息。这不仅增强了透明度,也为后期追溯问题产品来源提供了坚实依据。在制造工序层面,建立健全的质量追溯机制同样重要。将工序分段细化,每一个加工节点都设有专属的负责人负责品质检验。每一道流程完成后的成品都要进行质量评定,详细记载包括操作步骤、工人工号、使用的机械设备及时间、产品检测结果及状态等信息。如此一来,任何细微瑕疵都可在发生问题时快速查证,追溯责任人及整个流程中可能的问题点^[7]。

为构建完善的链条闭环效应,产品出库阶段亦设置了专门的标签追踪功能,确保成品的每一个流转记录均可被精确追索至源头。通过与仓储物流系统的联动,每个产品不仅拥有唯一的追溯码,还能够在整个分销、运输甚至售后服务链上实时更新状态与问题反馈。这样,从生产、检验、销售到最后交付用户的手,全过程皆可透明展示,为客户提供绝对的质量信心。同时,建立健全的质量追溯机制也是提升企业应急处理能力和风险管理水平的关键。一旦发现产品质量存在问题,通过追溯系统的即时数据同步和多维信息分析能力,可迅速定位故障原因,快速反应以减轻潜在损失,同时提供明确的产品追踪和处理流程报告给相关各方,有效避免法律风险,维护品牌声誉。最后,质量追溯体系的推广不仅限于产品端,同样覆盖了供应商管理环节。通过引入合作方考核评价机制,定期复核供应商绩效与品质管理表现,鼓励供应商不断提升自我服务质

量与响应速度。在建立长期稳定合作伙伴关系的基础上,共享先进的管理经验和数据,促进建材产业的整体升级和高质量发展。通过这样的质量追溯体系建设,企业能够更加精准、高效地进行问题分析与管理,极大地提高了决策的科学性与前瞻性,同时也为客户提供了一种高度信赖的安全保障,成为行业内的典范与领导者。

4 创新与科技助力的质量提升

引入智能工地平台、BIM 建模、物联网等现代信息技术手段,在施工管理和质量控制上发挥重要作用。比如利用 BIM 技术实现设计与建造无缝衔接,实时更新信息,提高施工精准度;借助大数据分析预测可能出现的质量隐患点,实现预防为主的管理目标。

5 结语

综上所述,公路工程施工中的质量管理和提升不仅依赖于完善的制度与标准执行,还需要不断创新管理方式、技术应用和人员培训模式。通过上述综合措施的有效实施,可以显著提升公路工程的整体质量,保障工程的安全性、可靠性和长久耐用性。

[参考文献]

- [1]贺宇仙.公路工程施工规范化与科学化管理的措施[J].城市建设理论研究(电子版),2024(13):158-160.
 - [2]周涛.县乡公路工程施工管理中质量与进度的合理控制分析[J].大众标准化,2024(7):16-18.
 - [3]杨海魁.公路工程施工质量管理与质量控制策略研究[J].运输经理世界,2024(10):59-61.
 - [4]张倩.公路工程施工技术管理及养护措施分析[J].大众标准化,2024(2):76-78.
 - [5]谢房军.公路工程施工质量管理对工程质量的影响分析[J].工程建设与设计,2023(22):212-214.
 - [6]董少华.公路工程施工存在的问题及质量控制措施研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(18):133-135.
 - [7]冀文俊.公路工程施工过程中的质量控制与管理[J].城市建设理论研究(电子版),2023(10):103-105.
- 作者简介:邵勇军(1985.3—),毕业院校:新疆农业大学,所学专业:农田水利,当前就职单位名称:新疆生产建设兵团第十师交通运输服务中心,就职单位职务:副主任,职称级别:副高级。

梁柱式门式墩钢盖梁分段方式及运输方案的研究

齐晓明

湖南中铁五新重工有限公司, 湖南 长沙 410300

[摘要]随着铁路建设越来越密集,新建铁路和既有铁路相交的频次很高,门式墩作为新建铁路和既有铁路相交时处理对既有线的保护起了很好的保障作用。而门式墩钢盖梁在施工中由于可以先进行厂内预制,然后再进行现场吊装,这种方式既减少了封锁要点的频次,又极大化地保证了既有线施工的安全,成为新老铁路线相交的首选设计,越来越多地得到了建设单位和施工单位的支持与推崇。如:新建京福铁路、新建郑徐客专、新建连盐铁路、新建连徐铁路、新建连镇铁路、新建徐盐铁路、新建福州铁路、新建商合杭铁路、新建包银铁路、新建安九铁路、新建合安铁路、新建宣绩铁路、新建集大原铁路、新建沿江铁路盐通段、新建沿江铁路、新建沪苏湖铁路、新建湖杭铁路、新建昌九铁路、新建昌景黄铁路、新建荆荆铁路、新建广湛铁路等等都采用门式墩钢盖梁跨线的方式施工,其技术已经熟练应用于各类铁路施工工程中。

[关键词] 梁柱式; 门式墩; 分段; 运输

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13675

中图分类号: U445.4

文献标识码: A

Research on the Segmental Method and Transportation Scheme of Steel Cover Beam for Beam Column Portal Piers

QI Xiaoming

Hu'nan China Railway Wuxin Heavy Industry Co., Ltd., Changsha, Hu'nan, 410300, China

Abstract: With the increasing density of railway construction, the frequency of intersection between new and existing railways is very high. Portal piers play a good role in protecting existing lines when new and existing railways intersect. The portal pier steel capping beam can be prefabricated in the factory before on-site hoisting during construction, which not only reduces the frequency of blocking key points, but also maximizes the safety of existing line construction. It has become the preferred design for the intersection of new and old railway lines, and is increasingly supported and respected by the construction unit and construction unit. For example, the construction of the Beijing Fuzhou Railway, Zhengzhou Xuzhou Passenger Dedicated Line, Lianyungang Yancheng Railway, Lianyungang Xuzhou Railway, Lianyungang Zhenjiang Railway, Xuzhou Yancheng Railway, Fuzhou Xiamen Railway, Shanghai Hefei Hangzhou Railway, Baotou Yinchuan Railway, Anqing Jiujiang Railway, Hefei Anqing Railway, Xuancheng Jixi Railway, Jining Datong Yuanping Railway, Yantong section of Yanjiang Railway, Yanjiang Railway, Shanghai Suzhou Huzhou Railway, Huzhou Hangzhou Railway, Nanchang Jiujiang Railway, Nanchang Jingdezhen Huangshan Railway, Jingmen Jingzhou Railway, Guangzhou Zhanjiang Railway, etc. all adopt the construction method of portal pier steel cover beam crossing, and its technology has been proficiently applied in various railway construction projects.

Keywords: beam column; portal piers; segmentation; transportation

引言

随着门式墩钢盖梁应用的实例越来越多,为了适应各种施工场地的需求,全国现有的门式墩钢梁结构大体已经分化为 4 种结构类型,而每种类型施工时对场地的要求、封锁时间的要求、采取的吊装方式、安全防护措施均有所不同。本章就重点地对其中现行的结构之一梁柱式门式墩钢盖梁的分段及运输进行详细介绍并对比说明。

1 定义

梁柱式门式墩钢梁是由1根钢横梁和2根钢立柱组成的门型钢结构,一般使用在新建高铁与既有高铁线相交处,作为桥梁的下部结构。钢横梁长度根据左右墩柱的实际跨度尺寸确定,钢横梁高一般为2.8~3m,宽3~3.3m,钢立柱长5.7m,高2.6m,宽3.3m。立柱底部与已经浇注的

混凝土墩柱采用预埋法兰（预埋锚杆）螺栓连接后，外包 40cm 厚度的 C40 混凝土（后浇注），混凝土高度 5m，预留 0.7m 外露。内部全部填筑 C40 混凝土至钢梁底部。结构类型见图 1 和图 2 所示。

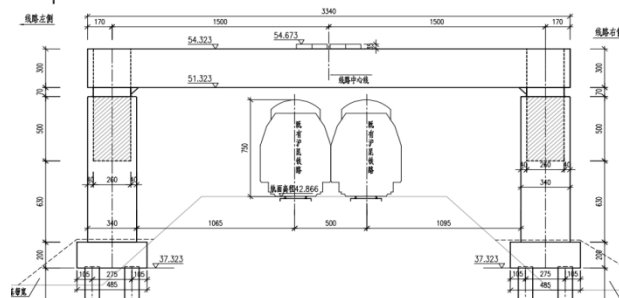


图 1 门式墩钢盖梁立面图

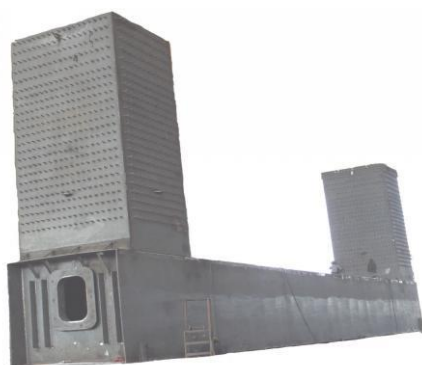


图2 门式墩钢盖梁结构实物图

2 分段方式介绍

由于在设计图纸中其结构为整体结构,厂内实际加工时既无法翻身又不能运输,必须对钢横梁和立柱进行分段,所以合理的分段不仅要考虑门式墩的受力情况,还要考虑加工质量的优质性、运输过程的可行性、安全性以及安装的便捷性。门式墩钢盖梁分段是产品生产加工的首要技术要点,直接影响到后续工序的正常进行,对其分段的工艺分析及介绍可以帮助施工单位正确领悟施工方法,减少施工成本及方法。下面就简单介绍一下梁柱式结构门式墩钢盖梁常见的分段方式。

(1) 分段方案一: 一字型整体横梁+一字型立柱, 见图3(a)、(b)。

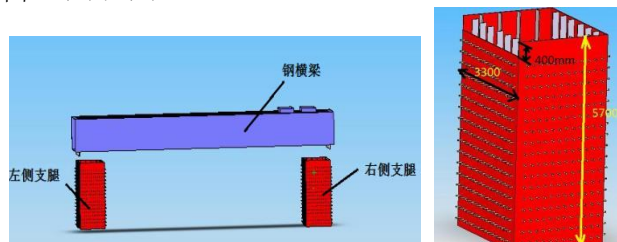


图3 一字型整体横梁+一字型立柱分段图(a), 一字型横梁+一字型立柱分段图(b)

这种分段的特点是: 钢横梁采用整体结构, 立柱有三个面是从钢横梁的底部下盖板处分段, 只有一面(外侧)采用插入式结构, 确保焊缝不在同一平面上, 满足钢结构施工规范要求。

(2) 分段方案二: 一字型分段横梁+一字型立柱, 见图4(a)、(b)。

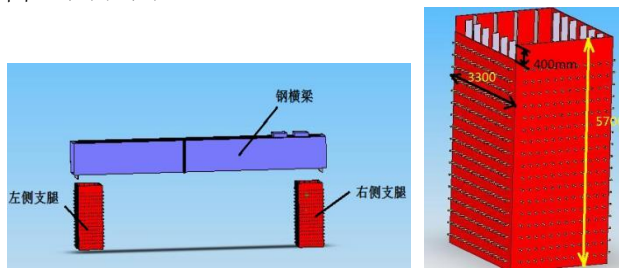


图4 一字型分段横梁+一字型立柱分段图(a), 一字型横梁+一字型立柱分段图(b)

这种分段的特点是: 钢横梁分成2段或2段以上, 立柱有三个面是从钢横梁的底部下盖板处分段, 只有一面(外侧)采用插入式结构, 确保焊缝不在同一平面上, 满足钢结构施工规范要求, 与方案一不同的仅仅是钢横梁的分段方式。

(3) 分段方案三: 一字型分段横梁+L型立柱, 见图5所示。

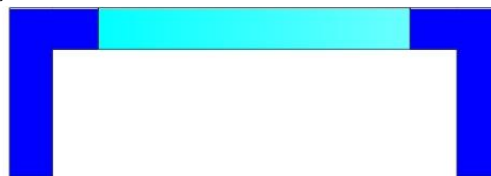


图5 一字型分段横梁+L立柱分段图

这种分段的特点是: 考虑到结构受力的复杂性, 减少钢立柱变形影响, 梁柱采用L型分段方式。但是这种方式的拼装难度和运输难度将会增加, 成本也较方案一、二高, 常见于钢梁总长度较长的情况下, 一般推荐数值为36米及以上。

(4) 分段方案四: 门型整体横梁+一字型立柱, 见图6所示。

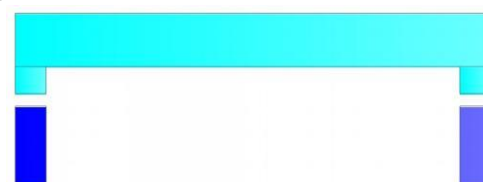


图6 门型整体横梁+一字型立柱分段图

这种分段的特点是: 钢横梁采用整根制作, 但两侧各带了1米左右的柱脚(俗称牛腿), 而钢立柱的加工总长度要减去一个柱脚的长度。这种分段方式主要是考虑钢横梁与立柱连接柱脚部位的受力较为复杂, 弯矩比其他部位大, 为了保证钢横梁与立柱连接部位的焊缝质量, 设计工程师要求其焊缝尽可能在工厂内焊接完成, 避免现场施工时因外界环境因素对焊缝造成的质量破坏缺陷。但是这种分段实际上是对钢立柱的一种破坏, 将一根钢立柱分成了上下两部分。值得肯定的是因为钢立柱的分段焊缝最终埋入了混凝土中, 即使焊缝存在一点点质量缺陷也不影响使用和钢横梁的美观度。

(5) 分段方案五: 门型分段横梁+一字型立柱, 见图7所示。



图7 门型分段横梁+一字型立柱分段图

这种分段的特点是: 除了钢横梁与方案四不同外其他

均相同。主要是因为施工现场的运输道路无法保证钢横梁整根抵达安装场地,不得不将钢横梁分成2段或2段以上。这种分段会造成施工现场要花费较长的时间对钢横梁分段进行拼接,而天气条件成为焊缝质量是否合格的首要制约条件,现场施工成本和施工周期一般都比较较高。

不同的分段对于运输会产生一定的影响,下面针对对不同分段给运输带来的影响进行介绍。

3 不同分段对应的运输方式介绍

梁柱式钢盖梁结构公路运输的主要难度是钢横梁运输。因其自重、钢梁长度较长,要求运输转弯半径大,对坡度要求较高,故不同的装车方式影响的效果不同。钢立柱为箱型结构,无论何种分段其运输难度远远小于钢横梁的运输难度,且除方案三外其他四种分段方式的钢立柱装车方案基本一致,故在此只重点介绍钢横梁对公路运输的影响。

(1)按分段方案一,其公路运输装车方式如图8所示。

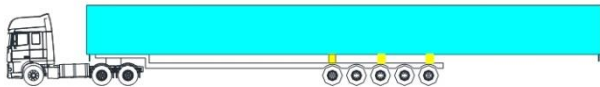


图8 一字整根横梁装车图

这种装车运输方式为:钢横梁两端伸出约400mm的钢板,该钢板最终是在现场和钢立柱对接在一起焊接。注意伸出的钢板不宜过长也不宜过短,一般在200mm-450mm之间。因为太短不满足钢结构施工规范对分段的要求——“分段不宜在同一截面上,且最小间距不小于200mm”。待钢横梁装车后,前段伸出的钢板要错开运输车的车厢,下沉到车厢以下,以减低运输货物的整体高度,同时避免钢板受压后变形。一般运输车的气泵箱比车厢板低450mm左右,当伸出钢板超过450mm时,刚好会碰到运输汽车的气泵箱,造成气泵破坏。

这种运输方式要求运输道路宽敞,进场道路有足够的转弯半径,运输途中干涉少的情况下,运输前一般要求专业的运输公司进行实地考察,确保方案可行后执行。

这种运输方式的优点是:①钢梁整根抵达现场后需要较短的准备周期就可以具备吊装条件;②钢横梁整根制作减少了分段拼接的环节,产品质量好;③运输过程中对坡度的要求较低,钢梁尾部不容易着地,最大允许坡度为 5° ,适合大部分公路通行条件,见图9所示。

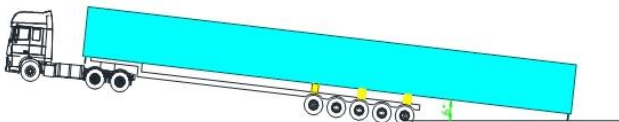


图9 一字整根横梁运输最大爬坡示意图

(2)按分段方案二,其公路运输装车方式如图10所示。



图10 一字分段横梁运输装车图

这种装车运输装车方式与方案一基本相同,因为钢横梁分成2段或2段以上,除了运输长度发生变化外,其运输的高度、宽度没有发生变化。这种运输方式常用在运输道路没有足够的转弯半径时选择。

优点:①运输重量轻,要求的转弯半径小,运输成本低;②比方案一运输速度快,运输周期短,安全性高;③适合于大部分运输道路要求。

缺点:①钢横梁分段抵达现场后需要较长的时间拼装,现场需要的场地大、施工周期长;②钢横梁分段产生的焊缝过多,不利于产品质量的优质性;③运输需要的车辆多。

(3)按分段方案三,其公路运输装车方式如图11所示。



图11 一字分段横梁(不含L型立柱)运输装车图

这种装车运输装车方式与方案二基本相同,钢横梁两端各被分出去一部分与钢立柱组成L型,但两端分出的部分长度不宜过长,一般在1米左右,否则与钢立柱组成L形状后,L型立柱运输时立放就是超高,平放就会超宽,均会增加运输的难度,所以钢横梁依然保持较长的长度,与方案一相比两端少了伸出的400mm左右的钢板。

优点:①运输重量较方案一略轻,转弯半径大于方案二但略小于方案一;②运输过程中对坡度的要求较低,适合于大部分公路运输。

缺点:①钢横梁分段抵达现场后需要较长的时间拼装,现场需要的场地大、施工周期长;②钢横梁分段产生的焊缝过多,不利于产品质量的优质性;③L型立柱与钢横梁拼装时需要提前搭建临时支架将钢横梁固定,否则拼装过程容易失稳;④现场施工成本较高。

(4)按分段方案四,其公路运输装车方式如图12所示。

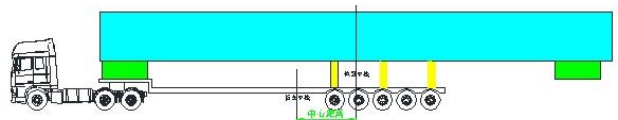


图12 门型整体钢横梁运输装车图1

这种分段对公路运输装车影响最大,操作的可行性最差,一般不建议这种分段方式。具体原因如下:

按照《大件运输专用车辆》(QC/T 1149—2021)行业标准的规定,大件运输是指载运单个不可解体物品时,货

车的总长度、总宽度、总高度、总质量和轴荷参数至少有一项超出 GB 1589 规定的道路运输。门式墩钢盖梁属于大件运输范畴,需要采用液压悬挂挂车或专用低平板半挂车,装货前和卸货后准备时间较长,运输成本也相对比较高。而 0.8m 低板运输车底盘离地面很近,不合适平整度较差的临时便道运输,且当货台高度离地面 0.8m 时,挂车与牵引头连接的鹅颈头高度达到了 1.25m。半挂车结构形式见图 13 所示。



图 13 半挂平板车结构实物图

按照图 12 的装车方式,钢横梁前端脚柱(牛腿)放置在鹅颈头上,后端用木方与货台固定,故采用 0.8m 底板运输车时,钢梁脚柱距离地面的最小高度为 1.25m,一般高度为 2.5~3.5m,运输车的车厢板(货台)距地面高度为 0.8~1.65m。而门型钢横梁因增加了 1m 多的脚柱(牛腿)其高度达到了 3.5~4.5m,其运输高度最少需要 4.75m ($3.5m+1.25m$),而最大运输高度达到了 6.15m ($4.5m+1.65m$),超过 5m 时采用公路运输的方式,全国 90%以上的桥梁涵洞无法通行,运输可实施性差。现行的门式墩钢梁大部分高度在 2.8m 到 3.3m 之间,故带 1m 柱脚的大部分钢梁的运输最小高度达到了 5.05m ($3.8m+1.25m$),所以这种装货方式亦不适合大部分门式墩钢盖梁的运输。另外,当钢梁带有 1 米的脚柱(牛腿)装车时,与车厢板(货台)接触的部分只有柱脚(牛腿)部分,接触面少,运输过程安全性低。

为了降低运输高度,装车时可以将门型整体钢横梁前端从鹅颈头直接移到货台上,让整根钢梁向车厢板(货台)后方移动,形成了新的装车方式,见图 14 所示。

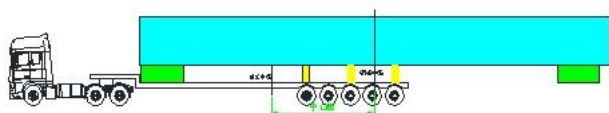


图 14 门型整体钢横梁运输装车图 2

按照图 14 的装车方式,钢横梁前端脚柱(牛腿)放置在货台上,中部用木方与货台固定,故采用 0.8m 底板运输车时,钢梁脚柱距离地面的最小高度为 0.8m,一般高度为 2.5~3.5m,而门型钢横梁因增加了 1m 多的脚柱(牛腿)其高度达到了 3.5~4.5m,其运输高度最少需要 4.3m ($3.5m+0.8m$),理论上可以满足运输要求。即使现行的门式墩钢梁大部分高度在 2.8m 以上,故带 1m 柱脚的大部分钢梁的运输高度达到了 4.6m ($3.8m+0.8m$),所以这

种装货方式理论上也适合大部分门式墩钢盖梁的运输。

但是这种装车方式在实际运输中的操作性仍然很差,安全性极低。我们调查和咨询了大部分运输公司,此种装车方案均得到了否定的答案。具体原因有如下几条:

a、装车后钢梁重心偏后,靠近车厢板(货台)的尾部附件,如果钢梁前端不加载配重,在运输爬坡的过程中易于造成钢梁溜坡、下滑,造成重特大事故出现。

b、钢梁尾部悬出车厢板(货台)较长,运输车辆紧急制动或加速时,容易造成钢梁与车厢板(货台)出现相对滑动,影响车辆的制动性,容易造成刹车失灵或车辆追尾。

c、运输过程中转弯半径过大,尾部干涉几率高,对运输道路要求高。

d、高速公路运输时,因隔离带护栏的标准高度为 800mm,刚好与钢横梁脚柱(牛腿)离地高度一样,进入匝道转弯时钢梁尾部脚柱很容易碰到隔离带护栏,容易造成车辆侧翻或隔离带严重破坏。

e、运输爬坡过程时,当采用图 14 的装车方式时,允许的最大爬坡坡度仅为 3° ,否则钢梁尾部的脚柱(牛腿)底部会与地面干涉。以城市道路为例,公路在设计时速 20km/h 时最大纵坡为 9%,经技术经济论证,可增大到 10%。城市道路在设计时速 20km/h 时最大纵坡为 8%,经技术经济论证,可增大到 9%,转化为角度约为 4.5° ~ 5.2° ,北方平原地区的坡度较小,南方山丘地区的坡度较大,所以当采用图 14 的装车方式运输的可行性范围很小。

为了确保门型结构整根横梁的运输,作者与多家大件运输公司进行讨论、洽谈且抵达多个项目现场进行调研,最终确定将门型整根横梁靠近车头的一端脚柱采用现场焊接,另一侧出厂前焊接的方式进行装车优化,这样既可以确保运输的高度满足通行要求,又能满足运输过程的爬坡要求,大大增加了运输过程的可操作性和安全性,见图 15 所示。

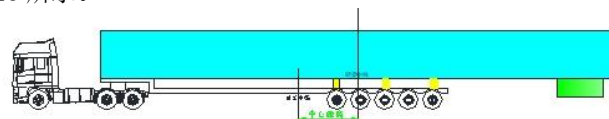


图 15 门型整体钢横梁运输装车图 3

按照图 15 的装车方式,钢横梁前端放置在鹅颈头上,中后部用木方与货台固定,故采用 0.8m 底板运输车时,钢梁尾部脚柱距离地面的最小高度为 0.45m (1.25 ~ $0.8m$),低于高速公路的隔离带护栏 800mm 高度,且离地面太近,要求的爬坡角度不足 1.5° ,满足不了运输要求。而采用车厢板(货台)高度为 1.2m 板车运输,其鹅颈头高度,超过了隔离带护栏的高度,且爬坡角度达到了 5° 左右,满足运输道路要求。

由于钢梁前端脚柱(牛腿)取消,装好车的钢梁最小运输高度 4.65m ($2.5m+1.65m$,钢横梁按 2.5m 高计算时),

最大运输高度 5.15m (3.5m+1.65m, 钢横梁按 3.5m 高计算时)。当实际运输装车高度要求小于 5m 时, 反推计算可满足高度为 3.35m 以下所有钢横梁的运输, 适合现有铁路门式墩钢盖梁施工案例中大部分钢横梁的运输。

(5) 按分段方案五, 其公路运输装车方式如图 16(a)、(b) 所示。

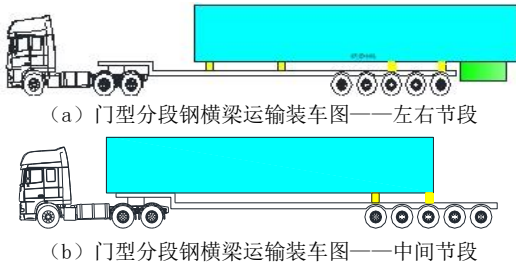


图 16 门式墩分段运输图

按照图 16(a)、(b) 的装车方式, 门型分段钢梁左右节段的运输高度、爬坡角度与图 15 完全一致, 门型分段钢梁中间节段的运输高度、爬坡角度与图 11 完全一致, 满足运输要求。但这种分段结构运输到现场后需要对节段进行拼装, 现场施工成本高, 与前述的分段方案二提到的现场影响因素一致, 在此不再重复赘述。

4 结论

综合上述对梁柱式门式墩钢盖梁分段方案一至分段方案五的优缺点及运输方式的描述, 再根据作者的 actual 项目施工经验, 从安全性、优质性、经济性, 对方案一至方案五进行比选, 从优到劣进行排列顺序如下:

方案一 → 方案二 → 方案三 → 方案四 → 方案五

其中方案五的装车方式要优化成一侧脚柱(牛腿)现

场焊接。采用方案三时, 虽然运输上可以实现, 但现场需要搭建临时支架进行拼装, 现场所需的施工成本高, 故排在最后一位。

5 结束语

由于既有线要点施工作业为高铁建设中的重点性控制工程, 而门式墩钢盖梁由于安装过程中需要跨过既有铁路线上方, 所以是既有线要点施工的工程之一, 对施工过程的安全要求非常高。通过对门式墩钢盖梁分段方式及运输方式的研究, 提供一种最为合理、安全、经济的施工方案是十分必要且有益的, 它的应用对高铁施工建设的安全性提供了理论依据, 是门式墩钢盖梁专业施工方案从业人员必不可少的参考资料。

【参考文献】

- [1] 中铁二十三局集团有限公司深汕铁路项目经理部. 深汕施桥(参)-09 新建铁路深圳至深汕合作区铁路施工图跨厦深铁路特大桥 7#-12#钢门式墩[D]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2022.
 - [2] 中国铁路总公司建设管理部. Q/CR9211-2015 铁路钢桥制造规范[S]. 北京: 中国铁路总公司, 2015.
 - [3] 中华人民共和国汽车行业协会. QC/T 1149—2021 大件运输专用车辆[S]. 北京: 中华人民共和国工业和信息化部, 2021.
 - [4] 中交一公局集团有限公司. JTG/T 3651-2022 公路钢结构桥梁制造和安装施工规范[S]. 北京: 中华人民共和国交通运输部, 2022.
- 作者简介: 齐晓明(1981—), 男, 机械设计高级工程师, 技术总监。

基于桁架式钢结构空中连廊施工技术的探讨

张 勇

中国建筑第七工程局有限公司, 河南 郑州 450000

[摘要]随着建筑技术不断地发展,人们研究出了很多的技术,其中,钢结构桁架式连廊的使用率较高,因为它具有很多优点如:轻巧方便携带,便于使用,可以用于难度较高且结构复杂的工程中。文中将通过案例去讲解桁架式钢结构空中连廊施工技术,采用该工艺,可以快速地进行工作,提高工作的效率,这种工艺的应用性广,使用高,它可以减少高空作业量,保障工作人员的安全问题,希望文中的研究对以后的钢拱连廊工程都能提供参考。

[关键词]桁架式;钢结构;空中连廊;施工技术

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13693

中图分类号: TU758.1

文献标识码: A

Discussion on the Construction Technology of Aerial Corridor Based on Truss Steel Structure

ZHANG Yong

China Construction 7th Engineering Division Corp., Zhengzhou, He'nan, 450000, China

Abstract: With the continuous development of construction technology, many techniques have been researched. Among them, the use of steel truss type corridors is relatively high because it has many advantages such as being lightweight, convenient to carry, and easy to use. It can be used in difficult and structurally complex projects. The article will use case studies to explain the construction technology of truss steel structure aerial corridors. By adopting this technology, work can be carried out quickly and work efficiency can be improved. This technology has wide applicability and high usage, which can reduce the amount of high-altitude work and ensure the safety of workers, so as to provide reference for future steel arch corridor projects.

Keywords: truss type; steel structure; aerial corridor; construction technology

引言

随着社会的不断发展,城市的建筑也越来越多样化,空中连廊以它独特的设计风格而受广大设计师的喜欢,并且空中连廊设计可以将空间利用得更加的全面,与通常的空间布局有着很大的区别。对于更高层的建筑使用空中连廊,设计者会使用桁架式钢结构作为设计的主要方法,但也会随之产生很多的问题。因为该种架构方式具有,装精度高,吊装难度大以及施工工序繁杂等诸多难点,基于此,本文将以前实际工程为案例对桁架式钢结构空中连廊施工技术展开分析。

1 桁架式连廊概述和钢结构优势

1.1 桁架式连廊

钢结构桁架式连廊是特殊的架构体系,拥有很好的硬度以及稳定性,由多种构件组成,分别是由桁架构件以及梁柱等支撑性构件构成。桁架构件利用三角形具有稳定性的特点进行构造从而抵抗变形和扭转力,梁柱受纵向压力较大。桁架式连廊的受力路径为,桁架构建,可以通过受力传递将承载的重量合理且均匀地分配给各个支撑构建,从而达到整体受力均匀,使得结构稳定。桁架构件由几何形状以及材料的特点可以决定其具有刚度大,强度高,可以很好地抵抗外部力量而造成的变形等特点。桁架式连廊结构可以根据现实需求进行合理的设计,这样不仅可以节

省材料,节约成本,也可以使得结构更加地稳定,以及根据需求而达到所需要的强度。

1.2 钢结构材料具有优越性

一是钢材强度大、硬度高。和其他的材料相比,如混凝土和木材等,钢材拥有很好的强度,可以承受更多的重力,从而让整个结构更加的稳定和安全。刚才的硬度也很高,可以减少由于外界物体的碰撞而造成的变形,从而提高材料的使用寿命,以及确保了结构的稳定性。二是钢材具有很好的延展性以及可塑性。钢材在受到外力的冲击时会产生一定的变形,而外力的冲击力在进入钢材内部时则转化为一种能量,这种能量被钢材吸收且传送至各个位置从而减少了外部力量对于结构的影响,刚才的延展性以及可塑性,使得钢材在地震等严酷的环境中拥有很好的抗震效果以及韧性。三是钢材不易被腐蚀。采用合理的保护措施,如涂上防腐材料以及使用不锈钢等,可以很好地防止钢材在某些环境下发生一定的腐蚀,从而提高钢材的使用寿命。四是钢材结构可以更好地用于施工,钢材可以适用于各种施工环境以及需求,能够很好地达到速装速拆,提高施工的效率,减少工作成本。从以上四点可看出,利用钢结构材料进行施工,能够有效保证工程的质量,提升结构的稳定性,保证工程的顺利施工,所以,在绝大多数跨度较大的结构工程中,会用到钢结构,以此提升大跨度

结构的稳定性和施工安全性。^[1-3]

2 项目概述

该项目为综合写字楼, 高端酒店以及商业区等多种建筑融合, 该项目中的主塔楼, 有两座高层楼塔组成, 存在较长的连廊跨区域连接, 本项目的桁架式钢构位于东西主楼塔之间, 主要有钢拱站结构层, 拱上梁柱等结构以及6层型钢桁架结构, 中间横向跨度较大, 大约为55m, 而且边部的横向跨度达到了85m, 平面的整体宽度为60m, 整体来看, 该工程的施工难度较大, 连廊所涉及区域较多, 在施工时需要综合考虑各方因素, 保证建筑结构的稳定性, 确保工程能够顺利施工。以下将对此项目的桁架式钢结构展开讨论。^[4]

3 施工难度

(1) 钢结构的差别较大: 钢结构的差度大, 钢结构的平面并不是规则的, 而是那种不规则的梯形, 因为钢结构的差度较大以及形状是不规则的, 所以它的控制度以及拼装的难度都很大。(2) 安装高度高: 钢结构的安装高度较高, 因此, 对于施工现场的所有工具, 都有着更高的要求。施工现场的安全也是非常重要的, 为此需要提出更为精准且安全的措施, 以保证施工人员的安全以及提高工作的效率。(3) 场地空间条件限制: 工作区域下方是扩展式地下室结构对施工工具的吨位具有一定的限制, 而周围的施工场地, 或者是临时施工场地都要离钢结构安装区域远, 那么工作时的吊装施工难度就会加大。(4) 钢结构的受力很复杂: 第八层采用工程钢结构, 屋面层主梁采用的是两层空间桁架式大型箱形截面组合式钢梁吊柱悬挂, 不同层采用的结构不同, 例如高层采用钢结构, 而低层和中间层采用单独的钢连廊结构, 钢梁尺寸已和其他的构件吨位比较大。(5) 工期短: 施工合同中, 该项目的结构阶段时间短, 因此, 需要对资源的投入以及钢结构安装部署都需要提出一个合理的安排, 以此确保能够在工期内完成工作。

4 施工关键点分析

工作时间紧张, 和多种施工作业都有一定的联系, 其中有很多不稳定的因素。该工程是某市代表性的建筑, 是一项重要的工程, 必须在一定的时间内完成且投入使用, 不仅要进行钢拱连桥安装施工, 而且塔楼部分的一些与之相关的工作也要同时进行, 确保工程能够在一定的时间内完成, 所以该工程的施工任务非常的艰难; 节点制作安装的精度要求高。该项工程钢拱连桥造型独特复杂制作要求高, 在工程开始施工之前, 首先要了解设计图纸, 确保设计图纸的科学性与合理性。在施工时要保证施工人员了解设计图纸以及在工程施工时能严格按照设计图纸正确操作, 保证施工的顺序以及同时确保安装的精准度。由于本连廊的结构多变, 施工难度较大, 在进行设计与深化施工时, 设计人员要最大限度地扩大工程标准点的范围, 减少复杂

构件的类型, 降低工程的难度, 减少构件的数量, 以便提升整体结构的精准度, 降低复杂度, 缩小施工范围, 提高工程的施工效率。总之, 在进行本工程设计图纸时, 综合考虑多方面因素。除了工程的施工难度之外, 还要考虑施工时间以及施工人员的安全性, 所以要将设计与图纸进行优化, 全面降低连廊结构的复杂性, 保证工程能够高质量完成。

5 施工技术的选择

对于行架式钢结构施工目前有高空散装法、分块安装法、整体吊装法、整体提升法、整体顶升法多种施工方法。根据不同的工程类型选择不同的施工方法, 采用合适的施工方法, 能够有效降低工程的难度, 提升工程的质量。针对本工程主要采用分段旋转起扳顶升施工方法, 由于工程连廊跨度较大且高度较高, 对于部分组件要进行拆分重组, 减少构件数量, 减少工程施工量, 降低塔吊的使用率, 减少构建的数量, 扩大工厂的用地范围, 保证施工人员能够在施工现场顺利安全施工。

6 桁架式钢结构施工技术

6.1 总体施工顺序

从下到上依次安装, 先安装底层6榀钢拱杆件, 然后安装3~5层柱梁构件, 最后安装6层型钢桁架, 这样就完成了安装工作。

6.2 桁架式钢结构拼装和关键技术

6.2.1 施工流程

施工时流程为: 先搭设钢拱放线和支撑架, 然后将钢拱构件分段进行拼装, 再搭设提升支撑架, 然后将钢拱构件旋转起扳提升进行安装, 最后一步较为复杂, 为将跨中嵌补段钢拱杆件安装, 这个安装是将中间2榀提升步骤相同的钢拱同时完成提升安装, 然后再对南北两个方向, 剩下的四榀钢拱分别进行提升安装。

(1) 钢拱的取样和支撑架的搭设。首先, 对半榀钢拱的长度进行取样, 取样的部分不包含东西半榀钢拱的中间部分, 中间部分作为补充的, 要在最后进行单独安装。在拼装的过程中, 先拼装一侧的半榀钢拱, 再拼这一侧的半榀钢拱时, 在未拼装的钢拱下方搭建一个低空的型钢支撑架。(2) 钢拱构件进行分批安装。在塔楼一侧的钢拱根部进行安装, 并且在钢拱根部安装转轴。一侧的半榀钢拱分段杆件按照顺序进行依次拼接完成。根据前面的安装流程, 对另一半的半榀钢拱进行拼装, 完成另一侧的半榀钢拱大部分杆件的安装与前面半榀钢拱的位置如果发生了冲突, 那么就暂时停止安装, 等到前面的半榀钢拱完成提升后, 再根据情况进行安装, 以此来提高工作效率, 减少工作失误。(3) 前半榀钢拱构件旋转起扳提升安装。在之前拼装的半榀钢拱上安装提升支撑架, 然后在钢拱两侧分别设置支撑架, 在这两个支撑架的上方, 再设置一个提升横梁, 当横梁构架完成后, 再在横梁上安装一个提升设备,

每个工具的高度都要根据现实情况进行裁量,以确保不会出现失误,造成工作逾期。当采用提升设备时,要先将拼装完成的半榀钢拱旋转起扳提升到固定的高度然后进行安装,然后再将剩下部分进行拼接安装。(4)之后的半榀钢拱构件旋转起扳的提升安装。根据前半部分的安装流程,搭设后半部分的安装提升支架,利用提升设备将后拼装的设备根据同样的方法提升至安装高度。(5)跨中嵌补段钢拱杆件安装。最后吊装2个半榀钢拱中间的跨中嵌补段钢拱杆件。

6.2.2 支撑架构造

每半个工具的提升都要在工具的两侧各设置一个提升支撑架,同时在支撑架的顶部要再设置一个梁及挂设提升设备。那么六榀钢拱就需要24副提升支撑架。提升支撑架高,每副由八个塔吊标准节构成,而每个标准节之间都采用固定的螺栓去固定,这样可以减少工作的失误,提高工作的安全率。为了在施工中保持支撑架的稳定性,在支撑架的两侧,用绳子将其固定。在钢拱连桥下方的地下室顶板结构上设置提升支撑架,在撑架底部设置一个转换钢梁支座。

6.2.3 拱脚转轴安转

钢拱的分段杆件需要进行提升安装,并且每榀钢拱两端的拱脚也需要设置一个转轴,以便在工作时能够更好地完成工作减少工作失误,提高工作效率。每个地方的钢拱转轴节点有两组转轴,而每组转轴都由各个部位组成,而转轴的设置就在钢拱杆件和对接部位的下方。

6.2.4 工艺的特点

根据液压技术去提升施工技术,对钢拱杆件采用旋转起扳提升的施工技术进行安装。利用液压同步提升技术的原理为采用液压提升器作为提升机具,用柔性钢绞线作为承重索具。(1)为了更好地控制工作时的安全性以及质量需要在地面进行钢构件的组装焊接以及喷漆等工作。(2)利用钢构件的起吊,可以降低高空作业量,从而确保工作时的安全,减短液压提升工作效率使安装过程更快速,从而提升工作效率。(3)因为液压提升设备具有体积小,重量轻、灵活性强、方便运输等优点,所以它更方便用在提升大质量的构件。以此来提高工作效率。减小工作成本。

(4)提升临时结构可以根据自身结构的特点进行设置从而减少工作成本。(5)液压提升器锚具能够进行反向运动自锁,这个特点可以提高在工作时的安全性,也可以减少工作时的失误率。(6)每一个提升器都具有独立性,且精确度高,在工作时可以单独控制每一个部位。^[5]

6.3 3、5层钢柱、钢梁安装

对于3-5层的钢柱和钢梁安装,首先要对拱间水平支

撑进行安装,在安装时,从下往上安装,首先将3层的钢梁安装,完成之后对5层的钢梁采用分块安装的方法进行安装等,将所有的榀钢拱安装完之后再依次向上对钢柱及3层的钢梁进行安装,在完成之后对5层的结构的钢和柱梁构件进行分层安装,总之,在进行3到5层的安装工作时,要依次分层进行安装。

6.4 6层钢桁架安装

对于第六层的钢桁架安装时,首先要搭建第六层的临时支撑架构,然后在架构之上进行钢桁架构的分段安装,分段安装之后再对第六层的拱连桥的安装,在安装之前要对第1榀型钢桁架进行支撑结构的安装,在具体安装过程中,首先在两侧进行分段的框架的组装,然后两侧安装完之后进行中间段的安装,当第1榀型钢桁架的安装完成之后,再将其与周边的建筑物的框架进行连接,连接时要保证连接的稳定性,然后再进行第二榀型钢桁架的安装,仍然是按照第一层的构造进行安装,然后再将分层之间进行连接,逐步形成稳固的架构。其他架构都是按照此种方式进行组装,当所有的钢桁架构完成之后要进行所有层次的连接,最后保证整个钢拱连桥结构的完整性和稳定性,最终整个钢桁架构安装完成。

7 结束语

本文以某工程为背景对桁架式钢结构空中连廊施工技术进行分析,对施工技术的选择进行研究,对于拱形钢桁架采用了特殊的方法进行安装,其他的构件就采用了较为简单的分块安装法进行安装,这两种方法的使用可以降低工作的难度,提高工作的质量,节省工作时间,确保工作在一定的期限内完成。同时,也确保了施工的安全,降低了塔吊的使用率,这为以后的类似工程提供了一定的参考。

【参考文献】

- [1]侯冲,彭银,刘正.探析钢结构桁架式通廊结构性能优化研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(5):0102-0105.
 - [2]徐松林.某项目大跨度钢结构连廊整体提升施工技术[J].住宅与房地产,2024(14):35-37.
 - [3]刘上鑫,王平,吴碧莲,等.中小型钢结构空中连廊工程施工技术分析[J].四川建材,2022,48(11):120-122.
 - [4]杨飞,郭延义.大跨度异形桁架式钢结构液压整体提升技术的应用[J].建筑施工,2018,40(9):1531-1534.
 - [5]谭灵君.中山大学北校园医学科研楼连廊结构施工技术[J].建材发展导向,2023,21(19):141-143.
- 作者简介:张勇(1995.10—),男,民族:汉族,籍贯:湖北黄冈,学历:本科,职位:工程师,研究方向:房建工程施工。

市政工程施工中的软基加固技术探究

常久洲

河北润尔水利工程有限公司, 河北 承德 067000

[摘要] 在市政工程施工中, 软基加固技术是确保工程稳定性和长期使用性能的关键技术之一。文中集中讨论了在市政基础设施建设中普遍采用的软土地基处理技术, 涵盖了预压加固、深层搅拌、静力触探和排水固结等多种方法, 并对每种技术的优势、局限性和适用背景进行了详细分析。文章对多种加固技术进行了全面的分析和对比, 目的是为市政工程中的软基处理提供科学参考, 推进相关技术的发展与应用。

[关键词] 市政工程; 软基; 加固技术

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13683

中图分类号: TU753

文献标识码: A

Exploration on Soft Foundation Reinforcement Technology in Municipal Engineering Construction

CHANG Jiuzhou

Hebei Run'er Water Conservancy Engineering Co., Ltd., Chengde, Hebei, 067000, China

Abstract: Soft foundation reinforcement technology is one of the key technologies to ensure the stability and long-term performance of municipal engineering construction. The article focuses on the commonly used soft soil foundation treatment techniques in municipal infrastructure construction, covering various methods such as preloading reinforcement, deep mixing, static penetration testing, and drainage consolidation. The advantages, limitations, and applicable backgrounds of each technique are analyzed in detail. The article provides a comprehensive analysis and comparison of various reinforcement techniques, with the aim of providing scientific reference for soft foundation treatment in municipal engineering and promoting the development and application of related technologies.

