



www.viserdata.com

工程建设

ENGINEERING CONSTRUCTION

月刊

■ 主办单位: Viser Technology Pte.Ltd.

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

万方数据库收录

RCCSE权威核心学术期刊

2024 12

第7卷 总第70期

COMPANY INTRODUCTION

公司简介

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

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



工程建设

Engineering Construction

2024年·第7卷·第12期（总第70期）

主办单位：Viser Technology Pte. Ltd.

I S S N：2630-5283 (online)

2717-5375 (print)

发行周期：月刊

出版时间：12月

数据库收录：万方数据库收录

RCCSE权威核心学术期刊

期刊网址：www.viserdata.com

投稿/查稿邮箱：viser-tech@outlook.com

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

Singapore 179098

学术主编：吴 萌

责任编辑：张健美

学术编委：严心军 王志甲 王建立

程俊儒 高 昱 初士俊

张高德 刘庆功 张 宽

张迪军 李江宇 史宗亮

高增吉 李占民 李晋阳

魏 刚 肖 泳

美工编辑：李 亚 Anson Chee

印 制：北京建宏印刷有限公司

定 价：SGD 20.00

本刊声明

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

版权所有，未经许可，不得翻译、转载本刊所载文章。

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

目 录

CONTENTS

工程管理

水利工程建设管理存在问题分析与对策思考... 纪中庭 1
水利信息化技术在农业灌溉用水中的应用..... 苏晓静 4
土木工程中 BIM 技术的应用与效益评估..... 王 浩 7
水利水电工程安全管理及预防措施..... 陈 涛 10
信息化背景下建筑工程管理的挑战与策略... 曾鹏志 14
人工智能在农村绿色水电站运营中的创新应用. 张亚平 17
基于大数据的建筑市场监管模式创新与智能化发展...
..... 王永安 20
水电站电气工程中自动化技术的运用研究... 孙旭东 23

建筑工程

高层住宅地下室渗漏的原因及防治措施研究.....
..... 王利锋 时东厦 刘 义 27
浅谈土木工程施工技术的重要作用及创新初探.....
..... 宗力军 30

市政工程

市政工程施工进度的管理与控制策略研究... 张 争 33
给排水施工安全及给排水工程质量改进.....
..... 李沁洋 王玉玺 陈文婷 37
全地埋式污水处理厂工程施工特点及控制要点——以无锡市北尖公园净水厂为例.. 朱康萌 王明铭 王 健 40

机械工程

多边形臂架在高空作业平台中的结构设计与优化研究..
..... 郑 波 田 超 何霁鹏 43
交通工程中电气自动化技术的节能优化策略.....
..... 王 岩 胡 洋 47
聚乙烯挤压机维护与运行策略探究..... 陈 旺 50
高空作业机械的轻量化技术研究... 陈献平 何霁鹏 54

石油工程

大型煤制油项目空分装置技术特点分析..... 高 龙 58

矿山工程

矿山开采工程中运输与爆破技术的优化研究.. 吴晓明 62

水文地质对煤矿防治水工作的重要性分析....	薛路伟	65
深部找矿中影响钻探施工因素的探讨.....	杨新江	68
超长输送带快速铺装的应用与分析.....	何永生	71
高效采矿方法在低品位矿山中的应用探讨....	汪洋浩	74
矿区生态环境退化的地质成因与恢复对策研究.....		
.....	方凡辉 韦秋安	77

路桥工程

公路工程沥青路面摊铺施工技术应用分析....	蒋仁军	80
BIM 技术在高速公路工程建设中的应用分析 ..	毛政文	83
高速公路湿陷性黄土路基病害及防治措施研究.....		
.....	赵睿龙	86
公路隧道大变形支护技术研究与应用.....	王 疆	89
大跨度预应力桥梁施工技术及质量控制研究..	刘亚鹏	92

勘察测绘

无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用研究.....		
.....	晨 昊	95
浅议岩土工程勘察中基坑工程评价.....	袁小刚	98
智能城市背景下多元空间信息融合与实景三维可视化研究	孙伟超	101
浅谈无人机航测技术在工程测量中的应用... 高 斌		104
巴岳山岩溶发育规律及选线研究.....	杨志昆	107
实景三维环境中多模态数据融合的关键技术与挑战....		
.....	孙伟超	112

施工技术

建筑工程施工运用大体积混凝土技术的要点分析.....		
.....	陈德应	115
土木工程高层建筑桩基施工技术要点分析... 王连亮		118
中澳岩土工程标准中水土腐蚀性评价的差异研究.....		
.....	马文艳 胡义生	121
公路沥青路面施工工艺与质量控制措施.....	林 果	125

空调通风 CFD 模拟在实际工程项目中的应用.....		
.....	尹 鹏	128
回弹法在建筑混凝土主体结构检测中应用... 尹伟成		133

建筑设计

绿色建筑节能技术在建筑电气设计的研究应用.....		
.....	陆大卫	136
建筑设计中的无障碍设计要点探究.....	鲍婷婷	140
建筑设计中的绿色建筑设计.....	平天润	144
传统文化在建筑设计中融合运用策略.....	王利宇	148
建筑电气节能设计中光伏新能源技术的应用.....		
.....	宋 磊	151
可持续建筑设计的原则与实践探讨.....	赵海庆	154
绿色建筑设计理念在建筑设计中的应用....	张 康	157
装配式住宅建筑电气设计方法及发展.....	冯巧月	160
智慧城市理念下的城市建筑设计问题浅析... 高仕通		164
建筑工程设计中的剪力墙结构设计探究....	郑江鹏	167
深基坑的支护设计与岩土勘察技术研究....	周文智	170
谈 BIM 技术在建筑给排水设计中的应用....	孟留港	173
关于建筑学设计中的绿色建筑设计探讨.....	王爱民	176
暖通空调及防排烟系统的设计难点及解决方法.....		
.....	陈澎浩	179
高层建筑结构设计中存在的问题与应对策略.....		
.....	东 伟	182
基于低碳节能理念的房屋建筑设计研究.....	张 幸	185
房屋结构设计中的建筑结构设计优化.....	安 日	188

节能环保

室内环境检测影响因素及控制策略分析.....	周国兴	192
水资源论证在水资源管理中的影响分析.....	李 丹	195

材料科学

影响建筑材料检测结果的关键因素分析.....	刘新强	198
------------------------	-----	-----

水利工程建设管理存在问题分析与对策思考

纪中庭

巴州水利水电勘测设计有限责任公司, 新疆 库尔勒 841000

[摘要]在我国,水利工程对农业生产、生态保护与经济发展具有举足轻重的地位。随着农业现代化的持续推进,水利基础设施建设的重要性愈发凸显。农田灌溉效率的提高,依赖于有效的水资源管理,同时也与农民收入的保障及生态环境的维护密切相关。虽然资金、技术及政策提供了支持,但水利工程在实际运行中仍面临许多亟待解决的问题。规划设计的科学性不足、资金管理缺乏透明度、技术应用滞后,以及后期维护机制的不健全,均对整体工程效益造成了负面影响。文章分析当前水利工程管理的现状,提供理论依据与实践指导,为未来水利设施的建设与管理助力,从而推动我国农业可持续发展与生态文明建设的进程。

[关键词]水利工程;工程建设;建设管理

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14579

中图分类号: TV9

文献标识码: A

Analysis of Problems and Countermeasures in Water Conservancy Engineering Construction Management

Ji Zhongting

Bazhou Water Resources and Hydropower Survey and Design Co., Ltd., Korla, Xinjiang, 841000, China

Abstract: In China, water conservancy projects play a crucial role in agricultural production, ecological protection, and economic development. With the continuous advancement of agricultural modernization, the importance of water conservancy infrastructure construction has become increasingly prominent. The improvement of irrigation efficiency in farmland relies on effective water resource management, and is closely related to the guarantee of farmers' income and the maintenance of the ecological environment. Although funding, technology, and policies have provided support, water conservancy projects still face many urgent problems that need to be solved in actual operation. The insufficient scientificity of planning and design, lack of transparency in fund management, lagging technology application, and inadequate maintenance mechanisms in the later stage have all had a negative impact on the overall project efficiency. The article analyzes the current situation of water conservancy project management, provides theoretical basis and practical guidance, and assists in the construction and management of future water conservancy facilities, which promoting the process of sustainable development of agriculture and ecological civilization construction in China.

Keywords: water conservancy engineering; engineering construction; construction management

引言

在我国,水利工程被视为农业发展的关键支柱,其作用体现在确保粮食安全、提升农民收入以及维护生态平衡上。如此重要的工程,在当前的环境中显得尤为突出。随着城市化进程的加速及气候变化的加剧,水资源的管理与配置正面临严峻挑战。合理利用水资源与科学设计灌溉系统,不仅会影响作物生长,也将直接关系到农业生产的可持续性。近年来,水利基础设施的投资持续增加,相关政策的实施为水利工程的发展提供了坚实支持。然而,在实际的建设与管理中,一些亟待解决的问题依然存在,例如规划缺乏科学性、技术应用滞后及维护体系的不完善等。这些问题导致了水利工程整体效益的削弱,并阻碍了农业现代化的进程。在这样的背景下,水利工程的有效管理与优化显得尤为重要。通过深入研究当前水利工程管理的现状,潜在问题得以识别,并能提出切实可行的解决方案。

1 水利工程的重要性与背景

在我国,水利工程在农业生产、生态保护与经济发展中占据着举足轻重的地位,尤其是在干旱和半干旱地区,水库的功能显得尤为显著。作为水资源的核心储存与调配设施,水库不仅承担灌溉、供水与防洪的重任,还在水环境调节中发挥着至关重要的作用。面对全球气候变化及水资源短缺的问题,水利工程建设与管理正经历着新的挑战与机遇。随着国家推进农业现代化战略,高标准农田建设被视为提升农业综合生产能力的重要途径,而水库与灌区工程则构成了实现这一目标的基础设施。通过高效的水资源储存与调配,水库显著提高了灌溉效率,促进了农作物的健康生长,进而提升了农民收入,推动了地方经济的增长。

灌区建设同样是水利工程的重要组成部分,其有效性直接影响农业生产的稳定与可持续发展。经过合理设计的灌区,能够实现精准灌溉,最大限度提高水资源的利用效率,并有效降低农业生产的成本。在水资源匮乏的地区,

优化灌区建设被视为提升农业抗旱能力的有效策略。

2 存在的问题

2.1 建设规划的不足

在灌区工程的规划阶段,水源利用的可持续性以及对周边生态的影响未被充分考虑,结果导致了水资源配置的不合理。这种规划缺陷不仅影响了水资源的有效使用,也降低了整体工程的效益。缺乏系统性的环境影响评估,使得部分项目在实施后未能达到预期的生态保护效果。有效的规划应综合考虑水资源的长期可持续性及其对生态系统的潜在影响,从而优化资源配置,提升工程的综合效益。

2.2 灌溉设施存在问题

尽管项目区的基础设施,包括条田、道路、林网及灌溉渠系,较为完善,但仍存在诸多突出问题。部分田间支渠及斗渠未能有效防渗,导致水资源的浪费。同时,已有的防渗渠由于长时间缺乏维护而遭受严重损坏,失去了灌溉功能^[1]。由于区域内土壤砂性较重,渠道渗漏现象严重,进而降低了灌溉水的利用率,对农业灌溉的有效性产生了深远影响。杂草在渠床内繁茂生长,淤积现象严重,农民每年需投入大量人力进行清理与疏通,显著增加了生产成本。此外,灌溉设施的设计与维护缺乏科学依据,未能充分考虑区域气候、土壤及作物的特性,导致灌溉效果欠佳,进而影响农作物的生长与产量。

2.3 排水设施不完善

现有的排水工程主要集中于和静镇,整体排水系统显得不够完善。尽管部分排水沟经过清淤处理,整体排水网络依然存在不畅的情况。干、斗、农排水沟的岸坡发生滑塌,淤积现象普遍,造成排水沟深度不足。田间排水网络的不畅,使得项目区的地下水位持续居高不下,进而对土壤健康及作物生长产生了负面影响。高地下水位可能导致作物根系缺氧,或引发盐碱化问题,进而降低土地的可耕性。此外,排水设施的管理与维护缺乏专业化,难以满足农业发展的需求,在遭遇极端天气时,排水系统无法有效发挥作用。

2.4 机耕道路状况不佳

虽然项目区的“乡道”“县道”及“国道”等路网建设较为完善,但条田周边及内部道路存在缺失,严重影响田间机械作业,进而对农业生产效率造成负面影响。尽管规划对机耕道路进行了改造,现有道路条件仍无法满足现代农业的需求。机耕道路的宽度与承载能力不足以支持大型农业机械的使用,给农作物的耕作与收割带来了困难。此外,道路的维护与管理缺乏常态化,路面损坏严重,降低了道路的使用寿命,进一步增加了农民的运输成本。

2.5 防护与生态环境的不足

项目区位于平原老灌区,洪水通道远离,洪水灾害影响较小。然而,风沙对农业生产的威胁依然显著。尽管项目区的林网工程相对完善,条田周围的林网覆盖情况良好,在面对自然灾害时,生态防护措施仍显不足,未能有效应对风沙的侵袭。该区域缺乏系统性的生态修复措施,未能

增强土地的抗风沙能力,导致作物生长面临威胁。尽管林果业发展较好,但生态环境的保护措施仍需进一步加强^[2]。对生态系统的综合管理与监测缺乏,环境变化对农业生产的影响难以预估,妨碍了可持续发展的目标实现。

2.6 管理体制不健全

在水利工程建设管理中,各部门之间的协调与合作缺乏,造成信息共享困难,影响决策的及时性与科学性。在部分项目实施过程中,专业技术人员的支持不足,管理水平参差不齐。此外,管理制度的不完善未能保障工程的长期可持续发展,部分资金使用不透明,导致资源的浪费,影响项目实施效果,降低农民的积极性与参与度。

3 解决方案

3.1 提升规划设计合理性

由于缺乏前期调研以及不够全面的数据采集,规划设计的科学性受到制约,要加强基础数据的采集和分析。在项目设计阶段,必须更为全面地调查当地的水文、气象和地质条件,确保设计能够适应实际需求。借助先进的GIS系统和大数据技术进行精细化的分析,能有效提高设计方案的科学性与合理性。设计阶段不仅要依托技术手段,来自政府部门、专家及当地居民的意见也应被纳入考量,而在经济效益与社会效益之间取得平衡^[3]。此外,极端气候频发的现状不可忽视,需特别注意应对气候变化的长期影响。相关的防灾设计及方案应被提前纳入,以保证工程在恶劣条件下仍能稳步运行。

3.2 加强资金管理,提升使用效率

资金管理是影响工程进展和质量的重要环节。资金管理制度的完善与执行监督的加强,都是确保资金高效使用的必要措施。尤其是在大额资金的使用上,设立独立的第三方监督机制至关重要,以防止资金流向不透明或被滥用的现象发生。通过引入大数据和区块链技术,资金使用效率也会显著提升。资金流动的透明性能够通过区块链的不可篡改性得到保障,从而减少人为干预的风险。在招标环节,智能化招标系统的应用将确保参与企业的资质合规,避免不合格企业的进入,进而保障资金的最大化效用。

3.3 提高人员素质,优化项目管理

项目管理和施工质量的提升,依赖于管理人员及施工人员的整体素质。为了弥补目前在管理和施工能力上的不足,应对人员进行系统化的培训。管理人员的组织能力与决策能力需通过专业化的培训得到提升,从而为项目的顺利实施提供保障。至于施工人员,制定详尽的施工规范,并与专业培训机构或院校合作,通过技术培训提高工人素质,使他们掌握现代施工方法。对施工人员的绩效考核制度,能够通过定期评估其工作表现并与经济激励挂钩,从而有效提升整体工作效率和工程质量。

3.4 推广现代化技术,提升工程建设水平

采用现代化技术是提升水利工程质量的有效途径,引入新型材料和技术,例如防渗材料和生态混凝土,不仅能

提高工程的耐久性,还能增强其环保效益。许多施工中设备陈旧、技术落后的现状迫切需要通过引进先进技术来改善。BIM(建筑信息模型)技术的应用有助于优化整个项目的设计、施工与维护管理,施工流程可被精确模拟,潜在问题得以及时发现并解决,减少了返工与工期延误的风险^[4]。此外,智能控制技术的运用能够有效优化灌溉系统,通过自动化的水量监控和水质管理,最大限度减少水资源浪费,并提高灌溉的精确性。

3.5 加强环境保护,促进生态可持续发展

环境保护措施应在水利工程建设的各个阶段得到充分考虑。项目规划时,必须开展全面的环境影响评估,确保工程对生态系统的影响降到最低。施工过程中,避免水土流失、破坏生态的具体措施需被严格执行。特别是在河道施工时,维护生态流量尤为重要,需确保施工不会导致河流生态系统的严重扰动。通过植被恢复和生态屏障的建设,能够有效减少施工对环境的干扰,进而维持当地的生物多样性。竣工后,定期的环境监测则是必要的,以确保工程的长期生态影响得到有效管理,并促进生态系统的逐步恢复。

3.6 完善后期维护,确保工程效益长久

后期维护工作是工程效益得以长久延续的重要保障。当前,水利工程的后期管理缺乏科学化的管理机制,导致设施老化、损坏的问题频繁发生。设立专门的维护机构,明确各方责任,能够确保后期维护工作落实到位。现代化监控系统可以大幅度提高设施运行状态的监控水平。通过物联网和传感器网络,水利设施的实时状态能够被精确掌握。一旦发生异常,系统将能迅速发出警报,避免重大事故的发生。定期的设备检修与升级,能够延长设施的使用寿命,减少设备老化引发的故障风险。还应对当地管理人员及农户进行定期的培训,使其掌握基础的设施维护知识。这样一来,日常小故障可以由当地人员处理,减少对外部技术支持的依赖,进而提升整体维护效率,确保水利工程的长期效益最大化。

4 展望

作为农业生产的重要基础,水利工程的发展不仅影响着农田灌溉系统的优化,而且在推进农业现代化的进程中扮演着关键角色。随着科技的持续进步与国家政策的推动,一个全新的发展阶段已然降临水利工程建设与管理。尽管面临的挑战日益增多,但技术手段的创新为应对这些挑战提供了多种可能性。对当前水利工程管理中存在的问题进行深入研究,不仅有助于解决现有困难,也将为未来的长期管理奠定坚实的理论与实践基础。大数据、物联网及人工智能等新兴技术的引入,将使水利设施的监控、维护和调度变得更加精准与高效。数字化管理的转型,必将提升管理的透明度,资源配置能力也将显著增强。这些技术的应用,不仅提升了水利工程整体运行效率,还将大幅降低管理成本,为农业生产提供更有力的支持与保障。随着

国家对农业现代化重视程度的不断提升,预计未来政府在资金投入与政策扶持方面将持续增强。政策的引导不仅能在资金与技术层面提供支持,也将通过制度建设实现科学的规范与保障机制^[5]。在水利项目的长期运营与维护工作中,政策引领的重要性显而易见。确保可持续发展与工程效益最大化的目标,需要在规划与设计阶段进行精细化管理,并实现全生命周期的科学监管。未来,通过引入先进的管理理念与现代科技手段,辅以完善的政策体系,水利工程将不断朝着智能化、高效化及可持续发展的方向迈进。

5 结束语

灌区水利工程的管理水平显著影响着整体效益及其长期发展,对农业生产与区域经济增长的重要性不容忽视。本研究分析了建设与管理过程中所面临的各种问题。尽管在资金与技术方面国家给予了充分支持,但在实际操作中,许多挑战依然存在,诸如规划设计的不足、资金管理透明度的缺失、技术应用的滞后,以及维护机制的不完善。提升水利工程的质量与效率,前期调研的重要性被明确强调,以确保设计方案的科学性与合理性。资金管理的透明化与资源配置的合理化,将显著提高使用效率。现代技术的引入不仅增强了施工质量,同时也显著降低了后期维护的难度。对于工程的长期高效运作,健全的后期维护管理机制则显得至关重要。通过系统性改进,灌区工程的综合效益有望得到显著提升,推动农田水利设施向可持续发展迈进。总结的经验与教训,为未来类似工程的实施提供了宝贵的指导,促进水利工程在智能化、高效化与可持续发展方向的持续前进。面对日益严峻的水资源挑战,合理的规划与管理将为农业现代化与生态文明建设作出重要贡献。同时,政策引导与社会各界的积极参与,将为水利工程的可持续发展创造更为有利的环境。只有通过科学管理与公众参与的协同作用,最大限度地创造社会与经济效益,水利工程才能够实现长久发展。

【参考文献】

- [1]何军,林江.水利工程建设管理中的典型问题及对策分析[J].工程技术研究,2020,5(8):199-200.
- [2]彭涛,杨强,王芳芳,等.水利工程项目档案管理中存在的主要问题与对策分析[J].四川水利,2022,43(3):160-161.
- [3]顾爱民,郝汉也,姜旭伟,等.基层水利工程建设管理问题分析与对策[J].治淮,2022(10):50-51.
- [4]王二磊.南昌市水利工程建设管理安全问题分析与对策[J].水利技术监督,2023(7):62-64.
- [5]张平.小型水利工程建设管理存在问题分析与对策思考[J].水上安全,2024(12):154-156.

作者简介:纪中庭(1984.10—),毕业院校:塔里木大学,所学专业:农业水利工程,当前就职单位名称:巴州水利水电勘测设计有限责任公司,职称级别:高级工程师。

水利信息化技术在农业灌溉用水中的应用

苏晓静

河北省水务中心石津灌区事务中心, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着我国农业经济的发展,水利信息化技术的应用逐渐成为灌区管理的关键手段。渠道防渗、高效节水和土地平整等水利工程的实施,为水资源管理带来了新的机遇。水利信息化技术通过实时监测和数据分析,显著提高了水资源的管理效率,帮助管理人员更好地掌握灌溉状况,减少了繁重的手工操作。这些技术不仅优化了水资源的配置,降低了水资源的浪费,还提升了作物的生长环境,促进了农业的可持续发展。文章探讨了水利信息化技术在农业灌溉用水中的具体应用及其带来的深远影响,以期对未来农业水资源管理的创新与发展提供参考。

[关键词]水利信息化技术;农业灌溉;灌溉用水;技术应用

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14563

中图分类号: S274.4

文献标识码: A

Application of Water Conservancy Informatization Technology in Agricultural Irrigation Water Use

SU Xiaojing

Hebei Provincial Water Affairs Center Shijin Irrigation District Affairs Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the development of Chinese agricultural economy, the application of water conservancy information technology has gradually become a key means of irrigation area management. The implementation of water conservancy projects such as channel seepage prevention, efficient water conservation, and land leveling has brought new opportunities for water resource management. Water conservancy information technology has significantly improved the management efficiency of water resources through real-time monitoring and data analysis, helping management personnel better grasp irrigation conditions and reduce heavy manual operations. These technologies not only optimize the allocation of water resources and reduce water waste, but also improve the growth environment of crops and promote sustainable development of agriculture. The article explores the specific application of water conservancy information technology in agricultural irrigation water use and its profound impact, in order to provide reference for the innovation and development of agricultural water resource management in the future.

Keywords: water conservancy information technology; agricultural irrigation; irrigation water; technical application

引言

在全球水资源日益短缺及环境压力加剧的背景下,作为水资源利用的重要环节,农业灌溉的管理效率与效果受到广泛关注。粮食安全与可持续发展不仅与作物产量的提高相关,更与水资源的有效利用密切相连。传统灌溉方式常常依赖于经验及固定时间表,导致水资源的浪费以及作物生长状况的不理想,未能满足现代农业生产对高效与环保的需求。随着科技的快速发展,水利信息化技术的出现为农业灌溉提供了新的解决方案。通过实时监测、数据分析及智能决策,这些技术能够及时响应作物生长的变化需求。借助传感器网络、无人机、物联网与大数据分析的综合运用,农民得以实时获取土壤湿度、气象条件及作物需求等关键信息,从而实现精准灌溉与高效管理。这不仅显著提高了水资源的使用效率,也推动了农业生产的智能化与现代化进程。在此背景下,利用水利信息化技术,农业生产者能够迅速做出科学决策,提高作物的产量与品质,同时减少对水资源的依赖。通过深入探讨水利信息化技术在农业灌溉中的具体应用,其对农业可持续发展的深远影响将

被揭示。本研究旨在为实现更加高效与环保的农业管理提供理论基础与实践指导,以促进农业与环境的和谐发展。

1 水利信息化技术在农业灌溉用水中的作用

1.1 提高灌溉用水监测精准化

水利信息化技术在农业灌溉用水中的应用,精准度显著提升了灌溉监测。通过部署先进的传感器与监测设备,各种关键数据,如土壤湿度、气象条件以及作物生长状态,能够实时获取。这些信息的即时采集与分析,帮助农业生产者准确评估作物的需水量,从而科学合理地制定灌溉计划。例如,土壤水分传感器实时监测土壤的水分状况,当湿度低于预设阈值时,灌溉指令将由系统自动发出,以确保作物获得适宜的水分。此外,数据分析系统通过整合多源信息,提供精准的灌溉决策支持,人为判断的误差显著降低。

1.2 减少农业灌溉用水浪费

水利信息化技术的应用,关键作用在于显著减少农业灌溉用水的浪费。通过智能灌溉系统,依据实时数据,农民能够自动调整灌溉策略,从而确保水资源的有效利用。

例如,土壤湿度传感器实时监测土壤水分状况,所需的灌溉量将由系统利用这些数据自动计算,有效避免了传统灌溉中常见的过度用水问题。此外,气象数据的集成使信息化技术得以预测降水情况,系统可在降雨前自动减少或暂停灌溉,进一步降低了水资源的浪费。

1.3 有助于培养农业生产者节水意识

水利信息化技术的推广与应用,显著增强了农业生产者的节水意识。通过实时监测与数据分析,土壤水分状况及作物需水情况能够被农民直观了解,从而对水资源的使用有了更深入的认识。提供的数据不仅展示了水分消耗的情况,还模拟了不同灌溉方案的效果,使生产者清楚地看到节水措施带来的实际收益。这种可视化反馈机制促使农民意识到合理灌溉的重要性,激励他们积极实施节水行动。此外,丰富的培训与教育资源由信息化技术提供,讲解先进的灌溉技术与管理方法,从而提升水资源管理能力^[1]。在这样的环境中,逐渐形成科学用水观念的农业生产者,积极参与节水实践,推动农业可持续发展的进程。

1.4 降低农业灌溉用水成本

水利信息化技术在农业灌溉中,成本得到了有效降低,主要体现在灌溉效率的提升与不必要水资源开支的减少。通过智能灌溉系统,实时监测数据使农民能够精准掌握作物的需水量,从而制定更科学的灌溉方案。这种基于数据的决策方式避免了传统灌溉中普遍存在的随意用水与过度灌溉现象,水费支出显著减少。此外,灌溉设备的运行得到了优化。例如,远程监控与自动调节系统使农民能够在需要时及时调整灌溉频率与水量,从而避免因设备故障引起的水资源浪费。

2 水利信息化技术应用中的挑战

2.1 技术实施难点

水利信息化技术的实施面临着多个技术难点,主要集中在设备选型与部署、系统集成以及数据准确性等方面。农业环境的复杂性以及气候、土壤与作物种类的差异,使得统一的技术方案难以适用。在选择合适的传感器与灌溉系统时,农户常常感到困惑。此外,信息化系统的集成要求不同设备与软件之间实现无缝连接。然而,现有技术标准与接口的不统一,往往导致信息孤岛,进而影响数据的高效共享。数据的准确性与实时性直接关系到决策的有效性,但环境干扰与设备故障可能造成数据偏差,从而增加了信息处理的复杂性。

2.2 资金与投资问题

水利信息化技术的应用面临着显著的资金与投资挑战,主要体现在高昂的初期投入及长期运营成本上。实施智能灌溉系统与监测设备需要的大额资金,涵盖设备采购、系统安装及后期维护等费用。由于资金不足,许多小规模农户难以承担这样的经济负担,从而限制了技术的推广。此外,持续的技术升级与维护亦需稳定的资金支持,这无

疑增加了资金链紧张的农业生产者的经济压力。另一方面,政府与投资机构在农业信息化技术的投资意愿存在差异,部分地区因缺乏政策支持或市场前景不明而导致投资风险加大,进一步抑制了技术的普及。

2.3 数据安全和隐私保护

水利信息化技术的应用在数据安全和隐私保护方面面临着诸多挑战。随着传感器、监测设备及数据管理系统在农业生产中的广泛应用,采集与存储的大量敏感信息包括土壤湿度、气候条件及作物生长状态。这些数据不仅对农业决策至关重要,还可能涉及农民的个人隐私及商业秘密。存在被黑客攻击或泄露的风险,在数据传输与存储过程中,使得农民对数据安全的担忧显著增加。此外,不同的数据管理平台及服务提供商之间缺乏统一的安全标准,导致数据在转移与共享时更易受到威胁。如何有效保护数据的完整性与保密性,在此背景下,成为技术推广中的一大难题^[2]。这种不确定性可能降低农民对信息化技术的信任,进而影响其积极性,制约水利信息化技术的广泛应用。

3 水利信息化技术在灌溉中的应用

3.1 传感器技术在土壤湿度监测中的应用

传感器技术在土壤湿度监测中的应用,正在深刻改变农业灌溉的方式,显著提高了水资源的利用效率与作物生长的科学性。通过布设多种类型的土壤湿度传感器,包括电阻式、容积式及光纤传感器,实时获取土壤水分的动态变化成为可能。这些传感器不仅提供高频次的数据采集,还能够不同土壤深度进行监测,构建详尽的水分分布模型,使得农民对土壤湿度的空间变化有了更直观的认识。数据采集完成后,信息系统对实时数据进行处理与分析,并结合气象信息,生成科学的灌溉建议。基于数据的决策流程,显著减少了对传统经验的依赖,从而使灌溉操作变得更加精准。此外,传感器技术支持远程监控,使农民能够通过移动设备随时随地查看土壤湿度,并及时调整灌溉策略。借助自动化灌溉控制系统,设备能够根据传感器反馈的数据自动开启或关闭,从而有效避免水资源的浪费。随着传感器技术的不断进步与应用的普及,土壤湿度监测不仅提升了农业灌溉的效率,还推动了精细化农业管理的实施,为可持续农业发展提供了强有力的支持。

3.2 数据采集与分析系统

在水利信息化技术的灌溉应用中,数据采集与分析系统发挥着关键作用,显著提升了农业灌溉的科学性与有效性。多种数据来源的整合,包括土壤湿度传感器、气象站及作物生长监测设备,使得实时收集与农业生产相关信息成为可能。精准度与实时性的数据采集,为后续分析奠定了坚实基础,使农民能够全面了解土壤水分状况、气象条件及作物需求。经过复杂处理与分析后,系统生成的直观可视化图表与报告,帮助农民快速判断灌溉的时机、地点及所需水量。此外,这些分析系统通常配备先进的算法与

模型,使得不同灌溉方案的模拟与水分需求及作物生长状况的预测得以实现,从而进一步优化灌溉策略。结合历史数据与实时数据,系统不仅识别潜在的灌溉效率问题,还提出基于数据的改进建议。例如,通过气象数据的分析,能够预测即将到来的降雨,从而自动调整灌溉计划,避免不必要的水资源浪费。由此可见,数据采集与分析系统帮助农民做出更科学的决策,提升水资源的使用效率,同时促进作物的健康生长。

3.3 智能灌溉控制系统

智能灌溉控制系统在水利信息化技术中的应用,已成为实现精准农业的重要工具,显著提高了灌溉效率与水资源管理的科学性。通常集成先进传感器、数据采集设备与智能算法,这些系统能够实时监测土壤湿度、气象条件及作物生长状态,从而自动判断灌溉需求。通过分析多点传感器收集的数据,土壤水分状况及环境因素能够即时被评估,确保作物在不同生长阶段获得适宜的水分。设定的水分阈值使得在土壤湿度低于预设水平时,系统能够自动启动灌溉,从而减少人为操作带来的失误与不确定性^[3]。这种自动化管理不仅降低了水资源的浪费,还减少了对人力的依赖,进而提升了农业生产效率。此外,结合气象预报数据,智能灌溉控制系统能够提前预测降雨,并根据天气变化动态调整灌溉计划,进一步优化水资源的使用。具备远程控制与监控功能的许多智能灌溉系统,使得农民能够通过手机或计算机随时掌握灌溉状态。这种便捷性,使农业管理更加灵活,能够迅速应对突发状况,确保作物在最佳水分条件下健康生长。

3.4 远程监控与管理平台

远程监控与管理平台在水利信息化技术的灌溉应用中发挥着至关重要的作用,为农业生产提供了实时监测与智能管理的解决方案。通过整合多种传感器与监测设备,这些平台能够实时采集土壤湿度、气象条件及灌溉状态等多维度数据,并将信息传输至云端进行集中管理与分析。农民与农业管理者能够通过智能手机或计算机随时访问这些数据,实现田间管理的高度灵活性与便捷性。及时掌握作物生长状况及水分需求,农业生产者得以通过远程监控快速应对突发天气变化或灌溉设备故障。例如,当系统监测到土壤湿度过低时,灌溉设备可被自动启动,或在极端天气情况下,提前发出预警以指导农民采取适当措施。此外,这些平台通常具备可视化界面,使数据呈现得更加直观,用户轻松理解土壤与气候变化对作物生长的影响。对灌溉系统进行远程控制的支持,减少了传统灌溉管理对人力的依赖,从而提升了工作效率。通过这种方式,远程管理平台不仅优化了资源配置,还提高了农业管理的响应能力与效率。

4 未来发展趋势

水利信息化技术在农业灌溉中的未来发展趋势,将在多个方面显现显著变化与进步。随着物联网技术的广泛应用,智能化的农业灌溉系统将更加普遍,各设备之间的连接与数据共享将实现无缝对接,构建一个全面互联的农业生态系统。通过更高效的传感器与数据采集设备,实时监测的精准度将提升,从而更有效地应对复杂的气候条件与多变的土壤环境。预计人工智能与大数据分析的结合,将为农业提供更深入的洞察,优化灌溉决策,提高水资源的使用效率。基于历史数据及实时监测信息,智能算法能够预测未来水分需求,自动调整灌溉策略,从而有效避免资源浪费^[4]。与此同时,区块链技术的引入,可能为数据安全与透明度提供新方案,确保农业数据的安全传输与存储,保护农民的隐私与权益。在政策层面,政府对水资源管理的重视,将推动相关技术的研究与应用,促进农业水利信息化的普及。随着农民对信息化技术认知的提升,参与智能灌溉系统的农户数量未来将会增多,推动农业生产方式的转型与升级。此外,随着可持续发展理念的深入人心,水利信息化技术将在节水、环保及提升农业生产效率方面发挥更大作用。

5 结语

水利信息化技术在农业灌溉用水中的应用,标志着农业生产管理向智能化、精准化迈出了重要一步。通过现代传感器、数据分析及智能控制系统的集成,水资源的利用效率有效提升,农业生产中的水资源浪费显著减少,促进了可持续发展。随着技术的不断进步,预计未来水利信息化将在农业生产中更广泛地应用,为应对气候变化及水资源短缺的挑战提供切实解决方案。加强对水利信息化技术的研究与推广,将为农业现代化打下坚实基础,助力实现粮食安全与生态平衡的双重目标。在此背景下,推动水利信息化技术的应用,成为促进农业经济健康发展的关键举措。

【参考文献】

- [1]王丽萍.水利信息化技术在农业灌溉用水中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2024(15):109-111.
- [2]卢有伸.水利信息化技术在农业灌溉用水精准计量中的应用价值[J].农业科技与信息,2018(23):112-113.
- [3]陈俊.水利信息化技术在灌区节水灌溉工程中的应用分析[J].水上安全,2024(14):70-72.
- [4]马国俊.农田水利灌溉问题及节水措施信息化分析[J].河南农业,2022(26):59-61.

作者简介:苏晓静(1977.5—),女,毕业院校:河北农业大学(函本),所学专业:水利水电工程,当前就职单位:河北省水务中心石津灌区事务中心土贤庄管理处,职称级别:中级。

土木工程中 BIM 技术的应用与效益评估

王 浩

河北医科大学第二医院, 河北 石家庄 050000

[摘要]BIM (建筑信息模型) 技术在土木工程中的应用日益广泛, 通过数字化和三维建模实现设计、施工和管理的高效协同。BIM 技术能够提升项目可视化程度, 优化资源配置, 降低施工成本, 缩短工期, 并提高工程质量与安全性。对 BIM 应用效果的评估显示, 其在项目生命周期各阶段的效益明显, 包括设计阶段的准确性、施工阶段的协调性以及运营阶段的维护便利性。通过案例分析和数据对比, 进一步验证了 BIM 技术对提升土木工程管理水平的重要作用。

[关键词]BIM 技术; 土木工程; 效益评估; 项目管理; 资源优化

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14541

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Application and Benefit Evaluation of BIM Technology in Civil Engineering

WANG Hao

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

Abstract: BIM (Building Information Modeling) technology is increasingly widely used in civil engineering, achieving efficient collaboration in design, construction, and management through digitization and 3D modeling. BIM technology can enhance project visualization, optimize resource allocation, reduce construction costs, shorten project timelines, and improve engineering quality and safety. The evaluation of the application effect of BIM shows that its benefits are significant in various stages of the project lifecycle, including accuracy in the design phase, coordination in the construction phase, and maintenance convenience in the operation phase. Through case analysis and data comparison, the important role of BIM technology in improving the management level of civil engineering has been further verified.

Keywords: BIM technology; civil engineering; benefit evaluation; project management; resource optimization

引言

随着信息技术的迅速发展, BIM (建筑信息模型) 技术在土木工程领域正逐渐成为提高项目效率和质量的关键工具。通过三维建模与信息集成, BIM 技术不仅改变了传统设计和施工的方式, 还在资源管理和决策支持方面展现出独特的优势。其在减少错误、优化协作及提升整体工程效益方面的潜力, 引发了业界的广泛关注和研究。探索 BIM 技术的应用及效益评估, 将为未来土木工程的创新发展提供有力支持。

1 BIM 技术在土木工程设计阶段的应用与优势

在土木工程设计阶段, BIM (建筑信息模型) 技术的应用已成为提升设计效率与精度的重要手段。传统设计方法常面临信息孤岛和沟通不畅的问题, 导致设计变更频繁和资源浪费。而 BIM 技术通过集成化的三维建模, 能够将设计师、工程师和施工团队的信息有效整合, 实现各方的协同工作。这种集成化的设计流程不仅减少了设计中的错误和遗漏, 还增强了各专业之间的沟通, 确保设计意图的准确传达。设计团队可以实时查看和修改模型, 及时发现潜在的问题, 从而降低因设计缺陷而导致的返工风险。

此外, BIM 技术的可视化特性为设计阶段提供了显著的优势。通过三维模型, 设计人员能够更直观地展示建筑

构造、空间布局和功能配置, 使项目相关方在设计初期便能全面了解项目的整体效果。这种可视化的设计手段有助于客户和利益相关者更好地理解项目, 从而提高决策效率。同时, BIM 技术能够在设计阶段进行多种方案的快速模拟与比较, 帮助团队评估不同设计选择的可行性、经济性及环境影响, 为最终设计方案的选择提供科学依据。

BIM 技术在设计阶段的应用还体现在其对信息管理和数据分析能力的提升上。传统设计中, 设计图纸和技术规范往往分散在各个部门, 信息更新和管理效率较低。而 BIM 技术通过建立一个集中化的信息平台, 能够实时更新和管理与项目相关的所有数据, 包括设计变更、材料清单和工程进度等。这种集中化的数据管理不仅提高了信息的准确性和可追溯性, 还为后续的施工和运营阶段提供了宝贵的参考依据。此外, 利用 BIM 技术进行的数据分析, 可以帮助设计团队识别潜在的设计问题, 优化设计方案, 进一步提升土木工程项目的整体效益。因此, BIM 技术的引入, 不仅在设计阶段带来了显著的效率提升, 更为整个项目的成功奠定了坚实的基础。

2 BIM 技术对施工过程管理的影响与优化

在现代土木工程中, BIM (建筑信息模型) 技术对施工过程管理的影响日益显著。传统的施工管理往往依赖于

二维图纸和离散的信息流,导致了信息沟通不畅、资源配置不合理和施工效率低下等问题。BIM 技术通过三维数字化模型的应用,能够实现对施工过程的全面可视化,促进信息的共享与透明。这种可视化的特性使得施工团队可以在项目实施之前,全面了解各个构件的安装位置、施工顺序以及潜在的冲突点,从而优化施工计划和资源配置。施工人员可以通过 BIM 模型提前进行碰撞检测,识别设计与施工中的冲突,减少现场返工的概率,提高施工效率。

在施工过程中,BIM 技术的动态信息更新能力也为项目管理提供了强有力的支持。传统施工管理通常依赖于静态的进度表和计划,无法及时反映施工现场的实际情况。而 BIM 技术能够实时更新模型,反映施工进度、资源使用和成本变化等关键数据,使项目管理者能够更迅速地做出决策。施工团队可以利用 BIM 系统监控施工进度,分析各项工作的实际完成情况与计划进度的偏差,及时调整资源和工期安排,从而确保项目按时交付。这种实时的反馈机制不仅提高了施工管理的灵活性,还增强了对施工风险的控制能力,使得项目能够更好地应对不可预见的变化和挑战。

此外,BIM 技术还促进了施工团队之间的协同与沟通,提升了整个项目的管理水平。在大型土木工程项目中,通常涉及多个分包商和专业团队,如何有效协调各方的工作成为施工管理中的一大挑战。BIM 技术通过建立一个统一的信息平台,能够将各专业的设计、施工和管理信息集中在一起,增强各方之间的协同。各个团队可以在同一个 BIM 模型上进行实时的交流与协作,确保信息传递的准确性和及时性。这种信息共享的方式不仅减少了因信息滞后而导致的误解和延误,还提升了各方对项目进展的整体把握,促进了高效的团队合作。通过 BIM 技术的应用,施工过程管理得以实现更加系统化、科学化的管理模式,为土木工程项目的成功实施提供了坚实保障。

3 资源配置与成本控制中的 BIM 技术效益

在土木工程项目中,资源配置与成本控制是影响项目成功与否的关键因素。传统的资源配置与成本管理往往依赖于经验判断和二维图纸,缺乏系统性和准确性,容易导致资源浪费和成本超支。BIM (建筑信息模型) 技术的引入,彻底改变了这一局面。通过 BIM 技术,项目管理者可以创建一个全面的三维模型,将所有资源信息和成本数据集成在一起,从而实现对资源配置的精准管理。BIM 技术不仅能够对建筑材料、设备及人力资源进行全面建模,还可以通过模型分析预测各项资源的需求量,确保在合适的时间、合适的地点以合理的成本进行资源配置。这种精准的资源管理极大地减少了材料的浪费,降低了项目成本,提高了整体施工效率。

除了提高资源配置的准确性,BIM 技术在成本控制方面的优势同样显著。通过将成本信息与 BIM 模型相结合,项目管理者能够对工程成本进行更为细致的监控与分析。

在施工过程中,实时更新的 BIM 模型能够反映材料使用情况、施工进度以及其他可能影响成本的因素,使得项目经理可以及时识别并应对潜在的超支风险。通过 BIM 系统,管理者可以生成动态的成本分析报告,帮助决策者清晰地看到项目各阶段的资金使用情况。这种实时的成本监控与分析能力,使得管理者能够及时做出调整,确保项目始终保持在预算范围内。

此外,BIM 技术还增强了项目各参与方之间的协同,进一步优化了资源配置与成本控制的效果。在大型土木工程项目中,通常涉及多个专业团队和分包商,如何有效协调各方的资源使用和成本管理是一项复杂的任务。BIM 技术通过建立一个统一的信息平台,能够让各个团队在同一模型上进行协作,确保信息的准确传递与共享。各专业团队可以实时查看模型中有关资源和成本的最新数据,减少因信息不对称而导致的误解和延误。同时,BIM 技术还支持施工过程中的变更管理,确保在设计或施工过程中发生变更时,各方能够迅速更新相关的资源和成本信息,确保项目整体的连贯性与一致性。这种高效的协作方式,不仅提高了资源利用的效率,也显著降低了项目管理中的不确定性,为成本控制提供了有力支持。因此,BIM 技术在资源配置与成本控制中的应用,不仅提升了土木工程项目的经济效益,也为行业的可持续发展奠定了基础。

4 BIM 在工程质量与安全管理中的作用

在现代土木工程项目中,工程质量与安全管理是确保项目成功的核心环节。传统的工程管理方法往往依赖于纸质文档和现场检查,这种方式难以实现对工程质量与安全隐患的实时监控与管理。而 BIM (建筑信息模型) 技术的应用,为工程质量与安全管理提供了全新的解决方案。通过三维数字化模型,BIM 技术可以对建筑设计、施工过程和材料使用进行全面的可视化和分析,从而增强对项目整体质量的把控能力。在设计阶段,BIM 技术能够进行碰撞检测,提前识别设计中的冲突和错误,减少施工过程中可能出现的问题,从源头上降低工程质量风险。

在施工过程中,BIM 技术的动态监控能力显著提升了工程安全管理水平。通过实时更新的 BIM 模型,施工管理者可以对现场施工进度和工序进行监控,确保各项施工活动按照既定计划进行。这种动态监控不仅可以及时发现潜在的安全隐患,还能够通过分析施工数据,评估各项工作的安全风险。例如,施工现场的人员流动、设备使用和材料搬运等情况都可以在 BIM 系统中实时反映,管理者能够快速判断是否存在安全隐患,并采取相应的防范措施。同时,BIM 技术还支持对施工现场的安全培训与管理,通过可视化模型向施工人员展示安全操作规程,提高他们的安全意识和技能。

此外,BIM 技术在工程竣工后的质量与安全管理中同样发挥着重要作用。通过建立详尽的 BIM 模型,项目交付

后,业主和运营管理团队可以持续利用这一模型进行设施管理和维护。在运营阶段,BIM模型提供的全面信息能够帮助管理团队进行定期检查和维修,确保建筑物的正常运行和维护。同时,BIM技术还可以用于追踪和记录建筑物在使用过程中的各类数据,为后续的质量评估与安全管理提供科学依据。这种数据驱动的管理方式,能够及时发现设施运行中的问题,保障工程的长期安全与质量。因此,BIM技术在工程质量与安全管理中的应用,不仅提高了项目的管理效率,也为建筑行业的可持续发展提供了重要支持。

5 未来土木工程中BIM技术的发展趋势与挑战

随着信息技术的快速发展,BIM(建筑信息模型)技术在土木工程领域的应用日益广泛,未来的发展趋势将呈现出更高的智能化、集成化和可持续化方向。首先人工智能(AI)、大数据和物联网(IoT)的结合将使BIM技术更加智能化。在未来的土木工程项目中,BIM模型不仅仅是一个静态的设计工具,而是一个动态的信息管理平台,能够实时收集和分析现场数据。通过应用机器学习算法,BIM系统可以预测施工进度、评估风险和优化资源配置。例如,通过分析历史项目数据,系统能够识别出影响工程进度的关键因素,并提供相应的改进建议,从而提升项目的管理效率和质量。这种智能化的应用将使工程管理更加精准和高效,为决策者提供更科学的依据。

BIM技术将进一步实现与其他信息技术的深度融合,推动土木工程的集成化发展。未来的工程项目将需要更多专业领域的协同,如结构工程、机电工程和环境工程等,这就要求各个专业团队能够在同一个BIM平台上进行协作。通过集成化的BIM系统,不同专业的设计人员可以在同一个模型中实时更新信息,确保设计方案的一致性和协调性。此外,随着虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术的发展,BIM模型将能够提供更加沉浸式的可视化体验,使得设计和施工过程中的沟通更为顺畅。这种集成化的技术发展将使得工程项目的各个环节更加高效地协同工作,降低了因信息不对称导致的风险。

然而,BIM技术的未来发展也面临着一些挑战。首先,行业对BIM技术的标准化和规范化仍处于探索阶段。不同的项目、地区和公司使用的BIM软件和模型标准各不相同,这给项目的协作与信息共享带来了障碍。因此,建立统一的BIM标准和数据格式,促进行业内部的协作和沟通,将

是未来的重要任务。其次,专业人才的短缺也是BIM技术推广中的一大挑战。虽然BIM技术在业内的影响力不断扩大,但相应的专业人才仍然不足,这限制了BIM技术的全面应用和深入发展。为此,高校和培训机构应加强对BIM技术的教育和培训,培养更多具备相关技能的人才,以适应行业的需求。

数据安全与隐私问题也将在BIM技术的发展中愈发突出。随着BIM系统中整合了大量的敏感数据,如何保障数据的安全性和隐私性,将成为未来亟须解决的问题。因此,行业需要制定相关的法律法规和技术标准,确保在使用BIM技术过程中,能够有效保护个人和企业的隐私信息。此外,企业在使用BIM技术时,也应重视信息安全管理,通过建立完善的数据保护机制,防范潜在的网络攻击和数据泄露事件。因此,尽管BIM技术在土木工程中的发展前景广阔,但同时也需面对行业标准化、人才培养和数据安全等一系列挑战,只有通过多方合作与创新,才能够推动BIM技术的持续进步和广泛应用。

6 结语

BIM技术在土木工程中的应用正在引领行业向智能化和高效化迈进。尽管面临信息共享不足、人才短缺和初始成本高等挑战,BIM的未来发展潜力依然巨大。随着技术的不断进步与行业标准的建立,BIM将为土木工程的设计、施工和管理提供更加全面的解决方案,助力项目的高效运作与可持续发展。积极应对挑战,充分利用BIM技术,将是未来土木工程行业实现创新和转型的关键所在。

【参考文献】

- [1] 苏泽强. 土木工程施工技术中 BIM 技术应用的有效性探究[J]. 砖, 2020(9): 148-149.
- [2] 梁荣. BIM 技术与先进技术在土木工程项目管理中的应用[J]. 住宅与房地产, 2024(23): 68-70.
- [3] 许晓春. BIM 技术在土木工程施工中的应用[J]. 智能建筑与智慧城市, 2024(6): 77-79.
- [4] 张子城. 刍议 BIM 技术在土木工程施工管理中的应用[J]. 新城建科技, 2024, 33(4): 10-12.
- [5] 任枫. BIM 技术在土木工程项目现场管理中的应用[J]. 上海建材, 2024(2): 96-98.

作者简介: 王浩(1986.4—), 男, 汉族, 毕业学校: 河北工业职业技术学院, 现工作单位: 河北医科大学第二医院。

水利水电工程安全管理及预防措施

陈 涛

河北省水务中心石津灌区事务中心, 河北 石家庄 050000

[摘要] 在水利工程中, 最为重要的是水利工程的施工阶段安全管理工作, 只有做好水利工程的施工管理才能够保证水利工程的质量, 并让水利工程按照预期的时间完成。水利工程一般施工周期较长并且跨度较大, 施工中涉及到的专业知识面较广泛, 对于施工人员的要求高, 这些原因显著增加了水利工程施工管理的难度。因此, 在水利工程施工现场中, 应该严格地管理施工工作并认真地处理遇到的每一个问题, 结合水利工程自身的特点实施工程施工管理, 采取科学的、合理的管理方法, 这对于水利工程建设具有巨大的意义。

[关键词] 水利水电工程; 安全管理; 预防措施

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14534

中图分类号: TV513

文献标识码: A

Safety Management and Preventive Measures for Water Conservancy and Hydropower Engineering

CHEN Tao

Hebei Provincial Water Affairs Center Shijin Irrigation District Affairs Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: In hydraulic engineering, the most important thing is the safety management during the construction phase. Only by doing a good job in the construction management of hydraulic engineering can the quality of hydraulic engineering be guaranteed and the hydraulic engineering be completed according to the expected time. Water conservancy projects generally have a long construction period and a large span, involving a wide range of professional knowledge and high requirements for construction personnel. These reasons significantly increase the difficulty of water conservancy project construction management. Therefore, in the construction site of hydraulic engineering, strict management of construction work should be carried out and every problem encountered should be dealt with seriously. Combined with the characteristics of hydraulic engineering itself, engineering construction management should be implemented, and scientific and reasonable management methods should be adopted, which has great significance for the construction of hydraulic engineering.

Keywords: water conservancy and hydropower engineering; safety management; preventive measures

引言

水利水电工程作为基础设施建设的核心组成部分, 承担着防洪排涝、供水、发电等至关重要的职能, 对促进社会经济发展与保障民生安全具有不可替代的作用。然而, 在其建设与运行过程中, 安全管理面临着诸多挑战。庞大的工程规模、复杂的施工环境、频繁的自然灾害以及较高的技术难度等因素, 使得安全风险的防范与控制成为亟待解决的问题。特别是在遭遇突发自然灾害、技术故障或人为失误时, 安全管理的不足常常导致不可预见的重大事故, 进而造成严重的人员伤亡、财产损失及生态环境破坏等后果。因此, 水利水电工程的安全管理不仅影响项目的顺利实施, 还直接关系到区域及国家的经济稳定与社会秩序。为了提高安全保障水平, 在项目设计、施工与运营的各个环节中, 必须加强安全管理, 科学预测并有效防控潜在风险, 同时落实针对性的预防措施。本文将分析水利水电工程所面临的主要安全风险, 探讨当前安全管理中存在的问题, 并提出相应的改进措施, 旨在为该领域的安全管理提供理论依据与实践指导。

1 水利水电工程安全管理的重要性

水利水电工程作为基础设施建设的关键组成部分, 肩

负着保障水资源调配、防洪抗旱、能源生产等重要功能, 其安全管理的重要性不容忽视。这类工程的规模通常庞大, 结构复杂, 涉及的环节包括水库大坝、输电线路及各类设备设施等。任何一个环节出现安全隐患, 都可能引发重大事故, 导致财产损失、人员伤亡, 甚至破坏生态环境。水利水电工程的生命周期较长, 从建设到运营的各个阶段, 始终面临着不同类型的风险。有效的安全管理能够及时识别潜在隐患, 采取必要的预防和整改措施, 确保工程的顺利建设与稳定运营。更为重要的是, 水利水电工程的安全管理关乎社会经济的可持续发展。尤其在防洪、灌溉、发电等方面, 一旦发生安全事故, 社会的生产生活秩序将严重影响, 甚至波及国家的能源安全与水资源管理。因此, 完善的安全管理体系与防范措施对于保障工程的顺利实施与长期稳定运营至关重要, 也是保护人民生命财产安全、推动社会和谐发展的核心举措。

2 水利水电工程安全管理风险分析

2.1 自然灾害风险

2.1.1 洪水、地震等灾害对工程的影响

自然灾害在水利水电工程的安全管理中占据着至关重要的地位, 尤其是洪水与地震等极端天气与地质灾害对

工程的影响。尤为突出的危害是洪水,特别是在暴雨季节。强降雨与上游水量的急剧增加,可能导致水库蓄水量迅速上升,从而超过大坝设计的承载能力。这种情况可能引发溢洪、滑坡或崩塌等安全隐患。一旦水库出现过度蓄水或水流失控,大坝决口、下游洪水灾害等严重后果可能发生,直接威胁到工程结构的稳定性以及周围居民的生命财产安全。作为另一种自然灾害,地震同样对水利水电工程构成巨大风险,尤其是位于地震带的水库与大坝。在强烈震动的影响下,工程的结构可能遭受严重损害,裂缝可能出现在大坝中,输水管道也可能发生破裂,进而影响整个工程的正常运行^[1]。山体滑坡、泥石流等次生灾害还可能由地震引发,这些次生灾害对水利设施的破坏,进一步加重了安全风险。

2.1.2 灾害防范与应对措施的不足

在水利水电工程中,灾害防范与应对措施的不足,成为导致安全风险加剧的重要因素之一。尽管在设计与建设阶段,许多水利水电工程已考虑到自然灾害的影响,但由于灾害种类繁多且具有不可预测性,现有的防范与应对策略,常常无法有效应对突发的极端情况。部分地区的水利水电工程,在建设过程中未进行充分的灾害风险评估,致使对特定灾害的防护能力不足。尤其是在洪水或地震等自然灾害发生时,工程设施的承载能力与防护能力未能达到预期标准。与此同时,缺乏健全的应急响应机制,一些工程未能建立完善的应急预案与快速反应能力。灾害发生后,往往难以采取有效措施进行及时救援与减灾,进而增加了灾后恢复的难度与风险。此外,某些地区的水利水电工程,其灾害防范设施建设滞后或技术手段不完善,致使这些设施在极端灾害发生时未能充分发挥应有的作用。

2.2 技术风险

在水利水电工程中,技术风险是影响安全管理的重要因素之一。随着水利水电项目规模的不断扩大及技术的不断进步,技术风险在工程建设与运行中日益突出,成为不容忽视的挑战。工程设计中的技术缺陷,被认为是导致设施无法达到预期安全标准的关键问题之一。例如,如果设计阶段未能充分考虑地质条件、气候变化或水文特性,可能导致大坝、桥梁等关键结构的稳定性不足。设备的老化与维护不足,同样构成了技术风险的一部分。许多水利水电工程中使用的设备,已接近其使用寿命期;若未及时更新或进行技术改造,设备故障或老化便会发生,进而影响工程的安全性。施工过程中,若技术操作不规范或施工人员技术水平不足,施工质量问题同样容易发生,并可能引发潜在隐患。

2.3 管理风险

2.3.1 安全管理制度不完善

在水利水电工程中,安全管理制度的不完善,常被视为导致管理风险的重要原因之一。尽管许多水利水电工程

具备一定的安全管理体系,但由于制度中存在漏洞或执行不到位,潜在的安全隐患往往在项目实施过程中暴露出来。安全管理制度的缺失或不完善,导致项目各环节的安全管理措施不够明确,尤其是在施工阶段,安全责任未明确分配,致使工作人员在实际操作中忽视安全规定。此外,缺乏全面系统的安全管理体系,导致风险评估与预警机制的不完善,工程中潜在的风险因素可能未被及时识别,无法采取有效的应对措施^[2]。执行力不足,同样是安全管理制度中的另一个问题。即使有相关规定,若没有严格执行与监管,制度也可能流于形式,无法有效落实到项目的每个环节,从而无法确保工程的安全。在部分水利水电工程项目中,安全管理制度未能及时更新,以适应技术进步与施工环境的变化,导致新出现的安全隐患未能得到有效识别与解决。

2.3.2 安全培训与教育不足

在水利水电工程中,安全培训与教育的不足,成为了一个严重的管理风险,直接影响工程的安全运行。尽管许多项目已制定了相关的安全培训计划,但由于培训内容单一、形式单调以及参与度不足,往往未能有效提高员工的安全意识与技能。在一些项目中,尤其是在施工现场,部分工作人员对最新安全标准和技术缺乏了解,甚至对基本的安全操作规程忽视或不了解。这不仅增加了操作失误的风险,还可能引发事故的发生。此外,部分工程在安全教育的频率与深度上也存在问题,未能定期开展系统化的安全培训,致使部分员工的安全意识逐渐淡化,对潜在安全风险的认知不足,尤其是在突发事件的应对上,缺乏必要的应急处置知识与技能。安全培训的重要性,某些项目负责人未能足够重视,未提供足够的时间与资源确保培训的有效性,致使安全培训往往流于形式,未能达到应有的效果。

2.3.3 监管与应急响应机制不健全

在水利水电工程中,监管与应急响应机制的不健全,构成了管理风险中的一个关键问题。尽管许多项目已设立了安全监管体系,但由于监管力度不足或相关制度不完善,实际操作中常常出现监管缺失的情况。在一些大型水利水电工程中,项目涉及范围广泛、施工环节繁多、人员流动性大,导致监管力量的分散与管理盲区的产生。统一协调机制的缺乏以及及时有效的监管措施的不足,使得安全隐患往往未能及时发现或被忽视。举例来说,部分施工现场未能有效落实安全措施,隐患排查与整改未能按时进行,从而影响了工程的整体安全性。与此同时,缺乏健全的应急响应机制,使得突发事故发生时,相关部门的反应迟缓,未能快速、有效地处置应急情况。灾害发生初期,若缺乏完善的应急预案、充足的设备与物资储备,且应急救援人员未经专业培训,事故的蔓延与损失的加重往往是不可避免的。

2.4 人为因素风险

在水利水电工程中,人为因素风险是导致安全事故的

重要原因,通常表现为施工过程中的操作不当、管理失误以及决策不准确等方面。工程质量与安全性对施工人员的经验与技能水平有着直接影响。若操作不当或缺乏必要的安全意识,设备故障、事故的发生,甚至安全隐患的积累,往往是不可避免的。此外,若管理人员在工程管理过程中未能有效监督或落实相关安全措施,可能会导致疏漏,进而潜在的安全风险无法及时发现与消除。在项目的决策层面,若在规划、资源调度或风险评估过程中未充分考虑到潜在的安全风险,错误的决策将直接影响项目的顺利推进及其安全性。与此同时,人员长期在高强度的工作环境中,精神疲劳或注意力不集中,往往会加剧人为因素所带来的风险,从而导致工作失误或延误安全问题的应急响应。

3 水利水电工程安全管理措施与建议

3.1 完善安全管理制度与规范

完善安全管理制度与规范对于水利水电工程的顺利实施至关重要。根据项目特点,结合相关法律法规、行业标准及实际操作需求,需制定并完善有针对性的安全管理制度。这些制度应覆盖项目的各个阶段,包括前期设计、施工建设、设备安装及运行维护等,并明确各阶段的安全管理要求与操作规范。在此基础上,具体的安全管理措施应进一步细化,规定各类作业的安全操作规程,确保每个环节的执行无安全盲区。以施工现场为例,职责分工应明确,专门的安全管理人员应负责安全巡查,及时发现隐患并采取相应措施,以防事故发生。同时,定期开展安全培训,提升工人及技术人员的安全意识与应急响应能力。对于复杂的水利水电工程,考虑到现场的特殊环境与潜在风险,相应的预防措施应制定,确保施工与运行中的安全。在此基础上,安全管理制度还应具备一定的灵活性,根据项目进展及实际情况进行动态调整,规章制度应及时更新,并跟进新技术和新标准的应用。

3.2 加强技术防范与创新

提升水利水电工程安全管理的重要途径之一是加强技术防范与创新。随着科技的不断发展,现代技术手段在事故预防、风险降低及安全性提升方面日益发挥着重要作用。在工程建设与运营阶段,先进的技术设备与自动化系统应积极引入,利用智能化技术对关键环节进行实时监控与预警,确保潜在安全隐患能够及时发现。例如,智能传感器、物联网技术及大数据分析平台的应用,可使水坝、水库等设施的运行状态得到实时监控,异常情况能迅速识别,并采取必要的应急措施。此外,现代化的地质勘探技术及水流模拟技术可在设计阶段预测并规避可能的技术风险,从而提高工程安全性。水利水电工程的技术创新不仅限于设备的更新,还包括工艺流程及施工技术的革新^[3]。在施工过程中,应采用高效、环保的技术,减少人为操作带来的风险,同时加强对施工人员的安全保障。在日常维

护与管理中,结合先进的诊断技术与设备监测系统,可以对设备的老化、腐蚀等问题进行早期预警,必要的检修措施应及时采取,以避免事故的发生。

3.3 强化安全培训与教育

加强安全培训与教育是保障水利水电工程安全管理的重要措施。随着工程规模的不断扩大与施工技术日益复杂,面临的安全风险日益增多的施工及管理人员,其安全意识与应急响应能力的提升显得尤为重要。在这种背景下,持续开展安全培训与教育至关重要。各岗位的人员应接受针对性的培训,确保他们熟悉并掌握与岗位相关的安全操作规程与技术要求。精通设备操作规范、个人防护措施以及应急处理程序的施工人员,必须接受专业培训;而管理人员则需强化安全管理知识,确保能够有效组织与落实安全管理措施,及时识别并消除潜在的安全隐患。定期组织安全演练也被视为必不可少的措施,模拟突发事件的应急处置流程,通过演练提高人员应对突发事件的反应能力与处理水平。此外,随着新技术与新设备的不断出现,安全培训的内容应当及时更新,确保员工跟上技术发展步伐,掌握新兴的安全防护技术与方法。

3.4 建立高效的应急响应机制

构建高效的应急响应机制是确保水利水电工程安全的关键环节。在面对突发事故或自然灾害时,及时采取有效措施能够最大限度地减少损失与人员伤亡。应急响应机制的有效建立,依赖于明确的组织结构与责任分工,从而保证事故发生时指挥系统清晰、反应迅速。各项责任人必须明确,且应急响应流程应在第一时间由管理人员、技术人员及应急救援队伍启动。应急预案的制定也至关重要,涵盖灾害预警、人员疏散、设备停运、紧急修复等方面,确保在面对各种突发事件时,迅速且精准地做出应对^[4]。与此同时,充足的应急物资应及时储备,且根据工程的具体情况,应准备足够的救援设备、应急工具及防护用品,确保在紧急情况下能够立即投入使用。此外,定期开展应急演练与模拟训练对提高全体人员的应急处理能力至关重要。通过演练,能够有效保障在实际事故中迅速做出反应并进行有效处置。

4 结语

水利水电工程的安全管理不仅关系到社会经济的稳定发展,还直接影响人民生命财产的安全。在此背景下,加强对水利水电工程安全风险的全面分析与防控,已成为当务之急。自然灾害、技术故障、管理漏洞以及人为失误等多方面的风险,已被本文深入探讨,并提出了在安全管理中亟须改进的措施,这些措施涵盖了制度建设、技术创新、人员培训与应急响应等多个层面。尽管水利水电工程的安全管理面临着不少挑战,但随着科技的不断发展、管理理念的逐步创新以及安全意识的不断提高,事故发生的可能性将得到有效降低,通过多方协作与强化防范措施。

唯有通过技术与管理的双重保障,水利水电工程方能确保安全运行,最大程度地发挥其在防洪、供水、发电等方面的功能,进而为社会的可持续发展作出更大的贡献。因此,强化安全管理与持续优化防范措施,对水利水电工程的顺利建设与持续发展至关重要。

[参考文献]

[1]陈玮娟.水利工程施工安全风险分析与预防措施[C].北京:《中国建筑金属结构》杂志社有限公司.2024.新质生产力视域下智慧建筑与经济发展论坛论文集(二).菏泽市牡丹区水务局,2024.