Keywords: municipal engineering; soft foundation; reinforcement technology

引言

在进行市政工程建设时, 经常遭遇软基土壤这一挑战, 其低承载力和高变形性对项目的坚固性和可靠性构成了显著威胁。伴随着工程技术的持续创新, 众多创新的软基加固方法随之诞生, 并在实际操作中获得了显著的成就。在工程实践中, 针对不同建筑物或结构物的具体情况, 必须作出明智的决定, 挑选最适宜的结构加固策略。这一决策过程涉及到对众多因素的深入考量, 包括各种加固技术适用的具体情境、预期的增强效果、现场操作的具体标准, 以及经济和时间资源的合理分配。本研究目的在于审视在市政建设领域中, 软土层加固的多种技术手段, 评价它们在现场施工中的表现, 并据此为工程项目提供理论支持。

1 软基的基本特性与问题

软基土壤是指那些具有低承载能力、高压缩性和高变形性的土层, 通常包括淤泥、淤泥质土、黏土和湿陷性黄土等。较大孔隙比和较低密度共同构成了其独特的物理属性, 同时伴随着较高水分含量, 这些物理属性进一步引致了承载能力不足和高变形性这两个显著问题。在城市建设过程中, 经常会遇到软土基础引发的沉降问题, 这种不均匀的沉降现象, 对现有建筑和公共基础设施的稳固性构成了显著风险^[1]。

在进行软土地基的处理工作时, 遭遇的施工环境极为

复杂, 易于变化, 诸如地下水位上升或下降、土壤湿度增减等, 加之施工活动本身对地基的干扰, 这些因素都有可能改变地基的物理与力学特性。针对所面临的问题, 有必要采纳高效的软土地基加固策略, 以增强其承载力, 降低形变, 并保障工程的长期稳定与安全, 对软基的基本特征与存在的难题进行深入了解和研究, 将有助于市政建设中对相应加固技术的精准选用与应用, 这进而会对提升工程建设项目的总体品质与作业效率产生正面影响。

2 软基加固技术概述

2.1 预压加固法

针对软土地基, 预压加固法施加预定外部载荷, 促使土层沉降与固结, 进而增强其密度与支撑力, 旨在降低潜在的后期沉降风险。在软性基础之上, 通过堆积砂土或石料等材料, 借助材料自重实现软土层的密实处理, 此法称为天然沉降预压法, 随着时间流逝, 土体内部孔隙中的水分分离出, 导致土体的密度上升, 进而使其承载能力得到增强。在实际运用该技术时, 必须注意其所需的固结周期较长, 并且堆载的垂直尺寸可能对邻近环境造成不良影响, 因此应用时应细致评估, 通过采用不透水膜遮盖地基并在其内部创造负压条件, 真空预压法则得以实施。

实际运用预压加固技术, 不仅经济效益显著, 而且收获了实质性的效果保障。借助土体的自结特性, 此方法省

去了繁多建材与繁复机械,显著降低了建造费用,在大规模市政工程,如港口、公路、机场的建设中,针对软基地面采用预压加固技术,能够显著增强地基稳定性,堆载高度与预压时间的调整,使得预压加固法的效果能在一定区间内实现灵活调控,展现出较大的可变性。在建筑施工过程中,对邻近构筑物及地下设施的稳定状态进行连续追踪及评估,确保施工活动不会引发周边地表及地基的异常变动。作为一种针对软性基础的加固手段,预压加固法凭借其成本效益比高、效果显著的特点,适宜于对大面积浅层软基进行加固作业,该技术在具体施工时,需根据不同工程的具体条件以及环境要素,进行细致合理的设计与执行^[2]。

2.2 深层搅拌法

采用深层搅拌技术,对软性基础设施加固,此法涉及将固化剂如水泥或石灰直接混入软土之中,据此产生的固化体具备较高的强度与较低的渗透性,进而赋予软基更大的承重能力与更稳定的特性。专门搅拌设备是该方法的关键,它负责将固化剂平均分布于软土层中,通过机械搅拌实现固化剂与软土的彻底混合,促使物理化学反应的发生,由此产生了固结体。在具体实践中,针对软土特性、施工需要及环境因素,会选择合适的固化剂和搅拌技术。在土壤加固过程中,所选用的固化剂将显著影响最终加固成果,各类固化剂与软土的交互作用速度及其成效各不相同。通常情况下,水泥作为常见的加固物质,能够迅速与松散土壤进行化学反应,产生坚硬的结合体。在特定的环境约束下,如存在酸性土壤或水分含量过高的软土,为了达到更佳的处理效果,可能需选用石灰或其他类型的化学稳定剂^[3]。

在建筑施工过程中,钻具与搅拌机械的运作深度及速率,需针对软土层的厚度和特性进行精确匹配。在建筑施工的阶段,必须实施对搅拌操作的连续观察,以维护桩体混合的均一性与垂直定位,防止不均匀加固或搅拌不彻底的问题。深层搅拌法被广泛运用在多种场合,从市政项目如道路和桥梁的加固。在软土处理行业,深层搅拌技术作为一种广泛适用且高效的软基加固手段,扮演着至关重要的角色。伴随着施工设备与技术的持续进步,这项技术的应用预计将拓展至更为辽阔的领域。

2.3 静力触探法

原位测试技术中,静力触探法通过将带有传感器的圆锥探头以恒定速度推入地基土,实时测量土层阻力、孔隙水压力及摩擦阻力等参数,用以评估地基土的力学性质。在软土层勘察及加固设计领域,一种高精度、高效且可重复的方法得到了广泛应用,静力触探法所能提供的连续土层剖面信息是其核心优势,这一方法能揭示土层性质随深度的变化,对于软土层较厚且土层变化复杂的场地尤为适用。在软土地基加固的工序中,静力触探技术扮演着关键角色,它负责准确测定土壤的承载能力和压缩特性,从而为加固设计方案的制订提供了必要的技术支持。工程师通

过测定土壤样本的阻力,估算出土层的物理性质,如剪切强度和黏聚力等关键参数,这些参数对于选择合适的加固设计方案和施工技术具有决定性作用。静力触探法能够对土层进行识别,特别是其中的弱层和软层,为加固施工提供预警和指导,有效避免施工过程中可能出现的风险。

合金制成的探头,因其抗腐蚀与高耐磨特性,保障了在不同土质环境下保持测试的精确度,探头以恒定速度(通常是2厘米/秒)被推进土中,此过程记录土体对探头的阻力变化,由静力推进装置完成,经过处理,收集到的数据被用来生成土层连续剖面图,该图则为工程设计提供了准确的土层资料。静力触探法这种技术手段,有其固有的适用范围限制,土体孔隙水压力的测量值,会受到土壤含水量和颗粒组成等土壤特性因素的明显影响,尤其在饱和度高的软土或砂土条件下,所测得的压力往往偏高,这可能会引起对土体性质的评估误差。在应对坚硬土壤层次的过程中,静态触探技术可能遭遇探头行进速度的制约,进而对准确度产生不利影响。在实际运用场合,一般会融合诸如标准贯入试验(SPT)与剪切波速测定等额外测试手段,对其进行复合分析,这样可以提升对地基土壤特性评定的准确度。静力触探法与其他测试手段结合时,能显著提升软基加固工程项目的设计精确度和施工品质,这有助于确保施工安全及工程长期的稳定性^[4]。

2.4 排水固结法

在软土层中构建排水通道,以加快孔隙水的排出,进而促进土体的固结,此举能显著提升土体的承载能力和稳定性,该方法已在广泛的工程技术领域中得到应用。本策略的本质在于借助外部加载作用引发土壤的压缩性形变,并通过高效的排水系统快速排出孔隙中的水分,以此降低土壤含水量,进而增加土壤颗粒间的有效应力,最终实现土体的加固。一种是通过真空泵产生负压,助排土中水分;另一种是在地表增加负载,提升土体的压应力。采用排水固结法,可以有效提升软土地基的承载能力,同时降低其沉降与变形,还能缩短建设周期。在大规模软土地基的处理工程项目中,该技术措施能够促进土壤的均匀固结,同时减少工程后续运作中的潜在沉降问题。在应对高含水量软黏土及淤泥质土地基时,排水固结法显示出显著的适用性,通过构建竖向或水平的排水通道,如砂井或塑料排水板,可以对固结的时间与程度进行有效控制,从而实现预期的加固成效。

实际施工过程中,为实现土体预定的固结程度,需对排水固结法进行细化规划与操作执行,全面关照土体初始属性、现场施工情况及其所追求的固结效果。在施工前期,需对地质状况进行全面调研,以此确认软土层的厚度、孔隙比及含水量等关键指标,进而优化排水通道的布局及其数量。荷载的尺寸及其施加方法对土体的固结速度及成效有着决定性的作用,在实践中,通常依据土体的抗压特性

与固结需求来决定堆载的尺寸和真空负压的强度。在建筑作业的进行中,对地基的下沉和孔隙水压力进行动态观测是必不可少的,这关系到固结步骤能否顺畅执行的保障。排水固结法虽然在软土地基加固中效果突出,但其操作过程遭遇诸多考验,排水系统中排水通道的拥堵可能导致排水效率降低,进而延长土体的固结周期,或引起固结程度的不均匀性。在高地下水位或复杂水文地质环境下,排水固结的成效可能受到制约,此时,须采纳附加手段(例如增设水平排水系统或其他加固技术相结合)以保障固结成效。排水固结法,这一软基加固技术,通过促进孔隙水的快速排出,显著增强了软基地面的承载能力和稳定性。排水固结法在软土处理工程中扮演关键角色,通过合理的设计和精心的施工管理,能够有效应对实施过程中的技术难题,从而确保工程的高质量 and 安全性^[5]。

3 软基加固技术的应用案例

实际工程领域广泛采用了一种名为软基加固的技术,这一技术在处理诸如市政项目、道路与桥梁建设以及地下工程等软弱地基的问题上发挥了重要作用,成功实施的具体实例充分证明了这些技术的效果和适用范围。在某项规模宏大的市政道路建设项目中,鉴于工程区域位于河流冲积形成的平原地带,遭遇了地下柔软土层既厚又含水量异常高的挑战,常规的地基加固手段未能达到工程所需的承重标准。针对特定工程问题,专业团队综合运用了预压加固与深层搅拌两种技术,共同构成了一个完整的技术处理计划。在施工区域,通过施加预压荷载的方法,促使软土实现逐步固化,并构建排水系统,以便加速孔隙水的排出过程。通过深层搅拌技术,将水泥基固化剂深植于软土层中,并进行充分搅拌,以此构筑出具有高强度的固结体。此项目得以顺利完成,其中地基的承载能力得到了显著增强,进而确保了施工过程的质量与进度^[6]。

针对所遭遇的挑战,一个专业的工程团队采纳了静力触探技术,以此对地质进行深入调查,从而准确地获取了软土层的分布状况及其强度属性。在这一过程中,针对特定的土壤结构和深度,运用了真空预压加固技术,该技术通过真空泵生成负压,以促进孔隙水的快速排出,同时结合塑料排水板的安装,保障了固结过程的均匀一致性,该

计划实施后,成功遏制了地基下沉,从而确保了港口建设进度的流畅性。在后续的持久运用中,港口设施展现出了卓越的稳定特性以及对沉降的有效抵抗能力。在某项高速公路的施工过程中,遇到了沿线复杂地质的挑战,特别是一些路段遇到的深厚软土地基,加之该地区雨季期间水位波动显著,这些因素共同提升了地基处理的复杂性。该工程项目中,专业团队采取了包括排水固结和桩基加固在内的多种技术手段,在软土地基的排水固结过程中,运用砂井技术构建垂直排水体系,并通过地表加载施加额外压力,从而促进软土的快速固结。在固结作业结束之后,为提升地基的稳固性与强度,采用了预制桩基础的方法进行进一步加固,通过采用这一技术组合方案,成功克服了软基沉降问题,确保了高速公路的结构安全及其长期的运营效果^[7]。

4 结束语

在市政工程领域,应用软基加固技术,成功克服了软弱地基对施工造成的困难,显著提高了工程质量和持久性。技术进步带来的创新,为市政基础设施建设中的加固工艺赋予了更加关键的角色,确保了城市地基的稳固性。

[参考文献]

- [1]田庆彪. 讨论市政工程施工中的软基加固技术[J]. 中华建设, 2024(1): 160-162.
 - [2]高兆雄. 市政工程施工中的软基加固技术分析[J]. 江西建材, 2021(8): 124-126.
 - [3]黄立雄. 探讨市政工程施工中的软基加固技术[J]. 居舍, 2021(24): 65-66.
 - [4]杨清凯. 市政工程施工中的软基加固技术分析[J]. 住宅与房地产, 2021(7): 237-238.
 - [5]柴明. 讨论市政工程施工中的软基加固技术[J]. 四川水泥, 2020(7): 281-284.
 - [6]邓富勇. 讨论市政工程施工中的软基加固技术[J]. 建材与装饰, 2020(12): 41-42.
 - [7]马丽红. 市政工程施工中的软基加固技术探讨[J]. 科学技术创新, 2020(1): 139-140.
- 作者简介: 常久洲(1989.6—), 男, 河北省承德市承德县人, 汉族, 大专学历, 就职于河北润尔水利工程有限公司, 从事市政工程相关工作。

基于物联网技术的机电施工作业安全管理研究

周大伟 郑金龙 任欢 王治宇 刘艳婷
中建一局集团安装工程有限公司, 北京 102600

[摘要]在当今高度技术化的工作环境下, 机电施工行业正处于深刻的变革之中。为确保高效、安全的工作环境, 利用物联网(IoT)技术成为现代施工安全管理中的重要策略之一。物联网是指通过网络实现物体之间相互通信与连接的技术体系, 其在机电施工作业安全管理中发挥着重要作用。利用物联网技术, 可以实时监测设备运行状态, 提高作业效率, 有效预防事故发生, 从而确保工作场所的安全稳定。这种技术的应用不仅简化了施工流程, 还大幅提升了管理效率和安全性, 为整个行业带来了巨大的改变。

[关键词]物联网技术; 机电施工作业; 安全管理; 研究策略

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13679

中图分类号: TP277

文献标识码: A

Research on Safety Management of Mechanical and Electrical Construction Operations Based on Internet of Things Technology

ZHOU Dawei, ZHENG Jinlong, REN Huan, WANG Zhiyu, LIU Yanting
China Construction First Group Installation Engineering Co., Ltd., Beijing, 102600, China

Abstract: In today's highly technological work environment, the electromechanical construction industry is undergoing profound changes. In order to ensure an efficient and safe working environment, utilizing Internet of Things (IoT) technology has become one of the important strategies in modern construction safety management. The Internet of Things refers to a technological system that enables communication and connection between objects through a network, and plays an important role in the safety management of mechanical and electrical construction operations. By utilizing IoT technology, real-time monitoring of device operation status can be achieved, improving work efficiency and effectively preventing accidents, thereby ensuring the safety and stability of the workplace. The application of this technology not only simplifies the construction process, but also greatly improves management efficiency and safety, bringing tremendous changes to the entire industry.

Keywords: Internet of Things technology; mechanical and electrical construction operations; safety management; research strategy

引言

随着物联网技术的不断发展与应用, 其在机电施工作业安全管理中的价值日益凸显。物联网技术通过实时数据采集、远程监控等功能, 为机电施工作业安全管理提供了强有力的支持。本文将探讨基于物联网技术的机电施工作业安全管理研究策略, 以期为相关领域提供有益的参考。

1 物联网技术赋能机电安全管理系统的优势

1.1 实时监控与远程控制

通过部署传感器等物联网设备, 可以实现对施工环境的全面监测和管理。这些智能设备可以实时监测施工现场的湿度、温度、气体浓度以及机械设备的运行状况, 同时也可以监测工作人员的安全状态, 从而最大程度地确保施工环境的安全性和稳定性。借助物联网技术, 我们不仅可以实现数据的实时采集和分析, 更可以建立起一套完善的预警机制, 及时发现并避免危险情况的发生。这包括针对湿度、温度和气体浓度异常的警报提示, 以及对机械设备运行异常的早期预警, 从而保障施工现场的安全和稳定。此外, 我们还可以通过远程操控特定设施来确保操作的精准性和安全性^[1]。例如, 可以远程开启/关闭设备、照明

系统, 以及进行远程设备调节, 从而实现远程施工环境管理, 为施工人员提供更加智能的工作环境, 提高工作效率和安全水平。

1.2 数据驱动的决策支持

物联网所收集的大量数据能够为管理层提供有力支持, 通过深度分析和综合利用, 生成全面、精准的安全态势报告。这些报告将帮助管理层准确识别和评估潜在的安全隐患, 为制定科学有效的安全管理策略提供重要参考依据。基于这些数据驱动的分析 and 预测, 管理层可以更加精准地识别可能存在的安全风险, 并及时采取相应的安全干预措施。这种精准的预测和干预能力将大大提高安全管理的效率和准确性, 实现更为智能化的安全防范与管理。此外, 通过对物联网数据的综合分析, 还可以实现对资源的优化配置。管理层可以根据数据分析结果, 有针对性地配置安全资源, 优化投入产出比, 从而在保障安全的前提下实现资源的最大化利用。

1.3 人员安全管理的强化

穿戴式智能设备, 如智能安全帽和工服集成设备, 已经成为现代企业管理安全和生产的利器。这些设备可以实

时记录员工的位置和活动情况,并结合电子围栏技术设置安全区域警戒,为员工提供了全面的安全保障。通过这些智能设备的应用,管理团队可以及时了解员工的位置和活动情况,提高对员工安全的关注和保障。一旦出现违规移动或接近危险区域等情况,系统会自动发出警报,提醒员工和管理团队采取必要的措施,以确保员工的安全。此外,这些智能设备还可以帮助管理团队更好地了解员工的工作状态和生产情况,为生产调度和管理提供数据支持。因此,穿戴式智能设备在保障员工安全的同时,也能提高生产效率和管理水平,是当前企业安全管理的重要工具之一^[2]。

1.4 应急预案的自动执行

在制定物联网系统的安全警报条件下的应急处理程序时,必须考虑各种可能的风险和突发状况。一旦系统检测到任何预设的安全警报条件,它将立即启动相关的预设方案,以减少事故可能造成的负面影响。这些预设方案可能包括但不限于紧急疏散、医疗救护、自动关闭危险装置等措施。通过自动化的应急处理程序,我们可以最大限度地减少人为错误或延迟导致的事故影响。此外,在设计这样的系统时,还需确保其具备可靠性和稳定性,以便在关键时刻可靠地执行应急方案。系统必须能够及时准确地识别并响应各种警报条件,并根据不同情况进行相应的应对措施。同时,还需要考虑到不同场景下的个性化需求,例如在特定行业或环境中可能需要特殊的应急处理方案。

2 物联网技术在机电施工作业安全管理中的应用

2.1 实时数据采集与监控

当涉及到机电施工设备的运行数据采集时,物联网技术以其强大的传感器和设备连接能力发挥着重要作用。这些传感器可以实时监测设备的温度、压力、振动等参数,将数据实时传输至中心系统进行分析。通过对这些数据的深入分析,可以及时发现设备故障的潜在风险,并提前预警,从而有效地预防事故的发生。此外,利用物联网技术还可以实现远程监控和操作,使得工程人员可以随时随地对设备进行监测和调节,提高了工作效率和安全性。这种智能化的监测与预警系统不仅大大减少了设备维护和故障检修的成本,也为施工现场营造了更加安全、稳定的工作环境,为相关行业的发展提供了可靠的技术支撑^[3]。

2.2 远程监控与管理

利用物联网技术实现对机电施工设备的远程监控与管理,为安全管理带来了新的可能性。这一技术突破了地域限制,使得施工现场的安全管理不再依赖于管理者所在的具体位置。通过移动设备,管理者可以随时随地获取关于施工现场的详尽信息,包括设备运行状态、工作环境情况等,做到随时了解施工现场的实时情况。同时,利用物联网技术进行远程监控,还可以实现对安全隐患的及时发现和整改。一旦发现任何安全隐患,管理者可以立即采取相应措施,从而避免事故的发生,确保施工现场的安全。

这种远程监控与管理的模式大大提高了安全管理的效率和及时性,为施工现场的安全保障提供了强有力的技术支持。物联网技术的应用将为施工现场安全带来革命性的变革,成为安全管理的重要利器。

2.3 数据分析与优化

对采集的数据进行深度分析,可以获得丰富的信息,包括设备的运行规律、事故高发环节等关键内容。这些数据分析结果将成为安全管理决策的宝贵支持,有助于企业优化安全管理制度和流程,提升施工现场的整体安全水平。通过对设备运行规律的分析,管理者能够了解设备的工作状态和运行趋势,从而制定更加精准的维护计划和预防措施,降低设备故障和事故的发生概率。同时,深入分析事故高发环节所得到的信息可以揭示安全隐患的根源和规律,为安全管理部门提供针对性的改进建议,促使企业改善安全管理流程和工作规范。这种基于数据分析的安全管理模式,将为企业的安全生产工作注入更加科学和智能的因素,为施工现场的安全保障提供更加有力的支持。数据分析将成为安全管理的重要工具,帮助企业不断提升安全管理水平,确保施工现场的安全稳定^[4]。

3 基于物联网技术的机电施工作业安全管理研究策略

3.1 建立完善的安全管理体系

企业构建完善的安全管理体系是保障数字化运营安全的关键环节。在当今高度连接、信息密集的企业环境里,集成物联网(IoT)技术能显著提升整个系统及各业务领域的安全性与可靠性。这不仅是适应时代潮流的选择,更是企业在面对不断演变的风险环境中,保持竞争优势、确保数据资产安全和业务连续性的必需举措。物联网不仅仅是技术工具,而是一套生态系统,涵盖了广泛设备与节点间的实时交互、数据收集、处理和分享等过程。因此,必须设立详细的策略和规程,包括但不限于设备接入的安全审查机制、数据传输与储存的安全措施以及远程接入与权限管理的规定。通过建立健全的数据安全策略、访问控制规则、加密技术应用以及紧急应对流程,企业能确保物联网系统不受到未授权使用、恶意攻击或数据泄露的风险。

通常情况下,需要有跨学科的合作框架,让IT部门主导技术层面的安全优化、运营人员关注实时系统运作状况及潜在异常情况、HR部门提供员工培训和安全意识提高计划、法律和合规部则确保符合相关的数据保护法规。这样协同一致的行动才能有效防范物联网安全威胁,同时最大化利用其提供的商业价值与便利性。最后,安全文化的建设同样不可或缺。全员参与的安全意识培训、案例学习、最佳实践分享等手段有助于提升整体组织对安全重要性的认识,并培养预防风险的思维方式。在强调安全的同时,也应该注重激发创新动力,推动企业利用最新的技术和解决方案应对新的网络安全挑战,形成可持续的安全防

护体系^[5]。

3.2 加强人才培养与团队建设

企业要想在快速发展的市场环境中站稳脚跟,不仅要求企业具备技术创新能力,还必须拥有卓越的人才团队。尤其是在物联网技术迅速普及与应用的背景下,如何有效地整合这些尖端技术资源,已经成为众多企业管理者不可回避的话题。针对物联网技术的深度理解和应用,企业必须加大人才培养力度,不仅包括对最新技术原理的学习,还要深入研究物联网安全、设备管理和优化等方面的实践经验。这种人才培养应当贯穿企业各个层级,从高层领导到一线技术人员都需要掌握一定的物联网专业知识。定期的培训计划不仅能够使员工跟上行业的发展步伐,还能增强他们的创新思维 and 实践能力。通过建立完善的知识库分享机制、开展技术研讨会、鼓励自主学习,企业可以打造一支既有专业理论水平、又能熟练操作物联网技术的人才队伍。

对于机电施工领域,也需要强化技能培训,以确保企业施工项目的安全与高质量完成。这不仅仅涉及对机电工程基本理论和实操的熟悉掌握,还需了解最新工程技术标准、安全管理规范以及新兴的技术趋势,例如自动化控制技术、绿色施工理念等。为此,企业可设置相应的专业技能培训课程,并邀请行业内外专家进行讲授,或引入先进培训机构,实现人才培训的国际化视野。此外,定期的实践操作与实地考察也是提高专业素养的重要手段,可以让员工直接接触到最前沿的机电工程项目,更好地理解并实践其学到的知识。除此之外,组建一个专业的安全管理团队对企业而言至关重要。这一团队应该汇集各类相关领域的人才,不仅有扎实的行业知识与专业技能,更重要的是,成员之间应有良好的沟通协作,能在面对各类风险时,提供及时、有效的解决措施。团队成员不仅要具有敏锐的风险评估能力,对安全事故的预防、应急预案的制定以及事故后的修复有独到见解;还需要具备较强的问题解决和沟通协调能力,能协调各方资源,优化安全管理流程^[6]。

3.3 深化技术应用与创新

企业应当在持续优化其安全管理体系的同时,积极拓展物联网技术在机电施工作业管理与安全防护领域的潜在作用。物联网,作为连接万物的技术体系,为解决施工过程中存在的诸多安全风险提供了崭新思路与方法。企业在引入物联网技术的过程中,应当重点构建全面而精准的设备状态监测系统,比如实时采集设备振动、温湿度、工作负载等关键参数,通过大数据分析对可能出现的过载、

腐蚀或磨损等预兆性问题做出预警。这种方式相比传统的定期维护检查更加高效和精确,能在事故发生的前夜及时发现并处理,显著降低意外停机的风险。

基于定位跟踪技术的设备位置管理系统能够帮助企业管理人员准确掌握施工现场设备和操作人员的实际状况。通过在设备上植入定位芯片,企业可以实时监控设备的地理位置与运动轨迹,有效防止设备丢失或误用。同样地,对于关键作业现场,如高空作业、危险品搬运等,定位设备还可实时监测工作人员的工作状况,提供必要的安全提醒或自动干预,在紧急情况下的生命保障起到了不可替代的作用。此外,物联网结合智能算法的应用也能极大地提高安全管理决策的质量与时效性。通过整合气象数据、历史事件信息、现场监控视频等多源信息进行综合评估,人工智能系统能够在第一时间识别并推荐最佳应对措施,辅助管理层在突发安全事件中做出迅速而恰当的反应。同时,借助预测模型对安全隐患进行预测分析,可以在事故发生前制定预防计划,有效减少事故的发生概率和潜在影响^[7]。

4 结语

基于物联网技术的机电施工作业安全管理研究策略对于提高施工安全性、降低事故风险具有重要意义。企业应充分利用物联网技术的优势,建立完善的安全管理体系,加强人才培养与团队建设,深化技术应用与创新,强化合作与交流,不断提高机电施工作业安全管理的水平。

【参考文献】

- [1]陶利兵. 机电设备安装工程的安全风险识别分析与评价[J]. 装备制造技术, 2024(7): 113-116.
- [2]张征. 基于物联网技术的高速公路机电设备监控系统分析[J]. 交通世界, 2024(16): 181-183.
- [3]孙亮. 人工智能在高速公路机电设备预测性维修中的应用研究[J]. 中国交通信息化, 2024(1): 114-116.
- [4]洪春媛. 物联网技术在高速公路机电系统建设中的应用[J]. 交通科技与管理, 2024, 5(3): 192-194.
- [5]陈志英. 高速公路机电工程施工中的安全管理与风险控制策略[J]. 工程技术研究, 2023, 8(20): 117-119.
- [6]陈浩, 王硕新, 佟浩铭. 建筑机电工程施工安全隐患排查与治理技术[J]. 建筑机械化, 2023, 44(10): 77-80.
- [7]周昊. 基于 BIM+物联网的机电施工可视化质量管理体系[J]. 物联网技术, 2023, 13(9): 124-126.

作者简介: 周大伟(1984.3—), 工作单位中建一局集团安装工程有限公司, 毕业学校和专业: 重庆大学给排水工程。

浅述混凝土施工技术在土建施工建设中的应用

李剑男

北京外交人员服务局, 北京 100100

[摘要] 混凝土施工技术是土建施工建设中至关重要的一环, 其应用直接影响到工程的结构强度、耐久性和施工效率。本篇论文旨在探讨混凝土施工技术在土建工程中如何进行配制、浇筑、养护, 并分析其在不同项目中的应用情况。研究表明, 伴随着技术的持续进化, 当代混凝土构造施工作业, 在施工品质、进度以及环境适应性诸多层面, 已实现了明显的优化提升。文中经过对前沿混凝土技术在工程实践中的应用进行深入剖析, 概括了该技术在施工现场所展现的优点与遭遇的困境, 进一步提出针对性的优化策略, 这些成果旨在为混凝土工程技术未来的进步提供理论依据与实践指导。

[关键词] 混凝土施工技术; 土建施工; 建设; 应用

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13680

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Brief Analysis of Application of Concrete Construction Technology in Civil Engineering Construction

LI Jiannan

Beijing Diplomatic Service Bureau, Beijing, 100100, China

Abstract: Concrete construction technology is a crucial part of civil construction, and its application directly affects the structural strength, durability, and construction efficiency of the project. This paper aims to explore how concrete construction technology is formulated, poured, and cured in civil engineering, and analyze its application in different projects. Research has shown that with the continuous evolution of technology, contemporary concrete construction operations have achieved significant optimization improvements in construction quality, progress, and environmental adaptability. Through in-depth analysis of the application of cutting-edge concrete technology in engineering practice, this article summarizes the advantages and challenges of this technology in construction sites, and further proposes targeted optimization strategies. These achievements aim to provide theoretical basis and practical guidance for the future progress of concrete engineering technology.

Keywords: concrete construction technology; civil construction; construction; application

引言

在土建工程中, 混凝土扮演着关键角色, 作为一种广泛应用的重要建筑原料, 该材料因其卓越的力学特性、卓越的加工能力以及出色的适应性, 在众多建筑领域中得到普遍应用。伴随着建筑技术的进步以及施工需求的提高, 混凝土施工技术也在持续地发展和革新, 从传统的混凝土混合、浇筑、保养方式, 到现代预应力技术、纤维强化混凝土等, 技术的革新让混凝土构造变得更加精细且高效。本文章致力于探讨混凝土施工技术在土建工程中的运用情况, 审视实际工程中该技术的成效、所遇问题以及改进路径, 旨在为提升混凝土施工技术的水准提供参考。

1 混凝土施工技术概述

在土建工程领域, 混凝土的制备、倾倒与保养构成了施工的关键步骤, 此技术体系的掌握对工程质量具有决定性影响。水泥、砂石等骨料与水按特定比例混合后, 形成了既具可塑性又保有一定强度的混凝土, 该材料能契合多种建筑结构的需求, 混凝土的施工质量取决于其精确配比, 这一制备步骤对材料最终的性能表现有着决定性影响。在制备过程中, 必须严格调整水泥、骨料和水的比例, 同时依据不同工程的具体需求, 添加恰当的添加剂, 例如减水

剂、引气剂等, 目的是提升混凝土的施工性能及持久性。在建筑施工过程中, 混凝土的浇筑作业是至关重要的步骤, 在浇筑活动中, 必须恪守精细的操作步骤, 以便使混凝土在模板之中得到均匀填充, 并通过振动敲打工艺消除其中的气泡, 进而提升其结构的密实性^[1]。

在混凝土浇筑过程中, 需对运输、浇筑速度及振捣作业的时长进行现场调整, 以适应具体的施工环境与条件。对于混凝土材料, 养护过程是维护其性能和质量的关键步骤, 为了防止混凝土硬化时出现干裂和强度不足的问题, 必须维持其周围环境的适当湿润状态。技术进步推动了混凝土施工作业的技术革新, 诸如预应力与纤维强化混凝土技术便是成果之一, 它们为克服传统作业中遇到的难题提供了创新性的解决策略, 通过对混凝土材料施加预先设计的内部应力, 预应力混凝土技术极大地增强了该材料的承重能力和防止裂缝产生的能力; 以纤维强化混凝土, 通过融入多种纤维材质, 从而提升了其弹性和抗击强度。

2 混凝土施工技术的应用

2.1 配制技术的应用: 配料、搅拌技术

在混凝土构造过程中, 配制技术的运用对材料最终的

品质与功能起着决定性作用。在药物合成或食品加工等过程中，原材料的选取与混合操作是至关重要的两个步骤，在混凝土配合过程中，需精确调配水泥、砂石（细骨料与粗骨料的合称）和水混合的比例，并且依据特定工程的需求，选用适宜的添加剂以满足额外性能要求。在制备混凝土的过程中，选择合适的水泥类型是关键，其强度等级与性能需满足特定标准，同时，骨料的粒径与质量同样需遵循规范，以确保最终混凝土产品的强度和耐久性。在混凝土中添加减水剂、引气剂以及缓凝剂等添加剂，能够优化其流动性、抗冻性及抗渗性，从而使混凝土更契合多样化的施工条件与标准^[2]。

在混凝土工程中，搅拌过程的技术掌控对确保材料的均匀性和构造的品质起到决定性作用。搅拌机的挑选与运用，对混凝土的品质构成直接影响，常见的搅拌机类型有强制搅拌机与自落式搅拌机，高效率与均匀性在短时间内可通过强制搅拌机达成，此设备特别适用于制作高强度混凝土；对于大批量普通混凝土的制造，自落式搅拌机显得尤为适用。搅拌操作中，对搅拌时长与速率进行精确管理是必要的，这能避免混凝土质量因搅拌不充分或过度而受损。自动化控制系统被现代搅拌技术所采用，该技术通过精确配料和搅拌程序，显著提升了混凝土的均匀性与生产效率。

2.2 浇筑技术的应用：浇筑方法、振捣技术

在混凝土施工过程中，浇筑技术及其振动夯实作业，是决定工程质量的关键因素，混凝土的浇筑技术直接影响其在模板内的填充状态及施工的品质。常见的混凝土浇筑技术主要有三种，分别是自由下落、通过泵送设备以及利用管道进行传输，在较低或结构不复杂的建筑施工中，采用自由倾落方式进行混凝土浇筑是一种应用，关键是要限制其下落的高度，以避免混凝土发生分离和分层现象。利用管道输送技术，将混凝土有效地输送到远离施工现场的特定位置，此项技术在大规模基础建设和桥梁建设中被广泛采用^[3]。

振捣工艺对增强混凝土的致密性和抗压能力具有决定性作用，振捣工艺在混凝土加工中扮演关键角色，其功能在于排除内部气泡，强化与钢筋的黏结，防止孔洞和离析现象的出现。振捣作业中，常见的设备类型涉及插入式与表面式振动器，将振动器直接置入混凝土材料之中，以此完成振捣作业，这一方法特别适合于中小型的建筑工地；混凝土浇筑过程中，如道路与楼层等大面积施工时，采用表面振动器对混凝土表面进行振动处理。在混凝土施工中，对振动操作的时长和频率进行精确管理，是防止混凝土出现过度振捣或振捣不充分的关键，这直接关系到混凝土的均匀性与密实度。振捣技术的现代化融合了自动化控制体系，使得对振捣过程的精确操控成为可能，这不仅提升了施工的品质，同时也增强了施工的效率。

2.3 养护技术的应用：养护方法、环境适应性

在混凝土施工过程中，养护技术起到了关键作用，其核心目的是保证混凝土在硬化阶段拥有适宜的湿润条件，以此来达到最优的强度和耐久性。湿润养护法是最普遍的混凝土保养手段，其核心机制是维持混凝土表层水分，以防干燥，实施方式包括用湿润布覆盖和喷水雾等方法。在多数混凝土构筑物中，该技术得以广泛应用，尤其在气候干燥或温度上升的条件下，其能显著避免混凝土表层裂缝的发生以及强度问题的出现。进行路面的维护保养时，常采用密封膜或者专门的养护剂，目的在于防止混凝土表层水分的过量散失，并有效延缓水分的蒸发过程^[4]。

利用特定化学方法，采用养护剂，在混凝土表层形成保护膜，以阻止水分流失。养护剂，诸如透明膜和白色膜类型，对混凝土具有保护作用，其中，透明膜养护剂确保了混凝土表面的可视性，而白色膜养护剂则通过反射阳光减少混凝土表面的热量，该类制剂能够维持混凝土的适宜湿度，同时增强其持久性与抵御低温的能力，在养护技术的应用过程中，环境适应性的重要性同样不容忽视。例如，混凝土的养护效果会受到诸如温度、湿度、风速等施工环境因素的显著影响，针对混凝土结构，在高温或干燥条件导致表面水分快速流失的情况下，必须实施更加频繁的湿润保持方法；在低温条件下，必须密切关注预防混凝土结构遭受冻害的措施，这可能包括实施加热手段或者应用具有抗冻性能的混凝土材料。利用先进的养护方法，可以显著增强混凝土材料的末期强度及其抗老化能力，有效预防裂缝的出现，延长其使用寿命。

3 技术应用的优势与挑战

现代建筑与工程领域，技术应用带来了明显的优势，同时也遭遇众多挑战，技术应用在施工过程中占据主导地位，主要在于其对工程品质与劳动生产率的双重提升。利用尖端技术对施工流程进行改进，从而提升作业的精确性和协调性，引入自动化设备及智能化施工技术，在提升施工效率的同时，显著降低了人为因素所导致的错误率，确保了工程进度的快速推进及精度要求的高标准达成。利用这些先进技术，建筑工程得以符合更严格的安全规范与使用者的具体需求，进而显著提高工程的整体品质以及其耐用性^[5]。

技术应用在实际操作过程中遭遇诸多难题，在技术领域，复杂性常常伴随着高昂的经济投入，大量的前期投资是必需的，涵盖了从设备购置到人员培养，再到维护费用的方方面面。这是许多尖端技术发展初期的必要条件，尤其是在资源匮乏的项目或地区，高昂的费用可能导致技术的推广与应用受到制约，技术进步迅猛，随之而来的是对知识不断更新的需求，这为人类社会带来了前所未有的挑战。随着工程技术持续发展，对工程领域专业人员的持续教育及技能更新提出了更加严格的标准，这对工程团队的

整体实力及培训机制产生了深远影响。在实施新技术的过程中,可能会产生应用方面的不确定因素,实际施工过程中,新材料的表现可能与实验室环境下的测试结果存在差异,新技术在特定条件下的适应能力也可能未达预期,在建筑施工过程中,稳定性与可靠性可能受到不确定的因素影响。

技术应用在实施过程中,遭遇了环境与法规的双重挑战。在环保标准日渐严格的大背景下,众多旧有技术面临着改良或被更替的命运,目的是降低对自然界的消极作用。在新技术应用的施工环节中,废料的管理与资源的优化配置,被确定为待克服的关键难题,技术的实施,须同步跟随法规与标准的最新升级,这一进程提升了操作的复杂度与经济投入,技术应用显著提高了施工质量和效率,然而,其面临的挑战包括高成本、操作复杂性、实施中的不确定性及环境法规的限制。为了最大限度地挖掘技术能力的可能性,不断的技术革新、应用方案的改善、人才培养以及法律法规的遵守是必不可少的,这样才足以应对各种挑战,并推动持续发展^[6]。

4 改进建议与未来发展方向

在技术运用领域,遭遇的难题与可供把握的机遇并存,提出创新的解决方案和展望未来的路径,对于推进技术发展及促进持续成长具有决定性的意义。在高成本的技术应用领域,提出系统评估与优化的策略建议,在进行技术选择和投资确定过程中,企业和项目实体必须对成本与收益进行全面评估,优先着眼于那些性价比优良且能带来长期利益的技术方案,共享技术资源及携手合作,能有效减轻特定项目在技术层面上的财务负担。借助设备租赁或研发资源的共享机制,能够有效降低资本负担,同时优化资源的运用效率,适应性与稳定性。作为技术发展的关键要素,其提升在未来进化中占据着至关重要的地位,技术研究者应当致力于探究创新技术在不同情境下的表现,执行彻底的现场实验,以保证技术在真实条件下的可靠性与稳定性。为了有效应对在实施过程中可能遇到的问题,有必要构建一个完备的反馈系统,此系统负责从实际应用场景中采集必要的数据与经验,并据此不断对技术进行迭代优化,借助该方法,能有效缩减技术探索过程中的错误迭代时间,从而加快技术的完善与普及进程^[7]。

在遵循法规的同时,技术进步应当倾向于绿色可持续的发展路径,以助力环境保护,技术开发领域需更多聚焦于降低环境负面作用及缩减资源利用。在建筑材料领域,

探索低环境影响的选项,以及对于废弃物回收和重复使用效率的提升技术,均为值得密切研究的议题。企业须主动监视环境法规的最新动态,并严格遵守之,通过技术革新路径,确保自身运营满足法规标准,此举不仅加强了企业的环保责任感,也提升了其市场竞争能力。技术应用的优化与提升,关键在于对人才进行系统的培养和技术的专业训练,工程技术领域的进步要求从业者持续迭代自身的专业认知与操作技巧。企业与教育机构应携手构建一套完善的培训及职业成长体系,旨在提高人员对新兴技术的认知与应用水平,定期举行的培训课程、技能认证以及知识更新,是确保团队成员能够高效利用新技术,同时推进技术普及与发展的关键^[8]。

5 结论

针对技术应用领域所面临的难题,必须全方位采取措施,涉及成本缩减、适应性增强、环保法规遵守以及人才培育等多个层面。在发展途径上,应着眼于技术的革新与高效利用,促进生态环保的持续性发展,同时,依托系统化培训与合作机制,确保技术潜能得到最大化挖掘,进而为产业升级和社会的长期可持续发展贡献力量。

[参考文献]

- [1] 万强. 土建施工建设中混凝土施工技术分析[J]. 中国住宅设施, 2024(2): 109-111.
 - [2] 王凌瑜. 浅述混凝土施工技术在土建施工建设中的应用[J]. 居业, 2024(2): 90-92.
 - [3] 黄建华. 混凝土施工技术在土建施工建设中的应用研究[J]. 冶金管理, 2023(3): 87-89.
 - [4] 陈磊. 浅谈土建施工建设中的混凝土施工技术[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2022(23): 94-96.
 - [5] 张峰. 清水混凝土施工技术在土建施工中的应用要点[J]. 中国建筑金属结构, 2022(4): 71-73.
 - [6] 马引怀, 李亚明, 訾友诚. 土建施工建设中的混凝土施工技术分析[J]. 住宅与房地产, 2020(29): 141-143.
 - [7] 王英, 高荣. 土建施工建设中混凝土施工技术[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(21): 67-68.
 - [8] 林小强. 土建施工建设中的混凝土施工技术初探[J]. 居舍, 2020(34): 43-44.
- 作者简介: 李剑男(1988.8—), 毕业院校: 中国矿业大学(北京), 所学专业: 建筑与土木工程, 就单位: 北京外交人员服务局, 职务: 科员, 职级: 中级工程师。

粘滞阻尼器在某框架结构中的减震性能分析

周 峰

二十二冶集团雄安发展有限公司, 河北 保定 071700

[摘要]随着城市化进程的加快和高层建筑的增多, 结构抗震设计的重要性日益凸显。地震作为自然灾害之一, 其对建筑结构的破坏性不可忽视, 因此, 提高建筑物在地震中的抗震能力已成为现代结构工程设计的关键任务之一。在众多抗震措施中, 粘滞阻尼器作为一种有效的减震装置, 因其良好的性能和应用前景受到广泛关注。文章将从粘滞阻尼器的基本概念、工作原理及性能参数入手, 介绍框架结构的基本特性和设计原则, 探讨粘滞阻尼器在框架结构中的应用方法, 并通过数值分析和实际数据对比, 评估其减震效果。

[关键词]粘滞阻尼器; 框架结构; 减震性能; 时程分析; 频谱分析

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13678

中图分类号: TU352.1

文献标识码: A

Seismic Performance Analysis of Viscous Dampers in a Certain Frame Structure

ZHOU Feng

MCC22 Group Xiong'an Development Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071700, China

Abstract: With the acceleration of urbanization and the increase of high-rise buildings, the importance of structural seismic design is becoming increasingly prominent. As one of the natural disasters, earthquakes cannot be ignored in their destructive effects on building structures. Therefore, improving the seismic resistance of buildings in earthquakes has become one of the key tasks in modern structural engineering design. Among numerous seismic measures, viscous dampers, as an effective damping device, have received widespread attention due to their excellent performance and application prospects. The article will start with the basic concept, working principle, and performance parameters of viscous dampers, introduce the basic characteristics and design principles of frame structures, explore the application methods of viscous dampers in frame structures, and evaluate their seismic reduction effect through numerical analysis and actual data comparison.