[2]伍顺,邱勇,刘黎.水利水电工程安全管理及预防措施[J].城市建设理论研究(电子版),2024(16):208-210.

[3]杨光宇.水利水电工程施工质量与安全管理措施分析[J].科技创新与应用,2020(10):195-196.

[4]李玉印.水利工程施工中的安全管理分析[J].建材与装饰,2016(32):257-258.

作者简介:陈涛(1984.4—),男,毕业院校:河北工程大学,大学本科,所学专业:水利水电工程,当前就职单位:河北省水务中心石津灌区事务中心,职务:副处长,职称级别:高级工程师。

信息化背景下建筑工程管理的挑战与策略

曾鹏志

衡水市住房和城乡建设局建设教育培训中心, 河北 衡水 053000

[摘要] 建筑工程管理在信息化背景下迎来了新的机遇与挑战。随着信息技术的不断发展, 建筑工程管理的信息化水平也在逐步提高, 但同时也暴露出一些问题。文中旨在分析信息化背景下建筑工程管理的现状, 探讨存在的问题, 并提出相应的策略, 以提高建筑工程管理的效率和质量。

[关键词] 信息化; 建筑工程管理; 挑战与策略

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14526

中图分类号: TU71

文献标识码: A

Challenges and Strategies of Construction Project Management under the Background of Informatization

ZENG Pengzhi

Hengshui Housing and Urban Rural Development Bureau Construction Education and Training Center, Hengshui, Hebei, 053000, China

Abstract: Under the background of informatization, construction project management has ushered in new opportunities and challenges. With the continuous development of information technology, the level of informatization in construction project management is gradually improving, but at the same time, some problems have also been exposed. The purpose of this article is to analyze the current situation of construction project management under the background of informatization, explore the existing problems, and propose corresponding strategies to improve the efficiency and quality of construction project management.

Keywords: informationization; construction project management; challenges and strategies

引言

在计算机科学的背景下, 建设项目管理的现状具有多种特点。一方面, 信息管理水平存在差异。信息技术融入建设项目管理主要是基于强大的计算机工具对建设项目进行全面控制。然而, 不同单位之间的信息应用程度存在差异, 导致管理水平不平等。这是由于不同组成部分参与者的规模和流程不同, 他们缺乏协作精神, 限制了信息管理软件的作用。同时, 管理人员与专业软件之间缺乏顺畅的互动, 增加了建设项目管理的难度。另一方面, 信息技术在建设项目管理中的应用范围亟待扩大。建设项目管理工作复杂。随着项目范围的不断扩大和技术要求的提高, 有必要建立一个覆盖项目管理各个方面的坚实的信息管理系统, 加强项目后期的监控和管理工作, 扩大信息技术在建设项目管理中的应用范围。此外, 目前建筑公司还没有统一和标准化的信息管理系统, 这对信息资源的整合和交换至关重要。然而, 作为核心任务的数据集成和交换仍然面临着许多问题。

1 信息化背景下建筑工程管理现状

1.1 信息化管理水平存在差异

在建筑项目的管理工作中融入信息技术, 主要是借助高性能的计算机工具来对建筑项目从整体角度实行全面控制。通过运用计算机平台系统所具备的整合控制功能, 实现对工程项目设计方案的全方位管控, 为建筑项目信息化管理奠定基础。这是借助信息化管理来提升工程管理覆盖范围的特殊优势, 同时也是朝着信息化管理方向进行转

型的突破难关。

1.2 建筑工程管理信息化的应用范围亟须拓展

建筑工程施工管理工作复杂程度较高, 特别是随着国内建设项目规模的不断扩大和技术要求的不断提高, 施工管理变得更加复杂。这就要求公司建立一个坚实的信息管理系统, 确保系统模块能够覆盖工程管理工作的各个方面, 并且还需要强化对工程项目后期的监测管理工作。此外, 也对于扩展建筑项目管理中信息化技术的运用范围有了更高的要求。

1.3 没有统一规范的信息化管理系统

目前建筑公司十分关键信息化资源的整合、共享, 许多公司认为“需要将创新作为源动力, 将整合为主要措施, 将实际运用作为核心, 通过对信息技术的深化运用, 达成对建筑管理信息化资源的共用共享, 带动业务应用更加协调”, 从而把数据整合与共享作为核心任务。然而, 目前建筑行业缺乏统一规范的信息化管理系统, 部分企业的管理机构和咨询机构对于信息化管理平台缺乏足够的重视, 在工作实践中未能采取有效的措施展开信息互动, 从而导致市面上存在多种网络软件, 这些都会对工程进度和质量产生重要的影响。

2 信息化背景下建筑工程管理存在的问题

2.1 无法统筹工程参与方

在建筑工程管理过程中, 信息化管理模式往往涉及众多工程参与方, 如施工单位、设计单位、监理单位等。不同参与方规模和流程存在差异, 导致缺乏协作精神, 限制

了信息化管理软件的作用,进而影响工程项目的开展进度和工程质量。例如,在传统建筑施工项目管理模式下,信息的存储、加工和交流方式较为落后,影响了建筑工程的进度和质量。我国建筑工程量大,积累了丰富的建筑资料和工作经验,建筑的信息化管理能快速进行分类、归档、查询等功能,解决传统管理模式的问题。但目前各参与方的协作不足,阻碍了信息化管理的实施^[1]。

2.2 缺少统一的标准规范

我国建筑企业在信息化建设管理过程中存在诸多问题,主要是建设过程中未落实相关标准规范。政府部门对建筑企业信息化建设缺乏重视,未出台相应政策引导,导致市面上信息化软件良莠不齐,影响工程进度和质量。目前建筑工程项目信息化管理涉及多领域、多专业,工作信息量大,且我国建筑行业规模普遍较小、现代信息意识薄弱、自我封闭思想严重,这些因素都影响了信息化管理的统一标准规范的制定和实施。

2.3 缺乏专业的信息化管理人才

我国建筑企业在信息化建设过程中面临人才缺乏的现象。目前信息化管理人才数量不足,难以满足时代发展需要。从事建筑工程项目管理的技术人员在数量和结构上也存在不足,职业素养和专业水平有待提升。建筑管理领域缺乏完善的创新体系,专业人员的创新能力与实际需求存在差距,尤其是缺少复合型高素质人才。例如,我国信息化管理发展年限不长,相关技术性人才相对短缺,企业对信息化管理认识不足,招收人员未注重信息化培养。同时,建筑施工行业与金融、电讯等行业相比,在核心业务与计算机结合上存在劣势,难以盲目照搬其他行业的信息化建设模式。此外,建筑企业缺乏高级信息管理与信息系统人才,现有人才往往对管理知识欠缺,不能协助企业分析和解决管理问题。

3 信息化背景下建筑工程管理的策略

3.1 不断增强人员的信息化意识

对于建筑企业来说,在信息化背景下,只有不断强化信息化意识,才能在工作中不断落实信息化管理方案。因此需要建设企业结合自身的发展实际,通过多种方式强化技术人员的信息化意识,确保信息化管理制度能够在工作中得到贯彻落实。建筑企业的管理者和决策者需要发挥出带头作用,在建筑企业内部形成良好的信息化氛围,逐步增强工作人员的信息化水平。

3.2 建立健全信息系统

信息系统的完整性对于管理信息化至关重要。只有建立一个坚实的信息系统,才能实现信息的及时流动,保证信息数据的准确性。因此,扩大信息化的范围是建筑公司未来的必要途径。

3.3 加强信息技术的应用

在新时代,信息技术不断发展,为了在市场上获得竞争优势,企业必须重视信息管理的积极作用。通过增加信

息技术的使用,可以实现全面的施工现场管理。

3.4 加强各部门之间的信息交流

为了加快信息流动,公司一方面要重视信息技术的应用,另一方面要注意公司内部不同部门之间的沟通与协调。信息交流不畅是目前建设项目管理计算机化的主要障碍。为了实现数据资源的有效利用,建筑企业应加强对不同部门员工的培训,使他们能够从思想上重视信息管理,创造良好的共享意识,确保信息资源的快速流动。同时,有必要进一步改进信息系统,以确保信息是最新的。

4 信息化提升建筑工程管理的措施

4.1 提高信息化管理意识

建筑企业应深刻认识到信息化在工程管理中的重要性,通过组织培训、开展宣传活动等方式,不断提高全体员工的信息化管理意识。企业管理者要以身作则,积极推动信息化管理理念在企业内部的传播,营造良好的信息化管理氛围。同时,工程参与单位应充分利用信息化手段进行技术交底和施工方案编写,在控制施工进度、节约成本的同时,保障工程质量。管理人员要在施工现场积极运用信息化手段进行分项工程验收,不断提升施工质量和水平^[2]。

4.2 完善信息系统建设

重视管理环节:施工企业应从思想上高度重视管理环节,深刻理解信息化管理的内涵,将信息化管理贯穿于工程管理的各个环节。明确信息系统在工程管理中的重要地位,将其作为提升管理效率和质量的重要工具。

确保信息更新及时:加强信息系统建设,引进先进技术,保证信息数据更新的及时性。建立严格的信息更新制度,明确信息更新的责任人和时间节点,确保信息始终保持准确、完整和最新状态。

加强安全维护:将信息系统安全维护工作提到重要日程,采取有效的安全防护措施,如加密技术、防火墙设置等,确保信息系统的安全稳定运行。防止信息泄露、篡改和丢失,为企业决策提供可靠的信息保障。

扩大信息化范围:施工企业要认识到扩大信息化范围的必要性,将信息化管理融入到工程管理的每一个细节中。从项目的规划设计、施工建设到竣工验收,都要充分利用信息化手段进行管理和监控。确保信息在各个环节之间的顺畅流通,提高管理效率和决策的科学性。

4.3 强化信息技术应用

开发适用软件:研究人员应加大对建设项目管理软件的开发和研究力度,以满足建设项目管理的实际需求。使软件更加适用于施工现场管理,具备更强大的功能和更好的用户体验。

加强人才队伍建设:加强人才队伍建设是强化信息技术应用的关键。施工企业应重视培养和引进既懂建筑工程管理又掌握信息技术的复合型人才。通过开展专业培训、提供学习机会等方式,提高现有人员的信息技术水平。同

时,吸引更多优秀的信息技术人才加入建筑工程管理领域,为信息技术的广泛应用提供人才支持。

加大资金投入:资金投入是推动信息技术应用的重要保障。施工企业应加大对信息技术应用的资金投入,购买先进的硬件设备和软件系统,为信息技术的研发和应用提供充足的资金支持。确保信息技术在建筑工程管理中能够得到充分的应用和发展,解决建筑当前企业的技术问题和施工项目管理的负面影响。

4.4 促进部门信息共享

加强员工培训:建筑企业应加强员工培训,充分认识信息管理的重要性,培养良好的共享意识。通过培训,提高员工的信息技术操作水平,让员工能够熟练使用信息系统进行信息的录入、查询和共享。确保信息资源在企业内部能够快速流通,提高工作效率。

完善信息系统:进一步完善信息系统,确保信息更新的及时性和准确性。建立健全信息系统的维护机制,定期对系统进行升级和优化,提高系统的稳定性和可靠性。同时,加强对信息系统的安全管理,防止信息泄露和被恶意攻击。

搭建交流平台:企业可搭建多方位信息交流平台,涵盖建筑工程项目所有相关单位,实现各单位之间的信息交流与资源共享。通过平台,各方可以及时了解工程进展情况,协调工作进度,解决问题。组建整体信息化管理数据库,实现各部门信息数据模块化、单元化,做到一人输入多人可查,提高信息化管理平台的效率^[3]。

5 建筑工程管理信息化的发展趋势

5.1 信息化应用更加集成化、移动化、场景化

随着云计算、物联网和移动互联网技术的强劲发展,建设项目管理的计算机科学正在进入一个新的水平。集成应用程序打破了“信息孤岛”,让信息系统真正成为一个有机的整体。移动应用程序突破了时间和空间的限制,允许用户通过移动设备随时随地访问系统,大大改善了协作效率。采用轻量化微服务技术,根据不同业务场景提供个性化应用功能,提升用户体验。例如,在建筑施工过程中,管理人员可以通过移动终端实时查看项目进度、质量情况,及时处理问题,提高管理效率。

5.2 大数据成为新热点

数据的爆炸式增长超出了传统信息技术基础架构的处理能力,建筑工程管理必须进行大数据规划和建设。通过大数据战略规划,明晰建设目标和蓝图,释放数据隐藏价值。例如,利用大数据分析建筑工程的成本、进度、质量等关键指标,为决策提供科学依据。同时,大数据还可以帮助企业优化资源配置,提高项目生产要素配置效率。

5.3 信息安全受重视程度提升

随着建筑企业经营模式向网络经济模式转变,以及远

程视频会议、远程现场监控等新兴业务的兴起,信息安全问题变得越来越重要。企业意识到信息安全在提高核心竞争力方面的重要作用,持续实施信息安全整体解决方案。从管理和技术角度设计和建设信息安全项目,以信息网络、信息系统、数据、办公计算机和移动设备为保护对象,提高信息安全风险的预警和应对能力。

5.4 提升信息技术管理能力成为重点

随着企业信息化应用的深入,信息系统规模不断扩大,运行的业务越来越多。信息技术自身管理能力提升以及服务的标准化、规范化将成为未来关注的重点。企业应全面加强信息技术管理与服务体系建设,设立统一的服务管理机构,对信息系统运维实施协同管理,提高工作效率,加快响应速度,提高执行力,确保信息系统安全、可靠、稳定运行。

5.5 云服务实现产业链生态协同

云计算应用逐步成熟并向建筑业细分领域渗透,行业化和场景化将成为云服务发展的大趋势。建筑企业云服务平台建设为分享经济在建筑领域的应用落地提供平台支撑。依托云计算、物联网、大数据等技术,建筑企业构建资源开发共享的云服务平台,对外发布需求信息,吸纳社会资源,对内保障安全生产、优质履约、降本增效和施工大数据的建立。

6 结语

建筑工程管理在信息化背景下既迎来了机遇,也面临着诸多挑战。本文通过对信息化背景下建筑工程管理的现状、问题进行分析,并提出了相应的策略,旨在提高建筑工程管理的效率和质量。在信息技术应用方面,未来将更加集成、移动和基于场景,大数据也将成为新的热点。信息安全的重要性将继续增加,提高信息技术管理能力将是一个关键的优先事项。云服务将实现产业链中的生态协作。建筑企业应深刻认识这些发展趋势,积极应对,不断改进信息管理。

【参考文献】

- [1]唐艳华,袁伶俐.基于信息化背景下的建筑工程管理探究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(2):3.
 - [2]叶聿标.信息化背景下现代建筑工程管理的优化措施[J].中国建筑装饰装修,2024(19).
 - [3]李俊,门旭.浅析新形势下建筑工程管理信息化的路径与价值[J].科学与信息化,2023(14):178-180.
- 作者简介:曾鹏志(1986.10—),男,学历:本科,毕业院校:燕山大学,所学专业:土木工程,目前职称:工程师,目前就职单位:衡水市住房和城乡建设局建设教育培训中心。

人工智能在农村绿色水电站运营中的创新应用

张亚平

河北省水务中心石津灌区事务中心, 河北 石家庄 050000

[摘要] 目前, 农村绿色水电站的运营依旧面临诸多挑战, 如水资源的季节性变化、设备故障频发以及人员技术水平参差不齐等。许多水电站仍依赖人工监控和传统设备管理, 缺乏智能化的数据分析和优化调度手段, 这不仅影响了运营效率, 也增加了运维成本。然而, 随着人工智能技术的快速发展, 越来越多的水电站开始尝试引入智能化技术, 特别是在水资源调度、设备监控和故障检测方面, 取得了一定的成果。例如, 通过部署物联网设备和传感器, 结合大数据分析和机器学习算法, 水电站能够实现对水流、水位、气候等数据的实时监控和智能分析。这些技术的应用提升了水电站的自动化水平和运营安全性, 为绿色水电站的可持续发展提供了坚实的技术支撑。

[关键词] 人工智能; 农村绿色水电站; 运营; 创新应用

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14560

中图分类号: TV736

文献标识码: A

Innovative Application of Artificial Intelligence in the Operation of Rural Green Hydropower Stations

ZHANG Yaping

Hebei Provincial Water Affairs Center Shijin Irrigation District Affairs Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Currently, the operation of rural green hydropower stations still faces many challenges, such as seasonal changes in water resources, frequent equipment failures, and uneven levels of personnel technical skills. Many hydropower stations still rely on manual monitoring and traditional equipment management, lacking intelligent data analysis and optimization scheduling methods, which not only affects operational efficiency but also increases operation and maintenance costs. However, with the rapid development of artificial intelligence technology, more and more hydropower stations are trying to introduce intelligent technology, especially in water resource scheduling, equipment monitoring, and fault detection, and have achieved certain results. For example, by deploying IoT devices and sensors, combined with big data analysis and machine learning algorithms, hydropower stations can achieve real-time monitoring and intelligent analysis of data such as water flow, water level, and climate. The application of these technologies has improved the automation level and operational safety of hydropower stations, providing solid technical support for the sustainable development of green hydropower stations.

Keywords: artificial intelligence; rural green hydropower stations; operation; innovative application

引言

随着对可持续发展与清洁能源需求的不断上升, 绿色水电站是推动低碳转型、提供清洁能源方面发挥了至关重要的作用。水电站在农村地区的应用, 不仅能够有效利用当地的水资源, 还能带动区域经济的发展。然而, 随着水电站规模与复杂性的增长, 传统的运营管理模式面临了许多挑战。人工智能技术的引入, 创新性地为水电站的管理与运行提供了解决思路。通过智能监控、数据分析、自动化调度等手段, 人工智能不仅提高了水电站的运营效率, 还降低了维护成本, 优化了水资源的使用效果。特别是在农村绿色水电站中, 人工智能的应用具有重要意义。由于农村地区基础设施相对薄弱, 人工智能的引入有效弥补了技术与管理方面的不足, 使水电站的运营变得更加高效。通过智能系统, 水电站能够实时监测水流、水质等关键参数, 基于数据, 运营策略得以调整, 从而增强了水资源管理与设备故障预测的能力。本文将深入探讨人工智能在农村

绿色水电站中的应用框架, 分析其在水资源管理、智能调度、故障预警等方面的应用, 以为水电站智能化运营提供理论与实践的参考。

1 绿色水电站在可持续发展中的重要性

绿色水电站是推动可持续发展方面发挥着至关重要的作用, 不仅为能源结构转型提供了有效途径, 还在生态保护与社会经济发展中起到了积极作用。作为一种清洁且可再生的能源形式, 水电在减少温室气体排放、应对气候变化及推进低碳经济目标上, 具有独特的优势。通常, 绿色水电站依托自然水资源, 通过现代水力发电技术将水能高效转化为电力, 不仅保障了能源供应的稳定性, 还实现了电力生产过程中的环境友好性, 避免了煤炭、石油等化石能源的过度依赖所带来的资源消耗与污染。与此同时, 绿色水电站注重生态系统的保护, 通过合理利用水资源并保持流域生态健康, 将水电开发对自然环境的影响降至最低, 尽量减少因蓄水而引起的生境变化等问题。绿色水电

站不仅为能源的可持续发展奠定了基础,还助力实现了水资源的高效配置与生态环境的长远保护。从社会层面来看,绿色水电站的建设推动了农村经济发展,促进了当地基础设施的建设,带来了大量就业机会,为缓解电力短缺提供了清洁而稳定的能源供应,进而改善了社会福利,提升了民众的生活质量。

2 农村绿色水电站的特点

农村绿色水电站在环保、节能及经济效益方面展现出了显著的优势。此类水电站通常建于小规模河流或水量较小的区域,利用天然水资源进行发电,其对环境的影响较小,且建设规模适中。与传统的大型水电站相比,农村绿色水电站的建设周期较短,投资成本较低,能够更迅速地实现并网发电。由于其发电方式清洁且无污染,这类水电站与可持续发展的理念高度契合。农村绿色水电站广泛分布于偏远地区,稳定可靠的电力为这些区域提供,使当地能源结构得到优化,农村经济也因此得以增长^[1]。与此同时,为了尽量减少对生态系统的影响,生态保护理念被融入水坝和水轮机的设计及运行中,从而有效降低了对水生态的破坏,保障了水资源的长久利用,最终实现了经济效益与生态效益的协调发展。

3 人工智能在农村绿色水电站中的应用框架

3.1 数据采集与传感技术

在农村绿色水电站的运营中,数据采集与传感技术被视为实现智能化管理、提升运行效率的关键手段之一。随着信息技术的迅速发展,现代传感器网络通过多种设备采集水电站内外的各项重要数据,包括水位、流量、温度、压力、设备振动、发电量等。这些数据被无线网络及物联网技术传输至中央控制系统或云平台,以实现数据的实时监控与分析。通过精准获取水流、设备状态及环境变化等数据,传感器不仅有助于技术人员及时识别异常情况或设备故障,还为后续的数据分析、趋势预测及优化决策奠定了数据基础。在农村,尤其是偏远地区,传统的人工巡检与设备监控容易产生盲区,且响应速度较慢。通过应用数据采集与传感技术,监测的准确性和效率得到了显著提升,从而保障了水电站在日常及突发情况下的安全性与稳定性。同时,随着智能技术的发展,数据采集系统结合人工智能、云计算等技术,使数据的深度挖掘与分析成为可能,为水电站的运行优化、节能减排及设备维护提供了强大的决策支持。

3.2 智能化监控系统与实时数据分析

在农村绿色水电站的运营管理中,智能化监控系统与实时数据分析扮演着至关重要的角色,不仅极大提升了管理效率,还增强了系统的安全性与稳定性。通过集成传感器网络、物联网技术与人工智能算法,智能监控系统能够实时采集、监测并分析水电站的各类运行数据,包括水位、水流速度、发电量、设备状况及环境变化等信息。这些数据经无线传输后,集中到中央控制系统或云平台,由人工

智能系统进行深入分析。利用大数据技术,历史数据与实时数据将被比对与预测,从而精确识别潜在的设备故障隐患,快速发现运营中的异常情况,避免因故障引起的停机或经济损失。通过机器学习与数据挖掘技术,系统还能分析出影响发电效率的关键因素,并自动调整运行参数,优化发电效能及能源管理。与此同时,实时数据分析使得系统能够动态监测外部环境,预测天气及流域水文变化对水电站的可能影响,并及时采取预防措施,降低由自然灾害或突发事件引发的风险。在实际运营中,智能化监控系统的实时数据分析使得操作人员能够迅速掌握水电站的运行状态,为维护决策提供了可靠支持,从而提升了管理的自动化与智能化水平,达成了故障预防、资源高效调度及整体管理成本降低的目标。

3.3 智能调度与自动化控制

在农村绿色水电站中,智能调度与自动化控制技术是提升运营效率与保障稳定发电的核心手段。借助人工智能技术,发电过程的全面自动化调节得以实现。通过实时采集水流、气象、发电量等多维度数据,智能调度系统运用大数据分析与机器学习算法,对水电站的发电负荷、设备运行状况以及水资源分配进行动态预测与调控。根据水库水位的变化、流域降水情况以及电力需求的波动,系统将自动调整水轮机运行速度,合理分配水流量,从而提升发电效率并减少资源浪费。在此过程中,发电效能不仅得到了提高,电力供需也得到了有效平衡,系统的稳定运行得到了保障^[2]。此外,关键设备如水泵、阀门与发电机的控制得以精准完成,通过自动化控制技术,实现了远程监控与调整,显著降低了人工操作的需求,从而提高了管理效率。在日常运营中,智能调度系统能够实时反馈设备运行状态,监测潜在故障,并通过自动报警系统及时发出预警,确保设备的安全性与稳定性。

3.4 故障检测与预警系统

在农村绿色水电站的运营中,故障检测与预警系统发挥着关键作用,潜在的设备故障与运行异常能够有效识别,从而保障水电站的安全与稳定。借助人工智能技术,实时全面监测水轮机、发电机、变压器、阀门及控制系统等多种设备得以实现。通过传感器和物联网技术,故障检测系统持续收集各设备的运行参数,如温度、振动、电流、压力等,数据实时被传输至中央监控平台。随后,智能分析通过机器学习算法对这些数据进行,模式识别和数据挖掘被用来识别运行中的异常情况,并与历史数据进行对比,迅速检测出偏离正常范围的行为,从而实现早期预警。例如,当水轮机的振动或温度超出安全阈值时,警报将立即由系统发出,故障诊断程序被自动启动,以分析潜在的故障原因并提供维修建议。此外,设备的剩余使用寿命也能被该系统预测,为维护 and 更换决策提供科学依据,从而有效规避突发故障对电站正常运行的干扰。

3.5 预测模型与性能优化

在农村绿色水电站中,预测模型与性能优化通过人工智能技术发挥着至关重要的作用,运行效率得以有效提升,能耗得以降低,资源的最大化利用得以实现。依托历史数据与实时监控信息,精准的预测模型得以构建,通过回归分析、时间序列分析等机器学习算法,水资源的变化趋势、未来的发电潜力、流量需求及设备负载得以预测。通过对运行参数的深入学习与分析,预测模型能够优化水电站的调度计划,合理分配发电量与水流量,从而减少因资源利用不足或过度引起的能量浪费。例如,在汛期或枯水期,通过分析降水量与流量的动态变化,模型得以预测水库水位趋势,提前调整发电安排,从而避免因水量波动导致的发电中断或过载现象^[3]。此外,设备性能优化亦可通过人工智能得以实现,通过实时监控设备的运行状态,自动调节运行参数,如水轮机转速与发电机负载,确保设备始终保持最佳工作状态,从而提升整体发电效能。

3.6 水资源管理与智能化调度

在农村绿色水电站中,水资源管理与智能化调度依赖于人工智能技术,已成为提升运行效率与资源利用的关键手段。通过整合先进的 AI 技术,水电站能够更精准、高效地进行水资源调度,传统基于经验与固定规则的方式被摆脱。人工智能通过分析历史数据、实时监控信息以及气象数据,动态且智能化的水资源管理模型得以建立。系统实时跟踪流域内的水量变化、水库水位、降水量及用水需求等关键因素,水资源的可用性与需求被自动评估,从而实现最优的调度决策。例如,汛期时,暴雨导致的水量激增可被预测,防范措施提前得以采取,包括调节水库水位或调整发电功率,以降低洪水风险;在枯水期,流量预警通过合理分配水资源,确保各用水需求得到满足并最大化发电收益。智能化调度不仅显著提升了水资源的利用效率,减少了人为决策的误差,同时,水库管理得以优化并运营成本得以降低。此外, AI 还可辅助制定长远的水资源管理规划,评估不同方案的可行性与潜在影响,为水电站在不断变化环境中提供了更强的适应能力。

4 人工智能应用面临的挑战与解决方案

虽然人工智能的应用显著提升了农村绿色水电站的效率与管理水平,但在实际操作中,诸多挑战依然存在,尤以数据质量与采集问题为突出。人工智能系统高度依赖于大量优质数据,但数据采集不足、不准确或实时性差的问题常常困扰着农村水电站。例如,由于偏远地区基础设施的欠缺,传感器和监测设备的布置难以满足广泛性与精准性要求,数据的代表性与有效性因此受到影响。为解决这一问题,一种方式是引入高精度传感器,并利用卫星遥感技术和无人机等手段,以增加数据采集的来源,提升数据的完整性与精确性。此外,算法模型的准确性与适应性也是一项关键难点^[4]。由于农村水电站的运行环境多变,

实时变化的气象、流量与水质等因素往往使得预测模型难以完全满足新的需求。加强模型的迭代优化,利用机器学习和深度学习等技术对算法进行不断调整,已被证明是提升其适应性的一种有效手段,从而更好地满足多样化的水资源管理需求。除此之外,资金投入与技术支持的短缺,也是制约人工智能推广的瓶颈。受限于农村地区有限的资金与资源,人工智能技术的实施往往会受到影响。为此,出台支持政策、提供补贴与技术培训等措施,可以有效降低地方政府与企业的经济负担,鼓励更广泛的技术应用。与此同时,人工智能在实际应用中的安全与伦理挑战亦不容忽视。数据隐私保护,尤其是在涉及用户与环境数据时,已成为不可忽视的关键。为确保数据安全、防止泄露与滥用,需要制定严格的规范与技术防护措施。而技术与管理的有机融合同样面临挑战。人工智能的有效应用不仅需要先进的硬件与软件,还要求管理人员具备专业能力,并与科学的管理流程相配合。通过加强技术人员与管理人员的协同合作,推动跨领域的融合创新,人工智能技术的潜力将能够更好地被释放。

5 结语

人工智能技术的引入,为农村绿色水电站的运营带来了深刻的变革。借助智能化监控、数据分析、预测模型及自动化控制等手段,水电站的管理水平与运行效率显著提升。水资源调度方面的优化,不仅提升了发电效益,还在故障检测、预警系统及设备维护等领域发挥了至关重要的作用,水电站的安全性及可持续性得到了有效增强。尽管如此,人工智能在农村绿色水电站的应用依然面临数据质量、技术整合及资金投入等挑战。随着技术的持续发展与政策支持力度的加大,人工智能将在推动绿色水电站智能化运营方面发挥更大潜力。通过技术手段与管理模式的持续优化,未来农村绿色水电站的运营将变得更加高效、智能。这不仅将推动绿色能源的广泛应用,也将为乡村振兴与可持续发展目标的实现提供重要支持。

【参考文献】

- [1] 沈正,梁郁安,罗林,等.农村小水电多要素智能管理探索与实践[J].水利水电快报,2024,45(9):70-74.
 - [2] 廖佳庆,刘锋,蒋元中.农村水电站生态流量泄放视频监控监管系统研发[J].中国农村水利水电,2024(2):160-164.
 - [3] 胡江,钟金华,杨新立.智慧梯级水电站建设的探讨[J].河北水利,2023(8):43-44.
 - [4] 郑舒天.小水电站群智能调度系统的研究与实现[D].浙江:浙江工业大学,2014.
- 作者简介:张亚平(1992.11—),女,毕业院校:河北农业大学现代科技学院,大学本科,所学专业:水利水电工程,当前就职单位:河北省水务中心石津灌区事务中心,职称级别:中级。

基于大数据的建筑市场监管模式创新与智能化发展

王永安

乌鲁木齐建筑市场运行服务中心, 新疆 乌鲁木齐 830092

[摘要]随着大数据技术的快速发展,建筑市场的监管模式面临着转型的机遇。传统的监管方式存在效率低、信息滞后等问题,无法满足现代建筑行业的需求。大数据技术的应用可以实现实时监控、智能分析和精准决策,大大提升了监管效率和透明度。然而,当前大数据在建筑市场监管中的应用仍面临数据质量、技术短缺和政策滞后等挑战。解决这些问题,推动智能化发展,将为建筑市场监管提供更为高效和精准的解决方案。

[关键词]大数据;建筑市场监管;监管模式;创新与智能化

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14525

中图分类号: TP751

文献标识码: A

Innovation and Intelligent Development of Construction Market Supervision Mode Based on Big Data

WANG Yong'an

Urumqi Construction Market Operation Service Center, Urumqi, Xinjiang, 830092, China

Abstract: With the rapid development of big data technology, the regulatory model of the construction market is facing opportunities for transformation. The traditional regulatory methods have problems such as low efficiency and outdated information, which cannot meet the needs of the modern construction industry. The application of big data technology can achieve real-time monitoring, intelligent analysis, and precise decision-making, greatly improving regulatory efficiency and transparency. However, the current application of big data in the supervision of the construction market still faces challenges such as data quality, technology shortage, and policy lag. Solving these problems and promoting intelligent development will provide more efficient and accurate solutions for the supervision of the construction market.

Keywords: big data; supervision of the construction market; regulatory mode; innovation and intelligence

引言

随着信息技术的飞速发展,大数据已成为一种关键资源,并在各行各业中发挥着越来越重要的作用,建筑行业亦不例外。建筑市场的监管是确保工程质量、安全及环境保护等方面的重要环节,但长期以来,信息不对称、管理不规范以及监管手段滞后的问题一直困扰着行业。传统的监管模式依赖人工检查与纸质数据收集,导致效率低下,且监管漏洞频发,市场动态难以实时全面地反映,从而影响了监管效果。大数据技术的应用,为解决这些问题提供了全新的思路与解决路径,尤其是在提升监管效率、精确度与智能化水平方面,展示了巨大的潜力。基于大数据的建筑市场监管模式创新,通过实时数据的采集、分析与处理,能够建立一个智能化、高效、透明的监管平台,提升市场信息共享与决策支持能力。在这一过程中,各类数据,如项目管理、质量检测、施工进度等,可以通过大数据技术实现智能化整合与实时监控,从而显著提高监管效率,减少违规风险,推动建筑行业的健康发展。然而,技术、人才与政策等方面的挑战,依然存在。如何在面对这些挑战时,找到切实可行的解决方案,以实现监管模式的真正创新,已成为当前建筑市场亟待解决的难题。本文将探讨大数据如何推动建筑市场监管模式的创新,分析推动建筑

市场智能化过程中所面临的挑战,并提出相应的技术与路径优化建议,旨在为未来建筑行业的智能监管提供理论支持与实践指导。

1 大数据促进建筑市场监管模式创新的优势

大数据技术的引入,为建筑市场监管模式的创新带来了显著的优势。通过全面收集与整合各个环节的数据,监管部门得以实时监控建筑市场的动态变化,潜在的风险与问题能迅速被识别,从而大幅提高监管的效率与精度。同时,建筑市场信息的透明化得到了促进,使得行业活动更加可追溯,信息不对称的现象得到了显著减少,市场的公平性与公正性因此得以增强。此外,历史数据的分析与挖掘,为决策提供了强有力的支持,相关部门能够依据此制定更加科学与合理的政策。在提升智能化监管方面,关键作用也由大数据的应用发挥。传统的人工监管模式,已难以满足建筑市场日益复杂的需求,而大数据与人工智能、机器学习等技术结合,市场变化得以预测,并可提前进行预警,监管盲区因此被减少,市场的健康与有序发展得以确保。

2 大数据推动建筑市场智能化发展面临的挑战

2.1 数据质量与标准化问题

在推动建筑市场智能化发展的过程中,大数据的应用面临着数据质量与标准化方面的重大挑战。建筑市场涉及

的各方主体广泛,从建筑公司到设计单位、施工团队及监管部门,各方的数据来源与格式差异较大,导致了数据整合与统一的困难。不同系统之间的结构差异与缺乏统一标准,进一步阻碍了数据的有效共享与对接,从而大大降低了数据应用的效率。另外,建筑行业的数据来源复杂且多样,部分数据存在不准确、不完整或滞后的问题,尤其在项目实施的不同阶段,数据未能及时更新,信息偏差因此容易产生,进而影响了决策的准确性。与此同时,数据来源的不一致性,也是一大问题^[1]。在不同地区或类型的项目中,数据标准的差异较大,这为数据对比分析带来了偏差,使得全面评估与精准的智能化预测变得更加困难。

2.2 技术和人才的短缺

大数据推动建筑市场智能化发展面临的一个主要挑战,是技术与人才的短缺。尽管大数据技术在建筑行业具有巨大潜力,但当前建筑行业在数据处理与分析方面的技术储备仍显不足。许多企业未能拥有足够的技术能力来开发与维护大数据平台,尤其在数据采集、清洗与分析等关键环节,技术水平的差距较大,这直接影响了智能化应用的广泛普及与深入实施。此外,建筑行业对于大数据技术的应用仍为新兴领域,许多技术人员在相关专业知识与实践经验方面相对匮乏,致使技术在实际应用过程中难以得到有效实施,进而限制了智能化水平的提升。与此同时,大数据技术对专业人才的需求较高,如数据科学家与人工智能工程师等,而这些高端技术人才的数量则相对有限,建筑行业在人才引进与培养方面面临较大困难。

2.3 政策与制度的滞后性

大数据推动建筑市场智能化发展的另一个重要挑战,是政策与制度的滞后性。尽管大数据技术已在多个行业得到广泛应用,建筑行业的相关政策与法规却未能及时跟上技术发展的步伐。目前,建筑行业的现有法规主要聚焦于传统的施工管理与安全监督,而对于大数据、云计算、人工智能等新兴技术的应用,缺乏明确的法律框架与指导性政策。制度的滞后性,导致了大数据技术在建筑市场中的应用,缺少了统一的标准与规范,进而妨碍了行业的数据共享与整合。此外,部分地方政府及相关监管机构在政策执行上的不到位,也使得建筑行业在推进智能化转型过程中,面临着政策支持不足与监管难度增大的问题。

3 建筑市场智能化监管的关键技术

3.1 智能化监管平台的构建

智能化监管平台的构建,是推动建筑市场智能化发展的关键技术之一。通过整合大数据、云计算、人工智能、物联网等先进技术,该平台突破了传统监管模式的局限,实现了建筑行业全生命周期的智能化管理。为了实现这一目标,需在智能化监管平台中建立一个高度集中的数据中心,来自各个环节的信息,包括项目招投标、施工进度、质量控制、安全生产等内容,将被整合在其中。通过实时

数据采集与监控,平台能够全面追踪施工现场与企业运营的动态,施工过程中的潜在风险,如安全隐患与质量问题,得以实时监测,并在出现异常时,自动生成预警信号,相关人员可及时采取措施。与此同时,利用大数据分析技术,平台能够从海量的建筑行业数据中挖掘潜在规律,项目中的风险得以预测,并依据历史数据与分析模型,智能决策将被做出,精准的监管建议得以提供。此外,智能化监管平台还具有强大的协同工作功能,信息共享将通过与各级政府监管部门、施工企业、设计单位、监理公司等各方的合作实现,跨部门、跨领域的协同监管体系将被构建,从而提升行业的透明度与规范化水平。

3.2 数据采集与处理技术

数据采集与处理技术在建筑市场智能化监管中,占据了至关重要的地位,直接影响着智能化监管平台的整体效能。在建筑市场的智能化监管中,数据采集技术发挥着基础性作用。通过传感器、无人机、RFID 标签、视频监控等多种设备,各类信息将被实时采集,施工现场的温湿度、气候变化、施工进度、人员出勤情况以及安全隐患等,均可涵盖在内。这些数据通过无线或有线网络,传输至集中数据平台,统一处理得以完成。随着物联网技术的不断发展,建筑设备、材料及施工人员上,越来越多的传感器设备已被嵌入,从而实现全面且多维度的数据采集。在数据处理方面,采集到的数据通常是海量、异构且时效性强的,因此,需要高效的数据处理技术来进行清洗、归类及融合。冗余数据在数据预处理过程中被剔除,缺失值将得到补充,错误数据得以修正,从而确保数据的准确性与一致性^[2]。随后,借助大数据分析技术,利用数据挖掘、模式识别等方法,数据将被深入分析,从中提取有价值的信息,以支持趋势预测、风险评估等监管决策的制定。在这一过程中,数据的实时性与时效性,需特别关注,以确保平台能够及时响应现场的变化,做出迅速的反应。

3.3 智能化数据分析与决策支持

智能化数据分析与决策支持技术在建筑市场智能化监管体系中,占据着核心地位,其主要功能是对大规模、多维度的数据进行深入分析,从而提供精准的决策依据。在建筑市场监管过程中,施工进度、质量安全、人员考勤、材料采购等信息源源不断地产生。如何有效地将这些实时数据转化为有价值的知识,已成为智能化监管系统是否能够成功运作的关键因素。依赖于强大的数据处理能力,智能化数据分析技术,通过机器学习、深度学习以及自然语言处理等算法,进行模式识别、趋势预测与风险分析。例如,通过分析施工现场的实时监控数据,潜在的安全隐患,如设备故障、施工工艺问题或人员违规行为,能够被及时识别,并发出警报。同时,通过数据的聚合与关联分析,智能系统能够揭示项目进展中的潜在问题,预测可能出现的延误及成本超支风险,从而为项目管理人员提供有效的

调整建议。决策支持技术通过可视化呈现分析结果,向管理者提供直观的决策依据。这种支持不仅限于问题的发现,还能够为决策者提供多种优化路径,从而提高决策的科学性与前瞻性。

3.4 云计算与物联网在建筑监管中的融合应用

云计算与物联网技术在建筑市场智能化监管中的结合应用,标志着建筑行业监管模式的重大变革,推动了建筑管理从传统人工操作向自动化、智能化转型。通过将传感器、设备与建筑现场的物理环境实时连接,物联网实现了建筑工地的全面监控与数据采集。温湿度监测、环境噪声传感器以及施工设备状态监测系统等传感器,数据能够持续收集并反馈至物联网平台,提供建筑现场的即时信息。这些数据通过云计算平台进行集中处理、存储与分析,从而打破了传统监管模式中信息孤岛的限制,确保了数据的实时性与精确性。作为一个强大的数据处理与存储平台,云计算能够快速处理、分析与共享海量数据,并支持跨地域、跨部门的数据协同。通过云端大数据的汇集,各类建筑项目的运行状况,监管部门能够更加便捷地掌握,进行施工进度、质量检测、工程安全等方面的综合分析,及时识别潜在的风险点^[3]。物联网与云计算的融合还实现了智能预警功能,系统一旦检测到异常数据或危险指标,预警信息立即发出,通知相关人员采取必要的紧急措施。

4 基于大数据的建筑市场监管模式优化路径

4.1 加强数据安全与隐私保护

在基于大数据的建筑市场监管模式中,确保数据安全与隐私保护,成为系统可靠性与可持续发展的关键。随着建筑行业愈加依赖大数据进行信息采集、处理与分析,敏感数据如企业财务信息、员工个人资料、工程质量监测数据等,逐步在云端或其他数据库中积累并存储。若这些数据遭到泄露或攻击,可能导致企业或个人面临重大损失,并严重影响行业的正常运营与发展。为此,多层次、多维度的安全防护策略,必须被采取,以保障数据在采集、传输、存储与处理过程中的安全性,避免被篡改或盗取。强有力的身份认证机制、加密技术与访问控制措施,应被实施,以防止未经授权人员访问敏感数据。此外,全面的数据备份系统的建立,至关重要,以确保在遭遇自然灾害或突发事件时,数据能够迅速恢复。定期进行数据安全审计与漏洞扫描,有助于及时发现并修复潜在的安全风险。与此同时,相关法律法规的制定,加强也显得尤为重要。数据的使用范围、共享原则以及责任追究机制,应当被明确,从而有效保障用户的个人隐私与数据安全。

4.2 政策支持与法律框架完善

在优化基于大数据的建筑市场监管模式的路径中,完

善政策支持与法律框架,成为关键。大数据的广泛应用为建筑市场监管带来了前所未有的机会,但在此过程中,一系列法律与政策层面的挑战也随之而来。现有的法律体系常常未能跟上技术发展的步伐,尤其在数据隐私保护、信息安全及跨平台数据共享等方面的规定,尚显不足,容易导致监管的盲点。为了推动大数据技术在建筑市场监管中的深入应用,加快相关法律法规的制定与完善,亟须进行,明确数据采集、使用与共享的合法性与合规性,确保所有数据的使用不会侵犯个人与企业的合法权益^[4]。与此同时,更多有力的支持性政策,应由政府出台,鼓励企业在合法合规的框架内开展大数据技术的创新与应用,推动建筑行业信息化进程。资金支持、税收优惠、技术援助等手段,可通过政策措施实施,鼓励建筑企业采纳先进的信息技术,从而提高市场监管的效率。此外,政策还应推动跨部门、跨领域的数据共享与协作,信息孤岛应被打破,促使各方共同形成有效的监管合力。

5 结语

基于大数据的建筑市场监管模式创新与智能化发展,展现了科技在行业监管中的巨大潜力。大数据技术的深度应用,显著提高了建筑市场监管的效率、透明度与精准度,特别是在项目管理、质量控制与风险评估等领域,关键作用被发挥。尽管如此,智能化发展进程中,仍面临着数据标准化、技术适应性、人才匮乏及政策支持不足等亟待解决的问题。未来,技术研发投入的加大,应成为行业的重点,相关政策框架的完善,应得到重视,数据共享平台的建设,应加快推进。如此,建筑市场中大数据的应用价值将进一步提升,建筑行业的健康与可持续发展将得到促进,向社会提供的建筑产品与服务,将变得更加安全、高效与智能。

【参考文献】

- [1]李焰花.浅谈建筑市场监管信息化现状与优化策略[J].今日财富(中国知识产权),2021(5):83-84.
- [2]曾德珩,徐盼盼.我国建筑市场监管信息化现状与趋势分析[J].建筑经济,2018,39(6):5-9.
- [3]王景.数字化催生行业监管新模式[J].中国建设信息化,2021(8):44-47.
- [4]刘威,魏承志.建设全过程建筑市场监管公共服务平台,推动智能建造应用探索实践[J].中国建设信息化,2024(18):7-9.

作者简介:王永安(1974.6—),毕业院校:新疆职业大学,所学专业:土木工程,当前就职单位名称:乌鲁木齐建筑市场运行服务中心,就职单位职务:建筑市场科副科长,职称级别:副高职。

水电站电气工程中自动化技术的运用研究

孙旭东

河北省水务中心石津灌区事务中心土贤庄管理处, 河北 石家庄 050000

[摘要]水电站在发展的过程当中, 电气工程自动化在其中发挥着重要作用, 电气自动化将多种技术进行了融合, 整体的实用性会比较强, 对于整体水电站进行电气工程自动化节能具有重要的推动意义。相关工作在开展的过程当中, 既需要遵循先进性、环保性、安全性、可持续性的原则, 在此基础之上需要对变压器进行合理选择, 减少电能传输过程中的损耗, 对无功补偿设备进行合理设计, 针对电力电缆和低能耗光源进行合理选择, 从而可以加强节能设计的效果。

[关键词]水电站电气工程; 自动化技术; 技术运用

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14561

中图分类号: TV734

文献标识码: A

Research on the Application of Automation Technology in Electrical Engineering of Hydropower Stations

SUN Xudong

Hebei Provincial Water Affairs Center Shijin Irrigation District Affairs Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: In the development process of hydropower stations, electrical engineering automation plays an important role. Electrical automation integrates multiple technologies, and its overall practicality is relatively strong. It has important promoting significance for the overall energy-saving of electrical engineering automation in hydropower stations. In the process of carrying out relevant work, the principles of progressiveness, environmental protection, safety and sustainability should be followed. On this basis, transformers should be reasonably selected to reduce the loss of electric energy in the transmission process, reactive compensation equipment should be reasonably designed, and power cables and low-power light sources should be reasonably selected to enhance the effect of energy-saving design.

Keywords: hydroelectric power station electrical engineering; automation technology; technical application

引言

水电站作为一种清洁且可再生的能源形式, 已在全球范围内得到广泛应用。随着能源需求的不断增长以及环境保护日益成为全球关注的焦点, 水电站的建设与运营面临着更高的技术要求, 尤其是在电气工程领域。水电站的电气系统由发电机组、变电设备、调度系统等多个复杂组件构成, 其稳定运行对于电力供应的保障及发电效率的提升至关重要。传统水电站电气系统多依赖人工操作及基础控制设备, 这种方式在面对复杂的电力负荷调节与设备维护时, 容易产生操作失误或系统故障, 导致一定的风险与局限性。随着自动化技术的迅猛发展, 它为水电站电气工程的现代化提供了强有力的支持。自动化控制系统的引入, 使水电站能够实现设备的实时监控与智能调节, 从而提高系统运行效率, 减少人为错误, 确保电力系统的安全与稳定。此外, 发电负荷的动态优化、设备状态的调整, 得以通过先进的自动化系统实现, 从而降低能源损失, 提升发电经济性。随着智能化及信息化技术的持续融合, 水电站的自动化系统正朝着更高的水平发展, 已集成大数据分析、云计算与人工智能等先进技术, 进一步增强了水电站的智能管理能力与自主运行水平。因此, 对自动化技术在水电站电气工程中的应用进行研究, 不仅有助于推动水电站设

备管理的现代化, 还为清洁能源的发展及能源结构的优化提供了关键技术支持。

1 水电站电气工程自动化技术的应用意义

1.1 提高水电站工作的可靠性

在水电站电气工程中, 自动化技术对提高工作可靠性起着至关重要的作用。水电站的运行状态能够通过自动化系统实时监控与调节, 确保各环节得以高效协同与稳定运作。关键设备, 如发电机组、调速器、变压器等, 借助自动化技术实现远程监控与自动调整, 从而有效避免因人工操作失误或设备故障而造成的停机或损坏。此外, 设备运行状态的持续监测由自动化系统完成, 潜在问题能够自动识别, 并迅速采取修复或调整措施, 极大延长了设备的使用寿命, 同时提升了整体运行效率。

1.2 保障电能的输出质量

在水电站电气工程中, 自动化技术的应用对于确保电能输出质量具有至关重要的作用。随着电力需求的不断增加及电网运行环境的日益复杂, 保持电力系统的稳定性以及提供高质量电能变得愈加重要。通过精准监控与调控水电站各环节的运行状态, 自动化技术能够在水流、负荷、发电机组速度等关键参数发生波动时, 及时调整设备的运行策略, 确保电能输出的稳定性。具体而言, 水轮机的转

速与输出功率可以由自动化系统实时调节,保证发电机的电压与频率等参数始终保持在稳定范围内,避免了电压波动或电网频率不稳定等电力质量问题的出现。此外,借助智能调度与控制,负荷的动态平衡得以实现,确保水电站在不同负荷条件下仍能稳定地提供高质量的电力供应。

1.3 提高发电经济性

自动化技术在水电站电气工程中的应用对提升发电经济性产生了深远的影响。通过优化运营管理,发电效率得以最大化,同时运营成本被有效降低。水轮机组的启停、运行状态及发电负荷得以精准控制,确保水流与发电机组的匹配达到最佳效果,从而避免了设备因过度或低效运行造成的能源浪费。系统通过实时监控与智能调节,依据水源变化、负荷需求及电力市场波动,灵活调整发电计划,实现最优发电状态,减少能源浪费与无效输出^[1]。此外,设备故障率得以降低,通过预测性维护功能,设备使用寿命延长,维修与更换成本减少。与智能电网的集成也使得电力调度与分配效率得到提高,能源传输过程中的损耗得以减少。

2 水电站电气工程中应用的自动化技术

在水电站电气工程中,自动化技术的广泛应用涵盖了多个领域,显著提升了水电站的运行效率与管理水平。通过集成传感器、控制器及执行器,先进的自动化控制系统实现了对各个环节的实时监控与调节。例如,水轮机的转速、负荷调节及涡轮进水量等得以自动控制,使得水流与发电机组之间的匹配更加精确,进而优化了发电效率。设备故障检测与预测性维护中,自动化技术也发挥了重要作用。通过数据采集与智能分析,系统能够实时监控设备的运行状态,潜在故障得以预判,进而安排提前的维修与保养,有效避免了突发故障,减少了停机时间与维修成本。在电力系统中,自动化技术的作用也不可忽视,尤其在电能调度、传输与分配过程中,自动化控制系统能够精准调节电力负荷,优化电网负荷平衡,提升电能传输效率,减少能源损耗。随着智能化技术的不断进步,水电站逐步实现了远程监控与智能管理,操作人员可通过中央控制系统远程监控各个子系统的运行状态,从而减少了人工干预,提高了管理的精确度与灵活性。

3 自动化技术在水电站电气工程中的具体应用

3.1 在涡轮螺旋桨调速中的应用

在水电站电气工程中,涡轮螺旋桨调速的自动化技术发挥着至关重要的作用。作为水电站发电过程中的核心设备,涡轮螺旋桨的转速直接影响着发电效率与电能输出的稳定性。借助自动化调速技术,水流量、负荷需求及其他工况的变化能够实时调整螺旋桨的转速。该调速过程通过先进的控制系统实现,通常由传感器、调速装置、执行器及控制器等组成。涡轮的运行数据,如转速、负荷与水流量,实时由传感器采集,并传输至控制系统。自动调节器

根据实时数据与预设工作参数,自动调整螺旋桨的转速,确保其在最佳工作状态下运行。当水流量较大时,转速会自动降低,以避免过度发电与机械磨损;而当水流量较小时,转速则会自动提高,以确保充足的电力输出。自动化调速技术还能够根据电力负荷的变化,实时调节发电机组的输出功率,从而确保电能输出的质量与稳定性。

3.2 在橡胶坝系统中的应用

在水电站电气工程中,橡胶坝系统的自动化技术在水位调节与水库安全保障方面起着至关重要的作用。橡胶坝,作为一种通过充气或充水调整水位的可调结构,被广泛应用于控制水流、提高蓄水能力及应对不同水文条件下的水位调节。在传统的控制系统中,水坝的充气或排气量由操作人员手动调节。然而,随着自动化技术的进步,现代水电站已采用集成化的自动化控制系统,取代了传统的人工操作。这一系统通过在橡胶坝上安装传感器与监测设备,实时采集水库的水位、流量、坝体压力及环境条件等数据。这些数据迅速被传送至中央控制系统,依据既定的控制策略与实时信息,系统通过执行器自动调节橡胶坝的充气或排气量,从而精准控制水位波动,确保水库安全运行。

3.3 在水电站调速器中的应用

在水电站电气工程中,调速器的自动化技术对于确保水电站稳定运行及电能输出质量具有重要意义。作为水轮机控制系统的关键组件,调速器负责调节水轮机转速,以适应负荷波动并保持发电机组的最佳工作状态。传统调速器多依赖于机械装置及人工调整,然而,随着自动化技术的不断进步,现代水电站的调速器已逐渐实现高度自动化,数字化控制技术与智能算法被采用,以精确控制水轮机转速。自动化调速系统由传感器、执行器、控制器及通信设备组成,实时采集水轮机转速、负荷、流量与水头等数据的任务由传感器承担,这些信息随后被传输至中央控制系统^[2]。基于实时数据和预设控制策略,控制系统自动调整调速器的工作状态,精确调控水轮机转速及输出功率,从而确保发电机组的稳定运行。引入自动化调速器不仅提升了水电站调节的精度,还大幅度提高了系统的响应速度及可靠性。在水库水位变化或负荷波动时,迅速反应并精准调整转速的能力由自动调速器提供,避免了人工干预可能导致的延误或误操作。此外,具备自诊断功能的自动化调速系统能够实时检测设备故障、系统偏差或异常工况,报警系统通过提醒操作人员,便于及时进行维护或调整。

3.4 在水轮机控制系统中的应用

在水电站电气工程中,自动化技术在水轮机控制系统中的应用发挥着至关重要的作用,直接影响着水轮机的运行效率以及电能输出的稳定性。水轮机,作为水电站的核心设备,其运行状态必须通过精确调节转速、扭矩及输出功率来适应负荷变化。传统的水轮机控制,依赖于人工操作及机械调节,不仅效率较低,而且容易出现操作失误。

随着自动化技术的应用,现代水电站的水轮机控制系统已实现高度的自动化与智能化,数字化控制平台通过对各项参数进行实时监控与动态调整,确保了运行的高效与精确。该自动化控制系统的核心组成部分,包括传感器、执行器及控制器,传感器实时采集水轮机的转速、流量、扬程以及水库水位等关键数据,这些数据通过无线或有线网络传输至中央控制系统。在精密算法的支持下,系统依据实时数据与预设的运行策略,对水轮机的转速与负荷进行自动调节,从而确保水轮机始终处于最佳工作状态,发电效率得到提升,电网输出的稳定性也得到保证。负荷波动或外部环境变化,自动化系统能够及时应对,水轮机转速将根据需要实时调整,避免了过载或低效运行的出现,减少了能源浪费。除了这些功能外,自动化技术在水轮机控制系统中还具备自诊断与故障预警功能,系统能够在异常或设备偏差时自动检测并发出警报,操作人员便能及时采取措施,进行故障排除或必要的调整。

3.5 在电气设备中的应用

在水电站电气工程中,自动化技术对电气设备的应用具有举足轻重的作用,尤其在设备监控、控制、保护及故障诊断方面显得尤为重要。电气设备的运行状态,能够通过实时监测精准管理,变压器、发电机、断路器、母线等关键设备得以有效监控。借助智能传感器,电压、电流、频率、温度等重要参数,实时被采集并传输至中央控制系统,从而确保设备运行状态的全面了解。基于这些数据,控制系统可自动调节设备的运行状态,确保其始终处于最佳工作条件下。当异常发生时,问题能够迅速被识别并诊断,依靠自动保护机制,设备将及时停机或隔离,从而防止故障扩展并降低损失^[3]。进一步地,电气设备的维护管理,也得到了优化。集成的监控系统使得水电站工作人员能够远程获取设备的运行数据,进行深入分析与故障预测,进而在设备问题发生之前实施有效的预防性维护。此外,智能故障诊断系统不仅能即时识别故障类型,还能准确定位故障源并提供维修建议,这大大提升了设备维护效率,降低了人为错误的风险。

3.6 在安全管理中的应用

在水电站电气工程中,自动化技术在提升安全管理水平方面发挥着至关重要的作用,系统的安全性与可靠性显著得到了增强。通过智能化的安全监控与管理系统,潜在安全隐患能够实时被识别,设备故障、异常运行及环境变化等问题及时被发现。例如,智能传感器与监控系统通过自动化技术,全面监测电气设备、控制系统以及电站周围环境,确保在出现过载、短路、温度过高或设备故障等紧急情况时,保护机制能够自动启动,采取相应措施以防止事故发生。此外,操作人员的安全操作也能实时被跟踪,操作规程的遵守得到确保,从而降低了人为操作失误带来的安全风险。与此同时,自动化系统能够有效整合应急响

应机制,在突发事件发生时,应急预案将迅速执行,确保紧急停机、人员疏散、报警等关键环节得以高效、及时地展开,极大地提高了水电站的应急响应能力。

3.7 在油气水控制系统中的应用

在水电站电气工程中,自动化技术在油气水控制系统中的应用对确保设备稳定运行及延长使用寿命具有至关重要的作用。油气水控制系统的主要功能是调节和管理水轮机及其他电气设备的润滑油、冷却水与气体供应,从而保证设备在高负荷及长时间运行时的稳定性与高效性。自动化控制技术的引入使得水电站能够实现对油气水系统的全面监控与精确调节。该自动化系统通过采用先进的传感器、控制器以及远程监控设备,实时监测油、气、水的流量、压力、温度等关键参数。一旦异常被检测到,如油温过高、油压过低或水流量不稳定,警报会迅速发出,相关设备会通过自动调节进行补充和调整,或启用备用系统进行干预,从而有效防止设备因润滑不足或冷却不当而导致故障或损坏。此外,油气水的使用效率亦能通过自动化技术得到提高,减少不必要的浪费,整体运行成本有效降低。

4 自动化技术在水电站电气工程中的应用趋势

随着科技的快速发展,自动化技术在水电站电气工程中的应用呈现出智能化、集成化与高效化的明显趋势。水电站的管理平台正逐步向一体化目标迈进,自动化技术与信息技术的深度融合使得各子系统之间实现了数据共享与协同工作,从而提升了整体管理效率及响应速度。通过将自动化设备与控制系统进行集成,实时监控运行参数,水电站能够及时识别并处理潜在问题,显著增强了电站的可靠性与安全性。与此同时,自动化与智能化复合技术的创新正在成为电气工程领域的新发展方向。智能传感器、物联网(IoT)、大数据分析及人工智能(AI)等先进技术的应用,使得水电站在设备管理与运营过程中能够进行更加精确的预测与优化,从而提高整体运营效能^[4]。基于大数据分析的故障预测系统,设备潜在故障风险可提前发现,停机时间减少,并能有效避免不必要的维修费用。此外,智能调度系统与自适应控制算法结合实时数据,水源情况与负荷需求能自动调节水轮机的运行状态与发电负荷,从而最大化发电效益并减少能耗。未来,水电站电气工程的自动化技术将在系统集成与智能控制方面进一步深化,推动电站管理模式从传统的人工操作向全面自动化、智能化的现代化管理转型。

5 结语

自动化技术在水电站电气工程中的应用,显著提升了系统的效率与安全性。通过采用先进的自动化控制手段,水电站能够实现更加智能和精确的操作,从而减少人为失误,增强设备的稳定性与经济性。随着技术的持续进步,未来,水电站的运营水平将在自动化的进一步优化下得到

提升,资源利用效率将显著提高,运行成本得以降低,并且电力供应的安全与稳定得到保障。自动化技术的广泛应用,不仅推动了水电站的可持续发展,还将引领能源行业朝着更加高效与绿色的方向迈进。

[参考文献]

- [1]谭承真.水电站电气工程自动化技术及其应用[J].工程技术研究,2024,9(13):81-83.
[2]陈正国,王文.水电站电气工程中自动化技术的运用研

究[J].低碳世界,2023,13(7):67-69.