Keywords: viscous damper; frame structure; shock absorption performance; time history analysis; spectrum analysis

引言

随着城市化的快速发展, 高层建筑密集分布, 使得建筑结构在遭遇地震等自然灾害时的安全性问题变得尤为突出。地震对建筑结构的破坏不仅关系到人员的生命安全, 还涉及到巨大的财产损失和社会影响。因此, 提升建筑结构的抗震性能是当前建筑工程领域面临的重大挑战。粘滞阻尼器作为一种新型的减震装置, 近年来在抗震工程中得到了广泛应用。与传统的抗震措施相比, 粘滞阻尼器的核心优势在于能够通过阻尼力有效耗散地震能量, 从而减少建筑物的振动和位移。粘滞阻尼器的工作原理是基于流体力学, 通过控制流体在阻尼器内的流动, 产生阻力来减缓结构的运动。对粘滞阻尼器在不同框架结构中的应用进行详细研究, 评估其性能和优化方案, 将有助于推动这一领域的技术进步, 提高建筑物在地震等极端条件下的安全性和稳定性。

1 粘滞阻尼器

1.1 概述

粘滞阻尼器是一种用于耗散地震能量、减小结构振动的装置, 通过内部流体的粘性阻力来实现其减震功能。根

据结构形式和工作机理, 粘滞阻尼器可分为以下几类: ①剪切型粘滞阻尼器: 这种阻尼器的主要耗能机制是流体在剪切应力作用下的流动。典型的剪切型粘滞阻尼器由两个平行板构成, 中间填充高粘性流体。当结构发生相对位移时, 平行板之间的流体产生剪切变形, 从而提供阻尼力。②挤压型粘滞阻尼器: 此类阻尼器通过流体在挤压应力作用下的流动来耗散能量。它通常由一个活塞和一个填充高粘性流体的筒体组成。当结构受力时, 活塞在筒体内移动, 迫使流体通过小孔或缝隙, 从而产生阻尼力。③组合型粘滞阻尼器: 这类阻尼器结合了剪切型和挤压型的工作原理, 通过流体的剪切和挤压共同作用来耗散能量。它通常具有更高的耗能能力和更广泛的应用范围。

1.2 粘滞阻尼器的工作原理

粘滞阻尼器的工作原理基于流体动力学中的粘性阻力。当结构受到外界地震力或其他动力荷载时, 粘滞阻尼器内部的流体会产生相对流动, 从而产生阻尼力, 耗散振动能量。其主要工作机制包括以下几个方面: ①剪切作用: 在剪切型粘滞阻尼器中, 流体在剪切应力作用下产生剪切变形, 流体分子间的粘性作用力消耗了输入的振动能量。

②挤压作用：在挤压型粘滞阻尼器中，流体在挤压应力作用下通过活塞或小孔流动，流体分子间的粘性作用力同样消耗了输入的振动能量。③组合作用：在组合型粘滞阻尼器中，流体在剪切和挤压双重应力作用下，通过复杂的流动路径耗散振动能量。

粘滞阻尼器的阻尼力 F 通常与相对速度 v 的关系可以用以下公式表示：

$$F = C \cdot v^\alpha \quad (1)$$

其中， C 为阻尼系数， α 为速度指数。对于大多数粘滞阻尼器， α 值通常介于 0.5 至 1.0 之间。

1.3 黏滞阻尼器的性能参数

粘滞阻尼器的性能参数主要包括以下几个方面：①阻尼系数(C)：阻尼系数是衡量粘滞阻尼器耗能能力的重要参数，通常以 $\text{kN} \cdot \text{s}/\text{m}$ 或 $\text{kN} \cdot \text{s}^2/\text{m}^2$ 为单位。阻尼系数越大，阻尼器的耗能能力越强。常见的阻尼系数范围为 100 至 1000 $\text{kN} \cdot \text{s}/\text{m}$ 。②速度指数(α)：速度指数表示阻尼力与速度之间的关系，其值通常介于 0.5 至 1.0 之间。 α 值越接近 1，阻尼力与速度之间的关系越线性； α 值越小，阻尼器在低速时的阻尼力越大。③刚度(k)：一些粘滞阻尼器还具有一定的刚度，刚度参数 k 表示阻尼器在受力时的变形能力，通常以 kN/m 为单位。刚度较大的阻尼器可以在一定程度上限制结构的变形，提高结构的整体稳定性。④最大阻尼力($F_{\max}$)：最大阻尼力是粘滞阻尼器在设计工况下能够提供的最大阻尼力，通常以 kN 为单位。设计时应确保最大阻尼力不超过结构的承载能力。⑤最大位移($\Delta_{\max}$)：最大位移是黏滞阻尼器在工作过程中允许的最大相对位移，通常以 mm 为单位。应根据结构的位移需求选择合适的最大位移参数。

2 框架结构概述

2.1 框架结构的基本概念

框架结构是一种通过节点连接的梁和柱构成的空间结构体系，广泛应用于高层建筑、桥梁、厂房等工程中。框架结构具有较高的强度和刚度，能够承受较大的荷载和变形。框架结构主要由梁和柱构件组成。梁主要承受弯矩和剪力，柱主要承受轴力和弯矩。节点是梁和柱的连接点，通常通过焊接、螺栓连接等方式实现^[1]。节点的刚度和强度直接影响框架结构的整体性能。框架结构可以分为平面框架和空间框架。平面框架主要在一个平面内受力和变形，空间框架在三维空间内受力和变形。框架结构常与剪力墙、支撑等其他结构形式结合，形成混合结构体系，以提高整体稳定性和抗震性能。

2.2 框架结构的设计原则

框架结构应具有足够的强度和刚度，以抵抗各种荷载（如恒载、活载、风荷载、地震荷载等）的作用，确保结构的安全性。在满足安全性的前提下，框架结构的设计应尽量减少材料用量和施工成本，提高经济效益。常用的优化方法包括截面优化、构件组合优化等。框架结构的设计

应考虑使用功能和建筑美观，满足使用要求和建筑风格。设计时需综合考虑层高、开间、柱网布置等因素。框架结构应具有良好的耐久性，能够在预期的使用寿命内保持结构性能。设计时需考虑材料选择、构造措施、防腐措施等。框架结构的设计应便于施工，减少施工难度和工期。设计时需考虑构件制造、运输、安装等环节的可操作性。

2.3 框架结构在抗震中的作用

框架结构具有较高的承载能力，能够有效地抵抗地震引起的水平和垂直荷载。框架结构具有较好的变形能力，能够通过梁柱节点的转动和构件的弯曲吸收地震能量，减小结构的地震响应。通过设置粘滞阻尼器等耗能装置，框架结构能够在地震过程中耗散大量的振动能量，降低结构的地震反应。粘滞阻尼器的安装位置和参数优化对耗能效果影响显著。框架结构通过合理的布置和支撑体系，能够保持整体的稳定性和刚度，避免局部破坏和失稳。结合剪力墙、支撑等其他结构形式，可以进一步提高框架结构的抗震能力。框架结构在地震后的修复相对简单，可以通过更换受损构件、加固节点等方式恢复结构性能。

3 粘滞阻尼器在框架结构中的应用

3.1 粘滞阻尼器的安装位置选择

粘滞阻尼器应安装在结构变形较大的位置，以最大限度地发挥其耗能效果。通常，结构的变形集中在层间位移较大的楼层或节点处，如层间剪力墙、梁柱节点等。粘滞阻尼器应安装在能有效传递地震荷载的位置，确保其能够承受并耗散传递到该位置的能量。常见的安装位置包括楼层的侧向支撑、剪力墙的两侧、框架结构的对角线等。粘滞阻尼器应安装在刚度较低、容易产生较大变形的部位，以平衡结构的刚度分布，避免局部刚度不足引起的过大变形。可以在结构的柔性楼层、层间剪力墙的连接处安装粘滞阻尼器。粘滞阻尼器的安装应考虑施工的可行性和便捷性。应避免安装在施工难度较大、需要大量改造的位置，尽量选择施工条件较好、便于安装和维护的位置。

3.2 粘滞阻尼器在框架结构中的布置方案

在框架结构中合理布置黏滞阻尼器，可以有效提高结构的抗震性能。将粘滞阻尼器集中布置在某些关键位置，如结构的角部、对角线位置、剪力墙的两侧等，能够集中耗散地震能量，提高结构的整体抗震性能^[2]。将粘滞阻尼器均匀布置在整个结构中，每个楼层、每个节点均布置一定数量的黏滞阻尼器，能够均匀分散地震能量，避免局部过大变形，提升整体刚度和平稳性。在不同楼层、不同位置分段布置黏滞阻尼器，根据各楼层的变形需求和刚度分布情况，合理分配粘滞阻尼器的数量和位置，能够灵活调整结构的刚度分布和耗能能力，提高结构的抗震性能。

3.3 粘滞阻尼器的优化设计

通过调整粘滞阻尼器的阻尼系数 C 和速度指数 α ，优化其耗能能力。阻尼系数和速度指数可以根据结构的动力

特性和地震响应,采用数值模拟和试验验证的方法进行优化。阻尼力 F 与相对速度 v 的关系可以表示为:

$$F = C \cdot v^\alpha \quad (2)$$

其中, C 为阻尼系数, α 为速度指数。调整粘滞阻尼器的布置位置和数量,优化其在结构中的分布。可以采用有限元分析和优化算法,结合结构的变形模式和刚度分布,确定最优的布置方案。调整结构的刚度和质量分布,优化其与粘滞阻尼器的耦合关系。可以采用多目标优化方法,综合考虑结构的自振频率、刚度分布、阻尼比等因素,提高结构与粘滞阻尼器的协调工作性能。改进粘滞阻尼器的安装和施工工艺,优化其施工便捷性和经济性。可以采用模块化设计、预制装配等技术,提高安装效率,降低施工成本。

4 粘滞阻尼器减震性能分析

4.1 模型建立与假设

为了分析粘滞阻尼器在框架结构中的减震性能,需要建立合理的计算模型并进行必要的假设。建立一个具有代表性的框架结构模型,包括梁、柱、节点和基础。假设该框架结构为钢结构,材料为 Q345 钢,具有一定的几何尺寸和荷载条件。在框架结构中布置黏滞阻尼器,假设其安装位置在层间位移较大的节点处。粘滞阻尼器的阻尼力 F 与相对速度 v 的关系为:

$$F = C \cdot v^\alpha \quad (3)$$

假设 $C=100\text{kN} \cdot \text{s}/\text{m}$, $\alpha=0.5$ 。考虑地震荷载作为主要动力荷载,地震波输入采用标准的地震记录,假设地震动加速度峰值为 $0.3g$ 。假设框架结构的基础为刚性基础,忽略基础的变形和位移。假设框架结构材料为线弹性材料,忽略材料非线性和屈服现象。假设结构几何形状不变,忽略几何非线性和大变形效应。

4.2 动力分析方法

动力分析方法用于评估黏滞阻尼器在地震作用下的减震性能。常用的方法包括模态分析、时程分析和频谱分析。①模态分析:通过模态分析确定结构的自振频率和振型。利用有限元分析软件计算框架结构的前几阶自振频率和对应的振型,分析结构的动力特性。②时程分析:采用时程分析方法模拟地震作用下结构的动态响应。输入地震加速度时程记录,采用显式积分法或隐式积分法求解结构的位移、速度和加速度响应。考虑粘滞阻尼器的耗能效应,通过数值积分求解结构的动力方程:

$$M\ddot{u}(t) + C\dot{u}(t) + Ku(t) = F(t) \quad (4)$$

其中, M 为质量矩阵, C 为阻尼矩阵, K 为刚度矩阵, $u(t)$ 为位移向量, $F(t)$ 为外部荷载向量。③频谱分析:通过频谱分析方法评估结构在不同频率地震动作用下的响应。计算结构的加速度反应谱、速度反应谱和位移反应谱,分析结构的频率响应特性。

4.3 时程分析与结果

通过时程分析方法,模拟黏滞阻尼器在地震作用下的减震效果,得到以下结果:①位移响应:计算结构在地震

作用下的最大层间位移。假设未安装粘滞阻尼器时,最大层间位移为 50mm ;安装粘滞阻尼器后,最大层间位移减少到 30mm ,减震效果显著。②速度响应:计算结构在地震作用下的最大层间速度。假设未安装粘滞阻尼器时,最大层间速度为 0.5m/s ;安装粘滞阻尼器后,最大层间速度减少到 0.3m/s ,耗能效果显著。③加速度响应:计算结构在地震作用下的最大层间加速度。假设未安装粘滞阻尼器时,最大层间加速度为 2.5m/s^2 ;安装粘滞阻尼器后,最大层间加速度减少到 1.5m/s^2 ,减震效果显著。④能量耗散:计算黏滞阻尼器在地震作用下的耗能量。通过积分粘滞阻尼器的阻尼力与相对速度的乘积,得到耗能量。假设地震作用时间为 10s ,耗能量为 500kJ 。

4.4 频谱分析与结果

通过频谱分析方法,评估粘滞阻尼器在不同频率地震动作用下的减震效果,得到以下结果:①加速度反应谱:计算结构的加速度反应谱,分析结构在不同频率地震动作用下的加速度响应。假设未安装粘滞阻尼器时,结构的加速度反应谱峰值为 2.5m/s^2 ;安装粘滞阻尼器后,反应谱峰值减少到 1.5m/s^2 。②速度反应谱:计算结构的速度反应谱,分析结构在不同频率地震动作用下的速度响应。假设未安装粘滞阻尼器时,结构的速度反应谱峰值为 0.5m/s ;安装粘滞阻尼器后,反应谱峰值减少到 0.3m/s 。③位移反应谱:计算结构的位移反应谱,分析结构在不同频率地震动作用下的位移响应。假设未安装粘滞阻尼器时,结构的位移反应谱峰值为 50mm ;安装粘滞阻尼器后,反应谱峰值减少到 30mm ^[3]。通过以上分析,可以得出粘滞阻尼器在框架结构中具有显著的减震效果,能够有效降低结构的位移、速度和加速度响应,提高结构的抗震性能。

5 减震性能的对比与评价

5.1 有无粘滞阻尼器的对比分析

为了评估粘滞阻尼器的减震效果,我们对比了在有黏滞阻尼器和无黏滞阻尼器条件下框架结构的动力响应。以下是具体的对比结果:①最大层间位移:无黏滞阻尼器:最大层间位移为 50mm 。有粘滞阻尼器:最大层间位移减少到 30mm 。

$$\Delta_{\max}^{\text{无}} = 50\text{mm}$$

$$\Delta_{\max}^{\text{有}} = 30\text{mm} \quad (5)$$

$$\text{减震效果} = \frac{\Delta_{\max}^{\text{无}} - \Delta_{\max}^{\text{有}}}{\Delta_{\max}^{\text{无}}} \times 100\% = 40\%$$

②最大层间速度:黏滞阻尼器:最大层间速度为 0.5m/s 。有粘滞阻尼器:最大层间速度减少到 0.3m/s 。

$$V_{\max}^{\text{无}} = 0.5\text{m/s} \quad (6)$$

$$V_{\max}^{\text{有}} = 0.3 \text{ m/s} \quad (7)$$

$$\text{减震效果} = \frac{\Delta_{\max}^{\text{无}} - \Delta_{\max}^{\text{有}}}{\Delta_{\max}^{\text{无}}} \times 100\% = 40\% \quad (8)$$

③最大层间加速度：无黏滞阻尼器：最大层间加速度为 2.5 m/s^2 。有粘滞阻尼器：最大层间加速度减少到 1.5 m/s^2 。

$$\text{减震效果} = \frac{\Delta_{\max}^{\text{无}} - \Delta_{\max}^{\text{有}}}{\Delta_{\max}^{\text{无}}} \times 100\% = 40\% \quad (9)$$

上述数据表明，粘滞阻尼器在减小结构位移、速度和加速度方面均具有显著效果。

5.2 粘滞阻尼器性能参数对减震效果的影响

粘滞阻尼器的性能参数主要包括阻尼系数 C 和速度指数 α 。这些参数对减震效果的影响如下：①阻尼系数 C 的影响：阻尼系数越大，粘滞阻尼器的耗能能力越强，减震效果越显著。通过数值模拟，假设 C 分别为 $50 \text{ kN} \cdot \text{s/m}$ 、 $100 \text{ kN} \cdot \text{s/m}$ 和 $150 \text{ kN} \cdot \text{s/m}$ 时，最大层间位移、速度和加速度的变化如下：当 $C = 50 \text{ kN} \cdot \text{s/m}$ 时：

最大层间位移 $\Delta_{\max} = 40 \text{ mm}$

最大速度 $V_{\max} = 0.4 \text{ m/s}$

最大加速度 $A_{\max} = 2.0 \text{ m/s}^2$

当 $C = 100 \text{ kN} \cdot \text{s/m}$ 时：

最大层间位移 $\Delta_{\max} = 30 \text{ mm}$

最大速度 $V_{\max} = 0.3 \text{ m/s}$

最大加速度 $A_{\max} = 1.5 \text{ m/s}^2$

当 $C = 150 \text{ kN} \cdot \text{s/m}$ 时：

最大层间位移 $\Delta_{\max} = 25 \text{ mm}$

最大速度 $V_{\max} = 0.25 \text{ m/s}$

最大加速度 $A_{\max} = 1.2 \text{ m/s}^2$

②速度指数 α 的影响：速度指数 α 的值越大，阻尼力对速度的敏感性越高。假设 α 分别为 0.3、0.5 和 0.7 时，最大层间位移、速度和加速度的变化如下：

$$\begin{aligned} \alpha = 0.3 \quad \Delta_{\max} &= 35 \text{ mm}, V_{\max} = 0.35 \text{ m/s}, A_{\max} = 1.8 \text{ m/s}^2 \\ \alpha = 0.5 \quad \Delta_{\max} &= 30 \text{ mm}, V_{\max} = 0.3 \text{ m/s}, A_{\max} = 1.5 \text{ m/s}^2 \\ \alpha = 0.7 \quad \Delta_{\max} &= 28 \text{ mm}, V_{\max} = 0.28 \text{ m/s}, A_{\max} = 1.4 \text{ m/s}^2 \end{aligned} \quad (10)$$

通过以上分析可以看出，增加阻尼系数和速度指数都可以提高粘滞阻尼器的减震效果。

5.3 不同布置方案的减震性能比较

粘滞阻尼器的布置方案对其减震效果也有显著影响。常见的布置方案包括对称布置、非对称布置和随机布置。以下是不同布置方案下的减震性能比较：①对称布置：在每层结构的对称位置安装粘滞阻尼器，假设对称布置的粘滞阻尼器数量为每层 2 个，最大层间位移、速度和加速度如下：

$$\Delta_{\max} = 30 \text{ mm}, V_{\max} = 0.3 \text{ m/s}, A_{\max} = 1.5 \text{ m/s}^2 \quad (11)$$

②非对称布置：在每层结构的非对称位置安装粘滞阻尼器，假设非对称布置的粘滞阻尼器数量为每层 2 个，最大层间位移、速度和加速度如下：

$$\Delta_{\max} = 35 \text{ mm}, V_{\max} = 0.35 \text{ m/s}, A_{\max} = 1.8 \text{ m/s}^2 \quad (12)$$

③随机布置：在结构中随机位置安装粘滞阻尼器，假设随机布置的粘滞阻尼器数量为每层 2 个，最大层间位移、速度和加速度如下：

$$\Delta_{\max} = 32 \text{ mm}, V_{\max} = 0.32 \text{ m/s}, A_{\max} = 1.6 \text{ m/s}^2 \quad (13)$$

通过以上分析可以看出，对称布置方案的减震效果最好，非对称布置方案的效果较差，随机布置方案的效果介于两者之间。

6 结语

本研究对粘滞阻尼器在框架结构中的减震性能进行了深入分析，涵盖了其定义、工作原理、性能参数、应用方法以及减震效果的详细对比。通过对有无粘滞阻尼器的框架结构进行对比分析，我们发现粘滞阻尼器显著改善了结构的动力响应，减少了最大层间位移、速度和加速度，提高了结构的抗震性能。粘滞阻尼器作为一种有效的结构减震装置，通过合理的参数设置和优化布置，能够显著提高框架结构的抗震性能。

[参考文献]

- [1] 吴克川, 陶忠, 潘文, 等. 考虑周期折减的结构弹性时程分析调整方法[J]. 地震工程学报, 2024, 46(3): 548-556.
- [2] 王红松. 消能减震技术在某医院抗震加固中的应用[J]. 安徽建筑, 2024, 31(5): 54-57.
- [3] 田秋雪. 高烈度地区的多层教学楼隔震设计[J]. 有色金属设计, 2024, 51(2): 61-64.

作者简介：周峰（1996.5—），单位名称：二十二冶集团雄安发展有限公司，毕业学校和专业：太原科技大学焊接技术与工程专业。

公路施工中沥青混凝土路面施工技术的应用讨论

潘存彬

新疆北屯得仁建设投资(集团)有限公司, 新疆 北屯 831300

[摘要] 沥青混凝土路面由于具备优良的耐久性与经济性, 已成为公路施工中的主要选择。施工过程不仅涉及材料的选择与配比, 而且要求对施工细节与质量控制进行精细管理。交通需求的不断增加对道路性能提出了更高的要求, 这推动了沥青混凝土施工技术的持续发展。材料质量控制、工艺优化以及环境影响的减少, 成为了施工中的主要挑战, 这些因素对路面的耐用性与施工的经济效益直接产生影响。新型沥青材料与先进施工设备的引入, 使得提高施工质量与效率的新解决方案得以实现。了解沥青混凝土路面施工技术的演变与现状, 对提升道路建设水平及优化施工过程具有重要的现实意义。

[关键词] 沥青混凝土; 路面施工技术; 施工质量控制; 材料优化

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13671

中图分类号: U45

文献标识码: A

Discussion on the Application of Asphalt Concrete Pavement Construction Technology in Highway Construction

PAN Cunbin

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

Abstract: Asphalt concrete pavement has become the main choice in highway construction due to its excellent durability and economy. The construction process not only involves the selection and proportioning of materials, but also requires fine management of construction details and quality control. The continuous increase in transportation demand has put forward higher requirements for road performance, which has promoted the sustainable development of asphalt concrete construction technology. Material quality control, process optimization, and reduction of environmental impact have become the main challenges in construction, which directly affect the durability of the road surface and the economic benefits of construction. The introduction of new asphalt materials and advanced construction equipment has enabled new solutions to improve construction quality and efficiency. Understanding the evolution and current status of asphalt concrete pavement construction technology is of great practical significance for improving the level of road construction and optimizing the construction process.

Keywords: asphalt concrete; road construction technology; construction quality control; material optimization

引言

在道路建设领域中, 沥青混凝土路面施工技术的发展起到了至关重要的作用。从早期的手工操作与经验积累, 到现代化的机械化与智能化技术, 施工技术的进步显著提升了路面的整体性能。新型改性沥青与先进设备的引入, 已大幅提升了路面的耐磨性、抗裂性与防水性能, 同时也推动了施工技术的环保性。

1 沥青混凝土路面施工技术概述

1.1 沥青混凝土材料的基本特性

沥青混凝土的整体性能, 依赖于所选材料的特性, 尤其是沥青的黏附性与柔韧性, 具备良好的黏附能力, 能将矿料颗粒牢固结合, 形成稳定的路面结构。无论是在高温引起的软化过程中, 还是低温导致的脆裂情况下, 沥青混凝土都能展现出出色的温度适应能力。在高温环境中, 通过沥青的黏滞性能, 交通荷载得以分散, 延缓了路面的疲劳破坏, 而在低温下, 沥青混凝土的刚性和韧性使其有效应对温差变化, 减少开裂。由于沥青本身具备防水性能, 加之合理分布的矿料颗粒, 形成了可靠的防水层, 从而避

免了雨水对路基的侵害。矿料颗粒的形态与级配对沥青混凝土的力学性能也有直接影响。合理的颗粒级配与形态可以提高材料的密实度, 从而增强其抗压强度和承载能力, 使路面在承受交通荷载时表现更加稳固。它能够有效分散由重复交通荷载产生的应力, 避免因应力集中而引发的疲劳裂缝, 防止路面过早出现损坏, 延长其使用寿命^[1]。随着改性沥青材料的推广及新型添加剂的应用, 沥青混凝土的抗老化性与抗水性能不断提升, 应用前景更加广阔。

1.2 沥青混凝土路面结构的组成

沥青混凝土路面通常由多个层次构成, 主要包括面层、基层和底基层, 各层的构造需根据交通荷载、气候条件以及地质特点进行优化设计, 以确保路面具备足够的稳定性与耐久性。面层不仅要求具备较强的耐磨性和抗滑性, 同时也要能够满足不同路段的特殊需求。对于高速公路, 承载力是重点考虑因素, 而城市道路则更注重舒适性及降噪效果。面层的配合比、厚度与施工工艺, 对路面的最终表现有直接影响。基层主要功能是分散并传递由交通荷载产生的应力。压实的砂砾或石料常用于基层施工, 其要求具

有足够的强度与水稳定性,以防止路基因水侵蚀而遭受破坏。基层的设计需确保能有效承受并分散面层传递下来的应力,避免应力集中带来的路面损伤。底基层作为路基与基层之间的过渡层,其主要作用是增强路基的承载力和稳定性。通常使用粒径较大的石料来确保底基层的透水性,特别是在潮湿地区,良好的透水性显得尤为重要,能够防止地下水对路基的长期侵蚀。有效的排水设计,可减少积水,防止水分侵入路基导致路基破坏。

1.3 沥青混凝土路面施工的技术要求

在施工前,必须对沥青材料进行全面检验,以确保其黏附性、稳定性及耐老化性符合设计要求。无论是沥青混合料的生产,还是铺设过程,都对温度有严格的要求。如果温度过高或过低,沥青材料的性能将受影响,进而影响路面的使用质量。无论是面层、基层还是底基层,厚度的偏差都会直接影响到路面的承载力和耐久性^[2]。在摊铺过程中,使用精密机械控制铺设厚度,并通过合理的压实操作确保路面密实度,才能保证路面的均匀性和稳定性。在压实过程中,选择适当的机械和工艺,确保路面达到设计的压实度标准,是至关重要的。压实过程过多或过少,都会对路面的最终质量造成影响,因此,需要进行实时监控,避免因施工不当而导致的路面缺陷。裂缝是沥青混凝土路面常见的破坏形式,它不仅影响路面外观,还会削弱路面的结构稳定性,可以有效提高路面的抗裂性。

2 沥青混凝土路面施工技术的主要流程

2.1 路面基层的准备与处理

在施工前,首先需对路基进行彻底检查,并针对发现的问题进行必要的处理,以确保基层具备足够的承载能力。对于路基的处理,需要挖除所有不合格的土壤,填补新的土壤或稳定材料,然后使用夯实设备对基层进行夯实,以确保其承载能力符合要求。完成夯实后,常用激光平整仪或水平尺检测基层的平整度,而密实度则通过取样或原位测试加以验证。在施工前,基层表面必须进行彻底清洁并保持干燥,以避免杂质或水分影响沥青混凝土的黏结性。高压空气或机械清扫设备用于清理基层表面。此外,通常会进行洒水处理,以增强基层与沥青混合料之间的黏结性。

2.2 沥青混合料的生产与运输

混合料的均匀性与稳定性直接决定了路面的耐久性及性能。沥青混合料的生产在搅拌厂内进行,将不同级配的骨料、填料与沥青结合料按照配方进行混合。关键步骤包括骨料的干燥、加热及搅拌。干燥去除骨料中的水分,加热则提升材料的温度,而搅拌确保混合料的均匀性。生产设备的温度控制必须严格按照规定,以保证沥青的流动性与骨料的均匀分布。生产完成后,混合料通过专用运输车送至施工现场。运输过程中,混合料的温控系统保持其温度,避免冷却或物料分层现象。运输车必须保持清洁,

以防混合料被污染,并应在尽可能短的时间内将混合料送达现场,以确保其处于最佳状态。在运输过程中,还需要关注混合料的温度控制与均匀性,以减少因温度下降或分层现象对施工质量的影响。

2.3 沥青混凝土的摊铺与压实技术

摊铺与压实对路面的平整度、密实度及耐久性起着决定性作用。摊铺工作由摊铺机完成,需要精确控制摊铺的厚度与宽度,以保证混合料的均匀分布。摊铺机的行驶速度应保持在适当范围,以避免混合料的不均匀分布。摊铺完成后,必须立即进行压实操作,压实作业包括初压、二次压实与最终压实三个阶段。初压阶段使用重型压路机去除大部分气孔,二次压实则使用中型压路机进一步提高路面的强度,最终压实由轻型压路机完成,确保路面平整均匀。在压实过程中,压路机的振动频率与行驶速度需要精准控制,以避免过度压实或压实不均。在高温天气下,沥青混合料的冷却速度较快,因此,必须及时完成压实,以防止冷却后出现施工缺陷^[3]。摊铺与压实过程中,使用激光平整仪等测量工具检查路面的高低差,确保其符合设计标准。如发现不符合要求的情况,必须现场进行调整,以保证最终路面的施工质量。

3 沥青混凝土路面施工技术的质量控制

3.1 原材料质量控制

骨料、沥青以及填料这三类原材料的质量直接影响到最终路面的性能。骨料的选择必须保证其粒径均匀、强度高且耐磨性好,粒径分布、密度以及吸水率等指标必须通过实验室测试来验证。沥青要确保其具备良好的黏度及流动性,以便与骨料充分结合。通过测试沥青的软化点及针入度,能够判断其在不同温度下的表现是否稳定。填料应选择对混合料均匀性不产生负面影响的填料,避免其化学成分或物理性质对沥青混合料产生不利影响。原材料进场前,要现场抽样及实验室分析,以确保每种原材料均满足设计及施工规范要求,从而为施工质量提供保障。

3.2 施工工艺质量控制

施工工艺的质量控制涉及沥青混凝土的混合、摊铺及压实等关键环节,每一个环节对最终路面质量的影响都不可忽视。混合料需保持在设计温度范围内,以避免因温度过高或过低影响材料性能。骨料与沥青的配比必须准确,搅拌时间也需充足,以确保材料均匀。混合料的温度及均匀性应通过取样分析来监控,确保符合施工规范。摊铺机应稳定运行,并精确控制摊铺的厚度、宽度及坡度。摊铺机的速度与振动频率应保持适当,以保证沥青混合料的均匀分布及初步压实。摊铺机的定期检查有助于避免施工偏差,从而确保施工质量的稳定性。重型压路机用于初压阶段,去除气孔并实现初步压实;中型压路机则在二次压实阶段进一步提高密实度;轻型压路机负责最终压实,确保路面的平整度与密实度。控制压实过程中的

温度至关重要,过早或过晚的压实都会影响路面的密实度及耐久性^[4]。施工工艺的每个环节都应按照规范操作,由专门的质量控制人员实时监控与调整,确保最终路面质量达到设计标准。

3.3 施工过程中的检测与验收标准

施工过程中的检测与验收是确保沥青混凝土路面质量的重要环节,使用温度传感器、激光平整仪及原位密度测试仪等设备对施工质量进行实时监控。混合料的温度需保持在适宜范围内;摊铺厚度通过标准规尺或激光测量仪器进行测量,以确保符合设计要求;压实度通常通过核子密度仪或电磁密度仪检测;路面的平整度通过激光平整仪进行测量,确保表面光滑、均匀。验收内容涵盖施工记录的审查、原材料的复检及施工工艺的检查等。施工记录需详细记录每个环节的施工情况;原材料的复检确保其质量符合要求;施工工艺的检查则验证施工是否按照规范进行。总之,沥青混凝土路面施工技术的质量控制包括原材料质量控制、施工工艺质量控制及施工过程中的检测与验收。

4 沥青混凝土路面施工技术的创新与发展

4.1 新型沥青混凝土材料的应用

改性沥青材料的使用,通过添加聚合物或橡胶,改性沥青材料的高温稳定性和低温韧性显著提高。再生沥青混合料(RAP)通过将旧路面材料与新沥青混合,不仅减少了对新原料的需求,还降低了生产过程中的环境影响。再生材料的利用,大大减少了碳足迹,推动了材料的可持续使用。超高性能沥青混合料(UHPM)在高速公路及重载交通路段中的广泛应用,也展示了其卓越的性能。UHPM的引入,凭借其卓越的强度与耐磨性,使其在极端交通负荷与恶劣环境条件下表现优异。路面的耐久性因此得到了显著提升,体现了其在复杂交通条件下的优越性能。新型沥青混凝土材料的推广,不仅提高了路面的功能性,还推动了施工技术向高效与可持续方向发展。

4.2 施工设备与工艺的改进

现代施工设备正朝着自动化与智能化的方向发展,这一技术革新带来了施工过程的优化与提升。新一代摊铺机配备了GPS定位系统与自动控制技术,可以精准地控制摊铺的厚度、宽度及坡度。施工状态的实时监测及自动调整参数的能力,大大减少了人为操作误差,确保了路面的平整度与均匀性。现代压路机配备了自动压实控制系统,能够实时监测并调节压实力度,以确保压实效果的均匀性。振动系统与液压系统的优化,使压实过程更加稳定,提高了路面的密实度与耐用性。在混合料生产方面,数字化控制系统精确控制原材料的配比,并实时监测混合料的温度,这不仅稳定了混合料质量,也缩短了生产周期。冷再生技术的采用,处理了旧路面材料,减少了对新材料的需求,并提高了施工速度。新的摊铺与压实工艺的改进,进一步

提升了施工质量。

4.3 环保技术在沥青路面施工中的应用

随着环保意识的提高,创新技术在施工过程中的应用不断增加。温拌沥青技术通过降低沥青混合料的生产温度,该技术减少了能源消耗与温室气体排放。旧路面材料的回收与加工,使得再生沥青混合料(RAP)的使用变得普遍,不仅减少了对新原料的需求,还降低了生产过程中的废料与排放,实现了资源的循环利用。现代施工设备设计时考虑了燃料消耗与废气排放的减少。改进的发动机技术与使用清洁能源,降低了施工过程中的环境影响。同时,废气处理系统如催化剂与过滤器的使用,有效减少了有害气体的排放。使用再生水源进行冷却与清洗,减少了对地下水资源的消耗。粉尘控制技术如洒水抑尘与喷雾系统,有效降低了空气污染。

5 沥青混凝土路面施工技术的成本效益分析

5.1 沥青混凝土路面施工的成本构成

沥青混凝土路面施工的成本主要由材料费用、设备费用、人工费用和间接费用四部分构成。材料费用在总体成本中占据重要地位,其中包括了沥青混合料、骨料、填料及改性剂的采购费用。由于路面的耐久性直接受到材料质量的影响,因此高质量的材料往往意味着更高的采购成本。现代化施工设备,如摊铺机、压路机及混合料拌合站,虽然能够显著提高施工效率,但设备的购置与维护费用也随之增加。设备的更新与维护对于确保施工质量至关重要,同时也带来了额外的财务支出。施工过程中,工期的延长或施工复杂度的增加通常会导致人工成本的上升。合理安排工时及优化劳动配置,能够有效控制人工费用的增加。间接费用亦需纳入预算,包括项目管理费、环境保护费以及不可预见费用^[5]。项目管理费涉及项目管理人员的薪资及现场协调费用。环境保护费则涵盖了对施工过程中产生的废料、粉尘及噪音的处理费用。

5.2 提高经济效益的技术措施

优化材料使用,选择性价比高的原材料及采用改性沥青,能够降低材料成本并延长路面的使用寿命。在施工工艺方面的改进,温拌沥青技术的应用,能够减少能源消耗并降低温室气体排放。冷再生技术的使用不仅减少了新材料的需求,还降低了施工费用。借助这些先进技术,施工效率得以提升,同时项目成本得到有效控制。现代化施工设备,如智能摊铺机及自动化压路机,能够提高施工精度与效率。科学的项目管理包括制定详细的施工计划、合理配置资源及进行动态成本控制。采用先进的项目管理软件,可以实时监控施工进度与费用,提高项目的透明度及管理效率。低排放设备与技术的使用,减少了施工过程中对环境的影响,避免了因环境问题引发的罚款及额外费用。定期对施工人员进行技术培训,提升其工作效率,是实现经济效益最大化的重要途径。

6 结语

沥青混凝土路面施工技术的发展,显著提升了路面的性能,同时有效控制了施工过程中的经济性与环境影响。施工效率及路面质量的提高,得益于新型材料与先进设备的应用。然而,技术进步所带来的挑战,如材料成本的增加与环保要求的提高,亦需关注。未来的研究应集中在技术的推广应用与施工过程的综合管理上,以实现更加高效且可持续的道路建设目标。

[参考文献]

[1] 苏元龙. 沥青拌和站煤制气技术在高速公路沥青混凝土路面施工中的应用[J]. 工程建设与设计,2024(14):80-82.

[2] 辛旭亮. 沥青混凝土施工技术在公路工程路面施工中的应用[J]. 运输经理世界,2022(22):38-40.

[3] 雷华锋. 沥青混凝土施工技术在公路工程中的应用分析[J]. 运输经理世界,2021(6):147-148.

[4] 李亚蔚. 公路路面施工建设中沥青混凝土施工技术的要点分析[J]. 运输经理世界,2021(23):15-17.

[5] 刘小群. 公路工程施工中沥青混凝土施工技术运用研究[J]. 工程建设与设计,2022(11):203-205.

作者简介:潘存彬(1983.10—),毕业院校:重庆交通大学,所学专业:公路与桥梁工程,当前就职单位名称:新疆北屯得仁建设投资(集团)有限公司,职务:副总经理,职称级别:副高级职称。

稳定硬岩条件下机制骨料生产质量的研究

穆晓东

中国水利水电建设工程咨询西北有限公司, 陕西 西安 710000

[摘要]QBT 工程为高寒地区首座高拱坝, 大坝混凝土质量控制十分关键, 而成品骨料质量控制是重中之重。本工程砂石系统因料场岩石硬度大的影响, 在第一期系统出现产能不稳定、质量波动大、环保压力大等问题, 同时受到系统升级改造影响需要采用两种细骨料, 一种是天然料, 一种是机制料, 其中天然砂的含泥指标控制对水工建筑质量控制造成较大影响, 同时成品粗骨料粒型及级配、成品砂细度模数及石粉含量等, 都是成品骨料质量难于控制的因素。故而通过对砂石系统不断升级改造, 稳定机制骨料质量, 对提高混凝土强度、抗压强度、弹性模量等各方面性能创造良好条件, 对于节约资源, 提高工程质量, 保护环境, 确保 QBT 工程临建设施建设和后续主体工程质量控制具有重要的意义。

[关键词]机制砂; 混凝土性能; 影响

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13682

中图分类号: F42

文献标识码: A

Research on Production Quality of Mechanized Aggregates under Stable Hard Rock Conditions

MU Xiaodong

Sinohydro Construction Engineering Consulting Northwest Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract: The QBT project is the first high arch dam in a high-altitude region, and the quality control of dam concrete is crucial, with the quality control of finished aggregates being of utmost importance. Due to the high hardness of the rock in the material yard, the sand and gravel system of this project has encountered problems such as unstable production capacity, large quality fluctuations, and high environmental pressure in the first phase of the system. At the same time, it is affected by the system upgrade and transformation, requiring the use of two types of fine aggregates: natural materials and machine-made materials. The control of the mud content index of natural sand has a significant impact on the quality control of hydraulic construction. At the same time, the particle size and grading of finished coarse aggregates, the fineness modulus of finished sand, and the content of stone powder are all factors that make it difficult to control the quality of finished aggregates. Therefore, by continuously upgrading and transforming the sand and gravel system, stabilizing the quality of aggregates, creating favorable conditions for improving the performance of concrete strength, compressive strength, elastic modulus, and other aspects, it is of great significance for saving resources, improving engineering quality, protecting the environment, and ensuring the quality control of QBT engineering temporary construction and subsequent main engineering.

Keywords: mechanized sand; concrete performance; influence

1 系统现状调整的必要性

(1) 料场岩石硬度大的影响, 提高设备处理能力

从料场试验检测和补勘情况看, 岩石硬度大, 轧制及生产的各级破碎粒度曲线与常规花岗岩破碎粒度曲线差异较大, 设备降效严重, 需要优化生产设备选型, 以提高设备处理能力, 保证生产质量和数量。

(2) 控制成品骨料质量, 确保工程建设按期进行

本工程为高寒地区首座高拱坝, 大坝混凝土质量控制十分关键, 而成品骨料质量控制是重中之重。原方案成品粗骨料粒型及级配差、成品砂细度模数及石粉含量高, 成品骨料质量难于控制。需要设计改造调整砂石加工系统的工艺和质量控制措施, 提升成品料质量, 确保工程建设质量。

(3) 确保工程建设满足环保要求

本工程位于国家一级水源地、二级水体 CHE 水库附近, 环保政策要求严。由于原岩加工成粉率高, 导致原方案

废水处理能力不足, 不能满足环保要求。需要设计改造调整环保工艺, 增加废水处理措施和备用设备, 在满足环境保护要求的前提下, 确保系统正常运行, 保证骨料的生产。

(4) 增加成品料储备, 提高骨料供应保障能力

受限于前期征地范围, 原方案成品料堆场容积不能满足工程建设需求。需要设计改造调整, 在现有征地范围内, 扩大增加砂石加工系统成品堆场有效总堆存量, 提高骨料供应保障能力。

2 成品骨料质控现状

2.1 系统现状规划

总体工艺方案为: 采用四段破碎, 粗碎采用开路生产, 中细碎采用闭路生产, 生产各型粗骨料, 超细碎闭路生产并辅以棒磨机制砂用以调整砂的级配和细度模数。具体为: 粗碎环节开路生产, 负责处理毛料中的超径石, 半成品料对存于调节堆场, 然后廊道放料输送至一筛车间预筛, 然后超径石 ($\geq 150\text{mm}$) 及富余特大石、大石进入中细碎车

间的圆锥破碎机进一步破碎,然后与一筛车间形成闭路循环,同时产出大石、特大石。二筛车间与超细碎车间形成闭路循环,利用超细碎调节堆场中转,负责中石、小石及制砂。

系统采用湿法生产,在一筛、二筛均设置冲洗环节。配备 1500t/h 处理能力的废水处理系统。

系统按生产四级配混凝土骨料设计,生产的混凝土骨料为: 80~150mm、40~80mm、20~40mm、5~20mm、5~15mm 五种粗骨料及<5mm 细骨料。

2.2 砂石系统各破碎环节破碎粒度特性

原岩破碎粒度特性是砂石加工系统工艺流程计算及设备选型的基础条件之一,料场料源实测破碎粒度特性不同于典型花岗岩,粗中细破碎粒度曲线明显大于典型花岗岩,中间产品片状多,小石及砂产出率偏小,分节叙述如下:

(1) 粗破颚式破碎机。粗破颚式破碎机破碎级配数据见下图表:



图1 C150 颚式破碎机表

表1 C150 颚式破碎机破碎级配表

部位	单位	合计	级配 (%)					砂
			>150 mm	150~ 80mm	80~ 40mm	40~ 20mm	20~ 5mm	
粗破(开口 170mm)	t/h	360	166	70	43	31	28	22
	%	100	46.1	19.5	11.9	8.5	7.7	6.3

物料经颚式破碎机破碎后,>150mm 物料占比大,导致中碎破碎环节流程负荷较高。

(2) 中细碎圆锥式破碎机。中细碎圆锥式破碎机破碎级配数据见下图表:



图2 GP300S 单缸圆锥破碎机



图3 HP300 多缸圆锥破碎机

表2 中细碎圆锥式破碎级配表

部位	单位	合计	级配 (%)					
			>150 mm	150~ 80mm	80~ 40mm	40~ 20mm	20~ 5mm	砂
中碎(开口 40mm)	t/h	257	0.0	67.1	120.5	22.873	28.27	18.247
	%	100	0	26.1	46.9	8.9	11	7.1
细碎(开口 32mm)	t/h	395	0.0	0.0	35.6	217.25	97.96	44.24
	%	100	0	0	9	55	24.8	11.2

中碎环节大石产生率高,导致大石循环进入细碎环节物料较多;细碎环节中石产生率占比高,导致立轴破需要承担部分小石生产负荷。在设备选型时应充分考虑设备的适应性,减少中细碎循环料数量。

(3) 超细碎立轴式破碎机。超细碎立轴式破碎机破碎级配数据见下图表:



图4 B9100SE 立轴冲击式破碎机

表3 超细碎立轴式破碎机破碎级配表(线速度 70m/s)

部位	单位	合计	级配 (%)			
			80~40mm	40~20mm	20~5mm	砂
超细碎 车间	t/h	366	0	134	109	123
	%	100	0	36.6	29.9	33.5

立轴破制砂比例相对正常，但小石的产出量较小，加之细碎环节小石产出量也偏小，导致立轴破循环破碎次数多，设备流程负荷变大，需要在下步设计考虑立轴破不同线速度、腔型选择优化等，优化产出物比例。如表 4。在立轴破线速度降低的工况下，原状砂石粉含量相应下降。

(4) 棒磨机。棒磨机级配数据见下图表：



图 5 MBZ2136 棒磨机

表 5 棒磨机破碎级配表（成品砂细度模数 2.1）

部位	单位	合计	级配（%）	
			3~0.16mm	≤0.16mm
制砂车间	t/h	46	27.6	18.4
	%	100	60	40

棒磨车间产砂中石粉含量高，经洗砂机及脱水筛处理后，石粉含量仍高达 25%，细度模数 2.1，不利于成品砂质量控制，棒磨机制砂工艺基本不适用于 P6 料场原岩制砂调节。

表 4 超细碎立轴式破碎机破碎级配试验数据表

时间	线速度（m/s）	电流（A）	级配（%）						原状砂石粉含量
			>40	40~30	30~20	20~10	10~5	<5	
21 年	70	210		39.4		30.2		30.4	43.9
22 年	63	210		8.9	27.6	22.6	13.3	27.6	36.04
			36.5		35.9				
22 年	55	250		7.97	27.41	21.91	11.67	31.04	37.09
			35.38		33.58				
22 年	55	350		4.71	22.47	24.67	14.80	33.36	36.8
			27.17		39.47				
22 年	55	300		6.72	22.08	23.61	13.98	33.61	39.3
			28.80		37.59				
22 年	55	400		4.53	19.62	22.99	14.73	38.12	41.9
			24.16		37.72				
22 年	49	230	0.2	7.51	19.84	23.86	13.44	35.15	36.85
				27.35		37.3			

表 6 各破碎环节破碎粒度特性

级配	开口（mm）	>150（%）	150~80（%）	80~40（%）	40~20（%）	20~5（%）	<5（%）	合计（%）
粗碎（C150）	170	46.1	19.5	11.9	8.5	7.7	6.3	100
中碎（GP300S）	40	0	26.1	46.9	8.9	11	7.1	100
细碎（HP300）	32	0	0	9	55	24.8	11.2	100
超细碎（B9100SE）	/	0	0	0	39.4	30.2	30.4	100

(5) 各破碎环节破碎粒度特性。实测破碎粒度特性不同于典型花岗岩，粗中细破碎粒度曲线明显大于典型花岗岩，中间产品片状多。如表 6。

2.4 加工成粉率与弃料率

(1) 冲洗细砂损失及石粉组份。下表为试生产废水中石粉级配成分表 7：

表 7 废水石粉成分表

序号	级配（mm）	比例（%）	备注
1	<0.08	33.9	微粒含量
2	0.08~0.16	57.8	
3	>0.16	8.3	

通过上表可见，系统冲洗时细砂流失率约 8.3%，石粉中<0.08mm 微粒含量约占 37%。

(2) 各破碎环节原状砂检测数据。各破碎环节原状砂检测数据见下表 8：

表 8 各环节原状砂检测情况表

部位	粗碎	中碎 （圆锥破）	细碎 （圆锥破）	超细碎 （立轴破）	备注
成砂率（%）	6.39	7.13	11.04	30.39	
细度模数	2.11	2.28	2.16	1.63	
砂中石粉含量（%）	36	36.8	36~38	42~51	≤0.16mm
砂中微粒含量 0.075mm（%）	17.8	18.7	17.3	16~18	

表 9 中石主要指标过程检测情况表

部位	超径率 (%)	逊径率 (%)	中径筛余率 (%)	针片状含量 (%)	压碎指标 (%)	含泥量 (%)	备注
控制指标	≤5	≤10	40~70	≤15	≤13	≤1	
细碎中石	/	/	56.7	/	/	/	
成品中石	0	9	26.7	4	/	0.6	初次
	0	4	27	3	/	0.3	
	0	2	25	4	/	0.5	
	0	8	31	6	/	0.6	
	0	4	32.7	6	/	0.7	添加 42mm 筛网
	1	5	36	4.6	/	0.5	添加 45mm 筛网
	0	0	48	2.6	/	0.6	添加 48mm 筛网
	3	2	55	4.3	/	0.6	2022 年改造后

粗碎、中细碎环节原状砂石粉含量平均 36%；超细碎环节原状砂石粉含量平均 46%。破碎环节破碎加工整体产粉率高，多余石粉需剔除，理论计算综合加工弃粉率超过 20%，2021—2023 年统计实际综合加工弃粉率超过 30%。需要在设备选型和制砂工艺上进一步优化，降低破碎环节成粉率，同时选用高效的石粉剔除工艺。

2.5 成品料质量试验检测

2.5.1 粗骨料试验成果

(1) 中石。中石过程检测情况见表 9。经过试生产过程检测发现，成品中石存在中径筛余率指标偏低，粒型差等问题。现阶段采取的措施：将一筛车间中石筛网扩大，依次使用 42mm、45mm、48mm 等孔径筛网进行试验，最终确定最大使用 48mm 筛网时，中石中径率达到合格线，但因一筛车间振动筛角度高、破碎机产生量低等设备自身情况限制，中石中径率偏下限且不稳定。2022 年再次对二筛车间进行改造，增加 30mm 控制筛网，同时增加全整形工艺，当前中石中径筛余率稳定在 50%~60%，针片状含量稳定在 5%以下。

(2) 小石。小石过程检测情况见表 10。

表 10 小石过程检测情况表

部位	超径率 (%)	逊径率 (%)	中径筛余率 (%)	针片状含量 (%)	压碎指标 (%)	含泥量 (%)	备注
控制指标	≤5	≤10	40~70	≤15	≤13	≤1	
成品小石	0	2	78	14	14.4	0.6	初次
	0	6	75	5	/	0.7	
	0	8	72	3	7.3	0.8	
	0	0	82	4	7.4	0.2	
	0	0	75	2	/	0.3	
	0	0	68	7	/	0.6	
	2	5	62	5.3	/	0.8	
	2	3	58	6.5	/	0.9	
	0	1	60	6.4	/	0.8	
	3	4	58	2	11	0.6	2022 年改造后

试生产阶段发现，成品小石存在中径筛余率偏高，针片状含量高，粒型差等问题。

现阶段采取的措施：通过调整第二筛分车间小石筛网孔径，增加小石全整形工艺进行解决，当前小石中径筛余率稳定在 50%~60%，针片状含量稳定在 5%以下，压碎值稳定在 11%左右。

2.5.2 细骨料试验成果

成品砂全部由第二筛分车间及棒磨车间产出，第二筛分车间砂由一筛砂及立轴砂组成。通过检测发现，粗碎、中细碎环节成粉率约 36%，超细碎环节成粉率平均 46%，需要通过冲洗掉多余石粉或减少石粉产生两方面措施来调整砂的石粉含量。

现阶段采取的措施：①调整立轴破碎机分料盘进料比例；②调整立轴破转速；③调整二筛车间洗砂机转速；④调整洗砂机尾部溢流口高度；⑤加大筛分车间冲洗水量。

2.5.3 成品料试验成果评述

(1) 成品粗骨料：成品骨料中石中径率低（平均值 27%），小石中径率高（平均值 78%）。含粉量偏高（平均值 0.8）。外观粒型差，未整形中小石针片状含量较高（14%）。

(2) 成品砂：细度模数高（2.7~2.9），石粉含量高（17%~18.6%）。

3 成品骨料质量控制问题

3.1 粗骨料质量

特大石大石由一筛车间获取，物料来源半成品堆场及中细破车间混合料；中小石由二筛车间获取，物料来源一筛车间和超细破车间混合料。粗骨料生产工艺中无全整形工艺、中径率控制工艺、二次冲洗工艺。生产成果显示，必然导致成品小石针片状超标、粗骨料特别是中石中径率（低于要求 13%）小石中径率（高于要求 8%）不合格、粗骨料含粉率波动大等质量问题。

3.2 细骨料质量

棒磨机制砂和立轴破制砂均存在过破碎问题，原状砂石粉含量过高，需要反复冲洗，成品砂存在整体细度模数

偏高(2.8)、石粉含量(17.5%)偏高的双高问题。在一期工程试运行过程中,由于成品料整体需求强度低,在低负荷生产状态下,成品砂基本合格,但细度模数及石粉含量均偏上限,但在二期高强度生产工况下,因水洗砂工艺中石粉和细度模数控制互为干扰(控制石粉需加大冲洗,从而导致细砂流失,提高细度模数),同时骨料加工量增大导致骨料筛分是否透彻、骨料冲淋是否充分、石粉回收车间处理能力等因素无法精确控制,使成品砂细度模数、石粉含量两项指标难于同时满足规范要求。成品粗骨料粒型及级配差、成品砂细度模数及石粉含量高,成品骨料质量难于控制。

3.3 对工程环水保的影响

废水处理系统按处理 $1500\text{m}^3/\text{h}$ 废水设计,主要设备及工艺结构物包括:4000 m^3 浓缩池1座、浓浆池1座、回水池1座,板框式压滤机5台、加药机1台、各类渣浆泵清水泵等。

原岩加工成粉率高,系统采用全湿法生产工艺,多余石粉全部进入废水处理系统,造成废水处理系统整体负荷增加。

5 结语

基于现场原岩指标有所提高,且破碎加工性能不同于典型花岗岩,砂石加工系统部分工艺设计、设备选型与原

岩特性不适应,成品料骨料质量波动大,控制难度大,原岩成粉率高,废水处理系统设计规模偏小,骨料供应保障能力偏低,同时现场气候多变,极端天气频发,影响砂石骨料系统的正常运行等现实情况,根据复勘成果和一期试生产成果,从工程进度、质量、环保、保障性分析,对原设计方案进行优化调整是必要的。

设计改造技术研究报告所述调整方案采取了针对性措施,在充分兼顾现场已实施设施基础上,从工艺流程、设备选择、系统布置等方面改造调整设计,提高成品骨料品质和产能,能够确保主体工程混凝土施工高峰时段砂石骨料供应及质量稳定。

【参考文献】

- [1]韩继先,肖旭雨.我国骨料的现状与发展趋势[J].混凝土世界,2013(9):36-42.
 - [2]陈家珑.我国机制砂石行业的现状与展望[J].混凝土世界,2011(20):62-63.
 - [3]孙江涛,马洪坤,麦伟雄,等.机制砂生产工艺及设备选型研究[J].建材世界,2013,33(3):61-64.
- 作者简介:穆晓东(1988.2—),毕业院校:河南科技大学,所学专业:建筑环境与设备工程,当前就职单位:中国水利水电建设工程咨询西北有限公司,职务:总监理工程师,职称级别:中级。

净水器增压泵噪音分析及优化方案

杨军明

宁波强生电机有限公司, 浙江 宁波 315400

[摘要]随着家庭生活水平的提升和对水质要求的增加,家用净水器市场迅速发展。增压泵作为净水器的关键组件,其性能直接影响水流量和压力的稳定性,但增压泵在运行中产生的噪音和振动问题逐渐影响用户体验,其中噪音源自机械部件和液体流动,而共振现象则加剧了这些问题。为应对这些挑战,设计和制造领域已开始关注噪音和振动控制技术。研究表明通过优化泵体设计、选择合适材料、改进生产工艺和应用直流电机技术,可有效降低噪音和振动,提升设备性能与用户舒适度。这些改进措施不仅增强了净水器的市场竞争力,也推动了其技术发展。

[关键词]增压泵电机;噪音分析;优化方案

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13698

中图分类号: TM925.5

文献标识码: A

Noise Analysis and Optimization Plan of Water Purifier Booster Pump

YANG Junming

Ningbo Qiangsheng Motor Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315400, China

Abstract: With the improvement of family living standards and the increasing demand for water quality, the market for household water purifiers is rapidly developing. As a key component of water purifiers, the performance of booster pumps directly affects the stability of water flow and pressure. However, the noise and vibration issues generated by booster pumps during operation gradually affect the user experience, with noise originating from mechanical components and liquid flow, and resonance phenomena exacerbating these problems. To address these challenges, the design and manufacturing fields have begun to focus on noise and vibration control technologies. Research has shown that optimizing pump body design, selecting suitable materials, improving production processes, and applying DC motor technology can effectively reduce noise and vibration, improve equipment performance, and enhance user comfort. These improvement measures not only enhance the market competitiveness of water purifiers, but also promote their technological development.

Keywords: booster pump motor; noise analysis; optimization plan

引言

增压泵在家用净水器中的应用广泛,主要作用是提高水流压力确保水质净化过程的高效性。随着设备运行的深入,增压泵的噪音和振动问题逐渐显现,成为影响用户体验和设备性能的关键因素。噪音不仅影响使用的舒适性,还可能反映出设备潜在的结构问题;而共振现象则可能导致设备的早期故障,降低使用寿命。因此,如何有效控制和优化增压泵的噪音与振动,成为了提高净水器整体性能和用户满意度的核心课题。

1 家用净水器的组成及增压泵的作用

家用净水器作为家庭饮水系统的重要组成部分,主要由进水口、过滤模块、增压泵、贮水桶和出水口等关键组件构成。进水口负责接入原水,过滤模块则包括预处理滤芯、活性炭滤芯和反渗透膜等,逐步去除水中的杂质、异味和有害物质。贮水桶储存经过净化的水,而出水口则将清洁的水供应到家庭使用点。增压泵在家用净水器中扮演着至关重要的角色,主要功能是提高水流压力,确保水流能够穿过反渗透膜。由于反渗透膜的过滤过程需要一定的水压才能有效进行,因此增压泵的工作对于维持水处理系

统的正常运转和净水效果至关重要。特别是在自来水压力不足的情况下,增压泵通过提升水压确保净水器能够在各种水源条件下稳定运行,并提供持续、稳定的净水供应。此外,增压泵还帮助提升水流速率,提高净水器的工作效率,确保家庭用水的安全和健康。

2 净水器增压泵噪音分析

2.1 增压泵噪音的来源

增压泵在运行过程中产生的噪音主要源于几个方面:机械噪音、流体通过进水口和出水口产生的噪音以及液体动力噪音^[1]。机械噪音来源于增压泵内部运动部件的摩擦和振动,这包括泵轴、叶轮和轴承等部件在高速运转时的相互作用,机械部件的不平衡、磨损或润滑不足都会导致额外的振动进而产生噪音。流体噪音则与增压泵的进水口和出水口设计密切相关。在泵的工作过程中,流体的快速流动会在通道内产生涡流和液体动力噪音。特别是在进水口和出水口设计不合理或流速过快时,噪音会显著增加,表现为较高的液体撞击声和湍流噪音。液体动力噪音来自于水流通过增压泵内部的压力变化和湍流效应。当水流通过泵体和叶轮时,流体的急剧变化会导致压力波动和气泡

形成,产生特有的液体噪音。此外,泵的设计如果未能有效减小水流的冲击,也会加剧这种噪音。了解这些噪音的来源有助于采取针对性的措施来优化泵的设计和运行条件,从而有效降低噪音水平提高使用舒适度。

2.2 噪音测量方法与设备

噪音测量是评估和分析设备噪音水平的关键环节,涉及多种方法和设备。常用的噪音测量方法包括声级计测量、频谱分析以及声强测量。声级计测量是最直接的方法,通过声级计(即噪音计)测量噪音的声压级。声级计可以快速、准确地记录噪音的绝对水平,通常以分贝(dB)为单位。现代声级计具备多种测量模式,如A计权和C计权,以适应不同的噪音测量需求。A计权模式适用于模拟人耳对不同频率声音的感知,而C计权模式则用于测量更宽频带的噪音。频谱分析方法通过分析噪音的频率组成来提供更详细的信息。频谱分析仪可以将噪音信号分解为不同频率的分量,从而揭示噪音的频谱特征。这种分析能够帮助识别噪音中的特定频率成分,例如低频噪音或高频噪音,并为噪音源的定位提供依据。声强测量则侧重于测量声场中的声能分布。使用声强探头和声强仪,能够评估噪音源周围的声强分布情况。这种方法适合于分析噪音源的具体位置和强度,并对声源进行精确的定位和优化。结合这些测量方法和设备,可以全面评估增压泵的噪音特性,识别主要噪音源,从而制定有效的降噪措施。

3 共振现象分析

3.1 增压泵的共振现象

增压泵的共振现象是指在特定频率下,泵体或其组件的固有频率与外部激励频率相匹配,导致系统的振动幅度显著增加的现象。共振现象通常发生在泵的运行过程中,当泵的运转频率或激励频率接近泵体结构的固有频率时,振动会被放大从而引发强烈的共振。增压泵中的共振现象主要表现为泵体的剧烈振动和噪音,泵的叶轮、轴承和泵壳等部件的固有频率可能与泵的运行频率相互作用,产生显著的振动。这种振动不仅会增加噪音,还可能导致机械部件的磨损加剧,甚至引发泵的失效。此外,共振现象可能在泵的安装、支撑结构或管道系统中发生。例如,如果泵的安装基础或支撑架的刚度不足,可能会形成共振条件,从而导致结构的振动问题。在管道系统中,流体的脉动也可能与泵的共振频率匹配引发共振现象。识别和分析增压泵的共振现象对于确保设备的稳定运行和延长使用寿命至关重要。通过调节泵的运行频率、改进结构设计或增加阻尼措施,可以有效控制和减少共振带来的负面影响。

3.2 共振对噪音的影响

共振现象对增压泵的噪音产生显著影响。共振是由于泵的固有频率与运行频率相匹配,导致振动幅度大幅增加的现象。当共振发生时,泵体及其组件的振动会被显著放大,这种放大效应直接导致噪音水平的显著提升。由于振

动的频率与泵的固有频率相一致,噪音不仅更加突出还可能具有特定的频率成分,使得噪音变得更具周期性和显著性。这种周期性的噪音通常会产生令人不悦的声音,影响使用环境的舒适度。此外,共振引发的强烈振动还会导致结构件的疲劳和损坏,从而加剧噪音问题。泵的长期共振不仅会增加噪音,还可能导致部件的磨损加剧,进一步恶化噪音环境^[2]。尤其是在高负荷或长时间运行的情况下,共振引发的噪音问题会更加明显,影响设备的整体性能和使用寿命。因此,识别和控制共振现象对于有效降低噪音至关重要。通过调整设备的运行频率、优化结构设计以及增加隔振和减振措施,可以减少共振的发生从而有效降低噪音水平,提升设备的运行舒适度。

4 净水器增压泵噪音与共振优化方案

4.1 噪音与振动控制技术

噪音与振动控制技术在于降低增压泵运行时产生的噪音和振动,以提高设备的使用舒适度和延长其使用寿命。有效的控制技术包括结构优化、材料选择、隔振和减振措施等。结构优化是减少噪音和振动的关键步骤,通过改进泵体的结构设计,如优化叶轮形状、调整叶轮与泵壳的间隙,可以降低流体流动引起的湍流和振动。此外,合理设计泵体的支撑结构和安装基础,确保其刚性和稳定性也有助于减少由于共振导致的振动和噪音。材料选择对噪音和振动的控制同样重要,采用低噪音、良好吸振性能的材料,如弹性体和隔音材料,可以有效降低设备运行时的噪音水平。材料的选择不仅影响设备的振动特性,还直接关系到噪音的传播路径和强度。隔振和减振措施也是控制噪音和振动的重要手段,通过在泵体与支撑结构之间设置隔振垫或弹簧支架,可以有效隔离泵产生的振动,防止振动传递到周围结构。此外,应用减振装置,如动平衡装置和阻尼器,可以减小振动幅度,从而降低噪音。

4.2 设计改进措施

设计改进措施对于减少增压泵噪音和振动具有重要作用,通过优化设计可以有效提高设备的性能和舒适性。主要的设计改进措施包括优化泵体结构、改进叶轮设计、增强隔振措施以及优化流体通道。优化泵体结构是减少噪音和振动的基础,通过加强泵体的结构刚性,减少共振现象的发生,可以降低设备运行时的振动幅度。此外,合理设计泵体与支撑结构的连接方式,减少不必要的振动传递,也是有效的改进措施。改进叶轮设计对减少噪音具有直接影响,采用先进的叶轮设计,如优化叶轮的形状和布局,可以减少流体在叶轮内部的湍流降低噪音。此外,改进叶轮的平衡性,减少因叶轮不平衡引起的振动也是关键措施之一。增强隔振措施是提升设计效果的重要手段,在泵体和安装基础之间添加隔振装置,如弹性垫或橡胶垫可以有效隔离振动,防止其传播到周围结构。此外,安装有效的减振装置,如弹簧支架和阻尼器,也有助于减少振动影响。

优化流体通道设计可以进一步降低噪音,通过改善进水口和出水口的设计,减少流体在通道中的阻力和湍流,有助于降低液体动力噪音。平滑的流体通道设计能够减少噪音源,并提高泵的工作效率。

4.3 材料与结构优化

材料与结构优化是控制增压泵噪音和振动的关键环节,通过选择合适的材料和优化结构设计,可以显著提升设备的性能和静音效果。材料选择对噪音控制至关重要,采用高弹性、优良减震性能的材料,如橡胶、聚氨酯或复合材料,可以有效吸收和隔离振动,降低噪音。例如,在泵体和支撑结构的接触面上应用高弹性的隔振垫,可以减少振动的传递,降低设备的整体噪音。此外,选择具有良好声学性能的材料,如声学泡沫或隔音板,可以进一步减少噪音的反射和传播。结构优化包括对泵体的设计进行改进,以增强其稳定性和减振能力。优化泵体的几何形状避免锐角和不规则结构,可以减少流体流动产生的湍流和振动。同时,合理设计泵体的厚度和加强筋,增强泵体的刚性和稳定性,有助于减轻因共振引起的振动问题。此外,优化泵体与支撑架之间的连接方式,采用柔性连接或减振支撑,能有效隔离泵体的振动,减少噪音传递。隔振和吸音结构也是结构优化的重要方面,在设计中集成隔振和吸音结构,如在泵体周围设置吸音材料,或者使用弹性支撑系统,能够显著提升设备的静音效果。这些措施有助于降低振动对泵体结构的影响,减少噪音的产生和传播。

4.4 工艺与生产优化

工艺与生产优化是降低增压泵噪音和振动的重要环节,通过改进生产工艺和控制制造过程中的质量,能够显著提升设备的静音效果和稳定性。生产工艺改进是提高增压泵性能的关键。采用精密加工技术,如数控加工和激光切割可以确保泵体及其组件的尺寸和形状精确,从而减少部件间的配合误差,降低因装配不良导致的振动和噪音^[3]。此外,应用先进的铸造和锻造工艺,改善材料的致密性和均匀性,有助于提高泵体的结构强度和稳定性减少噪音源。质量控制在生产过程中至关重要,通过实施严格的质量检验标准,确保每一批次的组件符合设计要求,可以有效避免由于制造缺陷引起的噪音和振动问题。例如,对关键部件如叶轮、轴承进行动态平衡测试,可以减少因不平衡引起的振动。同时,对泵体和管道的焊接和装配过程进行严格监控,防止由于工艺缺陷导致的共振现象。后处理工艺也是生产优化的重要方面,应用振动消除处理,如对泵体进行应力消除热处理,能够有效减小由生产过程中引入的内应力,减少因应力释放而产生的振动。此外,表面处理技术,如涂层和抛光能够改善部件的光滑度和耐磨性,从

而减少摩擦噪音。

5 直流电机在增压泵中的应用

直流电机在增压泵中的应用因其优越的控制性能和高效能而受到广泛青睐。与交流电机相比,直流电机具有更好的速度调节能力和启动性能,这使得它们在增压泵的精准控制和高效运转中发挥了重要作用。直流电机的工作原理基于电磁感应定律,通过电刷与换向器的配合实现电流方向的周期性反转,从而产生稳定的转动力矩。直流电机能够实现宽广的速度调节范围和精确的速度控制,这对于增压泵在不同工况下的适应性要求至关重要。特别是在家庭净水器中,直流电机能够根据水流量和压力需求精确调整泵的转速,确保系统稳定运行。噪音与振动控制是直流电机的一大优势,直流电机的设计允许更高的运行平稳性和更低的噪音水平。此外,通过采用高质量的电机材料和先进的设计技术,可以进一步降低噪音和振动,提升设备的舒适度。直流电机的设计优化也是提高增压泵性能的关键,优化电机的电磁设计,如改进磁路和绕组设计,可以提升电机的能效和转矩输出。通过高效的电控技术,能够实现精确的转速调节和更高的能源利用效率,这对于减少增压泵的能耗和提升整体系统的经济性具有重要作用。

6 结语

本文深入探讨了增压泵噪音与共振现象的分析及优化方案,通过系统化的噪音源识别、共振现象分析以及设计、材料和工艺优化措施,提出了一系列有效的改进策略。直流电机在增压泵中的应用,凭借其优越的控制性能和噪音控制能力,为提高设备的整体性能和用户体验提供了重要支持。通过优化设计、选择适当的材料和改进生产工艺,可以显著降低增压泵的噪音和振动,提高设备的稳定性和使用寿命。这些改进不仅提升了设备的运行效率,还改善了用户的使用环境。未来的研究可以进一步探讨新材料、新技术在噪音与振动控制中的应用,以推动增压泵技术的持续进步和创新。

[参考文献]

- [1]余伟良. 净水器增压泵噪音分析及优化方案[J]. 装备维修技术, 2020, 11(1): 168-170.
 - [2]王云川. 净水器增压泵结构设计分析[J]. 大众标准化, 2023, 12(24): 46-48.
 - [3]张洪烈, 任重义, 曹冠忠, 等. 净水机振动噪音传递路径分析与改善[J]. 家电科技, 2022, 12(11): 122-126.
- 作者简介: 杨军明 (1976.1—), 毕业院校: 国家开放大学, 所学专业: 机械设计制造及其自动化, 当前就职单位: 宁波强生电机有限公司, 职务: 技术副总, 职称级别: 中级工程师。

天然气站场火灾报警系统的应用及故障处理

胡世杰¹ 任霖钦² 纪刚³ 肖航⁴ 黄程⁴

1. 国家管网集团西气东输分公司, 上海 200000
2. 国家管网集团西南管道有限责任公司, 四川 成都 610000
3. 江西省天然气管道有限公司, 江西 南昌 330000
4. 国家管网集团华中分公司, 湖北 武汉 430000

[摘要] 文章以天然气站场火灾报警系统的具体应用的实例, 讲述了火灾控制系统与 PLC 系统控制的逻辑关系、并对消防系统及 ESD 系统的相关连锁功能进行了简要分析。着重对火灾报警系统相关设备的内部故障及外部故障处理方式进行了阐述说明、针对可燃气体检测系统功能, 对 IR2100 型可燃气体探测器的使用原理及日常维护检修、对 FL4000 型火焰探测器常见故障处理进行分析总结, 为相关设备的应用研究及故障处理提供参考。

[关键词] 火灾报警; 可燃气体检测; 故障分析

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13691

中图分类号: U266

文献标识码: A

Application and Fault Handling of Fire Alarm System in Natural Gas Station

HU Shijie¹, REN Linqin², JI Gang³, XIAO Hang⁴, HUANG Cheng⁴

1. PipeChina Group West to East Gas Transmission Branch, Shanghai, 200000, China
2. PipeChina Group Southwest Pipeline Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China
3. Jiangxi Provincial Natural Gas Pipeline Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China
4. Central China Branch of National Pipeline Network Group, Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract: This article uses the specific application of natural gas station fire alarm system as an example to illustrate the logical relationship between fire control system and PLC system control, and briefly analyzes the related interlocking functions of fire protection system and ESD system. Emphasis is placed on elaborating on the internal and external fault handling methods of fire alarm system related equipment. Regarding the functionality of the combustible gas detection system, the usage principle and daily maintenance of the IR2100 combustible gas detector are analyzed and summarized, as well as the common fault handling of the FL4000 flame detector, which provides reference for the application research and fault handling of related equipment.

Keywords: fire alarm; combustible gas detection; fault analysis

天然气站场由于站场设备自身密闭性不强、管道腐蚀等均可能造成站场天然气泄漏。天然气发生大量泄漏, 会造成泄漏点周围环境污染, 更会带来人员伤亡、火灾、爆炸的危险。因此根据《石油天然气工程设计防火规范》和《火灾自动报警系统设计规范》的内容要求, 天然气站场设置火灾报警系统及可燃气体检测系统, 做好站场火灾报警系统及可燃气体检测系统的日常维护、检修、测试工作, 对天然气管网设备的运行及人员安全保障显得尤为重要。

1 天然气站场火灾报警系统介绍

天然气站在综合楼用房和工艺装置区设置火灾检测报警系统, 对综合楼控制室、办公室、变电所设备间的站场的火灾情况进行监视报警; 同时在天然气管道区域设置可燃气体探测器, 检测气体泄漏情况并进行报警或连锁站场二级 ESD 的启动信号, 保障人身及生产过程的安全可靠。

以某长输天然气管线站场为例, 站场配置

JB-QB-GST500 型火灾报警控制器与 TA102C 系列可燃气体控制器联合使用。火灾报警控制器各区域设备串联在不同的回路内, 一般 00 回路为楼层显示器, 01 回路为生活区可编址设备, 02 回路为管道生产区可编址设备; 感温、感烟、讯响器、火焰探测器、手报等设备在完成现场编码及设备注册后, 火灾报警控制器处于自动允许状态, 即可实现现场设备的火灾及故障信息的接收和报警监测。火灾报警系统接收到来自火灾报警控制器的确认火灾信号后, SIS 系统自动切断该防火分区的非消防电源, 并发送信号给通信专业 PA/GA 系统进行火灾广播报警。另外, 压缩机厂房内设置消火栓, 其手报按钮的触发在被确认火灾后可连锁 SCADA 监控画面, 可远程启动消防水泵, 救灾人员可立即使用消防水带等进行火灾救援。

天然气站场的可燃气体检测由独立的检测系统完成, 某天然气站采用 TA102C-xC30 气体检测控制单元卡件进行数据采集及报警, 该智能型可燃性气体检测控制卡

可直接插入 xH30/xH31 系列主机箱内和现场可燃气体探测器配合,现场设备以 IR2100 型探测器为主,组成完整的可燃气体检测系统。具有 4~20mA 模拟输出信号的 IR2100 可组成各种要求的检测报警系统,在输气站逻辑设置中其可燃气体浓度高报信号被 PLC 系统采集用于 SCADA 系统报警^[1],可燃气体浓度高高报信号被站场 ESD 系统采集,用于可燃气体探测器高高报多取二逻辑触发站场二级 ESD。TA102C 上各卡件具备浓度显示、报警级复位功能,并且独有的故障代码机代码指示,可供现场故障判断及故障机维修参考。

在大型压缩机房除安装可燃气体探测器、火焰探测器、消火栓等常规火灾报警设备外,当厂房内可燃气体浓度达到 20%LEL 时,该报警信号连锁自动启动压缩机房上的轴流风机,此外,在压缩机上方还装有对射式红外可燃气体探测器,检测厂房上方空间可燃气体泄漏情况,可燃气体浓度高报警信号及设备故障信号被火灾控制盘采集检测,必要时其浓度和故障信号可直接进入 PLC 系统进行监控,在 SCADA 监视界面中实现实时报警。^[2]

2 火灾报警系统常见故障类型及相关处理

2.1 控制器内部故障及处理

针对天然气站场常用的海湾 JB-QB-GST500 火灾控制盘,现场常用设备主要包括光电感烟、感温、手动报警按钮、火焰探测器、缆式感温等探测设备及 8300、8301 模块。其中,8300 和 8301 模块可接收消防联动设备的常开、常闭信号,并将信号反馈给火灾报警控制器。光电感烟利用火灾烟雾对光产生吸收和散射作用来探测火灾的一种装置,安装探测器的房间高度大于 12m 时,一般不用感烟探测器;房间高度大于 8m 时,一般不用感温探测器。火焰探测器主要包括红外光探测器、紫外光探测器和可见光探测器,火焰探测器一般不受高度的限制。感温电缆则是在周围环境温度升高到一定温度时,感温电缆自身间的绝缘介质熔化使感温电缆的两根互相绞绕在一起的钢丝在温升点处呈短路状态,因此改变了原来感温电缆回路的工作状态,从而达到监测报警的目的。

当火灾控制盘内部部件发生故障时,如主备电故障、电池故障,环路故障产生时,如出现主电故障,若主电掉电,采用备电供电,处于充满状态的备电可维持控制器工作 8 小时以上,直至备电自动保护。在备电自动保护后,为提示用户消防报警系统已关闭,控制器会提示 1 小时的故障声。因此在使用过备电供电后,需要尽快对包括主电模块、蓄电池、进线滤波等原件的故障进行处理,恢复主电供电并给电池充电 48 小时,以防蓄电池损坏。

当电池故障时,需要对火灾控制盘内蓄电池组进行检查,一般随着使用年限较久,蓄电池会出现老化现象导致电压不足,设备出现报警,维护时需保证电池容量,充放

电电压及尺寸规格满足现场要求,且在设备完全断电状态下进行操作。

如显示面板出现环路故障,由于设备环经过 SLP32D 浪涌保护器,因此需检测防浪涌功能是否完好。环路设备串联环路的方式为双线同时进出端子排,当防浪涌正常时,需检查报警的环路内的施工情况和接线断点,此时处理环路内断点或替换损坏线缆即可解决环路故障。

此外,火灾控制盘还具备总线设备查询功能,控制盘启动停止设备功能,检修状态投用状态切换功能。其中,历史事件记录功能,每条记录信息包括记录信息发生的时间、六位编码、类型及内容提要,可为火灾及报警事故处理提供最明确的信息。

2.2 现场火灾设备故障及处理

2.2.1 火灾控制盘及其附属设备故障处理

JB-QB-GST500 控制器现场设备发生外部故障时,控制器板面会显示故障位号和如“100021 机柜间 感烟故障”“200035 发球区 火焰探测器故障”等。故障发生时,“消音”键终止故障报警声,去现场查看设备运行情况。若为误报警,记录下误报警设备号及报警时间,确认现场情况,有无较大的灰尘、水蒸气、温度剧烈变化、气流、较大物体移动等。

当现场真实发生设备故障,首先需在火灾控制面板对该设备进行屏蔽,然后对故障设备进行拆卸处理,进而对拆卸设备进行编码器读码,对完成检维修的设备或新设备进行编码并重新安装,最后取消屏蔽,即完成现场设备处理。

2.2.2 FL4000 火焰探测器维护及故障处理

输气站场工艺区分布的 FL4000 是一种有识别功能的红外线火焰探测器,它利用红外传感器可感应不同波长的红外线,保证了仪表抗误报警能力。FL4000 在正确安装完毕后,一般情况下较少出现故障或需要修理,常规操作只需要对灵敏度检查、定期功能测试和蓝宝石窗口进行清洁。若出现故障,可参照如下表 1 FL4000 故障分析及处理方法加以解决。

表 1 火焰探测器 FL4000 故障分析及处理方法

故障现象	故障原因分析	现场解决措施
模拟量输出电流 0mA, 探测器窗口绿色 LED 不亮	探测器未正常供电	检查 24V 直流供电, 确保供电正常
模拟量输出电流 0mA, 并且窗口绿色 LED 快闪, 24V 电源正常	FLASH 校验和 不正常	断电后, 重新供电
模拟量输出电流 0mA, 并且窗口绿色 LED 快闪, 24V 电源正常, 已完成断电重启	FLASH 校验和 仍不正常	联系厂家, 取得技术支持
模拟量输出电流 2mA, 窗口绿色 LED 缓慢闪烁	COPM 故障, 光路不洁	清洗窗口和反射镜

2.2.3 IR2100 型可燃气体探测器维护及故障处理

站场工艺区使用的 IR2100 系列可燃气体探测器,采用红外检测原理对环境可燃性气体浓度进行检测。IR2100 系列仪表探测器采用红外检测原理对环境可燃性气体浓度进行检测。仪表由光源、滤光片、分光镜、视镜、检测器、控制电路等组成。当无可燃性气体存在时,参比检测输出平衡。一旦环境中含有可燃性气体时,检测光线被吸收,检测、参比光线强度不一致,桥路平衡破坏。输出一个与可燃性气体浓度成正比的信号。此信号经放大并送至模数转换器,然后再送到微处理器进行运算、显示。并将实时通过数模转换输出 4~20mADC 信号。

在输气站场中,早期安装的 IR2100 与近年安装 IR2100-II 相比,IR2100 型探测器缺少就地声光报警器,根据石油天然气工程可燃气体和有毒气体检测报警系统安全规范(SY/T 6503—2022) 4.8 内容规定探测器应自带报警器或独立设置全场/区域报警器,报警器应有声、光报警功能。某输气站场投产后,IR2100 可燃气体探测器均不具备就地声光报警功能,更换带有声光报警功能的探测器费用高,更换人力成本和检测成本高,技术人员可对其进行自行整改施工安装。

IR2100 探测器的 XP-IV 型仪表接线盒内仪表与控制室的接线见下图中的 TB2 接线端子的 P1-P8 端子,本仪表及所配探测器电源由控制室供给。探测器输出的 0~22mADC 或 4~20mADC 输出信号经仪表中 TB2 端子,探测器对应仪表继电器报警信号由 TB3 接线端子输出,具体接线信号如下表 2 所示。

表 2 TB2、TB3 接线端子的 P1-P8 端子接线信号

TB2 端子	描述	TB3 端子	描述
1	4-20mA 模拟信号输出	1	A-2 报警常开
2	RS485 通讯(—)	2	A-C 报警公用
3	RS485 通讯(+)	3	A-1 报警常闭
4	确认复位开关	4	B-2 报警常开
5	24VDC 电源输出(—)	5	B-C 报警公用
6	24VDC 电源输出(+)	6	B-1 报警常闭
7	24VDC 电源输入(—)	7	24VDC 电源输出(—)
8	24VDC 电源输入(+)	8	24VDC 电源输出(+)

现场施工改造时,利用现有接线盒预留穿线孔洞作为声光报警器的安装接头位置,现场接线盒内增加 24V 防爆型声光报警器及跳线,其中声光报警器黑线接线盒内黑色线即电源的负极(TB2-5 端子),声光报警器红线接低浓度报警继电器的预警公共端(TB3-5 端子),跳线接电源的正极(TB2-6 端子)和报警继电器预警的常开端子(TB3-4 端子)。改造完成后可实现,当可燃气体浓度高

报时,声光报警器接电导通,发出声光报警;当现场可燃气体浓度恢复正常时,继电器停止报警输出,声光报警器也停止工作。

输气站场运行期间,IR2100 可燃气体探测器发生报警时需注意,卡件报警时,需去现场核对探头侧是否真实地发生报警;如卡件报警为 BB 现场是否为 F2,卡件报警 F4 现场报警是 F4;进而判断是卡件侧或现场侧引起的报警。

当探测器面板出现 F1-F5 的报警时原因为光路不洁、有异物阻挡或光强过强过弱等光通道故障情况,需对视镜和光路进行清洁,对探测器重新清零标定;F6 为欠压报警,此时需检查探测器的供电电压是否为 20VDC;当出现 F7 和 F8 时,需要重新标定和重新清零操作;F9 为 4-20mA 回路故障,此时需检查回路电阻是否小于 300 欧姆;出现其余报警状态均需拆卸探测器返厂维修。检修维护中,仪表的清零和标定尤为重要,IR2100 系列至少在通电一小时后进行标定,并且每季度需要对可燃气体探头标定进行校对,以确保系统的性能。

探测器清零标定时,需通入 99.9%氮气或确保现场空气是干净清洁;将磁棒或磁块置于显示窗旁 GM 商标处逐步进行相关操作,清零结束,探测器会返回正常监测。若 IR2100 输出电流 4mA,而 XP-IV 显示 1 或 2 内数值,顺时针调节微调电位器,使显示为 00。

IR2100/XP-IV 探测器清零标定具体步骤如下所示:

- (1) 通入 99.9%氮气或确保现场空气是干净清洁;
- (2) 将磁棒或磁块置于显示窗旁 GM 商标处,显示 100,显示 CHE、数码管左侧 DS1 黄色灯闪亮,显示 Set、黄色灯常亮,显示 CAL 闪、黄色灯闪亮,移走磁棒;
- (3) 显示——黄色灯闪亮,供磁,一直到显示 AC、黄色灯闪亮,移走磁棒;
- (4) 显示 CAL 闪、黄色灯闪亮,2 分钟左右后,显示 AC 稳定、黄色灯急促闪亮,显示 AC、黄色灯常亮,显示 00;
- (5) 清零结束,返回正常监测。

IR2100/XP-IV 可燃气体探测器标定中需注意事项为:仪表清零和标定期间,标定用气体必须用规定气体,气体浓度为 $(50 \pm 2)\%$ LEL;探测器进入标定程序后,若 10 分钟内未通入标定气体,则标定指示器将以 5 次/秒的速率快速闪烁,这时仪表进入故障状态(FAULT)。一旦发生标定指示器快速闪烁的故障状态时,必须切断电源,对探测器重启后,才能再次进行清零或标定操作。

3 结论

火灾自动报警系统和可燃气体监测系统在事由天然气站场的消防系统中至关重要,现场设备维护的高效与运

行的准确是天然气站场运行的基本要求。因此,人员对设备操作和故障处理的及时性和准确性显得尤为重要。在应用中火灾探测报警系统和消防联动控制系统的运用又在技术层面为现场安全提供了有力保障。

[参考文献]

- [1]潘永东.天然气压缩机房可燃气体探测器设置[J].石油化工安全环保技术,2021,37(4):37-39.
- [2]康明.石油天然气工程火灾在自动报警系统设计中的探讨[J].工艺技术,2018(22):152-154.
- 作者简介:胡世杰(1987.1—),男,油气储运工程专业,研究生,工程师,国家管网集团西气东输合肥输气分公司从事天然气管道生产自动化工作。

一种具有自主识别和分拣能力的双控双能电驱动建筑运货小车的初步新型设计

王 坚

上海建工二建集团, 上海 200080

[摘要]文中以工程现场非常常见的手推式和电动手推式两款运料小车为模板,设计了一款具有自主识别和分拣能力的多控双能电驱动的运货小车。它由太阳能和充电站充电两种充能方式;可由单片机按键主板操作界面操作来执行程序控制;或由远程遥控信号输入命令执行指令指挥运货小车完成行进和装卸动作;并加装了机器图像识别系统和一条灵活的机械臂和机械手,使得它能够在行进过程中完成物体的识别和分拣动作。文中重点整理了与该型小车功能相关的基础理论,依次为:光电理论;太阳能电池理论、数字成像理论、机器图像识别理论、机械臂与机械手理论,以及小车内部与行进传感器系统等。文中更给出了基础款小车可用的行进与装卸地 PLC 电路设计与控制程序,以及机械臂抓取可用的简易电路与控制程序的研究内容。最后,给出了小车的可能改型以及展望。

[关键词]运货小车;太阳能电池;数字成像;机械臂;机械手;传感器

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13689

中图分类号: TP242.3

文献标识码: A

Preliminary New Design of a Dual Control Dual Energy Electric Drive Building Freight Car with Autonomous Recognition and Sorting Capabilities

WANG Jian

Shanghai Construction No. 2 Construction Group Co., Ltd., Shanghai, 200080, China

Abstract: In this article, a multi control dual energy electric driven freight cart with autonomous recognition and sorting capabilities is designed based on two commonly used material transport carts in engineering sites: manual push and electric manual push. It has two charging methods: solar energy and charging stations; Program control can be executed through the operation interface of the microcontroller button motherboard; Alternatively, remote control signals can be used to input commands and execute instructions to command the transport vehicle to complete its travel and loading/unloading actions; It has been equipped with a machine image recognition system and a flexible robotic arm and manipulator, enabling it to complete object recognition and sorting actions during its movement. The article focuses on organizing the basic theories related to the functions of this type of small car, in order: photoelectric theory; Theory of solar cells, digital imaging theory, machine image recognition theory, theory of robotic arms and manipulators, as well as sensor systems for the interior and movement of small vehicles. The article also provides the PLC circuit design and control program for the basic car's travel and loading/unloading, as well as the research content on the simple circuit and control program for the robotic arm's grasping. Finally, possible modifications and prospects for the car were presented.

Keywords: freight cart; solar cell; digital imaging; mechanical arm; manipulator; sensor

1 工程背景

如今,拥有自动巡航无人驾驶技术,以及多种传感器辅助控制的电动汽车,从自动化的角度看,俨然已算是一种可以自主行驶和处理路况信息等功能的可移动载人机器人。

然而,在工程现场,大量小件和散装材料的运输以及垃圾的清运,都用到了三款建筑手推式运货小车(如图 1. a)。之后,又有了简易的电驱动行走的装卸用手推车(如图 1. b)。它有行进和停止的控制按键开关(图 1. c),以及一个卸货用的手推杆(图 1. d)。



图 1 工程运货装卸小车, (a)手推式; (b)电动手推式; (c)电动手推式小车前进与停止控制开关; (d)电动手推式小车卸货时所用手推杆

建筑等行业,随着工人的减少和劳动力成本的增加,设计并研发一款新型的数控或远程遥控的电驱动多功能运货小车显得尤为必要。

2 基础理论

2.1 光电理论与太阳能电池

2.1.1 光电技术

太阳能具有普遍、无害、长久,和巨大的天然优点。狭义的太阳能包括光热、光电,和光化学。利用太阳能的技术主要包括:收集、转换、存储,和输送。唯一的缺点是能流密度不高。太阳光的辐射能量主要集中在 300~3000nm 的波段内,为主要研究对象,占据太能能谱中 99% 的能量总量。其中,紫外线光波段约 9%,可见光 43%,红外光波段 48%。太阳能照射辐射强度是指太阳能传输到辐射能接收器的照射辐射强度。太阳能辐射通量除以该面元的面积为照射辐射强度,单位 W/m^2 。在地表的太阳光在 300nm~750nm 的波长区间内^[1],太阳能辐射强度为 0.5~2.0 $W/m^2 \cdot nm$ 左右。

太阳光是太阳辐射的那一类属于光波段的光子所组成,是具有不同频率和波长的电磁波^[2]。通常把对应于真空中波长在 0.01 μm 到 1000 μm 范围内的电磁辐射称为光辐射或光谱(见图 2)。光有波粒二相性,传播时表现波动性,与物质发生能量交换时表现出粒子性。电磁波是能量的一种形式。频率高的电磁波可以在自由空间中传播,也可以束缚在有形的导体中传播。频率低的(即能量低)的电磁波需要借助有形的导体才能传播(见图 2)。凡

是高于绝对零度的物体,都会释放电磁波。相比于光波,人们易忽略无处不在的电磁波(只是频率范围不同而已)。赫兹实验证实了麦克斯韦的电磁理论。电磁波波谱与光谱图如下:

光子的能量计算公式: $E=h\nu$ 。其中, $h=6.626 \times 10^{-34} J \cdot s$; ν 是光的振动频率 (s^{-1})。光子的能量范围在 3.2~1.6 eV。图 1 电磁波波谱中的光波及其频率更高的基本粒子的能量可用普朗克能量计算公式计算。但粒子能量过高时,会超出电子的跃迁能级,而产生不可逆的破坏。硅光电池板在空间站中仍广泛使用因其宇宙射线的能量密度或并不高。

2.1.2 太阳能电池与光辐射探测器

电子是以一种带有负电的亚原子粒子,属于费米子,是构成原子的基本粒子之一,绕原子核运动,且可以通过导体传导^[3]。在外加电场的作用下,自由电子定向移动产生电子电流;空穴会吸引相原子中的价电子来填补形成空穴电流。两者之和为总电流。电的魅力在于它为人类提供了一种传输和控制能量最理想的方式。

当光通过固体时,由于光与固体中的电子、激子、晶格振动及杂质的缺陷的相互作用而产生光的吸收;反之,当固体吸收外界能量后,其中部分能量会以光的形式发射出来。半导体材料通常能强烈地吸收光能,具有 $10^5 cm^{-1}$ 的吸收系数。材料吸收辐射能导致电子从低能级跃迁到高能级。半导体材料可以通过吸收光子而产生电子,也可以通过电子的湮灭而发射光子。

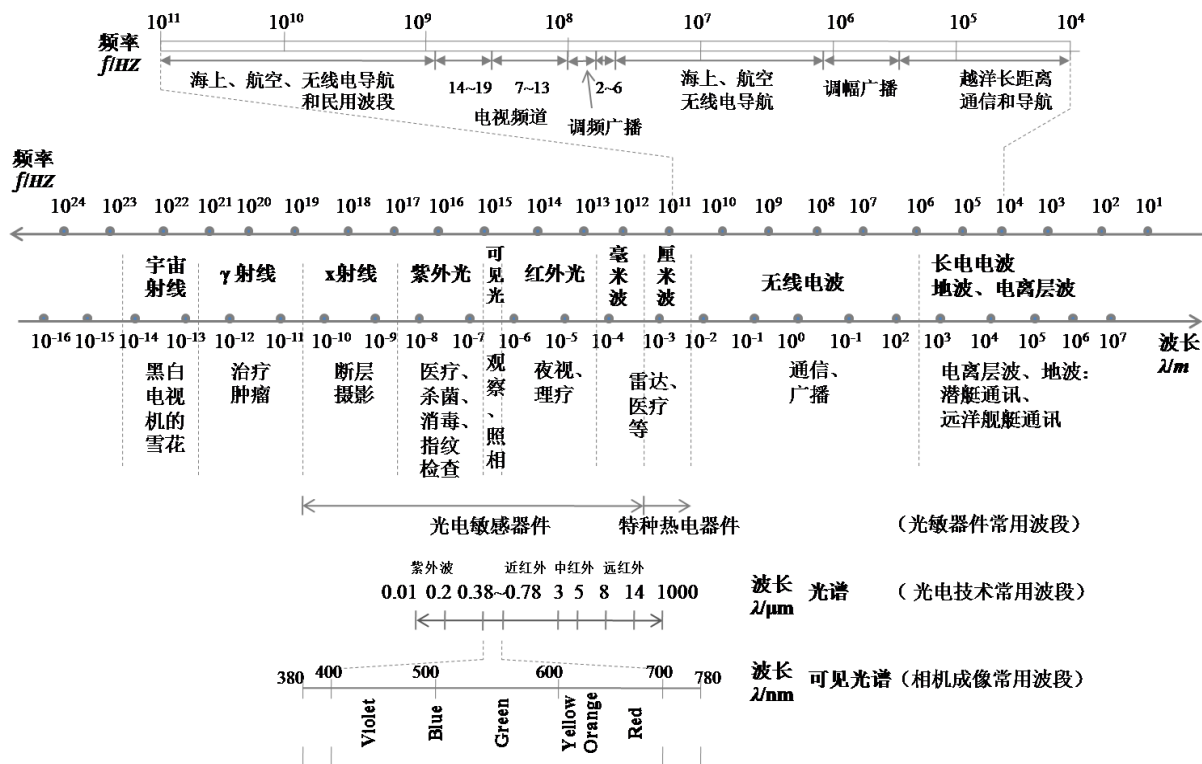


图 2 电磁波谱与光谱

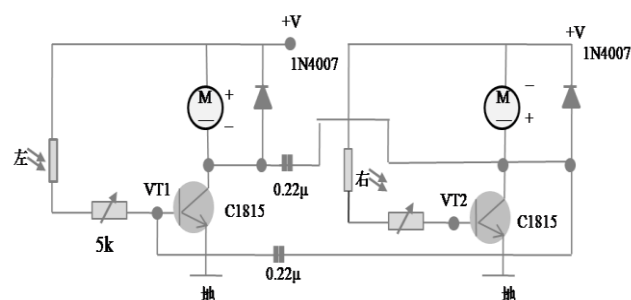
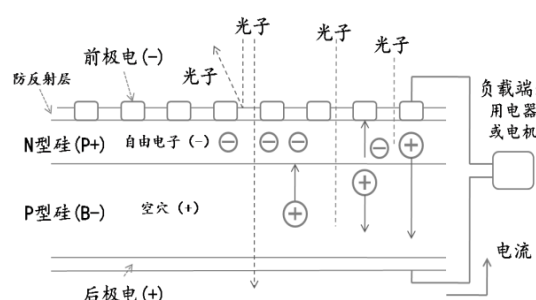


图3 (a) 硅PN结光伏发电原理示意图;(b) 简易的可左右移动寻光系统的小车的电路原理图(含红外接管、光敏二极管、振荡器,和寻光电阻)

太阳能电池是一种典型的光电池,一般由大面积硅PN结组成。N型半导体是指在本征半导体中掺入五价杂质元素,如磷、砷等。P型半导体是指在本征半导体中掺入三价杂质元素,如硼、镓等。太阳能直接转变成电能的物理原理是光生伏特效应。半导体的光生伏特效应的突出优点是不需要外接电源,直接通过辐射或高能粒子激发产生非平衡载流子,通过测量光生电压来探测辐射或粒子强度。所以常用作光或其它辐射的探测器^[4]。太阳能全光谱光子的吸收往往带有选择性,即对某一波段的太阳能辐射能有效利用,其余波段的吸收会引起电池温度上升从而影响转换效率。因此,需要在太阳能利用时采用分频技术。

光伏发电是利用半导体界面的光生伏特效应,该型小车拟采用硅光电池。硅PN结被光子冲击后,激发出了高能级状态下的电子,使之成为自由电子,自由电子会填充空穴形成空穴电流。自由电子在N极聚集,空穴在P极聚集,外部环路闭合时,产生电流(见图3.a)。目前,利用单晶硅光电效应的光伏电池效率已达23.7%,多晶硅达19.8%。

2.1.3 寻光系统

借鉴某些生物的光感器官,可以用人工材料和电路技术来模拟生物的趋光特性。一个简易的寻光系统可以由常见的感光器件(红外线接收管、光敏二极管、光敏电阻),以及一些电路配套器件,如三极管、电位器、插接件、锂电池,和充电器组成。红外线接收管除了可见光,还可以感知红外线;即使在黑暗环境中,用电视遥控器的任意键来指挥机器人;光敏二极管是专门检测光线的器件;光敏电阻是一种电阻值随光线强度的增加而下降的特殊电阻^[5]。