[3]赵楠.水电站电气工程自动化技术的应用探讨[J].造纸装备及材料,2022,51(5):54-56.

[4]程浩.探讨电气工程自动化技术在水电站的应用[J].内蒙古水利,2018(7):68-69.

作者简介:孙旭东(1997.7—),男,毕业院校:河北农业大学,所学专业:水利水电工程,当前就职单位:河北省水务中心石津灌区事务中心,职称级别:助理工程师。

高层住宅地下室渗漏的原因及防治措施研究

王利锋¹ 时东厦² 刘义²

1. 奉贤区建设工程安全质量监督站, 上海 201400

2. 中国建筑第八工程局有限公司, 上海 201400

[摘要]随着城市中人口的不断增多, 城市中高层建筑项目得到飞速发展, 在高层建筑中, 地下室是重要的组成部分之一, 在地下室施工过程中, 不仅要满足功能需求, 还需要在质量上保证其防水性、耐久性和稳定性。文章主要分析了高层住宅地下室的渗漏问题, 探讨了造成高层住宅地下室渗漏的原因和防治措施, 为我国高层建筑施工中的地下室施工工作提供参考。

[关键词]高层住宅地下室; 渗漏的原因; 防治措施

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14570

中图分类号: TU94

文献标识码: A

Research on the Causes and Prevention Measures of Basement Leakage in High-rise Residential Buildings

WANG Lifeng¹, SHI Dongxia², LIU Yi²

1. Fengxian District Construction Engineering Safety and Quality Supervision Station, Shanghai, 201400, China

2. China Construction Eighth Engineering Division Corp., Ltd., Shanghai, 201400, China

Abstract: With the continuous increase of population in cities, high-rise building projects have developed rapidly. In high-rise buildings, basements are one of the important components. During the construction process of basements, it is not only necessary to meet functional requirements, but also to ensure their waterproofing, durability, and stability in terms of quality. The article mainly analyzes the leakage problem in the basement of high-rise residential buildings, explores the causes and prevention measures of basement leakage in high-rise residential buildings, and provides reference for basement construction work in high-rise building construction in China.

Keywords: high-rise residential basement; causes for leakage; prevention measures

引言

高层住宅地下室作为建筑的重要组成部分, 承担着停车、储物以及设备维护等多种功能。然而, 由于地下水位上升、雨水渗透及施工质量等因素, 地下室的渗漏问题日趋严重。不仅居住的舒适性因此受到了影响, 建筑结构的安全也可能因此受到威胁, 进而影响整栋建筑的使用寿命。因此, 研究高层住宅地下室渗漏的原因与防治措施显得尤为关键。随着城市化进程的加速, 高层建筑逐渐成为城市发展的象征, 而地下室的功能需求也日益增长, 这对防水设计与施工提出了更高的要求。当前, 许多高层住宅在设计、施工及材料选择等方面暴露出了诸多问题, 导致地下室渗漏现象频繁出现。通过对这些现象的分析, 可以归纳出几个主要原因: 工程建设管理力度不够、施工质量未达标、设计不合理以及材料使用不符合要求。为有效应对这些问题, 深入研究不仅可以为改进现有的建设管理和施工实践提供科学依据, 还能够为制定更为合理的防治措施奠定基础。要解决高层住宅地下室渗漏问题, 应从源头入手。设计的优化必须进行, 施工质量的提升也至关重要, 材料管理的严格控制同样不可忽视。此外, 加强管理制度也是不可或缺的。通过系统化的分析与研究, 针对性地提出切实可行的

的防治措施, 将大大提高地下室的防水性能, 居民生活质量因此得以保障, 建筑结构安全也能得到进一步维护。

1 高层住宅地下室渗漏的防治意义

高层住宅地下室渗漏的防治意义不容忽视, 建筑的安全性、使用功能以及住户的生活质量均与此息息相关。作为建筑的一部分, 地下室不仅承担着停车、储物及设备机房等多种功能, 一旦出现渗漏, 随之而来的将是水渍与霉菌问题, 室内环境因此受到严重影响, 甚至引发健康隐患。此外, 渗漏可能导致建筑结构的损害, 墙体和地基的腐蚀与破坏由此发生, 更严重的安全事故或因此产生。有效防治地下室渗漏的必要性因此变得尤为重要, 保护建筑结构, 延长其使用寿命从而得以实现, 同时居民的生活舒适度与安全感也能大幅提升。从经济角度来看, 渗漏的防治不仅能够降低维修与翻修的高昂成本, 资源浪费也可因此减少。防水设计与施工质量的提高, 使得房地产市场价值增加, 购房者信心因此增强。

2 地下室漏水现象

2.1 地下室墙面主体裂缝

地下室墙面主体裂缝作为漏水现象中常见的表现, 通常由建筑结构的变形、沉降或温度变化等因素所引发。随着时间的推移, 裂缝逐渐扩展, 地下水便会渗入墙体, 导

致渗漏问题的产生。尤其是在雨季或地下水位上升时,裂缝的存在使得水分更易侵入,墙体的潮湿和霉变由此加剧。此外,墙面主体裂缝不仅会影响地下室的使用功能,还可能加速周围材料的老化与损坏,建筑的整体安全甚至因此受到威胁。及时对这些裂缝进行发现与处理,对于有效防止地下室漏水至关重要。

2.2 地下室出现渗漏

在许多高层住宅中,地下室渗漏现象较为常见,墙面、地面或天花板上经常可见水渍、潮湿或滴水。这种渗漏不仅对地下室的使用功能产生不良影响,对建筑整体结构安全的威胁也不容忽视。地下水位上升、降雨时水流侵入,以及施工质量不达标,是造成渗漏的主要原因。特别是在多雨季节,地下水压力的增加使得渗漏问题更加严重^[1]。若不及时处理,霉变、异味以及设备损坏、财产损失等问题便可能随之而来。长期存在的渗漏不仅会导致墙体、地面剥落或变形,地下室的居住和使用环境也因此受到更大影响。

3 高层住宅地下室发生渗漏的原因

3.1 工程建设管理力度不够

高层住宅地下室渗漏的主要原因之一,正是工程建设管理力度的不足。施工质量得不到保证,往往是因为在工程建设过程中,管理环节存在松懈。特别是在地下室防水与排水系统的设计与实施上,许多施工单位未严格遵循相关规范,防水材料选择不当或施工工艺不规范的现象时有发生。工人对施工要求理解不到位,管理不严的施工现场,容易导致工序的遗漏或错误,从而影响防水效果。施工过程中出现的问题未能及时被管理人员发现与纠正,也是渗漏风险增加的一个重要因素。此外,受制于追求进度与成本控制的压力,施工单位可能在材料与工艺上妥协,低质量防水材料的使用或必要检测与验收的忽视,往往会导致地下室在使用中出现渗漏问题。

3.2 高层建筑施工质量不达标

高层住宅地下室渗漏的关键因素之一是施工质量未达标。地下室防水系统未能满足设计要求,往往是由于施工过程中多个环节的管理与执行不够严密。混凝土配比及浇筑过程中的技术规范若出现偏差,墙体和地面极易因为强度不足或浇筑不均匀而产生裂缝,渗漏隐患也因此而增加。防水材料的选择不当及施工工艺的错误应用,是导致渗漏的另一个重要原因。防水涂料厚度若未达到标准,或防水卷材搭接不够严密,防水层的失效便会随之发生。施工人员的专业技能与经验也与施工质量息息相关,缺乏充分培训的操作工人往往忽视细节,未能严格按照规范执行。此外,施工过程中外界环境因素——如气候变化、土壤性质及地下水位变化的影响——往往被忽略,进一步削弱了施工质量的保障。

3.3 高层住宅工程设计不合理

高层住宅地下室渗漏的一个重要原因在于设计不合理。地下室的整体防水性能,直接受到设计阶段决策的影

响。若未充分考虑环境因素及建筑物的实际使用需求,防水体系、排水系统与防潮措施便容易出现隐患。地下水位、土壤渗透性及气候条件等因素,若未在设计初期经过详尽勘察与分析,有效排水及防水的措施往往无法得到保障。例如,排水坡度的规划若不合理,某些区域可能因水流受阻而积水,渗漏的风险因此增加。防水材料的选择与配置也至关重要,若缺乏科学依据,使用过程中早期老化或失效的情况将会发生,导致防水效果大打折扣。设计图纸若未能充分体现施工工艺要求,设计意图在施工过程中也可能无法准确实施,从而导致设计与施工之间的脱节,进一步影响防水效果。

3.4 不合格材料的应用

不合格建筑材料的使用是高层住宅地下室渗漏的主要原因之一。施工中所用材料的质量,直接决定了工程的安全性与耐久性。若在关键材料如防水层、混凝土和砂浆中使用了低质量或不合格产品,防水性能必然会受到影响,易遭受外部环境的侵蚀。例如,抗渗透能力未达标的劣质防水材料,在长时间的水压和湿度作用下,可能会开裂、剥落或失去弹性,导致渗漏问题的出现。不合格混凝土的使用,常伴随气泡、裂缝等缺陷,其密实度和抗压强度也因此大幅降低,进而影响结构的稳固性^[2]。材料的选用过程中,若缺乏严格的质量控制和检测程序,不合格产品很可能流入施工现场,从而大大增加了渗漏的风险。此外,为了降低成本而选择廉价材料的做法,有时也被施工单位采纳,材料质量的标准因此被忽视。这种短视行为不仅对工程的长期使用性能造成影响,也会给后续的维修与管理带来不必要的负担。

4 高层住宅地下室渗漏的防水措施

4.1 对管理制度实施优化

在高层住宅地下室渗漏的防水措施中,优化管理制度的实施被视为尤为重要。科学合理的管理体系应被建立,明确各部门的职责,确保防水工程的各个环节都能够得到有效监督。自设计阶段开始,防水方案需由专业人员进行全面审核,以确保其符合国家标准与行业规范。在施工过程中,加强现场管理至关重要,施工团队必须严格遵循既定的技术规范,确保每个细节得到充分关注。施工人员的防水知识培训也应被定期开展,以便他们掌握最新的防水技术及材料的正确使用,从而提升其专业素养。材料采购环节,管理的强化同样不可忽视,防水材料的质量标准必须严格遵守,任何材料不达标的现象都应被杜绝。材料验收制度也需严格执行,所有进场材料都必须通过质量检验,确保其具备合格证书及符合相关技术参数。防水工程的实施过程中,定期检查与评估机制应被设立,以便及时监测防水效果,并根据实际情况调整相关措施。通过建立反馈机制,可以有效发现并解决潜在问题,从而为后续项目积累经验,持续优化防水管理体系。

4.2 严格按照规范操作要求进行防水处理

在高层住宅地下室的防水措施中,严格按照规范要求

进行防水处理是尤为重要的。防水工程的设计必须依据国家及地方相关标准,确保所选防水材料、施工工艺与技术措施符合规范要求。设计图纸及技术标准应在施工过程中被严格执行,尤其是在基层处理、材料配比及施工厚度方面,确保施工质量能够达到预期目标。专业培训应由施工人员接受,防水施工的具体要求与操作流程需被掌握,以确保每一个步骤都严谨无误。在防水层施工之前,基层的清理与处理是不可忽视的。保持基层表面的干燥、平整,并确保其无油污、杂物及松散物,对于防水材料的良好附着至关重要。防水材料的涂布过程中,需严格遵守规范,以保证涂层的均匀和连续。特别是节点及缝隙处的处理,需进行加强,防止局部薄弱点导致渗漏的风险。对于焊接或粘接的接缝,处理过程需特别小心,以确保不存在任何漏水隐患。防水施工完成后,必要的养护工作也应被及时开展,以提升防水层的整体性能^[3]。在施工的整个过程中,监督与检查的作用同样不可忽视。专门的质量检查人员应被指定,对防水施工进行全程监督,确保每项操作均符合规范要求。施工结束后,对防水效果进行检测,以确保无渗漏现象存在,也应成为工程的一部分。

4.3 进行防渗漏的设计优化

在高层住宅地下室渗漏的防水措施中,优化防渗漏设计显得尤为关键。设计阶段的合理性与科学性直接关系到防水系统的整体效果。在规划地下室防水设计时,地下水位、土壤性质、气候条件及建筑物的使用功能等因素,均需被充分考虑。防水设计应遵循“自上而下”的原则,通过建筑结构本身优先实施防水设计,以合理的建筑构造形式及材料选择来提升地下室的整体防水能力。例如,合理的防水层可设置在地下室外墙,选用高性能防水材料,并在墙体与地基交接处设计适当的防水结构,以增强防水效果。同时,有效的排水系统应在设计过程中被引入,以降低地下水对建筑结构的影响。合理布置的排水系统不仅能够及时排除积水,还能减轻地下水对防水层的压力,从而降低渗漏风险。排水管道的合理走向及位置需在设计中考虑,以确保排水系统的高效性与稳定性。此外,集水井、渗水管道等设施的设置将进一步增强地下室的防水性能。在设计时,施工缝、伸缩缝及各类接口等关键部位,应重点处理,以确保这些部位得到充分的防水保护,防止因缝隙渗漏而引发水害问题。在优化设计过程中,现代科技手段如 BIM 技术的应用,能够在设计阶段进行三维模拟与分析,以识别潜在渗漏风险并进行相应调整。

4.4 提升施工材料的检查力度

在高层住宅地下室防水措施中,加强施工材料的检查至关重要,确保材料的质量与适用性对防水效果的保障有着直接影响。在施工过程中,严格的材料采购与验收制度应建立,对所有防水材料进行全面质量检测。防水涂料、卷材及密封剂等材料必须具备合格的生产标准及相关检

验报告,特别是关键材料,确保其符合国家或行业标准,以防止因材料质量不达标而导致的渗漏。材料入场后,需详细检查其外观、规格及性能,以确认是否存在破损、变质或超期使用的情况。此外,定期开展材料存储与管理的培训,应成为一项重要措施,以提高施工人员的质量意识,确保材料在存储期间不受潮或污染,并保持良好的状态,便于后续使用。在施工过程中,材料的使用与配比应受到严格控制,以确保每批材料符合设计要求与施工规范,从而实现最佳防水效果^[4]。在施工实施阶段,材料使用过程的实时监督应由专业技术人员负责,以确保施工人员严格按照操作规程进行施工,避免因不当使用导致防水层失效。

5 结语

对高层住宅地下室渗漏原因及防治措施的深入研究揭示了影响渗漏现象的主要因素,包括施工质量、设计合理性、材料选用及管理体系等。针对这些问题,提出了一系列切实可行的防治措施,涵盖优化设计方案、严格把控材料质量、加强施工管理及完善相关制度。作为高层住宅的重要组成部分,地下室的防水性能直接影响建筑的整体安全与使用寿命。对地下室的防水设计与施工的重视,不仅是提升居住环境质量必要条件,也是实现建筑可持续发展的重要举措。随着城市化进程的加快及高层建筑数量的不断增加,地下室渗漏问题仍需引起高度重视。各相关单位应携手合作,持续完善技术规范与管理措施,强化行业培训与技术交流,以确保高层住宅地下室的建设质量不断提升。通过不断地研究与实践,为广大居民提供更加安全、舒适的居住环境,必将为城市的健康发展贡献力量。

【参考文献】

- [1]曹作刚.高层住宅地下室渗漏的原因及防治措施[J].居舍,2019(30):3.
 - [2]胡帅.高层住宅地下室渗漏的原因及防治措施[J].四川水泥,2019(10):178.
 - [3]唐朝辉.高层住宅地下室渗漏的原因及防治措施研究[J].建材与装饰,2018(52):18-19.
 - [4]王光添.高层住宅地下室渗漏的原因及防治措施[J].河南建材,2018(4):207-208.
- 作者简介:王利锋(1975.1—),男,毕业于华南理工大学,学历:本科,所学专业:工业与民用建筑,就职单位:上海市奉贤区建设工程安全质量监督站,职务:巡查科长,年限:3年,目前职称:高级工程师;时东厦(1993.3—),男,毕业院校:西南交通大学,学历:本科,所学专业:土木工程,当前就职单位:中国建筑第八工程局有限公司,职务及所在职务的年限:目前技术负责人,1年,职称级别:中级工程师;刘义(1996.11—),男,毕业院校:苏州科技大学,学历:本科,专业:土木工程,就职单位:中国建筑第八工程局有限公司,职务及所在年限:项目总工1年,职称:助理工程师。

浅谈土木工程施工技术的重要作用及创新初探

宗力军

中电科建设发展有限公司, 河北 石家庄 050299

[摘要] 土木工程的施工技术必须受到技术人员的高度重视, 土木工程项目是一种系统性的建筑工程, 在建筑业的发展中起着重要作用。但是当前的土木工程建设过程中仍然存在许多问题, 这些问题直接影响建筑物的整体质量和后续使用的效果, 项目技术人员必须指导和科学改进土木工程项目, 以取得良好的施工效果。工程施工技术人员需要深入了解土木工程施工技术对建筑质量和建筑使用效果的重要性, 进行土木工程施工技术的高效创新。

[关键词] 土木工程; 施工技术; 重要作用; 创新

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14562

中图分类号: U448.2

文献标识码: A

Brief Discussion on the Important Role and Innovation of Civil Engineering Construction Technology

ZONG Lijun

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

Abstract: The construction technology of civil engineering must be highly valued by technical personnel. Civil engineering projects are systematic construction projects that play an important role in the development of the construction industry. However, there are still many problems in the current process of civil engineering construction, which directly affect the overall quality and subsequent use of buildings. Project technicians must guide and scientifically improve civil engineering projects to achieve good construction results. Engineering construction technicians need to have a deep understanding of the importance of civil engineering construction technology for building quality and effectiveness, and carry out efficient innovation in civil engineering construction technology.

Keywords: civil engineering; construction technology; important role; innovation

引言

在当今快速发展的社会中, 土木工程施工技术作为建筑行业的核心组成部分, 其重要性不可替代。随着城市化进程的加速, 基础设施需求日益增加, 土木工程面临着施工效率、成本控制及安全管理等多重挑战。直接影响工程项目质量与进度的, 正是施工技术, 同时涉及资源的合理利用及环境的可持续发展。因此, 施工技术水平与效率的提升, 已成为行业发展的重要课题。近年来, 各类新材料、新设备及新工艺的应用, 源于科技的迅猛发展, 为土木工程施工带来了革命性的变革。例如, BIM(建筑信息模型)技术的推广, 使设计与施工之间的协调性与信息共享效率大幅提高, 而智能化施工设备的引入, 则显著增强了施工的自动化与安全性。这些创新不仅优化了施工流程, 还推动了土木工程技术的不断进步。

针对土木工程施工技术的重要作用及其创新路径的深入研究, 具有重要的理论意义, 且能够提升实际工程的整体质量与效率, 从而助力建筑行业的可持续发展。对施工技术进行创新探索, 势在必行, 值得广泛关注与深入研究。

1 土木工程建筑施工技术的重要作用

土木工程建筑施工技术在现代工程建设中发挥着至关重要的作用, 其核心体现在多个方面, 如提升施工效率、推动施工自动化、降低能源消耗及促进技术创新。通过不

断引入高效的施工方法与设备, 整体作业速度显著加快, 工期延误的风险也得以减少, 资源的分配与利用得到了优化。施工自动化水平的提升使大量传统手工作业被自动化设备取代, 这不仅提高了施工的精准度, 还降低了人工成本及人为失误的风险。在能源消耗方面, 施工流程的优化与节能技术及材料的引入, 使得施工过程中的能源使用得到有效控制, 从而实现资源的节约与环境影响的减少。与此同时, 土木工程施工技术的持续更新与优化, 为整个行业的创新发展注入了强劲动力。新型技术的应用与研发显著提升了工程的质量、效率与环保性, 为土木工程行业的长远发展奠定了坚实基础。改变传统施工模式的, 这些技术不仅为行业创造了更多可持续发展的机会, 同时也推动了整个工程领域向智能化、绿色化及高效化的方向迈进。

2 土木工程施工技术存在的问题

2.1 施工管理有效性的缺失

在土木工程施工技术的应用过程中, 施工管理有效性的缺失, 成为一个突出的问题, 直接影响着工程的整体质量与进度。施工管理常常缺乏系统性与科学性, 导致各个环节之间的协调性不足, 信息传递不畅, 资源配置也显得不合理。在大型工程中, 管理者若无法有效整合人力、物资及设备, 施工现场的复杂性与多变性使得进度滞后或资源浪费的现象频繁发生。此外, 在施工管理中, 质量控制

的重视程度不足,严格的监督与检查机制的缺乏,使得施工标准难以落实,工程质量无法得到有效保障^[1]。在人员管理方面,施工团队内部职责分工不明确、工作流程混乱以及现场指挥不当的情况,进一步加剧了施工过程中的不确定性,进而增加了工程的潜在风险。

2.2 施工技术的实践性考虑不足

在土木工程施工技术的实际应用中,常常面临实践性考虑不足的问题。这一问题导致技术在落地时,无法充分适应复杂的施工环境。许多施工技术在设计阶段,过于侧重理论上的可行性与创新性,忽视了施工现场的实际条件,例如地质环境、气候变化及施工设备的局限性。技术应用脱离实际需求时,具体操作中容易遇到障碍,难以实现预期效果。此外,技术方案的制定,往往未能充分考虑施工过程中可能出现的不确定因素及突发状况。缺乏灵活性与应变能力,使得施工技术在多变的环境中,难以发挥应有的效能。

2.3 施工人员综合素质有待提升

在土木工程施工过程中,施工人员的综合素质不足,成为一个显著问题。这一问题直接影响着工程的质量与安全。施工人员不仅应掌握专业技术知识,还需具备良好的沟通能力、团队合作精神及应对突发状况的能力。然而,在技术培训及职业素养方面,许多施工人员的投入不足,导致在复杂施工环境中,任务的有效执行变得困难。此外,由于施工行业流动性较大,人员素质参差不齐,新入职员工往往对施工流程、标准及安全规范缺乏深入了解,操作失误及安全隐患易因此引发。面对现代化施工要求时,部分施工人员对新技术与新材料的适应能力有限,难以满足工程项目的高标准与严格要求。

3 土木工程施工技术的创新路径分析

3.1 施工管理机制的完善与创新

3.1.1 相关法律法规及政策文件的完善

在对土木工程施工技术的创新路径进行分析时,完善与创新施工管理机制的重要性不言而喻。与此相关的法律法规及政策文件的更新,为这一机制的有效实施提供了必要保障。然而,目前土木工程领域的法律法规和政策文件相对滞后,难以适应快速发展的技术环境与市场需求。这一现状导致施工管理中存在诸多模糊地带,责任不明确、监管乏力,从而影响工程的质量与安全。因此,有必要对现有法律法规进行系统性梳理与更新,以确保其涵盖施工过程的各个环节,并明确施工单位、监理单位及相关责任人的法律责任。此外,政策文件的完善应关注行业整体发展趋势,鼓励新技术的应用与推广,从而为施工管理机制的创新提供政策支持^[2]。例如,针对新兴施工技术的推广,应建立相应的法律框架与标准,以确保在合法合规的基础上,促进技术的应用。同时,政策的引导作用亦不容忽视,激励措施可通过鼓励企业在施工管理中引入智能化、信息化手段,提升管理效率与施工质量。

3.1.2 工程项目施工管理机制的完善创新

在土木工程施工技术的创新路径中,至关重要的是完善与创新工程项目施工管理机制。随着工程规模的不断扩大以及施工环境的日益复杂,传统管理模式已无法有效满足现代工程建设的需求。因此,显得尤为必要的是建立更科学、系统的施工管理机制,以确保工程项目的高效实施及资源的合理配置。应实现全过程的动态监控,项目管理需强化从计划、实施到验收各个阶段的信息共享与数据分析。信息化管理平台的引入,能够实现实时监控与反馈,从而及时识别并解决潜在问题。此外,建立多层次的沟通协调机制也同样重要,以确保各参与方之间的信息畅通,减少因沟通不畅而引发的误解与冲突。项目管理团队的专业素质与综合能力的强化,亦为提升管理水平的关键所在。管理人员不仅需具备扎实的专业知识,还应拥有良好的组织、协调与应变能力,以适应快速变化的施工环境。

3.2 施工技术的完善与创新分析

3.2.1 地基施工技术的创新

在土木工程施工技术的完善与发展中,地基施工技术的创新扮演着核心角色。其重要性不仅体现在提升施工质量与效率,更直接关系到整个建筑物的安全性与稳定性。受到施工环境与技术手段限制,传统地基施工技术常常面临挑战,这可能导致地基承载力不足或沉降不均等问题。随着新材料与新设备的不断涌现,现代地基施工技术逐步采用先进方法,例如深基坑支护技术、地基加固技术以及复合地基技术等。通过精确的工程设计与科学的施工方式,这些创新技术显著增强了地基的承载能力与稳定性,确保了建筑物的长期使用安全。同时,现代科技的引入,如数值模拟技术与无人机监测,使得地基施工的监测与评估更加精准高效。在施工过程中,施工方案能够实时调整,以降低潜在风险。

3.2.2 预应力技术的创新

在土木工程施工技术的完善与发展中,预应力技术的创新至关重要。通过在混凝土构件中施加预先的压应力,有效地提升了结构的承载能力与耐久性。承受荷载时,传统混凝土结构容易产生裂缝与变形,而预应力技术通过在构件中引入内力,实现了应力的合理分配,显著降低了这些问题的发生率。近年来,随着材料科学与施工技术的进步,预应力技术经历了多次革新。例如,采用高强度钢绞线与新型混凝土材料,预应力构件的性能与经济性得到了有效提升。此外,智能监测技术的应用使得预应力结构在施工及后期使用阶段的状态监测更加高效与精准^[3]。实时数据分析能够及时识别并解决潜在的安全隐患,确保了结构的长期稳定性。

3.2.3 灌注技术的创新

在土木工程施工中,灌注技术的创新具有重要意义,尤其是在基础工程与地基处理领域。传统的灌注方法在材料的均匀性、流动性及固化性能方面存在一定的局限,容易导致灌注效果不佳及施工质量不稳定。近年来,随着材料科技的

进步与施工设备的升级,新型灌注材料与高效灌注设备的广泛应用,使得灌注技术得到了显著提升。自流平混凝土与改性水泥浆等新型材料的采用,不仅改善了流动性,还增强了抗渗透性与耐久性,从而提升了结构的整体质量。灌注工艺的优化,如多点灌注及分层灌注技术的引入,使得材料的分布与固化过程得到了更有效的控制,确保了灌注体的密实性与均匀性。同时,现代信息技术的应用使得对灌注过程中压力、温度等关键参数的实时监测成为可能,为施工管理提供了数据支持,进一步提升了灌注工艺的可靠性与安全性。

3.2.4 桩基技术的完善与创新

桩基技术的创新与完善在土木工程施工中发挥着至关重要的作用,特别是在承载能力及适应复杂地质条件方面。传统桩基施工方法常常面临效率与质量的限制,这使得现代工程对桩基的严格要求难以满足。随着工程技术的不断进步,桩基技术已实现多项创新。例如,新型桩材的应用,如高强度混凝土与复合材料,不仅提升了桩基的承载能力,还减轻了桩基的自重,从而在设计中提供了更大的灵活性。智能施工设备的引入,包括静压桩机与振动桩机,使得桩基施工的精度与效率显著提升,并降低了对周围环境的影响,尤其在城市密集区域施工时,其效果尤为明显。同时,基于数值模拟与计算机辅助设计的桩基设计技术,使得在施工前进行全面的分析与优化成为可能,进而提升了设计的合理性与安全性。

3.2.5 钢结构技术的创新

钢结构技术的创新在土木工程施工中具有重要意义,特别是在现代建筑设计中越来越受到重视。随着钢材生产工艺的不断进步与计算机技术的发展,钢结构的设计与施工方法显著提升。新型高强度钢材的应用,不仅增强了钢结构的承载能力,还减轻了整体自重,从而拓展了建筑设计的可能性。此外,预制化与模块化施工方法的广泛采用,使得现场施工的复杂性 with 时间显著降低,提高了施工效率,并使工艺质量的控制变得更加容易。智能化施工技术的引入,如BIM(建筑信息模型)技术,使得钢结构的设计、分析及施工过程更加精准高效。通过在施工前进行全面的模拟与优化,潜在问题能够被及早识别,从而降低施工风险。同时,监测技术的进步,为钢结构的安全性提供了保障。实时监控在使用结构中结构的变形与应力等参数,确保了其安全性与可靠性。

3.3 施工过程的完善与创新

施工过程的完善与创新在土木工程中至关重要,直接影响着项目的整体效率、质量及安全性。随着技术的进步,现代施工逐渐朝着智能化、数字化与自动化的方向发展,显著提升了施工管理的水平。信息化管理系统的引入,使得数据的收集与分析变得更加高效。通过实时监控施工现场的各项指标,例如进度、资源消耗与安全状况,施工计划能够及时得到调整,资源配置得以优化。BIM(建筑信息模型)技术的应用,促进了各专业之间的紧密协作。借助三维模型的可视化功能,施工人员能够在实际施工前进行详细计划与

模拟,从而减少现场施工中的冲突与误差^[4]。自动化施工设备的引入,如无人机与机器人,能够在高风险或复杂环境中执行任务,减轻人工操作的压力,提高了安全性与施工精度。同时,新型材料的采用,例如自愈混凝土与高性能混凝土,进一步增强了工程的耐久性,降低了后期的维护成本。

3.4 施工材料设备的完善与创新

施工材料与设备的创新与完善在土木工程中具有深远的影响,不仅提升了施工效率,更改善了工程的质量与可持续性。近年来,随着新材料科学的迅速发展,越来越多的高性能及环保材料被应用于施工过程中。例如,复合材料与自愈混凝土的使用,增强了结构的承载能力,同时降低了对环境的影响。通过这些新型材料的引入,施工过程得以更为高效,施工时间与成本均得以减少。施工设备的技术革新同样不可忽视。智能化施工机械的使用,如自动混凝土泵、智能起重机及无人机,使得施工操作变得更加精确,安全性与工作效率得以提升。集成传感器与数据分析技术的应用,允许这些设备实时监测施工状态,优化作业流程,减少人力需求,并降低施工过程中的潜在安全隐患。此外,数字化施工管理工具的广泛应用,促进了材料采购、库存管理与施工进度实时监控,从而整体管理的效率得以提高。

4 结语

土木工程施工技术在建筑行业具有至关重要的地位,其关键性体现在多个方面,包括提升施工效率、保障工程质量与促进资源的可持续利用。随着科技的不断演进,创新的施工技术不仅为解决传统施工中的问题提供了有效方案,也为未来的工程项目注入了新的活力。通过引入先进的材料、设备以及数字化管理工具,施工的整体水平得以不断提升。展望未来,施工技术将向更加智能化与自动化的方向发展,随着人工智能、物联网等新兴技术的进一步发展,这将极大地推动土木工程行业的转型与升级。为应对日益复杂的工程挑战,相关领域的研究者与从业者需不断进行探索与实践,推动施工技术的创新与发展,以实现可持续建设目标。唯有通过持续的创新与优化,才能确保土木工程在经济、环境与社会三方面的协调发展,更好地服务于人类社会的进步与繁荣。

【参考文献】

- [1] 宋海辉. 土木工程施工技术的重要作用及创新初探[J]. 四川建材, 2024, 50(7): 141-143.
- [2] 杨发强. 土木工程施工技术中存在的问题与创新探究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(13): 217-219.
- [3] 胡国辉. 土木工程施工技术中存在的问题与创新[J]. 住宅与房地产, 2020(9): 186.
- [4] 王彬. 关于土木工程施工技术的创新及发展分析[J]. 门窗, 2019(10): 75-79.

作者简介: 宗力军(1988.2—), 男, 毕业院校: 天津大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 中电科建设发展有限公司, 职务: 项目经理, 职称: 工程师(中级)。

市政工程施工进度的管理与控制策略研究

张 争

长阳清江投资发展有限公司, 湖北 宜昌 443500

[摘要] 市政工程的施工进度对于城市建设和社会发展的稳定性具有至关重要的影响。然而, 由于施工过程中存在的复杂因素, 使得施工进度管理与控制的难度不断提高。因此, 深入研究施工进度的管理与控制策略对于市政工程管理具有重要的意义。本论文基于工程管理理论, 结合具体案例, 详细研究了施工进度的管理与控制策略, 提出了一套有效的施工进度管理与控制策略。研究结果表明, 合理的施工进度管理与控制策略能够有效提高工程项目的施工效率, 降低工程成本, 并降低工程风险, 大大提高工程的竣工水平, 对于保证市政工程的顺利进行具有重要的指导意义。同时, 文中的研究成果对于其他类型工程项目的施工进度管理也具有一定的参考价值。

[关键词] 市政工程; 施工进度管理; 控制策略; 工程管理理论; 工程项目效率

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14580

中图分类号: TV5

文献标识码: A

Research on Management and Control Strategies for Construction Progress of Municipal Engineering

ZHANG Zheng

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

Abstract: The construction progress of municipal engineering has a crucial impact on the stability of urban construction and social development. However, due to the complex factors present during the construction process, the difficulty of managing and controlling construction progress continues to increase. Therefore, in-depth research on the management and control strategies of construction progress is of great significance for municipal engineering management. This paper is based on engineering management theory and combines specific cases to study in detail the management and control strategies of construction progress, and proposes an effective set of construction progress management and control strategies. The research results indicate that reasonable construction schedule management and control strategies can effectively improve the construction efficiency of engineering projects, reduce engineering costs, and lower engineering risks, greatly improving the completion level of projects. This has important guiding significance for ensuring the smooth progress of municipal engineering. At the same time, the research results in the article also have certain reference value for the construction schedule management of other types of engineering projects.

Keywords: municipal engineering; construction progress management; control strategy; engineering management theory; engineering project efficiency

引言

城市的基础设施建设是国民经济发展的重要支撑, 而市政工程质量 and 建设进度更是影响城市发展和社会稳定性的关键因素。市政工程的施工包含了多个环节和参与主体, 以及许多不可预测的外部因素, 因此, 对施工进度进行有效管理与控制显得尤其重要。理想的管理和控制策略不仅可以提升施工效率, 降低工程成本, 也能减小工程风险, 并最终提高项目竣工水平。然而, 尽管业界对施工进度管理与控制重视不减, 有效的管理策略仍需要进一步的探索与完善。本文基于工程管理理论, 结合实际项目案例, 对市政工程施工进度的管理和控制策略进行了深入研究, 并提出了一套经验丰富、理论成熟的施工进度管理与控制策略, 并对其进行了系列的验证与评价。通过本研究, 我们对构建和完善市政工程施工进度管理体系有了更深入的理解, 同时也为其他类型工程项目的施工进度管理提

供了有益的参考。

1 市政工程施工进度的重要性及其挑战

1.1 市政工程施工进度对城市建设和社会发展的影响

市政工程施工进度对城市建设和社会发展的影响不可忽视^[1]。其直接关系到城市基础设施的完善和功能的优化。施工进度及时与否, 不仅决定了工程项目能否按期完工, 还影响了城市居民的生活质量和商业活动的正常进行。

市政工程的施工进度是经济建设的重要组成部分。市政工程通常包括道路、桥梁、公共交通、供水排水系统等, 这些项目直接影响城市综合能力的提升。及时完成市政工程意味着能够迅速改善城市环境, 提升居民生活质量, 促进经济活动繁荣。有效的施工进度管理可以确保资源的最佳配置, 减少由于延误带来的额外成本, 间接促进城市经济的稳步增长^[2]。

施工进度对社会的稳定具有直接影响。施工延误常常

伴随着交通混乱、环境污染以及民众的不满，这可能引发社会问题甚至矛盾。相反，如果施工进度得以有效控制，便可较大程度上减少对日常生活和城市运行的干扰，维护社会稳定。确保市政工程按期推进对于社会的长治久安具有深远意义。

施工进度对政府公信力和管理能力的评估也起到了重要作用。市政工程通常是政府向社会展示其建设能力和服务水平的重要窗口。如果工程能够按期并高质量完成，能够显著提升政府在公众心中的形象和信任度。反之，施工进度一旦出现问题，极易导致公众对政府管理能力的质疑，从而影响政府的威信。

市政工程施工进度的管理不仅是工程项目本身的技术问题，更是关系城市经济发展、社会稳定和政府公信力的重要环节。有效的施工进度管理与控制策略的实施具有显著的重要性。

1.2 市政工程施工进度管理的挑战和复杂性分析

市政工程施工进度管理面临诸多挑战和复杂性问题。市政工程通常具有规模大、施工周期长、涉及面广等特点，在施工过程中会遇到多种不确定因素。这些因素包括自然环境的变化、设计变更、材料供应不及时、施工技术水平的限制，以及人力资源管理的难度等。

自然环境的变化是施工进度管理中的一个重要挑战，天气状况如大雨、暴雪、台风等不可抗力因素对施工进度造成直接影响，导致施工计划的调整，进而增加了管理的复杂性。设计变更也常常是影响施工进度的主要因素之一，设计图纸的变更可能会引起施工环节的修改，增加了施工的调整和协调难度。

材料供应不及时是另一个常见的难题，材料的质量和到货时间不确定，会直接影响施工进度安排和施工效率。施工技术水平的限制同样不容忽视，新技术的应用、设备的更新紧跟或者超前于施工计划，会对施工效率和质量产生显著影响。人力资源管理难度在大规模市政工程中尤为突出，人员流动、劳动力短缺、工人的技术水平参差不齐等问题都会对施工进度造成潜在影响。

市政工程施工进度的管理和控制不仅需要应对各种动态变化，还要协调各种资源和管控外部环境的不确定性。这种复杂性要求施工管理团队具备高度的协调能力和应对多变情况的灵活策略。

1.3 市政工程施工进度管理的必要性

市政工程施工进度管理的必要性体现在保障城市建设项目按时完成，提升工程资源的利用效率，提高项目施工质量和安全性，并减少因工期延误带来的经济损失和社会影响。有效的管理有助于协调各方资源，优化施工流程，预防和应对潜在风险，确保城市建设的顺利推进和社

会秩序的稳定。

2 施工进度管理与控制策略研究

2.1 工程管理理论对施工进度管理与控制的启示

工程管理理论为施工进度管理与控制提供了重要的理论基础和实际指导^[3]。关键的工程管理理论包括项目管理理论、系统理论和风险管理理论，这些理论在市政工程施工进度管理中发挥了重要作用。

项目管理理论强调项目在时间、成本和质量三个方面的平衡。施工进度管理作为项目管理的重要组成部分，需要合理规划各阶段的工作任务，确保施工进度与质量标准同步。通过项目管理中的工作分解结构（WBS），可以将复杂的施工任务分解为可管理的小任务，明确时间节点，有效提高施工效率。项目计划与控制技术，如甘特图和关键路径法（CPM），为施工进度的可视化管理和控制提供了有力支持。

系统理论强调市政工程作为一个复杂的系统，必须考虑各个子系统之间的相互影响和协调。施工进度管理不仅涉及单一工序的安排，还需协调多个工序及相关资源的调度，保证各工序之间无缝衔接。应用系统理论，有助于识别并解决施工中的瓶颈问题，促进整个工程系统的顺畅运转。

风险管理理论在施工进度管理中同样至关重要。市政工程项目通常面临各种不确定性和潜在风险，如天气变化、资源短缺和技术难题等。通过风险识别、评估及应对策略的制定，可以有效预防和应对施工中的进度风险，确保项目按照预定计划推进。

结合以上理论，可以得出在市政工程施工进度管理与控制中，必须综合应用项目管理理论、系统理论和风险管理理论，建立科学的进度管理体系，制定详实的进度计划，并在实施过程中进行动态调整，确保项目顺利完成。

2.2 管理与控制策略的研究方法与程序

施工进度管理与控制策略的研究方法包括定量研究与定性研究相结合的方法。定量研究通过数据统计与分析，运用数学模型和计算工具，对施工进度进行精确的预测和控制。定性研究则通过专家访谈、案例分析、文献综述等方式，全面了解施工过程中的影响因素，从实践经验中提炼有效的策略。

在研究程序上，需要收集并整理相关文献和实际案例，了解已有的管理与控制策略以及它们的成功与失败经验。其后，通过系统分析与整理，确定施工进度管理的关键因素与变量，并进行细致的分类。设计问卷或方案，进行实地调研，收集一手数据和专家意见^[4]。这些数据和意见将通过统计分析工具进行处理，以获得具有指导意义的研究结论。

在此基础上，构建适用于市政工程施工进度管理的理

论模型,并通过模拟实验或案例验证该模型的实用性与有效性。形成一套具体的管理与控制流程,包括计划制定、实时监控、预警机制和调整措施等,旨在确保施工进度的顺利进行和项目目标的实现。

2.3 管理与控制策略的具体实施策略

管理与控制策略的具体实施策略在市政工程施工进度管理中具有重要作用^[5]。应通过全面的施工计划编制,包括详细的进度计划、资源计划和预算计划,以确保各项任务的合理安排和协调。运用现代化的信息化管理工具,如项目管理软件,实现对施工进度的实时监控和动态调整,提高管理效率。应建立有效的沟通机制,通过定期的进度会议和现场检查,及时发现和解决问题。采取严格的责任制,明确各级施工人员的职责和责任,确保施工进度的顺利推进。强化风险管理,识别潜在的风险因素,制定应急预案,确保施工进度不受影响。通过这些具体实施策略的综合应用,可以有效提高市政工程施工进度管理的水平,确保项目顺利完成。

3 施工进度管理与控制策略的应用与效果

3.1 施工进度管理与控制策略的应用

在施工进度管理与控制策略的应用过程中,科学合理的计划是实现工程进度管理目标的关键。通过制定详细、可行的施工计划,可以有效地确保施工进度的稳定性和连续性。具体来说,工程项目的施工计划应包括施工总体进度计划、各分部分项工程的详细进度计划以及资源配备计划。在这些计划的基础上,项目管理人员能够明确各阶段的工作目标及其时间节点,有效地监控施工进度。

信息技术的应用也是当前施工进度管理与控制策略的重要组成部分。利用施工管理软件和信息系统,可以实现对施工进度的实时监控和数据分析。具体如利用 BIM 技术,可以模拟施工过程,预先发现并解决潜在问题,从而减少施工过程中可能出现的进度滞后现象。通过这些信息技术的应用,施工管理人员能够及时获取施工现场的准确信息,做出科学的决策,确保施工进度的顺利推进。

为了确保施工进度管理与控制策略的有效实施,必要的管理制度和激励机制也至关重要。施工单位可以建立严格的进度考核制度,对各个施工环节的进度进行定期检查和评估,及时发现并纠正进度偏差。采用合理的激励机制,如设置进度奖惩制度,可以有效地调动施工人员的工作积极性,提高施工效率。加强与劳务分包单位和材料供应商的沟通协调,也能有效地减少因资源供应不及时导致的施工进度延误。

通过上述措施的有效落实,施工进度管理与控制策略能够在实际工程项目中得到科学合理的应用,从而显著提高施工效率,保证工程按期完工,为市政工程的顺利实施

提供有力保障。

3.2 施工进度管理与控制策略对工程项目效率的影响

施工进度管理与控制策略对工程项目效率的影响主要体现在以下几个方面:

施工进度管理与控制策略的合理应用能够显著提升资源配置的效率。通过科学的进度安排与资源调度,可以确保人力、物力和财力在施工过程中的最优化分配,减少资源浪费,提高施工效率。精确的时间节点控制和进度跟踪手段使施工过程更加有序,减少了因工序混乱或协调不当导致的工期拖延问题。

针对潜在问题和风险的提前预判与有效干预是提高施工效率的重要环节。通过动态控制和实时调整,能够及时发现并解决施工过程中出现的各种问题,避免小问题扩大化,保障施工过程的顺利进行。这些策略包括进度预测、应急预案制定和执行等,可大大降低工程延期的概率。

再者,施工进度管理与控制策略的应用还提升了各施工环节间的协同性和配合度。通过信息化管理平台和沟通机制的引入,增强了各部门和团队之间的信息共享和协作效率,确保施工过程中的信息传递准确无误,减少因信息滞后或误传带来的施工偏差和重复工作,从而进一步提高整体施工效率。

综合来看,合理的施工进度管理与控制策略不仅可以优化资源配置、预防和解决施工问题、提升协作效率,还能有效减少工期拖延和成本超支,为确保工程项目高质量按时竣工提供坚实保障。

3.3 施工进度管理与控制策略的优势与局限性

施工进度管理与控制策略主要优势在于提高施工效率和降低工程成本。通过合理的管理策略,工程质量和安全性得到保障。这些策略的实施也面临诸多局限性,如技术和管理经验的不足,外部环境因素的干扰以及资源配置的不平衡等,可能导致实际效果不如预期。

4 结束语

本文围绕市政工程施工进度的管理与控制策略展开深入研究,试图通过合理的施工进度管理与控制策略,有效提高工程项目的施工效率,降低工程成本,并降低工程风险,从而大幅度提高工程的竣工水平,对城市建设和社会发展的稳定性产生积极推动。研究表明,采用的施工进度管理与控制策略在实践中取得了显著的效果。然而,虽然此次研究在一定程度上优化了施工进度的管理和控制,但这些策略的适用性可能受限于特定的工程类型和规模。因此,需要未来进一步的研究来将这些策略扩展到更多的市政工程类型和施工环境中。除此之外,我们还需关注技术进步、政策变动等外部环境变化对施工进度管理的影响,及时调整管理策略。总的来说,本

论文提供的经验和研究成果将为市政工程施工进度的管理与控制策略研究提供有价值的参考,对于推动我国市政工程管理水平的提升,保障城市建设的顺利进行具有重要的意义。未来,希望能在施工管理领域的研究上获得更多突破,用更科学、更有效的管理体系保障我国的城市建设工作。

[参考文献]

- [1] 刘婷. 市政工程施工进度管理[J]. 装饰装修天地,2019(2):261.
- [2] 崔占杰. 市政工程施工进度管理策略[J]. 中国科技期

刊数据库 工业 A,2020(8):11-12.

- [3] 张传荣,杨估超,刘同宣. 市政工程施工进度管理与控制[J]. 砖瓦世界,2021(10):151.
- [4] 高占军. 市政工程项目施工进度控制[J]. 电脑乐园,2021(6):349.
- [5] 张皓. 市政工程施工进度管理研究[J]. 市场周刊·理论版,2020(67):132.

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

给排水施工安全及给排水工程质量改进

李沁洋 王玉玺 陈文婷

陕西飞机工业有限责任公司, 陕西 汉中 723213

[摘要]随着我国经济的不断发展,我国城市化建设水平也相应提升,城市内部的给排水系统日益完善,对我国居民生活有着重要的影响,然而,部分地区排水系统尚不完善,对于污水和雨水的排放不合理,造成了环境污染严重损害城市居民的生活,因此,想要提高居民的生活质量,其施工团队应提高工程质量,保证排水畅通,减少环境污染,提高人民的生活水平。

[关键词]给排水;施工安全;工程质量;改进措施

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14571

中图分类号: TU712

文献标识码: A

Construction Safety and Quality Improvement of Water Supply and Drainage Engineering

LI Qinyang, WANG Yuxi, CHEN Wenting

Shaanxi Aircraft Industry Co., Ltd., Hanzhong, Shaanxi, 723213, China

Abstract: With the continuous development of Chinese economy, the level of urbanization construction has also been correspondingly improved. The water supply and drainage system within cities is becoming increasingly perfect, which has an important impact on the lives of Chinese residents. However, in some areas, the drainage system is not yet perfect, and the discharge of sewage and rainwater is unreasonable, resulting in serious environmental pollution and damage to the lives of urban residents. Therefore, in order to improve the quality of life of residents, the construction team should improve the engineering quality, ensure smooth drainage, reduce environmental pollution, and improve people's living standards.

Keywords: water supply and drainage; construction safety; engineering quality; improvement measures

引言

在现代城市建设中,作为基础设施的关键组成部分,给排水工程对居民生活质量和城市的可持续发展具有深远的影响。伴随城市化进程的迅猛推进,对给排水系统的需求显著增长,从而使施工安全与工程质量问题日益突出。然而,施工过程中的多种干扰因素使得安全隐患、材料质量不达标以及施工程序不规范等问题频频出现。这不仅延误了工程进度,甚至可能在后期使用中带来严重的安全风险。由此可见,给排水施工的安全管理与质量控制已成为行业亟待解决的重要任务。本文将探讨如何在给排水施工过程中有效地实施安全管理和质量改进进行探讨,重点分析施工材料与设备的严格把控、现场施工的安全管理、设计图纸的仔细审核、管道施工过程的质量管理,以及工程验收管理的强化。通过一系列系统化的管理措施和严谨的控制手段,确保施工期间给排水工程达到高标准与高质量,从而为城市水资源管理提供坚实保障。随着科技的持续发展,数字化技术和智能管理的应用也在给排水施工中开辟了新的途径,不仅为提高安全性与质量带来了突破,也为管理的便捷性奠定了基础。本研究的目标在于为给排水工程的可持续发展提供理论支持与实践指导,推动整个行业迈向全面进步。

1 做好给排水施工安全和工程质量控制的重要性

作为建筑工程的重要组成部分,给排水工程的施工安全和质量控制直接影响到建筑的正常使用、人员的健康与安全,以及工程整体的耐久性与可靠性。涉及管道、阀门、

泵站及各类设备的安装与连接,给排水系统在施工过程中若存在任何细微疏漏或质量控制不严的现象,极易引发堵塞、漏水甚至爆管等问题。这些问题不仅会影响设施的功能,还会大幅增加后期维护与修理的成本。由于给排水系统常埋设在建筑主体结构内,因而具有较强的隐蔽性,导致后期修复工作往往极为困难。因此,在施工阶段对质量控制的严格把关显得尤为关键。此外,施工过程中,施工人员需频繁接触多种设备和材料,在缺乏严格安全措施及规范管理的情况下,高空坠落、机械伤害或触电等施工安全事故极有可能发生。通过有效的安全与质量控制,建筑的使用性能和安全性将得到显著提升,施工人员的安全得到保障,同时还能够降低未来的维护成本。这些管理要素直接关系到建筑工程的整体质量和行业的社会责任。因此,在给排水施工中强化安全及质量控制,对于建筑行业的长远发展具有重要意义。

2 给排水施工过程中存在的问题

2.1 给排水管道堵塞

在给排水施工过程中,常见的管道堵塞问题,往往由施工细节的疏忽及材料使用不当引发。由于施工现场环境复杂,灰尘、泥沙等杂物极易进入管道,从而埋下堵塞的隐患。此外,给排水系统涉及大量接口,若在连接时未能有效进行清洁与密封,异物或施工残渣可能被困在管道内,水流的畅通性因此受到影响。尤其在排水系统中,轻微的阻塞不仅容易导致积水,还会使系统压力增加,从而引发

更为严重的渗漏甚至爆管问题。由于给排水管道布局复杂,且埋设较深,堵塞清理在埋设完成后将变得更加困难,甚至可能影响其他施工工序。由此可见,管道堵塞问题不仅妨碍系统的正常运行,还可能给后续的维护带来诸多不便,导致不必要的经济损失。

2.2 施工材料不符合要求

在给排水施工中,材料质量不符合要求成为影响工程质量的关键因素。材料在耐腐蚀性、强度或尺寸规格上未能达到设计标准的情况时常发生,或因生产批次与供应渠道不合规,造成质量不一。尤其是在管道、阀门及接头等关键组件的选择上,若所用材料存在缺陷或未达到要求,老化、渗漏或断裂等问题便极易在使用过程中出现,系统的整体可靠性因此降低^[1]。此外,由于部分施工人员对材料缺乏专业知识,验收或使用时常往往忽视必要的质量检查,结果是未达标材料被投入使用,增加了系统运行中的风险隐患。

2.3 施工程序不规范、技术标准

在给排水施工过程中,施工程序的不规范及技术标准的不达标现象普遍存在,工程质量及系统的使用寿命因此受到直接影响。给排水系统包含诸多步骤,如管道铺设、接口焊接及设备安装,操作过程的规范性若得不到保证,必要步骤的随意省略或简化将可能导致诸多隐患。例如,若管道连接及接口处理未按规定清理、焊接或加固,密封性会因此受到严重影响,渗漏现象在后期也极易发生。此外,由于技术标准缺乏统一性,可能造成排水坡度、管道位置及接口角度与设计的要求不符,进而阻碍水流的正常排放,影响系统的整体稳定性。一些施工人员技术水平不一,加之细致操作的缺乏,使规范化技能培训未能在复杂节点施工中充分发挥作用,误差的发生因此更加频繁。这些因素无疑提高了系统使用过程中的故障风险。给排水系统通常埋设较深,后续维护难度较大,施工程序及技术的不规范还将进一步增加维护成本,威胁工程质量。

2.4 管道的布局缺乏合理性

给排水施工中,管道布局的合理性对系统的运行效率和维护便利性具有直接影响。给排水系统往往涉及多个功能区及管道走向,布局若不合理,水流阻力的增加、排水不畅甚至倒流或堵塞问题将可能出现。尤其当管道路径过长或弯道过多时,流体输送的阻力会因此显著提升,输水与排水的效率随之降低。此外,若管道布置过于靠近其他建筑结构,或与电气、暖通等其他系统交错排布,后期维护中相互干扰的风险将不可避免地增加,进而提升检修的难度并带来安全隐患。

不合理的管道布局还可能导致局部水压分布不均,进而影响正常用水体验,特别是在大面积建筑中,这一问题尤为突出。

3 给排水施工安全及给排水工程质量控制策略

3.1 要依据相关的标准严格地实施施工

在给排水施工中,相关标准的严格遵循是确保工程质

量、施工安全及系统长期稳定运行的关键所在。设计规范、施工技术要求、材料验收标准及安全管理规程等均被包含在这些标准之内,全面贯彻这些标准可有效降低质量隐患。特别是,管道材质与规格需完全符合设计要求,以确保其在使用期间具有抗压与耐腐蚀性能,从根本上避免因材料不当导致的漏水与堵塞等问题。在施工细节上,连接方式、接口密封性及坡度控制的规范化至关重要,这些技术要求必须严格按标准实施,任何偏差都有可能导致水流阻滞与压力波动,从而加速系统老化及损耗。施工过程中,各环节的现场管理与质量控制应严格依据标准执行,且各步骤的检验与验收不可忽视,包括安装前的管道清洁与检查、安装后的压力测试以及密封性检测,确保每一环节达到标准要求。此外,规范操作对施工人员同样至关重要。所有技术人员需接受专业的标准化培训,对施工流程的关键环节熟练掌握,如焊接、密封与管道支撑安装,需按照规范进行精细操作,以确保连接稳定、管道稳固且无松动隐患。除了技术与质量的标准化,施工环境和安全防护措施也不可忽视^[2]。通过合理安排施工流程及设置安全隔离措施,依据施工标准可有效预防高空坠物及碰伤等安全事故的发生,降低与其他工程的交叉干扰风险,从而保障工人安全及施工顺利进行。

3.2 增强管道施工过程的质量管理

在给排水施工中,管道施工过程的质量管理被视为确保系统稳定运行及提升工程耐久性的核心要素。整个施工流程必须由质量管理贯穿始终,从材料选择、运输与存储,到各施工环节的精细操作及安装后的检测,每一步骤都需严格控制。施工材料的质量对管道系统的可靠性具有直接影响,故需全面审查材料的供应渠道,检验出厂合格证及质量检测报告,确保管道、阀门及接头等关键部件具备抗压性及耐腐蚀性。在施工过程中,管道铺设的精准度至关重要。管道连接、接口密封及坡度控制的操作,施工人员必须按照标准执行,务求精细,以确保接口密闭无漏、连接牢固无松动,从而降低因压力或水流冲击引发的渗漏或松动风险。施工现场的环境控制及工具设备的检查,也应纳入质量管理范围,确保安装场地无杂物干扰,焊接设备与测量工具处于良好状态,以避免因操作失误或不良环境影响施工质量。此外,施工完成后的检测环节尤为关键。压力测试及通水试验等步骤需包括在质量管理中,以在完工阶段对施工质量进行系统检查,及时发现并消除潜在问题,确保给排水系统在后续使用中具备高效性与稳定性。

3.3 注意设计图纸的审核

在给排水施工中,设计图纸的审核被视为保障工程顺利实施及质量的重要环节。不仅为施工提供依据,设计图纸还综合体现了技术、材料、施工方法及相关规范。任何疏忽都可能导致施工过程中的重大失误。审核过程中,图纸的完整性与准确性必须得到仔细检查,特别是对管道布局、坡度设置、连接方式及材料选用等关键细节的关注尤为重要,

以确保所有信息符合相关设计标准与规范。设计图纸应结合项目的实际情况审核,包括地形、土壤性质及周边建筑与设施等因素,以确保设计在实际施工中顺利实现,避免因设计与现场条件不符而引发的改动与延误。在此过程中,有效沟通在技术人员与设计师之间显得尤为关键。施工单位需及时向设计单位反馈施工中可能遇到的技术难题及设计缺陷,以确保设计合理且可操作。设计图纸的审核还应考虑系统的后期维护与管理。合理的设计不仅可提高施工效率,也在后续维护中便于检修与更换,从而有效降低运营成本。

3.4 严格把控施工材料与设备质量

在给排水施工中,施工材料与设备的质量控制被视为确保工程安全性与长期稳定性的关键措施。直接关系到系统性能与耐久性的是施工材料的选择,因此,所有材料必须符合国家及行业相关标准,并经过严格的质量检验。对于管道、阀门及配件等核心材料,需从信誉良好的供应商处采购,并索取质量合格证书及检测报告,以确保其在抗压、耐腐蚀及抗老化方面满足设计要求。在运输与存储过程中,材料的适当防护措施至关重要,以防潮湿、阳光曝晒或机械损伤等影响其性能。同时,设备质量也不可忽视^[3]。特别是在焊接、切割及安装等关键工序中所使用的工具与机械设备,需定期检修与校准,以确保其始终处于最佳状态,从而避免因设备故障引发施工质量问题。此外,材料与设备的出入库管理制度应在施工现场建立。每批材料与设备的来源、规格及数量需详细记录,以确保可追溯性并便于后期检查与管理。在施工过程中,施工人员应接受专业培训,以提升对合格材料与设备的识别能力,从而进一步提高整体施工质量。

3.5 加强现场施工的安全管理

在给排水施工中,现场安全管理的强化被视为确保工程顺利推进与人员安全的关键保障。由于施工现场环境的复杂性,涉及多种工种与设备,潜在的安全隐患无处不在,因此,全面而系统的安全管理措施必须被采取。建立健全的安全管理制度至关重要,各级管理人员与施工人员的安全责任需明确,同时详细的安全操作规程及应急预案必须制定,以确保每位参与施工的人员能够熟知并遵守这些规定。在施工前,全面的安全隐患排查必须对现场进行,以识别可能的风险点,如高空作业、重物搬运及地下管线埋设等,并针对不同风险制定相应的防范措施。在施工过程中,现场人员的安全培训与教育应受到重视,以提升其安全意识与应急处置能力,使其能够在突发事件中迅速反应。安全巡查制度的实施也显得尤为必要,以便及时发现并整改施工过程中的安全隐患。合理的施工进度安排可有效避免因工期紧迫而导致的安全事故。此外,所有施工机械与工具的定期检修应确保,以保持良好的运行状态,防止设备故障引发安全问题。个人防护装备的使用管理同样不可

忽视,确保每位施工人员佩戴合适的安全帽、安全鞋、手套等防护装备,以减少意外伤害的发生。

3.6 工程验收管理

工程验收管理在给排水施工中被认为具有极为重要的作用,不仅是工程质量的有力保证,更是确保系统安全可靠运行的最后一道防线。验收管理应遵循严格的标准与程序,贯穿施工全过程,各个阶段的验收节点需设立,以便及时发现并纠正潜在问题。竣工后,施工质量必须根据国家及地方的相关规范进行全面验收。这包括对管道系统的密封性、强度及耐腐蚀性等进行严格检测。技术人员需对照设计图纸,核实施工是否符合设计要求,特别是在关键部位与环节的检查上,如管道接头、阀门安装及坡度设置等方面。验收标准及测试方法应根据不同工程的规模与复杂性进行调整,常用的检测手段包括压力测试、水流试验及排水测试,确保系统在正常与极端条件下的性能^[4]。此外,验收管理还需关注记录与文档的整理,包括施工过程中的各类检验报告、材料合格证书及工人培训记录,以便于后续的质量追溯与维护管理。在验收过程中,不仅要审核技术质量,安全管理同样应受到重视,以确保施工中遵循的安全操作规范与措施得以有效落实。

4 结语

在对给排水施工安全与工程质量改进进行总结时,可以明确指出,这一领域的有效管理不仅关系到工程的顺利完成,还直接影响到城市的可持续发展与居民的生活质量。随着城市化进程的不断加快,给排水系统所面临的挑战愈加严峻。因此,在施工过程中的安全管理与质量控制变得尤为关键。通过构建完善的管理体系、实施严格的标准与规范,以及引入先进的科技手段,工程的整体质量得以有效提升,施工过程的安全性及高效性亦得以保障。展望未来,应持续关注新技术的应用及管理创新,行业应积极探索更为高效、安全的施工模式,以实现给排水工程的持久稳定与高效运行。为城市的健康发展及生态环境保护贡献力量,显然是每个参与者的责任。

【参考文献】

- [1]崔晓冬.给排水施工安全及给排水工程质量控制研究[J].城市建设理论研究(电子版),2020(4):58.
 - [2]杨竞.给排水施工安全及给排水工程质量控制研究[J].价值工程,2019,38(33):65-66.
 - [3]杨朋朋.分析给排水施工安全及给排水工程质量控制[J].价值工程,2018,37(30):3-4.
 - [4]刘征谊.给排水施工安全及给排水工程质量控制简述[J].数码设计,2017,6(9):123.
- 作者简介:陈文婷(1998.8—),毕业院校:西南石油大学,所学专业:地理信息科学,当前就职单位:陕西飞机工业有限责任公司,职称级别:助理工程师。

全埋式污水处理厂工程施工特点及控制要点

——以无锡市北尖公园净水厂为例

朱康萌 王明铭 王 健

中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430014

[摘要]随着城镇污水收集率的不断提高,大中型城市适度超前规划污水处理厂规模。同时为更加充分地提升土地利用价值,多地全埋式污水处理厂建设投用,但和地上污水处理厂相比,全埋式污水厂在投资规划、设计施工和后期运维方面都有诸多优缺点。文中以无锡市北尖公园净水厂为例,在施工准备、施工组织、质量控制要点、安全风险等方面进行论述并提出有效的解决及应对措施,全面总结全埋式污水处理厂相关施工经验,为类似工程施工提供参考与借鉴。

[关键词]全埋式污水处理厂;建安施工;市政工程

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14573

中图分类号: X505

文献标识码: A

Construction Characteristics and Control Points of Fully Buried Sewage Treatment Plant Project ——Taking the Beijian Park Water Purification Plant in Wuxi City as an Example

ZHU Kangmeng, WANG Mingming, WANG Jian

Central & Southern China Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430014, China

Abstract: With the continuous improvement of urban sewage collection rate, large and medium-sized cities have moderately advanced the planning of sewage treatment plant scale. At the same time, in order to fully enhance the value of land use, many fully buried sewage treatment plants have been constructed and put into use. However, compared with above ground sewage treatment plants, fully buried sewage treatment plants have many advantages and disadvantages in investment planning, design and construction, and later operation and maintenance. Taking the Beijian Park Water Purification Plant in Wuxi City as an example, this article discusses and proposes effective solutions and countermeasures in terms of construction preparation, construction organization, quality control points, safety risks, etc. It comprehensively summarizes the relevant construction experience of fully buried sewage treatment plants and provides reference and inspiration for similar engineering construction.