电路的实际运行效果是把机器人感知的光线转换成脉冲,驱动电机转动,电机运转时间取决于脉冲持续时间,是典型的光-机-电一体化的体系。光传感器(光敏电阻)和执行器(电机)的物理布局决定了寻光系统的特性。跟踪伺服系统具有捕获瞄准的功能,只需增加一个电机并配上移动底盘,即是可以到处移动的寻光机器人。

2.2 数字图像

2.2.1 成像原理

图像是对客观事物和环境的写真描述与表示,是主要信息源。图像按照空间坐标、亮度,或色彩的连续性可分

为模拟图像和数字图像。模拟图像是指空间坐标和亮度(或色彩)都连续变化的图像。数字图像是一种空间坐标和灰度都不连续的、用离散数字表示的图像。利用光学、照相方法对模拟图像的处理称为模拟图像处理。所谓数字图像处理,就是利用计算机对数字图像进行系列操作,从而达到某种预期目的的技术。

数字图像处理是集数学、物理、电子学、计算机科学、摄影技术、光学、信息学、控制学、心理学,和生物学等学科的综合交叉技术。数字图像处理主要包括:图像变换、图像增强、图像恢复与重建、图像编码与压缩、图像分割、二维图像处理与形状分析、纹理分析、模版匹配与模式识别。并且,随着计算机科学和人工智能领域的突飞猛进,在数字图像领域引入许多新的理论,如:多尺度分析、马尔科夫随机场、分形学,和数学形态学。胶卷相机、数码相机和摄影机等照相摄影器材都仿照了人眼结构和成像原理。人眼结构如下图3.a所示:光线通过角膜、前室水状液,透过水晶体,后室玻璃体,并最终以小孔成像的原理成像在视网膜的黄斑区周围。虹膜调节晶状体厚度,控制瞳孔大小,以控制进入眼睛内部的光通量大小,与照相机中光圈作用一样。视网膜上的光敏细胞,感受到强弱不同的光刺激,接收与产生强度不同的电脉冲,并经神经纤维,传输到神经中枢,大脑形成影物影响的感觉^[6]。

机器视觉是使用机器代替人眼做测量和判断,分为几个步骤:先使用相机将拍摄目标转换成图像信号;根据像素分布、颜色和亮度等信息,图像信号会转变成数字信号并传递给专用图像处理系统;专用图像处理系统对这些信号进行各种数字运算抽取目标特征,包括常见的控制信息。如:位置、数量、面积,和长度等;最后根据预设程序和条件,输出最终结果,如角度、尺寸、个数、偏移量等。典型的视觉系统包括图像采集和处理单元^[7]。

图像采集单元中镜头是重要的组成部分,其主要作用与人眼结构类似,先把图像聚焦(类似于晶状体的功能),聚焦图像呈现在图像传感器的光敏面阵上。视觉处理系统的所有图像信息都是通过镜头得到的。所以镜头质量直接影响机器视觉系统的整体性能。图像处理单元中的光敏传感器是利用光电器件把光信号转换成电信号的装置,类

似于眼睛结构里的视网膜。两者的物理原理都是光电效应。图像传感器是一种功能器件，类似视觉神经的作用，它通过光电器件的光电转换功能，将感光面上的光像转换成相应比例关系的电信号图像（像素阵列），如图4。

当然，图像的数据量大，因此需要大量的图像存储空间，而计算机内存就是一种提供快速储存功能的存储器。而图像显示也可以采用CRT显示器、液晶显示器，或投影仪等暂时性软拷贝形式，或用含有内存的显卡。

2.2.2 机器图像识别

电视图像信号的传输过程是首先由摄像机将图像变成电信号，加载到高频载波上，有天线发射；然后由接收端的电视机或显示屏利用天线将调制信号接收下来，最后通过调制解调由显像管或液晶屏还原成图像。

机器的视觉伺服控制是指利用计算机视觉数据作为伺服回路中的输入来控制机器的运动。有两种经典的视觉伺服控制：基于图像的视觉伺服控制（IBVS）和基于位置的视觉伺服控制（PBVS），如图5。

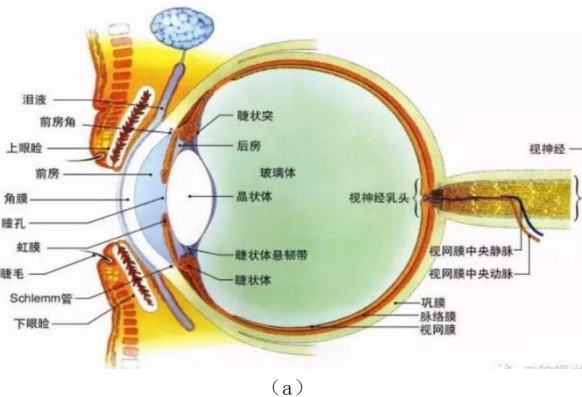
2.3 通信

一个机器人必须包含三大部分：传感器、控制器，和执行器。这三者之间的信息传输属于通信技术的范畴。该型小车需采用的通信技术不光包括在工程现场，通过发射设备发出的小车行进或装载的遥控信号，还包括视觉成像

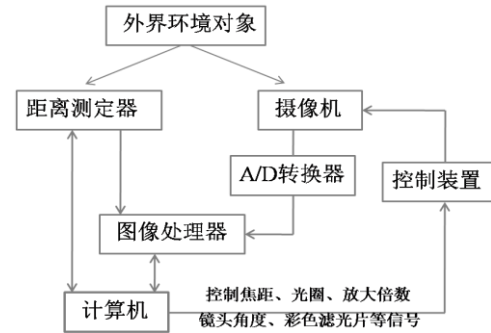
系统中的摄像机（图像→视频）等模拟信号转换成可用单片机或计算机处理的数字信号^[8]。在电信领域，消息特指信息的载体，是通信系统的传输对象。它与电信号之间的转换由各种传感器实现。如摄像机把图像转变成视频电信号。在改型小车的信息源组成部分中需要将各种消息改换成原始电信号，并通过足够功率的发射装置产生适用于在信道中传输的信号，并应具有足够功率以满足远距离传输和抗干扰的需要，包括信号的变换、放大、滤波、编码，和调制解调等过程。通过小车对信息的识别和处理能力，判断其自动化程度甚至是智能程度。

2.4 机械手臂

机械臂类似于第一代机器人（工业机器人），机械杆件部分并不复杂，但每个轴的角位移的实现需要设置一个旋转圆盘并在每个轴的驱动末端安装一个旋转光电编码器。实现位移和速度测量的编码器按原理分为光电式、磁场式、感应式，和电容式。以应用最为广泛的光电式传感器为例：光电编码器是利用光电效应原理，将角度、位置、转速等物理量转化为电气信号并加以输出的一种传感器。它是将位移转换成一串数字脉冲信号的旋转式传感器。这些脉冲信号能控制角位移。当编码器加装齿轮条或螺旋丝杠时，也可用于测量直线位移。编码器产生的电信号可由数控装置CNC，可编程控制器PLC，或其它嵌入式控制系统来处理。

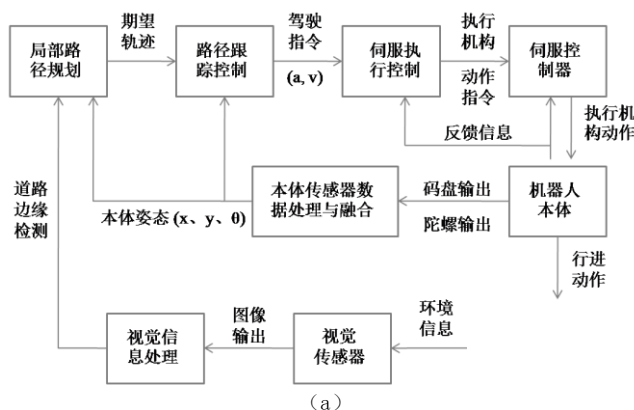


(a)

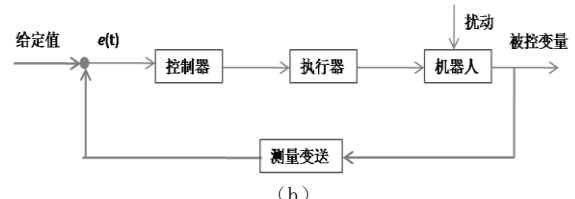


(b)

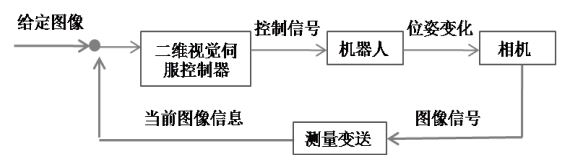
图4 (a) 以眼球的侧向剖面图理解成像原理（图片来源于网络）；(b) 机器视觉成像原理框图



(a)

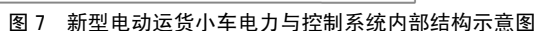
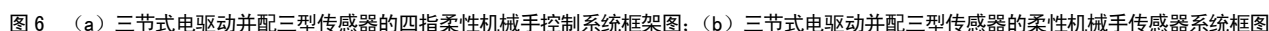


(b)



(c)

图5 基于图像的机器人视觉伺服，(a) 小车移动信息的主要处理过程框图；(b) 机器人视觉伺服控制框图；(c) 基于图像的机器视觉伺服结构框图



机械手在抓取易变形、易碎物体时会遇到一定的困难。用力过大会损伤被抓取的物体。而用力过小时则无法将物体抓起或造成滑落。因此在机械手臂的末端重点部位加装滑觉和压觉传感器。尤其滑觉传感器可以帮助机械手实现对物体的精确软抓取。小车拟采用的机械手的控制与传感器系统的结构框架如下图 6 所示:

运货小车及其改型加装的传感器系统分为四个部分：外部采用的红外接近觉传感器，感知外部的环境；采用内部传感器检测自身的运动状态；采用机械手臂与手上的传感器中的数据融合产生指令，并控制各执行机构执行动作；小车前、后部行进时的视觉传感器。

转触发齿轮盘的转速与齿轮数成正比。电位计用于测量各执行机构的状态, 反馈信号经由 A/D 转换器进入处理器。

3.1 内部电路及控制系统

货运小车的视觉成像系统（CPU）和识别处理系统是小车行进和机械手臂抓取物品和进行简易操作的主要信息源和信息处理部分。可以一直升级至目前发展中的神经网络和机器自主学习的 AI 技术。机械臂和机械手的精准程度和智能程度，也可根据传感器和处理器的配置进行智能化升级。

3.2 外观设计

3.2.1 整体外观设计

前轮设置转向电机，控制小车行驶的转向。后轮为动力轮，为小车驱动轮，设置驱动用电机；前轮为转向轮，设置转向用电机。该型具有自主识别和分拣能力的双控双能电驱动建筑运货小车的外观总体设计图如图 8：

3.2.2 机械臂和机械手

该型小车上的机械手臂设计成可完成自主识别和分拣地面物品和零散材料等的任务；同时，也可替代工人完成某些特定危险场景下，或高稳定性要求下的工作。采用全电动设计，用伺服电机带动输出圆盘；通过电机带动的

圆盘旋转控制机械臂的活动。旋转半径内的咬合部分设置成齿轮状。该型具有建筑运货小车的机械臂和机械手设计如图 9：

尼龙绳韧性好，有弹性，用尼龙绳作手指的牵引带，类似于神经与肌肉功能，每个关节与尼龙绳一起共同控制手指的弯曲程度和限制反向弯曲。铜芯起到衔接轴的作用，使关节之间可以自由转动。确定好尼龙带的长度，把它们用压片固定在牵引器上。仿照人类的抓取动作，先食指、中指、无名指、小拇指收拢，最后拇指才收拢。只需要拇指的尼龙带适当放长。当舵机带动牵引器转动时，先拉动其他四个手指，到一定弯曲角度时，拇指才被牵引即可^[9]。

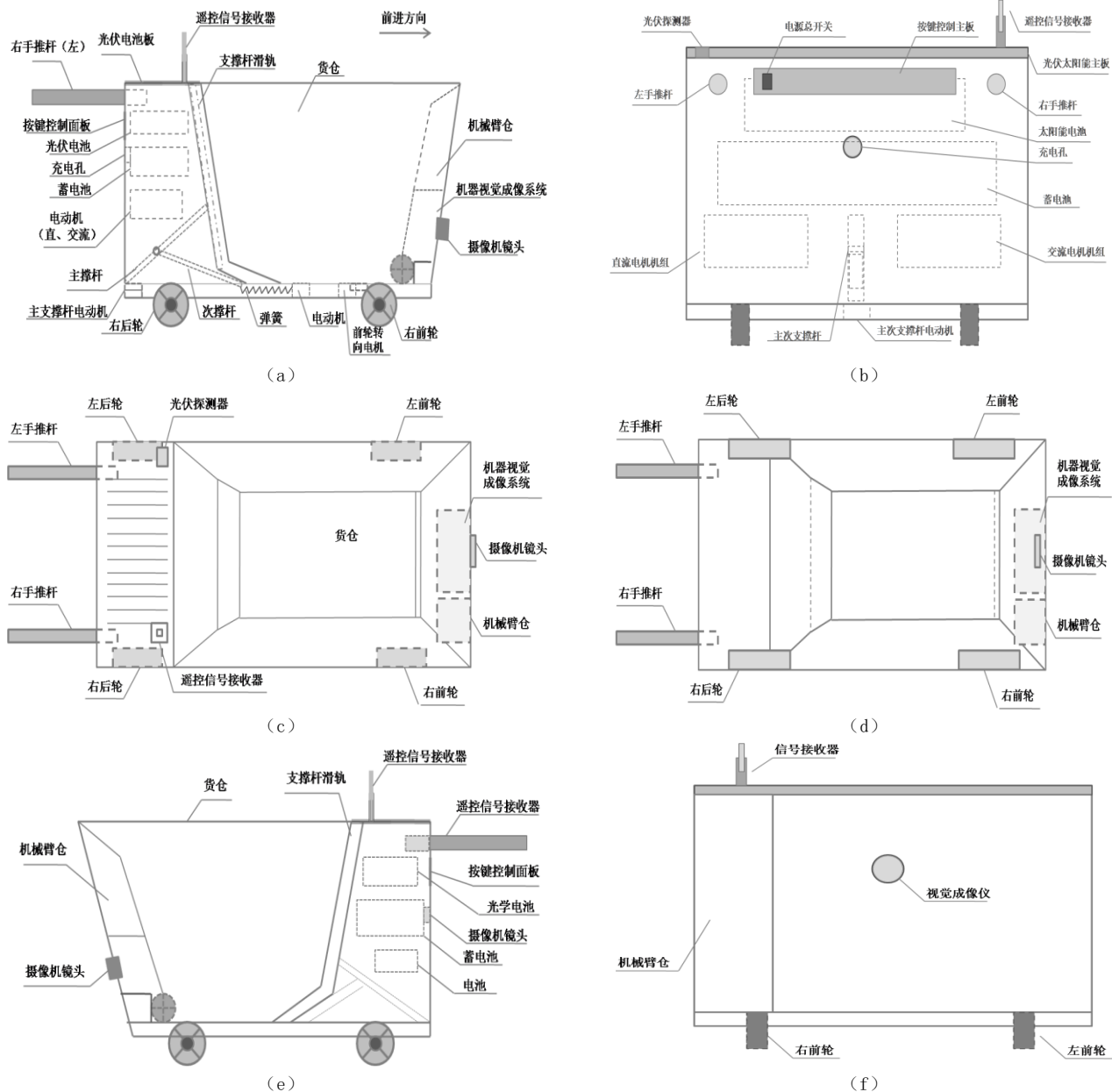


图 8 运货小车外观总设计示意图，(a) 立面（右）；(b) 后立面（车尾）；(c) 俯视图（车顶）；(d) 车底（右）；(e) 左立面；(f) 正面

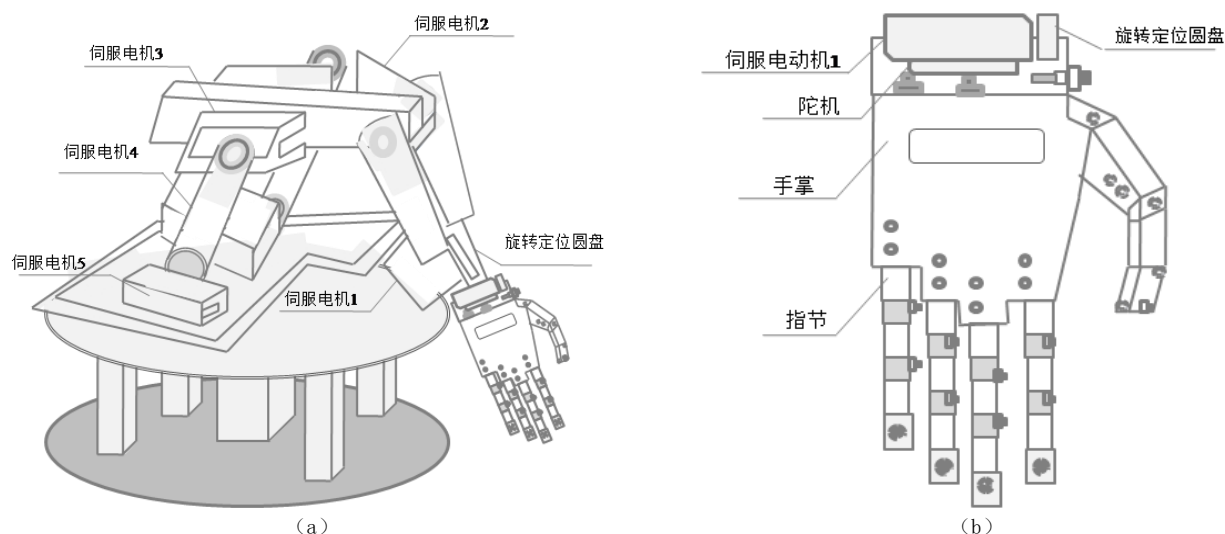


图9 运货小车机械臂和机械手结构示意图, (a) 机械臂与机械手; (b) 机械灵活手细节图^[9]

4 部分电路与运行程序

4.1 小车运行与装卸货物流程与程序

运料小车在 A、B 两地之间往返, A 点为卸料处, B 点为装料处。在 AB 两地间开始, 小车启动并达到 B 点, 装料; 完成后向前到达卸料处, 并卸完料, 再向右行驶回到 C 点。在 PLC 系统电路控制的模式下, 该型小车可以执行两点间往返装卸料的重复性工作。如图 10 所示:

初步设定卸料时间 $t_1=60s$, 受定时器和继电器控制; 装料时间 $t_2=30s$, 受定时器和装料继电器控制。由此, 列出 PLC 控制电路下的行进系统的 I/O 分配表, 如表 1 所示。

该型自主往返装卸的运货小车, 在采用 PLC 控制电路来自动操控往返与装卸动作模式下, 可避免采用更为复杂的电路连接和实现无人化操作。小车由启动(左移、右移)和停止按钮进行控制。小车右移启动运行后, 右移至限位

开关 SQ_1 处, 此时运料小车停止右移并开始装料, 30s 后装料完成。然后小车开始左移, 左移至限位开关 SQ_2 处, 小车开始卸料, 60s 后卸料结束。再开始右移, 如此循环, 直至按下停止按钮。根据顺序控制程序设计步骤和规划, 在分析送料小车控制工艺的基础上, 绘制送料小车的往返运行的控制电路图和自动连续运行顺序功能如图 11:

4.2 机械手臂抓取运行程序

采用 AT89S51 来控制 6 个 R/C 伺服电机。其中, 6 个伺服电机中 4、5 共享一个信号源。这两个电机并联, 动作一模一样, 为机械臂中的第四轴提供最大的扭矩。该型小车中的机械臂和小车常常需要离线工作, 因此可充电的蓄电池可使用锂电电池或聚锂电池(串联至 5~6 伏)。由于锂电充放电效果很好, 可提供电流较大, 非常适合机械臂的使用, 如图 12。

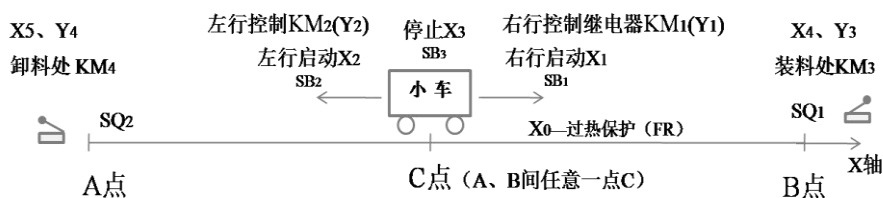
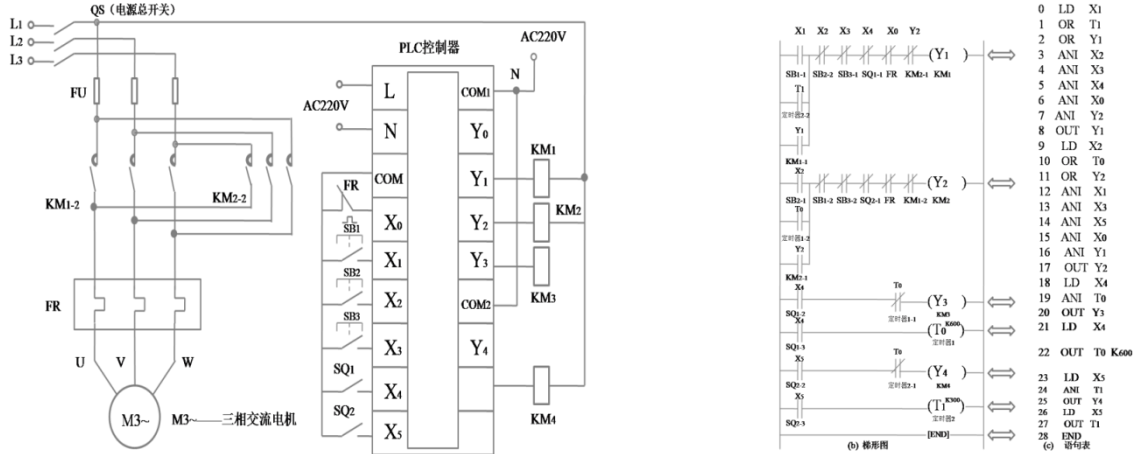


图10 运料小车装载货物往返工作示意图

表1 采用 FX2N 系列的 PLC 往返控制电路中的 I/O 分配表^[9]

输入			输出		
设备名称	代号	输入点编号	设备名称	代号	输出点编号
过热保护继电器	FR	X_0	左行限位开关	SQ_2	X_5
右行启动控制按钮	SB_1	X_1	左行接触线圈	KM_1	Y_1
左行启动控制按钮	SB_2	X_2	右行接触线圈	KM_2	Y_2
停止按钮	SB_3	X_3	装料电磁线圈	KM_3	Y_3
右行限位开关	SQ_1	X_4	卸料电磁线圈	KM_4	Y_4



5 结论与展望

该型小车采用的机械手臂只能无差别地抓取物品,当然也可以采用液压传动。但由于缺乏传感器和处理器的安装,手臂还属于自动化的机械构件,而没有达到机器人手臂的精密控制,更遑论达到智能传感的程度。该型小车中的机器视觉成像系统、机械手臂的传感器与控制系统需要非常复杂的电路设计与制作,目前个人和小团队尚无法完成如此高要求的电路与相关芯片的制造。

此外,通过加装与扫地机器人中相近的超声波技术,可实现小车的智能避障、行进路线记忆,以及自动回充电站充电(无线充电区域)等功能。为获得更强的光电效应,也可选用砷化镓、磷化铟等。

[参考文献]

- [1]王庆有. 光电技术[M]. 北京:电子工业出版社,2018.
- [2]杨金焕. 太阳能光伏发电应用技术[M]. 北京:电子工业出版社,2014.
- [3]周治平. 硅基光电子学[M]. 北京:科学出版社,2023.

[4]靳瑞敏. 太阳能电池原理及应用[M]. 北京:北京大学出版社,2017.

[5]臧海波. 机器人制作-从入门到精通[M]. 北京:人民邮电出版社,2017.

[6]贾永红. 数字图像处理[M]. 武汉:武汉大学出版社,2022.

[7]邵欣,马晓明,徐红英. 机器视觉与传感器技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2017.

[8]樊昌信,曹丽娜. 通信原理[M]. 北京:国防工业出版社,2021.

[9]王允上. 学用单片机制作机器人[M]. 北京:科学出版社,2012.

[10]韩雪涛. 步步图解自动化综合技能[M]. 北京:机械工业出版社,2023.

作者简介:王坚(1986.12—),毕业院校:天津理工大学,所学专业:项目管理,当前就职单位:上海建工二建集团有限公司,职务:项目副经理,职称级别:工程师。

反应器格栅支撑件强度及稳定性核算和结构优化

常春芳

惠生工程（中国）有限公司，上海 201210

[摘要] 主要论述了反应器格栅及其支撑件的强度、稳定性核算，以及合理的结构优化，并用工程实例论证了满足强度、稳定性要求的优化结构，为工程上此类反应器支撑结构的设计提供了一定的参考意义。

[关键词] 反应器；格栅及支撑件；强度；稳定性；结构优化

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13673

中图分类号: X773

文献标识码: A

Strength and Stability Calculation and Structural Optimization of Reactor Grid Support Components

CHANG Chunfang

Wison Engineering (China) Co., Ltd., Shanghai, 201210, China

Abstract: This article mainly discusses the strength and stability calculation of reactor grids and their supporting components, as well as reasonable structural optimization. It also uses engineering examples to demonstrate the optimized structure that meets the requirements of strength and stability, providing certain reference significance for the design of such reactor supporting structures in engineering.

Keywords: reactor; grille and supporting components; strength; stability; structural optimization

引言

目前，国内外炼油、化工等装置的规模越来越大，而为了实现这些装置的大型化，关键设备反应器也必须逐步大型化，这一发展趋势对反应器的格栅及其支撑件也提出了更高的要求。而设备直径越大，每个支撑结构承担的载荷也越大。原有的适用于小、中型设备的支撑结构难以满足受力要求，大型设备内部支撑结构的设计给工程设计人员提出了新的课题。反应器支撑格栅及其支撑件不仅要承担催化剂床层的自重，还要承担催化剂床层产生的压差，而且设备直径越大，每个支撑结构承担的载荷也越大。在进行反应器格栅及其支撑件设计、计算时，往往只计算支撑格栅及支撑梁的强度和稳定性，但实际上支撑件和设备内壁连接处的局部应力是很大的，很容易造成反应器壳体开裂^[1]。因此，本文对格栅及其支撑件进行合理设计，不仅核算了该结构在内压和外载荷作用下的强度和稳定性，还计算了支撑件在反应器筒体处产生的局部应力，并且还对催化剂床层顶部的压紧格栅进行了优化设计，提出了既满足强度、稳定性要求，又拆装方便的优化结构。

1 工程案例分析

某甲醇制烯烃装置中，反应再生单元的 MTO 反应器装置检修时，打开反应器下部人孔，发现支撑格栅有几块已经掉到下方的分布器上，旁边的一根格栅支撑梁一端也掉了下来，并且支撑梁已经变形，梁的中间部位明显向上拱起，其他两根支撑梁也是中部向上拱起；掉到下方分布器上的几块格栅板对应分布器喷射口的部位有明显冲刷损坏。上部格栅及支撑梁完好无损。从现场检查情况可以看

出，掉落的几块格栅应该有很长时间了，在格栅板对应分布器喷射口的部位有明显冲刷损坏痕迹，有些部位的格栅条已经冲断，有些部位已经明显冲刷减薄。

此 MTO 反应器，下部的工作压力为 0.305MPa(g)，设计压力为 0.562MPa(g)；工作温度为 456℃，设计温度为 520℃。反应器壳体及格栅材质为 S30409 不锈钢，介质为甲醇、烃及催化剂。从破坏情况看，格栅支撑梁受到很大的向上的力，造成支撑梁向上弯曲拱起，掉落的支撑梁应该是一端的螺栓被剪断。

经过深入讨论，首先可以排除因反应器开车后升温产生的热胀原因造成格栅支撑梁的上弯及破坏，因为螺栓孔采用的是长圆孔，经核算，长圆孔的长度完全可以满足梁的热胀量；现场检查支撑梁及其连接板的螺栓孔，并没有横向剪切和挤压的痕迹。

业主方技术人员介绍，在此装置中，工艺包提供方放宽了反应器开车条件。反应器开车后经历过两次停车，停车后没有打开反应器，也没有卸出催化剂。停车后催化剂沉积在反应器底部，经核算催化剂的数量，其堆积高度在上下两层格栅之间。再次开车时，反应器底部进气，要将沉积的催化剂吹起至悬浮状态，此时需要的进气压力要比正常操作压力大很多，业主方技术人员介绍开车时进气压力达到 0.7MPa(g)，由于下部格栅及其支撑梁整体埋在催化剂里面，受到的向上的力会很大，造成支撑梁上弯，其中一根梁的一端连接螺栓剪断，格栅板脱落。

针对上述问题，现场采取的措施是，修复支撑梁及其格栅，重新安装。除了上述措施外，建议工艺包提供方要尽可能地分析反应器各种工况；反应器停车后再开车时也

应采取措施,例如停车后卸出催化剂,再开车时不使格栅受到过大的载荷。另外设备专业在设计支撑格栅及其附件时,要考虑此工况的受力,计算此工况下支撑梁及其格栅的强度和稳定性,设计出更加合理的结构。

2 格栅及其支撑件强度和稳定性核算

2.1 设计条件

某反应器催化剂和瓷球由格栅及其支撑件支撑(如图1),除去格栅、催化剂及瓷球质量约5000kg外,该床层有0.2MPa的压降,当量均布载荷约为41000kg,相当大。设备材质整体采用09MnNiDR,正常工作设计温度-45/65℃,设计压力为2.9MPa;再生工况设计温度310℃、设计压力0.35MPa。设计温度高、部件承受载荷大、材料许用应力低,这就要求对格栅及支撑件进行合理设计,并对其稳定性和强度进行校核,以确保设计质量。

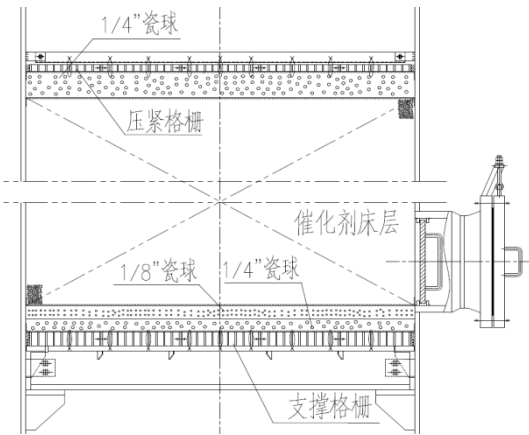


图1 反应器格栅及其支撑件

2.2 支撑梁的核算

2.2.1 支撑梁的强度核算

支撑梁自身的刚度和强度根据SH/T 3098—2011《石油化工塔器设计规范》之6.5节“填料栅板和支撑梁的强

度计算”。用到的主要公式如下:^[2]

$$\text{最大弯矩: } M_{\max} = \frac{qL^2}{8}。$$

$$\text{弯曲应力: } \sigma_M = \frac{M_{\max}}{W} \times 10^{-5} \leq [\sigma]^t。$$

$$\text{挠度: } y = \frac{5qL^4}{384EJ} \times 10^{-3} \leq [y]。$$

L—梁的跨度, m;

W—梁的抗弯界面模数, m³;

[σ]^t—梁在设计温度下的许用应力, MPa;

E—材料设计温度下的弹性模量, MPa;

[y]—梁的许用挠度, mm;

J—梁截面轴惯性矩(不包括腐蚀余量), m⁴。

2.2.2 支撑梁的稳定性核算

根据GB 50017—2017的4.2.1条规定,需要对支撑梁的整体稳定性进行校核,并按下列公式进行计算:^[3]

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{\phi_b W} \leq [\sigma]^t$$

φ_b—梁的整体稳定性系数, GB 50017—2003附录B。

输入设计条件,依据上述公式,把梁的强度和稳定性计算结果汇总如下表2:

2.3 格栅的核算

在确定催化剂格栅扁钢条尺寸时,应对扁钢条进行强度校核。计算时将扁钢条作为一承受均布载荷的两端简支梁,且略去催化剂及瓷球对反应器壁的摩擦阻力^[4]。为满足工艺对格栅开孔率的要求,采用栅条形格栅,并根据《金属设备》第三篇附录四部分及SH/T3098—2011《石油化工塔器设计规范》之6.5节“填料栅板和支撑梁的强度计算”进行核算,主要根据如下公式进行核算:

表1 梁的强度计算表

梁的弹性模量	184600	MPa	梁的许用应力	136	MPa
梁的屈服限	217	MPa	梁的截面惯性矩	1163920.43	mm ⁴
梁的截面模数	143744172.5	m ³			
梁自身重量 m ₁	2641.62	N	梁承载填料重量 m ₂	72943.34	N
梁承载持液重量 m ₃	1002.27	N	梁承载压降重量 m ₄	57036.	N
梁承载格栅重量 m ₅	2388.4	N			
梁承载总重量 m ₀ =m ₁ +m ₂ +m ₃ +m ₄ +m ₅			136011.63		N
梁上线载荷	70.11	N/mm	梁最大弯矩	44618749.26	N·mm
梁许用弯曲应力[M _{max}]	136.		MPa	(基于 GB 150—2011 许用应力)	
梁最大弯曲应力 M _{max}	38.33		MPa	合格	
梁最大挠度f _{max}	0.49		mm	合格	
梁许用挠度[f]=L/1000	1.94		mm		
◆结论	合格				

表2 梁的整体稳定性表

$*\phi_b = \beta_b \cdot \frac{4320}{\lambda_y^2} \cdot \frac{A \cdot H^2}{W_x} \cdot \left[\sqrt{1 + \left(\frac{\lambda_y \cdot t_1}{4.4 \cdot H^2} \right)^2} + \eta_b \right] \cdot \frac{235}{\sigma_s} \cdot \zeta$ 如果 $\phi_b > 0.6$ 转换 $\phi_B = 1.07 - \frac{0.282}{\phi_b} \leq 1.0$					
梁计算长度 l_c	2440	mm	*参数 $\xi = \frac{l_c t_1}{b_1 h}$	1.46	
*等效临界弯矩系数 β_b	0.88		*平面外长细比 λ_y	51.05	
整体稳定系数 ϕ_b	1		修正系数 $\zeta = E/206 \times 10^3$	0.9	
临界弯曲应力 $\frac{M}{\phi_b W_x} \leq f$	38.33	MPa	许用应力 (基于屈服/1.6)	135.63	MPa
◆结论	合格				
翼缘外伸/厚度 b/t_1	2.83		许用值	12.81	
◆结论	合格				
腹板高厚比 h/t_2	6.33		许用值	72.85	
◆结论	合格				

表3 格栅计算表

平面外长细比 λ_y		674.11			
强度计算					
栅条弹性模量 E	184600.	MPa	栅条许用应力 $[\sigma]^t$	145.2	MPa
栅条截面格栅惯性矩	190222.0	mm ⁴	栅条抗弯截面模量	4940.83	mm ³
栅条理论重量	0.01	kg/mm	栅条承载填料重量	1493.24	N
栅条承载持液重量	20.52	N	栅条承载压降重量	1167.6	N
栅条平均线载荷	2.81	N/mm	最大弯矩 M	442596.1	N·mm
栅条最大应力 σ	89.58	MPa			
◆ 结论	格栅条强度合格！				
栅条最大挠度 f	0.93	mm			
整体稳定性计算					
栅条剪切弹性模量 G	71000.	MPa	极惯性矩 J	3006.21	mm ⁴
栅条平面外惯性矩 I_y	802.08	mm ⁴			
弯矩临界值 $(M_{\max}) = \frac{2\pi}{l_1} \sqrt{EI_y GJ}$			1147972.08		N·mm
◆ 结论	格栅条稳定性合格				

作用在扁钢上的均布载荷 $q = \frac{(m_p + m_L) \times 9.81}{L}$;

其中 $m_p = (HLty) \times 10^{-4}$;

格栅强度校核 $\sigma = \frac{qL^2 \times 10^{-2}}{(S-C)(h-C)^2} \leq [\sigma]^t$;

q—作用在扁钢上的均布载荷, N/cm;

m_L —催化剂床层及瓷球静持液质量, kg;

m_p —催化剂床层及瓷球质量, kg;

H—催化剂床层及瓷球高度, m;

L—扁钢条长度, cm;

t—扁钢条间距, cm;

y—催化剂及瓷球的堆积密度, kg/m³;

S—扁钢厚度, cm;

C—扁钢腐蚀余量, cm;

h—扁钢高度, cm;

$[\sigma]^t$ —格栅在设计温度下的许用应力, MPa。

根据上述公式, 输入工艺条件, 对支撑格栅进行强度校核, 汇总结果如下表3。

2.4 支座的核算

支撑梁下设垫板及支撑筋板结构按《压力容器设计指导手册(上)》第12章第4节中无横向板耳式支座模型进行校核^[5], 并涵盖无横向板耳式支座筋板厚度、底板厚度、焊缝剪切应力等。

表4 支座计算表

表 7-1 支座计算表					
支座本体承载					
筋板最大承载力	681.96	KN	基础板承载力	251.79	KN
支座最大承载力	251.79	KN	支座实际承受载荷	68.01	KN
◆ 结论	合格				
支座焊缝强度校核					
焊缝中的剪应力	6.17	MPa	最大弯曲应力	5.55	MPa
焊缝中的合应力	8.3	MPa	许用剪切应力	74.8	MPa
◆ 结论	合格				

2.5 支撑梁及连接板在壳体处产生的局部应力的核算

在以往反应器的设计过程中,并未考虑壳体与催化剂床层支撑件连接处的局部应力,设计时通常将梁置于支座上,而支座直接与反应器壳体相焊。对于大直径的反应器,催化剂及瓷球较重,且支座与反应器接触面积较小,会导致反应器壁的局部应力过大,进而引起反应器壳体变形。特别是压力不高、反应器壁厚较薄时,更容易在此处产生变形。

所以对支座处反应器进行局部应力校核就显得十分有必要,并且校核时应注意以下几个方面:

2.5.1 确定支撑梁的设计载荷

根据 SH/T 3098—2011 中第 6.5.2.1 条规定,采用单梁支撑时,按填料、持液和格栅总质量的 65%确定梁的均布载荷;采用双梁支撑时,按填料、持液和格栅总质量的 45%确定梁的均布载荷。

2.5.2 选择合适的力学模型

支座与支撑梁的连接视为简支,支座处只受一个压力;垫板与塔体的焊接视为固支,支座将所受压力传给垫板,并在垫板根部产生一个弯矩^[6]。

2.5.3 选择合适的局部应力计算模型

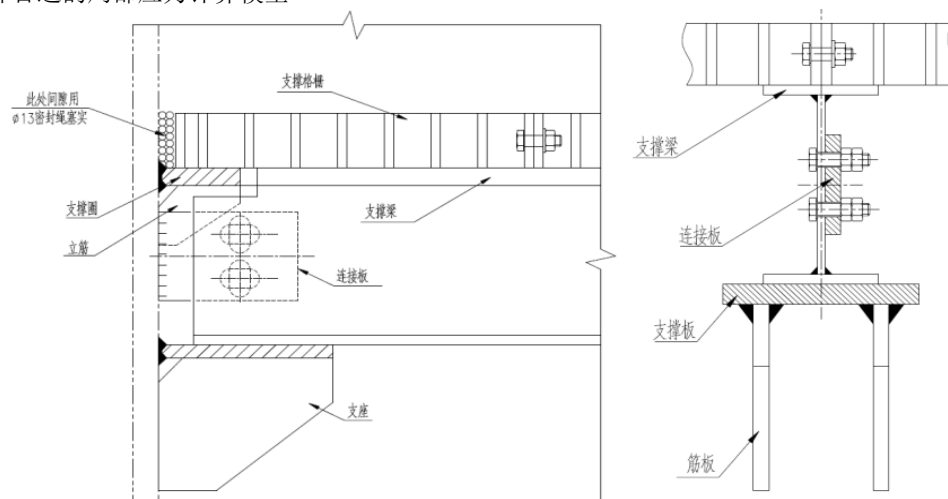


图2 支撑梁与筒体的连接结构

采用 PV Desktop 软件中受压元件“矩形空心附件”模型,根据 WRC bulletin 537,可对梁支座的垫板及支座在筒体处的局部应力进行计算。

与此同时,还应进行垫板角焊缝的强度校核。反应器在正常操作工况下会有振动,需校核垫板焊缝,防止垫板脱落。

3 格栅及其支撑件结构优化

3.1 支撑梁与壳体的连接结构

考虑高温状态的膨胀,将支撑梁与壳体的连接设计为可拆滑动型,即支撑梁设置长圆孔通过耳板和壳体连接。为确保承载能力,支撑梁下设置垫板及支撑筋板(详细结构见下面附图 2)。连接板和支撑梁上开的都长圆孔,连接板上开横向长圆孔,支撑梁上开竖向长圆孔,既能吸收高温产生的膨胀,又能在再生或者吹扫工况在下方进气时,在竖直方向上不产生那么大的剪贴力。

3.2 支座与筒体的连接结构

为保证反应器强度,避免反应器壳体变形,根据前面筒体处局部应力的核算,需要将支座处的反应器筒体局部增厚,也可以在支座和反应器之间增设垫板。显然,增设垫板比较经济,目前已经在结构上做了优化设计,在支座和筒体之间加了垫板,如图 2 所示。

3.3 格栅的结构设计

在进行格栅设计时,不仅要核算格栅的强度,格栅的设计还要便于拆卸,特别是催化剂床层上方的压紧格栅,由于要装卸、更换催化剂和瓷球,拆卸频率比较大,所以压紧格栅及其组件之间最好是活连接,如下图 3 所示,压紧格栅和反应器筒体之间就是采用螺栓连接,拆卸比较方便。以前的设计,立筋和支撑圈与反应器筒体都是焊接的,不方便压紧格栅的拆卸。

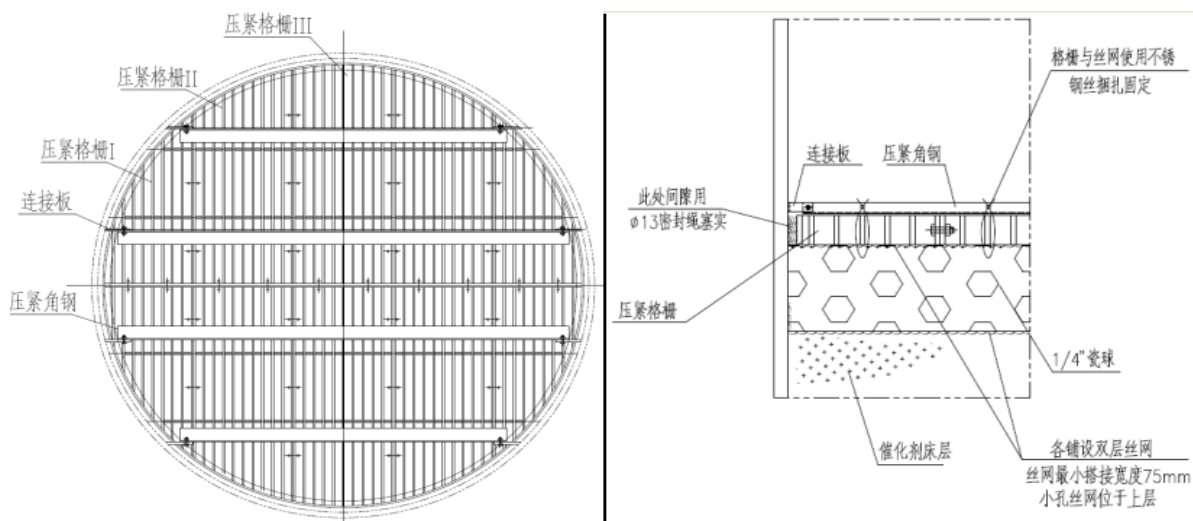


图3 优化后的压紧格栅结构

4 结论

(1) 反应器催化剂床层支撑件, 需要进行强度和稳定性校核, 并且需要校核各个工况下的强度和稳定性, 尤其是停车再开车时的工况和催化剂再生工况比较容器遗漏; 本文通过工程实例, 说明了对催化剂床层支撑件强度和稳定性校核的必要性, 列举了如何校核支撑的强度和稳定性, 以及如何校核支撑格栅的强度, 为支撑结构的校核提供了一定的参考依据。

(2) 反应器催化剂床层支撑件在反应器壳体处的局部应力, 需要核算, 在实际工程应用中, 此处的局部应力很容易被忽略, 但是催化剂及瓷球较重, 且支座与反应器接触面积较小, 会导致反应器壁的局部应力过大, 进而引起反应器壳体变形。特别是压力不高、反应器壁厚较薄时, 更容易在此处产生变形。

(3) 根据工程实例中反复研究、总结得出的经验, 对反应器催化剂床层支撑件进行结构优化, 发现支撑梁和连接板之间采用长圆孔结构能有效吸收高温产生的膨胀; 梁的支座和反应器筒体之间采用垫板结构连接, 能大大降低反应器壳体处的局部应力, 而且基本上不增加什么成本; 压紧格栅和反应器壳体之间采用螺栓连接, 很方便后续的检修、维修拆卸工作。

【参考文献】

- [1] 徐君臣等. 大型反应器催化剂床层支撑结构的有限元分析[J]. 化工设备与管道, 2019(1): 8.
 - [2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 中华人民共和国国家标准: GB/T150-2011[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012: 105-109.
 - [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 中华人民共和国国家标准: GB50017-2017[S]. 北京: 中国建筑工业出版社出版, 2020: 37-53.
 - [4] 中华人民共和国工业和信息化部. 中华人民共和国石油化工业行业标准: SH/T3098-2011[S]. 北京: 中国石化出版社出版, 2011: 8-12.
 - [5] 全国化工设备设计技术中心站. 压力容器设计人员培训教材: 压力容器设计指导手册(上)[S]. 昆明: 云南科技出版社出版, 2006: 310-345.
 - [6] 全国锅炉压力容器标准化技术委员会. 工程师培训教程: 压力容器设计工程师培训教程[S]. 北京: 新华出版社出版, 2019: 143-150.
- 作者简介: 常春芳 (1984.8—), 女, 河南周口人, 现就职于惠生工程(中国)有限公司, 工程师, 硕士, 主要从事压力容器设计、金属材料的腐蚀与防护等工作。

混流式机组上导轴承漏水原因分析及处理

田波

四川华电宝珠寺水力发电厂, 四川 广元 628000

[摘要] 水轮发电机上导轴承作为水轮发电机重要组成部分在机组运行中发挥着至关重要的作用。它不仅能够承受机械和电磁不平衡力, 还能够约束轴线位移、防止主轴摆动确保机组在轴承间隙范围内稳定运行。通过高精度制造、良好润滑性能和易于维护检修等技术特点与优势, 上导轴承为水轮发电机的安全、高效运行提供了有力保障。上导轴承的正常运行依赖于良好的润滑系统, 轴承漏水会导致润滑油被稀释, 润滑效果下降, 轴承在运行过程中产生大量的热量得不到及时冷却散热, 使得轴承温度升高, 严重导致轴承烧毁。因此, 确保导轴承的密封性能对于保障水轮发电机的安全运行和延长使用寿命至关重要。文中主要以上导轴承冷却器法兰渗漏为例, 分析可能产生的原因, 提出有效的解决办法及预防措施, 以保证机组的安全稳定运行。

[关键词] 上导轴承; 润滑; 漏水

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13676

中图分类号: TK730.3

文献标识码: A

Analysis and Treatment of Water Leakage in Upper Guide Bearing of Mixed Flow Units

TIAN Bo

Sichuan Huadian Baozhusi Hydroelectric Power Plant, Guangyuan, Sichuan, 628000, China

Abstract: The upper guide bearing of a hydroelectric generator plays a crucial role as an important component in the operation of the unit. It can not only withstand mechanical and electromagnetic unbalance forces, but also constrain axis displacement, prevent spindle swing, and ensure stable operation of the unit within the bearing clearance range. Through the technical characteristics and advantages of high-precision manufacturing, good lubrication performance, and easy maintenance and repair, the upper guide bearing provides strong guarantees for the safe and efficient operation of hydro generators. The normal operation of the upper guide bearing depends on a good lubrication system. Bearing leakage can cause the lubricating oil to be diluted, resulting in a decrease in lubrication effect. The bearing generates a large amount of heat during operation, which cannot be cooled and dissipated in a timely manner, causing the bearing temperature to rise and seriously leading to bearing burnout. Therefore, ensuring the sealing performance of the guide bearing is crucial for ensuring the safe operation and extending the service life of the hydroelectric generator. The article mainly takes the flange leakage of the guide bearing cooler as an example to analyze the possible causes and propose effective solutions and preventive measures to ensure the safe and stable operation of the unit.