Keywords: fully buried sewage treatment plant; construction installation; municipal engineering

近年来,我国环保产业在国家政府的政策扶持下,逐步成为了支撑产业经济效益增长的重要力量,进入快速发展阶段,产业规模不断扩大。尤其是城镇污水处理行业,随着生活污水集中收集率逐年上升,污水排放要求的不断严格,大中型城市提质增效的同时,也在适度超前规划污水处理厂规模。目前,大多数城镇污水处理厂依然采用地上式建设模式,占地面积大,有害气体污染风险大、降低周边土地利用价值,极大地影响水厂的设计、选址和建设。全埋式污水处理厂打破传统污水处理厂用地观念,实现绿化与市政一地多用,化邻避为邻利,占地面积小,土地利用更加综合集约。同时,污水处理设施集中布置于地下,上部覆土种植植被,更有利于臭气收集处理、噪声控制及环境保温,具有良好的经济和社会效益^[1]。文章以无锡市北尖公园净水厂为例,对全埋式污水处理厂的施工特点及控制要点进行分析,并提出应对措施。

1 项目简介

无锡市北尖公园净水厂用地面积约 5.33ha (80 亩)。一期规模 10 万 m³/d, 远期规模 15 万 m³/d, 其中土建按远

期规模一次建成,设备按一期规模安装。污水厂采用全埋式设计,地下两层,其中地下二层为主要构筑物,地下一层为操作层,地上为公园绿地。实现用地集约、结构安全、工程技术经济合理的布局模式。

2 项目特点及重难点

2.1 前期投资高,设计难度大

和地上式污水处理厂相比,全埋式污水处理厂的一个显著特点就是投资相对较大,举个例子,由我司负责设计和施工的同规模江夏污水处理厂(二期)工程,设计规模 15 万 m³/d,设备安装规模 7.5 万 m³/d,总投资约 4.6 亿,而无锡市北尖公园净水厂用地面积更小,总投资高达 13 亿,总投资是同等规模地上污水处理厂总投资的 3~4 倍,尤其是在基础工程、基坑支护工程和土方工程费用方面更为突出,无锡市北尖公园净水厂相关费用高达 2.4 亿元。

而对于设计难度来讲主要体现在如下三个方面,第一、箱体抗浮设计要求高,整体大筏板基础和群桩基础施工难度高、投资大。第二、构筑物集中布置,各专业管线错综复杂,吊装口、预留洞口较多结构设计难度大。第三、如

何在考虑水力条件、管线布置和工艺需求的情况下将 19 个构筑物安排在一个箱体结构内,需合理布置构筑物,减少污水提升次数,降低能耗。水厂整体布置如图 1 所示。

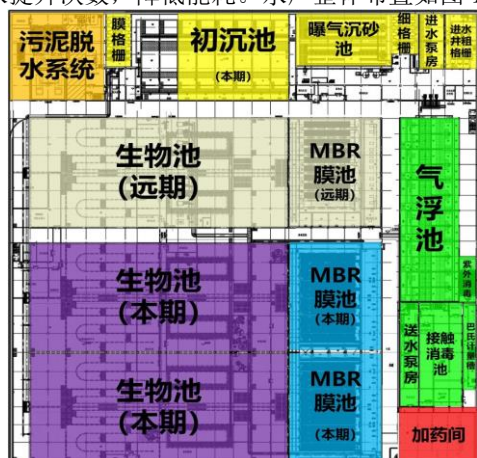


图 1 水厂整体布置

2.2 施工组织难度大, 工期长

(1) 工程整体工期紧、施工强度高。工程涉及专业技术覆盖面广, 包含深基坑工程、各类水处理构筑物、建筑物及其它附属工程、机电设备采购和安装工程、自控系统及厂区道路、管线等工程。由于埋地式污水处理厂集约式的设计, 整个污水处理厂构筑物、工艺管线、电气、通风除臭等综合管线、地下交通全部集中在一个地下箱体

内, 加大了施工组织难度。

(2) 施工场地狭小, 安装阶段交叉作业多。场地狭小, 作业面积小, 无法扩展, 周转材料堆放难度大。地下箱体为一封闭空间, 内部有各种土建、安装工作需要同时展开, 交叉作业面多。

(3) 支撑体系结构复杂, 土方开挖量大。全地埋污水处理厂因涉及到深大基坑, 大多选择支护结构以保证开挖安全, 在软土地基施工时, 支护结构将更加复杂且花费较大成本。后期拆撑、换撑作业均对施工进度有极大的影响, 与此同时, 土方开挖量较大, 出土顺序和出土方式也大大影响施工进度。

(4) 吊装难度大, 安装空间受限。全地埋污水处理厂构筑物多, 工艺管道复杂, 大型设备较多。在本项目, 进出水管道、主工艺管道管径在 DN300-DN1800 之间, 还存在粗细格栅、膜格栅、鼓风机、膜组器和脱泥设备等大型设备, 吊装难度大。设计阶段仅考虑大型设备预留的吊装口, 缺乏对施工吊装预留口的统筹设计和考虑。而临时的吊装口预留, 对后续结构安全、结构防水均存在较大的隐患。因此, 在安装施工阶段仅能通过预留吊装口、楼梯和采光口吊装, 同时为了防止对顶板结构的破坏, 大型吊装设备无法在顶板自由行走, 造成吊装施工受限严重。地下箱体内部空间也非常狭小, 管道桥架净空较低, 因此更需提前设备进场时间, 施工组织难度大。

2.3 危险源较多, 安全风险大

(1) 涉及深大基坑、高支模等危大工程, 安全风险大。根据《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》(住房和城乡建设部令第 37 号) 相关文件要求, 涉及深大基坑、高支模等危大工程, 安全要求更加严格, 安全风险较大, 对于危大方案的论证评审、安全人员配置、现场监测和技术资源的投入均有较高的要求。

(2) 箱体内部封闭空间较多, 安全管理难度大。地下箱体各种管渠纵横交错, 焊接作业区域多, 人员定位和管理难度大。同时用电、吊装作业安全及成品保护均因场地狭小问题, 需更多的人员和资源投入, 对安全管理人员专业和经验要求较高。多专业在狭小空间交叉作业, 具有一定特殊性^[2]。

3 全地埋污水处理厂控制要点

3.1 合理选址、选择放坡和围护桩相结合的支护方式以节省成本

因建设规划模式为全地埋式污水处理厂和地上公园相结合的方式, 在选址上, 污水处理厂将更加靠近城市中心区域, 因此, 征地拆迁费用很可能大幅度提升。再加上, 用地面积的限制, 很难采用明挖基坑的建造方式, 因此在支护结构的建设投资方面也会大幅提高。这就要求在选址方面应结合城市规划适度以发展的眼光, 选择待开发地区作为全地埋式污水厂建设地址, 并适当扩大红线区域, 可选择放坡开挖的方式以减少投资。

3.2 优化施工组织、减少施工冲突

全地埋污水处理厂的施工耗时较长的主要涉及到基础工程、支护工程、土方工程、拆撑工程及安装工程, 接下来将针对每个分部工程特点制定相应措施。

(1) 针对群桩基础工程, 应分块施工, 进行合理的施工空间布置, 高效地利用空间优势, 穿插施工桩基础, 按照桩长将区域进行网格化管理, 合理布局, 减少施工冲突和下部扰动。同时可同步完成围护结构, 如果涉及到坑内土体加固时, 应先完成坑内土体加固施工。

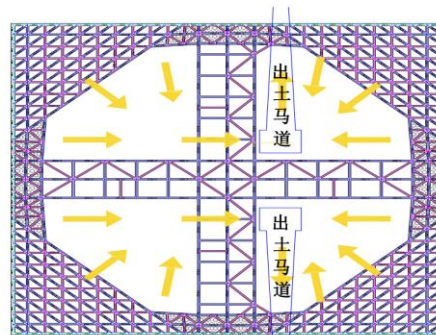


图 2 出土马道

(2) 支护工程和土方工程是流水作业式施工, 一般为先支撑后开挖, 开挖一层后做下一层支撑结构。在此过程中, 出土方式是影响施工进度的最直接因素。当施工开挖深度超过 3~4m 式, 短臂挖机已无法顺利完成相应开挖

高度的土方,需坑底开挖转运配合长臂挖机开挖或垂直运土的方式。在本项目,如图2所示,预留出土马道的开挖方式大大提高了出土效率,节约土方开挖外运的时间。

(3) 深大基坑支撑拆除施工耗时较长,安全风险较大,一直以来是涉及深大基坑施工控制的重点工作,尤其是基坑裸露时间1年以上的地埋式污水处理厂,一般采用稳定性和刚度较大的混凝土钢筋支撑,拆除量和难度更大。根据本项目的施工经验提出如下措施:第一,优化支撑方式,可采用混凝土板撑和钢支撑相结合的方式,以减小支撑施工和拆除的时间。在本工程,总共有上下两道支撑,且第二道支撑距离地板最小间距只有0.8m,且第二道支撑暴露时间短,经过结构设计验算,该区域可以采用钢支撑,且节约大量成本。第二、优化狭窄空间内支撑拆除方案,采用叉车辅助运输,塔吊、汽车吊快速调离方式。第三、在支撑、围檩、栈桥梁板施工时应提前预留绳锯切割孔道,避免后期打孔、切割占用施工时间,空岛预留间距如图3所示。

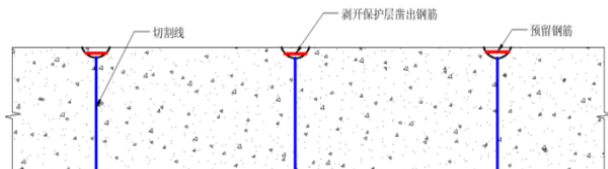


图3 拆撑预留孔到位置

(4) 安装作业注重精度和质量,在全地埋狭小空间条件下,合理布局、吊装安放和成品保护均面临巨大的挑战,因此,在设计和施工阶段,均应考虑提供安装空间,预留好吊装口和优化施工组织。首先,要在设计阶段应考虑管线布局和走向,避免碰撞。在本项目,工艺管道、消防管道、暖通管道和电缆桥架尽管通过BIM碰撞试验,但在施工过程中仍时常发生冲突,主要原因有两个,第一个原因是设计图纸版本过多,尽管做了碰撞试验,但是随着设计图纸更新,后续变化仍会存在冲突,第二个原因是,不同专业设计人员各自为政,没有通过统一校核。因此,在设计阶段应实现版本统一,统筹校核,同时应发挥施工阶段图纸会审的功能。其次,在施工阶段应认真做好施工组织设计,借助BIM技术、智慧工地等信息化、智慧化手段,优化施工组织,合理地安排施工工序。安装工作是多工种,多专业交叉施工,在工作面狭窄的地埋式污水处理厂施工组织难度更大。结合本项目的施工经验,提出如下建议:第一,提前消化图纸,做好设备、管道等资源需求台账,尽可能采用预制构配件,如预制支架、管架等,提前预制,甚至在土建阶段就可以完成支架预埋,节约安装时间。第二,根据施工工期计划安排,配置数量充足、性能优良、合理配套的施工机械设备。地埋式污水处理厂另一个痛点就是土建封顶后吊装困难,在本项目,工艺管道单根长度因吊装口的限制已从9m

缩短为6m,增加了焊口数量,施工所需时间大大提高。因此在设计阶段就应该考虑预留足够多的吊装口,可以等设备安装后支模浇筑。同时应严格控制材料及设备倒运时间,合理安排施工顺序,基本原则是优先工艺、大管优先,自上而下的原则。要按照主工艺管道—暖通管道—电气桥架—消防管道的顺序严格按照施工图纸进行施工,尽量避免交叉作业,可分区域流水施工^[3]。

3.3 识别风险,确保安全

全地埋式污水处理厂除了存在地上式污水处理厂的危险源外,主要特点是基坑暴露时间长和存在大量的密闭空间。针对基坑暴露时间长的风险,除了做好临边防护、安全警示还要定期进行基坑监测,防止基坑周边动载或静载超标引起基坑变形沉降。对于密闭空间施工,要安装大量强力换风设备,并在施工前和施工中定期对危险气体进行检测。同时,一定要增加照明,并建议为施工作业人员配备可定位的头盔。除此之外,高处作业和临时用电也是全地埋污水处理厂重要的危险源。应配备满足施工要求的安全员数量,对脚手架、支架等要验算和检查合格后方可使用。对于施工临时用电,应重点对漏电保护装置以及线路架空敷设进行管理。近年来,多主体参与的建筑施工安全管理评价体系模型构建及应用得到了大规模的推广,因此,可在建设施工过程中采用该模型对危险源进行识别和控制^[4]。

4 结语

全地埋污水处理厂作为未来污水厂建设的一个新的趋势,在设计和施工方面都面临着挑战。和传统污水处理厂相比,全地埋污水处理厂存在投资大、施工周期长、安全风险高等问题,因此,需要在前期规划时应充分考虑用地成本,在设计阶段统筹考虑选用工程成本更低的支护方式,同时构筑物 and 管线布置更加合理,同时在施工管理人员在技术准备、材料组织、施工工序、安全措施等方面充分考虑和探索。

【参考文献】

- [1]叶源新.地下污水处理厂的建设特点和难点探讨[J].中国市政工程,2018,4(2):77-79.
 - [2]王泉.地下式污水处理厂施工安全风险分析和管控对策思考[J].建筑安全,2022,37(3):76-79.
 - [3]程丹.全地下式污水处理厂安装工程施工特点及控制要点[J].智能城市,2023,9(6):66-68.
 - [4]刘云峰,陈瑞,张晓光.多主体参与的建筑施工安全管理评价体系构建及应用[J].技术与创新管理,2022,43(5):570-575.
- 作者简介:朱康萌(1992.11—),男,学历:硕士研究生,毕业院校:武汉大学环境工程专业,当前就职于中国市政工程中南设计研究总院有限公司技术岗,从事项目管理工
作5年,职称为工程师。

多边形臂架在高空作业平台中的结构设计与优化研究

郑波 田超 何霖鹏

湖南中联重科高空作业机械有限公司, 湖南 长沙 410000

[摘要]臂架作为高空作业平台的核心部件, 关系到平台的工作稳定性与负载能力, 设计力学性能优、重量轻的臂架结构, 能够显著提高高空作业平台的作业性能与安全性。本文通过参数优化与有限元分析验证, 提出了一种多边形臂架的设计与优化方案。分析与验证结果表明, 本文提出的多边形臂架方案, 在减轻重量的同时, 抗弯性能、稳定性方面优于矩形臂架和传统的U形臂架。

[关键词]高空作业平台; 多边形臂架; 结构优化; 稳定性

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14554

中图分类号: TH122

文献标识码: A

Research on the Structural Design and Optimization of Polygonal Arm in High-altitude Work Platforms

ZHENG Bo, TIAN Chao, HE Jipeng

Hunan Zoomlion Access Machinery Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410000, China

Abstract: As the core component of high-altitude work platforms, the boom is related to the stability and load capacity of the platform. Designing a boom structure with excellent mechanical performance and light weight can significantly improve the operational performance and safety of high-altitude work platforms. This article proposes a design and optimization scheme for a polygonal boom through parameter optimization and finite element analysis verification. The analysis and verification results show that the polygonal arm scheme proposed in this paper is superior to rectangular arm and traditional U-shaped arm in terms of bending resistance and stability while reducing weight.

Keywords: high-altitude work platforms; polygonal arm frame; structural optimization; stability

引言

在现代化场馆建设、桥梁维修、室内装饰及化工厂反应釜检修等领域;高空作业平台已逐步取代传统脚手架;成为保障操作者安全、提升施工效率及降低风险的关键设备^[1]。臂架作为高空作业平台的核心部件;其力学性能严重影响高空作业平台的作业高度、跨距及稳定性。

矩形臂架由四块矩形截面平板通过精密拼焊工艺构成, 由于其制作方便且具有较好的抗弯与抗扭刚度, 早期为各类重型作业机械的首选结构。然而四板拼焊矩形臂架在角焊缝区域常面临应力集中的问题, 作业时焊缝位置受力大, 降低了结构的性能上限, 严重影响了整体结构的耐久性和安全性^[2-4]。为解决这一问题, 设计人员提出了多边形臂架的结构形式, 有效改善了其焊缝应力的集中现象。而随着技术进步与市场需求的进化, 高空作业平台的设计作业高度、跨距在不断提升, 并且对于其轻量化要求也越来越高。此背景下, 设计人员对多边形臂架的结构形式进行研究, 各种不同形状的多边形臂架也被投入到新产品的使用上。国内外学者与设计人员通过理论计算、有限元分析与试验验证等手段, 为多边形臂架的结构设计与优化提供了坚实的理论基础和实践支持, 王振兵^[5]等使用有限元法, 对伸缩臂式履带起重机的臂架截面进行优化, 提出了

一种抗屈曲能力更强的椭圆形截面; Gašić, M. M.^[6]基于拉格朗日乘数法和差分进化算法, 对汽车起重机的臂架截面进行几何参数的优化分析; 李前进^[7]运用 ANSYS 软件的优化程序, 选用零阶优化算法对臂架结构进行优化计算, 实现了结构轻量化的目标。

在进行高空作业平台臂架结构设计的过程中, 相较于其他起重机构, 需要考虑更为复杂的作业工况及载荷组合。目前, 国内外高空作业平台的臂架结构, 特别是臂架截面的形状仍在不断迭代发展, 如何有效优化臂架的设计与制造工艺, 缓解焊缝处的应力集中问题, 提升结构整体的力学性能, 延长设备的使用寿命等是设计与制造人员所关注重要议题。

1 多边形臂架结构设计原理

多边形臂架的设计理念结合考虑了结构强度与材料利用效率。采用多边形截面形式, 通过调控其边数与角度, 能够显著提高臂架结构的抗屈曲能力。在确保臂架具备足够强度与刚度的前提下, 多边形的截面形状能够最大化的节约材料, 从而达成了轻量化设计的核心目标。此外, 此类截面能够更合理地分配和传递应力, 避免应力集中现象的发生, 并显著减少结构的变形情况, 进而确保了臂架结构的整体稳固性与耐用性。

1.1 抗弯模量的积分计算

抗弯模量是衡量臂架抗弯能力的关键参数,通常通过对臂架截面进行积分运算来计算得出。抗弯模量的公式如下,计算原理图如图1所示:

$$I = \int_A y^2 dA \quad (1)$$

在该公式中, I 表示抗弯模量, A 是截面面积, y 是截面上各点到中性轴的距离。计算所得的抗弯模量越大,表示抗弯性能越好,臂架在承受弯矩时的变形越小。在设计阶段,抗弯模量的计算结果可以为优化臂架截面形状和材料分布提供依据,从而确保臂架能够承受较大负载并减少变形。

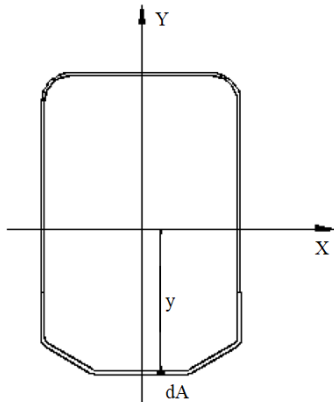


图1 积分计算抗弯模量的示意图

1.2 多边形臂架垂向挠度分析

垂向挠度是指在载荷作用下,多边形臂架沿垂直方向的变形量。若臂架的垂向挠度过大,将直接影响平台的稳定性,甚至可能危及作业人员的安全。可以通过以下公式来计算垂向挠度:

$$\delta = \frac{FL^3}{3EI} \quad (2)$$

在该公式中, δ 表示垂向挠度, F 为施加的载荷, L 为臂架的长度, E 为材料的杨氏模量, I 为抗弯模量。垂向挠度与臂架的长度、载荷以及材料的刚度密切相关。通常情况下,随着臂架的长度增加或负载增大,垂向挠度会显著增加,尤其是在长臂架的情况下,变形会更加明显。过大的垂向挠度会导致臂架的稳定性不足,从而影响作业平台的安全性,因此需要保证垂向挠度在合理范围内。在臂架截面设计时,需要分析不同截面的垂向挠度,并根据分析结果进行适当的优化设计,从而提高臂架的稳定性。

2 多边形臂架的优化

与同重量的矩形臂架相比,多边形臂架抗弯模量更高,变形量更小,故其具有更强的刚度与抗屈曲能力。在进行多边形臂架截面设计时,通过优化截面形状,能在较大的负载下保持结构的稳定性,从而确保在恶劣工况下不发生变形或失稳现象。本文提出一种异形截面多边形臂架的设计方案,在提高臂架承载能力的同时,还降低了在高负载下发生损坏的风险。

2.1 多边形臂架截面设计优化

根据臂架伸缩的特点,滑块一般布置在截面刚度最大的位置。传统的多边形臂架由上下两块折弯件对扣而成,臂架中滑块位置与非滑块位置的板厚分布一致。为解决滑块接触区挤压应力较大的问题,普遍采用增加整体板厚的方法,从而导致臂架较重。本方案将臂架分为四部分,顶部折弯件、底部折弯件与左右两侧腹板,根据抗弯模量计算公式,为提高臂架垂向刚度,顶部折弯件和底部折弯件宜采用厚板;同时为减轻重量,两侧腹板宜采用薄板。针对大截面臂架,薄腹板存在局部屈曲失稳的风险,因此对薄腹板采用折弯凸台的方式进行局部加强,提高局部的刚度。上述由顶部折弯件、底部折弯件和腹板折弯件组成的多边形臂架即本方案所述的异形截面多边形臂架,如图2。

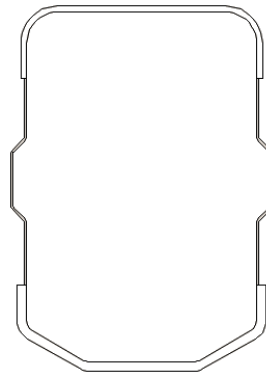


图2 多边形截面臂架示意图

2.2 多边形臂架截面参数优化

根据伸缩臂架工作时的受力特点,臂架底板折弯件受力最大。因此对底板折弯件进行结构优化分析,一方面提高臂架的刚度和强度,另一方面减少臂架的整体重量。如下图3所示,在高度和宽度受到限制的前提下,假设截面积相等, h_1 与 h_2 之和不变,底板折弯件的最小厚度变化如下: L_2 不变时,角 A 增加, h_2 减小, h_1 增加,第二截面的厚度增加;角 A 不变时, L_2 增加, h_2 减小, h_1 增加,第二截面的厚度增加。臂架底板的厚度增加,臂架的垂向屈曲性能增强、垂向挠度减小、局部挤压应力变小。在满足臂架性能的前提下,选择合适的底板折弯件的厚度能够实现减重。

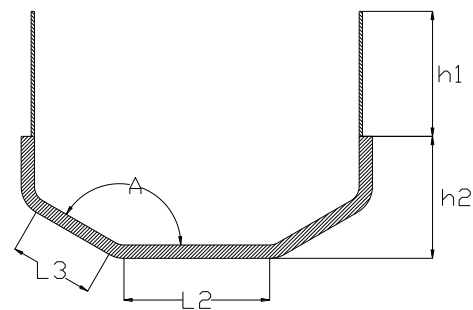


图3 底板的截面示意图

以底板角度 A 为研究对象,可得角度 A 的变化对截面性能、重量和屈曲性能的影响如下图 4 所示。在板厚确定时,随着底板夹角 A 的增加,面积先减少后增加,即重量先减少后增加;随着底板夹角 A 的增加垂向惯性矩 I_y 和侧向惯性矩 I_z 均增加,即臂架垂向挠度和侧向挠度均减小;随着底板夹角 A 的增加屈曲性能变差,屈曲性能规律是圆形>多边形>矩形,夹角越大,底边越趋近于矩形。且底板大平面越大,屈曲性能越差。

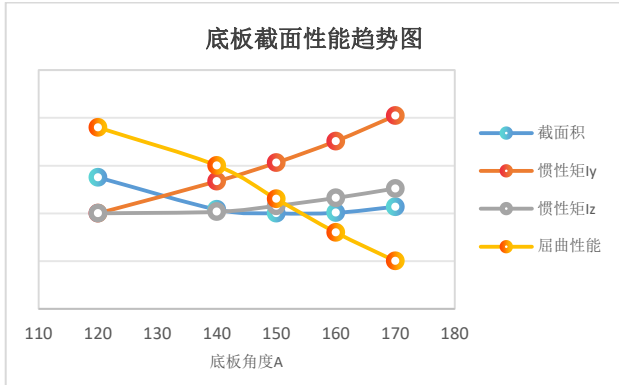


图 4 底板截面性能趋势图

同理,底板的长度 L_2/L_3 比值对底板的影响如下:根据惯性矩计算公式,底板的 L_2 越长,截面惯性矩越大,臂架垂向挠度变好;底板的 L_2 越长,底板屈曲性能越差;底板的 L_2 越长,底板面积越大,重量越大;底板的 L_2 加长会造成 L_3 变短, L_3 的极限长度不能短于滑块的宽度,否则无法布置滑块。因此,底板应选择合适的折弯角度 A 和 L_2/L_3 比值。

2.3 多边形臂架的多目标优化设计

本研究在深入分析多边形臂架结构的力学特性和实际应用需求的基础上,对臂架截面进行多目标优化分析。该设计旨在同步优化臂架的重量、挠度控制及抗失稳性能三大关键指标,确保结构的安全稳定,并达成轻量化与最佳性能的双重目标。为实现此多目标优化,本研究先确立了的优化变量系统,涵盖臂架截面厚度、底板角度 A 、 L_2 与 L_3 长度比、腹板形状及厚度调整等关键参数。然后构建以最小化臂架重量、最优化挠度控制及提升抗失稳性能为目标的函数模型,此模型综合考虑各变量对性能的影响及其相互关系,通过优化迭代算法,寻求最佳参数组合,以实现臂架结构的综合性能最优。

$$\min f(x)=[f_1(x), f_2(x), f_3(x) \cdots f_n(x)] \quad (3)$$

$$g_k(x)=0; h_l(x) \leq 0, x \in \Omega \quad (4)$$

其中: $x=(x_1, x_2, \cdots, x_n)$ ——决策变量向量;

$f_i(x)$ ——第 i 个目标函数;

$g(x), h(x)$ ——不等式,等式约束;

Ω ——可行解空间。

基于上述函数,采用线性规划进行求解。将多目标问题转化为单目标问题,通过线性组合各个目标函数,寻找使总目标函数最优的解。在兼顾各个目标性能要求的同时,寻找最接近理想点的非支配解。对于最小化目标,加入上界作为限制条件;对于最大化目标,加入下界作为限制条件。针对求解结果,利用有限元分析进行验证。

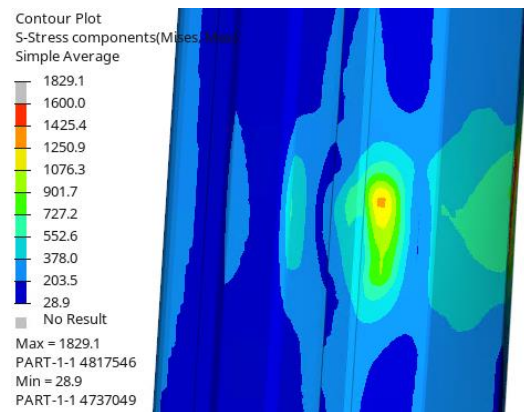
3 有限元计算结果及分析

通过多目标优化分析,底板夹角优选为 $135 \sim 165^\circ$,在该范围下臂架的重量、性能之间最佳,更优选地角度为 $150 \sim 160^\circ$ 。底板长度 L_2/L_3 比值在 $1 \sim 3$ 之间,在该范围下臂架的重量、性能之间最佳,更优选地比值为 $1.5 \sim 2$ 。

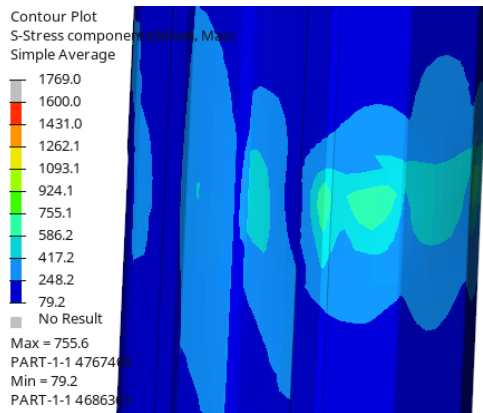
为验证本文所设计的多边形臂架性能,分别建立不同截面臂架的有限元模型,臂架单元类型为壳单元,单元尺寸不大于 $50\text{mm} \times 50\text{mm}$;滑块采用体单元建模,并与臂架设置接触关系。在某正常作业工况与载荷条件下,分析有限元计算结果,图为优化前后臂架某相同位置 Von Mises 应力云图,表 1 为应力值具体对比。图 5 反映出优化前臂架存在比较严重应力集中现象,优化后应力集中区域基本消失,并且根据几个点位的应力值对比,也可以发现,在对结构进行优化后,整体应力水平大幅下降。

表 1 优化前后各点位 Von Mises 应力值对比

位置	点位	优化前 Von Mises 应力值	优化后 Von Mises 应力值	差值 (%)
一节臂	点位一	1267.6	952.0	33.1
	点位二	1018.8	920.2	10.7
	点位三	762.5	750.1	1.7
二节臂	点位一	1062.1	812.7	30.7
	点位二	813.4	755.5	7.6
	点位三	556.3	521.9	6.6
三节臂	点位一	800.8	732.1	9.4
	点位二	704.6	692.1	1.8
	点位三	519.1	513.3	-1.1



(a) 优化前



(b) 优化后

图5 优化前后臂架某相同位置 Von Mises 应力云图

4 结论

(1) 采取本文提出优化方法对异形多边形臂架截面进行优化,能够在保证轻量化的同时,有效降低臂架部分区域的应力集中现象,显著提高臂架的刚度与强度,为高空作业平台臂架结构提供了新的设计思路。

(2) 本文提出的方法基于特定目标形状的多边形臂架,对于其他异形臂架截面形状优化方法,还有待后续进一步研究。

[参考文献]

- [1]赵腾,王元强,吉江峰.高空作业平台发展现状探究[J].建筑机械技术与管理,2020(1):97-98.
 - [2]姚峰林,丁凡志,杨旭,等.焊接残余应力对实腹式伸缩臂架稳定性影响[J].起重运输机械,2024(18):46-51.
 - [3]孙在鲁.箱型伸缩臂腹板局部稳定临界应力的计算[J].工程机械,1980(12):14-23.
 - [4]白艳强.起重机箱型伸缩臂滑块处局部应力分析[D].山西:太原科技大学,2021.
 - [5]王振兵,李艾民.100t 伸缩臂履带式起重机臂架结构设计和优化分析[J].计算机辅助工程,2012,21(4):4.
 - [6]Gaši MM, Savkovi MM, Bulatovi RR, et al. Optimization of a pentagonal cross section of the truck crane boom using Lagrange's multipliers and differential evolution algorithm[J]. Meccanica, 2011, 46(4):845-853.
 - [7]李前进,张胜利,等.高空作业车臂架轻量化设计与改进[J].建筑机械化,2019(3):23-25.
- 作者简介:郑波(1989.3—),男,学历:硕士研究生,毕业院校:湖南大学,所学专业:机械工程,目前职称:工程师,目前就职单位:湖南中联重科高空作业机械有限公司。

交通工程中电气自动化技术的节能优化策略

王 岩 胡 洋

沈阳地铁集团有限公司运营一分公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要] 交通工程中电气自动化技术的节能设计技术具有很高的研究价值。电气自动化技术在地铁车站的通风空调、低压供电系统以及电扶梯等方面的应用, 已为节能优化提供了有效途径。当前, 电气自动化技术已在交通工程中广泛应用, 但仍面临一些技术和管理上的挑战, 导致节能潜力未完全释放。因此, 推动电气自动化技术的深入应用, 制定合理的节能优化策略, 对提高能源利用效率和促进可持续发展具有重要意义。文中探讨了电气自动化技术在交通工程中的现状和重要性, 并提出了相应的优化策略。

[关键词] 交通工程; 电气自动化技术; 节能设计; 优化策略

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14532

中图分类号: U260

文献标识码: A

Energy-saving Optimization Strategies for Electrical Automation Technology in Transportation Engineering

WANG Yan, HU Yang

The First Operation Branch of Shenyang Metro Group Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: The energy-saving design technology of electrical automation technology in transportation engineering has high research value. The application of electrical automation technology in ventilation and air conditioning, low-voltage power supply systems, and escalators in subway stations has provided an effective way for energy-saving optimization. Currently, electrical automation technology has been widely applied in transportation engineering, but still faces some technical and management challenges, resulting in incomplete release of energy-saving potential. Therefore, promoting the in-depth application of electrical automation technology and formulating reasonable energy-saving optimization strategies are of great significance for improving energy utilization efficiency and promoting sustainable development. The article explores the current status and importance of electrical automation technology in transportation engineering, and proposes corresponding optimization strategies.

Keywords: traffic engineering; electrical automation technology; energy-saving design; optimization strategy

引言

随着全球能源危机的加剧以及环保要求的不断提高, 节能减排已成为各行各业发展的关键目标, 尤其是在交通工程领域。交通系统作为城市基础设施的重要组成部分, 不仅承担着大量的人流和物流任务, 其能源消耗也日益成为影响城市可持续发展的重要因素。在这种背景下, 电气自动化技术逐渐展现出其在提升系统效率、降低能源消耗方面的巨大潜力。通过引入先进的电气自动化技术, 各类交通设施中的设备得以智能化管理, 从而实现能源的优化配置, 提高系统运行效率, 减少能源浪费, 并最终达到节能减排的目标。电气自动化技术的应用, 在地铁车站、低压供电系统以及电扶梯等基础设施中, 不仅显著提升了设备运行的稳定性与安全性, 还有效降低了能耗, 减少了碳排放, 推动了交通系统向绿色、低碳方向的转型。由此可见, 电气自动化技术在交通工程中的节能优化策略具有重要的应用价值。本文将深入探讨这一技术的实施路径, 提出具体的优化措施, 旨在为交通工程的可持续发展提供理论支持与实践指导。

1 交通工程电气自动化技术的发展现状

交通工程电气自动化技术的发展经历了多个阶段, 在

智能化、节能与高效化方面不断取得突破。随着城市化进程的加速, 尤其是地铁、轻轨等轨道交通需求的不断增长, 电气自动化技术在交通工程中的应用变得越来越广泛。从早期的基础电力供给系统, 到如今覆盖通风空调、供电、照明、电扶梯等多个领域, 电气自动化技术显著提升了系统的运行效率, 同时实现了能耗的显著降低。目前, 电气自动化技术在交通工程中的应用已覆盖多个子系统的智能控制与优化, 尤其在地铁车站及隧道内, 自动化控制系统能够实时监测环境变化, 自动调节空调和通风设备的运行状态, 确保空气质量与温度的稳定, 同时有效减少能源浪费。低压供电系统与电扶梯的节能控制也通过智能化管理得到了优化, 避免了不必要的能源消耗。随着物联网、云计算、大数据分析与人工智能等新兴技术的引入, 交通工程中的电气自动化系统逐渐向集成化、网络化、智能化方向发展, 系统的协调性与响应速度得到了进一步提升。尽管电气自动化技术在交通工程领域取得了显著进展, 仍面临一些挑战。技术更新换代速度较快, 设备的兼容性与技术标准化问题依然存在, 尤其在老旧设施的升级改造方面, 往往需要较大的资金投入。此外, 一些地区和单位对

电气自动化技术的投入与应用仍显不足,这导致了技术推广进展缓慢。未来,电气自动化技术在交通工程中的发展不仅需进一步提高技术水平,还应注重系统整合与设备更新,从而推动资源配置的高效化及节能策略的全面实施。

2 电气自动化技术在地铁车站通风空调系统中的节能应用

2.1 地铁车站通风空调系统的特点

地铁车站的通风空调系统,作为一个复杂且高能耗的设施,承担着车站空气流通、温湿度调节以及空气质量控制的关键任务。由于地铁车站通常位于地下或封闭环境中,空气流动受限,这使得通风空调系统的设计与运行变得尤为重要。车站空间的封闭性限制了自然通风的可能,空气交换主要依赖于机械通风设备,如风机和排风系统,这些设备必须根据车站内外的温度、湿度以及空气质量等多种参数进行实时调整。与此同时,地铁车站通常人流密集,设备众多,热负荷较大,尤其是在高峰时段,系统的负荷随之增加,从而导致能耗显著提升。车站外部气候的变化也影响系统的运行,尤其是夏季,外界温度较高时,空调系统的制冷能力需要增强;而在冬季,则需加大供暖力度,这对节能与系统效率提出了更高要求。此外,在设计通风空调系统时,设备的噪音控制及空气流动的舒适度也需考虑。为了保障车站内的舒适与安全,必须实时监测与调节温湿度、空气质量及风速等多项指标,以确保车站内的空气环境始终符合相关标准要求。

2.2 电气自动化技术在通风空调系统中的应用

地铁车站的通风空调系统,作为一个高能耗且复杂的设施,其能效提升不可或缺地依赖于电气自动化技术的支持。通过先进的自动化控制与数据采集,电气自动化技术帮助实现了能源的高效管理与优化调度。智能传感器与控制器的组合被应用于系统中,使得车站内的温湿度、空气质量、二氧化碳浓度等关键环境参数能够实时监控。基于这些监测数据,空调与通风设备的运行状态会自动进行调节。例如,在车站空旷或无人员活动的时段,系统能够自动降低通风与空调的运行强度;而在人流密集时段,设备则会自动增加输出,以确保车站内空气清新、温度适宜。这种实时数据驱动的调节机制,不仅提高了能源使用的精度,还有效避免了传统控制方式中的过度能耗。此外,变频技术的应用使得系统能够灵活调节设备的运行速度与输出功率,从而大幅减少了能源浪费。例如,风机的转速会根据空气流动需求而调整,而冷却系统则会根据温度变化自动调整冷量输出,确保在最低能耗下满足使用需求^[1]。通过设备状态监控与故障预警系统,电气自动化技术能够精确掌控设备的运行情况,及时发现潜在故障并进行预防性维修,从而避免了因故障导致的能源浪费与系统停运。引入智能调度系统后,多个通风与空调设备的协同工作变得更加高效,最大限度地降低了能源消耗,提升了整体系统的运行效率。

3 低压供电系统的节能优化策略

3.1 低压供电系统的组成

低压供电系统在地铁车站及其他交通设施中,作为电

力供应的关键环节,承担着将外部电网提供的高压电能转换为适用于车站的低压电能的任务,从而保障各类电气设备的正常运行。该系统由多个核心组成部分构成,包括变压器、配电装置、开关设备、配电柜、电能表、接线装置及各种保护装置。作为低压供电系统的关键设备,变压器负责将高压电流降压转换,以确保电能适配车站内部的需求。由多个配电柜和配电箱组成的配电装置,承担着将电能进一步分配到各个子系统的职责,如照明、空调、通风、扶梯及自动化设备等。开关设备在系统中发挥着保护作用,在电力故障或短路发生时,它们能够迅速断开电流,从而防止设备损坏,确保系统的安全运行。电能表则负责实时监控整个系统的电能消耗,提供准确的用电数据,为后续的能效分析和费用结算提供依据。为确保系统安全,低压供电系统还配置了各种保护装置,如过载保护、短路保护等,这些装置能够在电气故障发生时及时断电,避免电气火灾和设备损坏。

3.2 电气自动化技术在低压供电系统中的应用

3.2.1 智能监控与故障诊断

在智能监控与故障诊断方面,沈阳地铁配备的FAS(火灾自动报警系统)和ISCS(综合监控系统)能够实时监控环境和设备的运行状态。一旦发生火情或设备故障,两个系统能及时反馈并针对不同问题给出相应联动方式。例如,FAS系统检测到火灾信号时,ISCS系统可迅速联动通风系统启动排烟模式,为乘客疏散创造良好环境。对于设备故障,两个系统协同工作,及时通知维修人员处理,极大减少故障对地铁运营的影响,切实提高了地铁运行的安全性和可靠性。

3.2.2 节能优化控制

电气自动化技术在沈阳地铁低压供电系统中,通过对照明系统的智能控制,可根据实际负载情况自动调整运行参数降低能耗。如在1号线车站采用高光效节能灯具与智能照明控制系统,能预设多种场景模式,包括正常运营模式、应急疏散模式、清洁维护模式等。不同场景下系统自动切换相应照明模式,为地铁车站运营管理提供便利。智能照明控制系统的远程监控和管理功能,便于车站管理人员对高光效照明灯具进行管理和维护,及时发现并解决照明系统故障问题,提高系统可靠性和稳定性^[2]。同时,系统的数据分析功能为照明策略优化提供依据,进一步提升管理水平。

3.2.3 自动化保护与安全控制

为确保沈阳地铁低压供电系统安全运行,电气自动化技术应用于系统保护与安全控制。采用消防电源监测系统、电气火灾监测系统、SCADA系统等自动化控制系统,可实现对开关设备的远程控制,提高操作安全性和可靠性。在紧急情况下,多系统协同工作为地铁应急处置提供有力支持。消防电源监测系统确保消防设备可靠供电,电气火灾监测系统快速定位火灾位置,SCADA系统实现远程监控和调度。这些系统协同作用提高了应急处置的效率和准确性,最大限度减少事故损失。通过对地铁设备和系统的实时监测和管理,消防电源监测系统、电气火灾监测系统和SCADA系统共同保障沈阳地铁稳定运行,及时发现和处理

安全隐患,优化运行调度,提高设备可靠性和稳定性,为乘客提供安全、舒适、高效的出行服务。

4 电扶梯节能优化技术

4.1 电扶梯的工作能耗特点

电扶梯的能耗特点主要受其运行状态、负载变化与使用频率的影响。作为一种持续运转的设备,电扶梯的能耗呈现出明显的波动。在正常工作条件下,电机驱动系统的功率消耗直接决定了电扶梯的能耗。当负载较轻或处于空载状态时,尽管电机仍保持运行,但所需的功率较低,能量浪费往往因此发生。负载增大,尤其在高峰时段或人流密集时,电扶梯的能耗将显著上升。电扶梯的运行速度与提升高度也是影响能耗的关键因素。电梯速度越快,或需要提升的楼层越多,其电能消耗亦随之增加。另一个值得关注的能耗特点是电扶梯的待机状态。在无人使用的情况下,许多电扶梯仍然在持续运行,造成了不必要的能量浪费,尤其是在夜间或非高峰时段,这种情况尤为突出。电扶梯的能耗不仅与负载及运行条件相关,还与其控制系统的智能化水平密切相关。传统电扶梯缺乏智能调节功能,往往导致其在不需要时仍维持较高功耗。

4.2 电气自动化技术在电扶梯中的节能应用

电气自动化技术在电扶梯节能中的应用,主要依靠智能控制系统、变频调速技术以及负载感应机制,显著提高了电扶梯的能源效率,减少了不必要的能耗。传统电扶梯系统通常采用固定速度的电机驱动,这种方式无论负载如何变化,功率消耗始终保持不变,导致低负荷时能源浪费的现象。随着电气自动化技术的引入,现代电扶梯配备了智能调节系统,能够实时监测负载状况,动态调整电机转速及功率输出,以适应不同的使用需求。变频调速技术在电扶梯中得到了广泛应用,电机的运行速度根据负载需求通过变频器调节,从而减少了不必要的电能消耗。例如,当客流出现断档时,自动扶梯的速度将降低,进入节能模式,能量消耗得到减少;而在客流高峰期,自动扶梯则会持续高速运行。此外,垂直电梯通过采用群控系统实现节能目标,利用智能调配运行方式,有效减少了空驶与等待所产生的能耗,既提高了运行效率,又兼具环保效果,从而助力节能减排。同时,电梯的能量反馈功能能够将运行过程中产生的多余能量进行回收再利用,从而进一步降低能耗,实现资源的高效利用^[3]。智能控制系统还能够根据时间段、使用频率等因素自动调整电扶梯的开关策略,进一步提升了其能效。

5 综合节能管理与优化策略

综合节能管理与优化策略在交通工程中的应用具有重要意义,它涉及对电气自动化系统、设备运作、能源使用等多个领域的综合协调与管理,旨在实现整体能源效率的提升。在实践中,综合节能管理不仅仅局限于单一设备或系统的优化,而是通过构建系统化的能源管理框架,对

各个环节进行精细化控制与调节。通过先进的监控与控制技术,能够实时采集并分析数据,全面跟踪电气设备的运行状态与能源消耗,及时发现能源浪费或潜在故障。结合大数据与人工智能技术,系统可进行能效预测与调度优化,根据实时需求动态调整运行策略,确保设备始终在最优状态下工作,从而减少能耗并延长设备使用寿命。以电扶梯、通风空调、低压供电系统等设备为例,综合管理系统能够根据负载需求、人员流动及天气变化等多重因素,实施智能调度,避免在高峰时段过度运行,同时,在非高峰时段切换至节能模式^[4]。节能管理体系还应包括定期的能效评估与反馈机制,通过能效审计与数据分析,识别系统中的瓶颈问题,并进行及时的优化调整。此外,员工的节能意识提升也是综合管理的重要一环。通过培训与激励措施,可以增强员工对节能目标的关注与认同,推动节能行为的长效实施。最终,通过构建一体化的节能管理体系,不仅能显著提高能源使用效率,还能助力交通工程项目的可持续发展,为实现绿色建筑与低碳社会目标提供强有力的支持。

6 结语

在多个领域,电气自动化技术在交通工程中的节能优化策略,已展现出其显著的应用价值。从地铁车站的通风空调系统、低压供电系统到电扶梯的节能管理,提升了各类系统的运行效率,电气自动化技术不仅如此,也有效降低了能耗,减少了对环境的负面影响。随着科技的不断进步,新型自动化技术与设备的应用,显著提升了节能效果。然而,当前技术的推广仍存在一定局限,部分设备的管理不到位,整体节能效果因此受到了影响。未来,技术研发力度应加大,电气自动化系统智能化水平的提升应得到推动,并结合现代信息技术,推动节能管理体系的创新与优化。此外,政策引导与资金支持,将成为推动这一转型进程的重要因素。通过进一步增强节能意识、优化管理模式及完善设备维护,电气自动化技术将在交通工程中发挥更大的潜力,为实现低碳、绿色交通目标提供坚实的技术保障。

【参考文献】

- [1]杨建强. 电气自动化工程中的节能设计技术浅析[J]. 中国设备工程,2023(1):148-150.
- [2]杨栋梁. 浅析电气自动化工程中的节能设计技术[J]. 信息记录材料,2021,22(4):161-162.
- [3]戴文通. 电气自动化设备在城市轨道交通中的实践探究[J]. 人民公交,2024(10):79-81.
- [4]胥东梅. 电气工程自动化问题及方法对策分析[J]. 化工管理,2017(30):56.

作者简介:王岩(1986.7—),毕业院校:大连交通大学,所学专业:材料成型及控制工程+软件工程,(中级职称是电气自动化,副高评电气自动化),当前就业单位:沈阳地铁集团有限公司运营一分公司,职务:车站设备工程师,职称级别:现职称中级,待评:副高。

聚乙烯挤压机维护与运行策略探究

陈 旺

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司烯烃二分公司, 宁夏 银川 750000

[摘要] 在聚乙烯产品的造粒过程中, 挤压造粒机是主要设备, 其自动化程度非常高。在生产实践中, 由于设备本身的特殊性, 在设备的生产、使用和维护中出现了许多问题, 给挤压造粒机组的生产造成了较大的损失。本篇文章通过对挤压造粒机组在聚乙烯生产中常见故障的分析, 提出相应的解决方案, 为实现聚烯烃生产的“安全、稳定、持久、完美”提供一定的参考。

[关键词] 聚乙烯装置; 挤压; 造粒机组; 故障维护

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14557

中图分类号: TQ325.12

文献标识码: A

Exploration on Maintenance and Operation Strategies for Polyethylene Extruder

CHEN Wang

Olefin Second Branch of CHN Energy Ningxia Coal Industry Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750000, China

Abstract: In the granulation process of polyethylene products, the extrusion granulator is the main equipment with a very high degree of automation. In production practice, due to the particularity of the equipment itself, many problems have arisen in the production, use, and maintenance of the equipment, causing significant losses to the production of the extrusion granulation unit. This article analyzes the common faults of extrusion granulation units in polyethylene production and proposes corresponding solutions, providing a certain reference for achieving "safety, stability, durability and perfection" in polyolefin production.

Keywords: polyethylene plant; squeezing; granulation unit; fault maintenance

挤压造粒机组是聚乙烯生产过程中最重要的设备, 也是投资最大的设备。由于其内部逻辑链连接复杂, 很容易造成离合器跳闸, 导致设备停机。该设备采用机电仪表, 自动化正在进行中。因此, 在实际操作中, 可能会出现难以诊断的故障, 增加加工时间, 影响整个聚乙烯装置的正常运行, 并大大降低生产率。因此需要对其故障原因进行深入分析, 采取针对性的维护措施, 才能确保挤压造粒机组的运用效率。

1 挤压造粒机组的结构和工艺流程

1.1 设备流程

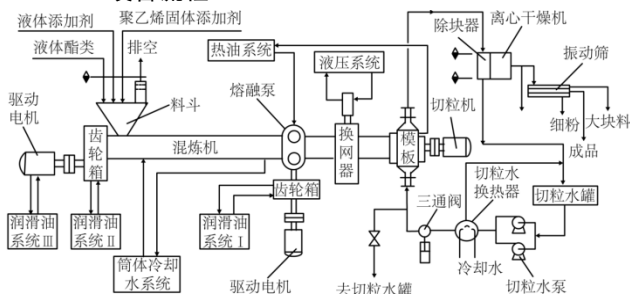


图1 挤压造粒机组流程示意图

将聚乙烯生产的树脂粉末脱气后, 加入各种添加剂, 通过挤压造粒机喂料机喂入混合器, 在 200℃ 的温度下转化为熔融树脂。熔融树脂在熔体泵的压力下被压缩, 然后通过自动网状交换器上的过滤器去除杂质, 并通过出料板上的模孔挤出; 挤出的熔体流入容器, 容器中的旋转叶片

将树脂切割成颗粒^[1]。切割好的树脂颗粒通过水进入脱粒器去除大块, 然后送入离心干燥器进行脱水和干燥; 干燥后的粉末送入筛分装置, 筛分后的合格颗粒通过气力输送系统送入成品库进行混合储存^[2]。破碎机和干燥机将切碎的颗粒中的水分过滤后送回造粒罐进行循环利用 (见图 1)。

1.2 挤压造粒机的基本结构

(1) 主线设备。本项目所选用的颗粒挤压造粒机的主要设备包括: 本项目所选用的颗粒挤压造粒机的主线设备见图 2)。

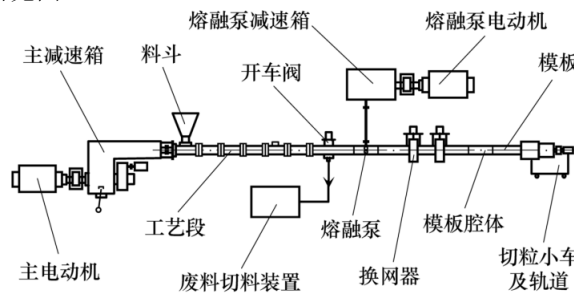


图2 挤压造粒机结构图

(2) 辅助设备。本文选用的造粒挤出机成套设备基本如下。该成套设备应包括以下组件: 机型油加热系统、熔体泵轴承温度控制系统、气缸水冷却系统、液压装置、主机油润滑装置、主传动油润滑装置、熔体泵齿轮箱润滑装置、切割水箱、切割泵、切割水交换器、除尘器、振动筛、干燥机、散装物料收集器、旋转阀、出水风机和其他

组件。

(3) 其他设备。本工艺选用的挤压造粒机主要有熔融指数仪、切割水流量仪、隔音主齿轮箱罩、隔音熔融泵齿轮箱罩、水管、油管、接线盒、控制柱等。

2 机组常见的设备故障及原因分析

机组常见的设备故障及原因分析，如表 1 所示。

3 机组常见故障处理方法

3.1 挤压造粒机螺杆和机筒振动异常

更改设置；重新检查过滤器和其他设备，整理行李，修理和重新安装螺钉并对齐。

3.2 挤压造粒机螺杆槽壁或出料管壁黏附烧焦的树脂

选择合适的夹套温度；需要停窑时定期停窑；进入挤出机前用氮气清洁进料口；用氮气密封/清洁出料口；严禁增加氧气浓度。

3.3 挤压造粒机机筒法兰、垫片等挤压造粒机机筒设备部位聚乙烯粉末泄漏

补充垫片或更换损坏的垫片；修复法兰密封面，更换新垫片，然后按规定扭矩重新拧紧法兰螺母；检查夹具是否加热和冷却，盖子是否堵塞，加热器是否工作正常。如果损坏，检查恒温器部件是否有问题^[3]。

3.4 挤压造粒机机筒出料口漏料过多

检查原料的粘度，然后观察料筒是否过热；通过减小挤压机节流阀并将设置从“冷却”改为“加热”，可以有效控制物质的挥发性；更换螺杆、螺栓和轴套；打开维修阀，减小阀门开车阀门加热。

3.5 换板滑杆卡死

修复液压油系统，更换损坏部件；确定油缸温度，研究加热不足的原因（加热剂、加热罩、仪器控制等）。

表 1 机组常见的设备故障及原因

序号	故障	原因
1	挤压造粒机螺杆和机筒振动异常	进料过多或过少，螺杆转速过低，节流阀没有调到正确的间隙；大块物料或异物掉入或掉出；线或管断裂或磨损；定心或不定心
2	挤压造粒机螺杆槽壁或出料管壁黏附烧焦的树脂	过热；挤压机上的氧气浓度增加
3	挤压造粒机机筒法兰、垫片等挤压造粒机机筒设备部位聚乙烯粉末泄漏	密封件丢失或损坏；法兰密封件损坏、螺丝松动、夹套加热不均
4	挤压造粒机机筒出料口漏料过多	聚乙烯粘度降低，大量未溶解的固体流出。气体蒸发和聚乙烯拉伸 出口螺纹部件过度磨损；螺杆轴磨损；挤出机出口处有大量固体树脂。
5	换板滑杆卡死	液压油泄漏或液压缸系统故障、液压压力不足、限位开关故障、液压缸发热过度
6	换网压差频繁（过高或过低）	筛网太薄，管道或设备中积聚杂质，稳定剂和催化剂残留物堵塞，热分解树脂堵塞导致筛网压差过大。筛网泄漏，导致筛网压差不足
7	混料喂料不稳定	进料角度不对，物料卡在料斗表面
8	混合料斗进料不畅	转子速度太慢；喂料速度太高
9	润滑油温度过高	油量不足、油质差、油类型错误、润滑油泵损坏、油冷却器损坏
10	机油压力过高	压力表后的管路堵塞；油箱中有异物；润滑油温度低于 40℃
11	搅拌机运行过程中突然停止	电源故障；封闭室限位开关故障；混合室中有异物
12	混合机在运行过程中突然停止	(1) 造粒温度过高；(2) 原料熔融指数差异过大，导致物料速度不均匀；(3) 切割振动过大，刀与梳子未紧密对齐；(4) 水流粒度过小；(5) 刀面破损或磨损过大。以上因素都会造成水下造粒系统停机，导致整机停机
13	造粒系统突然停止	由于材料的尺寸不均匀性，进料器中可能会出现压缩、凝固和堵塞
14	成品颗粒忽大忽小	颗粒水温过高；夹具与切割轴不对称；切割轴跳动过大，使切割轴变形；切割边缘不直；隔膜孔脏；隔膜板和切割器磨损；隔膜板热量不足；切割材料硬度不合适
15	颗粒形状不规则	刀架与试样的垂直度变化；模具与试样的平行度不一致；间隙不足；模具中蒸汽量减少；脱模不良；模具速度参数控制不当；模具磨损
16	颗粒颜色异常（有色颗粒）	①停球时间过长，剩余物料在造粒过程中会碳化；②不符合要求的助剂有颜色；③在聚合过程中，③在聚合过程中，如果加入过多的三乙基铝，三乙基铝会发生反应并渗透到树脂中，导致着色不均。④树脂输送系统中氧气含量过高，原料易受高温和氧气的共同作用而分解；⑤由于系统中不正常引入其他杂质，形成有色颗粒
17	颗粒值突然增大且颗粒值大于 mi 值	混合过程中树脂降解；按规定添加稳定剂
18	主机扭矩过大和主机系统故障	机油润滑系统故障，主机输出轴和变速箱输入输出轴精度不够，发动机和离合器振动会损坏主机轴承，导致扭矩过大
19	主电机扭矩过低	喷射系统故障、双螺杆空转、主机扭矩不足

3.6 换网压差频繁（过高或过低）

更换较小的滤网，检查熔体中是否有碎屑，经常清洗过滤器并更换损坏的过滤器，以确保过滤器压差正常。

3.7 混料喂料不稳定

排除喂料机故障；清理料斗水套部分，提高冷却效果。

3.8 混合料斗进料不畅

调整过高的转子转速，降低喂料速度。

3.9 润滑油温度过高

检查机油，加满，换油，型号不适合更换；测试油压、流量、油泵、硬件，测试水压、流量。将压力调整到标准值。检查并清洁散热器。

3.10 机油压力过高

检查并清理压力表后的管路，更换润滑油；检查并更换温度控制系统。

3.11 搅拌机运行过程中突然停止

等待供电；修复故障限位开关；打开混合室，检查并清除异物。

3.12 混合机在运行过程中突然停止

①当温度过高时，应将热油温度降到最低，观察气缸内部温度的变化及气缸冷却水的流速、压力、温度等指标。切料时要注意：①切料时要注意水的流量；②材料的熔融指数相差较大，流速不一样，为避免水球的水提前进入模板，造成模孔冻堵，要确定“水-刀-料”按时入模。切料后，加快喂料和挤出速度，达到规定压力^[4]。③切粒机振动过大，切粒机电机与切粒机相对中心不紧。检查切粒机电机是否以切刀轴为中心，刀具轴承组件是否损坏，切刀转子是否不平衡。在运行过程中，检查造粒机四个移动轮与导向板之间的接触间隙是否不足。通过控制粉末树脂中的挥发物，可以防止粉尘进入模具时影响刀具和切割轴。④微粒水的流速很慢，检查微粒水是否存在，微粒罐的过滤器和冷却器是否堵塞，如果堵塞，应立即关闭；检查造粒泵进出口的压力是否正常^[5]。如出现异常，应及时维修颗粒泵及其管路。刃口损坏或过度磨损 停机后，用肉眼观察刃口是否损坏或过度磨损，若是，应更换所有刀片。

3.13 造粒系统突然停止

如果在开口处（螺纹和开口之间的物料）出现物料硬化，导致堵塞和弹出，可使用较小的螺杆并以较高的速度运行来纠正^[6]；如果螺杆难以取出，可使用较小的螺杆并以较高的速度运行；如果控制装置没有信号，可检查控制装置以确定问题所在；如果控制装置没有信号，可检查控制装置以确定问题所在。

3.14 成品颗粒忽大忽小

解决办法是降低水温，但要确保温度不要太低，否则会造成堵塞，打开速度会降低。重新设置切割轴和隔膜，检查并更换切割轴或更换切割器并加盖印章；研磨或更换隔膜；检查热量。测试和校准切割装置的振动，调整气压。

出现细小颗粒的原因是刀速与刀速不平衡，刀速不高^[7]。

解决方法：刀速必须与造粒负荷一致，否则在送胶的刀速下，切粒的概率增大。

3.15 颗粒形状不规则

调整切割轴和花纹的垂直度；检查刀片夹紧情况，调整平行度和间隙、蒸汽压力、堆垛、刀速、换刀。

3.16 颗粒颜色异常（有色颗粒）

解决方案注意是避免：①停球时间过长，剩余物料在造粒过程中会碳化^[8]；②不符合要求的助剂有颜色；③在聚合过程中，如果加入过多的三乙基铝，三乙基铝会发生反应并渗透到树脂中，导致着色不均。④树脂输送系统中氧气含量过高，原料易受高温和氧气的共同作用而分解；⑤由于系统中不正常引入其他杂质，形成有色颗粒^[9]。

3.17 颗粒值突然增大且颗粒值大于 m_i 值

冷却树脂；检查稳定剂的添加量；检查系统中的氧气含量。如果过高，应加强除氮。

3.18 主机扭矩过大和主机系统故障

定期检查和清洁油系统，使用振动测试仪、红外测温仪等检查主体轴承，进行趋势分析。如果超出预设值，应检测主电机的电流或空转功率，并与预设值进行比较，以确定是否需要更换。为确定转子不平衡的原因，应进行电气实验。

3.19 主电机扭矩过低

先检查送料系统或主送料系统是否存在问题，并断开锁紧点。

4 挤压造粒机操作注意事项

4.1 操作控制的主要原则

在正常运行中，以预防或减少螺杆和筒体的磨损为目的，保证设备的良好运行行为目的。挤压造粒机螺杆通常分为三部分：进料部分、出料部分和混合部分。螺旋锥齿轮的齿廓和齿槽有其独特的形状，如近似圆柱形和等高不等距的椭圆盘。螺旋管是一种特殊结构，其作用是将树脂中的机械能转化为热能，从而使树脂得以混合和熔化^[10]。挤出设备应以尽可能低的速度使用，并优化工艺参数，以提高低负荷时的填充率。避免在低温、高温和高压下操作挤出机，以防损坏挤出机。

4.2 控制开车负荷的注意事项

在不同的熔融温度条件下，造粒机开料负荷的控制是一个很大的影响因素。启动载荷的控制与模板的孔隙率有很大关系，影响整个机组的载荷、颗粒形状和粒度，也影响成品中的细粒含量。（1）如果产品的熔点为每 10 分钟 2.5g 或更高，则必须迅速将负荷增加到 28t/h（3~5min），随后增加到 1.0t/h；（2）当产物小于 2.5g/10min 时，负荷由 1.0 质量/h 增加到 24 质量/h，然后每 h 0.5 质量增加到规定负荷；（3）除紧急情况外，或以每小时 0.5 吨的速度减少载重。每次装载或卸载 2~3 分钟。

5 结语

挤压造粒系统中的设备种类繁多,而且大多是高度自动化的旋转设备,这使得故障原因变得复杂。本文介绍了挤压造粒机的常见故障和处理方法,总结了解决这些问题的方法和经验。为实现聚烯烃生产“安全、稳定、长效、完美、卓越”的目标,在实践中积累了宝贵的经验。在今后的生产经营实践中,还要深入研究,注重积累,善于思考,不断对新设备的故障进行分析研究,使其稳定工作时间大大延长,从而不断提高运行维护性能,为企业的发展作出更大的贡献。

[参考文献]

- [1]谢磊,马龙茂.金属聚乙烯挤压机自动开停车功能的应用与实践[J].中国仪器仪表,2023(9):31-35.
- [2]郭栋,荆举祥,陆聪,等.高压聚乙烯装置挤压机尾气回收利用[J].当代化工研究,2022(22):108-110.
- [3]郑伟.聚乙烯醇螺杆挤压机物料阻塞的原因及解决方法[J].安徽化工,2022,48(2):104-107.
- [4]刘佳特.高密度聚乙烯装置挤压造粒工段设备布置要点分析[J].医药工程设计,2020,41(6):8-12.

[5]赵飞.影响聚乙烯产品色粒的原因分析及对策[J].内蒙古石油化工,2020,46(1):44-47.

[6]李世财,刘光成,赵新.茂金属聚乙烯生产中挤压造粒机故障分析与处理[J].设备管理与维修,2022(18):61-62.

[7]赵海福.浅谈全密度聚乙烯挤压机离心干燥器的凸轮转速开关改为模拟量信号[J].中国仪器仪表,2019(9):50-52.

[8]吴希,雷佳伟,余宗蔚,等.线性低密度聚乙烯薄膜晶点问题分析及改进措施[J].石化技术与应用,2023,41(2):126-129.

[9]林斌斌.聚乙烯装置挤压造粒单元设备布置优化研究[J].化工与医药工程,2023,44(3):11-15.

[10]卫小科,刘文皓.挤压机组熔融泵电机轴承故障分析及对策[J].设备管理与维修,2022(13):41-42.

作者简介:陈旺(1984.9—),男,毕业于中国石油大学机械设计制造及其自动化专业,国家能源集团宁夏煤业有限责任公司烯烃二分公司,助理工程师。

高空作业机械的轻量化技术研究

陈献平 何霖鹏

湖南中联重科智能高空作业机械有限公司, 湖南 长沙 410000

[摘要] 高空作业机械不仅用于建筑施工和设备维护, 还是紧急救援等任务中不可或缺的工具。其性能、稳定性和安全性在很大程度上决定了作业效率及操作人员的安全。近年来, 轻量化设计已成为高空作业机械研发的重要方向, 目标是通过减少设备重量提升作业效率、降低能耗以及运输成本。机械的轻量化不仅增强了灵活性, 还提高了其稳定性和作业性能。本文分析高空作业机械轻量化技术的原理、发展趋势及其应用, 并结合实际案例评估其对机械性能及经济效益的影响, 为未来的技术创新与应用提供理论支持。

[关键词] 高空作业; 轻量化技术; 机械

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14555

中图分类号: TH211.6

文献标识码: A

Research on Lightweight Technology of High-altitude Operation Machinery

CHEN Xianping, HE Jipeng

Hunan Zoomlion Intelligent Access Machinery Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410000, China

Abstract: High altitude operation machinery is not only used for construction and equipment maintenance, but also an indispensable tool in emergency rescue tasks. Its performance, stability, and safety largely determine the efficiency of operations and the safety of operators. In recent years, lightweight design has become an important direction in the research and development of high-altitude work machinery, with the goal of improving work efficiency, reducing energy consumption, and lowering transportation costs by reducing equipment weight. The lightweight of machinery not only enhances flexibility, but also improves its stability and operational performance. This article analyzes the principles, development trends, and applications of lightweight technology for aerial work machinery, and evaluates its impact on mechanical performance and economic benefits through practical cases, providing theoretical support for future technological innovation and applications.

Keywords: high-altitude operations; lightweight technology; mechanics

引言

高空作业机械广泛应用于建筑、电力及通信等领域, 特别是在高空架设、设备维护及紧急救援等任务中, 成为必不可少的工具。然而, 许多传统机械设备重量过大, 操作复杂且能耗高, 这在一定程度上限制了设备的工作效率, 增加了运营成本。为了应对这些问题, 通过应用轻质材料及优化结构设计, 可以有效减轻机械的自重, 从而提高工作效率、降低能耗, 减少运输与运营成本。尽管如此, 轻量化设计不仅仅是减轻重量, 如何在保持机械强度与稳定性的前提下优化设计, 以提升综合性能, 仍然是一个关键难题。

1 高空作业机械概述

高空作业机械, 指在高空环境中执行任务的特种设备, 被广泛应用于建筑、维修、清洁和检修等领域。近年来, 城市化建设的扩展和基础设施项目的增加, 以及对人员安全要求和工作效率提升的需求增加, 使高空作业机械的需求大幅增长。技术的进步与环保要求的提升, 使轻量化设计成为机械制造中的核心趋势。通过轻量化技术, 设备的灵活性、经济性得以提升, 能耗和材料消耗有效降低, 进而提高了工作效率。

1.1 高空作业机械的分类与特性

高空作业机械种类繁多, 通常根据作业高度、载重量、移动方式及适应环境进行分类, 主要包括剪叉式、桅柱式、曲臂式、直臂式和蜘蛛式高空作业平台。剪叉式平台以剪叉结构实现升降, 因承载能力较强, 适用于建筑工地与平坦地面; 桅柱式则采用桅柱结构, 具备更高的稳定性, 在仓库或狭小空间的场景中应用广泛; 曲臂式平台设计为跨越障碍的结构, 适用于复杂地形的作业需求; 直臂式平台则通过伸缩臂实现高空作业, 具有较强的承重能力, 常用于大型建筑及修缮作业; 而蜘蛛式平台则因其良好的地形适应性, 在崎岖或复杂地形的野外作业中表现突出^[1]。尽管在结构和功能上各类设备不尽相同, 稳定性、耐用性及便捷性却是共性需求。轻量化设计正随着对高空作业设备需求的增长与技术的发展而成为实现减重、降本的关键手段。具体如图 1 所示:

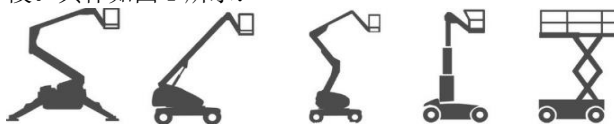


图 1 高空作业机械种类

1.2 轻量化技术的必要性

轻量化技术应用在高空作业机械的设计和制造中,核心目的为降低设备自重,从而增强作业的灵活性并减少能耗。轻量化技术的重要性主要表现在以下几方面:通过降低动力需求,设备的能耗得以减少,进而实现燃料的节约;此外,自重的减少改善了稳定性,从而降低倾覆风险;碳排放的减少也成为设备轻量化的附加优势;机械的寿命延长了,因为部件的磨损率降低,设备的耐用性随之提升;轻量化设计还简化了搬运和转场操作,施工效率因此得以提升,作业时间得以缩短。

1.3 现有高空作业机械的轻量化发展趋势

高空作业机械中轻量化设计的发展趋势已日益明显。随着材料科学的发展,高强度钢、铝合金及镁合金逐渐取代了传统的碳钢结构。高强度钢和轻质材料,因其兼具优良的机械性能和较低的密度,不仅大大减轻了设备重量,还在保证安全的同时提升了使用性能。尤其是铝合金,凭借其突出的抗腐蚀性,在行业内得到广泛应用。消除结构冗余部分,对结构件进行精细化优化设计作为轻量化的另一种手段,不仅减少了结构重量,同时降低成本,增加了稳定性。在复合材料的应用方面,玻璃纤维复合材料(GFRP)凭借其较高的强度重量比,在外观覆盖部件上广泛应用,从而提高了设备的抗腐蚀性和耐用性。模块化设计的轻量化策略同样值得关注,通过标准化和简化部件设计,设备的拆装与维护变得更加便捷,进一步减少了结构冗余,从而显著降低了运营成本。

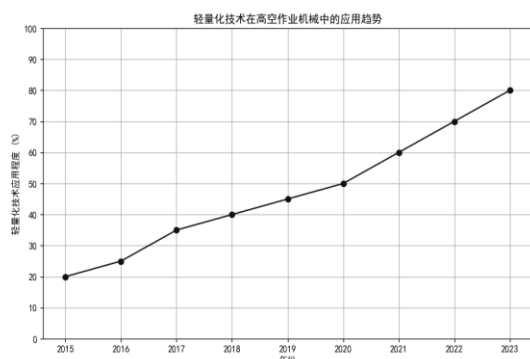


图2 轻量化技术在高空作业机械中的应用趋势图

2 轻量化技术原理

2.1 轻量化设计原则

在高空作业机械的轻量化设计中,虽然轻量化设计旨在减少设备的重量,但不能因此忽视机械的承载能力与使用寿命。在设计过程中,结构与材料的合理选择起着决定性的作用,为此设计师应综合考虑设备的工作环境和使用条件,以确保材料的强度与韧性能够满足工作要求。机械的减重不仅仅依赖于选择轻质材料,设计者还需要消除结构中的冗余部分,减少不必要的材料,以实现重量的最小化。同时,轻量化设计还应注重经济性,使得设计既能满足技术要求,又能保证成本效益的最大化。

2.2 轻量化技术类型

2.2.1 材料轻量化

在高空作业机械的轻量化过程中,通过选择强度高、密度低的材料,机械的重量可显著减轻,同时不会影响其强度和耐用性。铝合金、镁合金、碳纤维复合材料及高强度钢材料是最常用于实现轻量化设计的材料。铝合金以其较低的密度和良好的耐腐蚀性能成为高空作业机械中常见的材料。镁合金作为一种比铝合金更轻的材料,广泛应用于对重量要求更加严格的部件上^[2]。碳纤维复合材料则凭借其超高的强度重量比,成为高负载部件的首选材料。高强度钢虽然较为传统,但随着加工工艺的不断进步,其强度与重量的平衡已得到很好的控制,因此依然在高空作业机械中占据重要地位。采用这些材料能够在保证机械性能的前提下实现减重。图3显示了不同材料在高空作业机械中的应用对比。通过对比铝合金、镁合金、碳纤维复合材料与高强度钢的性能指标,帮助设计人员根据具体需求选择最合适的材料。

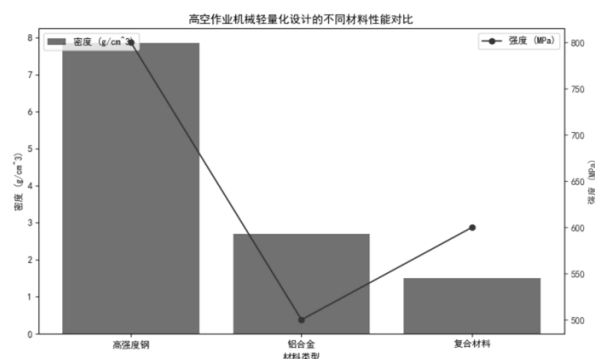


图3 高空作业机械轻量化设计的不同材料性能对比图

2.2.2 结构形状优化设计

结构形状优化设计作为实现轻量化的重要手段之一,通过采用消除冗余结构或多段折弯结构等设计,能够有效降低重量,同时保持必要的承载能力与机械稳定性。结构优化不仅有助于减轻重量,还能增强机械的整体性能,特别是在承受复杂负载时。结构优化设计过程中,常利用有限元分析(FEA)与计算机辅助设计(CAD)等先进工具对设计方案进行模拟分析,评估不同结构在实际工作条件下的表现。

3 高空作业机械轻量化技术的应用

3.1 高强度钢材料的应用

高强度钢材料在高空作业机械中得到了广泛应用,主要因其出色的力学性能,尤其在承载部件中。与传统钢材相比,高强度钢能够在不增加重量的情况下,提供更高的抗拉强度,确保设备在负载较大的环境下运行稳定。在起重臂、支撑架等关键部件的设计中,广泛采用高强度钢以确保机械的结构强度与稳定性,同时显著降低了自重。图4中,高空作业机械部件臂架原本使用材料强度为780Mpa的钢材,通过优化计算,显示可以采用材料强度更高,抗拉强度为960Mpa的高强钢,机械的重量大幅减轻,但承

载能力和稳定性得到了充分保障。这是因为高强度钢材料结合合理的设计,使得在实现轻量化的同时,确保了机械的安全性能。高强度钢的应用具有较高的生产成熟度,不仅提升了机械部件的性能,还降低了生产成本。对于大型高空作业机械,采用高强度钢材料更有助于提升结构安全性,同时延长设备的使用寿命。

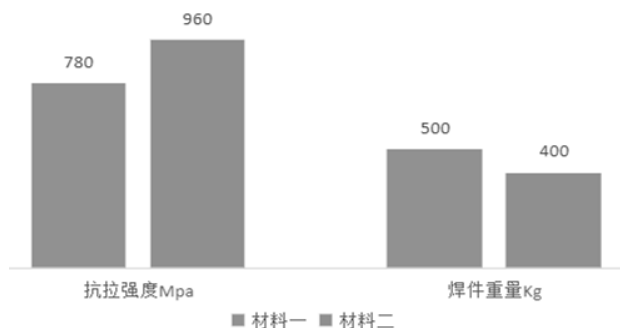


图4 高强度钢在高空作业机械部件中的应用与轻量化效果对比图

3.2 铝合金及镁合金在高空作业机械中的应用



图5 铝合金材料在高空作业机械上的应用

选用强度较高且密度较低的材料,能够在不牺牲机械强度的前提下,实现设备的轻量化。合金、高强度铝合金以及新型轻质合金材料的应用,极大地推动了高空作业机械的轻量化进程。随着新型合金材料的不断研发,这些高性能轻质材料也广泛地应用于高空作业机械的设计中,提升机械的可靠性与性能。高强度镁合金从密度上比铝合金更轻,在高空作业机械中的轻量化应用能起到最大的作用,特别适用于对重量要求极为严格的部件,如起重臂和平台支架。但是镁合金的成本较高,比较适合在航空航天、电子、汽车等高价值工业机械领域。高强度铝合金除了具备低密度外,还具有较强的耐腐蚀性能,而且成本在普通工程机械领域还可以接受,所以在工程机械一些关键部件中得到了广泛应用。在高空作业机械领域,铝合金被广泛应用于需要减轻重量的部件,如升降平台、支架等,具备较

高的抗拉强度同时能够有效减少机械的总重。以直臂式高空作业平台为例,应用铝合金材料替换整个工作斗的钢材材料,如图5所示,不仅可以减轻工作斗重量1/4,而且在保持整车稳定支反力不变的情况下,可以减去配重的重量,从而进一步减少整机的重量。

3.3 新材料与新工艺的应用

复合材料作为轻量化设计中的重要组成部分,碳纤维复合材料(CFRP)与玻璃纤维复合材料(GFRP)拥有优越的力学性能,凭借其超高的强度与轻质特性,广泛应用于高空作业机械的各个部件,成为高空作业机械中减重与增强性能的理想选择。这些材料不仅能显著减轻机械重量,还能保证机械在高强度工作条件下的稳定性,特别适用于需要高强度同时又有重量限制的结构部件,如机械框架、升降平台等^[3]。碳纤维复合材料具有极高的强度与刚性,同时重量轻、抗腐蚀性强,因此常用于要求承载能力较高的部件。玻璃纤维复合材料的虽然强度略低,但其成本较为经济,且具备良好的加工性,常应用于一些负载较轻的部件。在高空作业机械中,合理使用这些复合材料,不仅能够降低机械重量,还能提升其综合性能,增强机械的稳定性与安全性,外观也有一定的改善。以直臂式高空作业平台低米段产品为例,如图6所示,其转台侧面覆盖件应用玻璃纤维复合材料(GFRP),可以减重50~80kg左右,更高米段应用还能减少更多重量。



图6 玻璃钢材料在高空作业机械机罩上的应用

3.4 结构形状设计优化的应用

在进行高空作业机械结构设计时,设计者必须对机械结构的零部件形状进行细致的审查,识别并消除其中的冗余部分。应当采用精细化的设计方法,确保每一部分都具有其独特的功能和价值,可以有效减少不必要的材料使用,避免任何多余的重量负担,从而实现结构重量的最小化。这种优化不仅有助于提高结构的效率,还能降低成本,并可能提升其性能。在转台焊接件结构设计中,如图7所示,可以通过有限元分析(FEA)仿真技术分析零部件应力和变形,对每个零件进行精细化识别和优化,采用中空结构、降低板厚、局部加强的方法降低焊接件的重量。

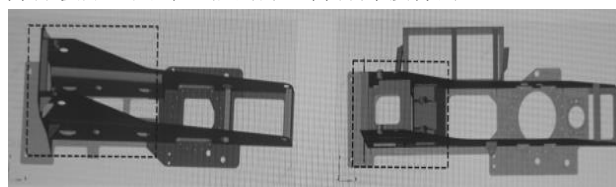


图7 转台焊接件精细化设计结构对比

在机械结构设计领域中,对于同一种结构形状时,折

弯件相较于焊接件具有诸多优势。具体来说,折弯件在强度方面表现出色,能够整体承受更高的负荷而不易变形或损坏。此外,折弯件的直接成型过程更为迅速高效,能够在较短的时间内完成生产,从而显著提高生产效率。在外观方面,折弯件的外形整洁美观,具有较高的视觉吸引力,这在许多应用场景中尤为重要。如图8所示,高空作业机械的臂架在保持同等力学性能要求的前提下,从四板焊接改为多边对扣折弯焊接,不仅能够减轻整体的重量,从而提高机械结构的能效和灵活性,还能显著提升整体结构的美观度。这种美观度的提升不仅仅体现在外观上,还能够增强产品的市场竞争力,使其在激烈的市场竞争中脱颖而出。

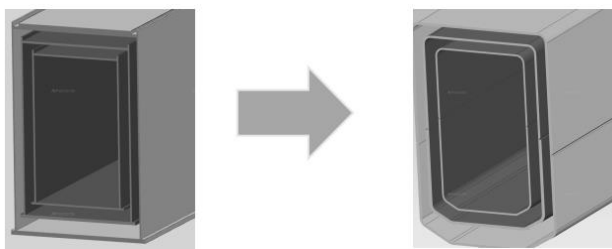


图8 臂架焊接件和折弯件对比

4 轻量化设计分析与优化

4.1 轻量化设计的仿真分析方法

借助仿真分析技术,设计人员可以在方案实施前进行虚拟模拟,提前识别潜在问题。有限元分析(FEA)与多体动力学仿真(MBD)是两种常用的分析手段,它们各自从不同角度优化设计。有限元分析(FEA)通过将机械结构划分为多个小单元,评估应力、应变等物理参数。这种方法帮助优化材料配置及结构设计,在不影响机械强度与刚度的前提下,最大程度地减轻重量。多体动力学仿真(MBD)则着重分析机械在多部件相互作用下的动态表现,有助于预测机械的运动行为与稳定性,确保轻量化设计不会影响机械的动态性能,从而保证其正常工作。

4.2 轻量化技术对机械性能的影响评估

轻量化设计的目标是减少机械重量,减重过程中,必须确保承载能力、稳定性与刚度等关键性能不受影响。只有在平衡各项需求的基础上,轻量化设计才能成功应用。承载能力是高空作业机械性能中的核心指标。通过选择高强度、低密度的材料,如高强度钢与铝合金,设计师能够在保持机械承载能力的同时,减轻整体重量。结构刚度也是影响机械性能的重要因素,轻量化设计需要确保足够的刚度来支撑工作负载,从而保证机械的稳定性^[4]。在设计过程中,动态响应必须被充分考虑,确保在减重后,机械依然具备稳定的动态性能。精确的分析与优化可以避免潜在的不稳定因素,使机械在多变的工作环境中保持高效运转。

4.3 轻量化设计的经济性分析

在采用高性能材料与先进工艺的同时,设计者应合理控制成本,确保设计方案具备经济可行性。高强度钢、铝合金等轻质材料虽然能够提升机械性能,但其成本较传统材料高。因此,设计人员必须在满足性能要求的前提下,平衡材料选择与生产成本。除了材料本身,制造工艺的选择也会对成本产生影响。精密加工与复合材料的应用虽能提升质量,但同样会增加生产费用。在这一过程中,设计者需要权衡成本与性能之间的关系,确保项目的经济性。虽然初期投入较高,但通过降低机械的能源消耗,长期使用将有效降低运营成本。因此,在经济性分析中,除了关注直接成本外,评估节能效果与维护成本的降低也是至关重要的。

6 结语

高空作业机械的轻量化设计在提高作业效率、降低能源消耗及运输成本方面发挥了重要作用。减轻机械重量,不仅能够提升作业效率,还能显著降低能耗,进而减少运营成本。本文探讨了轻量化设计的原理,重点分析讨论了材料轻量化、结构形状优化设计两种轻量化设计方法在高空作业机械中的应用,在确保机械的稳定性、安全性及承载能力的前提下,如何有效减重是设计中的核心问题。随着新型材料及智能设计技术的不断发展,高空作业机械的轻量化设计将在未来变得更加高效与智能,高强度钢、铝合金、复合材料等轻质材料的广泛应用为轻量化设计提供了技术支持。与此同时,仿真技术及智能优化设计方法的成熟,也为精准设计奠定了基础。随着相关技术的不断完善,高空作业机械的轻量化设计将在推动行业高效、智能化发展方面,释放更大潜力,为各种作业任务提供更加优质的机械设备。

【参考文献】

- [1]李飞,曹志皓,黄玉麟.起重机械高空轨道智能化检测系统应用[J].设备管理与维修,2021(1):124-128.
 - [2]田超,董海龙,雒佛庶,等.基于气压传动的高空水果采摘收集机械设计[J].现代制造技术与装备,2022,58(1):55-57.
 - [3]赵腾,郭春华,罗天娇.一种高空作业机械稳定性试验风载模拟装置研究[J].中国储运,2023(7):77.
 - [4]何东日.高空作业工程机械核心部件及行业平台研发[J].湖南省中电工业互联网有限公司,2020(1):16.
- 作者简介:陈献平(1987.4—),男,学历:本科,毕业院校:中南大学所学专业:机械制造,工程目前职称:中级工程师,目前就职单位:湖南中联重科智能高空作业机械有限公司。

大型煤制油项目空分装置技术特点分析

高 龙

国家能源集团宁夏煤业公司煤制油分公司空分厂, 宁夏 银川 750000

[摘要]在我国经济持续向上的推动下,煤炭化工领域的投资项目不断扩大,相伴而生的是对氧气的需求量水涨船高,进而促使相关的空气分离设备技术迅速增加。面对当前经济形势,把煤炭转化燃油的空气分离设备与新型工艺技术相结合显得尤为关键,不仅与我国目前煤炭化工项目的实际需求相契合,更是行业发展的必然趋势。文章选取一具体煤炭制油项目作为研究对象,在对该项目工艺流程进行详细剖析的基础上,进一步探讨了该设备的独特性能。

[关键词]煤制油项目;空分装置;技术特点

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14535

中图分类号: TQ536

文献标识码: A

Analysis of Technical Characteristics of Air Separation Unit in Large Coal to Oil Projects

GAO Long

Air Separation Plant of Coal to Oil Branch of CHN Energy Ningxia Coal Industry Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750000, China

Abstract: With the continuous upward push of Chinese economy, investment projects in the coal chemical industry continue to expand, accompanied by a rising demand for oxygen, which in turn promotes the rapid increase of related air separation equipment technology. In the face of the current economic situation, it is particularly crucial to combine air separation equipment for coal to fuel conversion with new process technologies. This not only meets the actual needs of Chinese current coal chemical projects, but also is an inevitable trend in the industry's development. The article selects a specific coal to oil project as the research object, and based on a detailed analysis of the project's process flow, further explores the unique performance of the equipment.

Keywords: coal to oil projects; air separation unit; technical characteristics

引言

煤炭液化核心在于运用特定的化学反应将固态煤炭转液态烃类及化工原料。按照工艺路径的差异,煤制油分为直接液化和间接液化两大类。间接液化工艺涉及将煤炭与溶剂混合制成浆料,在约 450℃ 的高温 and 10 至 30 兆帕斯卡的压强条件下,经过催化加氢反应,产出液态烃,进而可转化为汽油、柴油及多种化工产品。间接液化法的显著优势在于其具有较高的热效率和产物收益率,这项技术的研发起始于 20 世纪 20 年代,并在 30 至 40 年代在德国得到工业化应用。

1 煤制油概述

煤制油是指在高温、压力下,利用加氢技术将煤炭中的 S、N、O 等原子进行加氢,制备出液体碳氢燃料。由于其对煤种的适应能力不强,且其反应和运行工况要求较高,所生产的燃油中含有大量的芳烃、硫、氮等有害物质,其十六烷值较低,难以在内燃机中直接燃烧。费-托合成法是一种从合成气体中制取碳氢化合物的方法。其中有天然气,煤,轻烃等;重油,生物质等原料的精制。费托合成油按其来源可划分为:以液化石油(CTL)、以生物质制取石油(BTL)和以石油为主(GTL)为主。煤制油是将煤炭气化,然后经费-托合成制得碳氢化合物。该产品的特点是:十六烷值高, H/C 含量高,硫含量低,芳香度低,与常规柴油无任何比例混溶性。同时,该催化剂还表现为低

流动粘性、低密度和低体积热值。由于液化天然气资源丰富,且价格较为平稳,因此,液化天然气厂已逐渐成为中国电力行业的优先选择。在未来的 50 年里,中国的一次能源结构仍然以煤炭为主。从 1999 年的 67.8%,到 2000 年的 63.8%,2003 年的 67.8%,2003 年的 67.8%,到 2005 年的 67.8%。由于我国每年消耗的重质油大约有三千万吨,由于石油的匮乏,“以油换油”又被提到了日程,“以煤换油”已经是国家的一项重大发展方向。

2 项目概况

该工程计划年产各类油品达到 405 万吨,并且配备有年产合成气 275 万立方米的烯烃生产设施,每年可处理转化煤炭总量为 2448 万吨(包括原料煤和燃料煤)。工程涉及的主要工艺流程包括空气分离、煤炭准备、煤气化、一氧化碳转换、合成气净化、硫黄回收、油品合成、油品精炼及尾气处理等多个环节。此外,项目还包括建设与工艺流程相匹配的储存运输系统、公共设施、辅助设施、服务设施以及场外相关工程。

在项目中,空气分离装置是煤炭间接液化过程中的前端工艺单元,主要负责向气化和油品合成单元供应氧气,同时为整个工厂提供必要的氮气。12 套制氧单元(包括液氧)将具备 101500Nm³/h 的制氧能力,这一规模在国内同类空分装置中居首位。具体每套制氧装置的方案和参数详见表 1。

表 1 单套产品方案、规格及数量

产品	液体工况/ ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	设计工况/ ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	最大工况/ ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	开车工况/ ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	纯度/(O_2 含量)	出界区表压/MPa	出界区温度/ $^{\circ}\text{C}$
	期望值	保证值	保证值	期望值	保证值	保证值	期望值
高压氧气	—	100500	106550	—	$\geq 99.6\%$	5.9	常温
高压氮气	—	6850	9250	30000	$\leq 10 \cdot 10^{-6}$	7.0	常温
低压氮气	—	69500	78500	70000	$\leq 10 \cdot 10^{-6}$	1.0	常温
液氧	2500	1000	0	—	$\geq 99.6\%$	—	饱和
液氮	2500	1500	0	—	$\leq 10 \cdot 10^{-6}$	—	饱和

3 空分装置工艺流程

原料空气经自洁式过滤器过滤、空压机压缩、预冷系统降温、分子筛净化后分成两路。一路去增压机继续压缩,增压机一级及一段出口抽出仪表空气,增压机一段抽出压缩空气进入气体膨胀机制冷、增压机末级压缩空气进入液体膨胀机制冷,膨胀后空气进入下塔精馏;另一路直接进入下塔精馏。上下塔采用规整填料、设粗氩提效系统,高压氧、氮内压缩,下塔顶部抽取氮气,再通过氮气压缩机增压。其中机组系统采用一拖二模式,即由一台汽轮机同时拖动空压机和增压机。设置液氧、液氮常压低温储槽和加压汽化输送系统(液氮系统配备 5000 m^3 液氮罐及相应的加压汽化系统,液氧系统配 2000 m^3 液氧罐及相应的加压汽化系统)。

4 空分装置技术特点分析

4.1 规模大

本装置区占地面积 31.24 万 m^2 ,由 12 套 101500 Nm^3/h 的空分单元组成。氧气(5.9MPa)产量为 1218000 Nm^3/h ,高压氮气(7.0MPa)产量为 82200 Nm^3/h ,低压氮气(1.0MPa)产量为 834000 Nm^3/h ,年操作时间为 8000 小时。

本装置大型设备众多,大型塔类 60 个、换热类设备 417 个、大型压缩机 77 台、高压汽轮机 12 台;工艺管道和公用工程管道数量多、管径大、管线长,其中高压蒸汽母管 DN600,管线长度约 1 公里;氧气母管 DN600,管线长度约 2 公里;低压氮气管 DN1400,氮气、仪表空气、工厂空气管网遍布全厂。

4.2 工艺技术先进

采用立式径向流动分子筛吸附装置,空气增压,内压缩工艺;空气增压透平膨胀机和电机驱动液体膨胀机制冷,上下塔均采用规整填料塔来分离空气。为保证空分设备在变载工况下的正常运转,在空压机进口加装了流量调节阀。

4.3 能耗低

该设备机组为“一拖二”结构,一台机组带动一部空压机,一部增压机组。在空分设备中,空压机、增压机、汽轮机均采用进口压缩机,节能效果显著。一座空气分离设备均为国内生产工艺。汽轮机冷凝器是一种节约用水的直冷型空气冷却器。垂直放射状分子筛吸收剂,结构更简

单,阻力更小,占地少,无床层吹翻危险,节省能源。

空分设备的低压塔和压力塔均为填充塔,这样不仅节省了设备的投入,而且节约了能源。空气分离设备使用了多层浴槽技术,既保留了全浸泡蒸发的安全性能,又保留了薄膜凝结蒸发设备的节能特性。

4.4 自动化程度高

该空分设备应用 DCS 与 CCS 技术,对空分设备进行工艺控制与安全运行,主要是通过 DCS 来完成对三大设备的安全连锁保护及负载控制;同时还完成了空分设备的关键安全连锁。

4.5 安全性好

该设备采用内压缩流程取代了氧压机,减少了火灾和爆炸的危险。主冷抽出了足够多的液态氧,以确保烃类聚集的几率降低到最小。并且氧系统的阀门优先采用铜基合金材质,低压塔底部装有铜填充物,更能保证操作的安全。产品液氧在高压下蒸发,极大地减少了碳氢化合物积聚的几率。3 台液氧泵可以确保设备的持续氧气供应和安全生产。主冷凝蒸发器采用浴式多层结构,全浸式操作,增加主冷的循环倍率,防止碳氢化合物、 N_2O 在主冷换热表面析出。

4.6 空气过滤系统

鉴于空气中存在灰尘和机械杂质,为确保压缩机能够持久且稳定地工作,必须对进入的空气进行净化处理,故而配备了自动清洁型过滤系统。此系统具备低过滤阻力、高过滤效能、广泛的适用性、较少的反吹用气量、紧凑的空间占用、简易的结构设计、出色的防腐蚀特性以及低维护需求等诸多优势。

4.7 空气压缩系统

(1) 原材料空气压缩机采用进口的高效多级进口轴流式离心压缩机,每台机组采用进口的离心压缩机作为增压机。采用进口的全凝结涡轮作为动力。该机组以 1 套特高压全凝结机组为牵引,以“一拖二”的传动模式,节约了设备的投入和操作成本。

(2) 增压装置为多段式,低增压比,具有更合理的排气压力和安全性能。

(3) 空气压缩机、增压机和汽轮机三大单元分别使用 ITCC、单元状态监测系统 BENTLY3500 和单元速度防护

装置组合而成,从而完成了空压机组的生产控制与安全保障运行。在 DCS 屏幕上实现了对机组的实时监控。

(4) 原材料空压机设有一套叶轮联机洗涤装置,用于将日常运转过程中堆积于叶轮上的沉淀物进行冲刷和清除,从而改善了压气机的运转性能,缩短了停工期和维修周期。

4.8 空冷器

(1) 节能性:空冷器采用空气作为制冷介质,在散热片(又称散热翅片)管道外侧进行交叉流动,以此对管道内流体进行冷却或凝结的热交换装置。与水冷却系统相比,空气冷却系统具备多项优势:它不会对环境造成热能或化学污染;空气资源丰富,获取无需额外设备;空气的侵蚀性较弱,使用寿命较长;空气在流动过程中的压力损失较小,因此运行成本较低,通常其维护成本仅为水冷却系统的 20%到 30%;而且,即便风机电源断开,该系统仍具备 30%~40%的自然冷却功能。

(2) 配备冲管装置。

(3) 防冰措施:采用变频调速马达带动风扇,风扇转动最小区域为管束迎风口的 40%以上,在室内建立一个空气循环,以改善或维持冷凝水温度,避免结冰。具有抗冻性能的自动调节功能。安装挡风墙,旁通隔离阀,并在冬天开启旁路。

4.9 空气预冷系统

该系统在热质交换效能、操作灵活性、阻力损失降低及防止液泛与雾水携带方面表现出色,技术特点如下:

(1) 系统采纳开放式循环设计,减少了结垢现象,利用污氮作为预调冷系统的冷却介质。

(2) 空冷塔顶端配备了高效不锈钢丝网除雾器,能够捕捉超过 99%的游离水。

(3) 空气预冷系统通过水冷塔和冷冻机组协同工作,进一步降低塔出口空气的温度。

(4) 空冷塔和水冷塔均使用散装填料,确保了高效的热质交换和操作的灵活性,同时降低了阻力损失。塔底使用不锈钢填料以应对局部高温,塔顶则使用加强型鲍尔环,其余内部组件也均采用不锈钢材质制造。

4.10 空气净化系统

该系统拥有持久的运行周期、垂直径向流动布局、智能的吸附周期自动转换以及平稳的无冲击切换控制系统等显著优势。它的主要功能是清除空气中含有的水蒸气、二氧化碳、乙炔、丙烯、丙烷和 N_2O 等杂质。技术特点如下:

(1) 分子筛吸附装置设计为立式径向流形态,这样的设计使得其阻力更小、能耗更低、占用空间更少。

(2) 系统引入自动吸附周期切换技术,自动进行分子筛的切换周期调整,从而避免高浓度二氧化碳对空气分离设备造成的不利影响。

(3) 系统转换运用了平滑切换技术:转换装置配备

调速器,使得阀门启闭动作平缓,速度一致;均衡阀与污氮排放阀的实施分级序次调控,确保转换过程的稳定性;转换装置选用了适用于分子筛的三柱式阀门,有效维护分子筛层的安全。

4.11 低温冷箱系统

在空分设备中,以低温蒸馏的方式对氧气和氮气进行分离,是整个空分设备的关键。以下是一些技术特征:

(1) 对容器支架,阀门支架,管道支架进行了严密的力学分析,并对其进行了冷补。支撑体全部由不锈钢材料制成,不仅能确保其在较低温度下的力学性能(一般的碳素钢在较低温度下容易发生塑性变形),还能降低热传导损耗。

(2) 在冷箱中,全部蒸馏塔均为结构化的填充柱,具有低的阻力。该蒸馏柱上部的下部为铜质填充物,取代了普通的铝质填充物,具有较高的安全性和可靠性。使用专用的高效填充剂,具有较高的蒸馏效率和较低的塔板直径。

(3) 主要凝结气化器、粗氦冷凝器均为全浸结构,为铝合金板片换热装置,具有较高的传热效率。主要凝结气化器为全浸式主冷却系统,蒸发的液态氧柱较小,节能效果显著。全浸式作业,液态氧易流动,不留死角。

(4) 对于室温的高压氧调压阀,使用国外的材料,蒙乃尔材料,并设有阀腔。供氧阀配有可调旁路阀,由蒙乃尔材料制成,安装在阀室中。氧阀的门室内采用隔爆壁,按照密闭的环境进行控制。为避免因气流过快而损坏设备、阀门及管道,采用了低压差式大直径阀门旁通阀。

(5) 利用液体膨胀机发电,可以对高压液空进行有效的回收,具有较强的工作灵活性。

5 空分装置优势分析

5.1 设备配置佳

项目中的关键设施选用了全球知名品牌的高品质产品,旨在确保设备运行的稳定、安全与高效,进而提升整个项目的装备标准。通过借助科学的技术措施,预防项目运行中可能出现的问题,为油产量的提升奠定坚实的基石。

5.2 控制系统较为稳定

在设备的管理系统方面,引入了先进的控制系统,如 CCS 压缩机控制平台以及 DCS 分布式控制系统。这些先进系统的应用,显著增强了设备运行的稳健性和信赖度,有效实现了能源消耗的降低。

6 结束语

大型空气分离装置的设计与制造所面临的核心挑战涵盖了系统架构及运算优化、超大型低温装置的制造技术、创新的空气预调温系统、整体冷箱设计,以及超大型分子筛吸附器、高效率精馏塔、新型主冷却蒸发器的研发等方面。在本项目中,我们不仅引进了海外企业的空气分离技术与设备,也融合了国内企业的相关技术及装备。推进特大型空气分离装置的国产化进程,不仅显著减少了项目的

投资成本,降低了日常运营费用,而且对于提升我国关键设备的自主研发与制造能力,促进民族工业的繁荣发展起到了至关重要的作用。

[参考文献]

- [1]尚瑞祥,毛玉龙,郭候栓,等.煤化工行业空分装置阀门的故障预测与维护策略[J].石化技术,2024,31(10):48-50.
- [2]黄守斌.大型煤化工项目空分装置的总体安全设计剖析[J].内蒙古石油化工,2023,49(11):35-38.
- [3]高云见.现代煤化工中的煤气化技术与配套空分装置选型策略分析[J].天津化工,2023,37(5):59-61.
- [4]郭震.煤化工空分装置运行问题和建议[J].中国设备工程,2023(9):88-90.
- [5]马倩.大型煤化工空分技术与设备发展现状分析[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(7):155-157.

作者简介:高龙,学历:本科,宁夏大学化学化工学院,中级工程师,研究方向:化工生产,职位:班组长,职务:组长,学位:学士。

矿山开采工程中运输与爆破技术的优化研究

吴晓明

中稀（凉山）稀土有限公司，四川 凉山彝族自治州 615601

[摘要] 矿山开采工程中的运输与爆破技术是提高生产效率、降低成本、确保安全的关键因素。通过优化运输线路、提高运输设备的作业效率，能够有效缩短矿石的运输时间，减少运输过程中的能量消耗。同时，针对不同矿体特征，采用先进的爆破技术，优化爆破参数和方案，不仅能提高爆破效果，还能减少环境影响，降低安全风险。通过合理规划运输和爆破作业的协同工作，提高了矿山资源的利用率，降低了运营成本，提升了矿山的整体经济效益和环境可持续性。

[关键词] 矿山开采；运输优化；爆破技术；安全效益；资源利用

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14522

中图分类号: TD861.1

文献标识码: A

Optimization Research on Transportation and Blasting Technology in Mining Engineering

WU Xiaoming

Zhongxi (Liangshan) Rare Earth Co., Ltd., Liangshan Yi Autonomous Prefecture, Sichuan, 615601, China

Abstract: Transportation and blasting technology in mining engineering are key factors in improving production efficiency, reducing costs, and ensuring safety. By optimizing transportation routes and improving the operational efficiency of transportation equipment, it is possible to effectively shorten the transportation time of ores and reduce energy consumption during transportation. Meanwhile, by adopting advanced blasting techniques and optimizing blasting parameters and plans based on the characteristics of different ore bodies, not only can the blasting effect be improved, but also the environmental impact and safety risks can be reduced. By coordinating transportation and blasting operations through reasonable planning, the utilization rate of mining resources has been improved, operating costs have been reduced, and the overall economic benefits and environmental sustainability of the mine have been enhanced.

Keywords: mining and extraction; transportation optimization; blasting technology; safety benefits; resource utilization

引言

矿山开采作为资源开发的重要环节，其运输与爆破技术直接影响开采效率和经济效益。在传统的矿山作业中，运输线路的规划与爆破方案的设计常常面临效率低下、成本过高、安全风险等问题。随着技术的进步，优化运输系统和爆破方法已成为提升矿山作业效能、降低环境影响的重要途径。通过精准的爆破控制与智能化运输设备的应用，不仅能够提高矿山生产能力，还能实现对资源的最大化利用和安全生产的保障。提升运输与爆破技术的优化程度，不仅关乎经济效益，更关系到矿山行业的可持续发展与环境保护。

1 矿山运输系统优化策略

1.1 运输线路的合理规划

矿山开采过程中，运输线路的规划直接影响矿石运输的效率与成本。合理的运输线路规划能够缩短运输距离，避免重复运输，提高运输系统的运作效率。首先，需对矿区地形进行详细调查分析，依据矿体分布、矿石的性质以及开采进度合理选择运输路径。同时，运输线路的设计应考虑矿山的生产规模和交通状况，选择能够减少交通堵塞和延误的通道。在此基础上，应针对不同的运输方式（如

皮带输送机、矿车、电动轨道车等）进行匹配，以确保运输路线最优化，减少不必要的能源消耗。

1.2 运输设备的高效运用

矿山开采中的运输设备种类繁多，从传统的矿车到现代化的自动化运输系统，每种设备都有其优势和适用场景。提高运输设备的运作效率，首先要对现有设备进行性能评估，定期检查设备的运行状态，及时进行维修和保养，确保设备处于最佳工作状态。其次，引入先进的智能化管理系统，通过实时监控设备的运行情况，自动调整运输计划，避免运输设备的闲置或过载现象。此外，智能调度系统可以根据运输需求的波动，灵活调整设备的运行数量和方式，最大程度提升设备使用效率，减少能源浪费。

1.3 运输方式的优化选择

矿山开采中，选择适当的运输方式不仅能提高作业效率，还能有效降低能耗与运输成本。传统的人工或机械运输方式在面对大规模开采时已难以满足需求，因此，采用自动化与智能化的运输方式成为未来发展的趋势。例如，应用无人驾驶运输车、自动化电气化轨道运输系统等先进技术，能够提高运输的精度与速度，减少人工干预，降低出错率。此外，通过多式联运方式（如结合公路、铁路、皮

带输送等多种运输方式), 可以根据实际需求灵活调整运输方案, 从而达到降低运输成本、提高资源利用率的目的。

通过对矿山运输系统的合理规划与设备优化, 不仅可以有效减少运输过程中的能源消耗, 还能显著提高矿石运输效率, 进而为矿山开采过程提供更强的经济支撑。

2 爆破技术的精确控制与优化

2.1 矿体特征与爆破方案的匹配

不同矿体的物理特性(如岩石硬度、裂隙分布、层理结构等)对爆破效果有重要影响。根据矿体特征制定爆破方案, 是确保爆破效果和矿山作业安全性的关键。首先, 对矿体进行详细的地质勘查, 了解其岩性、结构、矿层分布等信息。其次, 爆破设计应根据矿体的不同特征进行调整, 例如, 在软弱岩层或松散矿体中, 采用较小的药量和适当的爆破方式, 以避免过度破碎和地面振动过大。而对于坚硬的岩石, 可能需要增加爆破药量或调整起爆方式, 确保岩石有效破碎。合理匹配爆破方案与矿体特征, 不仅能提高爆破效率, 还能避免对周围环境和开采设备造成不必要的影响。

2.2 爆破参数的精确调整

爆破效果的好坏不仅取决于爆破方案, 还与各项爆破参数的设定密切相关。常见的爆破参数包括炸药种类、药量、孔距、孔深、起爆方式、起爆延时等。精确调整这些参数, 有助于实现最佳的爆破效果。首先, 应根据矿石的硬度与结构特点, 选择合适类型的炸药, 合理控制药量。过多的药量会导致矿石过度破碎和能量浪费, 而药量不足则可能导致爆破效果差, 矿石难以有效开采。其次, 孔距和孔深的设置要综合考虑矿体的几何形态与岩层的稳定性, 避免孔间干扰或造成矿体塌方。起爆方式与起爆延时的优化, 能够有效控制爆破的裂缝传播和振动, 减少对矿山周边环境和设备的影响。

2.3 爆破技术的环境影响控制

矿山爆破作业在有效开采的同时, 也不可避免地带来环境影响, 尤其是振动、飞石、噪音和粉尘等问题。为了减少这些负面影响, 采用先进的爆破技术进行环境控制成为必要措施。首先, 采用分段起爆技术, 通过精准的延时控制, 可以有效降低振动幅度, 避免过大的冲击波对矿体和周围建筑物造成破坏。其次, 采用封闭式爆破或加强爆破孔的封闭性, 有助于减少飞石的散射, 确保矿区人员和设备的安全。在噪音方面, 选择适合的爆破药量与爆破方式, 结合周围环境的噪声管控要求, 可以显著降低爆破时的噪声污染。此外, 采用水喷雾装置和粉尘抑制措施, 能够有效减少爆破过程中产生的粉尘, 改善作业环境。

2.4 爆破安全性的保障措施

爆破作业的安全性是矿山开采中的重中之重。为了确保爆破作业的安全进行, 除了精确控制爆破参数和优化爆破方案外, 还应加强作业现场的安全管理和防护措施。首

先, 爆破区域应设立严格的警戒线, 并确保所有非作业人员远离作业区, 避免发生人员伤亡事故。其次, 爆破作业前应对所有设备进行检查, 确保起爆设备、传输系统等正常工作。此外, 针对矿山爆破作业的高危性质, 需定期进行技术培训和应急演练, 提高作业人员的安全意识和应急处理能力。通过这些安全措施的实施, 可以最大限度地降低爆破作业中的安全风险, 保障矿山的安全运行。

通过对爆破技术的精确控制与优化, 能够有效提高矿山的开采效率, 减少对环境的负面影响, 并确保作业过程中的安全性, 从而实现矿山开采的可持续发展目标。

3 运输与爆破协同作业的效益提升

3.1 运输与爆破作业的时间同步协调

运输与爆破作业之间的有效协调可以显著提升矿山开采效率。传统的矿山开采往往将爆破作业和运输作业分开进行, 造成作业流程的断裂和时间浪费。为了实现协同优化, 首先需要在作业计划阶段将运输和爆破作业时间进行精准对接。具体来说, 爆破作业的时间安排应考虑矿石运输的需求, 在爆破完成后, 运输设备能够立即投入使用, 避免设备闲置。爆破后的矿石通常需要一定的碎裂时间, 而通过优化运输调度, 可以确保运输设备及时到位, 最大程度减少等待时间。此外, 爆破后的矿石应根据其破碎程度和运输要求进行分类, 制定不同的运输优先级, 避免低效运输和重复劳动, 进一步提升运输效率。

3.2 运输与爆破作业的空间合理布局

运输与爆破作业的协同不仅依赖于时间同步, 还涉及到作业区域的空间布局优化。矿山开采过程中, 爆破区域的选择和运输路线的规划应紧密结合, 减少相互干扰。通过合理规划爆破区域和运输路径的空间关系, 可以有效避免矿石运输过程中对爆破作业的干扰。比如, 爆破作业应尽量选择远离运输路线的地方进行, 避免爆破后的碎石影响运输的通行。同时, 运输路线的设置应考虑爆破区域的后续开采进度和矿体形态, 避免在未完成爆破作业的区域提前铺设运输通道, 从而减少后期的调整和资源浪费。合理的空间布局不仅提升了运输和爆破的效率, 还能减少事故发生风险。

3.3 信息化与智能化调度的融合应用

随着信息技术和自动化技术的不断发展, 矿山运输与爆破作业的协同优化也逐渐向智能化转型。利用信息化管理系统, 能够实时监控运输与爆破作业的状态, 自动调度作业进程, 进一步提升协同效益。通过物联网技术, 将运输设备、爆破控制系统与矿山管理平台连接, 实现数据共享和作业计划的动态调整。比如, 爆破作业完成后, 系统可以根据当前矿石碎裂程度自动调整运输车队的运行计划, 确保最优的运输路径与运力分配。智能化调度还可以通过数据分析预测作业的瓶颈环节, 从而提前采取措施优化作业流程。此外, 实时监测矿山环境与作业进展, 使得

爆破与运输之间的协调更加灵活、高效,进一步减少作业过程中的无效等待和浪费,从而显著降低运营成本。

4 矿山开采中的安全性与环境影响分析

4.1 爆破作业安全隐患的控制

爆破作业是矿山开采中的高风险环节,安全性管理至关重要。通过优化爆破技术,可以有效减少安全隐患。首先,精确的爆破设计和合理的爆破参数调整能够降低因爆破不当导致的矿体坍塌、震动过大或飞石等事故的发生。例如,采用分段起爆和延时起爆技术,能够有效减少爆破产生的振动幅度,避免过大的冲击波影响矿区周边环境和人员安全。同时,严密的安全监控措施也能及时发现异常情况,如爆破剂量过大或起爆设备故障,避免造成事故。其次,在爆破作业前,应对周围环境进行详细的安全评估,划定安全隔离区域,严格控制非作业人员进入危险区域。通过以上措施,可以大大提高爆破作业的安全性,减少潜在风险。

4.2 运输作业中的安全管理

运输作业同样是矿山开采中一个重要的安全管理环节。合理的运输路线和设备选择能够有效减少事故发生。首先,运输系统的规划应考虑地形、矿体分布以及交通环境等因素,尽量避免崎岖、狭窄的通道或易发生滑坡的区域,这些区域容易引发交通事故和设备损坏。其次,运输设备的维护和智能调度也是确保安全的重要环节。通过定期检查和维护运输设备,确保设备运行良好,避免因设备故障引发事故。同时,引入智能化调度系统,通过实时监控运输过程,及时调整运输路线和车辆速度,避免运输过程中的交通事故和超载问题。加强作业人员的安全培训和应急处理能力,确保在突发情况发生时能够快速有效地采取应对措施,从而降低运输作业中的安全风险。

4.3 环境影响的有效控制

矿山开采对环境的负面影响主要体现在震动、噪音、粉尘和水土流失等方面。通过对运输和爆破技术的优化,可以有效减少这些环境污染。首先,采用低噪音爆破技术,如静态爆破和水力爆破,能够减少爆破产生的噪声污染,减轻对周围居民和生态环境的影响。此外,采用精准的爆破控制技术,能够避免矿石碎裂过程中产生大量粉尘,减轻空气污染和对工作人员健康的危害。其次,矿山运输系统应配备现代化的环保设备,如喷雾抑尘系统、隔音设备等,减少运输过程中产生的粉尘和噪音。合理规划运输路线和运输方式,避免运输车队穿越生态脆弱区或水源保护区,减少对环境的破坏。通过对运输和爆破作业的精细管

理和技术优化,可以有效降低矿山开采过程中的环境污染。

4.4 可持续发展与资源利用优化

矿山开采的可持续发展不仅需要关注安全性和环境保护,还需要提高资源的利用效率。优化爆破和运输技术,能够有效提升矿山资源的采掘率和回收率,减少资源浪费。通过精确爆破,可以最大化矿石的利用率,避免过度破碎或矿石损失;而优化运输系统,则能够提高矿石的运输效率,减少因运输延误造成的矿石腐蚀和资源浪费。通过智能化调度和数据分析,矿山开采过程中的每一个环节都能够得到最大化的资源利用,降低不必要的能源消耗和环境负担。此外,采用现代化的矿山环保技术,如废水循环利用、废渣处理和植被恢复等,也能够确保矿山开采过程中的生态环境得到有效恢复,从而实现经济效益与环境效益的双赢。

5 结束语

矿山开采是一个复杂的系统工程,运输与爆破技术的优化在提升开采效率、降低成本、保障安全和减少环境影响方面起着至关重要的作用。通过对运输系统的合理规划、设备的高效运用和爆破技术的精确控制,可以有效提高资源利用率,降低能源消耗与环境污染,确保矿山开采的可持续发展。特别是运输与爆破作业的协同优化,不仅能提高整体作业效率,还能有效降低安全隐患和环境风险,为矿山行业的绿色转型提供强有力的支持。在未来的矿山开采中,随着信息化、智能化技术的进一步应用,运输与爆破作业的优化将更加精细化、系统化,推动矿山企业在实现经济效益的同时,更加注重社会责任与生态保护,朝着更加安全、高效、绿色的方向发展。

[参考文献]

- [1]章林.我国金属矿山露天采矿技术进展及发展趋势[J].金属矿山,2016(7):20-25.
- [2]龙家安,吴佳银.露天矿山开采边坡处施工控制性爆破技术探讨[J].中国金属通报,2022(7):28-30.
- [3]吴爱祥,王勇,张敏哲,等.金属矿山地下开采关键技术新进展与展望[J].金属矿山,2021(1):1-13.
- [4]张仙冲.金属矿山露天采矿技术进展与发展研究[J].世界有色金属,2019(6):73-75.
- [5]沈俊.露天矿山开采及地质灾害防治技术探讨[J].中国金属通报,2023(5):162-164.

作者简介:吴晓明(1989.8—),男,四川南充人,现就职于中稀(凉山)稀土有限公司,采矿工程师,长期从事矿山采矿方面工作。

水文地质对煤矿防治水工作的重要性分析

薛路伟

陕西彬长孟村矿业有限公司, 陕西 咸阳 713600

[摘要]在煤矿开采过程中,地下水的渗入不仅可能导致设备损坏与工作面淹没,还可能引发严重的安全事故。近年来,随着矿井规模的扩大及开采技术的进步,水害发生的频率不断上升给矿井管理带来了更大的挑战。面对复杂多变的水文环境,传统的防治水措施显得无能为力,这使得水文地质调查与分析的重要性愈发突出。通过水文地质的研究,矿井管理者能够准确评估地下水对煤矿开采的影响,从而为科学制定防治水方案提供必要的支持。加强水文地质调查、建立监测系统以及优化排水设计,既能有效预防水害风险又能在确保安全的基础上实现更高效的资源开采。因此,深入分析水文地质对煤矿防治水工作的影响,探讨相应的优化措施,已成为当前煤矿行业亟待解决的课题。

[关键词]水文地质;地质勘探;煤矿防治水;重要性

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14566

中图分类号: P641

文献标识码: A

Analysis of the Importance of Hydrogeology in Coal Mine Water Prevention and Control Work

XUE Luwei

Shaanxi Binchang Mengcun Mining Co., Ltd., Xianyang, Shaanxi, 713600, China

Abstract: In the process of coal mining, the infiltration of groundwater may not only cause equipment damage and face flooding, but also lead to serious safety accidents. In recent years, with the expansion of mine scale and the advancement of mining technology, the frequency of water disasters has been increasing, posing greater challenges to mine management. Faced with a complex and ever-changing hydrological environment, traditional water prevention and control measures seem powerless, which highlights the importance of hydrogeological investigation and analysis. Through hydrogeological research, mine managers can accurately assess the impact of groundwater on coal mining, providing necessary support for scientifically formulating water prevention and control plans. Strengthening hydrogeological surveys, establishing monitoring systems, and optimizing drainage designs can effectively prevent water hazards and achieve more efficient resource extraction while ensuring safety. Therefore, in-depth analysis of the impact of hydrogeology on water prevention and control in coal mines, and exploration of corresponding optimization measures, has become an urgent issue to be addressed in the current coal mining industry.