Keywords: upper guide bearing; lubrication; water leakage

1 工程概述

DG 电站整体结构为立轴混流式机组, 装机容量 165MW × 4。水轮机型号为 HL-LJ-552, 最大水头 78m, 额定水头 65m, 最小水头 57m, 额定转速 115.4r/min, 发电机由东方电气集团东方电机有限公司生产, 发电机型号 SF165-52/12000, 技术供水采用独立内循环方式, 技术供水每台机组配备 2 台技术供水泵, 两台技术供水泵一主一备, 技术供水泵型号为 500JC900×3, 额定流量 900m³/h, 额定电压 380V, 额定转速 1460, 扬程不小于 60m。

表 1 技术供水泵参数

型号	500JC900×3	流量	Q=900m ³ /h
扬程	H≥60m	额定电压 (V)	380V
生产厂家	水泵盖州水泵厂电机 ABB	转速 (r/min)	1460
水泵效率	≥75%	台数	8 台
电机绝缘等级	F 级	电机防护等级	IP54

2 事件经过

2.1 机组振摆二级保护动作

2023 年 8 月 13 日 22:40 分 DG 电站 1 号、2 号、3 号、4 号机运行, 全厂总负荷 470MW。其中 1 号、2 号、3 号机组各带 120MW 负荷, 4 号机组带 110MW。22:47 分 DG 电站 3 号机组上位机报出振摆 2 级保护动作, 22:58 分运行值守人员申请机组负荷降至 0, 23:11 分 3 号机组停机。

报警	663	2023-08-13 22:59:15.666	故障	3#机	3号机组调速器3#油路运行动作
报警	664	2023-08-13 22:59:15.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)
报警	665	2023-08-13 22:59:15.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)
报警	666	2023-08-13 22:59:10.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)
报警	667	2023-08-13 22:59:08.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)
报警	668	2023-08-13 22:59:05.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)
报警	669	2023-08-13 22:59:03.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)
报警	670	2023-08-13 22:59:00.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)
报警	671	2023-08-13 22:59:00.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)
报警	672	2023-08-13 22:59:00.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)
报警	673	2023-08-13 22:59:00.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)
报警	674	2023-08-13 22:59:00.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)
报警	675	2023-08-13 22:59:00.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)
报警	676	2023-08-13 22:59:00.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)
报警	677	2023-08-13 22:59:00.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)
报警	678	2023-08-13 22:59:00.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)
报警	679	2023-08-13 22:59:00.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)
报警	680	2023-08-13 22:59:00.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)
报警	681	2023-08-13 22:59:00.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)
报警	682	2023-08-13 22:59:00.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)
报警	683	2023-08-13 22:59:00.000	故障	3#机	3#机开出第154点动作3号机组减速(供油)

图 1 振摆二级告警动作

2.2 现场检查情况

3号机组上位机报出振摆装置二级动作保护后,值守人员检查3号机组上导轴承振摆500 μ m,引起机组发出二级动作保护,维护人员立即到现场进行检查发现3号机组上导轴承油槽透平油已全部溢出并通过上机架流至定转子、下机架、水车室等位置。维护人员将上导油槽积水、透平油排尽后拆卸上导接触式密封盖板,检查上导轴瓦、轴颈无异常磨损。启动3号机组技术供水泵上导轴承冷却器进水管路压力指示0.3MPa,检查上导冷却器及连接管路无渗漏。3号机组技术供水泵停泵上导油槽处听见吸气声音。再次启动3号机组技术供水泵检查发现10号上导冷却器出口弯管连接法兰出现渗漏现象,将上导冷却器出口弯管法兰拆除,发现法兰密封垫完好。



图2 漏油渗漏现场



图3 法兰密封垫

3 原因分析

机械原因:初步判断原因为机组检修过程中上导冷却器法兰螺栓未对称把紧,导致橡胶密封垫受力不均匀且DG电站技术供水为内循环冷却方式技术供水泵流量大,上导轴承安装在发电机层上导冷却器高程最高,每次停泵时上导冷却器水流突然中断,当上导冷却器冷却水得不到补充管路内部迅速形成真空由于橡胶法兰垫不均匀

受力局部存在微小间隙随着外部空气通过微小间隙进入管路内部平衡内外压力将受力不均匀的法兰密封垫吸入管路内部导致橡胶垫密封垫密封截面减小法兰之间产生间隙进而导致冷却器法兰漏水。

电气原因:3号机组上导轴承设置一套YHX油混水装置用于监测上导油槽混水或积水量,该装置采用电容式原理电容式传感器由内外电极组成,当油槽中混水后内外电极介电常数相差很大,内外电极构成的电容值发生显著变化,油混水装置发出的方波发生变化,经过信号放大器的处理输出响应的报警信号提醒值守、维护人员及时检查系统确保发电机组安全稳定运行。但事故发生至处理结束,3号机组上导油混水装置均未发出报警信号导致维护人员第一时间未发现上导油槽进水防止事态进一步扩大。事后检查3号机组油混水装置接线错误油混水装置一直处于故障状态,在上导轴承冷却器法兰漏水后未及时报警。

4 处理办法

4.1 优化冷却器法兰密封形式

DG电站上导冷却器法兰密封形式为全平面结构,法兰平面光滑,结构简单,安装过程中密封垫不宜放置,且密封面与橡胶密封垫之间所需的压紧力大,受制于安装空间部分螺栓预紧力可能偏小。为了避免上述问题的产生,法兰密封形式优化为密封槽结构,法兰密封槽密封是一种常用的密封技术,主要用于管道系统中法兰连接处的密封,以确保系统在运行过程中不会发生泄漏。结合图纸设计我们在上导冷却器弯管法兰上加工槽宽6.5mm,深4mm环形密封槽,通过O型密封槽形成法兰端面密封面保证内封水外封油。上导冷却器弯管法兰O型密封槽加工完毕后检查O型密封槽光滑无毛刺,检查密封槽无凸起缺口缺陷。

4.2 优化冷却器管路密封安装工艺

DG电站3号机组上导冷却器更换管路密封施工人员直接拆开冷却器连接管路更换橡胶密封垫且未注意机组安装期间使用的密封垫厚度与现在检修使用的密封垫厚度存在差异,导致部分法兰螺栓在上紧过程中存在憋劲现象,同时由于密封垫厚度差异导致密封面密封效果受到一定影响,在上述原因的叠加影响下导致了3号机组上导轴承冷却器在检修后不久即出现了冷却器法兰漏水情况。在本次技改中考虑到上导轴承冷却器弯管法兰更换法兰密封面形式及密封后可能对管路整体长度造成影响,所以安装密封时首先要将上导轴承冷却器底座固定螺栓全部拆卸保证上导轴承冷却器本体处于完全自由状态。在上导轴承冷却器本体弯管法兰预装6mm耐油O型橡胶圆,将弯管法兰内六角紧固螺栓螺纹均匀涂抹螺纹锁固剂并将其对称把紧,紧固过程中检查弯管法兰面间隙应均匀并注意观察橡胶O型密封圆无脱槽,螺栓紧固后用0.05mm塞尺检查冷却器弯管法兰密封面不能通过,检查冷却器弯管法兰错牙不超过1mm。用同样的方法将所有上导冷却器管路密

封安装完毕后,调整上导冷却器本体与本体底座螺栓孔相对位置并将底座两颗螺栓全部旋入螺纹后方可进行紧固,否则需要对相对位置进行调整,如果上导冷却器本体与本体底座螺栓孔相对位置偏差过大,则需要对底座内螺纹螺栓孔进行重新钻孔制作。上导冷却器底座紧固螺栓安装后再次检查上导冷却器弯管法兰面内六角螺栓紧固情况,防止安装上导冷却器底座过程中对内六角螺栓受力产生影响发生部分螺栓松动情况。上导冷却器法兰螺栓紧固检查确认无误后进行第一次上导冷却器整体严密性耐水压试验,耐压过程中检查压力不低于上导轴承冷却器正常运行压力 1.25 倍且不小于 0.4MPa 耐压时间 8 小时。第一次静态整体严密性耐水压试验合格后通过 3 号机组技术供水系统对机组上导油槽冷却器开展充水试验,在启动 3 号机组技术供水泵前首先分别将上导轴承冷却器进水阀、排水阀全开,然后启泵后检查上导轴承冷却器进水压力,如果压力过低则通过调整排水阀开度的方式将上导冷却水压力调整至正常运行压力 0.3MPa。充水试验 30min 检查上导冷却器各部无渗漏,然后停技术供水泵在上导油槽冷却器处检查冷却器管路法兰密封之间无吸气异响,重复 2 次启停技术供水泵过程,检查冷却器管路法兰均无异响无渗漏。

4.3 优化油混水装置

因水比透平油密度大,在机组停机状态下积水会沉淀在油槽底部,在油槽顶部安装的油混水装置由于油混水装置结构特点测量探头距油槽底部有一定距离大概会产生 15cm 左右的测量盲区。为提高设备可靠性,减小设备测量盲区,DG 电站检修过程中决定将上导轴承油槽顶装油混水装置改成侧装集成油混水装置,侧装油混水装置主要由油混水监测装置、集油箱、上下引油管组成。安装位置以油混水监测装置底部高度不超过上导油槽底部距离为准,现场测量高度后在上导油槽底部 2cm、12cm 处分别钻孔焊接直径 16 的引油管,引油管分别与油混水装置集油箱接头连接,上导油槽引油管出口安装 DN16 球阀方便后续检修维护,油混水装置接线调试,检查各功能完整,取下油混水监测装置模拟混水试验,上位机发出报警信号。上导轴承油槽油混水装置优化后可提升监测精度,提高设备可靠性,为机组运行提供有力保障。

经过上述处理,3 号机组长时间运行上导轴承摆度、瓦温、油温均稳定。

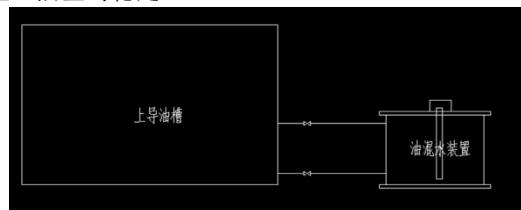


图 4 油混水装置改造示意图

5 结语

3 号机组上导轴承摆度、瓦温、油温运行稳定,从结果看初步达到了预期效果。更重要的是为今后的检修改进积累了经验。为了确保机组不再出现类似故障我们在今后的工作中还要做好以下措施:

5.1 加强日常设备维护管理

加强设备管理针对重点监测设备应确保功能完整禁止设备带病运行,定期对电测设备、热工仪表进行校验检查。维护人员应加强重点设备巡回力度,日常工作中应完整记录各导轴承油温、瓦温、振摆数据,值守人员重点关注设备运行参数、重要报警信息及光字等工作。

5.2 提升设备可靠性

结合机组水轮机、发电机、调速系统、技术供水运行方式检查设备可靠性,对于不符合要求的应尽快制定技改计划或变更运行方式。如 1 号、2 号、4 号机组上导轴承冷却器法兰未进行更换,应尽量避免机组频繁开停机防止技术供水管路真空对密封件的影响。

【参考文献】

- [1]张诚.陈国庆.水电厂检修技能丛书水轮发电机组检修[J].中国电力出版社,2012(4):34.
- [2]中华人民共和国国家标准.水轮发电机组安装技术规范 GB/T8564-2003[S].北京:中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,2003:1-2.
- [3]陈造奎.水利机组安装与检修[M].北京:中国水利水电出版社,2013.

作者简介:田波(1976.5—),毕业院校:成都电力职工大学,发电厂及变电站,当前就职单位:宝珠寺水力发电厂,职务:无,职称级别:助理工程师。

综采放顶煤开采防灭火技术及瓦斯煤尘管理分析

郝鑫宇

晋能控股煤业集团塔山煤矿, 山西 大同 037000

[摘要] 该研究的主要目的在于深入分析综放开采作业过程中, 如何有效实施防火灭火技术, 并制定一套完善的瓦斯和煤尘管理策略。综采放顶煤技术作为一种先进的采煤方法, 能够有效提高煤矿的开采效率, 但也面临着严重的火灾和瓦斯、煤尘等安全隐患。本研究对比分析了各种防火灭火技术及管理策略, 据此提出了针对煤矿安全的改进技术与管理方案。研究表明, 通过融合现代防火手段与科学煤尘、瓦斯控制策略, 能够有效提升综采放顶煤的安全性, 进而降低事故发生率, 确保煤矿高效回采的持续性与安全性。

[关键词] 综采放顶煤技术; 防灭火技术; 瓦斯管理; 煤尘控制; 安全管理

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13697

中图分类号: TD75+2.2

文献标识码: A

Fire Prevention and Extinguishing Technology for Fully Mechanized Top Coal Caving Mining and Analysis of Gas and Coal Dust Management

HAO Xinyu

Tashan Coal Mine of Jinneng Holding Coal Industry Group, Datong, Shanxi, 037000, China

Abstract: The main purpose of this study is to analyze in depth how to effectively implement fire prevention and extinguishing technologies in the process of fully mechanized mining operations, and to develop a comprehensive gas and coal dust management strategy. As an advanced coal mining method, fully mechanized top coal caving technology can effectively improve the mining efficiency of coal mines, but it also faces serious safety hazards such as fires, gas, and coal dust. This study compared and analyzed various fire prevention and extinguishing technologies and management strategies, and based on this, proposed improvement technologies and management plans for coal mine safety. Research has shown that by integrating modern fire prevention methods with scientific coal dust and gas control strategies, the safety of comprehensive top coal caving can be effectively improved, thereby reducing the incidence of accidents and ensuring the sustainability and safety of efficient coal mining.

Keywords: fully mechanized top coal caving technology; fire prevention and extinguishing technology; gas management; coal dust control; safety management

引言

在现代煤矿厚煤层开采过程中, 广泛采用综采放顶煤开采的技术, 该技术以其高效率和经济性显著提升了煤矿的开采效率。然而此技术引发的安全隐患不容忽视, 包括火灾、瓦斯及煤尘爆炸等, 矿工的安全和矿井的完整性受到火灾、瓦斯泄漏以及煤尘爆炸的严重威胁, 这些灾害严重伤害作业人员的安全, 同时对设备造成损害, 引发经济损失。在矿山安全生产领域, 探索和实施先进的防灭火技术, 以及对瓦斯和煤尘的有效管理措施, 对于确保作业安全与提升作业效率, 具有至关重要的影响。

1 综采放顶煤开采技术概述

综采放顶煤开采技术是一种现代煤矿开采技术, 主要用于深部厚煤层的高效开采。采用此技术, 使用液压支架支护顶板, 促使顶板自由下沉至煤层, 从而达成煤炭的持续回采作业。在煤炭开采作业中, 顶板的临时加固机制扮演着关键角色, 它通过对顶板的主动支撑作用, 创造出适宜空间, 确保机械化采煤作业的高效进行。采纳该策略, 既能有效降低顶板下沉引发的安全风险, 同时也促进了煤

矿产量的增加及经济效益的提升^[1]。

技术应用过程中遭遇了多项显著困难, 如火灾危险、瓦斯爆炸与煤尘等问题的挑战。煤层开采时, 采用放顶煤技术可能会引起煤层顶板下沉问题, 并导致煤层破碎, 进而增加了瓦斯积聚和煤尘产生的风险。为了确保矿产开采活动中的安全与稳定, 必须实施有效的防范策略, 煤矿生产中, 综采放顶煤技术对提升产效及资源利用率起着关键作用, 但其在实际应用中的挑战需要通过不断的技术改进和管理优化来解决。

2 防灭火技术

在实施综合采煤放顶煤的过程中, 煤矿火灾风险主要源于煤层自然及瓦斯积聚现象, 因此, 采取有效的防火灭火技术措施, 是确保矿井安全生产的重中之重。为了降低煤矿发生火灾的风险, 采取了一系列预防措施, 这包括强化火灾监测与预警机制, 通过部署前沿的火灾探测器及传感器, 对煤层温度、气体浓度等关键指标进行实时监控。一旦监测到任何异常迹象, 系统即刻启动报警, 并自动执行相应的应对程序, 进行定期的温度监测和数据分析, 对

煤层及其通风系统的温度变化进行细致检查,以便及时识别潜在的火灾风险。在煤矿作业环境中,一个设计合理的通风系统对于清除有害气体和烟尘至关重要,它显著减少了火灾事故的发生概率,为了预防煤矿火灾,必须保证风机与风道的有效维护,如此方能确保通风系统的稳定运行。

在煤矿领域,针对火灾事故的应对,已装备有特定的高压灭火系统、泡沫灭火器和干粉灭火器等专用设备,煤矿区的火险防控。借助先进的灭火装置,配合精准的火灾应对计划,能够在火灾发生的早期阶段有效遏制火势蔓延,进而显著降低对矿区生产运营的负面作用。扑救火灾时,需依据火灾具体特点挑选适宜的灭火介质,同时实施分区域封锁与隔离策略,目的是切断火势源头,降低火势蔓延的可能性。火灾发生时,构建有效的应对措施与事故上报体系,对于确保防火灭火技术的实施至关重要,制定周密的火灾应急计划及事故处理程序,保障火灾发生时能迅速激活应急机制。在综合采煤过程中,顶煤的防火措施对安全生产至关重要,通过实施包括预防、监测、通风优化和应急响应在内的多项策略,可以显著减少火灾危险,确保矿井的生产安全^[2]。

3 瓦斯管理

在煤矿作业环境中,瓦斯作为一种常见的有害气体,它的累积不仅会恶化通风质量,而且达到一定浓度时,还可能触发爆炸等灾难性后果。在矿井作业环境中,确保矿工的生命安全与保障矿井的持续稳定作业,离不开科学和有效的瓦斯控制策略的实施。在高瓦斯风险的煤矿场所,已普遍配置了能即时追踪气体浓度波动的高精度瓦斯检测设备,当瓦斯浓度超出预定的安全界限时,内置的系统便会自动激活报警机制,并随即执行通风与抽采作业。在矿井中部署瓦斯抽采井,能够将瓦斯气体有效地转移,避免达到危险性的聚集水平,煤层瓦斯含量降低技术包含预抽、伴抽及后抽等方法,预抽特指在煤炭开采前对煤层瓦斯进行抽取,以减少煤层内瓦斯的含量;伴随采煤过程,同时执行煤气抽取作业,此为一种矿井作业技术;实施后抽过程,旨在高效收集采煤作业后遗留的瓦斯气体。在矿井作业中,针对不同的开采环境和阶段,选择适宜的瓦斯抽取方法,是为了有效减少矿井内部的瓦斯浓度,确保安全生产。

在煤矿安全生产中,除了采取抽采措施外,瓦斯的有效排放与通风系统的精确优化同样构成了关键性的管理要素。在矿井工程中,为确保作业场所的空气流通,通风系统的设计显得尤为关键,此过程必须综合考量风量、风速以及风流方向等多个变量。对通风系统进行周期性的检测与保养,对于保障其持续运作至关重要,同时也是管理天然气关键环节之一。瓦斯的管理不仅涉及排放的瓦斯本身的科学评价,还包括对其未来排放趋势的合理预测,分析矿井过往的作业信息与运用数学模型对未来的气体排

放进行预测,有助于掌握瓦斯排放的动态,从而为制定有效的防范策略提供依据。为了确保煤矿生产的安全与稳定,涉及瓦斯实时监控、有效抽放以及通风优化等环节的多方位管理策略是必不可少的,通过这些技术和方法的集成应用,能够有效地控制瓦斯风险,从而保障矿井的生产安全^[3]。

4 煤尘控制

煤矿作业中,煤尘的控制是必不可少的,它关系到工人的健康与安全,同时预防煤尘爆炸等事故的发生。煤尘的控制根本在于对其产生源头的治理与有效抑制,煤尘在煤矿生产中是不容忽视的问题,其生成主要源于采煤、运送以及煤炭加工等多个阶段。在这些过程中,煤层的破碎与挖掘活动导致大量煤尘的产生,这一现象尤其在矿井的工作面、巷道,及破碎机与输送带等设备周边区域表现得尤为明显。在煤层被破碎的过程中,利用高压喷水装置能有效降低粉尘的生成,在煤矿的输送过程中,采取覆盖输送带、安装喷雾系统以及及时清除输送带周边尘埃的措施,能有效减少煤尘在运输过程中的散发。

针对矿井内部,改善通风机制的优化至关重要,这在控制煤尘方面同样具有关键性作用。在矿井内部,通过通风系统的作用,可以有效地将混有煤尘的空气排出,确保内部空气的清新与卫生。为了确保煤尘从矿井中被有效移除,一个设计恰当的通风系统必须配备主要和辅助的风机,以及构建通风巷道,通过最优化的风量和风流管理来实现。为了降低煤尘浓度,必须确保通风系统的有效运行,这包括但不限于定期对通风设备进行细致的检查与维护,以保障其顺畅运作。针对煤尘问题,采取高效的收集设备是关键环节,在煤矿的作业区域,如工作面 and 破碎机等关键设备处,安装集合尘埃处理系统,此系统能有效在煤尘生成初期便进行捕获和处置,防止其扩散至空气中,物理或电气方法用于捕捉和移除煤尘颗粒的常用设备,如袋式除尘器和静电除尘器,确保了除尘的效率。在煤矿生产过程中,高效集尘装置的运用,对于即时捕获生成煤尘至关重要,此举有助于减轻煤尘对作业场所及矿工生理状态的潜在威胁^[4]。

在煤矿作业场所,对于工人的个体安全保护,是安全管理工作中不容忽视的一环。个人防护装备,例如防尘口罩和防尘服,能对矿工在一定程度上防止煤尘直接伤害,对于从事矿业工作的员工,周期性地开展医疗健康评估,以此保障他们的呼吸系统健康,并力图最大程度地降低煤尘对他们长期健康造成的负面影响。实时监控技术被应用于跟踪矿井中煤尘的浓度变化,通过分析所得数据,以便及时对防控措施做出调整,实施智能化管理,对喷雾量和通风风量的精准控制成为可能,从而显著提升煤尘控制的成效。煤尘治理是煤矿行业面临的挑战之一,通过科学研究和技术开发,可以探寻新型的煤尘控制技术和材料,进而为该领域带来更多的解决方案。为实现煤尘的有效控制,

需从管理源头、优化通风系统、煤尘的收集及个人防护等关键技术环节着手,展开全面治理策略,科学地采用此类方法,可显著减少煤矿中的粉尘含量,从而确保矿工的身体健康与矿井环境的安全稳定。

5 综合防控措施

在进行综采放顶煤的开采作业时,关键在于实施有效的综合防控措施,这不仅确保了作业的安全性,同时也提升了生产过程中的效率。涉及防火、瓦斯和煤尘等方面的系列措施,通过整合采用多元化的预防和控制策略,旨在将生产过程中潜在的风险降至最低。为了有效应对火灾,必须采取涵盖广泛领域的全面防范与控制措施,煤矿的开采作业中,主要潜在的火灾风险源自煤层的自然燃烧、煤尘的爆炸以及机械设备的故障。煤层自燃的预防需通过精细调节煤层的热状态,实行规律性的温度监测,以及必要时实施冷却干预。在矿井环境中,对气体状况进行持续监控,旨在预防其浓度升高导致火灾的风险。为了有效应对火灾风险,安装自动报警机制及灭火设施是绝对的必需品,在矿井环境中,安装有能即时感应烟雾与温度异常的火灾预警设备,该系统能在检测到异常情况时,立即激活灭火设备以进行应急处理。通过集成运用各类技术方法,能够显著增强火灾防控效能,进而降低矿井作业因火灾受影响的程度。在对瓦斯进行管理的过程中,综合措施的采取同样显得至关重要,瓦斯的监控、排放与防治策略构成了瓦斯管理的主要内容,在矿井中部署先进的瓦斯侦测设备,以便对瓦斯浓度实施连续的监控,并根据侦测结果对通风设施进行相应的调整,以维持瓦斯浓度处于允许的安全水平。为了预防矿井内瓦斯浓度超出安全阈值导致爆炸,必须部署效能卓越的瓦斯抽取设施,确保瓦斯能被及时移除,对矿井进行周期性的通风系统查验与保养,是保障系统运转顺畅及预防瓦斯事故发生的重要手段。为矿井通风系统进行合理规划,能够优化气流分布,进而有效减少瓦斯的聚集,确保矿井作业的安全性^[5]。

在综采放顶煤开采过程中,对煤尘的有效控制同样占据着关键地位。例如,在煤炭采掘过程中,采用湿式喷雾设备,可以有效捕捉并沉降悬浮于空气中的煤尘颗粒,从而降低煤尘在大气中的浓度,达到控制煤尘生成与扩散的目的。为了减轻煤尘对矿工健康的损害,必须改进矿井内部的空气流通设施,采用高效除尘系统,例如袋

式或静电式除尘器,能有效捕获空气中悬浮的微小煤尘颗粒,维护矿井环境的整洁。利用该系列技术方法,能有效减少煤矿矿井中煤尘含量,从而优化通风系统,提升作业环境品质。为了有效应对各种威胁,必须将科学的管理方法和先进的技术创新相结合,融入到全面的防控策略之中。为了保障防控措施得到切实执行,构建一套全面的安全管理框架是必要的,该框架应涵盖风险的系统评估、紧急情况的应对计划以及相关人员的培训,实时监测系统和智能管理平台等现代技术的应用,极大提高了防控策略的精确度和操作效率。借助大数据解析与人工智能算法的辅助,可以预见未来的风险因素,并据此实施预防措施,有效降低事故发生的可能性,致力于技术层面的深入研究与开发,旨在发掘创新性防控技术及材料,进而为煤矿开采过程中所涉及的风险管理问题,提供一系列详尽的解决方案。

6 结语

在综采放顶煤开采过程中,必须采取多元化的防治策略,包括但不限于防火灭火技术、瓦斯治理、煤尘抑制等多个领域,以确保安全生产。在生产流程中,通过实施源头治理、过程监控、技术创新及管理科学等多元化措施,能够显著减少潜在危险,保障矿井作业的安全性。执行这些方案不仅可以确保矿工作业的安全与健康,同时也能提升矿井作业的效率,并促进其可持续发展。

[参考文献]

- [1]张颐纯.综采放顶煤工作面采空区注氮防火技术[J].山西:太原理工大学,2016.
 - [2]杜继军,周连春.浅煤层综采放顶煤工作面防灭火技术研究[J].水力采煤与管道运输,2015(1):15-17.
 - [3]巩伟,高勇,张计周.综采放顶煤无煤柱开采自燃预防技术[J].中小企业管理与科技(上旬刊),2012(3):177-178.
 - [4]白文彪.易自燃厚煤层综采放顶煤综合防灭火技术研究[J].河北煤炭,2011(4):22-23.
 - [5]冯恩杰,王绪友.综采放顶煤无煤柱开采综合防灭火技术[J].矿业安全与环保,2005(4):51-53.
- 作者简介:郝鑫宇(1994.9—),毕业院校:中国矿业大学,所学专业:采矿工程,当前就职单位:晋能控股煤业集团塔山煤矿,职称级别:助理工程师。

露天矿绿色智能矿山开采技术探究

左亚东

河北中安筑业设计集团有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]在现代化矿业发展的背景下,“绿色智能矿山”日益成为推动矿业持续、高效、可持续发展的核心理念。这一理念旨在优化资源利用,减少环境影响,并提升生产效率。随着全球对自然资源保护和环境保护意识的增强,露天金属非金属矿山作为重要的矿产资源获取基地,其生产过程中的节能减排、生态修复与数字化管理显得尤为关键。通过引入先进技术和管理模式,绿色智能矿山不仅能够有效降低碳排放,还能促进矿区的生态恢复,实现经济效益与环境效益的双赢,推动整个行业向更可持续的方向迈进。

[关键词]露天矿绿色; 智能矿山; 开采技术; 探究策略

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13672

中图分类号: TD67

文献标识码: A

Exploration on Green and Intelligent Mining Technology for Open-pit Mines

ZUO Yadong

Hebei Zhong'an Construction Industry Design Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Against the backdrop of modern mining development, "green and intelligent mines" have increasingly become the core concept for promoting sustainable, efficient, and sustainable development of the mining industry. This concept aims to optimize resource utilization, reduce environmental impact, and improve production efficiency. With the increasing global awareness of natural resource conservation and environmental protection, open-pit metal and non-metal mines, as important mineral resource acquisition bases, are particularly crucial for energy conservation, emission reduction, ecological restoration, and digital management in their production processes. By introducing advanced technology and management models, green and intelligent mines can not only effectively reduce carbon emissions, but also promote ecological restoration in mining areas, achieve a win-win situation of economic and environmental benefits, and promote the entire industry to move towards a more sustainable direction.

Keywords: green open-pit mines; intelligent mining; mining technology; exploring strategies

引言

随着全球经济的飞速发展,金属非金属矿山资源的需求日益旺盛。然而,传统的露天矿开采技术往往伴随着严重的环境问题。因此,露天矿绿色智能矿山开采技术的研发和应用变得至关重要。这种新型技术不仅能提高生产效率,更能有效保护环境,实现可持续发展。

1 露天矿绿色智能矿山开采技术概述

露天矿绿色智能矿山开采技术是一种融合了环保理念、智能化技术的全新采矿技术。该技术主要通过高精度探测、智能决策、自动化开采等手段,实现矿山的高效、安全、环保开采。

2 金属非金属矿山绿色智能开采技术的应用

2.1 高精度探测

在现代化采矿行业的发展过程中,科技成为了提高资源开采效率、确保安全环保生产的重要力量。特别是利用地质雷达与卫星遥感两大核心技术的整合,实现了对金属非金属矿山资源勘探的精密定位与综合解析,这无疑为推动整个采矿工程向着更高级、更专业领域发展的有力支撑^[1]。地质雷达技术,作为一种非接触式的地球探测仪器,在金属

非金属矿山资源勘探中的应用已经逐渐成熟且深入化。通过发射低频电磁波进入地层,随后检测这些波被地下的矿物质、岩石结构及异常区域所反射回来的能量信息。基于这些信息,地质雷达可以绘制出地层剖面图,不仅清晰显示矿体的三维形态,还能对其内部结构特征进行深度探查,如岩层走向、褶皱断层分布情况。这种技术的优势在于可以实现深部地层的勘探而不必动用大规模的人力和物力,极大地节约了成本,并显著提高了矿体探测的准确性。而卫星遥感技术则是以天空为窗口,以光与热作为观测基础,在更广阔的空间范围内收集地面信息。通过接收、记录并处理不同传感器提供的大量数据,如热红外影像、可见光和微波成像资料,卫星遥感为金属矿床的位置识别、规模评估、成矿作用分析以及矿产资源的动态监测提供了全面的可视化手段。尤其是高分辨率卫星图像的应用,使勘探者能从宏观视角准确把握矿藏总体格局,识别出那些看似平坦或隐藏在复杂地貌下的潜在矿床,这对于指导大型金属非金属矿山项目的选址与规划至关重要。

两者相配合使用,不仅扩大了矿体探索的地理覆盖范围,同时提升了深度剖析和三维成像的能力,使得矿床的

定位更为精准,矿石类型与品位评估更为可靠。这一集成解决方案不仅可以减少对传统开矿作业可能引发的土地破坏,降低环境污染风险,还在最大程度上优化了开采计划,实现了经济效益最大化与环境保护和谐共生的双赢局面。随着大数据分析技术的进步,未来地质雷达与卫星遥感相结合的数据整合将更加精细化,不仅能够精确到个体矿物颗粒水平上的微观特征分析,还能对特定矿床的生命全周期进行持续监控与智能化预判,真正达到预测性的绿色矿山运营管理模式^[2]。

2.2 智能决策

在现代化的矿山开采行业中,实现精准高效的资源管理已超越了传统地质勘查与经验判断的范畴,而是深度融合了科技革命带来的革新力量。大数据分析 with 云计算,作为信息时代的前沿工具,对于提升采矿过程的智能决策能力具有不可替代的关键作用。这些技术通过实时、全面地捕捉作业过程中的数据,不仅显著增强了作业安全性,降低了资源损耗,还极大提升了开采效率。具体而言,在日常的矿石挖掘与生产过程中,各类数据源如雨后春笋般涌现,包括但不限于传感器收集的位置、深度、岩层属性、地质变化信息,无人机拍摄的矿区高分辨率三维地图及其提供的实时监测数据,以及人工监测捕捉到的异常声响、震动、温湿度变化等环境参数。大数据技术如同一座桥梁,将这些原本分散、孤立的信息汇聚成海,并运用先进的智能算法进行深度处理与挖掘,从而揭示出隐藏在海量数据背后的内在规律与未来趋势。这一过程不仅为决策者提供了丰富的信息支撑,还使其能够提前识别潜在的风险点,并据此制定和实施及时有效的应对措施。

云计算技术更是大大提高了数据处理的能力。它提供的海量计算资源和存储空间使得大数据可以被迅速、安全有效地集中处理。在这一过程中,通过机器学习模型、AI预测分析等方式,对历史数据进行深度学习,训练出能够预知未来可能发生的各类情况的决策系统,如潜在的安全生产问题、设备故障、环境污染预警等。这种实时、高效的响应机制显著提高了整体的运营效率,减少了事故损失的可能性,实现了资源的最大化利用。此外,数据驱动的技术还能助力采矿企业实现精细化运营与定制化服务的转型。通过大数据分析,可以优化开采计划、预测矿石产出量、制定成本效益最佳的操作方案,以及个性化满足下游用户的不同需求。这种基于数据的决策过程不仅能降低成本、提高产量和利润,也使得采矿产业更加绿色、可持续^[3]。

总而言之,大数据与云计算的应用不仅推动了生产方式和技术革新,而且提升了企业的决策效率、运营效率与服务体验,是未来智慧矿山建设的重要基础与关键环节,为资源的有效保护和合理利用开辟了广阔前景。随着人工智能等新兴技术的融合,我们可以预期采矿行业将不断向智能化、自动化、高效化发展,进一步展现其巨大的创新

潜力与社会价值。

2.3 自动化开采

在现代社会背景下,金属非金属矿山正经历一场深刻的自动化改革,旨在通过集成智能装备与无人驾驶技术以实现更高效的开采作业。随着全球工业需求的增长与资源环境可持续性发展的考量不断升级,这一变革显得尤为重要且紧迫。智能矿山通过引入无人驾驶系统和自动化解决方案,大幅减少了对人力的依赖,提高了安全性和精确度,同时优化了资源的开采和利用过程,为行业带来了显著的竞争优势与经济效益。在金属非金属矿山的智能化进程中,智能挖掘、装载和运输设备是至为关键技术载体,如电动或混合动力遥控挖掘机、自主行走的轮式或履带式运输车,以及自动化运输车队等。这些设备通过高级计算机视觉技术、深度学习算法以及传感器网络进行精准定位与高效作业。它们不仅实现了物料的高效率采集与运输,更重要的是,极大地改善了劳动条件,减少了人为操作引发的风险,提高了设备的利用率和矿山的安全水平^[4]。

无人驾驶系统的引入极大地促进了矿山作业的灵活性与智能化程度。它不仅依赖于精准定位系统(GPS、LiDAR)来保证设备在复杂地形条件下的精确移动与操作,而且还集成先进的决策支持算法和预测性维护技术,使无人矿车、自动装载与运输车辆能够智能避障、自动规划最优路线,并进行预防性的状态监测,确保了整个运营流程的平稳性和连续性。智能装备与无人驾驶技术的应用还推动了矿山自动化管理平台建设。通过大数据分析、云服务与物联网(IoT)的整合,管理者可以实时掌握各个工作节点的运行状况、效率指标和安全指标,并进行即时调度与故障预警,实现了资源的优化配置和风险的早期干预,增强了整个采矿流程的决策透明度和响应速度。此外,这些技术创新不仅限于硬件和自动化技术层面,在软件、通信、云计算等多个维度也同步升级迭代。这包括开发专门用于矿山环境的高级人工智能模型,实现更加智能的工作协调与异常情况识别;优化现有的通信网络体系,确保高速数据传输与实时通信;并通过深度云存储与大数据分析平台,整合所有采集数据以支持战略决策制定,促进资源合理分配与长远规划。

2.4 环保采矿

绿色矿业,这一融合了集约化与环保双重理念的概念,正日益成为现代采矿行业的核心追求。鉴于对自然资源可持续利用及环境保护的深刻认识与日益增强的重视,传统金属非金属矿山正积极探索并实施更为生态友好的开采与加工策略,旨在减轻对自然环境的负面影响,同时维护生态多样性与完整性。在这一转型过程中,采用一系列绿色技术成为达成上述目标的关键路径。其中,废水处理与循环再利用技术占据了举足轻重的地位。该技术不仅旨在解决废水污染问题,更是对宝贵水资源的一种有效保护与

节约。通过部署高效的废水处理系统,开采与加工过程中产生的工业废水得以经历多级精密净化处理流程,旨在将水质提升至符合甚至超越饮用水标准,随后可选择安全排放或回用于生产工艺之中,从而最大限度地减少了对周围水源和生态的负面影响。此举既避免了污染物的直接排放,也极大地节省了宝贵的水资源,促进了循环经济的发展^[5]。

尾矿处理技术是矿业领域面临的另一重大挑战,因为尾矿不仅占用大量土地资源,还可能引发长期的土壤、水源及空气污染问题。为有效应对这些挑战,需深入研究并应用一系列技术创新,涵盖固化稳定化技术、尾矿堆存与复垦策略,以及尾矿区位的选择与设计等方面。具体而言,采用无害化的化学或生物方法稳定固化尾矿颗粒,能够显著降低重金属的迁移性和生物可利用性,从而减轻对生态环境的潜在危害。此外,探索尾矿的资源化利用途径,如将其转化为建筑材料,不仅减少了原生资源的消耗,还带来了显著的经济效益与社会效益,体现了循环经济的理念。在尾矿处理的同时,生态恢复工作同样至关重要。矿山废弃土地因采矿活动而丧失原有植被覆盖和生态系统服务功能,通过实施生态修复工程,可以恢复土地的生产力,重建生物多样性,进而改善周边区域的生态格局。为了实现这一目标,通过采取针对性的复植工程和土地整治措施,引入乡土植物物种和多样化生态群落,不仅可以加速矿山区域生态系统的自然恢复进程,同时也能够为野生动物提供栖息地,促进生物多样性的增长。除了前述技术手段,绿色矿山项目还需要建立全面的环境管理体系,确保从规划、设计到施工及后期运维各个环节都严格遵循环保法规和行业最佳实践标准。这包括实施严格的环保评估程序,采用先进的监测设备和技术定期评估矿山对环境的影响,并基于这些评估结果调适并不断优化环境保护方案^[6]。

总之,通过融合废水处理、尾矿管理、生态恢复以及其他创新性的绿色技术手段,金属非金属露天矿山可以在提高资源利用效率和经济价值的同时,最大限度减少对环境的破坏,实现矿业开发与生态保护的双重目标。这样的绿色发展道路,不仅是对资源利用模式的根本性变革,也为全球矿业向低碳、循环经济转型提供了借鉴案例与实际路径。

3 面临的挑战

尽管露天矿绿色智能开采技术在促进资源高效利用与生态环境保护之间构建了桥梁,成为推动金属非金属露天矿山领域可持续发展的重要驱动力,但是其广泛应用仍面临多方面的挑战。首先,在技术层面,露天矿智能化作业的精准性高度依赖于精密的传感器网络、先进的自动化系统以及高效的人工智能算法。这要求持续的技术创新以应对复杂多变的地形、岩层性质及地质条件带来的挑战,确保技术的适应性和可靠性。其次,从经济角度来看,高昂的设备成本构成了矿山企业采用智能开采技术的主要障碍。智能矿山所需的装备不仅技术含量高、维护难度大,

其初始投资也极为庞大。因此,矿山企业不仅需要具备雄厚的资金实力,还需具备敏锐的市场洞察力和前瞻性的战略规划,以通过技术升级带来的效率提升和成本节约,逐步回收投资并实现长期盈利。

此外,高技能专业人才的稀缺性也是一个关键制约因素。从事露天智能矿山工作的技术人员必须掌握现代科技知识、自动化系统操作以及数据科学原理,才能有效地执行工作。培养这种专门的人才不仅要依赖内部培训机制,同时还需要高校与企业合作开展定向教育、技能培训班,以及吸引有潜力的学生投身此领域。不仅如此,安全性和法律法规的适应性也是不容忽视的问题。在实现无人/低人工介入作业的同时,确保设备及系统的绝对安全是一项重要且迫切的任务,需要在实践中不断优化与完善,制定严格的质量控制标准与风险防控措施^[7]。

综上所述,虽然露天矿绿色智能开采技术展示了显著优势,包括提高了开采效率,实现了资源的合理利用以及减小了环境污染,但在实际部署和推广过程中面临的难题却并不简单。为应对技术难题与设备投资成本挑战,需通过科研创新、政策支持与人才培养等多渠道共同努力。只有解决了人才短缺的困局,同时持续加大研发投入,制定有效的法律和监管政策以引导企业合规经营和技术创新,才能推动露天智能矿山技术的顺利推进和广泛应用。

4 结束语

露天矿绿色智能矿山开采技术是矿山领域的革命性技术。该技术不仅能提高采矿效率,更能有效保护环境,实现可持续发展。然而,面对技术挑战和现实问题,我们仍需要持续研究,积极应对,推动露天矿绿色智能矿山开采技术的广泛应用。

【参考文献】

- [1]杨锦华. 浅谈露天矿开采技术创新及其安全防范措施[J]. 世界有色金属, 2023(3): 43-45.
- [2]周志友. 组合台阶开采技术在露天矿开采中的应用[J]. 煤矿现代化, 2022, 31(4): 67-69.
- [3]刘磊. 露天矿智能开采技术应用[J]. 世界有色金属, 2022(12): 66-68.
- [4]林木. 探讨露天矿开采技术创新及其安全防范对策[J]. 内蒙古煤炭经济, 2021(15): 104-105.
- [5]官鑫. 露天矿开采技术创新及其安全防范措施探析[J]. 矿业装备, 2021(4): 134-135.
- [6]陈一凡. 露天矿山绿色开采工艺的应用与发展[J]. 中国金属通报, 2021(7): 3-4.
- [7]袁志强. 露天矿高效开采新技术与设备分析[J]. 设备管理与维修, 2021(12): 120-121.

作者简介: 左亚东(1994.11—), 男, 河北省沧州市肃宁县人, 汉族, 本科学历, 工程师, 就职于河北中安筑业设计集团有限公司, 从事金属非金属矿山开采设计相关工作。

工程地质勘察中水文地质问题的危害分析

冯素梅

河北地矿建设工程集团有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]水文地质问题在工程建设前的地质勘察中是一项重大挑战。这些问题涉及复杂的地下水系统及其与地表的交互, 直接影响土石力学特性, 可能导致一系列负面效果, 如地基沉降、坡地滑坡等, 对工程安全性、经济性和可持续性构成威胁。确保充分了解地下水文地质情况, 采取相应的水文地质措施和工程防护措施, 可以有效减少不稳定因素对工程建设的影响, 保障工程的长期稳定和安全运行。

[关键词]工程地质勘察; 水文地质问题; 危害分析

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13681

中图分类号: F407.1

文献标识码: A

Hazard Analysis of Hydrogeological Issues in Engineering Geological Exploration

FENG Sumei

Hebei Geology and Mineral Construction Engineering Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Hydrogeological issues are a major challenge in geological exploration before engineering construction. These issues involve complex groundwater systems and their interaction with the surface, directly affecting the mechanical properties of soil and rock, and may lead to a series of negative effects, such as foundation settlement, slope landslides, etc., posing a threat to the safety, economy, and sustainability of engineering. Ensuring a full understanding of the hydrogeological conditions underground and taking corresponding hydrogeological and engineering protection measures can effectively reduce the impact of unstable factors on engineering construction, ensuring the long-term stability and safe operation of the project.