Keywords: hydrogeology; geological prospecting; coal mine water prevention and control; importance

引言

煤矿开采作为能源生产的关键环节,水害问题常常对矿井的安全与生产效率构成威胁。水文地质,研究地下水分布、流动及其与煤层关系的重要学科,为煤矿防治水工作提供了必要的科学依据。随着矿井开采深度的加深以及水文环境复杂性的增加,水文地质的特性与变化的深入探讨显得尤为重要,以保障煤矿的安全生产与提升资源利用效率。

1 煤矿防治水工作的现状

当前,煤矿防治水工作面临多重挑战。随着开采深度的不断加大,水害问题愈发突出,特别是在地质条件复杂的区域,地下水的渗入速度加快对矿井的安全生产构成了严重威胁。尽管近年来已采取多种措施,如加强水文地质调查和完善排水系统,但仍存在一些不足之处。例如,许多矿井在水害监测与预警机制上未能实现实时跟踪,导致水害信息滞后,处理响应的及时性不足。同时,防治水团队的专业建设亟待加强,技术人员的培训与管理不够到位

影响了防治工作的效果。针对这一现状,全面评估现行措施的有效性显得尤为必要。推动技术创新与管理优化,将有助于提升煤矿防治水工作的整体水平,确保矿井的安全与生产效率。

2 煤矿防治水工作的相关内容

2.1 水文地质调查与现场踏勘

水文地质调查与现场踏勘作为煤矿防治水工作的基础环节,对水害的预测与控制产生着重要影响,通过系统的水文地质调查,关键信息如矿区内地下水的分布、流动方向及水文特征得以获取,这些数据对于理解水源及其对矿井开采的影响至关重要。在实际操作中,现场踏勘不仅涉及对矿区的走访,更需对地形、地质构造及现有水体状况进行详细观察与记录。现代化勘探技术的应用,如地质雷达与三维地质建模,使潜在的水害风险点能够更精准地识别。同时,调查团队应与矿井管理人员紧密合作,确保调查结果能够及时反馈并被应用于实际的防治水措施中,该过程的有效性直接影响后续防治工作的针对性与科学

性,为保障矿井安全生产奠定了坚实的基础。

2.2 防排水体系的建立与优化

防排水体系的建立与优化是煤矿防治水工作的重要环节,目的在于有效管理矿井内外的水源,从而防止水害对安全生产造成影响。合理设计防排水系统至关重要,其中包括设置高效的排水设施,如排水井、管道及泵站,确保在水源渗入时能够迅速排出多余的水分,设计方案需根据矿井的地质特点与水文状况量身定制,以提升系统的整体效能。现有排水体系的优化同样不可忽视,定期评估与维护排水设施,确保它们在关键时刻能够正常运作成为这一过程的核心。借助数据监测技术,水位变化及排水效果得以实时跟踪,为系统调整提供科学依据,采用智能化管理手段,如引入自动监控与预警系统,能够显著提高对突发水害的响应速度,从而有效保障矿井的安全与稳定。

2.3 地下水监测系统的构建

地下水监测系统的构建在煤矿防治水工作中占据着重要地位,目的是及时掌握矿区地下水的动态变化,从而采取相应的防治措施。应设立多个监测点,覆盖关键区域,特别是潜在的水害风险区与水源渗透区,通过安装监测井与水位计,地下水位、流速及水质等数据得以实时收集,形成一个科学的监测网络。数据分析与处理同样至关重要,借助先进的数据处理软件收集到的信息可以进行深入分析,以识别水位变化的趋势及异常情况,这不仅有助于了解水源的活动状况,还能提前预警潜在的水害风险,定期生成的监测报告为矿井管理者提供决策依据,确保防治措施能够及时调整。监测系统的有效性依赖于专业技术人员的参与,定期对监测人员进行培训,提升其在设备操作与数据分析方面的能力,确保系统的正常运作及数据的准确性。

2.4 应急排水设施的设计与实施

应急排水设施的设计与实施在煤矿防治水工作中占据着不可或缺的地位,核心在于确保在突发水害事件中能够迅速有效地排除积水,从而保障矿井的安全。设计这些设施时,矿井的地理环境与水文条件需被充分考虑,合理选择排水设备的位置与类型,如高效水泵、排水管道及应急排水槽等,设施的布局应确保在水灾发生时能够快速收集水流并将其引导至安全区域。在实施阶段,全面的测试与调试同样至关重要,必须伴随建设与安装设施的过程,确保设备在关键时刻能够正常运作。定期进行维护与保养也是必不可少的,只有设备保持在良好状态才能在紧急情况下发挥最大的效能。对相关人员的应急操作技能进行培训也是不可忽视的一环,通过组织模拟演练,矿井工作人员的应急排水设施熟悉程度得以提高,确保他们在突发事件中能够迅速响应,从而减少水害造成的损失。

2.5 防隔水煤柱的设定与管理

防隔水煤柱的设定与管理在煤矿防治水工作中占据

着重要地位,主要通过合理留设煤柱有效地隔离水源从而保障矿井的安全。在设定防隔水煤柱时,矿井的地质特征、水文条件及开采工艺均需全面考虑,科学的设计不仅能有效阻止地下水的渗入,还能预防因水害引发的事故。在实际实施过程中,防隔水煤柱的宽度与位置应根据详尽的水文地质勘查与分析确定,以确保其具备足够的支撑力与隔水能力。此外,当前的开采需求与未来的开采计划也需被纳入考虑,避免对矿井整体结构造成不利影响。在管理方面煤柱状况的定期检查与监测至关重要,通过实时跟踪煤柱周围水位的变化及地表沉降,潜在风险能够及时发现,从而确保防隔水煤柱的有效性。在必要时,应采取加固措施或调整开采方案,以适应不断变化的地下水状况。

3 水文地质对煤矿防治水工作的重要性

3.1 对安全生产的作用

水文地质在煤矿防治水工作中对安全生产的影响极为深远且关键。准确的水文地质信息能够帮助矿井管理者识别潜在的水害风险,从而制定切实有效的防治策略。若未能及时掌握地下水的动态变化,矿井可能面临突发的水灾,这不仅会导致设备损坏与作业面淹没,还有可能引发安全事故,造成重大经济损失及人员伤亡。因此,及时获取与分析水文地质数据显得尤为重要,降低事故风险。水文地质调查为排水系统的设计提供了必要的科学依据,了解地下水位、流向及水质情况,使管理者能够确保排水设施的高效性与可靠性,通过精确的水位监测,水害发生的可能性可被预测,从而使排水系统在水灾发生前进行必要的调整与维护。一个完善的排水系统能够迅速响应突发水害事件,有效减少水对作业面的侵害确保矿工的安全。同时,合理的排水方案也能优化矿井作业环境,提高生产效率。水文地质研究还促进了对矿井开采环境的全面评估与管理,通过科学设置防隔水煤柱,矿井能够在保证生产效率的同时有效阻隔水源的渗入降低安全隐患,这不仅保护了矿工的安全,也保障了煤矿的经济效益与可持续发展。

3.2 对矿井开采储量的影响

水文地质对矿井开采储量的影响深远,贯穿于煤矿的整个开采过程。地下水的存在直接关系到煤层的可采性。当水位过高或水源渗透迅速时,煤层可能遭遇水害,导致矿井停产的风险。在这种情况下,不仅部分煤层无法正常开采,甚至因水的侵入可能变得完全不可采,直接减少可利用的储量,这一情况在深层矿井中尤为突出,过高的水位不仅造成经济损失还增加了安全隐患。水文地质调查为矿井管理者提供了精准的煤层开采条件评估,通过深入了解地下水的分布、流动情况及其与煤层的相互作用,管理者能够制定更为科学的开采方案,这包括合理设计防隔水煤柱与排水系统以降低水的渗入。科学的排水方案有效控制水位,确保煤层在安全的水文环境中进行开采,从而提升煤矿的资源利用率,减少因水害带来的资源浪费。在制定开

采计划时,结合水文地质数据能够优化开采方式与技术手段,降低对环境的影响。采用先进的开采技术与设备,不仅提高了开采效率,还能最大限度地保留煤层的完整性,确保资源的高效利用。水文地质研究不仅为煤矿防治水工作提供了基础,更是确保矿井资源高效利用与可持续发展的关键。

3.3 对矿井开发进程的影响

水文地质对矿井开发进程的影响深远,直接关系到整个开采周期的效率与安全。地下水的状况决定了矿井的开发节奏,若水源渗入速度较快,则矿井可能需要采取紧急排水措施迫使开采进度延迟,这种延误不仅影响整体生产计划,还可能导致矿井暂时停工进行排水与加固,从而增加运营成本与时间消耗进而影响经济效益。准确的水文地质评估能够有效指导开采方案的调整,管理者在了解地下水位及流向后能够根据这些信息优化矿井的开采布局,从而减少水害的影响,这种优化可能包括合理规划采掘顺序与方式,确保开采的连续性与效率,通过科学的排水措施与防水结构设计,矿井的稳定性得以保证安全隐患降低。例如,建立高效的排水系统,能够及时抽排多余的水分,减少水位波动带来的风险,确保作业面的干燥与安全。水文地质研究还为矿井的长远规划提供了重要依据,在评估储量与开发潜力时,清晰的水文信息能够帮助矿井管理者做出更为明智的决策。在选择新的开采区域时,了解该区域的水文特性可以避免因水害造成的资源浪费。管理者在充分考虑水文条件的基础上,能够合理安排开采策略,确保矿井在长期运营中实现稳定的产量与安全的生产环境。

4 利用水文地质优化煤矿防治水工作的措施

4.1 加强水文地质调查的实施

加强水文地质调查的实施是优化煤矿防治水工作的关键措施。全面的调查为矿井管理提供了重要的数据支持,使管理者能够深入理解地下水的分布、流动及其与煤层的关系,这些信息为制定有效的防治水策略奠定了坚实基础。在调查过程中,结合现代科技手段,如地质雷达、遥感技术及数值模拟可以提升调查的精确度与效率,这些技术的应用使水文条件的变化更加直观,从而及时发现潜在的水害风险^[1]。同时,调查结果应定期更新,以适应矿井开采过程中环境的变化,确保防治措施的科学性与时效性。强化调查工作,需要建立专业的水文地质团队,培养技术人员的专业素养,使其能够灵活应对现场工作中的复杂情况,通过系统的培训与实践提高调查人员对水文地质问题的敏感性与分析能力,从而进一步增强矿井的防治水能力。

4.2 定期收集与分析矿井水害数据

定期收集与分析矿井水害数据,是优化煤矿防治水工作的关键环节,通过这一过程不仅潜在的水害风险能及时识别,还为决策提供了重要的数据支持。建立完善的水害

数据监测系统至关重要,需要在各个区域设置监测点以实时记录水位、流量及水质等信息,这种系统化的监控方式帮助管理者掌握水害动态趋势及时发现异常情况^[2]。对收集的数据进行定期分析,有助于识别水害发生的规律与原因,分析应包括对历史数据的回顾,同时结合最新的水文地质调查结果综合考虑矿井的开采状况与环境变化,通过数据分析管理者可以制定更加有效的防治策略,优化排水设施及应急预案,从而降低水害对生产的影响。汇总与评估水害数据,能够为矿井的长远发展提供重要依据,也可以评估防治措施的有效性及时调整工作方向。

4.3 建立专业的防治水工作团队

组建专业的防治水工作团队,是提高煤矿防治水效率的重要策略。团队成员需具备水文地质、工程技术及安全管理等多方面的专业知识,以全面应对矿井内的水害风险,跨学科的团队能够更好地整合不同领域的专业力量,促进信息共享与技术协作。定期组织专业培训,有助于成员掌握最新的防治水技术及管理理念,从而提升实践能力与应急响应水平^[3]。同时,通过现场实习与应急演练,团队成员能够在真实环境中增强应变能力,以应对突发状况。有效的沟通机制亦至关重要,团队内外的紧密协作确保信息流通无阻,使水害监测数据与防治方案能及时共享,在突发情况下,迅速而有效的沟通显著提升了应急处置效率,最大程度降低了水害带来的损失。

5 结语

水文地质在煤矿防治水工作中发挥着关键作用,对安全生产、资源利用以及矿井整体开发进程产生深远影响,通过强化水文地质调查、定期收集与分析水害数据,并组建专业的防治水工作团队,煤矿的防治能力显著提升,水害风险得以降低,矿工的生命安全得到保障。面对日益复杂的地质环境,优化防治水措施显得尤为重要,只有持续重视水文地质信息灵活应对地下水的变化,煤矿企业才能在确保安全的前提下实现可持续发展。展望未来,结合先进技术与科学管理,煤矿的防治水工作必将迈向更高水平,为推动行业健康发展贡献更大力量。

【参考文献】

- [1]盖晓松.水文地质勘探对煤矿防治水的重要性分析[J].矿业装备,2022(1):118-119.
 - [2]李晓琴.水文地质勘探对煤矿防治水工作的重要性[J].能源与节能,2020(6):171-172.
 - [3]张智峰.水文地质对煤矿防治水工作的重要性[J].内蒙古石油化工,2020,46(2):71-72.
- 作者简介:薛路伟(1995.5—),男,学历:本科,毕业院校:西安石油大学,所学专业:地质学,目前职称:助理工程师,目前就职单位:陕西彬长孟村矿业有限公司。

深部找矿中影响钻探施工因素的探讨

杨新江

新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第八地质大队, 新疆 阿克苏 843000

[摘要] 深部找矿是一项极具综合性的任务, 需要涉及地球科学、工程学和经济学等多个领域的知识。特别是在采用钻探方式进行地下矿产资源勘探时, 任务更加复杂。由于地质环境的多样性, 以及技术与管理问题的存在, 深部找矿中影响钻探施工的因素十分复杂而多样。需要综合考虑地质构造、地下水、岩石力学等多种因素, 因此深部找矿需要综合运用各学科知识和技术手段来解决问题。

[关键词] 深部找矿; 钻探施工; 因素探讨

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14564

中图分类号: P634

文献标识码: A

Exploration on Factors Affecting Drilling Construction in Deep Mineral Exploration

YANG Xinjiang

The Eighth Geological Brigade of Xinjiang Geology and Mineral Exploration and Development Bureau, Aksu, Xinjiang, 843000, China

Abstract: Deep mining is a highly comprehensive task that requires knowledge from multiple fields such as earth science, engineering, and economics. Especially when using drilling methods for underground mineral resource exploration, the task becomes more complex. Due to the diversity of geological environments and the existence of technical and management issues, the factors that affect drilling construction in deep mining are very complex and diverse. It is necessary to comprehensively consider various factors such as geological structure, groundwater, rock mechanics, etc. Therefore, deep mining requires the comprehensive application of knowledge and technical means from various disciplines to solve the problem.

Keywords: deep mineral exploration; drilling construction; exploration on factors

引言

随着矿产资源的日益紧缺, 深部找矿已成为当前矿业领域的重要任务之一。钻探施工是深部找矿的关键环节, 但其过程中受到多种因素的影响。本文旨在探讨深部找矿中影响钻探施工的因素, 为相关工程提供有益的参考。

1 地质条件对钻探施工的影响

1.1 地质构造

不同地质构造所形成的岩石具有各自独特的性质和特点, 这些差异对钻探施工产生了深远的影响。在硬岩区域进行钻探施工时, 需要应用更高的钻压和钻速, 以克服岩石坚硬的特性, 确保施工的顺利进行。相反地, 软岩地层的钻探则面临着卡钻和塌孔等问题, 因为软岩的较低密度和较弱的结构容易造成钻探设备的卡滞或者导致地层塌陷。要充分理解不同地质构造对钻探施工的影响, 需要对地质情况进行详尽的调查和分析。只有通过深入了解地质条件, 才能科学合理地制定钻探方案和采取相应的施工措施, 以应对不同地质条件下可能出现的挑战和难题。这种个性化的施工方式有助于提高钻探效率、降低施工风险, 并最大程度地保护环境^[1]。

1.2 矿物分布

矿物的分布情况和品位对钻探施工具有直接的影响。在矿产分布不均匀或者品位较低的地区, 钻探施工往往需

要进行更深入的勘探, 以确保综合考虑矿产资源的分布情况和品位变化, 从而制定出更加科学合理的钻探方案。特别是在品位较低的区域, 需要进行更为细致的勘探, 以确定矿体的具体位置和形态, 这样才能保证钻探施工能够高效、精准地实施。此外, 在矿产分布不均的区域, 钻探施工往往面临更大的挑战。因为矿物分布不均会导致勘探难度增加, 需要更为复杂、深入的勘探作业来获取充分的矿产信息。这些挑战包括地层结构的复杂性、勘探目标的不确定性等, 都需要钻探施工人员采取相应的技术和工艺手段, 以克服这些困难, 确保钻探施工能够顺利进行。对于矿物分布和品位的影响, 我们必须认识到其重要性, 并在钻探施工之前充分评估矿产资源的分布特征和品位变化。只有通过充分了解矿产资源的分布情况和品位变化, 采取相应的深入勘探和钻探工艺手段, 才能有效地指导钻探施工, 最大限度地发掘矿产资源的潜力, 实现经济与环保的双重目标。

1.3 地应力

地应力对钻探工程造成诸多负面影响, 尤其是体现在钻孔的稳定性和钻具所承受的应力方面。高地应力环境下, 地质条件极为复杂, 导致钻孔稳定性大幅下降, 可能出现孔斜、钻孔偏移和垮塌等情况, 严重制约了施工进度和工程质量。另外, 在极端的地应力环境下, 不仅地层本身存

在较大的内力挤压,钻进过程还会加剧这些应力的作用,致使原本直线的孔壁受到显著扭曲与弯曲变形。针对钻具来说,其面临的不仅仅是旋转与推进的压力,更在于高应力场产生的剪切、挤压力及摩擦力,这不仅增加了设备的操作难度和成本支出,也极大地提升了设备损坏的风险,如钻杆断裂或卡钻等情况频发。同时,高地应力区由于岩石破碎松散且易于垮塌,往往需要加大钻压来穿透坚硬的地层,但这又会使设备超负荷运行,进而加剧工具与钻杆的磨损,进一步降低了设备使用寿命,并增加了突发性故障的可能。针对以上问题,施工前需充分了解作业环境的地应力特征,采取科学合理的地质设计,使用适合于高强度作业的钻具材料和技术方法,以此减少因地应力过大带来的不利影响。例如利用长寿命合金钻头,优化泥浆配方降低钻孔壁面粗糙度,采用高效冲洗冷却方案减少热量累积以提升工具的使用寿命等。这些针对性的措施可以在提高施工质量和效率的同时,尽可能避免由于高地应力引起的各种问题,实现安全稳定的钻孔施工^[2]。

2 钻探技术与方法对钻探施工的影响

2.1 钻探工艺

钻探工艺的选择直接影响到施工效率和工程质量,不同的工艺在各类地质条件下具有独特的优势和适用性。对于硬岩和坚实体层,冲击钻探和旋转钻探是最常用的两种技术。冲击钻探通过锤击的方式破岩,尤其适合于较硬岩层和不均质地层的钻探;旋转钻探借助螺旋叶或金刚石钻头进行切割破碎,适用于硬脆或较松软地层,且能够保持较好的钻孔质量。在复杂多变的破碎带、裂隙发育带等地质结构较为松散和破碎的情况下,通常采用套管跟进、泥浆护壁或充填固结等工艺,以增强孔壁稳定性,防止坍塌和钻头磨损。在黏土层和易水化地层,一般会优先选用泥浆或气体作为循环介质。前者通过携带岩屑并稳定孔壁,适用于钻遇流塑状、渗透性高的土质;后者则有助于保护地下水体和防止泥皮形成。而在含盐量高的地层中,为确保设备不受腐蚀且保证泥浆体系稳定性,必须采用特制抗腐蚀泥浆,同时还需关注钻具材料及配件的选择与配套。针对地下水丰富的区域,则需要采取真空钻进或者冷冻钻孔等特殊钻探方式,以便有效地控制地下水位对工程进展的影响^[3]。

2.2 钻具选择

钻具的类型、规格和材质对钻探施工的效果有着直接而显著的影响。在面对多变的地质条件和复杂的矿物分布时,选择适宜的钻具是至关重要的环节。在坚硬致密的岩层,如砂岩和花岗岩环境中,采用高强度合金制成的钢牙轮钻头能够发挥高效破岩能力。该类钻头设计有强劲的齿刃和合理的排屑空间,能够在高机械应力工况中维持稳定性能,有效避免碎屑堵塞导致施工停滞现象。对于破碎松散或者裂隙丰富的地层,如砂土、砾石层,建议使用冲击式钻头或潜孔锤配合使用护壁剂的施工工艺^[4]。此类钻具

设计具备较强的打击动能,并配合高压喷嘴冲水作用快速破岩和排除孔底岩屑;护壁剂的应用可以防止孔内发生坍塌。在软硬不均、多孔裂带发育的岩区钻进,往往采用金刚石复合片钻头(PDC)和取芯装置进行精细施工。该钻具依靠其耐磨特性与极细小切削边缘实现高效连续的破碎作业,进而确保完整核心样取得和高质量的成孔效果。对于存在高压水流或其他不良地质构造情况,则需考虑专门设计的耐腐蚀、抗疲劳钻具,并辅以封闭式冷却液循环或定向钻进装置,以应对苛刻的工作环境挑战。除此之外,在钻杆长度与重量平衡问题上,也需要依据具体工矿需求定制匹配规格的产品,避免由于过长的杆体产生共振效应而影响钻进过程稳定性和精确度。

2.3 钻进参数

钻进参数包括钻压、转速和泵量等多个要素,其合理设定对于钻探施工的效果至关重要。不恰当地钻进参数配置不仅会加速钻具的磨损,还可能导致钻孔质量显著降低,甚至引起施工过程中的各种机械故障或工程延误。过高或过低的钻压都会导致能量的浪费和钻速下降。理想状态是调整钻压使之与岩石特性和设备动力特性相适应。例如,在软质岩石区域可以减小钻压,避免因冲击过大造成不必要的磨损;而在硬度较高的岩石层中则需要增加适量钻压以获得良好破岩效率^[5]。

低转速可能无法充分暴露和利用刀具锋利面以达到最佳破碎状态;相反,高转速可能会引起额外振动,使工具产生过度摩擦和热量聚集,导致提前损坏,进而影响施工效率和成本。针对不同性质的地层应进行转速测试并选定最佳匹配模式,在此过程中需要密切关注机械反应以及岩石粉碎状况来不断修正优化策略。在大多数应用场景中,泵送液体的主要目的在于及时排除碎片,同时起到对井眼壁面润滑和保护的作用。泵送量不足则容易造成环空内的岩屑滞留,堵塞孔道;泵流量过大反而会使泥浆循环速度过快而带走过多泥饼和滤液,导致固控系统难以处理或影响护壁泥浆效果,从而引发一系列钻井事故如井壁坍塌和井眼直径增大等现象。因此,准确控制钻井泥浆的输送能力成为提升钻孔完整性不可或缺的步骤。

3 环境因素对钻探施工的影响

3.1 气候条件

极端气候条件可能显著影响钻探施工的效果,具体表现为高温、严寒、雨雪天气均能不同程度地对设备的正常运转及施工进度产生负面影响。其中,高温环境容易引起金属材料热膨胀加剧,润滑油性能下降,设备各部件间配合精度受影响;高温也会增加施工环境温度,操作人员的舒适性和生产效率将面临下降。同时,散热难题可能引发过载保护启动从而中断作业进程,甚至损害关键部件,导致停工损失及后续维修费用攀升^[6]。为此需考虑特殊热保护方案,如增设冷却水循环系统、加强通风和使用耐温材

料等对策减轻环境对设备工作能力的限制。零下低温环境下金属材料脆韧转换温度可能升高,使得零件更加脆弱容易断裂,液压油黏稠度大,液压装置难以正常启动并运作,导致整套钻探装置性能下降、操作困难;同时低温还会造成电路元件老化加速和绝缘层失效的风险,从而影响控制单元信号传递稳定性和准确性;为解决该问题,可采取保温措施维护设备核心组件温度,并选用适合极冷温度作业的产品和润滑剂以保证其可靠性。降水会导致施工地面变得泥泞不堪,不利于设备安放稳固性和施工移动,同时也增加滑倒跌倒风险。另外地下水渗透至孔口或孔内,不仅会稀释护壁泥浆,干扰井径稳定性,还会带来潜在的井涌井喷等灾害隐患;在此情况下必须强化防雨防湿措施,采用封闭式防护罩以确保关键电子设备免受潮湿侵害,合理规划开井排浆通道以加快泥水分离速率和保持工作面干净。

3.2 地形条件

地形条件复杂的区域,例如山区和丘陵地带,给钻探施工带来诸多额外的挑战与难题。此类地理环境中的地质构造往往较为独特,岩层差异大、断层复杂,这对施工方案设计提出极高的要求。坡度陡峭是山地施工中常见难题之一,不仅增加了运输设备和物料的难度,亦可能引发严重的安全问题。为确保人员与设备的安全,必须采取严格的防护和监测措施^[7]。

此外,在这类地区施工还需要高度注意地面岩石露出的情况。基岩分布不均、形态各异,并且质地坚硬,直接决定了钻孔设备的选择与使用,对钻具材料和技术也有更高要求。因此,预先进行详细的地质勘探显得至关重要。只有掌握详尽的地层分布与地质结构资料,才能制定更为科学合理的钻探路径规划及施工策略,最大限度减少意外事故发生,提高作业质量。同时,在进行实际操作时,还需特别注重保护当地脆弱生态。山区、丘陵等复杂地形不仅生态环境敏感,土壤结构也可能非常疏松,因此应尽量减少对原生地形和植被造成破坏,尽可能实施可持续性钻探方案。这不仅能保障工程质量,也能为今后该区域的开发和维护留下更多可行空间。在所有过程中坚持安全第一,质量至上原则的同时兼顾环境保护的理念,方能在地形复杂的施工场地实现优质高效的工程目标。

3.3 安全因素

环境因素中的安全风险确实不可忽视,其中地质灾害、环境污染等问题可能对钻探施工造成显著的影响与潜在威胁。尤其在复杂地形区域开展钻探作业时,需充分认识到这些因素带来的全方位风险。首先,地质灾害的风险主

要表现为滑坡、崩塌等地质不稳定现象。此类现象往往突然发生,难以预测,极易导致作业区周围环境剧烈变动,严重时可引起机械设备损毁甚至人员伤亡,大大增加施工的危险系数和难度。针对地质灾害的防范措施包括对潜在灾害地段进行详细考察评估,必要时采取加固、防护措施以及实时监控等方式确保施工安全。另一方面,环境污染防治也是关键议题。钻探施工过程中常伴随大量扬尘、废泥浆排放及噪声产生等污染形式。如果不及时加以处理或治理不当,这些污染不仅影响当地生态系统,也会侵害到周边居民的健康福祉^[8]。

4 结语

深部找矿中影响钻探施工的因素众多,包括地质条件、钻探技术与方法以及环境因素等。针对这些因素,我们应进行深入分析和研究,为实际工程提供有效的指导。在地质条件方面,应充分了解和研究目标区域的地质特征,为选择合适的钻探工艺和钻具提供依据;在钻探技术与方法方面,应不断创新和改进,提高钻探施工的效率和质量;在环境因素方面,应关注安全风险和环境保护,确保钻探施工的顺利进行。希望通过本文的探讨,能为深部找矿中的钻探施工提供有益的参考和启示。

【参考文献】

- [1]刘平,但家军.绿色勘查在深部找矿勘查中的应用策略[J].世界有色金属,2023(23):136-138.
 - [2]郑磊.论地质勘查与深部地质钻探寻矿技巧[J].石化技术,2024,31(4):325-326.
 - [3]乔永超.地质勘查与深部地质钻探找矿技术工作研讨[J].世界有色金属,2024(5):49-51.
 - [4]任建民.地质勘查和深部地质钻探找矿技术分析[J].中国金属通报,2023(6):56-58.
 - [5]王海涛.地质矿产勘查和深部地质钻探找矿技术研究[J].世界有色金属,2024(2):109-111.
 - [6]黄金桂,刘亚辉,牛永丰.地质勘查和深部地质钻探找矿技术分析[J].石化技术,2024,31(10):235-237.
 - [7]张亚坤,李家峰,邵吉亮.地质勘察和深部地质钻探找矿技术研究[J].世界有色金属,2023(17):49-51.
 - [8]白鸿祖.矿产地质勘查与深部钻探找矿技术研究[J].西部探矿工程,2023,35(6):171-173.
- 作者简介:杨新江(1982.6—),毕业院校:长安大学;所学专业:资源勘查工程;当前就业单位:新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第八地质大队,职务:钻探工程部经理;职称级别:探矿工程副高级工程师。

超长输送带快速铺装的应用与分析

何永生

铜陵有色金属集团铜冠矿山建设股份有限公司, 安徽 铜陵 244000

[摘要]将电动绞车布置在带式输送机尾轮后方, 输送带卷可限速输送带支架设于电动绞车后方。并在绞车上方安装一组托架将输送带架空, 用来预留绞车操作空间。将电动绞车的钢丝绳依次经过尾轮、下平行托辊、拉紧装置、驱动滚筒、上槽型托辊, 最后回到尾轮。连接钢丝绳与输送带, 利用电动绞车牵拉输送带, 实现输送带高效自铺装。

[关键词]带式输送机; 输送带; 电动绞车; 自铺装; 应用分析

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14528

中图分类号: TS64

文献标识码: A

Application Analysis of Rapid Paving of Ultra Long Conveyor Belts

HE Yongsheng

Tongguan Mine Construction Co., Ltd. of Tongling Nonferrous Metals Group, Tongling, Anhui, 244000, China

Abstract: The electric winch is arranged behind the tail wheel of the belt conveyor, and the speed adjustable conveyor belt bracket is set behind the electric winch. A set of brackets is installed above the winch to suspend the conveyor belt and reserve space for winch operation. Pass the wire rope of the electric winch through the tail wheel, lower parallel idler, tensioning device, driving drum, upper groove idler in sequence, and finally return to the tail wheel. Connect the steel wire rope to the conveyor belt, use an electric winch to pull the conveyor belt, and achieve efficient self laying of the conveyor belt.

Keywords: belt conveyor; conveyor belt; electric winch; self paving; application analysis

引言

输送带运输是普遍适用于各类场所的运输方式。输送带铺设是带式输送设备安装的关键部分, 输送带铺设是影响带式输送机安装工时的重要因素。对输送带铺设方法进行优化, 将理论推演计算和实际施工方案对比, 从而采取合理高效的安装方案。

1 矿山带式输送机输送带铺设方法

目前矿山带式输送机输送带铺设方法大致分为以下两种:

1.1 人工铺设

将手拉葫芦固定于输送带中心线位置附近, 使用输送带夹具、钢丝绳、卸扣等连接手拉葫芦与输送带。施工人员利用手拉葫芦铺设输送带并实时调整输送带位置, 保证输送带处于托辊中间位置, 直至葫芦行程结束。再悬吊一组手拉葫芦接力牵拉输送带, 重复上述操作完成输送带铺设。

1.2 绞车铺设

使用电动绞车铺设输送带的方法与人工铺设方法类似, 使用电动绞车牵引代替手拉葫芦牵引。在输送带头部驱动位置和尾部滚筒位置分别布置一台电动绞车, 启动头部驱动位置的电动绞车, 将输送带牵拉至传动滚筒位置并临时固定, 解下输送带与电动绞车的连接钢丝绳, 将输送带与尾部滚筒位置的电动绞车钢丝绳连接, 把输送带牵拉至尾部滚筒位置。

上述两种输送带铺设方法都有着明显缺点, 人工铺设耗大量工时并且投入很多劳动力, 不适于铺设超长输

送带; 绞车铺设法准备工作占用很多工时。针对以上两种方法的缺点, 采用电动绞车张紧钢丝绳牵拉输送带实现自铺设的工艺方法能够有效缩短准备时间、大幅降低劳动强度、极大提高安装工效。

2 工法特点

①适用于各类带式输送机输送带铺装, 特别适用于长度超过 200m、宽度超过 1600mm 的输送带铺装, 适用范围广泛, 具有良好的应用前景。

②实际应用过程中, 减少了大量输送带铺设时间, 极大提高带式输送机的安装工效。

③施工过程安全、高效、简单, 极大降低了输送带铺装成本。

④能够实现超长、超宽输送带的快速铺装。

3 工艺原理

将整卷输送带与电动绞车运输至输送机尾部, 电动绞车安装在尾部滚筒后方。制作一组限速输送带支架将整卷输送带架设于支架上, 保证整卷输送带能够旋转并释放输送带。将输送带卷布置于电动绞车后方。为给人员预留绞车操作空间, 在绞车上方安装一组托架将输送带架空。电动绞车的钢丝绳依次经过尾轮、下平行托辊、拉紧装置、驱动滚筒、上槽型托辊, 回到尾轮。连接钢丝绳与输送带, 电动绞车牵拉输送带, 实现输送带高效自铺装。

4 工艺流程

①利用电动绞车张紧钢丝绳牵拉铺装输送带施工工艺流程如下:

制作输送带夹具和限速输送带支架→布置电动绞车→架设输送带→敷设钢丝绳→连接钢丝绳和输送带→铺装输送带→张紧并固定输送带

②利用电动绞车张紧钢丝绳牵拉铺装输送带原理如下图所示。

5 操作要点

5.1 制作输送带夹具和限速输送带支架

用 20mm 钢板制作输送带夹具，用于连接钢丝绳与输送带，使用 [20a 普通热轧槽钢制作输送带支架，利用长度 2400mm 的 Φ90mm 圆钢作为滚动轴，制作一副限速输送带支架。

圆钢抗弯强度校验：

$$W=0.0982 \cdot d^3=0.0982 \cdot 90^3=71587.8$$

$$M=\sigma_p \cdot W=6 \cdot 10^8 \cdot 71587.8 \approx 4.3 \cdot 10^{13}$$

$$M_{\text{实际}}=(q \cdot x^2)/2=(9500 \cdot 9.8 \cdot 2000 \cdot 2000)/2=1.9 \cdot 10^{11}$$

$M_{\text{实际}} < M$ ，因此 Φ90mm 圆钢安全可靠。

其中： W —抗弯模数， M —危险截面所受的弯矩， σ_p —许用应力 600Mpa；

$M_{\text{实际}}$ —实际弯矩， q —均匀载荷（输送带卷的重力）， x —输送带宽度。

5.2 布置电动绞车

将电动绞车布置在输送带尾轮后方约 3m 位置，并固定牢靠。为避免输送带在牵拉过程中跑偏，将绞车出绳点控制在输送带中心线附近。

考虑施工安全并结合实际情况和设计要求，选用 JM5 电动绞车和 6×19S+IWR-20-1770 钢丝绳牵拉铺装输送带。常用整卷输送带长度 300m，宽带 1600mm，重量 9.5t；带式输送机输送带的倾角不超过 14°。考虑工业现场情况恶劣，胶带机托辊及滚筒的轴承摩擦系数取 $u=0.1$ 。由于摩擦力较小，输送带牵拉至传动滚筒位置时，电动绞车所受拉力最大。由于输送带重力远大于钢丝绳重力，因此忽

略钢丝绳自重对电动绞车提升能力的影响。下面对电动绞车及钢丝绳进行负荷校验。

电动绞车负荷校验：

$$T=G \sin \theta=9500 \cdot 9.8 \cdot \sin 14=22522.9 \text{ N}$$

$$F=G \cos \theta=9500 \cdot 9.8 \cdot \cos 14=90334.5 \text{ N}$$

$$f=F \cdot u=90334.5 \cdot 0.1=9033.5 \text{ N}$$

$$F_{\text{合}}=f+T=22522.9+9033.5=31556.4 \text{ N}$$

$F_{\text{合}} < F_{\text{额}}$ ，因此电动绞车满足使用要求。

其中： T ——输送带沿切线上的分力， F ——输送带对托辊的压力， u ——摩擦系数， f ——牵拉过程中输送带受到摩擦力， $F_{\text{合}}$ —电动绞车受到的拉力。

钢丝绳负荷校验：

$n=F_{\text{破}}/F_{\text{合}}=234/32 \approx 7.3$ ，其中 $F_{\text{破}}$ 为钢丝绳最小破断拉力。

$n > 6.5$ ，因此钢丝绳符合安全使用规范。

5.3 架设输送带

利用现场起重设备将整卷输送带架设在支架上，输送带支架布置在电动绞车后方约 2m 位置，并使用一付支架将输送带架空在绞车上方。

5.4 敷设钢丝绳

在电动绞车位置、拉紧装置位置、传动滚筒位置分别配备一部对讲机，并保持通讯畅通。启动电动绞车放设钢丝绳，人工牵拉钢丝绳将其敷设在上下平行托辊及改向滚筒上面，安排专人进行现场盯防。钢丝绳到达拉紧装置处，使用对讲机指挥绞车操作人员启停电动绞车，保证钢丝绳顺利绕过拉紧装置的改向滚筒。通过拉紧装置后，继续敷设钢丝绳，钢丝绳绕过头部传动滚筒敷设在上槽型托辊上，将钢丝绳牵拉至输送带位置，钢丝绳敷设完成后关闭电动绞车电源。

5.5 连接钢丝绳和输送带

使用绳卡和钢丝绳制作绳套，将金属夹板固定在输送带头部组成牵拉结构，使用卸扣连接钢丝绳绳套和金属夹板。

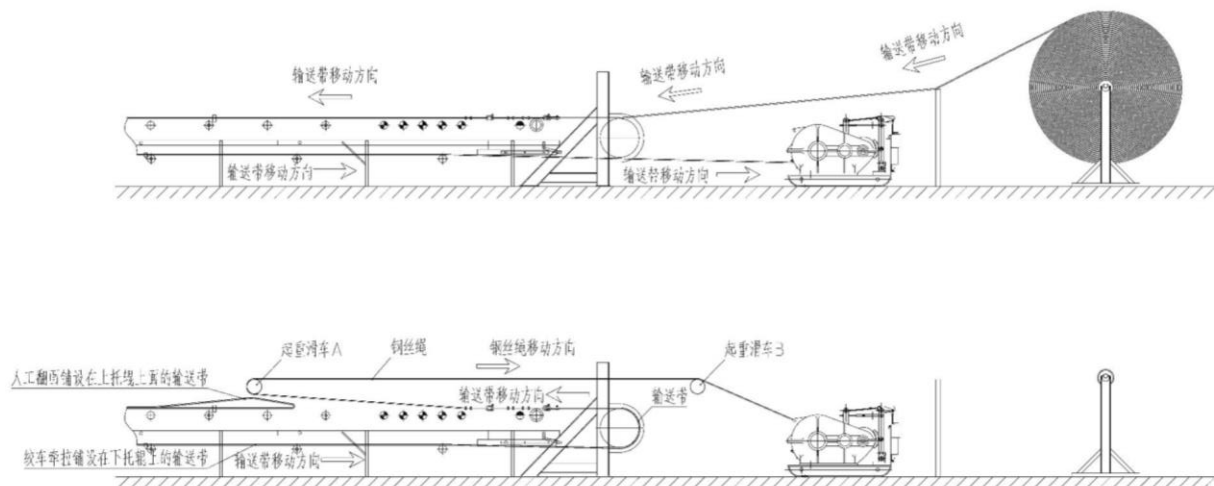


图 1 输送带铺装原理示意图

5.6 牵拉输送带

启动电动绞车张紧钢丝绳，随着钢丝绳不断张紧，输送带受牵拉不断铺装，在托辊和滚筒上，铺设过程中安排人员在绳套位置引导输送带，防止输送带与钢丝绳连接部位被支架、托辊、滚筒等输送机的相关构件卡住，牵拉输送带铺设至尾部滚筒位置后，关闭电动绞车电源。

5.7 张紧并固定输送带

绞车反转使钢丝绳放松，随后关闭绞车电源，解除输送带和钢丝绳之间的连接。人工将剩余输送带投放在上槽型托辊上方并牵拉至硫化搭接位置附近。根据现场悬挂点位置及硫化接头位置挂设两台起重滑车用来改变绞车牵拉方向，滑车安装位置如上图1所示。

滑车布置完成后，启动电动绞车放设钢丝绳，将钢丝绳穿过两台滑车并牵引至输送带头部，关闭电动绞车。将钢丝绳与输送带头部重新固定，启动电动绞车将输送带头部牵拉至硫化作业位置并拉紧，关闭电动绞车，使用角钢（根据现场输送带带宽和长度确定角钢规格及尺寸）将输送带夹紧并卡在托辊支架上。至此，输送带铺装结束。

6 效益分析

6.1 安全效益分析

人工敷设输送带的方法需要多次悬挂手拉葫芦，频繁进行高空作业，且容易造成机械伤人，该方法具有诸多安全风险；常规电动绞车敷设输送带的方法，输送带在被牵拉至传动滚筒位置时，需要临时固定输送带，输送带自重很大，进行临时固定时存在风险，可能发生输送带滑落事故，造成返工，甚至造成人员伤害。对比以上两种方法，本工法采用电动绞车张紧钢丝绳牵拉铺装输送带，不仅规避了上述两种方法存在的安全风险，而且减少大量劳动力投入，操作简单，施工过程安全可靠，大幅提升安全效益。

6.2 工效分析

人工铺装耗时最长，只有在进行短距离输送带或现场不具备绞车布置条件的情况时，采用该方法进行输送带铺设，因此在进行超长输送带铺装时，不考虑人工铺装方法；采用本工法铺装输送带，仅需布置一台绞车，而常规绞车铺装需要布置两台电动绞车，本工法将工时缩短将近一半。输送带铺装距离越长，本工法效益越明显。各类输送带铺装方法耗时对比如下表1所示。

表1 长度300m，宽度1600mm输送带平均铺装时间对比

序号	输送带铺装方法	工时/h	备注
1	人工铺装	24	输送带铺装24小时
2	绞车铺装	9	绞车布置时间6小时，输送带铺装3小时
3	牵拉自铺装	5	绞车布置时间3小时，输送带铺装2小时

6.3 生产成本对比分析

以输送带带宽1.6m长度300m的胶带机输送带铺装为例，输送带铺装消耗生产成本如下表2所示。

表2 带宽1.6m长度300m的胶带机输送带铺装成本对比表

费用类型	绞车铺装	牵拉自铺装	备注
人工费/万	3	1.2	
机械费/万	3.6	1.8	JM5绞车购置费用
合计	6.6	3	

7 先进性分析

①利用电动绞车张紧钢丝绳牵拉铺装输送带，提高施工安全系数，减少人员投入，降低劳动强度，节约生产成本，同时保证安装工效。

②相比于常规利用电动绞车铺装输送带的方法，该技术满足快速布置电动绞车的条件，能够实现输送带快速自铺装过程。

③采用重型滑车改变输送带牵拉方向，实现单台电动绞车将输送带牵拉至硫化搭接位置。

④特别适用于输送带倾角不超过 14° ，长度超过300m，宽度超过1600mm的带式输送机输送带铺装施工。

⑤采用该技术进行输送带铺装施工，操作过程简单，节省人员培训时间。

8 结束语

采用单台电动绞车张紧钢丝绳牵拉输送带实现快速自铺装，该工法具备安全、高效、节能等多种优点。但在实际施工过程中仍有需要注意的事项。敷设钢丝绳过程中谨防操作人员夹手。电动绞车进行输送带自铺装时，确保输送带前进顺利，防止输送带夹具被卡住，造成输送带滑落、撕裂或电动绞车移位，甚至造成人员伤害。绞车操作人员作业过程中须要注意绞车运行状态，防止机械伤人。

【参考文献】

- [1]吴玉祥.一种用于带式物料运输车的旋转伸缩输送带[J].工程机械,2023(5):1-4.
- [2]王东升.煤矿井下输送机输送带的高效铺装技术[J].煤矿机械,2005(8):2.
- [3]吕兆海,武贵田,王有林,等.空间弯曲长距离带式输送机安装工艺研究[J].矿山机械,2019,47(12):6.
- [4]李伟平.带式输送机输送带铺设方法研究与分析[J].煤矿机械,2013,34(1):2.

作者简介：何永生（1997.4—），男，河南省商城县人，汉族，本科学历，机械助理工程师，就职于铜陵有色金属集团铜冠矿山建设股份有限公司，从事矿山机电设备安装相关工作。

高效采矿方法在低品位矿山中的应用探讨

汪洋浩

中稀（凉山）稀土有限公司，四川 凉山彝族自治州 615601

[摘要] 低品位矿山的资源利用率低，采矿成本高，传统的采矿方法往往不能有效提高矿石回收率和经济效益。针对这一问题，提出了一种高效的采矿方法，结合现代矿业技术和智能化手段，优化采矿流程，提升资源利用率。通过改进爆破技术、强化分选工艺以及采用高精度的地质探测技术，减少了矿石浪费并提高了矿产资源的回收率。实践表明，这种方法能够有效降低采矿成本，减少环境污染，提高矿山的经济效益。进一步通过数据分析与模拟优化，持续提升采矿作业的效率，具有较强的应用前景。

[关键词] 低品位矿山；采矿方法；资源利用率；成本控制；智能化技术

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14523

中图分类号: TD8

文献标识码: A

Exploration on the Application of Efficient Mining Methods in Low Grade Mines

WANG Yanghao

Zhongxi (Liangshan) Rare Earth Co., Ltd., Liangshan Yi Autonomous Prefecture, Sichuan, 615601, China

Abstract: Low grade mines have low resource utilization rates, high mining costs, and traditional mining methods often cannot effectively improve ore recovery rates and economic benefits. An efficient mining method has been proposed to address this issue, combining modern mining technology and intelligent means to optimize the mining process and improve resource utilization. By improving blasting techniques, strengthening sorting processes, and adopting high-precision geological exploration techniques, the waste of ore has been reduced and the recovery rate of mineral resources has been improved. Practice has shown that this method can effectively reduce mining costs, minimize environmental pollution, and improve the economic benefits of mines. Further improving the efficiency of mining operations through data analysis and simulation optimization has strong application prospects.

Keywords: low grade mines; mining methods; resource utilization rate; cost control; intelligent technology

引言

低品位矿山资源的开采面临着较高的成本和低效的资源回收问题，传统的采矿方法往往无法有效应对这些挑战。随着矿产资源的日益紧张和环保要求的提高，如何提升低品位矿山的采矿效率和经济效益成为了亟待解决的问题。近年来，随着现代采矿技术的快速发展，特别是智能化和精细化管理的不断应用，提升低品位矿山的资源利用率成为可能。通过优化采矿方法，不仅能提高矿石回收率，还能降低环境影响，推动矿山可持续发展。采用新型技术手段，有望在传统采矿模式基础上实现质的突破。

1 低品位矿山采矿面临的主要挑战与问题

1.1 低品位矿山资源的高采矿成本

低品位矿山的矿石品位较低，意味着矿石中有效成分的比例较少，资源的回收率低。这使得矿山的开采成本相对较高，传统的采矿方法无法高效利用这些矿石资源。由于矿石品位低，往往需要较大量的矿石才能获得相对较少的有用矿物，导致了高昂的采矿、运输及冶炼成本。此外，矿山的开采深度逐渐加深，矿石的露天开采面积减少，必须依赖更为复杂和成本更高的地下开采技术，进一步增加了矿山的综合成本。

1.2 资源浪费与低效的回收率

在低品位矿山的开采过程中，矿石中的有用成分往往被过度浪费。传统的采矿工艺及分选技术不够精准，无法充分提取矿石中的有用金属或矿物。这不仅导致了矿山资源的浪费，还增加了矿山运营过程中的环境污染问题。例如，在爆破和采掘过程中，碎矿颗粒的尺寸不均，矿石的分选难度增大，最终导致回收率低下。虽然一些新型技术和设备能够提高资源的回收率，但传统方法的局限性仍然是低品位矿山面临的一大难题。

1.3 环境影响和可持续发展问题

低品位矿山开采所带来的环境影响愈加严重，成为全球矿业行业面临的一大挑战。由于矿石品位低，矿石的开采和冶炼过程中产生的大量废石、废水和废气，极大地增加了环境污染的风险。矿山开采过程中产生的废弃物往往需要大量的土地用于堆放，废石堆积不仅占用土地资源，还可能渗入地下水，污染水源。在矿石冶炼过程中，大量的废气排放和尾矿堆积也会对大气和土壤造成污染，进而影响周围生态环境，甚至导致生态系统失衡。此外，矿山开采过程中大量的机械设备运作和矿石破碎，产生大量粉尘和噪声污染，严重影响周边社区的生活质量和环境健康。

低品位矿山的可持续发展问题尤为突出。由于矿石资源逐渐枯竭,低品位矿山的开采面临越来越多的环保压力。为了降低环境影响,矿山企业必须投入大量资金用于环境治理和生态恢复,这进一步加大了经营成本。如果缺乏有效的环境管理措施,矿山开发可能会导致水土流失、土地沙化、空气污染以及生物栖息地的破坏等一系列环境问题,影响到矿山的长期运营。尤其在一些生态脆弱的区域,矿山开采不仅破坏了自然资源,还可能带来社会矛盾。如何在提高矿山开采效率的同时,减少对环境的影响,并推动矿山企业向绿色、低碳方向转型,已成为矿业领域必须重点解决的问题。

因此,低品位矿山的资源浪费、回收率低和环境污染等问题,不仅影响矿山的经济效益,也制约了矿山行业的可持续发展。矿山企业和相关政府部门必须采取有效措施,通过科技创新和环保技术的应用,推动低品位矿山的绿色转型,解决资源浪费与环境问题,提升矿山的整体运营效率和社会责任水平。

2 高效采矿方法的关键技术与创新应用

2.1 精细化地质勘探与精准资源评估

在低品位矿山的开采过程中,精确的地质勘探是实现高效采矿的基础。采用高精度的地质探测技术,如3D地质建模、地质雷达和电磁探测等方法,可以更准确地了解矿体的分布、形态和品位变化。这不仅有助于精准评估矿山资源量,也能更好地确定开采顺序和开采方式,从而减少盲目开采的风险。通过数据分析与智能化系统,矿山运营商可以实时调整开采计划,确保资源的高效利用,避免资源浪费。

2.2 改进爆破技术与优化矿石破碎

爆破是矿山开采中的关键工序,尤其在低品位矿山中,传统爆破方法可能导致矿石破碎程度不均匀,影响后续的矿石分选和回收效率。为此,采用高效的精准爆破技术成为提升采矿效率的重要手段。通过优化爆破参数(如药量、爆破间距、深度等),以及使用新型炸药和智能控制技术,可以更精确地控制矿石的破碎效果,使矿石的粒度更适合后续处理,减少碎矿中的无用物料,提高分选效率。这种方法不仅提升了采矿效率,还减少了对环境的影响。

2.3 高效选矿与智能分选技术

选矿技术的提升是低品位矿山高效采矿的关键。传统的选矿方法如浮选、重选等,往往难以应对低品位矿石的复杂性和矿物间的细微差异。近年来,智能化选矿技术得到了广泛应用,通过大数据分析、人工智能和机器学习算法,可以优化选矿流程,精准识别矿物种类和分布,实时调整选矿参数。高效的分选设备,如高频筛分机、浮选柱、重介质分选机等,能够在提高矿石回收率的同时,降低生产成本。智能化选矿不仅提升了资源利用率,还减少了冶炼过程中的污染。

2.4 节能减排与环境保护技术

低品位矿山的开采过程容易对环境造成较大压力,因此,采用节能减排技术和环保措施是实现高效采矿的必要保障。例如,采用闭路循环系统减少水资源浪费,使用低能耗设备降低能源消耗,并通过绿色冶炼技术减少废气和废水的排放。同时,借助先进的废弃物处理技术,如矿渣综合利用和尾矿再处理,可以减少对环境的负面影响,达到资源的再利用和无害化处理。这些创新的环保技术不仅符合可持续发展要求,也有效降低了矿山运营成本,提升了企业的社会责任形象。

3 智能化与精细化技术在采矿过程中的优化作用

3.1 智能化矿山管理与实时监控系统

智能化矿山管理系统通过集成传感器、物联网技术和大数据分析,能够实时监控矿山各个作业环节的状态。通过智能传感器采集矿山设备的工作数据,如矿石品位、破碎程度、设备负荷等信息,并通过数据传输到集中控制系统,实时反馈给管理人员。这使得矿山作业的各个环节能够得到及时的调整与优化,减少了人为操作错误和不必要的资源浪费。此外,基于云计算和人工智能技术的矿山管理平台能够对海量数据进行分析 and 预测,帮助管理者提前识别潜在的设备故障或生产瓶颈,降低停机时间,确保矿山运营的持续性与高效性。

3.2 自动化采掘与运输系统

自动化采掘和运输系统是提高低品位矿山采矿效率和安全性的关键。传统的矿山采掘方式依赖人工操作,存在操作不当、人员安全风险高和工作效率低等问题。而通过自动化技术的引入,可以实现无人化作业,尤其是在复杂环境和危险作业区。自动化钻孔、爆破、装载和运输设备能够根据矿山实时数据智能调度,精确控制作业步骤,最大程度减少人力投入和物料浪费。此外,自动化设备的高效作业能够确保矿石的提取和运输更加平稳,减少了因设备过载或故障导致的生产中断,提升了整体矿山生产效率。

3.3 智能化分选与加工技术

智能化分选技术的应用使低品位矿山的矿石处理变得更加精细化。传统的矿石分选技术依赖人工判断和简单设备,难以应对低品位矿石的复杂性和多变性。通过引入先进的人工智能和机器视觉技术,智能化分选设备能够自动识别矿石中的不同矿物成分和结构,进行实时调控和精细化分选。这些技术可以提高矿石的回收率,减少废弃物,优化矿石的品质,同时降低能耗和原料浪费。智能化分选系统的高效性和精准性,不仅提升了矿山的经济效益,还减少了生产过程中的环境负担。

3.4 大数据与人工智能优化决策支持系统

大数据与人工智能的结合为矿山的生产决策提供了强大的支持。通过对矿山各类生产数据的分析和挖掘,可以构建精准的预测模型,帮助管理者优化生产计划和资源

配置。例如,通过数据分析,可以预测矿石品位的变化趋势,提前调整开采顺序,避免资源浪费和过度开采。人工智能算法能够在大量数据中识别出潜在的生产瓶颈,并为运营人员提供优化建议,从而提升生产效率、降低运营成本。此外,人工智能还可以在矿山设备维护和保养方面发挥重要作用,基于历史数据和设备状态,预测设备的故障风险和维修周期,减少停机时间,提升矿山的总体运行效率。

4 高效采矿方法的经济效益与环境影响评估

4.1 经济效益提升:降低生产成本与提高资源回收率

高效采矿方法通过优化采矿过程和引入先进技术,能够显著降低生产成本。首先,精准的地质勘探和智能化矿山管理系统能帮助企业有效规划矿山开采顺序,避免资源浪费。改进的爆破技术和矿石分选设备提升了矿石的破碎精度和分选效率,使得矿石回收率大大提高,减少了冶炼过程中的损失。自动化采掘和运输系统的应用不仅提升了工作效率,还减少了对人工的依赖,降低了人工成本。此外,智能化设备的实时监控和维护系统减少了设备故障率和停机时间,从而提高了矿山的生产效率。整体来看,采用高效采矿方法不仅能降低单位矿石的开采成本,还能最大限度地利用矿产资源,提高矿山的经济效益。

4.2 资本投入与技术升级的长期收益

高效采矿方法的实施往往需要较大的初期投资,包括智能化设备、自动化系统以及先进选矿技术的购置与安装。但从长远来看,这些投资将带来可观的回报。通过自动化和智能化技术的引入,矿山企业可以减少人工成本,提高矿山生产的稳定性与安全性,降低事故发生率。随着技术的不断升级和优化,矿山的生产效率和资源利用率也会持续提高,从而产生更高的经济效益。此外,借助智能化技术的支持,矿山能够更加精准地控制生产过程,减少原料浪费,延长矿山的生命周期,确保长期的稳定收益。投资于高效采矿技术的企业,可以获得市场竞争力的提升,并更好地适应矿业资源逐渐枯竭和环境政策趋严的挑战。

4.3 环境影响评估:减少资源浪费与污染排放

高效采矿方法不仅能带来经济效益,还能有效减少对环境的负面影响。传统采矿方法常常伴随大量的矿石浪费和环境污染问题,而新型的高效采矿技术通过精准勘探、优化爆破、智能分选等手段,大幅度提高了矿石的回收率,减少了矿渣和废弃物的产生。智能化设备和自动化系统的引入,减少了不必要的开采和运输,降低了矿山开采过程中的能耗和排放。在环保方面,智能监控和数据分析技术可以实时监控矿山的水、气、噪声等污染物排放情况,确

保矿山作业符合环境保护的相关标准。此外,通过采用先进的废弃物处理和尾矿回收技术,矿山企业可以有效地减少废水和废气的排放,实现资源的循环利用,减少对生态环境的破坏。

4.4 可持续发展与社会责任

高效采矿方法的实施符合矿山企业的可持续发展战略。在全球对环保和社会责任要求日益严格的背景下,采用低影响、高效率的采矿技术有助于矿山企业履行其社会责任,增强企业形象和品牌价值。高效采矿不仅提升了企业的经济效益,还推动了矿山的绿色转型,符合国际矿业行业的发展趋势。通过优化资源利用率、减少污染排放、提高能源效率,企业能够实现环境、经济和社会效益的多重平衡。此外,这种可持续的采矿模式能够为企业带来更好的政府支持和市场认可,进一步提升其在国内外市场中的竞争力,为未来的矿山开发和运营打下坚实基础。

5 结束语

低品位矿山面临的资源浪费和高开采成本问题亟须解决。通过引入高效采矿方法和智能化技术,可以有效提升资源利用率,降低生产成本,提升矿山的经济效益。精准的地质勘探、优化爆破技术、智能选矿设备和自动化采掘系统等创新技术的应用,帮助矿山实现精细化管理与高效作业,显著提高矿石回收率和采矿效率。与此同时,这些技术也促进了环保目标的实现,减少了废弃物和污染排放,为矿山的可持续发展提供了有力支持。随着技术不断进步和智能化应用的普及,低品位矿山的采矿模式将更加高效、绿色与智能,推动矿业行业迈向更加可持续的发展路径。

【参考文献】

- [1]曾令义.低品位倾斜中厚矿体充填采矿法优选[J].黄金,2023,44(2):22-26.
- [2]喻岗.低品位厚大铅锌矿体采矿方法优化及实践[J].采矿技术,2023,23(4):29-33.
- [3]高常华.无轨采矿技术在云锡低品位矿山规模化开采中的运用[J].现代矿业,2016,32(8):10-15.
- [4]李俊,周斌.大红山铁矿井下低品位矿回收研究及应用[J].中国矿业,2018,27(2):176-179.
- [5]高玉宝,余斌,龙涛.有色矿山低品位矿床开采技术进步与发展方向[J].有色金属(矿山部分),2010,62(2):4-7.

作者简介:汪洋浩(1993.6—),男,四川西昌人,现就职于中稀(凉山)稀土有限公司(原四川江铜稀土有限责任公司),地质测量工程师,长期从事矿山地质方面工作。

矿区生态环境退化的地质成因与恢复对策研究

方凡辉¹ 韦秋安²

1. 防城港市地质灾害防治预警预报中心, 广西 防城港 538000

2. 广西壮族自治区地质环境监测站, 广西 南宁 530000

[摘要] 矿区生态环境的退化通常表现为土地沙化、土壤贫瘠、水土流失以及生物多样性的下降等问题, 这些现象往往在短期内难以得到有效恢复。随着对矿产资源引发的环境问题关注的不断增加, 矿区生态修复逐渐成为研究的重点。尽管一些恢复措施已取得积极成效, 但矿区生态退化的复杂性要求采取更加科学且系统的修复策略, 深入分析矿区生态退化的地质成因, 并提出切实可行的恢复对策, 以推动矿区向可持续发展转型。

[关键词] 退化矿区; 生态环境; 地质成因; 恢复对策

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14520

中图分类号: X141

文献标识码: A

Research on the Geological Causes and Restoration Strategies of Ecological Environment Degradation in Mining Areas

FANG Fanhui¹, WEI Qiu'an²

1. Fangchenggang Geological Disaster Prevention and Control Early Warning and Forecasting Center, Fangchenggang, Guangxi, 538000, China

2. Guangxi Geological Environment Monitoring Station, Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: The degradation of the ecological environment in mining areas is usually manifested as problems such as land desertification, soil impoverishment, soil erosion, and the decline of biodiversity, which are often difficult to effectively restore in the short term. With the increasing attention to environmental issues caused by mineral resources, ecological restoration in mining areas has gradually become a research focus. Although some restoration measures have achieved positive results, the complexity of ecological degradation in mining areas requires more scientific and systematic restoration strategies, in-depth analysis of the geological causes of ecological degradation in mining areas, and the proposal of practical and feasible restoration measures to promote the transformation of mining areas towards sustainable development.

Keywords: degraded mining areas; ecological environment; geological causes; recovery measures

引言

矿产资源的开采在推动经济发展中发挥着关键作用, 但矿区生态环境的退化问题却日益严峻。由矿山开采引发的植被破坏、土壤侵蚀、水污染及地质灾害等一系列问题, 对生态系统及人类生活产生了深远的影响。如何有效地恢复退化的矿区生态环境, 已成为矿业可持续发展中的一项重大挑战。

1 矿区生态环境退化现状

矿区生态环境退化是矿产资源开采过程中不可忽视的负面效应, 已成为全球亟待解决的环境问题之一。随着矿产资源的开发, 矿区生态系统遭遇了前所未有的破坏, 土地荒漠化、植被退化、水土流失及污染物积累等问题日益加剧。矿区土壤的侵蚀性显著增强, 露天堆放的大量矿石与废料使土壤暴露在外, 易受风力和水力的侵蚀造成严重的水土流失。植被覆盖率显著下降, 特别是在露天采矿区域及堆料区植被几乎完全消失, 直接导致了生态系统失衡, 生物多样性面临严重威胁。矿山开采所产生的废水、尾矿及含重金属的矿渣未经有效处理即排放, 造成周围水

体污染, 地下水质量下降, 对生态环境的可持续性产生深远影响。矿区环境的退化不仅威胁到生态系统的稳定性, 还对周边居民的生活质量、农业生产及区域经济发展造成了深刻影响。因此, 矿区生态环境的修复与治理已成为矿业开发过程中不可或缺的核心课题。

2 矿区生态环境退化的地质成因分析

2.1 矿产资源开采导致的地质破坏

矿产资源开采是矿区地质环境破坏的主要因素之一。在开采过程中, 地质结构的破坏几乎是不可避免的, 特别是在露天开采、地下采矿以及深部开采等操作中, 矿区的地质稳定性常常受到严重威胁。在露天开采中, 大规模的土石方作业会剥离地表土层与岩层, 改变地下水流动的路径, 使原本稳定的地层可能出现松动或裂缝, 不仅削弱了地表的支撑力, 还使滑坡、崩塌等地质灾害的发生风险增大。地下采矿则通过开洞与爆破作业破坏了原有的地质结构, 导致局部地壳变形, 进而可能引发地面沉降, 某些区域甚至可能出现永久性下沉。另外, 矿渣堆积与废弃物处理不当也可能对地下水与土壤造成污染, 进一步加剧地质

环境的恶化,在长期的开采过程中,脆弱岩层的崩解与风化速度将加快,使原本稳定的地质体系愈加脆弱,这些破坏不仅对矿区生态环境产生深远影响,还增加了安全隐患,进一步加大了矿区资源开采的风险与难度。为了减少开采活动对地质环境的负面影响,矿产资源的开采必须依托严格的环境影响评估与科学的规划进行。

2.2 地下水系统的扰动

地下水系统是矿区生态环境的重要组成部分,但矿产资源的开采对其产生的影响通常是显著的。无论是露天开采还是地下采矿,这些活动都不可避免地改变了地下水的自然流动,在露天采矿过程中地表水流的路径常常遭到破坏,地下水的补给系统可能被切断或阻断,从而导致水文条件发生剧变。矿山的坑道或露天采掘区内,地下水流动的方向可能会被改变,进而引发地下水的过度排放,甚至在某些情况下导致水源的枯竭。在地下采矿中,矿洞或井筒的开掘破坏了原有的地下水通道导致水体渗透性的变化,增加了水源泄漏的风险。尤其在地下水富集的矿区,采矿活动可能会使封闭水层与外界环境连接,从而造成水质污染或水体外流,开采过程中产生的废水、酸性矿山水等有害物质可能渗入地下水层,污染地下水资源,这些污染物不仅改变了水质,还可能使地下水的化学性质发生变化,例如水体酸化或重金属浓度的升高,从而进一步加剧生态环境的退化。长期的地下水扰动不仅对矿区周围的农业、饮用水源等生活资源构成威胁,也对依赖地下水生存的动植物群落产生深远影响。因此,在矿区生态恢复过程中,合理规划地下水资源管理,确保开采过程中水文平衡的维持,成为至关重要的环节。

2.3 矿区的地质灾害

矿区地质灾害是矿产资源开采过程中常见且严重的环境问题。矿山开采活动对地质结构的扰动,常常暴露出众多潜在的灾害风险。露天采矿与地下开采过程中,大规模的采掘作业使矿区地面或岩体变得不稳定,从而容易引发塌陷、滑坡、崩塌等灾害。例如,大面积的矿区开挖及废石堆放会增加坡面的负荷,导致地表土层失去支撑进而引发滑坡,尤其在雨季或地震等自然因素的作用下,灾害的风险更为突出。地下开采中的爆破作业与矿道开掘,也容易造成局部地层的断裂与崩塌,甚至可能引发大范围的地面沉降危及周边的建筑、道路及其他基础设施的安全。矿区地质灾害不仅威胁矿区内部的安全生产,还可能对周围居民区造成危害,造成人员伤亡与财产损失。长期的采矿活动加速了矿区岩层的风化与裂解,进一步加剧了地质环境的脆弱性,导致灾害发生的频率与严重性上升,一旦地质灾害发生,矿区的正常运营将遭受极大影响,同时对周围环境及生态系统造成严重破坏。因此,地质灾害的预防与监测,已成为保障矿区安全生产与生态环境恢复的关键措施。

3 退化矿区生态环境的恢复对策

3.1 植被恢复与绿化

植被恢复与绿化是矿区生态环境恢复中的关键措施之一。矿区生态系统的破坏通常由大规模的开采、土地暴露以及土壤退化引起,这些因素不仅破坏了生态平衡,还加剧了水土流失与生物多样性的丧失。为恢复矿区的生态功能,植被恢复与绿化工作显得尤为重要,为实现这一目标植被恢复必须根据矿区的气候条件、土壤特性及水资源状况,科学地选择适宜的植物种类^[1]。考虑到不同区域的环境差异,单一的植被恢复往往难以取得理想效果,适应性且能耐旱贫的本地植物应被优先选用,并结合乔木、灌木与草本植物的多元化种植方式,不仅有助于改善土壤结构、提高土壤的保水能力,还为当地野生动物提供了良好的栖息环境。同样,科学的土壤改良措施在植被恢复过程中不可忽视,通过施用有机肥料、改善土壤透气性及提高水分保持能力,可以为植物生长创造更加有利的条件。在绿化工作推进的同时还应合理规划水资源的使用,避免地下水的过度抽取确保植被在干旱或半干旱环境中能稳定生长。植被恢复不仅是生态修复的起点,更是矿区生态功能恢复的基石,通过有效的植被恢复不仅能够显著提高矿区的水土保持能力,还能增强生态系统的自我修复功能,为后续的土壤修复与水资源治理等工作奠定坚实的基础。

3.2 土壤修复

土壤修复在矿区生态环境恢复中占据着至关重要的地位,核心目标是恢复因矿产开采导致的土壤退化功能。矿区采矿活动通常会破坏土壤的结构,导致土壤有机质流失,甚至引发酸化或盐碱化等问题,这些因素严重影响植物生长及生态系统的恢复。因此,土壤修复的首要任务是改善土壤的物理结构,通过施加有机肥料、石灰及土壤改良剂等措施,土壤的透气性和保水能力能够有效提高,从而恢复其耕作性能进而提升肥力。此外,矿区土壤的重金属污染问题也亟须关注,特别是在尾矿堆放区或废水排放区,土壤中的有害物质浓度常常较高,针对这一问题土壤污染治理显得尤为关键。常见的修复方法包括植物修复、化学修复以及生物修复等,植物修复通过耐污染植物吸附或降解有害物质,化学修复则利用特定化学试剂促进污染物的稳定化或转化,而生物修复则依赖微生物的降解作用来去除污染物。水土保持措施在土壤修复过程中同样发挥着重要作用,通过科学治理坡面、种植护坡植物以及建设水土保持工程,能够有效减少水土流失,避免修复后的土壤遭遇进一步侵蚀。

3.3 水资源治理与污染防治

水资源治理与污染防治在矿区生态恢复中占据着至关重要的地位。矿产开采过程中,大量废水及污染物的排放往往对水体产生显著影响,破坏了原有的水资源循环系统,进而影响了周边地区的水质及生态平衡。在矿区的水

资源管理中,源头控制污染物的排放是关键所在,通过建设废水处理设施与回收系统,开采过程中污染物的进入水体可以有效减少。例如,采用沉淀、过滤、吸附以及生物降解等先进水处理技术,可以净化含有重金属、酸性物质或有害化学物质的矿山废水,确保达到排放标准从而减少对周围水环境的污染。水资源的循环利用同样具有不可忽视的重要性,建立水循环系统,处理过的废水能够被重新利用,这不仅缓解了水源枯竭的压力,还有效降低了污染物的排放,提升了水资源的使用效率。矿区周围的水体常常受到矿渣堆放、尾矿池渗漏等因素的影响导致水体污染。对此,对尾矿池实施封闭与防渗处理,能够防止有害物质进一步渗透至地下水或周围水域,避免水体污染的加剧。水资源治理的另一个重要环节是与生态修复的结合,通过改善水域的自然环境,提升水质恢复水体的自净能力,水质不仅能得到有效恢复也为生态系统的稳定运行提供了有力保障。科学的水资源管理与污染防治措施,能够有效保护矿区及其周边地区的水资源,为生态恢复提供强有力的支持,并推动矿区生态环境的可持续发展。

3.4 废弃物管理与资源循环利用

废弃物管理与资源循环利用在矿区生态恢复中具有至关重要的作用。合理的废弃物处理不仅有助于降低环境污染,还能提高资源利用效率,进而推动矿区的可持续发展。矿区产生的废弃物主要包括矿渣、尾矿、废石等,这些废弃物若未得到妥善处置,不仅会占用大量土地资源,还可能对水土环境造成污染,进而影响周围的生态系统。在废弃物管理过程中,应从源头进行有效的分类与减量,以避免废弃物的堆积与无序排放,通过科学的分类方法,有害与无害废弃物能够被有效区分,且可回收或可处理的废弃物会被单独储存,从而减少其对环境的潜在危害。在此基础上,资源的循环利用成为废弃物管理的关键环节,矿渣与尾矿中常常含有一定比例的可回收矿物与金属,采用物理分选、化学回收等先进技术,这些有价值的成分能够被提取,进而减少对新资源的需求,降低矿产资源的消耗。对于废石等无害废弃物,它们可通过堆放、填埋或绿化等方式进行处理,既能恢复矿区土地的使用功能,又能减少潜在的生态风险。尾矿库的防渗处理及废弃物的生态修复技术也应得到充分重视,以防止有害物质渗透至地下水或周边环境,通过科学的废弃物管理与资源循环利用,不仅能有效减少矿区的环境污染,还能为生态恢复提供必需的原料与资源,进而推动矿区生态环境的长期稳定与可持续发展。

3.5 地质灾害防治与地质环境修复

地质灾害防治与地质环境修复是矿区生态恢复中的

核心任务之一,尤其在矿山开采活动频繁的地区,地质灾害对生态环境的破坏尤为严重。矿产开采过程中的地下开采、露天采矿及废弃物堆放等行为,直接影响地质结构,潜在地带来了如地面塌陷、滑坡、崩塌及地裂缝等地质灾害的风险,有效的地质灾害防治与环境修复直接关系到矿区的可持续发展^[2]。地质灾害防治的首要任务是通过科学评估与预测,准确识别矿区可能发生的灾害类型及高风险区域。现代化的地质监测技术,如地震监测、地质雷达与地面沉降监测等,能够为矿区的地质变化提供实时数据,使地质结构的异常变化能够及时发现,这些信息可用于帮助采取有效的预防措施,例如边坡加固与开采方法的优化,从而显著降低灾害发生的概率与严重程度^[3]。矿区的地质环境修复不仅关乎灾后重建,更是减少未来灾害发生的关键环节,通过一系列生态工程措施及技术手段,如填埋采矿坑、恢复破碎岩层的稳定性与植被恢复等,矿区地质结构的稳定性能得到有效恢复,抗灾能力得以提升。同时,矿区周围的废弃物堆放区与尾矿库等也需进行专项修复,改善这些区域的土壤与岩层结构,不仅能有效防止污染物的扩散,还能保障地质环境的长期安全。地质灾害防治与环境修复工作需根据矿区的具体情况量身定制解决方案,通过精准的措施确保矿区生态恢复与环境保护同步进行,最大限度地减少矿区对自然生态的长期负面影响。

4 结语

矿区生态环境的退化问题涉及矿产开采、地下水扰动、地质灾害等多个复杂因素,实施植被恢复、土壤修复、水资源治理、废弃物管理及地质灾害防治等一系列综合性措施,受损环境能够有效恢复,资源利用效率也得以提升,同时对自然资源的过度依赖得以减少。随着技术的不断进步与管理手段的创新,矿区生态恢复的效率必将进一步提升。展望未来,矿区应致力于实现生态保护与经济协调发展的协调,推动绿色矿业实施,最终使环境保护与资源利用的可持续共赢成为可能。

【参考文献】

- [1] 谢郑灿. 退化矿区的生态环境修复与综合治理措施[J]. 世界有色金属, 2021(7): 174-175.
 - [2] 张慧, 王瑞燕. 矿区生态环境调研评估与修复方案研究[J]. 煤炭技术, 2024, 43(8): 63-67.
 - [3] 马珍. 矿区生态环境评价及环境保护研究[J]. 黑龙江环境通报, 2023, 36(6): 85-87.
- 作者简介: 方凡辉(1989.6—), 毕业院校: 武汉科技大学, 所学专业: 采矿工程, 当前就职单位: 防城港市地质灾害防治预警预报中心, 职务: 副主任, 职称级别: 工程师。

公路工程沥青路面摊铺施工技术应用分析

蒋仁军

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着科技发展, 沥青摊铺技术已经历了从传统手工操作到高度机械化、智能化转变。现代全自动沥青摊铺机、智能压路机等施工设备广泛应用, 使得施工精度、均匀性以及效率都得到了大幅提升, 极大降低了人工误差对路面质量影响。基于此, 本篇文章探究沥青路面的特点, 分析公路工程沥青路面摊铺关键环节, 并对公路工程沥青路面摊铺施工技术的应用进行研究, 以期为公路工程发展提供理论支持。

[关键词]公路工程; 沥青路面; 摊铺施工

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14574

中图分类号: U416.2

文献标识码: A

Application Analysis of Asphalt Pavement Paving Construction Technology in Highway Engineering

JIANG Renjun

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

Abstract: With the development of technology, asphalt paving technology has undergone a transformation from traditional manual operation to highly mechanized and intelligent. Modern fully automatic asphalt pavers, intelligent rollers and other construction equipment are widely used, which greatly improves construction accuracy, uniformity and efficiency, greatly reducing the impact of manual errors on road quality. Based on this, this article explores the characteristics of asphalt pavement, analyzes the key links of asphalt pavement paving in highway engineering, and studies the application of asphalt pavement paving construction technology in highway engineering, in order to provide theoretical support for the development of highway engineering.

Keywords: highway engineering; asphalt pavement; paving construction

引言

近年来, 私家车保有量激增、大规模货运运输日益频繁, 使得道路使用强度远超设计初期预期, 路面出现早期损坏、车辙、龟裂等问题。面对高强度、长时间车辆载荷, 沥青路面抗压能力与耐久性成为道路施工中重要考量因素。因此, 本文以公路工程沥青路面摊铺施工技术应用为研究方向, 具有重要实际意义, 为相关领域发展提供有益借鉴。

1 沥青路面的特点

沥青路面以其卓越平整度著称, 为车辆提供连续、顺滑行驶表面, 表面结构减少了轮胎与路面摩擦阻力, 使得行车过程稳定, 特别是在高速行驶时, 车辆受到颠簸显著降低, 高平整度提升了驾驶舒适性, 对乘客体验产生了积极影响^[1]。由于路面无明显裂纹, 沥青路面减少了车辆悬架系统冲击负担, 延长了汽车部件使用寿命。沥青路面平滑表面结构有效降低车辆行驶时产生噪声污染, 尤其在城市区域或居民区附近, 低噪音特性进一步提升了环境宜居性。在重载交通频繁的公路或工业运输主干道上, 沥青路面结构能有效应对车辆荷载反复碾压。沥青材料本身具有柔韧性, 缓冲并分散车辆轮胎压力, 从而减少局部应力集中对路面造成损害。现代施工技术应用, 进一步提升了路面抗疲劳性, 使其长时间抵抗重型车辆反复冲击而不出现裂缝

或永久变形。多车道或高流量交通路段, 沥青路面展现出稳定性能, 车辙问题显著减少, 保障了在重载条件下路面使用寿命。沥青路面在高温条件下具有较好稳定性, 有效避免高温软化表面损坏。与水泥混凝土路面相比, 沥青路面在局部损坏时无需大规模重建, 仅需铣刨受损区域, 并重新摊铺一层新沥青层即可完成修复, 缩短了维修时间, 也减少了施工对交通影响, 极大提升了路面通行效率^[2]。

2 公路工程沥青路面摊铺关键环节

沥青混合料由沥青胶结料、粗细集料、填料等多种材料按照特定比例组合而成, 其比例精确度直接影响路面长期使用效果。配比控制需要综合考虑材料物理性质、当地气候条件以及预期交通流量等因素, 以实现理想抗变形能力。尤其是在重载交通频繁路段, 若配比不当, 路面强度不足, 产生早期裂缝, 甚至影响路面使用寿命。沥青与集料粒径分布、含水量、温度等都对混合料均匀性产生直接影响。为了保障沥青路面在使用过程中保持平整、坚固, 施工前需根据试验段验证配比方案合理性, 调整各成分比例, 以达到最佳物理性能。实际施工中, 严格材料计量过程监控系统尤为必要, 以保障配比始终符合设计标准, 从而保证沥青混合料具有良好均匀性, 避免由于混合料不均匀路面局部出现质量缺陷。沥青混合料温度直接影响到摊铺质量, 若温度控制不当, 会严重影响路面性能。摊铺过

程中,沥青混合料必须保持在一定温度范围内,以保障其具有足够粘结性。若摊铺温度过高,沥青混合料粘结力会下降,路面表面产生油膜流动,影响后续碾压工序,甚至引发路面泛油现象,降低摩擦系数,影响行车安全^[3]。另一方面,温度过低则会沥青混合料快速冷却,失去应有流动性,无法有效填充路面结构中空隙,最终造成碾压不密实,路面早期损坏。因此,摊铺过程中应严格监控混合料出厂温度、运输温度以及现场摊铺温度,保障其处于最佳状态不同施工环境下温度要求也有所不同,寒冷或炎热地区施工需特别调整摊铺技术参数,以保障温度控制精确性。摊铺温度管理要依赖设备实时监控,依靠经验丰富技术人员进行现场判断,以应对施工过程中出现温度波动,从而保证沥青路面压结构稳定。摊铺完成后,碾压及时性、方法、力度都会对路面最终质量产生深远影响^[4]。沥青混合料在摊铺后仍保持一定可塑性,必须进行科学碾压工序使其达到设计密实度标准,避免路面内部出现过多空隙。碾压工艺通常分为初压、复压、终压三个阶段,初压阶段主要是为了稳定摊铺层结构,消除表面大空隙,复压阶段则是根据较大碾压力量来保障混合料内部密实度,终压阶段则基于轻压保障路面平整度。每个阶段碾压压力大小需根据沥青材料特性、摊铺厚度以及现场环境条件进行科学调整,不能盲目加大碾压力度或缩短碾压时间^[5]。碾压工艺控制还必须根据施工时环境温度进行适时调整,温度过低时碾压会变得困难,混合料容易破裂,温度过高则沥青过度压实,影响表面结构。

3 公路工程沥青路面摊铺施工技术的应用

3.1 机械设备升级,提升施工效率

自动化摊铺机是公路沥青路面施工中重要设备,其核心优势在于运用数字化、精确化控制系统对摊铺过程进行全程监管。该设备根据预设参数,自动调节摊铺厚度、速度以及材料分布,从而保证摊铺精度。传统人工摊铺方式容易因操作人员经验不足或环境变化而摊铺厚度不均匀,出现表面波动或质量缺陷,自动化设备则能有效避免此类问题。自动化摊铺机配备了先进传感器与实时监控装置,随时调整摊铺参数,保障路面平整度符合设计标准。传统压路机在碾压过程中,压实力度、碾压次数等往往依赖人工判断,容易造成碾压不均匀,进而影响路面密实度。智能压路机搭载压实度实时检测系统,在碾压过程中自动监测路面密实情况,并根据路面实时反馈调整压实力度,保障每一处都达到设计要求,避免了路面局部因碾压不足或过度碾压而出现裂缝、沉降等早期损坏问题。为了保证摊铺机在施工过程中持续获得高温、均匀沥青混合料,必须有高效运输车队进行无缝对接。现代化运输车队优化路线规划,减少运输时间,保障材料及时送达现场,基于保温功能防止混合料在运输过程中降温过快,影响摊铺质量。每一辆运输车辆上配备温度监测设备,能实时反馈混合料

温度变化,保障材料在进入摊铺现场时依然保持在适合温度范围内。

3.2 温度实时监控,保障摊铺稳定

由于沥青混合料粘结力对温度极其敏感,出厂时温度过低在运输途中快速降温,从而影响摊铺过程中的粘结效果。运用现代化出厂温度控制系统,沥青混合料在生产过程中保持在最适合摊铺温度范围内,通常为 140°C 至 160°C 之间,保障其具有最佳物理性能。生产线上温控设备对出料温度进行实时监控,一旦发现异常,立即调整生产参数,保障每一批次材料温度符合标准。施工现场,沥青混合料温度变化直接影响摊铺顺利进行,特别是在温度较低或较高环境条件下,温度管理变得尤为重要。摊铺机上安装温度监测设备,实时获取混合料当前温度,保障其在摊铺时依然保持理想热度。一旦混合料温度下降过快,摊铺层难以实现预期粘结效果,容易造成压实不密实,进而影响路面耐久性。因此,温度监控系统在混合料温度接近临界值时,发出预警信号,提醒施工人员立即调整摊铺速度或采取其他应对措施,保障施工过程始终在理想温度条件下进行。运输车队在运送沥青混合料时,若未能采取有效保温措施,材料温度会因长时间暴露在外界环境中而快速下降,特别是在寒冷天气或长途运输条件下,温度损失明显。为避免此类情况,现代运输车辆通常配备了保温装置,在运输过程中保持材料温度恒定。

3.3 摊铺速度控制,保持厚度均匀

摊铺过快路面厚度不足,过慢则会使材料冷却过早,无法有效压实,影响路面质量。施工过程中必须根据现场条件合理控制摊铺机前进速度,以保障摊铺层厚度始终保持一致。速度控制需要根据现场环境、材料特性以及摊铺机工作能力综合考虑。通常,摊铺速度应保持在稳定范围内,避免因设备调速不当或材料供应不足路面厚度差异过大,影响路面整体结构强度。一旦材料供应不及时或断档,会迫使摊铺机停止工作,摊铺过程不连续,造成路面厚度不均或层间结合不良。为此,施工现场应根据摊铺机工作节奏,合理安排材料运输车供应量,保障材料摊铺同步进行,避免施工中断。摊铺速度过快,压实设备跟不上,路面无法及时进行有效碾压,进而影响路面平整性,摊铺过慢,则会材料冷却过快,碾压时难以达到理想压实效果。施工过程中,摊铺机与压路机应保持密切配合,保障摊铺后沥青层在最佳温度与时间内进行压实,防止因压实不及时或过度碾压而影响路面整体质量。

3.4 精细压实工艺,增强路面耐久

沥青路面压实工艺通常分为初压、复压、终压三个阶段,初压是在摊铺后立即进行低速、轻压工序,主要目标是初步稳定沥青混合料,消除表面大部分空隙,为接下来复压做好准备。复压是整个压实过程中最重要一环,基于重型压路机强大碾压力度,保障沥青混合料达到设计密实

度标准,从而增强路面抗压耐久性。终压则是为了进一步提高路面平整度。基于精细分阶段压实,路面各层次实现紧密结合,消除结构内部残余空隙,避免因局部密实度不足而引发沉降、裂缝等问题,最终提高路面承载能力。一旦在摊铺后立即进行碾压,沥青混合料温度仍过高,材料流动性较强,容易产生碾压变形,表面层压实不均匀;一旦碾压过晚,沥青混合料已经降温硬化,压实难度增大,无法实现预期密实效果。因此,施工过程中需要严格掌握碾压时机,在材料可压实温度范围内进行多次碾压,保证每个阶段压实都有效完成。施工过程中,压路机行驶路径与碾压顺序需要科学设计,通常采用“重叠碾压”方法,以保障每一条压实路径重叠区域均匀受力,防止漏压或重复压实。弯道、坡度较大路段,压路机碾压轨迹需精细规划,避免因弯道曲率变化而碾压不足。碾压过程中需要随时调整压路机压力,保障碾压效果一致性,避免出现表面波纹、裂缝等质量问题。精确碾压轨迹设计有效提高路面整体平整度,使其在长期使用中具有抗变形能力。

3.5 多层结构设计,优化抗载性能

在表面层采用优质骨料与粘结剂组合高性能沥青混合料,有效提升路面耐磨性。骨料颗粒形状、粒径分布、磨光值需要经过严格筛选,以保障表面层在任何气候条件下都能保持足够摩擦力合理表面纹理设计进一步增加轮胎与路面接触面积,增强摩擦力,减少车辆打滑风险。为了保障路面承受长期交通负荷,尤其是在重载交通较为频繁路段,基层材料厚度设计尤为关键。通常,基层会选用具有稳定性的粗集料混合料,以增强路面抗变形能力。合理材料搭配以及厚度设计,基层有效分散交通荷载,防止路基土壤变形或沉降。基层设计还需考虑地下水位变化对基层材料强度影响等环境因素,应力吸收层通常设置在基层与表面层之间,根据材料柔性特性吸收来自基层应力,防止其直接传递到表面层。应力吸收层作用原理在于,缓解由于温度变化、交通荷载等外力引发应力集中,防止沥青路面表面出现过早裂缝应力吸收层还具有良好防水性能,防止水分侵入路面结构,进一步减少因冻融循环引发裂缝扩展。

3.6 智能检测系统,保障施工质量

传统人工压实检测方法效率较低,且精度有限,容易出现检测误差。而智能压实度在线监测系统基于传感器实

时获取压路机碾压过程中路面密实度数据,并将其与设计标准进行比对。一旦发现某一区域密实度未达到要求,系统会立即发出警报,提醒操作人员进行补压,实时监测提高施工精度,保障路面每区域都达到预期密实度,避免出现因局部压实不充分早期损坏或沉降问题。智能检测系统运用高精度激光或超声波设备,实时监测路面平整度数据,并根据反馈系统把结果传输至摊铺设备,及时调整摊铺工艺,当监测设备检测到某一路段平整度低于标准时,摊铺机根据数据反馈自动调整摊铺厚度或速度,以消除表面不平整问题。智能厚度检测系统安装在摊铺机上传感器,实时监测摊铺层实际厚度,并将其与设计厚度进行对比。该系统精确识别摊铺过程中厚度不足或过厚区域,避免人工检测中疏漏。当系统检测到某一区域摊铺厚度未达到设计标准时,会立即发出提示,提醒操作人员进行补充摊铺或调整设备设置。

4 结论

综上所述,对机械设备升级,提高施工效率,减少人工操作误差,温度实时监控与摊铺速度控制则保障了施工路面厚度均匀性,精细压实工艺与多层结构设计进一步增强了路面抗载能力。智能检测系统引入有效保障了路面厚度标准,保障施工质量达到设计要求,现代化技术应用是提高沥青路面施工质量关键手段,对公路长期使用具有重要意义。

【参考文献】

- [1]陈云松.关于公路工程沥青路面施工技术的应用分析[J].汽车周刊,2024(10):133-135.
 - [2]李传德.摊铺施工技术在公路工程沥青路面中的应用[J].汽车画刊,2024(6):176-178.
 - [3]宋建伟.公路工程沥青路面摊铺施工技术应用要点[J].交通建设与管理,2024(1):83-85.
 - [4]马武.公路工程沥青路面摊铺施工技术应用分析[J].工程技术研究,2023,8(22):86-88.
 - [5]陈继鑫.浅析公路工程沥青路面施工中双层摊铺技术的应用[J].低碳世界,2021,11(6):269-270.
- 作者简介:蒋仁军(1981.12—),男,毕业于长沙理工大学,交通土建专业,就职于新疆北新路桥集团股份有限公司杭州分公司,副总经理,高级工程师。

BIM 技术在高速公路工程建设中的应用分析

毛政文

浙江省交通集团高速公路丽水管理中心, 浙江 丽水 323000

[摘要]新时期, 随着社会的快速发展, 人们生活质量得到了明显提升, 在日常生活中人们对于国家基础设施建设也提出很高的要求。在开展高速公路工程建设过程中, BIM 技术得到了广泛应用, 有效提高整体施工效率与施工质量, 有利于推动施工企业的长远发展。基于此, 本篇文章将详细分析 BIM 技术在高速公路工程建设中的应用, 并结合高速公路工程建设质量目标, 合理提出相关参考建议。

[关键词]高速公路; 工程建设; BIM 技术

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14567

中图分类号: U415

文献标识码: A

Application Analysis of BIM Technology in Highway Engineering Construction

MAO Zhengwen

Expressway Lishui Management Center of Zhejiang Provincial Transportation Group, Lishui, Zhejiang, 323000, China

Abstract: In the new era, with the rapid development of society, people's quality of life has been significantly improved. In daily life, people also have high requirements for the construction of national infrastructure. In the process of carrying out highway engineering construction, BIM technology has been widely applied, effectively improving overall construction efficiency and quality, and promoting the long-term development of construction enterprises. Based on this, this article will analyze in detail the application of BIM technology in highway engineering construction, and propose relevant reference suggestions in combination with the quality objectives of highway engineering construction.

Keywords: highway; engineering construction; BIM technology

高速公路工程建设作为系统性、复杂性工程, 施工企业应严格把控每个施工环节, 可以确保整体施工质量。在进行高速公路工程建设期间, 施工企业需要明确意识到 BIM 技术的应用价值, 能够优化高速公路工程建设方案、全面落实管理工作以及提高工程项目建设的整体经济效益。因此, 在进行高速公路工程建设过程中, 施工企业应积极探索完善的 BIM 技术应用方案, 有利于创新传统施工模式, 从而推动高速公路工程建设领域的可持续发展。

1 分析 BIM 技术在高速公路工程建设中的应用价值

1.1 提高施工质量管理水平

高速公路工程建设时, 施工企业通过科学应用 BIM 技术, 能够全面了解和掌握公路工程建设实际情况, 并根据施工质量要求, 严格执行施工质量监督与管理工作。管理人员通过 BIM 技术, 可以及时发现施工中存在的问题, 然后结合问题的具体原因, 制定完善的应对措施, 确保管理方案更具合理性, 有效提高公路工程建设水平。

1.2 提高施工安全管理水平

施工企业在进行高速公路工程建设过程中, 基于 BIM 技术构建完善的施工安全信息管理系统。管理人员在系统中, 能够实时记录与追踪施工作业情况, 有利于全面开展施工安全管理工作。管理人员通过 BIM 技术, 可以及时发

现施工中存在的安全隐患, 并根据实际情况, 制定完善的预防以及管控措施, 防止施工中发生施工安全事故。通过全面提高施工安全管理水平, 可以给施工人员构建安全的施工作业环境, 有利于顺利开展高速公路工程建设, 并更好实现施工质量与施工安全管理目标。

1.3 提高施工成本管理水平

高速公路工程建设中应用 BIM 技术, 能够合理节约施工成本。首先, 在编制施工材料采购计划期间, 通过信息系统可以统一整合施工材料采购信息, 有效降低成本投入。在修改施工材料采购环节时, 工作人员在系统中实施数字化处理模式, 能够科学控制与管理材料成本。其次, 在施工管理过程中合理应用 BIM 技术, 有利于施工企业全面落实施工管理一体化模式, 不断优化施工管理作业环节。在保障整体施工质量基础上, 可以合理降低物力、财力以及人力等投入, 逐渐提高施工企业自身经济效益与社会效益^[1]。

2 探究 BIM 技术在高速公路工程建设中的应用策略

案例分析: 某市高速公路工程建设中, 施工企业通过应用 BIM 技术, 在 1 号大桥、省界隧道等施工路段都提高了整体施工效率, 并实际满足行业质量标准。在施工过程中, 施工企业将 BIM 技术与施工管理工作进行有效结合, 科学控制工程项目建设的物力与人力等资源, 总成本一共

节约了 18 万元, 有效提高整体施工管理水平。本文将以此案例作为切入点, 并结合高速公路工程施工质量、施工安全等相关要求, 不断优化 BIM 技术应用方案, 希望全面提升整体施工质量。具体应用策略主要包括:

2.1 构建完善的可视化模型

高速公路工程建设中, 线路布控呈现出系统性特征, 同时涉及的区域比较广。如果在施工过程中仍然采用传统施工作业模式, 工作人员很难通过图纸展现出工程建设具体情况。针对这个问题, 施工企业合理应用 BIM 技术, 可以给高速公路工程建设提供更多便利条件。通过科学应用 BIM 技术, 设计人员能够根据高速公路工程项目实际情况, 构建完善的可视化模型, 有利于充分展示工程项目整体建设规划, 为后续工程项目建设提供更多准确的数据参考。同时, 通过展示完整的高速公路工程建设规划图, 可以约束与规范施工人员的施工行为, 逐渐提高施工安全、施工效率, 避免施工中产生不必要的问题。例如: 在安装高速公路模板作业环节, 应确保安装模板更具牢固性, 防止产生漏浆现象。为了实现这个目标, 工作人员需要应用 BIM 技术, 通过可视化模型展示施工现场, 并引导施工人员明确了解在安装模板时, 需要注意的相关事项以及允许的偏差值。此外, 在讨论过程中, 应结合可视化模型, 综合性评估施工中存在的风险, 然后通过具体讨论结果, 制定完善的应对措施^[2]。

2.2 注重优化工程建设方案

实际开展高速公路工程建设期间, 施工周期比较长, 同时在施工时会涉及很多领域的专业知识, 如: 信息化技术、土木工程以及电气自动化等。在高速公路工程建设时, 通常会聘请相关领域的专业人才, 然后根据工程质量要求, 优化设计工程建设方案, 可以为施工质量打下坚实基础。然而, 结合实际情况可以了解到, 以往在开展高速公路工程建设方案期间, 常常存在沟通不畅情况, 导致工程建设方案中存在一些不合理情况, 会给后续施工作业环节带来很多不利因素, 直接影响了整体施工进度。针对这个问题, 施工企业需要应用 BIM 技术不断完善工程建设方案, 同时与不同领域的专业人员积极开展有效沟通与交流。通过相互沟通与协作, 可以全面了解和掌握高速公路工程建设中每个施工作业环节, 并根据具体情况, 对工程建设方案做出科学调整, 有效提升整体施工安全与施工效率。此外, 将 BIM 技术应用在高速公路工程建设中, 能够不断优化勘察环节, 确保获取的数据信息更具真实性与准确性, 有利于提高工程建设方案的可行性, 为工程建设提供更多正确指导, 有效提升整体工程建设质量^[3]。

2.3 优化施工进度管理环节

高速公路工程建设管理过程中, 施工进度管理作为十分关键的组成部分。在开展施工进度管理工作时, 施工企业合理引入 BIM 技术, 可以实现高质量、高效率的工程建设目标。施工企业应结合自身实际情况、施工现场情况等

构建完善的管理云平台, 通过质量报验结果合理转化成施工进度数据信息, 并以不同颜色对工程进度进行可视化展示。在管理云平台中, 工作人员输入施工进度规划, 可以通过 BIM 模型模拟施工进度。对于施工进度的相关数据而言, 主要是通过质量验收进行获取, 能够确保数据信息突出真实性与唯一性, 有利于科学划分周施工进度、日施工进度等, 以此全面落实精细化施工管理模式。值得注意的是, 工作人员可以通过 BIM 技术中的汇总能力, 汇总施工中产生的数据信息, 并根据数据类型整理成相关报表, 使管理人员及时掌握当前施工进度。在日常施工进度管理工作期间, 管理人员需要明确意识到 BIM 技术的应用价值, 能够科学对比计划施工进度与实际施工进度。当施工进度存在滞后问题, 需要全面分析施工进度滞后的具体原因, 然后制定完善的应对措施, 有利于科学控制施工进度^[4]。

2.4 全面落实动态化管理模式

在实际开展高速公路工程建设期间, 会存在施工人员数量出现变动情况, 这个情况和工程建设的复杂性有着紧密联系, 特别是工程建设环节多、跨区域广等因素, 使工程建设中会存在施工人员数量明显变动情况。同时, 在工程建设过程中, 数据信息也会产生很大变化。为了避免这些因素对工程建设质量产生影响, 施工企业需要合理应用 BIM 技术, 能够加强开展人员管理工作以及数据信息管理工作, 有利于全面落实动态化管理模式。在实施动态化管理模式期间, 可以确保整体施工质量与施工效率, 有效提升工程项目建设的综合效益。在日常管理工作时, 管理人员利用 BIM 技术与施工人员进行有效沟通, 能够为施工人员构建良好的施工作业氛围, 不仅调动施工人员工作热情, 同时可以确保施工人员严格按照相关规定, 认真完成每项施工任务。此外, 施工企业需要合理应用 BIM 技术, 有序开展施工现场管理工作, 能够降低工作人员整体劳动强度。例如: 在堆放物料期间, 工作人员通过对物料进场环节进行动态模拟, 可以优化施工人员取用物料环节, 创新传统平面部署图绘制模式开展的堆放物料工作, 使堆放物料工作突出灵活性特征, 防止堆放物料距离出现太远情况, 否则会对整体施工进度带来很大影响。同时, 在应用 BIM 技术开展堆放物料工作时, 工作人员可以预先规避很多问题, 做好物料的防潮工作以及将物料放置指定位置, 有利于科学管理物料, 避免对物料质量造成不同程度上影响, 有效提高整体作业质量^[5]。

2.5 优化施工安全管理环节

施工企业在进行高速公路工程建设期间, 需要充分重视施工安全管理工作, 可以确保施工项目的正常开展。如果在施工作业过程中, 施工企业没有足够重视施工安全管理工作, 容易加大施工安全事故的发生概率, 会严重影响施工进度、施工质量以及严重威胁施工人员的生命安全, 并给施工企业带来巨大损失。因此, 在开展高速公路工程

建设过程中,施工企业需要科学应用 BIM 技术,有利于严格落实施工安全管控工作。通过科学应用 BIM 技术,管理人员可以对施工现场具体情况进行实时查看,并综合性评估施工中潜在风险,然后采用风险管控与风险防范等不同方式,逐渐优化施工安全管理与施工质量管理工作,可以为施工安全、施工质量提供更多保障。此外,施工企业需要应用 BIM 技术,组织施工人员定期开展施工安全培训活动。通过对施工中产生的紧急情况进行模拟,能够帮助施工人员逐渐增强施工安全质量意识以及应急反应能力,有效避免施工期间发生安全事故^[6]。

2.6 注重优化碰撞检查环节

高速公路工程建设过程中,碰撞检查工作主要内容为:及时发现施工中可能存在的矛盾,通常应用在图纸会审工作中。碰撞类型中,硬碰撞作为比较常见的类型。对于硬碰撞而言,一般为:实体之间不会存在碰撞,但是在空间以及间距等方面没有实际符合工程建设标准。如果空间中存在并排设置 2 根管道情况,需要结合安装要求,应对管道之间的距离进行科学控制。当前,在开展硬碰撞检查工作时,BIM 技术得到了有效应用,具体涉及:建筑结构、专业设施管线等碰撞检查工作。工作人员在应用 BIM 技术开展碰撞检查工作时,需要根据每个专业模型以及碰撞检查系统等,获取相关碰撞检查结果。通过提交专业模型、自动碰撞检查等多种方式,工作人员可以编制完善的碰撞检查报告。此外,在碰撞检测工作时,通过利用 BIM 技术能够及时发现和处理施工期间产生的重点、难点问题,有利于创新传统校审工作模式,全面提高碰撞检查工作质量^[7]。

2.7 优化资料管理环节

在开展高速公路工程建设资料管理工作时,通过构建完善的信息管理云平台,各个参建方能够及时上传与下载相关数据信息,有利于及时更新工程数据,实现数据共享目标。在进行工程联系单下放、盖章审批等环节时,可以确保管理流程更具规范性。将线上与线下进行有效结合,有利于提高整体工作效率。此外,在开展技术资料、施工图纸文件等管理工作时,施工企业通过构建完善的数字化档案,可以取得不错的资料管理效果。

2.8 优化施工成本管理环节

施工企业在开展成本管理工作时,需要构建完善的成本管控体系,主要涉及:项目进度、施工过程等相关信息。为了创新传统施工成本管理模式,施工企业应逐步优化施

工成本管控体系。例如:在进行工程结算期间,通过成本管控系统,工作人员可以对每个施工环节中产生的问题进行科学控制,有利于节约更多的施工成本。基于成本管控系统,工作人员能够快速获取每个施工阶段的施工信息以及基础数据。在成本管控系统中,施工企业可以对施工机械设备、施工材料等资源进行优化配置,防止工程建设期间出现浪费的问题,有效提高施工成本管控质量^[8]。

3 结束语

综上所述,新形势下,随着社会经济的快速发展,我国逐渐扩大了高速公路工程建设规模,同时高速公路工程建设质量受到社会的广泛关注。当前,在开展高速公路工程建设过程中,施工企业需要朝着专业化、精细化等方向不断发展,逐渐加大了施工管理难度。为了更好顺应时代发展需求,施工企业应将 BIM 技术与高速公路工程建设进行相互融合,能够整合与应用获取的数据信息,以此制定完善的高速公路工程建设方案,并全面落实施工安全、施工质量等施工管理工作。因此,在高速公路工程建设中,应充分发挥 BIM 技术的应用价值,有利于更好保障工程建设质量,从而推动施工企业的长期、稳定发展。

【参考文献】

- [1]贾立.BIM 技术在高速公路工程建设中的应用分析[J].智能建筑与智慧城市,2021(11):168-169.
 - [2]杨冬雁.高速公路工程建设中 BIM 技术的应用意义及优势[J].黑龙江交通科技,2021,44(10):163-165.
 - [3]余君.高速公路工程建设中对 BIM 技术的应用实践[J].工程建设与设计,2020(6):256-258.
 - [4]陈亮.高速公路工程建设中对 BIM 技术的应用实践[J].四川水泥,2020(1):121.
 - [5]王立军.BIM 技术在高速公路工程建设中应用[J].住宅与房地产,2019(34):186.
 - [6]曾友余.高速公路工程建设中对 BIM 技术的应用实践[J].门窗,2019(21):252.
 - [7]彭磊.BIM 技术在高速公路工程建设中的应用[J].门窗,2019(15):240.
 - [8]张志宁.BIM 技术在高速公路机电工程中的应用分析[J].数字通信世界,2019(2):224-275.
- 作者简介:毛政文(1991.4—),男,浙大宁波理工学院,浙江省交通集团高速公路丽水管理中心养护管理处,中级工程师。

高速公路湿陷性黄土路基病害及防治措施研究

赵睿龙

新疆兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]湿陷性黄土是指在特定的湿润条件下, 土体发生较大变形、强度显著降低的土壤类型。高速公路路基的稳定性和安全性对于交通运输系统的正常运行至关重要, 而湿陷性黄土常常导致高速公路路基出现严重病害, 如沉降、裂缝, 甚至局部塌陷等, 影响道路的耐久性和行车安全。高速公路路基所受湿陷性黄土工程特性影响, 引发路基病害。文中深入剖析了病害成因、主要症状及其危害, 并就材料改良、排水系统强化、路基改良技术等方面提出了预防策略, 综合性的防治策略显著降低湿陷性黄土路基病害的发作风险, 确保了高速公路的平稳运行。

[关键词]高速公路; 湿陷性黄土; 路基病害; 防治措施; 沉降; 裂缝

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14556

中图分类号: U41

文献标识码: A

Research on the Diseases and Prevention Measures of Collapsible Loess Subgrade in Highways

ZHAO Ruilong

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

Abstract: Collapsible loess refers to a soil type in which the soil undergoes significant deformation and strength reduction under specific wet conditions. The stability and safety of highway subgrade are crucial for the normal operation of transportation system, and collapsible loess often leads to serious diseases such as settlement, cracks, and even local collapse of highway subgrade, affecting the durability and driving safety of the road. The engineering characteristics of collapsible loess affect the subgrade of highways, causing subgrade diseases. The article deeply analyzes the causes, main symptoms, and hazards of diseases, and proposes prevention strategies for material improvement, drainage system strengthening, and roadbed improvement technology. Comprehensive prevention and control strategies significantly reduce the risk of occurrence of collapsible loess roadbed diseases, ensuring the smooth operation of highways.

Keywords: highways; collapsible loess; roadbed diseases; preventive measures; settlement; crack

引言

随着中国高速公路网络的快速发展, 湿陷性黄土作为一种常见的土壤类型, 其对路基的影响日益引起关注。黄土高原及周边地区分布着大量具有显著湿陷性的黄土, 此类黄土路基在水分波动影响下, 易发生显著沉降, 进而引发道路裂缝、塌陷等病害, 对交通安全与道路运行造成严重影响。路基的湿陷性黄土病害, 不仅破坏了路面的平坦, 亦有可能触发交通意外, 抬升了养护的投入, 极端情况下, 更可能迫使道路全面停用^[1]。在路基工程中, 对湿陷性黄土的病害进行深入研究, 其重要性不言而喻, 以湿陷性黄土的工程特性为基点。本论文深入剖析其在湿润环境中的病害发生原理, 同时审视高速公路路基在湿陷性黄土地带的建设现状, 进而提出了一系列有效的防治策略, 对湿陷性黄土路基病害的成因与防治策略进行研究与梳理, 旨在为相同地质条件下的路基工程提供借鉴, 并为高速公路建设与养护技术的提升贡献理论依据。

1 湿陷性黄土的特性及其对路基的影响

湿陷性黄土是一种具有特殊物理性质的土壤, 主要分布在中国的黄土高原地区, 尤其是在陕西、甘肃、宁夏、山西等地。这种土壤由于含有丰富的可溶盐类物质, 具有

较强的湿陷性, 即在湿润条件下, 黄土的体积会显著减小, 发生沉降、变形。湿陷性黄土具有较高的孔隙率和较低的干密度, 土壤颗粒结构松散, 因此在遇到水分时, 颗粒之间的吸引力降低, 土体会发生显著的压缩变形。这种湿陷性特征对于高速公路建设尤其具有挑战性。

湿陷性黄土的属性, 对高速公路路基的稳固力度有着决定性影响。在湿润环境下, 黄土吸水后, 其体积缩小, 路基承载力随之降低, 这往往引发路基沉降与裂缝等一系列问题, 路面的病害不仅影响了其平整度, 抬高了养护的开支, 更可能引发交通事故, 对行车安全构成威胁。对于具有湿陷性的黄土路基而言, 施工阶段必须采纳特定的技术手段, 包括土壤改良与加固等, 以保障其结构稳定性^[2]。

路基所受湿陷性黄土的诸多作用, 显现出多维度效应, 湿陷性黄土因其沉降速度迅猛且沉降幅度较大, 往往诱发路面产生不均匀沉降, 进而引发裂缝。路基在承载交通荷载时, 湿陷性黄土因其强度不足, 易于引发路基的变形, 进而导致路面损害。路基若遇湿陷性黄土, 排水不畅的问题不容小觑, 水分淤积将加剧路基湿陷, 进而诱发严重病害, 建设高速公路于湿陷性黄土地带, 需密切关注土壤属性, 并采纳相应防治策略。

2 高速公路湿陷性黄土路基病害的表现与危害

高速公路上,湿陷性黄土路基的病害诸如沉降、裂缝及塌陷等现象屡见不鲜,此类问题严重干扰了道路的正常运营及安全性能。在湿陷性黄土路基上,沉降作为一种普遍的病害现象,尤其在遭遇降水或长期湿润气候的条件下,其湿陷性特征更为显著,进而引发路面出现显著的沉降问题。路面沉降不仅会对平整度产生影响,而且可能造成路面与路肩之间高度的不一致,进而产生潜在的交通安全风险。路基所采用的湿陷性黄土,其土层发生湿陷变形,往往引发路面裂缝问题^[3]。

在黄土路基湿陷性尤为显著的区域,塌陷成为一类极其严重的路基病害现象。受湿陷作用影响,土体发生显著形变,交通荷载与水分共同作用下,土体强度持续降低,局部路段可能遭遇沉降或坍塌,极端情况下甚至引发道路部分损坏或交通中断,交通路途上的塌陷现象,不仅带来高昂的修复开销,而且对道路通行造成显著阻碍,使得交通管理和运营面临沉重的压力。道路设施遭受病害侵袭,不仅其自身结构遭受损害,亦可能对交通安全构成极大隐患,车速因沉降、裂缝、塌陷等病害而降低,事故风险随之上升,病害一旦发生,便需巨额资金投入以进行修复及养护工作。

3 湿陷性黄土路基病害的形成机制

湿陷性黄土路基病害的形成机制是一个复杂的过程,涉及土壤特性、气候变化、交通荷载等多方面因素。湿陷性黄土的特性是其病害形成的根本原因。黄土在自然状态下,其颗粒间的吸力较强,土体呈现松散状态。但一旦吸水后,土粒之间的吸引力减弱,颗粒开始发生滑动,导致土体发生压缩变形。这种湿陷性特征使得黄土在湿润条件下表现出较强的湿陷性,当水分渗透进入土壤时,土壤体积极缩小,强度下降,形成沉降、裂缝等病害。

病害在湿陷性黄土路基的形成过程中,受到气候因素的决定性影响。在降水丰沛的季节,湿陷性黄土对水分的波动尤为敏感,吸水后湿陷现象显著,路基内部一旦遭遇雨水浸入,湿陷性黄土的压缩变形将愈发严重,进而诱发路基沉降与裂缝,气候因素如干湿循环与季节性降水,导致湿陷性黄土变形,进而诱发路基病害。路基病害的形成,湿陷性黄土路段尤为明显,其诱因之一便是交通荷载作用,路基在高速公路承受的交通荷载压力下,特别是在湿陷性黄土区域,土体强度不足,受到荷载影响,易于产生塑性变形,从而诱发沉降或裂缝。交通流量逐日攀升,荷载作用持续增强,进而导致湿陷性黄土路基变形愈发严重^[4]。

路基病害的形成,尤其是湿陷性黄土路基的病害,其成因亦与排水系统紧密相关,路基若排水不畅,水分持续积聚,将加剧土壤湿陷,从而提升沉降与裂缝发生的概率。针对湿陷性黄土地区建设的高速公路,务必高度重视排水工程布局,保证水分能够迅速被排出,以此降低土壤的湿

陷性变形风险。

4 湿陷性黄土路基病害的防治措施

4.1 改善黄土路基材料的选择与处理技术

改善黄土路基材料的选择与处理技术是解决湿陷性黄土路基病害的重要策略之一。在黄土高原地区,湿陷性黄土的土质特点使其在湿润条件下发生沉降、裂缝等病害,严重影响高速公路的安全性和稳定性。因此,合理选择适合的路基材料并进行有效的处理,成为确保路基长期稳定的重要手段。在材料选择上,可以通过优化土壤的配比,选择粒径适中的砂土、砾石等材料,增强路基的稳定性。例如,采用砂石混合料,可以有效提高路基的承载力,减少湿陷性黄土的沉降和变形。

黄土处理技术,作为一项关键性的应对策略,其优化与提升至关重要。黄土改良技术,如石灰稳定法、膨润土改良法及水泥改良法等,通过添加适量的稳定剂,对黄土的土壤结构进行改变,进而提升其抗湿陷性能。黄土与石灰稳定法中的水分发生反应,进而强化了土壤颗粒间的稳定性,显著降低了土体的湿陷性;土壤改良法,特别是膨润土改良,通过增强土体的黏聚力,有效抑制了土壤吸水后的形变,黄土通过水泥固化法的应用,其物理特性得以改变,进而有效抑制了变形与沉降。路基的稳定性与抗湿陷能力,深受黄土路基材料选取及处理技术的影响,科学甄选适配材料,并借助改良技术予以加工,不仅能够显著降低湿陷性黄土对路基的损害,更有利于保障公路的持久运行。

4.2 强化路基排水系统的设计与施工

路基排水系统的设计及其施工,作为防治湿陷性黄土路基病害的重要一环,起着至关重要的作用。在湿陷性黄土地带,因黄土本身的高含水量特性及显著湿陷性,水分在路基内部的长时间滞留,常成为诱发路基沉降及裂缝等病害的关键因素,有效构建排水体系,显著减少水分在路基的滞留,进而有效遏制湿陷性黄土路基病害的滋生。路基的纵向与横向,均需细致考量排水系统之设计,务必使水分得以迅捷离析于路基外,渗水层与排水管道协同运作,纵向排水效果显著,路基下层管道布局,确保水流无阻。通过设计路肩坡度,实现横向排水,有效防止水分在路基内部积聚,确保水流沿着道路两侧顺畅排出^[5]。

施工阶段对排水系统施以严格质量把控,务求管道接口牢固对接,排水结构免遭损害,进而维系整体系统的高效运行。在特定区域实施,多层排水技术等增强型排水策略,显著提升路基的排水效能。若湿陷性黄土路基已建成,一旦排水系统出现不畅,必须迅速实施修复策略,强化排水系统效能,以防止水分积聚加剧路基损害。实施路基排水系统的设计与施工,不仅能够有效预防湿陷性黄土的湿陷变形,同时也能降低水分对路基的侵蚀,从而保障高速公路的稳定与安全。

4.3 采用加固与改良技术的防治方法

运用加固与改良技术,是应对湿陷性黄土路基病害的有效策略之一,特殊土壤特性的湿陷性黄土在遇水情况下,将产生体积收缩与沉降现象,进而对路基的稳定性及其使用寿命产生负面影响。针对黄土路基,采用加固与改良技术,是降低湿陷性病害影响的切实方法,黄土的承载力和稳定性通过地基加固法、深层搅拌法、预压加固法等加固技术的应用,得以显著提升^[6]。采用地基加固技术,注入化学稳定剂或运用机械加固装置,此举措旨在提升土体结构的稳定性,进而降低湿陷性黄土的形变风险。采用机械搅拌的深层搅拌法则,水泥与石灰等材料与黄土交织,塑造出高强度复合土层,有效增强路基的承载性能,路基施加外部压力,预压加固法则得以实现,该法则使得土体得以提前沉降并固结,从而显著提升其稳定与强度。

对黄土实施改良,该技术显现出卓越的防治效能,采用石灰、膨润土及水泥等改良措施,旨在提升黄土的物理力学特性,并抑制其在潮湿环境下的形变趋势。运用石灰改良技术,促使石灰与黄土相互作用,进而生成水合物,从而显著提升土体的粘聚性和结构稳定性;通过引入膨润土改良法,对土体进行改良,有效提升其塑性与抗渗透性能,从而降低湿陷变形风险;实施水泥改良,依托于水泥的化学作用,有效提升土壤的坚实性与紧密度,从而遏制土壤湿陷变形现象。对黄土路基实施加固与改良技术,显著提升了其稳定性和抗湿陷能力,有效遏制了湿陷性病害的发生,保障了道路的持续安全运行^[7]。

4.4 地基处理与加固措施的实际应用

地基处理与加固措施在湿陷性黄土路基病害防治中的实际应用是至关重要的。随着湿陷性黄土路基病害问题的日益严重,各种地基处理和加固措施被广泛应用于高速公路的建设与维修中,取得了良好的效果。地基处理措施通常包括换填法、注浆加固法和深层加固法等。这些措施能够有效地增强土体的承载力和稳定性,防止湿陷性黄土在受荷作用下发生沉降和裂缝。换填法通过将原土层挖除,替换成高强度的土壤或工程材料,直接提高路基的稳定性。注浆加固法则通过注入化学浆液,使浆液与土壤充分反应,形成固结的加固层,增强土体的抗压能力和抗湿陷性。深层加固法通过使用机械搅拌装置,将外加材料与黄土充分混合,形成深层加固土层,显著提高黄土的抗压强度和稳定性。

路基建设领域广泛采纳加固措施,而该措施亦能应用

于已呈现病害的路段的修复过程,路段若出现沉降、裂缝等病害,采用注浆加固与石灰水泥拌和等手段,强化路基结构,提升其承载能力,进而遏制病害的持续恶化。在具体实施过程中,需综合考虑各地区的土壤特性与气候状况,进而选取适宜的地基处理与加固技术。在黄土高原地带,将本土的土壤改良技艺,诸如膨润土、石灰等改良剂,与既有的加固手段融合,构筑出层次丰富、综合性的加固策略,黄土路基稳定性显著提升,湿陷性病害减少,道路使用安全得以保障,得益于地基处理与加固措施的实际应用。在湿陷性黄土地区,高速公路的建设与维护工作,其关键便在于合理运用地基处理与加固技术^[8]。

5 结语

总体而言,高速公路湿陷性黄土路基病害的防治是一个系统工程,涉及土壤改良、排水设计、加固技术等多个方面。随着湿陷性黄土病害防治研究的不断深入,未来可能会出现更多先进的技术手段和解决方案,帮助工程师更好地应对这一挑战。为了确保高速公路建设的质量与安全,进一步优化湿陷性黄土路基的防治措施,仍然是一个值得持续研究和改进的重要课题。

[参考文献]

- [1]霍敬德.高速公路湿陷性黄土路基病害及防治措施研究[J].北方交通,2024(10):58-61.
 - [2]安然.极端降雨条件下湿陷性黄土地区公路路基变形机理研究[D].重庆:重庆交通大学,2024.
 - [3]李敬德.复杂条件下湿陷性黄土路基不均匀沉降控制技术[D].河北:石家庄铁道大学,2020.
 - [4]薛世雨.高速公路湿陷性黄土路基填筑的施工技术研究[J].河南建材,2020(1):21-22.
 - [5]董永超.宁夏地区湿陷性黄土路基处理及监测技术研究[D].重庆:重庆交通大学,2018.
 - [6]许勇.某高速公路湿陷性黄土路基沉陷病害旋喷桩防治技术研究[J].山西交通科技,2018(4):9-12.
 - [7]赵兴华.浅析湿陷性黄土地区路基典型病害及防治措施[J].黑龙江科技信息,2017(3):272-274.
 - [8]刘锦玮.高速公路湿陷性黄土路基病害类型及处理措施分析[J].现代工业经济和信息化,2015,5(15):70-71.
- 作者简介:赵睿龙(1983.10—),毕业院校:河南城建学院,所学专业:工程管理,当前就职单位:新疆兵团交通建设有限公司,职称级别:高级工程师。

公路隧道大变形支护技术研究与应用

王 疆

新疆北新顺通路桥有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着城市化进程的加快,公路隧道的建设需求日益增加。然而,在隧道施工过程中,地质条件复杂、岩体变形等因素常常导致隧道发生大变形,严重影响隧道的安全性和使用寿命。为此,文中对公路隧道大变形的支护技术进行了系统研究,分析了大变形的成因及其对隧道结构的影响。通过对多种支护技术的对比研究,提出了一种适用于大变形隧道的支护方案,包括预应力支撑、锚杆加固、喷锚支护等技术的结合应用。结合实例,探讨了该方案在实际工程中的应用效果,验证了其有效性和可行性。研究表明,采用综合支护措施能够有效控制隧道的变形,提升施工安全性,为未来公路隧道建设提供了理论支持和实践指导。

[关键词]公路;隧道;大变形;支护技术

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14572

中图分类号: U459.1

文献标识码: A

Research and Application of Large Deformation Support Technology for Highway Tunnels

WANG Jiang

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

Abstract: With the acceleration of urbanization, the demand for highway tunnel construction is increasing day by day. However, during tunnel construction, complex geological conditions and rock deformation often lead to significant deformation of the tunnel, seriously affecting its safety and service life. Therefore, a systematic study was conducted on the support technology for large deformations in highway tunnels, analyzing the causes of large deformations and their impact on tunnel structures. Through comparative research on various support technologies, a support scheme suitable for large deformation tunnels is proposed, including the combined application of prestressed support, anchor reinforcement, spray anchor support and other technologies. By combining examples, the application effect of this scheme in practical engineering was discussed, and its effectiveness and feasibility were verified. The research results indicate that adopting comprehensive support measures can effectively control the deformation of tunnels, improve construction safety, and provide theoretical support and practical guidance for future highway tunnel construction.