Keywords: engineering geological survey; hydrogeological issues; hazard analysis

引言

在工程地质勘察过程中, 水文地质问题是一个至关重要的环节。因为水文地质条件的好坏直接影响到工程的安全性和稳定性。本文旨在探讨在工程地质勘察中遇到的水文地质问题的危害, 分析其可能对工程产生的负面影响, 以便在工程设计和施工过程中提前采取应对措施。

1 水文地质概述

水文地质学作为一门综合性很强的学科, 是深入探索水体与地球系统间相互作用的领域, 特别是关于水资源的研究核心所在。它不仅关注地下水的自然循环及其与其他地质环境的复杂互动, 同时也研究人类活动对地下水流动力的影响。水文地质学家们通过一系列的技术手段收集数据并构建模型, 为环境保护与合理利用提供了科学依据。而在工程领域, 水文地质考察是一项必不可少的工作。工程师们在设计大型建设如水电站、桥梁和道路以及地下工程如隧道、水库和管道系统时, 必须深入了解其所在区域的水文地质条件。这是因为地面工程与地下水资源之间存在密不可分的关系, 合理的水文地质设计能够有效减少或避免由于不充分考量水资源造成的建设问题, 诸如渗漏、地表塌陷、水资源耗竭等, 从而确保整个工程的安全性和长期的经济效益^[1]。

水文地质勘察的具体任务广泛而深入。首先是对地下

水类型进行辨识, 包括其为淡水还是咸水, 是否存在污染, 这直接关系到资源可开发的潜力和安全性的保障; 其次, 在地形地貌中定位含水层和隔水层的位置及其相互关系, 有助于评估地下水资源的实际储量; 此外, 动态变化预测也是关键内容之一, 包括季节性波动、气候变化影响下的潜在变化模式等, 这些预测有助于规划未来需求的适应性措施。工程项目的可行性分析、方案制定乃至后续的维护工作都离不开科学准确的水文地质资料。为此, 勘查工作需要应用多种先进的科技工具, 如遥感卫星图像解译、地下钻探获取深层资料、GIS 地理信息系统辅助整合与分析等, 旨在获取更为全面、精准的数据集。同时, 跨学科的研究团队协作也成为现代水文地质勘探中的普遍特征, 地质学、生态学、水文学甚至计算机科学的融合使得对复杂地质系统的认知愈发精细深刻, 进一步提高了水利工程的效率与可持续性。

2 水文地质问题的危害分析

2.1 地下水位上升引起的危害

当地下水位上升时, 会引发一系列问题对建筑物构成威胁。首先, 土壤盐碱化和膨胀会导致建筑基础不稳定, 进而影响建筑物的结构安全。其次, 地下水位上升还可能导致地下室潮湿和渗水问题的加剧, 严重影响建筑物的使用功能和舒适性。特别是在低洼地区或者地下水位高涨的

情况下,这些问题更加突出,需要采取有效的措施来避免和解决。建筑物的抗水性、防潮处理和排水系统的完善,是应对地下水位上升所带来影响的重要手段。因此,在设计和建造建筑物时,需充分考虑当地地下水位的变化情况,从基础设计到室内环境处理,都需要科学合理地进行规划和实施。只有这样,才能确保建筑物在地下水位上升的情况下依然稳定、安全、干燥,以及具备良好的使用功能^[2]。

2.2 地下水位下降引起的危害

过度开采地下水可能对地下水位造成持续下降,进而引发一系列问题对建筑物构成威胁。首先,地面沉降成为主要问题,地面上的建筑物可能会因此出现下沉、倾斜等不稳定情况。其次,地下水位下降还可能导致地面塌陷现象,这将直接影响到周围建筑物的基础稳定性。特别是在地下水位的重要补给区,比如河流、湖泊等地区,这些问题可能更加突出,需要引起高度重视。对于已经受到影响的建筑物,可能需要进行增强基础、重新设计排水系统等工程来加以应对。而从根本上说,保护地下水资源,通过限制开采量、推广节水技术等手段,是解决地下水位下降问题及其影响的关键。此外,在规划和开发新建项目时,也需要充分考虑当地地下水资源的可持续利用问题,从源头上减轻地下水位下降对建筑物安全带来的威胁。

2.3 地下水动力条件变化引起的危害

在工程建设过程中引发的地下水动力条件改变可能对周边环境产生一系列连锁影响,进而对工程的稳定性和安全性构成潜在威胁。首先,地下水流动方向的改变可能会诱发土壤侵蚀现象,特别是在开挖和填埋工程中,过度改变地下水流动路径可能导致土壤松动、冲刷等情况,加剧了区域内的土壤侵蚀速度。其次,地下水动力条件的改变还可能引发管涌问题,即地下水因为压力变化而从地面或地下管道中喷涌出来,给工程设施及周边环境带来极大不便和安全隐患。这些问题若不得当处理,将直接威胁到工程结构的健康稳定,甚至会对附近居民造成生命财产的损失。因此,在工程建设过程中,必须通过科学合理的水文地质勘测、可行性研究等手段,充分评估地下水动力条件的变化带来的潜在风险,并据此采取有效的工程措施,保障工程的安全稳定^[3]。

2.4 地下水污染的危害

地下水污染对人民的生活用水质量产生严重影响,可能导致家庭和工业用水受到污染,进而危及公众健康和环境安全。此外,地下水污染还可能对岩土的结构和性质造成改变,导致地基失稳、地质灾害增加等问题,显著影响工程的稳定性和安全性。首先,地下水中的化学物质和微生物污染会直接影响人们的饮用水安全,引发健康问题,从而增加卫生保健负担。其次,地下水对岩土的浸泡和侵蚀作用,可能导致地基松动、沉降、坍塌等地质灾害,给工程结构的稳定性和安全性带来极大风险。

因此,在工程规划、设计和施工过程中,应当充分考虑周边地下水环境状况,采取适当的防护措施和治理手段,以确保地下水污染对工程和人民生活的不良影响得到最大限度地减少。

3 工程地质勘察中水文地质问题的应对措施

3.1 加强水文地质勘察工作

工程地质勘察是对工程项目所涉及的地层结构、物理性质与稳定性进行全面深入分析的学科。其中,对水文地质条件的研究尤其重要。这是因为水文地质因素直接关系到基础建设、桥梁隧道等项目的安全稳定运行以及工程成本的高低。有效的工程地质勘察能够帮助识别潜在的水文地质风险,比如地下水活动可能造成的地面沉降、溶洞或软弱层带来的土体滑移隐患,进而制定合理的设计方案,避免因未知的地表和地底水文环境问题而引发的重大安全隐患或者经济风险^[4]。例如,某高速公路项目进行前期地质勘察时,专业团队发现施工地段有复杂的水文地质状况。根据前期水文地质勘探,该地区地下存在大量含水层及潜水活动区。这些信息对于预测地表土壤湿度、地下水压力及可能引发的土层滑动等问题是至关重要的。

勘察结果显示,项目路段下部地基的承载力不足以抵抗未来的降雨和地下水压。为解决这个问题,工程师们设计了一套详细的防水工程方案。方案采用双排水系统,即地面雨水径流控制系统结合深层疏干系统(如钻孔排水)。地面径流水由地面导排设施汇集后,利用管道直接排至附近湖泊或河流中;深层疏干则针对地下水层进行抽水处理,防止土壤膨胀或压缩,保护路基的安全稳定。此外,根据实际案例数据分析,合理的设计可以显著减少工程实施过程中的变更与后期维修成本。以某大坝项目为例,在充分的水文地质勘查基础上,设计单位通过精细模拟水动力学过程,科学预估了各种极端气候条件下的大坝抗渗压、防冲刷性能,避免了设计上的失误。实施后的统计数据显示,此大坝在面对百年一遇的洪水时,不仅运行安全无忧,而且还为水库提供了稳定的水资源保障,极大减少了运营成本及潜在的经济损失^[5]。

3.2 优化工程设计方案

工程项目的规划和设计需要在深度理解所在地域水文地质特性的基础上进行优化,旨在最大程度地减少潜在的水文地质挑战,并确保工程的安全性、可持续性和经济效益。对于特定的环境条件而言,比如频繁降水区域中可能面临高的地下水位上升,或者污染物易渗透到地下水层地区,则需实施一系列对策来有效防范潜在问题的爆发。比如可以引入多孔混凝土或土工织物的隔水屏障以限制地表水向土壤或地下的渗透速度,设立有效的地下排水系统及时疏导雨水,以降低地下水的水位压力并减少水体侵蚀和冲刷的风险。对于涉及到水源污染的问题,则应采取严格的预防和清理措施,包括但不限于安装水质检测仪器

实时监控、设置前置过滤和后置沉淀设备来减少有害杂质、构建地下水回填设施,以此保持原生资源的清洁与可用性。更甚于采取主动式的生物降解技术和高级氧化技术,通过物理或化学方法直接分解有害物。

为了验证上述策略的有效性,我们可以回顾一个典型的案例,位于亚特兰大的地铁交通改造工程中遇到严重水源保护和地下水污染问题的情况。在这个情况下,为了确保地下铁路线的安全运作且对周围生态环境的最少扰动,工程师首先采用深层地下水封盖技术(即通过构建垂直的地下水屏障墙来阻隔或减缓污染物进一步污染)对已有污染物进行了有效处理,同时建立了一套高效的城市雨水收集系统,通过雨水收集后经过滤后再返回自然循环的流程大大降低了地面水和地下水污染的程度。通过这种综合策略的应用,该地铁线路在运行期间成功地实现了对环境资源的高效率利用、生态系统的最小影响以及成本节约。数据结果显示:实施这些策略后,地铁车站及其周边地区的水文质量得到了明显的改善,不仅大大降低了地下水资源的污染程度,也使得工程总体上减少了大约 5%~10%的成本投入,显示出既环保又经济的显著效益,成为了一个典型的的城市改造工程典范^[6]。

3.3 加强施工过程中的监测和管理

工程建设项目在进行中,加强水文地质环境监测与风险预控是至关重要的步骤。通过持续性的监测,可以捕捉施工过程中的任何潜在问题,确保工程安全可靠,并预防由于不当操作所导致的成本增加。实际上,施工阶段的重点是监测施工区域内地下水位变动、地层沉降、地质构造稳定性和潜在污染状况等,这有助于制定有效的预防措施和调整优化工程策略。例如,假设某一城市地铁工程在施工初期,地质探测阶段就发现在特定地段地下存在大量溶洞结构和软岩地层,通过专业化的水文地质监测手段和长期观察,发现地层有微幅不稳定现象,若未对此予以关注,可能导致隧道开凿时突发塌陷事件。在这种情况下,应采取针对性的措施来加固基础地质、实施地下水控制与管理,如利用灌浆加固、设置隔水层等技术,保证工程安全与进展的平稳进行。据数据报告显示,在采取以上改进措施之前,同一类型的工程平均事故率约为 3%,经过针对性加固改造后,这一数值被成功压至 0%,极大地避免了潜在的人财物损失,并提升了施工效率与公众信任度。

完成施工后的定期监测与日常维护也是不容忽视的

方面,通过对工程运行期各项参数持续追踪,并结合前段数据对比分析,可以有效预测可能存在的隐患或发展趋势,提前做出调整应对。以一个水电站建设工程为例,项目验收前对泄洪道、闸室门、坝体稳定性的监测数据表明存在一定的渗漏风险,通过立即组织专业维修队进行修复与维护操作后,后续监测数据分析结果显示工程运行稳定性有了明显提升,事故率为近十年最低。这不仅证明了定期维护监测的重要性,同时也显示了其对于工程寿命延长和安全性的关键作用。最后,将水文地质问题及风险管理融入工程项目的决策与执行流程中,不仅能够提高工程建设与运营阶段的整体质量和效率,还能促进可持续发展的目标达成,实现从单一追求速度到平衡环境保护与发展目标的转型,从而推动更负责任和高质量的发展方式^[7]。

4 结语

总之,工程地质勘察中的水文地质问题对工程的安全性和稳定性具有重要影响。因此,我们需要加强对水文地质问题的研究和分析,采取有效的应对措施,以确保工程的安全性和稳定性。同时还需要不断提高我们的专业技能和知识不断适应新技术和新方法的出现更好地服务于工程建设和社会经济发展。

【参考文献】

- [1]薛灵.工程地质勘察中水文地质问题的危害浅析[J].西部探矿工程,2024,36(2):41-43.
 - [2]林玲燕.工程地质勘察中水文地质问题的危害情况及应对措施[J].冶金与材料,2023,43(9):117-119.
 - [3]陆梦婉,肖俊萌.试论工程地质勘察中水文地质问题的危害[J].城市建设理论研究(电子版),2023(18):121-123.
 - [4]马奔.基于工程地质勘察中水文地质问题的重要性分析[J].四川建材,2023,49(4):38-40.
 - [5]吴亚林.工程地质勘察中有关水文地质问题的分析与研究[J].甘肃科技,2023,39(2):20-23.
 - [6]安成龙,张瑞鹏,李岩涛.工程地质勘察中水文地质问题的危害探讨[J].冶金管理,2022(19):101-103.
 - [7]李洁.工程地质勘察中水文地质问题的危害研究[J].世界有色金属,2022(11):184-186.
- 作者简介:冯素梅,毕业院校:石家庄经济学院,专业:地球信息科学与技术,当前就职单位:河北地矿建设工程集团有限责任公司,职务:职员,职称级别:中级。

黑龙江省地面沉降现状及其监测技术发展研究

邢凯 张正旭*

中国地质调查局哈尔滨自然资源综合调查中心, 黑龙江 哈尔滨 150000

[摘要] 由于地下水资源的过度开采及复杂的地质条件, 黑龙江省正面临着严重的地面沉降问题。这一问题对生态环境、基础设施以及经济发展带来了显著的挑战。传统监测方法在精度和实时性上逐渐显露出不足, 难以满足不断增长的监测需求。现代技术, 如合成孔径雷达干涉测量 (InSAR)、全球导航卫星系统 (GNSS) 及激光扫描技术, 提供了高分辨率和高精度的数据, 这大幅提升了地面沉降监测的能力。经过对黑龙江省地面沉降现状的深入分析及对现代监测技术的全面评估, 本研究提出了优化监测方案的建议, 旨在提供科学依据, 以便对地面沉降进行有效管理与控制, 进一步支持区域的可持续发展。

[关键词] 黑龙江省; 地面沉降现状; 监测技术; 技术发展

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13670

中图分类号: P237

文献标识码: A

Research on the Current Situation of Ground Subsidence and the Development of Monitoring Technology in Heilongjiang Province

XING Kai, ZHANG Zhengxu*

Harbin Natural Resources Comprehensive Survey Center of China Geological Survey, Harbin, Heilongjiang, 150000, China

Abstract: Due to excessive exploitation of groundwater resources and complex geological conditions, Heilongjiang Province is facing serious land subsidence problems. This issue poses significant challenges to the ecological environment, infrastructure, and economic development. Traditional monitoring methods are gradually showing shortcomings in accuracy and real-time performance, making it difficult to meet the growing demand for monitoring. Modern technologies such as synthetic aperture radar interferometry (InSAR), global navigation satellite systems (GNSS), and laser scanning technology provide high-resolution and high-precision data, greatly enhancing the ability to monitor ground subsidence. After in-depth analysis of the current situation of ground subsidence in Heilongjiang Province and comprehensive evaluation of modern monitoring technology, this study proposes suggestions for optimizing monitoring schemes, aiming to provide scientific basis for effective management and control of ground subsidence, and further support the sustainable development of the region.

Keywords: Heilongjiang Province; current situation of ground subsidence; monitoring technology; technological development

引言

黑龙江省, 作为中国东北部的关键区域, 近年来严重地遭遇了地面沉降问题。对生态环境、基础设施及经济发展, 这一现象造成了深远的影响。地下水资源的过度开采以及复杂的地质条件, 使得地面沉降问题更加严重, 带来了土地沉降、建筑物裂缝及基础设施损坏等一系列问题。生活质量不仅受到影响, 还对区域经济的可持续发展构成了威胁。在面对地面沉降挑战时, 监测技术的应用显得尤为重要。传统的监测方法虽然曾在一定程度上发挥了作用, 但随着技术的进步, 其局限性已逐渐显露。现代监测技术, 如合成孔径雷达干涉测量 (InSAR)、全球导航卫星系统 (GNSS) 以及激光扫描技术, 提供了全新的解决方案。高分辨率和高精度的数据获取, 这些先进技术能够实现, 有效支持沉降动态的实时监测, 并为科学防控措施制定提供了可靠依据。本研究的目标是深入探讨黑龙江省地面沉降的现状, 评估其对环境及经济的影响。同时, 现代监测技术的发展及其实际应用效果也将被分析。通过对不同监测技术的综合比较, 优化建议将被提出, 以便为黑龙江省

地面沉降问题的科学管理与有效防控提供技术支持, 从而推动区域的可持续发展。

1 黑龙江省地面沉降的现状分析

1.1 地面沉降的主要原因

黑龙江省地面沉降的主要原因, 源于自然因素与人为活动的共同作用。地下水的过度开采, 特别是在农业灌溉、工业用水及城市发展需求的推动下, 成为主要的沉降因素。长期的超量提取地下水, 导致了地层的固结与沉降现象的加剧。此外, 部分地区的地质条件也使沉降现象更为严重, 软土层与粉砂层在地下水抽取后, 容易出现压缩, 从而进一步加剧了地面沉降。对地面沉降的影响, 矿产资源的开采也不可忽视。特别是煤矿与石油的开采, 破坏了地下岩层结构, 进而导致了地表的不均匀沉降。随着城市化进程的快速推进, 大规模建筑工程与基础设施建设对地基施加了额外的压力, 这也成为了地面沉降发生的一个重要推动因素。

1.2 典型区域的地面沉降情况

黑龙江省的地面沉降问题主要集中于城市化发展迅

速以及地下水开采密集的区域。典型的沉降现象，在哈尔滨、大庆、齐齐哈尔等城市中表现得尤为明显。地下水的过度开采、建筑密度的增加及交通基础设施的扩展，均导致了哈尔滨局部区域沉降的加剧，作为省会城市，其沉降问题尤为突出。在大庆市，长期的石油开采导致地下岩层结构的破坏，结果引发了严重的沉降现象，尤其是在油田附近，沉降幅度显著。齐齐哈尔市作为农业重镇，其地下水资源的过度利用使得城市周边的农业灌溉区也出现了不同程度的沉降，这不仅影响了农田生产力，还对生态环境造成了影响^[1]。沉降区域的分布特点广泛，局部沉降速率较高的现象直接威胁到建筑物的安全性、交通设施的稳定性以及地下水资源的可持续利用。

1.3 地面沉降对生态环境及经济发展的影响

黑龙江省的地面沉降对生态环境及经济发展产生了深远的影响。生态环境方面，沉降带来的破坏尤为严重。作物生长与农业生产的稳定性受到土壤结构变化的影响，对区域粮食安全构成了威胁。自然流向与蓄水能力的干扰，沉降还导致了水文循环的紊乱，进而降低了地下水位，加剧了水资源短缺。经济发展方面，地面沉降的负面影响同样显著。在城市化过程中，建筑物和基础设施的损毁引发了修复与维护成本的增加，居民生活质量受到了威胁。以大庆市为例，沉降引发的地表破坏不仅增加了资源开发的难度，还降低了资源的经济效益。交通运输系统的安全隐患也随之增加，道路与桥梁等基础设施的损坏提高了交通事故的风险，从而干扰了经济活动的正常运转。

2 黑龙江省地面沉降的危害与影响

2.1 对建筑结构的危害

黑龙江省地面沉降对建筑结构的危害尤为明显，主要体现在建筑物基础的稳定性与结构安全性上。由于沉降引发了地基的不均匀下沉，建筑物在沉降过程中可能出现倾斜、变形甚至裂缝。破坏了建筑物的结构完整性的同时，也降低了其结构强度，从而增加了倒塌的风险。尤其是高层建筑和大型公共设施，这类建筑通常承受着更大的重量，对地基的要求也更高，其影响更为显著。严重受影响的还有基础设施，包括道路、桥梁以及隧道。道路的开裂、桥梁的下沉甚至倾斜现象，都由沉降引发，这些现象严重危及了交通安全与畅通。建筑物内部设施的问题，如水管和电缆的损坏，也可能由沉降导致，这不仅增加了维修成本，还提升了使用风险。

2.2 对地下水资源的影响

黑龙江省地面沉降对地下水资源的影响深远，主要体现在地下水位的显著下降与水质的恶化上。伴随地面沉降的，常常是地下水的过度开采，这种开采行为导致地下水资源的枯竭，使得水位逐步下降，原本充足的地下水难以得到有效补充。地下水位的持续下降使其补给能力减弱，整体稳定性的水文循环系统受到了影响。沉降还可能引发

土壤结构的变化，导致地下水流动路径的偏移。这种变化不仅影响了地下水与地表水体的交汇点，还可能对水源质量和供应产生影响。地面变形引发的渗漏现象同样威胁着地下水源的清洁，进一步降低了水质。在农业区，地下水问题的加剧同样对灌溉水源的供应产生负面影响，从而影响了农业生产。

3 地面沉降监测技术的发展

3.1 传统监测方法

地面沉降的传统监测方法，包括水准测量、GPS 测量以及地面基准点观测等技术，主要在监测地面沉降方面发挥了重要作用。这些方法具有较长的应用历史和一定的准确性。水准测量通过精确测量地面点之间的高差变化来监控沉降情况。尽管精度较高，该方法对测量设备的要求较高，且环境因素的干扰容易影响测量结果。利用全球定位系统进行地面点的三维定位的 GPS 测量，通过对比不同时间点的测量数据，能够识别沉降的变化趋势。GPS 技术的空间分辨率较高，实时性良好，但卫星信号的遮挡和干扰也影响其精确度^[2]。地面基准点观测在特定位置设置基准点，通过定期测量追踪地面沉降的动态变化。尽管这些传统方法在准确性和操作性上具有一定的优势，但其通常需要较长时间跨度和频繁的现场勘测，这限制了其在大范围和高频次监测中的应用。

3.2 现代监测技术

现代地面沉降监测技术在精度、效率和覆盖范围上有显著进展，主要包括合成孔径雷达干涉测量（InSAR）、全球导航卫星系统（GNSS）、激光扫描和无人机技术。这些技术提供高分辨率数据，支持实时监测。合成孔径雷达能够检测微小的地表变化，适合大范围监测；全球导航卫星系统提供精确的三维定位数据，便于长期跟踪沉降速率；激光扫描生成高精度三维地形模型，捕捉复杂地形中的细微变化；无人机技术则快速获取高分辨率影像，尤其适合难以到达的区域。

表 1 现代监测技术的表格：

技术	主要特点	优势	应用场景
合成孔径雷达干涉测量（InSAR）	通过雷达图像对比检测地表变化	高分辨率、快速数据处理	城市及矿区等沉降影响显著的区域
全球导航卫星系统（GNSS）	利用卫星定位进行三维定位	连续、精确的沉降数据，实时性强	长期跟踪沉降速率
激光扫描技术	通过激光测距仪生成三维地形模型	高密度扫描，细微变化可准确捕捉	复杂地形和城市环境
无人机技术	高分辨率摄影测量，快速获取地面影像	灵活性高、高效性强，适用于难以到达区域	大范围监测及特殊区域

4 黑龙江省地面沉降防控与管理对策

4.1 地下水资源管理

黑龙江省在防控地面沉降方面的关键是有管理地

下水资源。这包括建立地下水监测网络和实时跟踪系统,以持续监测地下水位及流动状况。通过精确的数据分析,调整开采政策,确保开采量不超过自然补给能力,防止过度抽取导致的地面沉降。此外,推广节水技术和水资源再利用措施,如高效灌溉和雨水收集,减轻地下水压力。实施严格的水资源管理法规和合理的取水配额,结合地质勘查数据,合理配置地下水资源,并制定相应的水资源使用计划和应急预案,都是重要的管理措施。

表2 黑龙江省地下水资源管理措施内容:

关键措施	描述	目标
地下水监测网络	建立实时跟踪系统,监测地下水位及流动状况	持续监控地下水资源
数据分析	精确分析数据,调整开采政策	确保开采量不超过自然补给能力
节水技术与再利用措施	推广高效灌溉、雨水收集和污水处理回用	减轻地下水压力,降低需求
水资源管理法规	实施严格的取水配额及监管	防止违规操作和过度开采
区域性水资源配置与管理计划	结合地质特征与沉降风险,制定具体使用计划及应急预案	科学管理地下水资源

4.2 地质风险评估与勘察

地质风险评估与勘察在黑龙江省地面沉降的防控与管理中,扮演了至关重要的角色。有效的防控措施制定,必须依赖于科学的地质调查与沉降风险评估,这为其奠定了坚实的基础。进行全面的地质勘查,尤其是针对沉降敏感区域,显得尤为重要。通过钻探、地震勘探与电阻率测量等先进技术,地下土壤层与岩层的分布情况得以深入了解。获取的地质样本与数据,对评估地下结构的稳定性及其对地面沉降的影响具有重要意义。此外,结合地下水位变化数据,水资源开采对地质结构的影响进行分析,以识别可能的沉降风险点^[3]。在地质风险评估阶段,区域的地质特征、历史沉降记录、土地使用情况及地下水开采等因素均需综合考虑。沉降风险的预测与分析,需通过建立沉降模型来实现,该模型能够模拟不同条件下的沉降趋势,并评估各类工程活动对地面的潜在影响,这些评估结果,将为具体的沉降防控措施的制定提供依据,例如改进地基设计、调整建筑物及基础设施的施工方案,从而提升其对沉降的适应能力。

4.3 技术应用与监测

技术应用与监测在黑龙江省地面沉降的防控与管理中,扮演着关键角色。对于实时获取准确的地面沉降数据,现代高精度技术的利用显得至关重要。例如,合成孔径雷达干涉测量(InSAR)技术,提供了大范围且精准的沉降信息,适用于广泛区域的动态监测。通过高精度的卫星定位技术,全球导航卫星系统(GNSS)实时跟踪地面变形,为沉降监测提供了详尽的数据支持。与此同时,激光扫描

技术与无人机技术也能够获取高分辨率的地面三维数据,用于精确分析沉降状况。

建立一个综合监测平台,以整合各种监测技术的数据,能够实现全面的沉降情况分析。具备实时数据处理与分析能力的平台,能够对沉降趋势进行预测与预警。若监测数据揭示出沉降加剧的迹象,应立即启动应急响应机制,调整防控措施以阻止问题恶化。数据分析结果,也可用于优化沉降防控策略,包括改进基础设施设计、调整建筑施工方案及加强地下水管理^[4]。推动沉降监测技术的创新,亦是必要的,鼓励科研机构与企业进行技术研发,以提升监测的精度与效率。不断进步的技术,有助于更好地识别沉降源、分析沉降机制,并制定更科学的防控对策。

4.4 政策制定与实施

在黑龙江省地面沉降防控与管理中,政策的制定与实施被认为是确保治理效果和长期稳定的核心。全面的地面沉降防控法规,需被制定,这些法规应明确沉降防控措施的标准与实施细则,涵盖地下水资源管理、土地使用规范及建筑设计要求等方面,从而确保措施的全面性与科学性。政府应设立专门的监管机构,负责法规的执行监督,确保防控措施得到实际落实,同时定期评估与修订相关政策,以适应环境及技术条件的变化^[5]。政策制定时,专家的意见及公众的建议应广泛征求,以确保其科学性与合理性。跨部门协作机制的建立,对于资源的整合及政府、科研机构、企业与社区的力量协调,显得尤为重要,这有助于推动沉降防控工作。企业及科研机构的积极参与技术研发与应用应被鼓励,以推动先进技术的实施与推广。此外,为了提升政策执行力,需要对违规行为加大处罚力度,确保各项规定的遵守。对企业及项目的审核,尤其是针对高风险区域的建设项目,应加强,确保其符合防控标准。同时,严格的监督检查应被实施,及时发现并纠正问题,以防止潜在风险的扩展。

4.5 公众参与与教育

在黑龙江省地面沉降防控与管理中,公众的参与与教育被视为提高防控效果和促进社会共治的关键环节。通过多种渠道,公众教育需要开展,以提升居民对地面沉降及其潜在风险的认识。宣传活动,包括专题讲座、知识普及讲座、社区研讨会及在线信息发布,应该由政府及相关机构定期组织,以向公众讲解地面沉降的原因、影响及预防措施。这种方式不仅能够增强居民的防控意识,还能够激励他们积极参与沉降治理。公众参与机制的建立应当得到重视,鼓励居民及社区组织参与地面沉降的监测与防控。例如,社区监督员设立可被考虑,负责协助监测地下水位和地面变化,并及时报告异常情况^[6]。通过信息反馈渠道,居民能够向相关部门提供意见和建议,并参与沉降防控的决策与实施。这种参与方式不仅有助于提升防控工作的透明度,还能增强公众的责任感与归属感。地方媒体的广泛报道也应得到鼓励,通过及时传播最新的防控措施与

成功案例,进一步扩大公众的知晓度和参与度。在实施公众参与的过程中,参与者的培训与指导应当受到重视,以确保其能够有效履行职责,并在防控工作中发挥积极作用。

5 结语

黑龙江省面临的地面沉降问题,对环境和基础设施构成了严峻挑战,同时对区域经济发展产生了深远影响。本研究,通过对地面沉降现状及监测技术的系统分析,揭示了传统监测方法在应对日益复杂的沉降问题时的局限性。已成为精确监测和动态分析沉降的重要工具的现代监测技术,如合成孔径雷达干涉测量(InSAR)、全球导航卫星系统(GNSS)和激光扫描技术,显著提高了监测的精度和实时性。这些先进技术的应用,为沉降防控提供了科学依据和技术支持。展望未来,在解决地面沉降问题时,黑龙江省应进一步整合和优化这些先进技术,同时强化政策制定与公众参与,以实现全面、科学的沉降管理。期望本研究能够为地面沉降的有效防控提供有益参考,并助力区域的可持续发展与社会的长期稳定。

[参考文献]

[1]于海若,官辉力,陈蓓蓓,等.京津冀地区地面沉降研究

进展与思考[J].测绘科学,2020,45(4):125-133.

[2]吴起帆.抽水型地面沉降精细化监测与模拟研究[D].苏州:苏州科技大学,2021.

[3]霍王文.抽水导致区域性地面沉降的相关规律研究[D].天津:天津大学,2018.

[4]徐安全.浅谈地质灾害监测技术现状及发展趋势[J].企业技术开发,2014,33(19):117-118.

[5]Zhihua Z ,Shaobin Z ,Changtao H , et al.Hazard assessment model of ground subsidence coupling AHP, RS and GIS - A case study of Shanghai[J].Gondwana Research,2023,11(7):344-362.

[6]闫晓敏.某工程地面沉降分析及地基处理[J].ART AND DESIGN,2023,2(8):56.

作者简介:邢凯(1992.5—),毕业院校:黑龙江科技大学,所学专业:资源勘查工程,当前就职单位:中国地质调查局哈尔滨自然资源综合调查中心,职称级别:技术员;
*通讯作者:张正旭(1989.9—),男,民族:汉族,籍贯:黑龙江哈尔滨,学历:本科,现职称:助力工程师,从事工作方向:水文与水资源。

高扬程输水管线停泵水锤防护措施研究

王 斌

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]在现代水利系统中,高扬程输水管线对于克服地形障碍、实现远距离调水具有重大意义。然而,停泵时产生的水锤现象会给管线带来巨大冲击,威胁系统安全。为应对这一挑战,我们必须深入探讨有效的防护措施。文章结合了理论分析、数值模拟和工程实践经验,旨在提出一套系统性策略。通过深入研究水力学原理,模拟停泵过程中的水流动态,并结合实际工程案例,我们将提出一系列切实可行的防护措施,旨在确保高扬程输水管线在停泵过程中的安全稳定运行。

[关键词]高扬程输水管线;水锤;防护措施;安全运行

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13686

中图分类号: TU991.39

文献标识码: A

Research on Water Hammer Protection Measures for High Lift Water Transmission Pipeline Stop Pump

WANG Bin

XPCC Surveying and Designing Institute Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: In modern water conservancy systems, high lift water pipelines are of great significance for overcoming terrain obstacles and achieving long-distance water transfer. However, the water hammer phenomenon generated during pump shutdown can cause significant impact on pipelines and threaten system safety. In order to address this challenge, we must delve into effective protective measures. The article combines theoretical analysis, numerical simulation, and engineering practice experience to propose a systematic strategy. Through in-depth research on hydraulic principles, simulation of water flow dynamics during pump shutdown, and combined with practical engineering cases, we will propose a series of practical and feasible protective measures aimed at ensuring the safe and stable operation of high lift water pipelines during pump shutdown.

Keywords: high lift water transmission pipeline; water hammer; protective measures; safe operation

引言

水锤现象在封闭管道中十分常见,尤其是在高扬程输水管线中尤为突出。当流体在管道中突然加速或减速时,压力急剧变化产生冲击波,这种现象可能导致管线受到严重的物理损害。此外,水锤还可能影响整个水利系统的正常运行,导致水质下降、供水不稳定等问题。因此,研究和实施有效的水锤防护措施是至关重要的。我们需要从设计、运行和管理等多个角度出发,综合考虑各种因素,制定出科学、系统的防护策略,以确保输水系统的安全与高效运行。

1 水锤现象的理论分析

水锤现象是管道系统中常见的物理现象,其产生与流体的惯性、管道材料的弹性特性及外部因素密切相关。当流体受到突然影响(例如泵停机或阀门快速关闭)时,由于惯性作用,流动的水体将继续向前推进并与管道或阀门形成冲击。这种冲击导致管道内压力瞬间增大,形成高压波,随后在管道内形成低压波,使得管道内的压力产生波动,即所谓的水锤现象。要深入理解水锤现象的产生机制,需要考虑多个因素。首先,流体的惯性是在短时间内改变流体运动状态的关键因素。其次,流体的弹性以及管道材

料的弹性特性也会影响压力波的形成和传播。另外,泵的工作状态变化、阀门的操作速度等外部因素也会对水锤现象产生影响。基于对水锤现象产生机制的理解,我们可以为管道系统设计更有效的防护措施,包括优化管道布局、选择合适的管道材料、合理设置阀门和泵的工作状态等。通过综合考虑这些因素,可以减少水锤现象的发生,确保管道系统的安全高效运行^[1]。

2 高扬程输水管线停泵水锤防护措施研究

2.1 优化管道设计

2.1.1 管道材料与壁厚选择

在构建管道网络时,选择既具备高抗拉强度又拥有良好延展性的材料对于确保系统整体性能至关重要。这些高性能材料不仅能够显著提升管道结构的物理强度,同时也能够优化其对恶劣外部环境的耐受性。以实际案例来说,例如某个城市的主供水管道项目。在这个项目中,考虑到管道需要承受高压以及外部环境的影响,选择了具有高强度和良好韧性的特种材料。这些材料在高压环境下展示了卓越的稳定性和承压特性,从而保证了其高效的承载能力。由于这些材料的抗冲击特性,它们能够有效地防止外部冲击和振动的侵袭,从而大幅度减少水锤现象的出现

概率。提升管道结构的抗压力的一种显著有效的策略是通过增加其壁厚。以该供水管道项目为例,管道壁采用了加厚设计。这种设计对于防止形变及破裂现象的发生起到了关键性作用。增加管道的壁厚不仅可以有效地提升系统的稳定性和安全性,还能够保障流体顺畅地在管道中流动。在挑选用于管道建设的材料时,除了评估其承重和抗拉能力,还需要全面评估材料的持久性、抗腐蚀特性及预算约束等关键要素。以这个项目为例,除了材料本身的性能,团队还考虑了材料的可持续性和成本效益,确保了项目的经济性和环保性。为了确保管道系统的安全稳定运行,合理的设计和安装是关键。这个项目严格遵守了相关的规范和标准,确保了管道系统的安全稳定运行。通过采用具有高强度与良好韧性的材料来制造管道并增加管道的壁厚设计,这一方法不仅提高了管道的抗压能力,还显著增强了整个系统的可靠性^[2]。

2.1.2 管道布局

管道系统在许多工业和设施应用领域中发挥着关键作用,其设计、布局和维护对于确保高效、安全且耐用的操作至关重要。合理的管道系统规划不仅能够优化流体传递过程,还可以显著提高资源利用效率,并减小故障可能性及后续修复成本。当流体快速在管道系统中流动并在转弯或尺寸改变点处突变,可能导致流速突增或突降,继而导致瞬时压力大幅度变化——这一现象称为“水锤效应”,对管道系统产生冲击力,长此以往可能导致管道损伤甚至断裂。避免水锤效应需要在系统设计阶段考虑到这些突变的可能性,并采用恰当的设计和布置来减轻影响。某天然气管线运营商在铺设长距离管线时面临高成本的保养与潜在的管道损坏风险。为解决这个问题,工程师采用了一项策略——在特定的转弯位置采用更大弧度的设计,减少转弯次数,并且使用具有缓冲特性的材料和设备(如波纹管 and 弹性接头),来有效减缓流速的变化,防止快速加压或释压导致的压力冲击。通过这些改进,他们不仅减轻了“水锤效应”的风险,还减少了例行维护的需求和成本,延长了系统的使用寿命,显著提升了运营效率与安全系数。

2.2 控制泵的启停

2.2.1 软启动/软停止

在管道系统中,实施软启动与软停止技术,能够有效减缓流体速度的变化率,从而减少水锤效应的发生概率,在管道体系中,流体速度的急速变动或流向的突然转变往往引致一个典型的现象,即所谓的“水锤”,压力波动可能会对管道系统带来损害,进而影响其正常运行,采用软启动技术,能够在流体启动过程中实现逐步加速,从而确保流体速度的平稳增长,防止出现急剧的速度波动。借助于技术手段,如对调节阀门的开启机制进行调整,或者利用变速泵等设备,可以达成相应目标,采用软停止技术,在流体流动过程中,通过逐步减速手段,实现流体速度的

平滑降低,流体在完全停滞之际,其速度突变的可能性得以消除,继而防止水锤效应的发生,运用软性启动与停止技术,不但减少了水锤现象的发生,而且有助于提升管道系统的耐用性,技术手段的应用能有效减轻流体对管道系统造成的冲击,进而降低整个系统的振动水平及其产生的噪音,技术的运用能够增强管道系统运作的效率,流体流动速率的稳定调节有助于降低能量耗损,进而优化系统整体的表现,在流体动力系统中,采用平滑的加速和减速策略,是有效减少速度突变及其导致的压力波动的关键技术手段,此方法有助于防范水锤效应的发生,在规划和实施管道系统的操作时,必须充分利用相关技术,保障系统运行的安全性与稳定性^[3]。

2.2.2 变频调速

利用变频控制器对泵的旋转速度进行调节,是达成流体速度平滑变动与高效控制的关键方法,在当代制造业中,泵担任着关键角色,负责将流体转移,其操作的稳定性和调节的精确度,对生产流程的连续性和产品品质起到了决定性的作用,达成特定目标的过程中,通过变频器对泵转速进行调控,此方法普遍而奏效显著,变频器是电力控制设备的一种,其功能在于对电机的转速进行调节。变频器通过调节电机的供电频率,精确实现了对其转速的控制,进一步可以控制泵的转速,采用此种调节手段,能够依据具体需求对泵的转速进行精细调整,从而达到流体速度平滑变动的效果,在泵的操控中,启动与停止阶段通过变频调控实现转速的渐进变化,因而能够使流体速度的变动趋向平稳,减少突兀的波动现象,流体流动时对管路产生的冲击力可以被有效降低,从而减少了水锤效应的发生概率,并且此举亦有助于增加泵与管道设施的运维周期,变频器设备能提供电动机的渐进启动与渐停功能,在系统开启阶段,逐步提升泵的旋转频率,从而使流体的流动速率匀称地提升;在进程的终止阶段,逐步减少泵的旋转速度,防止流体发生撞击现象,利用变频控制器对泵的旋转速度进行精准调控,从而使得泵能够平稳地启动和停止,有效地控制流体速度的波动,进而提升生产流程的稳定性及产品质量。

2.3 设置水锤防护装置

2.3.1 空气阀

在管道系统的局部高点安装空气阀,能够高效地吸收由水锤现象产生的冲击波,继而减轻相应的压力波动,在管道系统中,当流体突然加速或减速,会形成压力脉动,即所谓的“水锤效应”,阀门意外关闭、泵设备操作的启动或停止,均可能引起管道内流体速度的突变,此突变在管道中形成剧烈的压力波,当遭遇高强度能量波时,管道结构及附加设施可能遭受破坏性振动和噪声,进而引发物理损伤。在管道系统的局部高位安装空气调节装置,该装置基于阀门机制,通过阀瓣的开来控制空气在管道内的流入与排出过程,当水锤引发的冲击波抵达空气阀时,此

阀门能即时作出反应,通过排放或吸收空气调节管道压力,通过这种措施,能够高效地消解冲击波的能量,从而显著减轻水锤现象产生的压力波动影响,利用空气阀门能有效移除管道内的空气成分,防止气体阻碍,确保管道中水流无间断地流畅,该设备能排出由温度波动引发的蒸汽,从而降低了管道因压力过高可能遭遇的问题,在管道系统的关键高点安装空气阀,能够有效吸收由水锤现象产生的冲击波,进而减轻压力波动的影响,保障管道系统的稳定运行,并有望延长其使用寿命,确保管道系统的安全稳定性是本职工作中极为关键的一环^[4]。

2.3.2 水锤消除器

在管道系统中,水锤是一种突变的瞬时压力波动,可能会对管道构件造成破坏,因此安装水锤消除设备至关重要。水力控制阀和水锤吸收罐等装置能够直接吸收和减弱水锤能量,快速响应压力波动的水力控制阀属于水锤消除器范畴,并且能够在短时间内完成调节流体流动、吸收水锤能量、维持管道中流体稳定速度、降低涡流与紊流的产生等功能。另外,水锤吸收罐则通过将水锤携带的能量转换成热能,并使其消散,在水锤现象出现时可以高效地缓解并消耗水锤所蕴含的能量。为了保障管道系统稳定且安全地运行,构建一个实时监测机制是至关重要的。这样的实时监测系统具备连续追踪管道压力与流速变动、侦测异常状况并预先发出警示的能力,以确保在检测到异常情况时即刻激活预设的警示机制,通过音频、视觉或网络通讯手段传递相关人员,让操作人员能够在第一时间得知异常情况,并迅速作出反应。在检测到异常状况时,系统即时启动相应的防护程序,规避水锤可能引发的损害,同时收集异常状况数据并对其进行分析,为系统的持续优化与升级提供支持。案例中有一家企业通过构建一套实时的监控机制,成功规避了水锤等风险,并优化提升了管道系统的运作效率及其安全保障水平。执行此系统有利于管道系统实现智能化管理,减少人工操作的频率与复杂性,进而提升系统的自动化程度,最终实现生产流程的优化及经济效益的显著提升^[5]。

3 案例分析

关于某高扬程输水工程,其通过实施一系列全面的防护措施,成功地减少了水锤现象的发生,从而确保了整个输水系统的安全稳定运行。这项工程不仅仅是一项基础设施项目,更是一个集技术与智慧于一体的杰作。让我们深入探讨一下其成功背后的故事。该工程团队深入分析了水

锤现象产生的根本原因,并针对性地制定了一系列防护措施。这些措施包括但不限于优化管道设计、增强管道支撑结构、合理设置减压阀和压力传感器等。这些措施的实施,旨在从根本上解决水锤问题,从而保障输水系统的安全。经过严格的实施与监测,该工程的数据成果十分显著。自从实施这些防护措施以来,管道内的压力波动明显平稳。通过精密的监测系统,工程团队并未发现任何压力波动超出预设阈值的情况。这意味着管道内的水流状态得到了有效控制,避免了因压力波动过大而产生的水锤现象。更为值得一提的是,自从实施这些防护措施后,该工程再也没有发生过因水锤导致的管道损坏事件。这不仅避免了巨大的经济损失,更确保了周边居民的安全用水。这一显著成效充分证明了所实施的防护措施的有效性,为输水系统的长期稳定运行提供了强有力的保障。

4 结语

高扬程输水管线在停泵过程中,水锤防护是确保系统安全运行的关键环节。为了有效预防和控制水锤现象,我们采取了多种措施。通过优化管道设计,合理控制泵的启停速度,安装水锤防护装置,并建立实时监测与预警系统,我们能够及时响应并处理可能出现的问题。随着科技的不断发展,新材料和新技术的应用将进一步完善水锤防护措施,提升水利系统的安全性与可靠性,确保输水系统长期稳定运行。

【参考文献】

- [1]李茂侨,李贵雷,廖内平,等.高扬程输水管线停泵水锤防护措施研究[J].电力勘测设计,2024(6):37-41.
 - [2]王佳,孙玉涵,王全锋,等.大口径泵压输水管道系统停泵水锤防护方案分析研究[J].甘肃科技,2020,36(2):72-75.
 - [3]王彦祥,颜炳魁,田颖玲,等.长距离输水管线停泵水锤分析及防护[J].中国给水排水,2019,35(7):57-61.
 - [4]张毅鹏,刘梅清,刘志勇,等.长距离输水管线事故停泵水锤防护方法分析[J].中国农村水利水电,2018(8):198-203.
 - [5]张继昌,林碧花,涂郑鹏.长距离输水管线水锤防护案例分析[J].市政技术,2018,36(4):139-142.
- 作者简介:王斌(1989.1—),毕业院校:新疆农业大学,所学专业:水利水电工程,当前就职单位名称:新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司,职务:职员,职称级别:中职。

基于 BIM 技术的水利闸站房建设计与协同施工研究

刘鑫 周洁

扬州水利建筑工程有限责任公司, 江苏 扬州 225002

[摘要]在新时代背景下, 随着信息技术的快速发展, 传统水利水电工程设计面临诸多挑战和限制。这些问题不仅影响了工程设计的效率和质量, 也制约了行业的进步。然而, 随着 BIM 技术的引入和应用, 水利水电工程在设计阶段实现了三维协同设计的突破。BIM 技术不仅为项目提供了全面的视觉化和数字化表达, 还通过信息共享和协同工作平台, 有效地优化了设计流程和项目管理, 进一步提高了工程的设计质量和效率。这些进展不仅推动了水利水电工程行业的现代化转型, 还为未来的发展奠定了坚实的基础。

[关键词]BIM 技术; 水利闸站房; 设计与协同施工

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13702

中图分类号: TV66

文献标识码: A

Research on the Design and Collaborative Construction of Water Conservancy Sluice Station Building Based on BIM Technology

LIU Xin, ZHOU Jie

Yangzhou Water Conservancy Construction Engineering Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225002, China

Abstract: In the context of the new era, with the rapid development of information technology, traditional water conservancy and hydropower engineering design is facing many challenges and limitations. These issues not only affect the efficiency and quality of engineering design, but also constrain the progress of the industry. However, with the introduction and application of BIM technology, water conservancy and hydropower projects have achieved breakthroughs in 3D collaborative design during the design phase. BIM technology not only provides comprehensive visualization and digital expression for projects, but also effectively optimizes the design process and project management through information sharing and collaborative work platforms, further improving the design quality and efficiency of engineering. These advances not only promote the modernization transformation of the water conservancy and hydropower engineering industry, but also lay a solid foundation for future development.

Keywords: BIM technology; water conservancy gate station building; design and collaborative construction

引言

在当今建筑和工程领域, 建筑信息建模 (BIM) 技术作为一种革命性的工具, 已经逐渐成为项目管理和执行的关键驱动力。在水利工程中, 特别是水利闸站房的建设计和协同施工方面, BIM 技术的应用正在引起越来越多的关注和探索。BIM 不仅仅是一个三维建模工具, 更是一个整合信息、协同工作、提升效率并优化资源利用的全方位平台。水利闸站房建设计与协同施工涉及复杂的工程结构和多方面的工作流程, 其成功实施需要高度的协作和信息共享。BIM 技术通过其能力来模拟、可视化和协调各个阶段的设计、施工和维护过程, 为项目团队提供了一个集成和互操作的平台。本文旨在探讨如何利用 BIM 技术优化水利闸站房的设计和施工过程, 以及未来的发展趋势和挑战。通过深入研究 BIM 技术在水利工程中的应用, 我们可以更好地理解其对工程管理和可持续发展的潜力和影响。

1 BIM 在水利闸站建设计中的作用与优势

BIM (建筑信息模型) 作为一种先进的技术工具, 在水利闸站建设计中展现出了多方面的作用和显著的优势。首先, BIM 通过整合和管理多学科的数据与信息, 实现了

设计过程的高度精确和协同工作。在水利闸站的设计阶段, BIM 能够集成地形、水文、结构等多方面的数据, 通过三维模型进行精确分析和模拟, 从而提升了设计的可靠性和准确性。设计团队可以在虚拟环境中快速调整和优化设计方案, 预测可能的问题并及时进行调整, 从而在设计阶段避免潜在的工程风险。其次, BIM 在施工阶段的应用也显著提升了工程的效率和质量。通过 BIM 模型, 施工团队可以实现施工过程的可视化管理, 减少了信息传递的误差和沟通成本。施工进度、物料需求、资源分配等关键信息都能在实时更新的模型中得到反映, 提升了工地管理的效率和响应速度。同时, BIM 还支持施工工序的协调与冲突检测, 通过碰撞分析和工序优化, 避免了施工过程中可能出现的冲突和延误, 保障了工程的顺利进行。在运维阶段, BIM 技术继续发挥着重要作用。建立起来的信息模型为设施的管理、维护和更新提供了坚实的基础。维护人员可以通过 BIM 模型快速获取设备、管线等重要信息, 进行定期维护和检修, 延长设施的使用寿命并提高运行效率。此外, BIM 技术还支持实时数据的采集和分析, 帮助运维人员进行预测性维护, 及时发现并解决潜在问题, 从而降低了设

施运营成本 and 风险。

2 BIM 技术在水利闸站房建设中的应用

2.1 设计阶段的应用

对于水利闸站房建设的设计阶段，BIM 技术的应用极大地提升了设计的效率和质量。在设计阶段，BIM 技术通过建立精细化的三维模型，集成了地形、水文、结构、管线等多方面的数据和信息。这些信息不仅仅是静态的几何形状，而是包含了各种工程参数、性能要求和设计约束。设计团队可以利用这些模型进行复杂性分析、碰撞检测和优化设计，快速生成多个设计方案，并通过模拟和预测技术评估各种设计方案的可行性和效果。通过 BIM 技术，设计团队能够在虚拟环境中进行实时协作和沟通，不同专业领域的工程师可以在同一个平台上进行数据的共享和交流。这种跨学科的协同设计方式有助于提前发现和解决设计中可能存在的问题和冲突，减少设计调整和重复工作的次数，从而大大节约了时间和成本^[1]。此外，BIM 技术还支持设计方案的可视化展示和动态演示，使设计方案更加直观和易于理解，有助于与业主和相关利益相关者进行有效的沟通和决策。

2.2 施工阶段的应用

在水利闸站房建设的施工阶段，BIM 技术发挥着重要作用，极大地提升了施工过程的效率和质量管理水平。首先，BIM 模型作为一个全面的数字化信息平台，不仅包含了设计阶段的三维模型和工程参数，还集成了施工所需的详细施工图、工艺流程、材料清单、施工进度计划等多方面信息。这些信息的集成和共享，使得施工团队可以在一个统一的平台上进行协同工作和实时沟通，从而避免了信息不一致和误解导致的施工问题。其次，BIM 技术在施工阶段的应用带来了精确的施工模拟和可视化效果。施工团队可以利用 BIM 模型进行虚拟施工模拟，分析施工过程中的安全风险、工艺流程和施工顺序，优化施工计划和资源配置。通过模拟施工，可以提前识别并解决潜在的施工冲突和问题，减少施工现场的变更和调整，保证施工进度和质量的稳定。此外，BIM 技术在施工阶段还支持现场信息的实时更新和共享，包括施工进度、材料使用、质量检查等数据的采集和反馈。施工现场的各种数据可以通过移动设备直接接入 BIM 平台，与总部和设计团队进行即时同步和信息交流，实现工程全生命周期的数字化管理和监控。

2.3 运维阶段的应用

首先，BIM 模型作为一个包含丰富数据和信息的数字化平台，持续地记录和更新设施的各类运营数据，包括设备的实时状态、维护记录、维修历史、运行性能等重要信息。这些数据的积累和分析，帮助运维团队进行智能化决策，提升设施的运行效率和可靠性。其次，BIM 技术支持设施的预防性维护和定期检查。通过 BIM 模型，运维团队可以准确获取设施的结构、设备布局、管网系统等细节信

息，进行全面的设施评估和分析。基于这些信息，可以制定精准的维护计划和策略，预测设施的维护需求，及时发现和解决潜在的设施问题，延长设施的使用寿命，降低维护成本。此外，BIM 技术在运维阶段还支持设施的改进和优化。运营过程中，BIM 模型不断积累和更新数据，反映设施的实际运行状况和性能表现。基于这些数据，可以进行设施的优化和改进设计，提高设施的运行效率和环境适应性，满足不断变化的需求和标准。

2.4 协同与信息共享

首先，BIM 模型作为一个集成的数字化平台，允许不同专业的设计团队同时协作在同一模型中进行设计。通过实时更新和共享模型，建筑师、结构工程师、机电工程师等可以即时查看、编辑和共享设计变更，从而减少了传统设计过程中由于信息不对称而引发的错误和冲突。其次，BIM 技术通过信息共享，实现了设计、施工和运维阶段的无缝连接。设计团队完成设计后，BIM 模型中包含了丰富的设施信息和技术数据，这些数据对建设和运维团队来说至关重要。建设团队可以直接利用 BIM 模型中的数据进行施工图制作、材料采购和施工进度计划的制定，大大提高了施工过程中的协调性和执行效率^[2]。同时，运维团队在接手设施后，可以直接使用 BIM 模型中的信息进行后续的设施管理和维护工作，实现了设计、施工和运维全生命周期的无缝衔接。此外，BIM 技术的信息共享还促进了业主与相关利益相关者之间的沟通和合作。通过 BIM 模型，业主可以清晰了解项目的进展情况、质量控制标准和运营需求，提前参与到决策过程中，确保项目符合预期目标并最大程度地满足业主的需求和利益。

3 BIM 技术在水利闸站房协同施工中的应用

3.1 协同设计与协调管理

在水利闸站房的建设计划中，BIM 技术在协同施工中发挥着关键作用，特别是在协同设计与协调管理方面。首先，BIM 技术通过建立精确的三维模型，为设计团队提供了一个集成的平台，使得不同专业的设计师可以在同一个模型中进行工作。这种集成的环境大大简化了设计团队之间的沟通和协作，避免了传统设计过程中常见的信息传递失误和误解问题。在协同设计过程中，各个专业可以实时查看和修改模型，例如结构、管道、电气等，确保各个系统之间的协调一致性。通过 BIM 的协同设计功能，设计团队能够共同解决设计中的冲突和问题，例如空间干涉、设备冲突等，这些问题在施工阶段可能导致昂贵的变更和延误。因此，BIM 在设计阶段的协同作用，不仅提高了设计的准确性和一致性，也加快了设计过程的速度，有助于及早发现和解决潜在的问题，降低后期施工的风险和成本。在协调管理方面，BIM 技术通过自动化的冲突检测和碰撞分析工具，帮助项目团队及时识别和解决设计中的冲突。这种预防性的管理方式可以在施工前消除潜在的施工问

题,提高施工的效率 and 安全性。同时,BIM 技术还能够生成详细的施工图和材料清单,为施工过程中的资源管理和计划制定提供支持,确保施工按照预期的计划进行。

3.2 施工过程管理

对于水利闸站房建设计的协同施工,BIM 技术在施工过程管理方面发挥着关键作用。在施工阶段,BIM 模型不仅作为设计的静态表示,更重要的是作为实时数据和信息的动态平台,为施工管理提供了高效、精确的工具和方法。首先,BIM 技术通过可视化的三维模型,使施工团队能够在虚拟环境中预演施工过程,模拟各项施工活动的顺序和流程。这种虚拟现实的施工模拟不仅有助于识别和解决潜在的施工冲突和问题,还能够优化施工序列,提高施工效率,减少现场调整和修改的需求,从而节约时间和成本。其次,BIM 在施工过程中实现了设计与施工的无缝连接。施工团队可以直接在 BIM 模型中标注和记录实际施工过程中的进度和变更,确保施工的实际执行与设计一致。这种实时的信息共享和更新机制,有效减少了信息传递延迟和误解,提升了施工现场的协同工作效率。此外,BIM 技术还支持施工过程中的材料管理和资源调度。通过 BIM 模型生成的详细构建信息模型(3D BIM),施工团队可以精确计算材料需求、制定优化的供应链管理策略,确保施工过程中材料的及时供应和使用效率的最大化。最后,BIM 在施工过程管理中还可以提供实时的安全监控和质量控制^[3]。通过整合传感器和监控设备的数据到 BIM 平台,施工管理团队可以实时监测施工现场的安全状态和施工质量,及时采取措施预防和解决问题,确保施工的安全性和质量达到预期标准。

3.3 现场协调与监控

首先,BIM 模型提供了精确的空间信息,包括结构、管道、设备等的位置和布置,使施工管理人员可以在模型中进行虚拟现实的实时协调。施工团队可以通过 BIM 模型中的碰撞检测功能,预先识别和解决各种可能的冲突问题,避免现场施工中的碰撞和误解,从而减少因此而带来的延误和额外成本。其次,BIM 技术通过整合传感器和监测设备的数据,实现了对施工现场的实时监控。监测设备可以实时反馈现场施工活动的数据,如材料使用情况、工序进度、安全状况等,这些数据可以直接反映在 BIM 模型中。管理团队可以通过 BIM 平台进行监控和分析,及时识别和解决潜在的施工问题,保证施工过程的顺利进行。此外,BIM 模型还支持现场资源的实时调度和管理。施工管理人员可以根据 BIM 模型中的实时数据,优化资源的使用和调度,确保施工过程中所需材料、设备和人力的合理配置,提高施工效率和资源利用率。

3.4 质量控制与安全管理

首先,BIM 模型提供了详细的设计数据和施工信息,包括材料规格、构建顺序、施工方法等。这些数据不仅帮

助施工团队准确理解设计意图,还可以用于制定详细的施工计划和工序安排。通过模拟施工过程,可以提前识别潜在的质量风险和安全隐患,采取相应的预防措施,避免施工过程中出现严重的问题和事故。其次,BIM 技术结合传感器和监测设备的数据采集功能,实现了对施工质量和安全状况的实时监控和评估。例如,传感器可以监测材料的使用情况和施工工艺的执行情况,将数据反馈至 BIM 平台。管理团队可以根据实时数据分析施工过程中可能存在的偏差和问题,并及时调整施工策略,保证施工质量符合设计要求,同时确保施工安全符合标准和规范。此外,BIM 模型还支持质量检查和安全审查的数字化管理。通过建立标准化的检查和审查流程,可以在 BIM 平台上记录和追踪每一个质量问题 and 安全隐患的处理过程,确保问题得到及时解决和闭环反馈。这种数字化的管理方式不仅提高了问题处理的效率,还增强了施工团队对质量和安全管理的责任感和执行力度。

3.5 项目交付与运维支持

在水利闸站房协同施工的最后阶段,BIM 技术的应用不仅局限于施工过程中的监控和管理,还涵盖了项目交付后的运维支持阶段。通过建立完善的 BIM 模型和数字化档案,可以为闸站房的运行和维护提供持续的技术支持和管理服务。首先,BIM 模型作为闸站房的数字化双胞胎,集成了建设阶段的所有设计、施工和运行信息。这些信息包括建筑结构、设备布置、管网连接等详细数据,为运维人员提供了全面而准确的闸站房信息。运维团队可以通过 BIM 模型快速定位设备和管道的位置、规格及运行状态,便于及时进行维护和修复,保证闸站房的正常运行。其次,BIM 技术支持运维管理的智能化和预测性维护。基于历史数据和实时监测信息,BIM 平台可以分析设备的运行趋势和性能变化,预测可能发生的故障和问题。这种预测性维护不仅降低了维护成本,还减少了设备停机时间,提高了闸站房的可靠性和稳定性。此外,BIM 模型还支持闸站房的更新和改造工作。随着技术和需求的变化,闸站房可能需要进行扩建、改造或更新设备。BIM 模型可以帮助设计团队在现有模型基础上进行变更和调整,确保改造方案与原始设计的协调性,减少施工风险和成本。

4 BIM 技术在未来水利工程中的发展趋势

在未来的水利工程领域,BIM 技术将继续发挥重要作用,并展现出几个明显的发展趋势。首先,随着技术的进步和应用经验的积累,BIM 技术将更加普及和深入,成为水利工程设计、建设和运维全过程的标准工具。其次,BIM 将与人工智能、大数据等新兴技术结合,推动水利工程从传统的建模和协同设计向智能化、自动化的方向发展,提升工程设计的精准度和效率。此外,BIM 技术还将促进水利工程与城市规划、环境保护等领域的深度融合,实现水资源的可持续利用和环境保护的协同发展^[4]。最后,随着全球对于可持续发展和绿色技术的需求增加,BIM 技术在

设计过程中的能耗分析、碳排放评估等方面的应用将成为未来发展的重要趋势,为构建更加环保和可持续的水利基础设施提供支持和保障。

5 结语

在水利闸站房建设设计与协同施工研究中,BIM技术的应用已经展现出了巨大的潜力和优势。通过BIM技术,设计团队能够在设计、施工和运维阶段实现信息的高效共享和协同工作,从而提升了工程的设计质量和施工效率。随着技术的不断发展和应用经验的积累,BIM在水利闸站房建设设计中的作用将日益突显,为行业的可持续发展和智能化建设提供了新的路径和可能性。未来,随着各方面对BIM技术的深入理解和广泛应用,相信BIM技术将在水利工程领域发挥越来越重要的作用,为建设更安全、更高效的水利闸站房贡献更多力量。

【参考文献】

- [1]刘威.基于BIM技术的水利工程施工全过程协同管理研究[J].水上安全,2024(10):61-63.
 - [2]张潞月.基于BIM技术的水利水电工程三维协同设计策略[J].工程技术研究,2024,9(2):205-207.
 - [3]曾志强.基于BIM技术的水利工程施工全过程协同管理研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(24):31-33.
 - [4]杨坚.BIM技术的水利水电工程建设研究[J].科技资讯,2017,15(30):54-55.
- 作者简介:刘鑫(1990.6—),男,毕业院校:南京工程学院;所学专业:工程管理(工程造价管理方面),当前就职单位:扬州水利建筑工程有限责任公司,职务:项目副经理,职称级别:工程师。

架空电力线路施工安全管理要点

张 强

永州界牌协合风力发电有限公司北京咨询服务分公司, 北京 100048

[摘要]集电线路是新能源电站建设必不可少的一部分, 随着经济和技术的发展, 架空集电线路在攻破自然条件方面占有不可替代的优势, 随着施工技术不断更新和无人机等高科技产品应用于施工过程中, 降低一部分高风险作业, 提升工作效率, 但整个施工中仍然存在基坑开挖、高处作业、临电作业、交叉作业、交通运输和吊装作业等高风险作业, 呈现施工机械多、难度大、风险高、管控措施复杂多变的特点, 仍需加强日常安全管理工作, 对高风险作业进行管控, 降低风险, 减少事故的发生。

[关键词]架空电力线路; 高风险; 安全管控

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13690

中图分类号: TU712

文献标识码: A

Key Points for Safety Management of Overhead Power Lines Construction

ZHANG Qiang

Beijing Consulting Service Branch of Yongzhou Jiepai Xiehe Wind Power Generation Co., Ltd., Beijing, 100048, China

Abstract: Collecting power lines are an essential part of the construction of new energy power stations. With the development of economy and technology, overhead collecting power lines have irreplaceable advantages in breaking through natural conditions. With the continuous updating of construction technology and the application of high-tech products such as drones in the construction process, some high-risk operations can be reduced and work efficiency can be improved. However, there are still high-risk operations such as excavation of foundation pits, high-altitude operations, temporary power operations, cross operations, transportation and lifting operations in the entire construction process, presenting the characteristics of multiple construction machinery, high difficulty, high risk, and complex and variable management measures, which is still necessary to strengthen daily safety management work, control high-risk operations, reduce risks, and reduce the occurrence of accidents.

Keywords: overhead power lines; high-risk; safety control

1 施工特点

(1) 架空电力线路主要用于地形条件差的环境, 如存在河流、沟壑、山谷、道路、树木、森林、高陡坡等; 施工道路狭窄、弯多、坡大、设备设施运输难度大的地方。

(2) 基础开挖可能存在深基坑开挖, 在雨季及基坑壁防护措施不到位的情况下易发生坍塌事故; 基坑内可燃气体、CO₂含量超标可能会造成人员窒息死亡事故。

(3) 在空间上施工线路可能跨越其他带电高压线路、道路; 在组塔、引线、穿线施工过程中难度大, 触电、高处坠落、机械伤害和物体打击事故多发。

(4) 施工线路大部分采用组塔形式, 存在起重吊装和高处作业, 易发生起重伤害、物体打击和高处坠落事故。

(5) 施工作业范围广、人多、车多、材料多; 各工序存在交叉施工, 高风险作业可能会叠现, 安全措施落实不到位及施工人员“三违”多, 现场安全管控难度大。

2 施工工序及风险管控

2.1 施工准备阶段

重点工作: 架空线路路径上障碍物的清理工作, 如树木砍伐、施工线路跨越架搭设、道路运输规划、材料入场堆放场地规划、临时用电系统配置、施工人员、机械设备入场验收工作、场地规划等工作。

2.1.1 树木砍伐

(1) 施工过程中树木砍伐主要是对通道附近超过主要树种自然生长高度的非主要树种树木的砍伐工作。

(2) 树木清理过程中根据施工现场环境特点, 配备必要的防蚊虫叮咬、防蛇等个人防护用品。

(3) 提前规划好树木倾倒方向, 树木倾倒方向应为树高的2倍安全距离。树木砍伐过程中设专职监护人, 树木倾倒时及时发出警告信息。

(4) 六级以上大风、雨雪天气禁止砍伐树木。在电力线路、建筑物及通信线路周边施工时, 应提前采取安全措施; 施工作业结束, 现场负责人应清点人数。

2.1.2 材料道路运输及入场审核

(1) 合理选择运输道路, 要求道路承载力、宽度、转弯半径符合现场设备设施运输要求; 道路运输条件差时, 若道路存在高边坡等不符合运输条件下, 需采取措施, 如设置必要的防滑、防撞墩等防护措施。

(2) 材料运输一般需要二次倒运, 运输方式包括起重吊装、汽车运及人工搬运。车辆驾驶员持证上岗, 装卸时, 严禁抛掷、超载或人货混载。倒运过程中需要多人倒运, 需设1人指挥; 雨天后人工抬运物件时, 施工人员应穿防滑的胶鞋。抬运物件在中途休息时, 在宽道上休息且

宜将物件置于路边。

(3) 材料堆放区尽量设置在地面平坦、地势高、承载力高,且周边排水畅通的区域;材料应按编号分类堆放、并做好标识和保护措施。

(4) 材料入场验收审核:铁塔材料进场时需要开箱验收;对导(地)线、绝缘子、金具需进行外观检查;各种架线工程所需装置性材料,如导光缆、绝缘子、间隔棒、线夹等设备材料,必须有符合国家现行有关标准的各项质量检验资料及该批产品的出厂合格证和各项检验报告,并经抽检合格,导、光缆经压接试验合格后方可进入现场。

2.1.3 施工机械、人员入场审核

(1) 施工人员必须经过体检合格(职业健康体检)、缴纳工伤保险后入场进行三级安全教育培训合格后入场施工,施工前进行安全技术交底;高空作业人员、牵张机手、测量工、压接工等特殊工种持证上岗。

(2) 工具、钢丝绳、滑车、链条葫芦等应经过检验、合格后入场,并标识;工具、钢丝绳、滑车、链条葫芦、机动绞磨机、牵引机、张力机、机动绞磨、液压机、起重工具(如钢丝绳、起重滑车、手扳葫芦、卸扣、钢板地锚、角铁桩)使用前进行外观检查,不合格者严禁使用。计量仪器应经有相应资格的检测单位检验,合格者方可使用;张力架线中的连接工具,如牵引板、卡线器、连接器等必须经拉力试验判定合格后,方准送往现场。工器具必须进行日常检查,并形成检查记录。对到货的绝缘子、金具应进行外观检查,货金还需进行成串装试配。

(3) 起重设备进场前,必须提供起重机的出厂检测报告、年报告和产品说明书。

2.1.4 临时用电系统

(1) 架空集电线路施工过程中主要采用柴油发电机进行发电,设置三级配电箱进行临时供电,配电箱严格执行一机一闸一保护,定期开展安全检查;施工现场配置专业电工,禁止无证人员操作。

(2) 配电箱设漏电保护器。

2.1.5 起重吊装作业

(1) 起重吊装场地应平整、并避开沟、洞或松软土质;汽车起重机作业前应将支腿支在坚实的地面上,并加垫垫木。

(2) 起重作业应由起重工担任指挥,指挥信号清晰、准确。起重机司机及司索工持证上岗。

(3) 如遇有大雨、大雾和六级以上的风影响施工安全时,应停止起重作业,并将臂杆降低到安全位置;起重机机械设备严禁超载;施工过程中严格遵守起重机械“十不吊”的原则。

(4) 起重机起重臂及吊件的任何部位与带电体(在最大偏斜时)的最小安全距离不得小于下表1规定。

表1 起重机起重臂及吊件的任何部位与带电体的最小安全距离

压等级(kV)	≤10	10~40	60~110	220	330
水平最小安全距离(m)	1.5	2.0	4.0	5.5	6.5
垂直最小安全距离(m)	3.0	4.0	5.0	6	7

2.1.6 高处作业

(1) 高处作业人员持证上岗,正确穿戴个人劳动防护用品,佩戴安全带,禁止低挂高用。

(2) 工具和材料应放在工具袋内或用绳索绑牢,禁止抛掷。

(3) 遇有雷雨、暴雨、浓雾及六级以上大风天气不得进行高处作业。

(4) 架线施工中附件安装时,安全带(双保险)应拴在横担主材上,不得拴在绝缘子串上;安装间隔棒时,安全带(双保险)应拴在一根子导线上。

表2 高处作业人员与线路及其他带电体的最小安全距离

压等级(kV)	≤10	35	110	220	330	500
最小安全距离(m)	1.7	2.0	2.5	1.0	5.0	6.0

2.1.7 跨越架搭设

施工线路跨越电力线路、道路、房屋等施工过程中,需要采用搭设跨越架,跨越架应与被跨越物保持安全距离。

(1) 搭设跨越架的架杆应保持干燥,防止感应电压伤人,竖于地面的架杆埋深不小于0.5m,跨越架结构要牢固。搭设带电跨越架时,靠近电力线以上部分严禁使用铁丝绑扎,跨越架两边顶端应起羊角保护。

(2) 张力架线要求跨越架有较高的纵向强度,能随一相导线跑线时拖力,跨越架顶部强度高,除叉杆外,架高超过12m以上时应打两层拉线。

(3) 带电跨越架必须在两头各挂一块“有电危险,严禁攀登”的警示牌。公路处夜间设红色标志灯,跨越架在施工中派人监护,重要跨越架设专人看守。公路跨越架必须在前、后200m处设有“电力施工,车辆慢行”的警示牌。跨越架应经验收,合格后方可使用。搭设或拆除跨越架时设置安全监护人。

(4) 跨越架搭好后要打拉线固定,防止大风。

(5) 跨越架必须搭设牢固并经验收合格方可放线,使用过程中严格执行停电等跨越申请程序。

(6) 附件安装完成后方可拆除跨越架,拆除时与搭架时顺序相反,要一件一件地拆除,严禁整片推倒。

2.2 基础施工过程

基础施工流程主要包括基础开挖、钢筋制作、绑扎、支模、地脚螺栓安装、混凝土浇筑、基础养护、拆模、回填土/基面整理、清理现场。基坑施工过程中主要存在中毒窒息、坍塌、机械伤害、物体打击事故和环保问题。

(1) 安全管理要点

①施工区域形成封闭区域,禁止无关人员进入施工区

域, 基坑周边 0.8m 范围内禁止堆放堆土或材料。

②基坑开挖深度超过 3m 构成危险性较大的分布分项工程, 编制专项施工方案并经过专家论证后实施, 施工过程中严格执行施工作业票。

③基坑内设置人员上下的台阶或铺设防滑走道板, 人工挖孔桩设置人员上下的软爬梯和事故应急专用安全绳。

④人工挖孔桩施工过程中应井口设置井盖或安全防护栏杆、设安全警示标志; 作业前, 对井内进行通风, 通风后对井内的有毒、有害气体含量进行检测, 检测合格后方可下井施工; 井下施工人员施工实施轮换制, 轮换时间不超过 3h, 上下井时应佩戴安全带和攀登自锁器; 井下施工时, 井上设置专人进行监护; 井下渣土运输采用封闭吊篮或吊桶, 开启装置、吊钩或滑轮应该有防脱落装置; 滚筒上的绳不应有扭结和断丝现象, 滚筒上的绳放出后剩余不得少于五圈。渣土吊运过程中, 井下施工人员禁止施工; 井内照明电压不超过 12V 的安全电压。

⑤基础开挖从上到下, 逐层进行开挖, 时刻关注井内土壤湿度、松散度情况, 必要时增大护壁强度或放坡坡度。

⑥人工挖孔的过程中应从上向下逐层设置护壁, 第一节护壁应高出地面 150mm 以上, 采用挖一段即浇筑一节护壁, 拆模后再继续掘进。

⑦易积水的杆塔位, 在基坑的外围修筑排水沟。

⑧焊接作业人员持证上岗, 严格执行动火作业票管理。

(2) 环保管理要点

①使用发电机等油机械、设备, 应有防止油污污染周边水土的措施。

②在搅拌机前台及运输车清洗处设置沉淀池, 排放的废水先排入沉淀池, 经二次沉淀后, 方可排入城市排水管网或回收用于洒水降尘。未经处理的泥浆水, 严禁直接排入城市排水设施和河流。

③制定废渣的处理、处置方案, 及时清运施工弃土和渣土, 建立登记制度。

④恢复环境原状和自然植被, 对农田耕地进行复耕。施工场地做到工完、料净、场地清。

2.3 铁塔组立阶段

施工顺序主要包括: 施工准备、竖立抱、组立塔腿、提升抱杆、吊装塔片、补装侧面斜材、拆除抱杆、清理现场。

(1) 安全管理要点

①场地周围应使用防护围栏、警示带等进行封闭, 非施工人严禁入内。

②施工区域宜划分为起重(吊)、组装、材料堆放、绞磨操作、工器具堆放等区域。

③施工标志牌、安全警示标志牌、现场看板、风险控制牌应统一悬挂在出入口或显眼处; 标志牌须明示施工负责人、安全负责人和岗位分工等信息; 使用塔吊等重型机械设备吊装的现场, 还应设置现场平面布置图。

④开工前必须对参加施工的所有人员进行技术交底并签字确认。第一基铁塔由项目部技术负责人组织试点。参加组塔人员必须做到“三熟悉”, 即熟悉铁塔安装图、立塔方法的操作要点和安全措施“三熟悉”。

⑤铁塔组立施工必须严格执行安全工作票制度。

⑥临近带电体组塔: 作业前进行安全技术交底并告知所有人员危险点; 设专人监护, 禁止车辆进入高压线危险区域; 施工现场在明显处设立警示牌, 写明电压等级, 安全操作距离, 防护措施及安全注意事项。施工期间发现异常或者检测出感应电, 应立即停止作业。铁塔组立底段后, 必须安装好铁塔接地装置。组塔时, 工器具、吊装构件与带电体的距离大于安全距离。临近带电线路铁塔吊装时, 吊件要尽量从远离带电线路侧起吊。若必须在带电线路侧起吊时, 抱杆倾斜角度不要过大, 必须保证对带电线路的最小距离。

(2) 环保管理要点

(1) 施工完毕后及时回填地锚坑等地面孔洞, 清理现场杂物。机械加柴油、机油应使用漏斗, 防止泄露到地上污染环境。

(2) 施工过程中的泥浆需及时处理以保证施工场地的清洁, 终孔后废弃泥浆运到指定的地点, 防止对周围环境的污染。

2.4 架线施工

施工顺序主要包括入场准备、跨越架搭设、张力架线、牵张设备就位、展放导引绳、展放牵引绳、展放导光缆、线端临锚、牵张设备转场。

(1) 施工现场应根据实际情况合理布置施工区域, 设置安全警示牌和施工标志牌, 禁止无关人员进入施工现场。

(2) 架线各子工序的指挥员或施工负责人必须由有经验的送电技工担任。

(3) 架线段的接地装置与铁塔可靠连接。

(4) 张力放线必须设有可靠的通信系统。牵引时接到任何岗位的叫停信号都必须立即停止牵引。

(5) 放线过程中严禁在无通信联络及视野不清的情况下放线; 在杆塔处、对被跨越的房屋、道路、河塘及跨越架和人畜较多处、转角塔的预倾滑车及上扬处的压线滑车均应派专人监护。未完成附件施工的导、光缆的垂直下方; 悬挂绝缘子串或放线滑车时吊件的垂直下方、牵引过程中牵引绳进入的主牵引机高速转向滑车与钢丝绳卷车的内角侧、相邻杆塔不得同时在同相位安装附件, 作业点垂直下方不得有人。

(6) 遇有雷雨、暴雨、浓雾、六级及以上大风时, 不得进行高处作业、水上运输、露天吊装、杆塔组立和放紧线等施工。

(7) 旋转连接器严禁直接进入牵引轮或卷筒。

(8) 展放的导引绳不得从带电线路下方穿过。

(9) 在导线上测量间隔棒距离时, 应使用干燥的绝

缘绳，严禁使用带有金属丝的测绳。

2.5 线路并网阶段

(1) 对架空线路全面巡检，检查导线上是否有树枝等异物，检查线路周边树木、竹子等保持规范安全距离，如有影响及时清除。

(2) 每个电缆上塔点安排专人看护保持安全距离，冲击过程中现场情况及时反馈(严禁站在电缆敷设路径上方)。

(3) 在额定电压下对空载线路的冲击合闸试验应进行3次，冲击过程中线路绝缘不应有损坏。

(4) 线路冲击完成后，冲击箱变时需安排专业人员进行观察，观察人员需远离箱变10m，冲击过程中及时反馈现场情况。

3 结语

本论文利用公司某项目架空线路施工为基础，开展国

内常用10kV、35kV场内架空集电线路施工过程风险管控为目标，分阶段进行风险辨识与管控，控制管控措施，暂不涉及场内架空送出线路安全环保管理内容。

【参考文献】

[1] 崔吉峰. 架空输电线路作业危险点危险因素及预控措施手册[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.

[2] 梁卫兵. 电力工程架空线路施工的危险点与防范措施[J]. 科技创新导报, 2014, 11(4): 117-118.

[3] 电力建设安全工作规程 第2部分: 电力线路[Z]. (DL5009.2-2013)

作者简介: 张强(1982.9—), 男, 毕业院校: 河北农业大学, 所学专业: 电子信息工程, 当前就职单位: 永州界牌协合风力发电有限公司北京咨询服务分公司, 职务: 主管, 职称级别: 安监高级工程师。

节水灌溉技术在干旱半干旱地区的适应性与推广策略

张发强

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830002

[摘要] 在干旱和半干旱地区, 水资源短缺一直是一个严峻挑战。随着全球气候变化和人口增长, 对水资源的需求持续增加。文章旨在探讨如何提高节水灌溉技术在这些地区的适应性, 并提出推广策略以优化水资源利用效率, 支持可持续发展。通过引入先进的节水灌溉设备和技术, 加强培训和节水意识提升, 以及制定相应的政策支持措施, 可以有效应对水资源短缺挑战, 实现水资源的可持续利用与管理。

[关键词] 节水灌溉技术; 干旱地区; 水资源管理; 技术推广

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13684

中图分类号: S75

文献标识码: A

Adaptability and Promotion Strategies of Water-saving Irrigation Technology in Arid and Semi arid Regions

ZHANG Faqiang

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

Abstract: Water scarcity has always been a severe challenge in arid and semi-arid regions. With global climate change and population growth, the demand for water resources continues to increase. The article aims to explore how to improve the adaptability of water-saving irrigation technology in these areas and propose promotion strategies to optimize water resource utilization efficiency and support sustainable development. By introducing advanced water-saving irrigation equipment and technology, strengthening training and raising water-saving awareness, and formulating corresponding policy support measures, we can effectively address the challenges of water scarcity and achieve sustainable utilization and management of water resources.

Keywords: water-saving irrigation technology; arid regions; water resource management; technology promotion

引言

干旱和半干旱地区多指降水量低于蒸发量的地区, 其中农业发展面临重大挑战。传统灌溉方式存在浪费水资源的问题, 而提高灌溉效率对于确保水资源可持续利用至关重要。节水灌溉技术以其高效、均匀、精准等特点备受关注, 能够显著提升水资源利用效率。在干旱半干旱地区推广应用节水灌溉技术, 可有效降低农业用水量, 减少水资源浪费, 提升作物产量和质量, 为地区农业可持续发展注入新动力。

1 节水灌溉技术概述

在现代农业中, 节水灌溉技术发挥着至关重要的作用, 主要形式包括微喷灌、滴灌、沟灌和涌泉灌溉等多种形式。这些先进技术不仅有效避免了表层水分的快速蒸发, 减少了深层渗透损失, 同时还能够根据作物的生长需求实时调控, 提供精准的灌溉服务。通过节水灌溉技术的应用, 农民可以更加科学合理地管理水资源, 提高农田的水分利用效率, 实现节水目标的同时保障农作物的正常生长, 为农业生产注入了强大的动力。

1.1 微喷灌

在推广节水灌溉技术时, 需综合考虑政策支持、技术培训、市场机制和公众意识等多方面因素。有效的政策支持可以为农民提供奖励措施和财政补贴, 激励其采用节水

灌溉技术。同时, 针对不同地区和群体的需求, 定制化的技术培训计划至关重要, 提升农民对节水灌溉技术的认知和应用能力。建立健全的市场机制能够促进技术的推广和应用, 形成可持续发展的市场格局。此外, 加强公众意识的宣传教育, 增强整个社会对节水灌溉技术的认可和支持, 有助于促进技术的广泛普及和应用^[1]。

1.2 滴灌

在推广节水灌溉技术时, 必须全面考虑各方面因素。政策支持是关键, 政府应出台激励措施和补贴政策, 以推动农民采用该技术。技术培训也至关重要, 需定制化培训计划, 提升农民的技术运用能力。建立健全的市场机制可以促进技术的推广和市场化发展。另外, 提高公众意识和教育宣传是必不可少的, 增强社会对节水灌溉技术的认知和支持度, 推动技术的广泛应用和普及。综合考虑这些因素, 才能有效推广节水灌溉技术, 实现可持续农业发展。

1.3 沟灌

沟灌作为一种传统的灌溉方式, 在当前节水环境下也可以发挥重要作用。通过优化沟的设计和水的控制, 可以进一步提高其节水效果。在沟灌系统中, 可以采用现代化技术, 如安装自动化水位监测装置和智能灌溉控制器, 实现精准供水和避免浪费。此外, 定期检查维护沟渠, 修复漏洞和防止水资源流失也是至关重要的。结合科学管理和

灌溉技术创新,沟灌这种传统方式可以在节水的同时提高灌溉效率,为农业生产带来可持续发展。

1.4 涌泉灌溉

涌泉灌溉作为一种高效的灌溉方式,通过利用压力将水从源头输送到作物根部,实现稳定的水分供给。该系统通常包括水泵、管道和喷灌设备,通过压力控制水的流动,实现对作物的精准灌溉。相较于传统灌溉方式,涌泉灌溉能够减少水资源浪费,提高灌溉效率,同时可以根据作物的需水量进行智能调控,保证每一株植物都得到适量的水分滋润。在实践中,定期检查维护设备、清洁过滤器、调节喷灌角度等措施可以进一步优化涌泉灌溉系统的运行效果,为农作物的生长发育创造良好条件^[2]。

2 干旱半干旱地区的特点与挑战

在气候条件较为严酷的干旱和半干旱区域,水资源的分配呈现显著的不均衡状态,且降水模式呈现出明显的季节性特征,通常情况下,土壤的结构较为疏松,这使得水分容易快速地从土壤中流失,在若干地区,作物生长的水源需求常常无法得到传统灌溉手段的充分满足,干旱状况由此导致农业生产的显著受损,因此,采纳尖端节水灌溉技术,对于此领域的关键技术引入具有显著意义,采用微喷灌和滴灌等先进灌溉技术,可以精确地进行水资源的分配,有效减少水分的无谓流失及土壤的流失问题,从而提升农作物的用水效率,这对在干旱气候条件下推动农业的可持续发展至关重要。

2.1 水资源短缺

在降水稀少的干旱地带,地表及地下水资源的持有量通常处于一种极度短缺的情况,当地的农业生产及生态环境因这种状况遭遇了重大考验,针对当前存在的实际情况,必须实施切实可行的方案,以应对水资源的不足,为应对干旱季节的水资源需求,首先可建设水库、蓄水池等水利设施,以便有效储备雨水和河流水资源,举例来说,诸如滴灌和雨水收集再利用等节水灌溉技术的推广,旨在最大限度地降低水资源的浪费,为保证水资源的优化分配与有效使用,加强对其进行严格监管与细致管理是关键。

2.2 土壤质量

在干旱地区,土壤的特性一般为保水能力差和渗透性高,这些特性对农业生产和生态环境造成诸多挑战,在土壤持水能力较低的情况下,雨水和灌溉水源的保存效率不高,这会对作物的成长带来制约,土壤的快速水分流失,其原因在于其高度渗透性,进而加剧了土壤的干燥程度,针对所面临的具体环境问题,必须执行一连串行动计划,以优化土壤质量,通过引入有机质或施行表层土壤覆盖,可以增强土壤的保水能力,进而提升土壤的有机质含量,优化土壤的构造,为了维持土壤的适宜湿度,采取减少土壤水分散失的策略,如耕作模式的优化及抗旱农作物的培育,是极为关键的举措^[3]。

2.3 蒸发量大

在干旱区域,水分以蒸发的形式,成为水资源减少的主要方式,在所述地区,由于空气干燥且温度较高,伴随着频繁的风力作用,导致水面的蒸发速率显著提升,在此情景下,地面的水体如河流、湖泊,以及用于蓄水和灌溉的水库和水坝等水源地,通常会遭受显著的影响,由于蒸发作用,水分迅速消失,从而降低了水资源的有效利用效率,这对当地农业的增产和生态环境的维护构成了显著的挑战。针对水分的逐渐减少,人们可实施诸多方案以减少因蒸发导致的水资源损耗,为减少水分的蒸发损失,可以通过建设蓄水池和使用覆膜等方法,从而提升水资源的利用效率,其次,对于灌溉系统的安排应当适宜地进行修正,运用先进的节水灌溉机制与设备,从而降低因灌溉而引起的水分无效流失,为了降低土壤表层水分的挥发速率,必须对土壤进行保护,优化其质地与结构。实施科学的用水管控与保护方针,能够显著减少因蒸发导致的水资源浪费,推动干旱地带水资源的持续利用,达成生态环境与经济繁荣之间的和谐共进。

3 节水灌溉技术的适应性分析

在干旱半干旱地区,节水灌溉技术的应用要充分考虑水资源的科学合理配置。通过精准控制灌溉水量和频率,可以最大限度地提高灌溉效率,避免过度浪费水资源。同时,这些技术还能有助于保护土壤质量,减少水分流失和土壤侵蚀的风险,从而提高土壤的肥力和保持生态平衡。此外,有效运用节水灌溉技术能够提升农业产量和质量,为当地农民带来更好的经济效益和生活条件,推动农业可持续发展。

3.1 水资源合理分配

在农业生产中,通过精确控制灌溉水量的方式,可以有效地保障作物生长的基本需求,同时最大限度地避免水资源的浪费。科学合理地确定作物对水分的需求量,结合土壤渗透性和作物生长周期等因素,精细划分灌溉水量,实现对作物生长过程中不同阶段的水分供给。这样做不仅可以满足作物的生长需要,促进作物的良好生长发育,还能避免因过量灌溉导致的土壤盐碱化和水资源浪费等问题。精确控制灌溉水量还有利于减少农业生产中的环境污染,提高农田水资源利用效率,推动农业可持续发展。此外,借助现代技术手段如智能灌溉系统和遥感监测技术,可以实现远程监控和自动调节,进一步提升灌溉水量的精准性和效率。通过精确控制灌溉水量,农业生产可以实现高质量、高效益的发展,同时为水资源管理和保护做出积极贡献^[4]。

3.2 提升灌溉效率

在农业生产中,采用节水技术可以有效提高灌溉效率,减少因无效蒸发和深层渗透带来的水资源浪费。通过合理运用节水灌溉技术,如滴灌、微喷灌和精准滴灌等方式,可以将水直接输送到植物根部,减少水分在空气中散失的

可能性。这种灌溉方式不仅可以减少无效蒸发,还能降低土壤表面的湿度,减少深层渗透,避免水分流失到植物根系以下无法被利用的地下层。通过节水灌溉技术的应用,可以有效改善土壤水分分布状况,实现水资源的集约利用。除此之外,利用土壤传感器和智能控制系统,实现对土壤水分含量和作物需水量的实时监测和精确调控,也是提高灌溉效率和节约水资源的重要手段之一。

3.3 土壤保护

在农业生产中,科学合理的灌溉是保护土壤质量和减少土壤侵蚀盐碱化的重要手段。通过采用恰当的灌溉方法和实施精准节水管理,可以有效调节土壤中的水分含量,避免因长时间过量灌溉而导致的土壤侵蚀现象。合理的灌溉不仅可以满足作物的水分需求,还能使土壤中的养分更好地被植物吸收利用,促进作物生长。此外,适度的灌溉还有助于降低土壤中盐分浓度,减少盐碱化发生的可能性,有利于保持土壤的肥力和生产力。对于不同类型的土壤和作物,应采取相应的灌溉措施,以满足作物生长的需要而避免过度灌溉带来的负面影响。

4 节水灌溉技术在干旱半干旱地区的推广策略

在推广节水灌溉技术时,需综合考虑政策支持、技术培训、市场机制和公众意识等多方面因素。有效的政策支持可以为农民提供奖励措施和财政补贴,激励其采用节水灌溉技术。同时,针对不同地区和群体的需求,定制化的技术培训计划至关重要,提升农民对节水灌溉技术的认知和应用能力。建立健全的市场机制能够促进技术的推广和应用,形成可持续发展的市场格局。此外,加强公众意识的宣传教育,增强整个社会对节水灌溉技术的认可和支持,有助于促进技术的广泛普及和应用。

4.1 政策支持

在推动节水灌溉方面,确实需要制定相关的优惠政策和实施补贴措施。为了鼓励农民采取先进的节水技术,我们可以针对购买和安装节水设备的农民提供一定额度的财政补贴。此外,建立奖励机制也是非常重要的,可以对使用节水设备效果显著的农民进行表彰和奖励,促使更多人积极参与到节水灌溉工作中。举个例子,像农业引入了先进的滴灌技术,并通过政府奖励计划和技术支持,取得了显著的节水效果。除了补贴和奖励措施外,我们还可以通过税收减免等政策来降低农民使用节水设备的成本,从而增加他们的使用意愿。另外,技术培训和信息分享也至关重要,可以组织开展节水灌溉技术的培训班和宣传活动,帮助农民了解最新的节水灌溉技术和设备,提高他们的技术水平和认识。例如,中国广东省推出了农田节水灌溉技术培训项目,为当地农民提供了先进节水技术的学习和应

用渠道。通过这些措施的有机结合,我们可以有效地推动农业节水灌溉工作,实现可持续发展的目标^[5]。

4.2 技术培训

要促进节水灌溉技术和设备的广泛应用,专业的操作培训是至关重要的。在开展操作培训时,应该结合实际情况,并针对不同类型的节水设备制定相应的培训计划。为了确保培训内容专业权威,可以通过专业培训机构或邀请行业专家进行培训。培训内容主要包括节水设备的安装调试、使用方法和注意事项等,帮助农民掌握节水灌溉技术的操作要点。举例来说,某地区农业局结合当地节水灌溉技术推广需求,邀请了该领域内的专家和技术人员进行现场培训。培训内容涵盖了节水灌溉设备的基本原理、安装调试方法以及使用技巧。在培训过程中,专家们针对当地的实际情况进行案例分析,并重点讲解了农田节水设备的选型原则和使用注意事项。此外,培训还注重实践操作,让农民亲自动手操作节水设备,提高他们的实际操作能力。这种综合理论与实践相结合的培训方式,有效地促进了当地节水灌溉技术和设备的应用推广。

5 结语

在干旱半干旱地区,节水灌溉技术展现出重要的适应性。通过科学合理的推广策略,能够有效提高水资源的利用效率,为地区的可持续发展注入活力。未来的研究和实践应当不断探索更高效、更经济、更环保的节水技术,以更好地迎接严峻的水资源挑战。加强对节水灌溉技术的研发与推广,将为干旱半干旱地区农业生产提供关键支持,促进农业稳定发展,同时保护珍贵的水资源,实现良性循环,推动地区生态环境的改善与保护。

[参考文献]

- [1]潘菊梅.西北干旱地区高效节水灌溉技术应用分析[J].农业科技与信息,2022(12):79-81.
- [2]饶清玲.节水灌溉技术采纳对种植结构“非粮化”的影响研究[D].南京:南京财经大学,2022.
- [3]矫丽娜,叶建全,战海云,等.北方半干旱地区农业节水灌溉常用技术及应用研究进展[J].安徽农学通报,2021,27(9):124-125.
- [4]宋冰.陕西干旱半干旱地区农田节水灌溉工程技术措施探讨[J].科技创新与应用,2018(23):158-159.
- [5]蒋伟,陈晓楠,黄志刚.半干旱地区农户采用节水灌溉技术的影响因素及收入效应研究——以陕西榆林为例[J].中国农村水利水电,2018(3):66-71.

作者简介:张发强(1990.10—),毕业院校:塔里木大学,所学专业:农业水利工程,当前就职单位:新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司,职称级别:工程师。

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