Keywords: highway; tunnels; large deformation; support technology

引言

在城市交通和山区公路等特殊地理环境中,现代交通工程的一个关键要素是公路隧道,它在这些领域扮演着不可或缺的角色。在隧道施工过程中,特别是在软土层及地质结构复杂的岩层,经常面临的问题是巨大变形,施工中的大变形会对隧道结构的完整性造成威胁,这种隐患可能会损害其未来的功能^[1]。为控制隧道变形,公路隧道工程领域迫切需要研究高效支护技术,这一课题具有重要意义。科技的进步推动了支护技术的不断创新,进而促进了相关领域的持续发展,从传统的支护手段到现代的先进支护材料和技术。各种支护方案层出不穷,在多种地质状况与工程环境中,各项方案呈现不同特性,明智地挑选与运用支撑加固技术,对于确保隧道的安全与效率极为关键。

1 公路隧道大变形的成因

引起公路隧道大幅变形的因素,主要涵盖地质状况、施工技术以及外部环境等多方面原因。隧道建造时,遭遇地质状况易引发巨大变形,该现象深受地质状况影响,岩(土)层的性质与地质构造对岩(土)层稳定性产生直接

影响。特别是在软土、填充土和特殊地质等地质环境中,岩(土)体的承重能力较弱,容易引发流动和压缩,这进而会引起隧道结构的形变。地下水位波动、降水与融雪等环境因素,均可能引致岩(土)体强度衰减,从而恶化隧道形态变化问题。在施工技术领域,隧道的开挖技术与支护策略对隧道的形变起着决定性作用,采用不适宜的开挖技术或构建不恰当的支护方案,可能会引起岩(土)体稳定性和形态的改变,在实施开挖作业时,若未适时采取支护措施,岩(土)体将因自身重量导致坍塌或较大规模形变^[2]。

在作业期间,岩(土)体遭受由振动与荷载引起的动态作用,进而引发位移与沉降的连锁反应。隧道稳定性会受到外部环境的诸多因素影响,如周边建筑物的振动、交通负荷的上升,以及如地震这类自然灾害的侵袭。为了降低公路隧道在施工过程中出现的严重变形问题,有必要深入探讨岩(土)体性质、施工技术以及周边环境之间的相互作用,进而规划出有效的支护策略及施工计划。这样不仅能从根本上降低大变形引发的风险,还能提升隧道建设的稳定性和延长其使用期限,深入探究这些成因,能够为

未来隧道的设计与施工提供更加科学的标准和指南,进而有效管理隧道变形的风险。

2 大变形隧道支护技术

为了应对隧道施工中可能出现的较大变形,研发了一系列技术手段,统称为大变形隧道支护技术。这些技术手段的根本目的在于增强隧道的稳定性和安全性,保障施工过程的顺利进行以及隧道未来使用的功能性需求得到满足。为了确保支护结构的合理性,必须对岩(土)层进行彻底的地质调查,深入掌握其物理及力学特性,从而挑选出最适宜的支护方式和材料。在地下工程中,常见的支护手段有喷射混凝土、锚杆以及钢支撑等多种技术的综合应用。此外,还有复合支护系统这一集成方案,初期支护中,喷射混凝土的应用能迅速构建支护层,有效减少土体扰动,从而提升土体的整体稳定性。采用钢支撑系统,能显著增强支护结构的负载承受力,满足大幅变形的适应性需求^[3]。

为了应对大变形隧道独特的工程挑战,诞生了锚杆支护技术,此技术通过将锚杆植入稳固的岩(土)层内部,确立与周围岩(土)体的稳固联结,有效抵御来自外部的荷载与形变压力。在支护过程中,关键在于精确选取锚杆的尺寸、配置及其角度和数量,以确保有效的结构支撑。在支护体系的设计过程中,往往融合多种支护手段,旨在提升整体支护效能。在隧道工程中,采用喷射混凝土技术,联合锚杆与钢支撑材料,构建起一套较为完备的支护系统,以此确保在面临显著形变时,能够有效增强结构的安全性。

除了支护结构的设计与施工,实时监测技术的应用也是大变形隧道支护技术的重要组成部分。通过安装位移监测仪、应变计等监测设备,可以实时掌握隧道的变形情况,为施工调整 and 支护设计提供数据支持,确保隧道在施工和使用过程中的安全性。大变形隧道的支护技术需要综合考虑地质条件、施工工艺及监测手段等多方面因素,以实现隧道的安全、高效施工,确保隧道结构的长期稳定与可靠性。

3 大变形隧道支护方案设计

3.1 支护方案的基本原则

设计隧道支护方案时,应主要考虑其安全性、经济性和适应性,以保证系统的有效性 with 持续性。在支护方案的设计中,安全性占据首位,其目的在于使所有措施足以承受可能出现的地质灾害以及外部负荷,以保障施工与运营阶段人员和设备的安全。设计专业人员须执行彻底的地质调查,精确鉴定岩(土)层特性、地下水位以及地壳应力等参数,据此为制定的支护计划提供坚实的科学支撑^[4]。在支护方案的设计过程中,经济性是一个不容忽视的关键要素,为了提升资源的利用效率,在确保施工安全和结构可靠的前提下,应设计一种支护方案。该方案主要目标是在不牺牲质量的前提下,最大程度地降低材料消耗和施工费用。在进行项目支护设计时,设计师需全面权衡支护材料的挑选、施工方法的适宜性以及维护作业的便捷性,以

保证在既定项目经费限制下达成最优的支护功能实现。在挑选建筑材料与施工方法时,关注性价比是降低建设成本的关键,此外,还需预估工程的日后维护与运营开销。

适应性原则指出,支护方案应当具备针对各类地质状况与施工情境的变通调整能力。在对隧道进行开挖的过程中,鉴于地质条件的不可预测性,必须设计出灵活可调的支护结构,以便针对现场的具体问题进行及时的调整和改善。在施工过程中,应当对可能产生的结构变形进行预测,并设计出包含监测与调整机制的支护预案,以期及时处理地质变化及潜在的安全风险。在隧道支护方案的制定中,设计者必须兼顾安全、经济和适应性的要求,全面权衡各种因素,以保证施工及使用阶段的结构稳定性与可靠性。

3.2 预应力支撑技术的应用

在公路隧道大变形支护领域,广泛应用的预应力支撑技术,主要通过提升支撑结构的承载能力和稳定性,从而延长隧道的使用寿命。通过预先在支撑结构中施加一定的预应力,该技术能够使得结构本身在初始状态下即具备一定的应力分布,进而在承受外力时,更有效地对地基变形以及外部荷载产生的影响抗衡。在为大变形隧道提供支持的过程中,采用预应力技术对结构进行加强,这不仅减少了结构的形变,还降低了隧道可能引发的地面沉降问题,并减少了未来的维护开销。针对地质复杂与施工环境恶劣的挑战,预应力支撑技术能有效应对。在隧道开挖作业时,经常面临软土层与地下水位较高这两大挑战,它们往往使得常规的支持手段难以达到必要的安全标准。在隧道施工的设计阶段,可以根据现场的具体情况,对支撑方案进行合理的调整,施加预应力筋强化支撑结构的抗变形能力,从而确保隧道施工的安全和顺利进行^[5]。

预应力支撑的施工方法相对简单,能够有效缩短施工周期。预应力的施加一般在支护结构形成后进行,这一过程可以与其他施工工序并行,减少了施工的复杂性和工期。此外,预应力支撑结构在使用过程中,其承载性能不会因长期荷载的作用而显著下降,这对于隧道长期运营的稳定性和安全性具有重要意义。随着材料科技的不断进步,预应力支撑技术的材料选择和施工工艺也日趋成熟,应用效果逐渐显现。现代高性能混凝土和钢材的结合使用,使得预应力支撑在承载能力和耐久性方面有了显著提升。此外,借助现代监测技术,对预应力支撑的状态进行实时监测和评估,也为工程的安全管理提供了可靠的依据。

3.3 锚杆加固技术的应用

在处理公路隧道的大变形问题时,锚杆加固技术扮演了关键角色,这一技术手段显著提升了支护结构的稳定性。采用此技术,通过把锚杆植入隧道周边的岩土结构中,借助锚杆拉力与土体间的摩擦力来提高支撑架构的稳定性和承重力。在大变形隧道工程中,采用锚杆加固技术,能显著降低围岩变形,提升隧道抗剪强度,进而保障施工过

程中的安全并确保隧道的长期稳定性。复杂多变的地质环境可以通过锚杆加固技术得到有效的控制与改善,针对多种隧道建设项目,鉴于地壳层的不均匀性和各层变形特性的差异性,往往必须依据各种特定的地质条件,拟定适宜的支撑设计计划。采用锚杆技术,能够显著提升支护方案的灵活性与适应力,使其能针对具体的现场条件进行优化调整^[6]。

锚杆加固技术以其施工的便捷性和高效率而显著,锚杆的设置程序较为便捷,能够与多种建筑施工流程同时展开,进而显著减少工程的总体施工时长。锚杆施工过程中,无须依赖重型机械和众多材料,从而降低了经济投入。合理设计并布置锚杆,使其在支护结构中得以均匀分布,以此确保其承载力满足预设标准,从而提升隧道的整体稳定性。实施锚杆加固技术的过程中,监测与维护的操作较为简便,现代监控技术的进步使得锚杆受力状况及邻近土体变形的实时跟踪成为可能,从而能够迅速识别隐藏的安全风险,对锚杆加固后的效果进行评估,能够为隧道的安全运行提供有力保障。材料科学与工程相结合,对锚杆的设计进行了持续优化,引入现代高强度材料后,显著增强了锚杆的持久性与承载力。作为一种关键的公路隧道大变形支护方法,锚杆加固技术显著提升了结构的稳定性与承载力,在应对复杂地质环境方面表现出色,其施工简便、成本效益显著的特点,使其成为保障隧道施工安全和稳定运行的关键技术手段^[7]。

3.4 喷锚支护技术的结合应用

在公路隧道大变形支护领域,喷锚支护技术的融合运用起到了极为关键的作用,该技术不仅提升了支护结构的稳定性,同时也显著提高了施工的效率。结合快速施工需求与围岩稳定性提升,该技术融合了喷射混凝土工艺及锚杆加固手段,开创了一种新颖的隧道支护方法,特别是在软弱围岩和大变形难题面前,喷锚支护技术能有效应对复杂的地质条件,发挥其作用。

喷锚支护技术在施工过程中展现出快速响应的能力。通过喷射混凝土的方式,能够快速形成初步支护层,保护围岩免受外界因素的影响。随后,锚杆的安装能够进一步增强支护结构的承载力。这种先喷后锚的施工模式,不仅能够缩短施工周期,还可以有效降低因施工延误引起的地质变形风险,从而提升隧道的施工安全性。喷锚支护技术在地质适应性方面表现出色。在大变形隧道中,围岩的变形和松散现象较为严重,单纯依靠传统的支护方法难以满足要求。而喷锚支护技术结合了喷射混凝土的高流动性和

锚杆的拉力特性,能够有效填充围岩裂隙,减小应力集中,防止进一步的变形和破坏。

在岩土工程领域,喷锚支护技术通过监控和维护,能显著提升其性能表现,监测技术的提升使得施工现场能够对喷锚结构实行实时监控,从而准确获取支护效果以及围岩变形的即时数据。借助此种监测技术,不仅获取了用以判定支撑效果的稳定数据,而且为隧道的持续维护和加固工作提供了坚实的科学根据,从而确保了隧道在长时间内的安全运作。在公路隧道大变形支护领域,喷锚支护技术的融合应用,凸显了其突出的优点。在应对地质复杂的隧道建设时,借助迅速的建设方法、良好的适应性以及有效的监控手段,确保了工程的安全防护^[8]。

4 结语

在隧道工程领域,针对大变形现象所采取的支护技术研究,及该技术的应用,显著提高了工程的安全性和施工的效率。科技的持续进化预示着在隧道工程的支撑材料、建造技术和监控方法等领域将遭遇创新的浪潮,这将为确保工程的安全性与稳固性加固防线。

【参考文献】

- [1]文展.公路隧道大变形控制及合理支护现场试验研究[J].江西建材,2024(3):58-60.
 - [2]柴琦龙.深埋软岩公路隧道大变形段双层支护方案研究[J].建筑技术开发,2023,50(7):83-87.
 - [3]秦晋芳.公路隧道大变形控制及合理支护形式现场试验研究[J].黑龙江交通科技,2023,46(6):108-110.
 - [4]李强,黄锋,甘立松.近距平行构造环境中片岩公路隧道大变形机理及判别[J].岩土工程技术,2023,37(2):186-193.
 - [5]汪波,喻炜,訾信,等.软岩大变形隧道不同支护模式的合理性探讨——以木寨岭公路隧道为例[J].隧道建设(中英文),2023,43(1):36-47.
 - [6]王宗学.九绵高速软岩隧道大变形预测分级与支护技术研究[D].四川:西南交通大学,2022.
 - [7]何成素.公路隧道软岩大变形及支护施工技术[J].四川建材,2022,48(4):189-191.
 - [8]王丽霞.公路隧道软岩大变形段开挖支护技术研究[J].江西建材,2022(1):182-183.
- 作者简介:王疆(1980.11—),毕业院校:新疆大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:新疆北新顺通路桥有限公司,职称级别:高级工程师。

大跨度预应力桥梁施工技术及其质量控制研究

刘亚鹏

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 大跨度预应力桥梁是现代桥梁工程中重要的结构形式, 广泛应用于高速公路、城市交通、铁路及水利等领域。桥梁工程规模与技术的提升, 使得大跨度预应力桥梁的施工技术和质量监控变得极其关键。系统研究大跨度预应力桥梁的施工技术, 剖析施工过程中普遍存在的难题及其质量控制关键点。在实施大跨度预应力桥梁建设过程中, 面临的关键性问题包括了材料挑选、施工精度掌控及施工安全防护等多个维度。对于所提出的问题, 文章详细阐述了多项解决方案与严格的质量管控手段, 包括提升施工的精确度、强化施工环节的监督与检验、改进预应力筋的张拉技术等。严格的质量监控与先进的技术应用并行, 保障了桥梁施工的稳固与耐久, 进而显著提升了工程项目的整体品质与效率。

[关键词] 大跨度桥梁; 预应力; 施工技术; 质量; 控制

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14533

中图分类号: U448

文献标识码: A

Research on Construction Technology and Quality Control of Large Span Prestressed Bridges

LIU Yapeng

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

Abstract: Large span prestressed bridges are an important structural form in modern bridge engineering, widely used in fields such as highways, urban transportation, railways, and water conservancy. The improvement of bridge engineering scale and technology has made the construction techniques and quality monitoring of large-span prestressed bridges extremely critical. Systematically study the construction techniques of large-span prestressed bridges, analyze the common problems and key quality control points in the construction process. The key issues faced in the construction of large-span prestressed bridges include multiple dimensions such as material selection, construction accuracy control, and construction safety protection. For the issues raised, the article elaborates on multiple solutions and strict quality control measures, including improving construction accuracy, strengthening supervision and inspection of construction processes, and improving the tensioning technology of prestressed steel bars. Strict quality monitoring and advanced technology application go hand in hand to ensure the stability and durability of bridge construction, thereby significantly improving the overall quality and efficiency of engineering projects.

Keywords: large span bridges; prestressed; construction technology; quality; control

引言

大跨度预应力桥梁由于其优异的结构性能和经济性, 已经成为现代桥梁建设中的重要类型。在城市繁华地带、偏远山区以及需要跨越江河湖海的复杂地貌上, 预应力桥梁因适应性强、减轻自身重量并提升跨越能力, 故而广泛用于工程实践中。施工大跨度桥梁, 因其结构繁复且工艺要求严苛, 预应力筋张拉、混凝土浇筑与结构连接等关键技术环节, 对桥梁品质与安全影响深远。在桥梁施工环节中, 即便是最微小的细节失误, 亦可能对桥体整体功能产生重大影响, 确保桥梁建设质量与安全, 必须深入研究并精通大跨度预应力桥梁的施工技术及其质量控制要点。下文主要针对大跨度预应力桥梁施工技术以及质量控制进行分析和探讨, 以期促进我国桥梁工程的整体质量。

1 大跨度预应力桥梁施工技术概述

大跨度预应力桥梁以其较大的跨越能力和优异的结构性能, 在现代桥梁建设中得到了广泛应用。特别是在高速公路、城市交通以及跨江、跨海桥梁工程中, 这种桥梁

结构能够有效克服地形、环境等方面的限制, 减少桥梁的自重和结构占用空间, 从而提高桥梁的通行能力和安全性。大跨度预应力桥梁的施工技术涉及多个方面, 包括预应力筋的张拉技术、混凝土浇筑和养护工艺、桥梁结构的连接技术等, 这些技术要求精度高、复杂度大^[1]。

施工过程中, 鉴于预应力桥梁的特性, 对各个环节的施工精度与质量需给予高度重视。桥梁的承载能力与耐用程度, 与预应力筋的张拉作业紧密相关, 故而精确控制张拉作业实属关键。施工质量控制, 混凝土浇筑阶段必须确保其均匀性与强度, 同时养护过程亦需精准无误。此外, 在江河水域、高速公路等复杂地形与环境中, 大跨度桥梁的建设常常面临施工环境的诸多不确定性, 这些因素对施工技术构成了严峻的挑战。

实施大跨度预应力桥梁的建设, 施工技术需融入现代化施工设备, 诸如大型吊装设施、张拉工具、监控体系等, 以保障施工品质, 实施这些设备的精准操控, 显著提高了施工的效率, 并确保了工程品质的稳定。信息技术的发展

催生了计算机辅助设计(CAD)、三维建模以及施工管理软件的应用。这些技术的融合使得大跨度桥梁的施工规划、过程监控与质量控制变得更加精细和科学。

2 大跨度预应力桥梁施工的关键技术

大跨度预应力桥梁的施工涉及多个复杂的技术环节,其中最为关键的技术包括预应力筋的张拉技术、混凝土浇筑与养护技术、施工精度控制技术以及施工过程中的安全保障技术。预应力筋的张拉技术是大跨度桥梁施工中的核心技术之一。张拉过程直接影响桥梁的承载力、稳定性及耐久性。施工环节中,对张拉力的精确度、张拉作业的顺序安排以及张拉完成后的应力分布状态,均需通过精确计算与严格调控。张拉预应力筋时,无须借助高精度的张拉工具,并通过传感器对张拉全过程的各项数据进行实时监控,以此保障每一根预应力筋的张拉力度均能满足既定设计规范^[2]。

混凝土浇筑与养护技术同样是施工中不可忽视的技术环节。在浇筑作业中,务必保证混凝土质量达标,以免产生蜂窝、麻面以及裂缝等现象,浇筑成型的混凝土必须经过精确养护,以防外界环境对其硬化进程造成干扰,从而保障其强度与耐久性的实现。温控养护技术实施,有效预防温差诱发的裂缝,显著增强混凝土密实度与整体品质。

施工安全保障技术则是在大跨度预应力桥梁施工过程中不可忽视的另一个技术要点。在复杂施工环境及庞大施工规模下,桥梁工程的安全挑战尤为突出,施工现场人员培训、应急响应预案的制定以及先进安全监控系统的应用,共同构筑了一道防止施工安全事故发生的坚实防线。施工现场的安全技术涵盖了机械设备的管理以及人员操作规范,这些措施的实施显著减少施工风险,保障工程有序推进。施工大跨度预应力桥梁,技术要求严格,涉及张拉、混凝土浇筑以及精度控制与安全保障等多个层面。

3 大跨度预应力桥梁施工中的质量控制要点

3.1 材料质量控制

在大跨度预应力桥梁施工过程中,材料的质量控制至关重要,因为桥梁的结构安全和使用寿命直接依赖于各类建筑材料的质量。在预应力桥梁中,常见的主要材料包括预应力钢筋、混凝土、钢结构等,每一种材料的选择、配比及加工工艺都需要严格把控,以确保桥梁的整体稳定性与耐久性。材料的质量不仅影响施工的进度和效果,还会在长期使用过程中对桥梁的安全性产生深远影响^[3]。

预应力钢筋是大跨度桥梁施工中的关键材料。桥梁的承载能力与预应力钢筋品质紧密相连,其耐用年限亦受其影响显著,为了确保其质量,离不开对钢筋生产及检验环节的严苛管控。在生产环节的每个步骤中,对原材料的挑选均需严格遵循既定的规范,确保整个生产流程符合相应标准。在实施钢筋拉伸、焊接与连接作业时,务必实行周期性抽样检验,以保证钢筋力学性能达标设计规范。为保

障钢筋在储存及运输环节的安全,必须实施恰当的防护手段,以防止其发生受潮和锈蚀等状况。混凝土材料的品质把控至关重要,此环节被视为至关重要的步骤,在桥梁建设领域,混凝土配比设计、生产过程控制、运输以及浇筑等关键环节均能对桥梁的整体强度与耐久性产生显著影响。为确保材料质量,必须严格控制水泥、砂、石料与水的配比,使之契合既定设计规范。在大跨度桥梁施工领域,对混凝土的流动性和凝固时间实施优化,以适应不同气候与温度环境,旨在确保混凝土在浇筑环节能彻底填满模板,防止产生气泡与裂缝等不良状况。

在钢结构方面,其质量控制包括材料的选择、制造工艺以及安装精度的控制。大跨度桥梁的桥面、支撑与连接部位,普遍采用钢结构,此结构需具备优越的耐腐蚀性能与抗拉能力。采购钢材时,务必依照设计图纸的规定执行,且每一批次的钢材必须经历机械性能测试,诸如拉伸与冲击试验等,以此保障其力学性能符合既定设计标准。施工现场应建立严格的材料质量检测体系。无论是材料进场前的抽样检测,还是施工过程中的监控检查,都应确保每一批次材料都符合技术要求。对材料进行严谨的检验,不仅要确保其细节无遗漏,而且需具备迅速发现并纠正问题的敏锐性。借助现代的检测技术,诸如X射线、超声波检测等,能够对材料的内在品质进行实时监控,以预防可能的质量风险。

3.2 施工过程监控与检测

大跨度预应力桥梁的施工过程具有较高的复杂性和精密性,在每一个施工环节都需要进行严格的监控和检测,以确保工程的质量达到设计要求。施工过程的监控与检测技术包括但不限于结构的位移、张拉力、混凝土的浇筑质量、施工环境的监控等方面。通过合理应用现代化的监控技术和检测设备,能够实现施工过程的实时监控、数据采集和分析,从而在施工中发现潜在的质量问题并及时进行调整^[4]。

位移监测与控制是施工过程中的重要环节,特别是对于大跨度桥梁来说,桥梁结构的变形、位移等都需要精确监控。桥梁构件的位移变化情况,在施工阶段得以通过位移传感器、倾斜仪等设备实时监测,桥梁结构的安全性与位移变化息息相关。尤其在预应力钢筋张拉阶段,若位移未得到妥善控制,极有可能引发结构变形加剧,进而产生裂缝等质量问题。因此,施工期间,务必借助监测设备严格控制结构变形,使之始终控制在预设的安全标准内,桥梁的承载力和稳定性,在很大程度上受预应力筋张拉过程的直接影响,因而对张拉力的精确操控显得尤为关键。在施工环节,运用张拉设备和传感器对每根钢筋的张拉力进行实时监控,旨在保证其符合设计规范要求。

混凝土浇筑过程的监控也是施工过程中的关键环节。桥梁的整体强度与耐久性,均受混凝土浇筑质量的直接影响,实时监控混凝土浇筑过程,确保其均匀性与密实性,

从而有效避免气泡与空洞等不良缺陷的产生。实时监控系统有效捕捉混凝土的温湿度及浇筑速率关键数据,助力施工人员即时优化施工策略。在养护阶段,混凝土的实时监控至关重要,以保障其强度满足设计要求。在施工环节,环境监控作为关键组成部分,扮演着至关重要的角色,在诸如高温、高湿、严寒等恶劣气候条件下,桥梁建设作业往往开展,此类气候状况对施工品质造成显著影响。施工现场实时获取的气象监测设备所提供的环境数据,为施工团队制定适应性施工方案及实施环境保护措施提供了有力支持,从而保障施工的顺畅进行。桥梁建设领域采纳施工过程监控与检测技术,显著提升了施工精度与效率。

3.3 施工后期养护与检验

大跨度预应力桥梁的施工后期养护与检验是确保其长期稳定性和使用安全的重要步骤。在桥梁建设的这一关键阶段,必须严格进行各项检验,以确保其未来长期稳定运行。在桥梁工程竣工后,其基本承载能力虽已形成,然为确保其后续使用期间的性能与安全,不可或缺地需实施科学合理的养护与检验程序,以维持桥梁结构与功能的始终处于最优状态。桥梁材料的保养维护,其核心在于遏制老化进程、裂缝的蔓延以及环境要素对桥梁结构的潜在影响。完成混凝土浇筑作业后,需在既定时间范围内执行养护程序,旨在确保其结构强度得以充分展现。在养护阶段,必须严格调控环境湿度与温度,以防止过早出现干裂以及温差裂缝^[5]。

预应力钢筋受力过程中会产生较大的应力,长时间的使用会导致钢筋的疲劳和腐蚀。因此,定期检查预应力钢筋的状态,及时进行维护或更换,能够有效延长桥梁的使用寿命。施工团队在养护期间,针对预应力钢筋采取防腐与加固手段,以抵御外界环境侵害,对桥梁实施周期性的审查与评估,既有利于提前识别可能存在的安全隐患,亦有助于为后续的养护工作积累宝贵资料。对桥梁进行结构审查时,需对裂缝、变形、沉降等现象进行全面查验,采纳现代检测技术,诸如超声波检测、X射线检测等,旨在深入洞察桥梁内部实况,以便及时发现并处理结构性瑕疵。为确保设计要求的达成,需对预应力钢筋的张拉力实施周期性检测,大跨度预应力桥梁的稳定运营,仰赖于施工完成后的精心养护与严格检验。

3.4 桥梁结构的检测与评估

桥梁结构的检测与评估是确保桥梁在长期使用过程

中保持良好性能的重要环节。结构构成的大跨度预应力桥梁,自投入应用以来,在持续荷载作用、环境变动及自然灾害等多重因素共同作用下,逐渐呈现出不同程度的结构损伤现象。通过定期执行结构检测与评价流程,能够有效识别可能的缺陷,进而预防事故的触发。桥梁结构检测包括对桥梁的整体状况进行检查,特别是对预应力钢筋、混凝土结构以及关键支撑点进行详细检测。通过现代化的检测设备,如激光扫描仪、超声波、X射线等,能够高效、精准地检测桥梁的内外部状况,及时发现裂缝、腐蚀、损伤等问题。桥梁检测完毕,进而依据其设计规格与实际应用状况,对结构性能实施全面评估。桥梁结构评估不仅需审视其现时状态,亦需预见其未来走向,诸如荷载的提升、使用周期的延长等要素亦不容忽视。在评估过程中,有限元分析法与疲劳分析等手段被运用,以模拟桥梁在各种使用情境下的表现,进而对桥梁的风险及损坏走向进行预测^[6]。

4 结语

大跨度预应力桥梁的施工技术涉及多个环节,需要在技术选型、施工过程控制、质量监控等方面不断创新和完善。通过科学的质量控制体系,可以最大限度地保障桥梁施工质量,确保桥梁在使用过程中的安全性和耐久性。因此,在今后的桥梁建设中,必须加强技术创新、提高施工管理水平,并进一步优化质量控制措施,以适应日益复杂的交通需求和桥梁建设的挑战。

【参考文献】

- [1]张勇,吕兵,邵应自,等.大跨度预应力混凝土梁施工技术 with 质量控制[J].中国住宅设施,2022(12):93-95.
 - [2]张瑞兵.大跨度预应力混凝土连续梁桥施工技术 with 质量控制[J].工程机械与维修,2022(6):270-272.
 - [3]罗钦炎.大跨度预应力混凝土梁施工技术 with 质量控制探究[J].中国建筑金属结构,2020(12):116-117.
 - [4]白文虎.大跨度预应力桥梁施工工艺 with 质量控制研究[J].山东工业技术,2019(4):131.
 - [5]霍银根.大跨度预应力桥梁施工工艺 with 质量控制探析[J].山西科技,2018,33(1):142-144.
 - [6]王翔.大跨度预应力桥梁工程中的施工工艺 with 质量控制分析[J].四川水泥,2017(10):80.
- 作者简介:刘亚鹏(1991.5—),毕业院校:武汉理工大学,所学专业:建筑工程,当前就职单位:新疆生产建设兵团交通建设有限公司,职称级别:中级工程师。

无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用研究

晨 昊

大连市勘察测绘研究院集团有限公司, 辽宁 大连 116000

[摘要]近年来,随着高新技术的发展,计算机、通信技术愈加先进,我国无人机产业的业绩也取得了巨大的提升,其中在遥感测绘方面尤为突出。无人机遥感测绘技术具有很好的机动性与灵活性,大大加快了获取数据信息的速度,提高了获取影像资料的清晰度,进而实现对收集到的数据高效、科学的分析与总结。文中通过对无人机遥感技术优势的阐述,探讨了其在测绘工程测量中的具体应用。

[关键词]无人机遥感技术;测绘工程;工程测量;技术应用

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14578

中图分类号: TU201

文献标识码: A

Application Research on Unmanned Aerial Vehicle Remote Sensing Technology in Surveying and Mapping Engineering

CHEN Hao

Dalian Geotechnical Engineering and Mapping Institute Group Co., Ltd., Dalian, Liaoning, 116000, China

Abstract: In recent years, with the development of high-tech, computer and communication technologies have become increasingly advanced, and the achievements of Chinese unmanned aerial vehicle industry have also made tremendous progress, especially in remote sensing surveying and mapping. Unmanned aerial vehicle remote sensing surveying technology has good maneuverability and flexibility, greatly accelerating the speed of obtaining data information, improving the clarity of obtaining image data, and thus achieving efficient and scientific analysis and summary of collected data. The article elaborates on the advantages of unmanned aerial vehicle remote sensing technology and explores its specific applications in surveying and mapping engineering.

Keywords: unmanned aerial vehicle remote sensing technology; surveying and mapping engineering; engineering surveying; technical application

引言

随着科技的迅速发展,无人机遥感技术在测绘工程中的应用逐渐普及,成为推动传统测绘行业转型升级的重要力量。高效、灵活且相对低廉的成本,使无人机能够在短时间内获取高分辨率的遥感影像与地形数据。这一技术不仅显著提高了测绘效率,且降低了人工成本,拓宽了测绘的应用范围,尤其在复杂地形、危险区域及难以抵达的地点,其优势愈加明显。此外,各类传感器的搭载,如高清相机、激光雷达及多光谱传感器,使无人机在多种环境条件下进行数据采集成为可能,从而满足不同测绘项目的需求。无人机遥感技术与地理信息系统(GIS)的结合,能够实现地理信息的深度分析与可视化,进而推动城市规划、环境监测及资源管理等领域的科学决策与可持续发展。本文将深入探讨无人机遥感技术在测绘工程测量中的具体应用及其带来的变革,分析其优势、特点及未来发展方向,旨在为行业从业者与研究者提供有益的参考与借鉴。通过这样的分析,希望能为无人机技术在测绘领域的未来发展提供指导。

1 无人机遥感测绘技术在测绘测量中的优势

无人机遥感测绘技术在测绘测量领域展现出显著的优势,主要体现在高效性、精准性及灵活性等多个方面。通过搭载高分辨率传感器的无人机,广泛区域的地理信息与影像数据能够迅速获取,从而大幅提高数据采集的效率。这一特

性尤其适用于大规模测绘项目,如城市规划、基础设施建设及自然资源勘探等,而传统测绘方法往往需要耗费大量的人力和时间。借助无人机,完成相同任务所需的时间显著缩短。在测量精度方面,无人机遥感技术同样表现出色,多光谱与高分辨率影像的采用,能够提供更为细致的地形与地物信息,为后续的数据处理及分析奠定了可靠基础。此外,利用先进的图像处理算法与数据分析技术,数据的准确性得到了进一步提升,确保了测绘成果的可信度。灵活性也是无人机的一大特点,在复杂或危险的环境中,其测量能力同样出色。特别是在地质灾害、矿山及灾后评估等特殊场景中,传统设备难以抵达的区域,无人机能够轻松完成任务,从而确保测绘工作的安全性。随着无人机技术的不断进步,其成本逐渐降低,使得中小企业及个人用户能够以较低的投入获取高质量的测绘数据,推动了测绘行业的普及与发展。

2 无人机遥感测绘技术的特点

无人机遥感测绘技术因其灵活性、低成本、高精度与高效率等显著特点而备受关注。灵活性体现在,无人机能够在多种地形与气候条件下自如飞行,适应不同的测绘需求。与传统测绘方法相比,部署速度更为迅速的无人机,能够快速完成大范围区域的勘测工作,从而显著缩短项目周期^[1]。此外,配备高分辨率摄像头与传感器的无人机,提供的高精度影像数据,能满足各种测绘需求。数据采集

过程的效率得到了进一步提升,自动化飞行与数据处理技术的引入,减少了人力成本。

3 无人机遥感信息技术在国家测量工作中的应用

3.1 在城市规划中的广泛应用

无人机遥感信息技术在城市规划中的广泛应用,显著推动了城市发展向科学化与智能化的进程。高分辨率摄像设备与激光雷达的搭载,使无人机能够高效、精确地获取城市的多维度空间数据,包括地形、建筑、道路及自然环境。这种实时数据采集能力,使城市规划者全面掌握城市现状,为政策制定提供坚实的基础支持。在规划的初始阶段,城市三维模型能够迅速由无人机技术生成,辅助规划人员进行可视化分析与模拟,从而优化城市布局与资源配置。通过对历史数据的对比与分析,能够识别出城市发展中的潜在问题,如交通拥堵、公共设施不足及环境污染等,从而及时提出相应的解决方案。无人机的灵活飞行能力,使其在复杂及高危环境中完成数据采集任务,降低了传统测量方法中人工操作带来的安全风险。同时,结合GIS(地理信息系统)与大数据分析,能够实现动态监测与管理的数据无人机遥感技术,支持城市规划的长期跟踪与调整,确保城市发展具有可持续性。

3.2 应用于地质灾害测量

无人机遥感信息技术在地质灾害测量中的应用,逐步改变了传统的监测与评估方式,显著提高了对地质灾害的响应速度与准确性。通过搭载高分辨率影像及激光雷达(LiDAR)等先进传感器,高精度地形数据与环境信息能够在较短的时间内由无人机获取。这种数据采集方法不受地形和气候条件的影响,使其能迅速响应滑坡、泥石流及地震等地质灾害,及时评估受灾区域的风险与损失情况。此外,通过多光谱与热成像技术,地表温度及植被健康状况得以监测,进一步分析潜在的地质灾害诱发因素。在实际应用中,灾害前期的风险评估不仅支持无人机遥感技术,还能在灾后迅速开展损失评估与恢复规划。利用实时数据,相关部门能够迅速生成三维灾后评估模型,直观展示受影响区域的变化,帮助决策者制定科学的应急响应与恢复措施。同时,通过结合地理信息系统(GIS)与数据分析技术,地质灾害监测预警系统能够建立,实现在动态监测下的地质灾害,及时发布预警信息,从而降低人员伤亡及财产损失。

3.3 获取测绘所需的数据资料

无人机遥感信息技术在国家测量工作中的应用,尤其在获取所需测绘数据方面,展现出显著优势。搭载高精度摄影设备与传感器的无人机,以更低的成本与更高的效率获取大范围、高分辨率的影像与地理信息。这项技术特别适用于那些需要大量地理数据支持的测绘项目,包括土地利用、地形地貌、城市规划及基础设施建设等。在具体操作中,广阔区域能够在短时间内由无人机覆盖,通过自动化的飞行路径及数据采集程序,详尽的二维或三维地图得以生成。这些地图不仅呈现出地表的细致特征,还通过多光谱成像技术捕

捉不同波段的信息,从而对植被、土壤与水体的状况进行深入分析。高时效性与高精度的数据采集,极大地提高了工作效率,并显著减少了传统测量方法所需的人力与时间成本。此外,在地形复杂、环境恶劣或人迹罕至的区域进行测绘时,传统方法的局限性能有效被克服。无人机遥感技术所具备的实时监控与数据回传功能,使得测绘工作能够现场即时调整,确保数据的准确性与可靠性。借助无人机所获取的高质量数据,相关部门在国家测量工作中得以更好地支持国土资源管理、环境监测及城市规划等重要决策,推动科学合理的资源开发与利用,从而提升国家的测绘能力与效率。

3.4 无人机遥感技术在测绘条件较差环境中的应用

无人机遥感技术在测绘条件较差的环境中展现出巨大的应用潜力,尤其在复杂地形、极端气候或人烟稀少的地区进行测绘时,诸多挑战常常面临传统测量手段,如地形障碍、交通不便及安全隐患等。然而,能够有效应对这些困难的,无人机以其灵活性与机动性而著称。通过搭载高分辨率相机与多种传感器,地面影像及数据记录可由无人机在较低空飞行中详细采集。在狭窄的峡谷、森林茂密的区域或其他受限地理环境中,飞行路径能够由无人机灵活调整,以获取准确的地理信息^[2]。在恶劣天气条件下,如大雨、雪天或强风,飞行控制系统与传感器的适应性使无人机能够进行必要的调整,以确保数据采集的连续性与准确性。此外,结合先进的图像处理与数据分析技术,迅速生成地形图、三维模型及数字高程模型的能力,使无人机能够协助测绘人员实时了解与分析复杂地形的变化。

3.5 利用无人机遥感技术落实测绘作业

无人机遥感技术的应用,正在成为现代测绘工作的主要趋势。通过高分辨率摄影设备和多种传感器的搭载,大量高质量的地理信息能够在较短时间内被测绘人员获取。这项技术不仅显著提升了数据采集效率,还有效减少了人力和物力的投入,尤其在复杂地形及人难以到达的区域,关键作用得以由无人机的灵活性和适应性发挥。在实际操作中,自主飞行的能力使得无人机能够根据预设的飞行路径进行飞行,从而确保数据采集的覆盖率与一致性。同时,借助实时数据传输技术,数据质量得以在飞行过程中被测绘人员监控,并及时调整飞行参数。此外,利用无人机的遥感能力,高精度的三维模型与数字高程模型能够被快速生成,为城市规划、土地管理与环境监测等提供准确的数据支持。这种技术的应用不仅加快了测绘工作的进程,也在实际操作中降低了潜在的安全风险,确保了测绘作业的顺利进行。

3.6 矿山施工中的有效应用

无人机遥感信息技术在矿山施工中的有效应用,正在革新传统作业模式,显著提升了作业效率与安全性。通过搭载高清摄像头与激光雷达等传感器,高分辨率影像与三维地形数据能够被无人机迅速获取,为矿山的勘探、设计及运营提供精准的地理信息支持。在矿山开采的初期阶段,全面测绘矿区地形的工作可以通过无人机完成,工程师能

够因此识别潜在的资源分布与矿体特征,从而优化开采计划。在开采过程中,实时监测的工作得以借助无人机进行,矿山的开采进度与环境变化能够被动态掌握,安全隐患则可及时发现并处理。此外,进行植被恢复与环境监测的能力,无人机同样具备,通过对矿区生态恢复情况的遥感监测,环境治理效果得以评估,确保了矿山作业的可持续性。数字化处理与分析的数据,使得矿山管理更加科学化,资源利用效率及决策的准确性得以提升。

3.7 大比例尺中的测绘

无人机遥感信息技术在大比例尺测绘中的应用,展示了其在高精度地理信息获取方面的显著优势。高分辨率摄像头及激光雷达系统搭载于无人机之上,能够在较短时间内获取极高精度的地面影像与三维点云数据,而大比例尺测绘需要提供更为详细和精准的地理数据。有效覆盖目标区域,细致的地表信息得以通过低空飞行采集,无人机显著提升了测绘效率与准确性。此外,复杂地形与环境的灵活应对,无人机同样具备,包括城市建筑密集区、山区及其他难以到达的区域。在传统测绘手段难以施行的地方,无人机技术提供了一种可行的解决方案^[3]。数据处理方面,利用先进的图像处理与分析软件,精准的地图与模型能够将无人机获取的原始数据转换而成,满足城市规划、土地利用、环境监测等多方面的需求。

4 无人机遥感方法在测绘工程计量中的重大进步方向

4.1 优化网络传输,提升信号传输质量

在测绘工程中,优化网络传输以提升信号质量,被视为无人机遥感方法的重要发展方向。随着无人机技术的快速进步,实时数据传输的关键性愈发明显,尤其是在执行复杂测绘任务时,确保数据的稳定与快速传输,对于提高测绘效率和数据精度而言,至关重要。高频段的通信技术,如5G网络与专用无线电频率的采用,可以显著增强无人机与地面控制站之间的信号稳定性,降低延迟与丢包率。此外,边缘计算及数据压缩技术的引入,使得数据处理与传输更为高效,不仅如此,实时分析无人机采集的数据并及时反馈控制指令的能力,进一步提升了测绘的响应速度与精确度。

4.2 提升测绘工程技术人员专业技术能力

在无人机遥感技术的应用中,提高测绘工程技术人员的专业能力,成为推动计量发展的关键方向。随着无人机技术的迅速演进及其在测绘领域的广泛使用,传统的测绘技能已无法满足新技术的需求。因此,系统化的培训与教育显得尤为必要。通过设立专门的培训课程,能够使技术人员掌握无人机操作、数据采集与处理、遥感影像分析等核心能力,从而增强其应对复杂测绘任务的能力。此外,鼓励技术人员参与学术交流与研讨,既拓宽了视野,也让他们能够了解行业的最新动态与发展趋势,将先进理念与方法融入实际工作中。同时,建立有效的激励机制,以鼓励员工不断学习与创新,对于提升团队的整体技术水平至关重要。

4.3 优化像控点测量流程

在无人机遥感测绘工程中,优化像控点测量流程,成为提升测绘精度与效率的关键环节。传统测量方式通常依赖人工布设与复杂的数据处理,这导致了耗时且容易出现错误。通过引入全球定位系统(GPS)与实时动态差分技术(RTK),高精度实时定位能够在无人机飞行过程中实现对像控点的监测。这一方法不仅简化了布点流程,还显著提高了像控点的空间定位精度^[4]。此外,利用配备高分辨率相机的无人机,结合先进的图像处理算法,数据采集时能够自动识别与提取关键特征点,从而进一步降低人工干预与误差的可能性。

4.4 定期检查有关仪器,提高仪器设备质量

随着技术的不断演进,测绘仪器的种类与复杂性不断增加,设备的性能稳定性与准确性愈发重要。建立系统的定期检查与维护制度,有助于有效识别仪器设备潜在问题,确保其在最佳状态下运行。这不仅涉及无人机本身的检查,还包括对搭载传感器、相机、GPS接收器等配套设备的维护。通过定期校准与检验,能够确保仪器输出的数据符合标准,从而提高数据的可靠性与一致性。此外,随着无人机遥感技术的迅速发展,新型设备与技术层出不穷,定期检查还能够帮助技术人员及时掌握最新的仪器性能及使用要求,促进技术的更新与升级。

5 结语

无人机遥感技术在测绘工程中的应用,标志着测绘行业向智能化与自动化方向发展的重要里程碑。随着技术的不断进步,该领域的潜力愈加明显,测绘效率与精度显著提高,复杂多变的测量需求能够得到有效满足。在城市规划、环境监测、灾害评估及资源管理等多个领域,无人机遥感技术的应用正变得愈发重要。通过有效整合无人机技术与数据处理手段,信息采集得以更加全面与细致,为决策提供了可靠依据。展望未来,随着无人机遥感技术的持续发展与创新,测绘行业的变革将进一步加速,强有力的支持将为社会经济的可持续发展提供保障。各方应加强合作,深化研究,推动无人机遥感技术在测绘领域的广泛应用,以实现更高水平的服务与管理。

[参考文献]

- [1] 晁冲,褚会鹏. 无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用研究[J]. 工程技术研究, 2024, 9(12): 202-204.
- [2] 付威克. 无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用研究[J]. 中国战略新兴产业, 2024(17): 104-106.
- [3] 孙振杰. 无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用[J]. 世界有色金属, 2024(11): 151-153.
- [4] 黄永锐,郭碧华. 无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用[J]. 新城建科技, 2024, 33(2): 67-69.

作者简介: 晨昊(1993.4—), 毕业院校: 大连理工大学城市学院, 所学专业: 测绘工程, 当前就单位: 大连市勘察测绘研究院集团有限公司, 职务: 职员, 职称级别: 中级。

浅议岩土工程勘察中基坑工程评价

袁小刚

湖北建艺岩土工程勘察设计有限公司, 湖北 荆州 434000

[摘要] 基坑工程分析评价是岩土工程勘察报告的重要组成部分, 基坑工程分析评价是否合理可行, 对基坑工程设计方案选择与工程造价至关重要。文中以荆州市某项目为例, 在对场地岩土工程条件及周边环境进行分析的基础上, 对基坑支护方案、支护设计参数、地下水处理及基坑开挖方案等进行了分析并提供了相关建议, 此文可为类似项目提供参考。

[关键词] 工程勘察; 基坑工程; 支护设计

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14559

中图分类号: TU4

文献标识码: A

Brief Discussion on the Evaluation of Foundation Pit Engineering in Geotechnical Engineering Investigation

YUAN Xiaogang

Hubei Jianyi Geotechnical Engineering Survey and Design Co., Ltd., Jingzhou, Hubei, 434000, China

Abstract: The analysis and evaluation of foundation pit engineering is an important component of geotechnical engineering investigation reports. The rationality and feasibility of foundation pit engineering analysis and evaluation are crucial for the selection of design schemes and engineering costs. Taking a project in Jingzhou City as an example, this article analyzes the geotechnical engineering conditions and surrounding environment of the site, and provides relevant suggestions on the foundation pit support scheme, support design parameters, groundwater treatment, and excavation scheme, which can serve as a reference for similar projects.

Keywords: engineering investigation; foundation pit engineering; support design

引言

基坑工程是常见的地下工程之一, 地下岩土空间分布、地层物理力学参数、地下水条件等对基坑支护设计方案选择与工程造价有重要影响。这些参数均来源于岩土工程勘察资料, 因此, 在岩土工程勘察中, 合理进行基坑工程评价非常重要。陈国栋^[1]讨论了基坑设计与岩土勘察之间的关系, 并指出岩土勘察的准确性直接影响基坑支护设计的质量; 彭俊龙^[2]探讨了岩土工程勘察与基坑支护设计中存在的主要问题, 强调了科学分析和合理参数选择的重要性; 孙华来^[3]分析了岩土工程勘察在基坑支护设计和施工中针对性的问题, 指出了施工过程中潜在的安全隐患。伍伦军^[4]讨论了岩土工程勘察与基坑施工设计的实际应用, 强调了两者之间的紧密联系。陈君则^[5]以实际案例为例, 分析了岩土工程勘察与基坑支护的实施要点, 旨在为相关工程人员提供指导。本文以荆州市某项目为例, 对基坑工程做出分析评价, 为基坑支护设计提供相关参数, 并提出了施工建议。

1 工程概况

项目位于湖北省荆州市, 建筑面积 118265.24m², 建筑层数地上 24~26 层, 地下一层, 建筑高度 72.3~78.3m, 结构类型为剪力墙结构, 采用桩基础。基坑设计开挖深度为 4.00~6.70m, 坑底高程 23.30~26.00m。基坑周边情况较为复杂, 其中, 基坑东侧距离用地红线约 10m, 红线

外为现状道路; 南侧距离用地红线约 15m, 红线外为空地; 东南侧红线外有一变电站; 西侧距离用地红线约 5m, 红线外为现状道路; 北侧距离用地红线约 8.5m, 红线外为现状道路。依据《基坑工程技术规程》(DB42/T 159—2012), 综合考虑周边环境、基坑开挖深度及岩土工程条件等因素, 该基坑重要性等级为二级。

2 勘察方法

根据地基基础设计等级和岩土工程勘察技术要求, 确定勘察方法主要采用地质测绘、钻探、室内试验及原位测试相结合的方式, 查明地形地貌特征, 揭露地层分布并进行取样, 提供岩石的强度和变形指标。针对不同地层类型采用标准贯入、静力触探及重型动力触探等原位测试方法。

根据项目重要性等级, 勘探点沿塔楼周边线、核心筒部位布置, 对地下室范围勘探点按方格网布置, 共布设勘察孔 145 个; 其中取土试样钻孔 44 个、标准贯入试验孔 30 个、岩芯鉴别钻孔 47 个。为便于浅部土层分析, 在钻孔旁插布 34 个静力触探孔进行对比分析土层。室内常规试验 80 组, 颗粒分析 61 个, 水质分析 4 个, 易溶盐试验 2 组。其中取土试验及原位测试勘探孔数量满足勘探孔总数的 1/2 要求, 控制性勘探孔数量满足勘探孔总数的 1/3 要求, 主楼控制性勘探孔数量满足勘探孔总数的 1/2 要求。勘探点布置满足对地基均匀性评价要求; 控制性勘探孔满足地基变形计算深度要求。

本项目沿地下室外围 1~2 倍坑深值布置了若干个基
坑勘察孔,该勘察孔采用静力触探方法,勘察孔距离地下
室外墙边线约 7.0m(一倍开挖深度),勘察孔间距约 20.0m,
孔深约 14.0m 左右(两倍开挖深度)。

3 岩土工程条件

3.1 工程地质条件

在勘探深度范围内,通过物理力学性质、地层的沉积
时代、成因类型及标准贯入试验(N)并结合室内岩土试
验,将场地岩土层划分为七大层,土层自上而下为:

- ①杂填土(Q_1^{nl}):杂色,稍湿,松散,厚度 0.8~3.7m;
高压缩性,地基承载力低,全场分布。
- ②粉质黏土(Q_2^{al}):黄褐色,饱和,可塑,厚度 0.7~
5.1m;中等压缩性,地基承载力中等,局部缺失。
- ③淤泥质粉质黏土(Q_3^{al}):灰褐色,饱和,流塑,厚
度 0.6~11.3m;高压压缩性,地基承载力低,局部缺失。
- ④粉土夹粉砂(Q_4^{al}):褐灰色,湿,中密,厚度 0.8~
6.8m;中等压缩性,地基承载力中等,局部缺失。
- ⑤粉砂(Q_5^{al}):灰色,饱和,稍密,厚度 0.6~8.1m;
低压缩性,地基承载力较高,局部缺失。
- ⑥圆砾(Q_6^{al+pl}):杂色,饱和,稍密,厚度 8.0~9.0m;
低压缩性,地基承载力高,全场分布。
- ⑦卵石(Q_7^{al+pl}):杂色,饱和,中密,最大揭露厚度
19.6m;低压缩性,地基承载力高,全场分布。

3.2 水文地质条件

场地地下水主要分为上层滞水和承压水两种类型。上
层滞水赋存于第①层杂填土中。承压水主要赋存于第④层
粉土夹粉砂、⑤层粉砂、⑥层圆砾及⑦层卵石中。勘察期
间承压水埋深约为 2.50~3.90m,相应高程为 26.32m~
26.45m。第①层为强透水层;第②层及第③层为相对隔水
层;第④层粉土夹粉砂含孔隙水,微承压;第⑤层、⑥层
及⑦层为承压含水层,强透水。

4 基坑工程评价

4.1 基坑支护难点分析

(1)坑壁地层依次为①杂填土、②粉质黏土、③淤
泥质粉质黏土、④粉土夹粉砂及⑤粉砂,坑底位于④粉土
夹粉砂及⑤粉砂。不同土层的物理和力学性质差异大,土
体的强度、变形特性等因素对支护设计有较大影响。

(2)承压水埋深 2.50~3.90m,相应高程为 26.32~
26.45m;考虑到基底位于透水层,基坑开挖前需采取疏干
降水。地下水位的变化会影响基坑的稳定性,需考虑水位
的季节性波动和降雨对土体的影响,合理选择排水措施。

(3)西侧地下室外墙边线距用地红线最近处约 5.0m,
用地红线距道路中线最近约 7.5m。基坑周边环境复杂,
基坑周边有地下管线及道路;基坑施工时支护结构变形过
大会导致周边道路及地下管线变形。

(4)在满足安全的前提下,还应考虑经济性和环保

性,以降低工程成本和对环境的影响。

4.2 基坑支护方案

结合周边环境、基坑开挖深度、岩土工程条件及施工
条件等因素,可以采用以下几种基坑支护方案:

重力式水泥土挡土墙。该方案可在开挖深度不大于
6m 地段且有较大的施工场地条件下采用。该场地地下水位
较高,且淤泥质粉质黏土层较厚,采用该支护形式能有效提
供基坑稳定性、止水及挡淤,确保基坑的安全与稳定性。

悬臂钻孔灌注桩+被动区加固。该方案适用于软土较
厚及开挖深度不大于 6m 地段且施工空间较小的地段。该
方案既能有效控制基坑支护结构变形,又不影响地下结构
施工。

排桩+内支撑。该方案适用于开挖深度大于 6m 及施工
空间较小且对周边建筑需要严格控制变形的地段。通过排
桩提供侧向支撑,并结合内支撑,能确保基坑与周边建筑
的安全稳定性。

双排桩。该方案适用于基坑开挖深度大于 6m、施工
空间较大且周边建筑需要严格控制变形的地段。双排桩间
视情况采用不同厚度水泥土搅拌桩进行加固。

4.3 支护设计参数

支护设计参数主要包括土的重度、土的粘聚力、内摩
擦角及渗透系数。基坑支护设计参数是由土工试验及原位
测试数据,依据有关规范计算得到。基坑支护设计参数见
表 1。

表 1 基坑支护设计参数建议值

土层编号及名 称	重度 γ (kN/m^3)	C(kPa)	$\phi(^{\circ})$	渗透系数 (cm/s)
①杂填土	18.0	4.0	20.0	—
②粉质黏土	18.4	22.0	12.5	5×10^{-6}
③淤泥质粉质 黏土	16.5	10.0	4.5	—
④粉土夹粉砂	19.0	11.5	23.0	5×10^{-4}
⑤粉砂	19.0	0	28.0	7×10^{-3}
⑥圆砾	19.0	0	36.0	9×10^{-3}
⑦卵石	19.0	0	38.0	1.3×10^{-2}

4.4 地下水治理方案

场区内①层杂填土中的上层滞水属季节性含水层,总
体水量不大。建议在基坑内设置排水沟,将水集中排出,
同时在支护结构外围设置截水沟。承压水赋存于④层粉土
夹粉砂、⑤层粉砂、⑥层圆砾和⑦层卵石中。基坑开挖揭
露了承压含水层的粉土夹粉砂和粉砂层,需按照《基坑工
程技术规程》(DB 42/159—2012)对基坑侧壁存在粉土、
粉砂层的情况下进行管涌验算;取最不利钻孔,承压水位
标高取 26.45m,基底标高取 23.30m。依据下式计算:

$$K_{gv} h \gamma_w \leq (2t + h) \cdot \gamma'$$

式中： K_{ay} ：抗管涌安全系数，不应小于 1.50； t ：隔渗帷幕或连续桩、墙嵌入基坑底以下的深度； h ：侧壁含水层水位至基坑底的深度，取 3.15m； γ' ：土的平均浮重度为 9kN/m^3 ； γ_w ：水的重度为 10kN/m^3 。

根据计算结果，当隔渗帷幕嵌入基坑底以下深度小于 1.05m 时，开挖至基坑底可能产生管涌现象。因此，本工程需采取疏干降水措施，将水位降至基底以下 1.0m。此外，为降低降水对环境的影响，若需长时间抽水，建议在基坑外围建井回灌，并对周边建筑物和道路进行变形监测，同时在枯水季节施工以减小风险。建议基坑施工前先进行抽水试验，校核水文地质设计参数，以确保降水方案的合理性和有效性。

4.5 基坑开挖与回填方案

(1) 土方开挖需在支护结构与降水井施工完毕后且达到预定要求后才能进行。

(2) 基坑开挖应遵循先支护后开挖、分层开挖、严禁超挖等原则，基坑周边严禁超载。同时注意基坑开挖降水对附近建筑和环境的影响。基础施工宜采用分段快速作业法，施工过程中不得使基坑暴晒或泡水，雨季施工应采取防水措施。

(3) 基坑开挖时若出现异常，应立即停止开挖，待查明原因，采取可靠措施后，方能继续施工。

(4) 基坑开挖易产生大量弃土，在基坑开挖过程中应及时外运，避免在基坑周边进行堆载，以减小对支护结构造成不利影响。

(5) 基坑回填前，确保坑内无积水；不得回填淤泥、腐植土、冻土、砖块、石块及有机物质。

(6) 回填前应对备用的回填土进行试验，确定最佳含水量，并作压实试验。应分层填筑压实，压实系数应满足地面工程设计要求，且大于 0.92。

(7) 回填土夯压密实度达不到要求的密实度时，可根据具体情况加适量石灰土、砂、砂砾或其他可达到要求密实度的材料。

(8) 分段回填接茬处已填土坡应挖台阶，其宽度不

得小于 1m，高度不得大于 0.5m。

5 结语

(1) 基坑支护方案建议：开挖深度不大于 6m 地段且有较大的施工场地条件下可采用重力式水泥土挡土墙；软土较厚及开挖深度不大于 6m 地段且施工空间较小的地段可采用悬臂钻孔灌注桩+被动区加固；开挖深度大于 6m 及施工空间较小且对周边建筑需要严格控制变形的地段可采用排桩+内支撑及双排桩。

(2) 地下水处理建议：对于上层滞水，在基坑内设置排水沟并在支护结构外围设置截水沟；对于承压水，应采取疏干降水措施，确保水位降至基底以下 1m；若长时间抽水，建议在基坑外围建设回灌井，并对周边建筑物和道路进行变形监测。

(3) 基坑开挖建议：遵循先支护后开挖、分层开挖及禁止超挖的原则，注意施工过程中对周边环境的影响；及时外运开挖过程中产生的弃土，避免对支护结构造成负面影响；基坑回填前，确保坑内无积水，不得回填淤泥、腐植土、冻土、砖块、石块及有机物质。

[参考文献]

- [1] 陈国栋. 基坑设计与岩土勘察的关系研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, 12(17): 178-180.
- [2] 彭俊龙. 基于岩土勘察的地质工程基坑支护设计研究[J]. 智能城市, 2019, 5(23): 34-35.
- [3] 孙华来. 浅谈基坑工程岩土勘察对基坑支护设计和施工的针对性[J]. 中华建设, 2020, 11(8): 56-57.
- [4] 伍伦军. 岩土工程勘察与基坑施工设计应用探讨[J]. 科技创新导报, 2020, 17(17): 54-56.
- [5] 陈君. 建筑工程中地质岩土勘察与基坑支护要点分析——以 S 市某建筑项目为例[J]. 房地产世界, 2023, 11(24): 145-147.

作者简介：袁小刚（1987.6—），毕业院校：中国地质大学（武汉），所学专业：工程管理，当前就职单位：湖北建艺岩土工程勘察设计有限公司，职务：岩土技术部经理，职称级别：中级工程师。

智能城市背景下多元空间信息融合与实景三维可视化研究

孙伟超

大连市勘察测绘研究院集团有限公司, 辽宁 大连 116021

[摘要]在智能城市的背景下,多元空间信息融合与实景三维可视化技术的研究愈发重要。技术进步为城市管理带来了新颖的视野,同时也提高了城市服务的智能程度,将地理信息系统(GIS)、遥感(RS)、全球定位系统(GPS)等空间数据进行整合,打造出一个既精确又动态的城市信息模型,这为城市规划、基础设施管理、应急响应等多个领域提供了坚实的支撑。利用先进的三维可视化技术,复杂空间数据可以被转换成直观和易于理解的形式,这极大提高了公众的参与度和决策支持的效率。文中将探讨多元空间信息融合的关键技术,分析实景三维可视化在智能城市中的应用案例,并提出未来研究的方向。

[关键词]智能城市;多元空间信息融合;实景三维可视化;地理信息系统

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14568

中图分类号: TU984.113

文献标识码: A

Research on Multi-dimensional Spatial Information Fusion and Realistic 3D Visualization in the Context of Smart Cities

SUN Weichao

Dalian Geotechnical Engineering and Mapping Institute Group Co., Ltd., Dalian, Liaoning, 116021, China

Abstract: In the context of smart cities, the research on the fusion of diverse spatial information and real-time 3D visualization technology is becoming increasingly important. Technological progress has brought novel perspectives to urban management, while also improving the intelligence of urban services. By integrating spatial data such as geographic information systems (GIS), remote sensing (RS), and global positioning systems (GPS), a precise and dynamic urban information model has been created, providing solid support for multiple fields such as urban planning, infrastructure management, and emergency response. By utilizing advanced 3D visualization technology, complex spatial data can be transformed into intuitive and easily understandable forms, greatly improving public participation and the efficiency of decision support. The article will explore the key technologies of multi-dimensional spatial information fusion, analyze the application cases of real-life 3D visualization in smart cities, and propose future research directions.

Keywords: smart city; multi-dimensional spatial information fusion; realistic 3D visualization; geographic information system

引言

随着城市化进程的加速,城市面临着资源分配不均、交通拥堵、环境污染等诸多挑战。在这一背景下,智能城市理念应运而生,旨在通过信息技术的应用提升城市管理和服务的效率与质量。多元空间信息的融合为智能城市的建设提供了数据支撑,使城市管理者能够获取更加全面和实时的信息。通过整合来自不同来源的空间数据,例如地理信息系统(GIS)、传感器数据、社交媒体信息等,这些来自不同渠道的空间数据被整合在一起,使得城市的决策者能够更深入地洞察城市的脉动和未来的流向^[1]。三维可视化技术作为一种表现复杂空间数据的手段,有效提升了数据的可读性与理解度,公众参与度的提高,为城市管理领域的政府决策者,在城市规划、基础设施建设以及应急管理等方面,提供了有力的支持。

1 多元空间信息融合的关键技术

多元空间信息的深度融合是构建智能城市管理与服务的关键技术基础。在获取城市多层次、多维度数据的过程中,遥感技术、传感器网络以及无人机航拍等数据采集技术起到了关键作用,它们能够高效地完成数据获取任务。

借助数据整合技术,实现了不同数据源之间的互联互通,进而促进了信息的共享与互补,信息整合涉及诸多技术手段,诸如数据净化、编码转换以及语义对齐等,旨在确保数据的统一性和正确性^[2]。

空间数据的处理与分析方法,诸如空间分析技术和GIS的应用,为城市管理者提供了深入洞察数据背后空间联系和规律的工具,从而助力于更加科学的决策制定。智能分析技术涉及机器学习和深度学习,在数据融合中起到关键作用,能提升融合过程的智能化程度,并实现对数据关键特征与模式的自动识别。用户界面设计与可视化技术在数据展示方面均发挥重要作用,它们共同作用,将复杂数据以直观形式呈现,从而提高了信息的可理解性和公众的互动性。数据收集、处理与分析的先进技术,与多维空间信息的整合,不仅为智慧城市作出的决策给予了强大的技术支持,而且还推动了城市管理在科学性和智能化方面的进步。

2 实景三维可视化的应用

2.1 城市规划与设计

城市规划与设计是实现可持续发展的重要环节,涉及

对城市空间、功能和形态的综合考虑与安排。在现代城市化进程中,科学合理的城市规划不仅能够提升城市的功能性和美观性,还能有效应对日益增长的人口压力与环境挑战。城市规划强调空间布局的合理性,旨在优化土地利用,提高城市土地的经济效益与社会效益。通过合理的区域划分,城市能够有效地平衡居住、商业、工业等多种功能,从而促进各功能区之间的协调发展^[3]。

技术进步推动了数字化与智能化技术在城市建设和规划领域的深度融入,城市规划专业人士利用地理信息系统(GIS)和建筑信息模型(BIM)等技术,实现了对城市现状的精确分析和未来发展的趋势预测,这为制定科学的决策提供了坚实的数据支持。技术应用提升了规划设计工作的效率和精确度,同时也优化了公众在规划过程中的参与体验,进而更有效地整合了市民的意见与需求,推动了城市的持续发展。在当前城市化的背景下,我们见证了资源的显著消耗和环境问题的加剧,因此,当涉及城市规划关键在于如何融入生态理念,推进绿色和低碳的发展模式,这是当今面临的一个至关重要的挑战。城市资源分配的公正性与包容性是关键议题,尤其需要关注弱势群体是否能够均等获取这些资源和服务,城市规划与设计是塑造可持续和宜居城市环境的核心动力。在城市中,融合创新技术,通过对空间分布的优化及设计理念的深化,不仅满足城市扩张的需求,而且显著提高了居住者的生活水平,同时强化了城市的竞争力和对其居民的吸引力。

2.2 基础设施管理

基础设施管理是确保城市和地区可持续发展的关键因素,涵盖了从规划、建设到运营和维护的各个阶段。随着城市化进程的加快,基础设施的管理显得愈加重要,尤其在满足日益增长的居民需求、提升生活质量和促进经济发展方面。基础设施管理的核心任务是保证设施的安全、可靠与高效运行,涵盖交通、供水、电力、通信等多个领域。这一管理过程不仅要求技术上的精确,还需综合考虑经济、环境和社会因素,以实现多方利益的平衡^[4]。

在工程的建设周期中,引入尖端的建设工艺与管理策略,有助于提升建设项目的品质,减少建设周期,并减少财务开销。在进行建筑活动时,需同时关注并采取环保手段,实施生态友好的建筑工艺,以减轻对自然界的潜在伤害。在设施运行期间,负责其日常保养的人员应构建一套基于科学方法的监管与保养体系,目的是保证该设施能够维持一个长期的、安全的以及稳定的使用状态。物联网和大数据分析等现代信息技术工具,能够对设施实行实时监控,快速识别并处理问题,从而延长其使用周期。社会参与和反馈是基础设施管理时需重视的要素,基础设施的运用感受与公众的反馈意见,对管理者而言,是作出决策时的重要参照数据。在建筑或项目运作的规划阶段,管理层需主动征询民众的观点,此举有利于提升过程的公开性及

民众的参与度,实施对基础设施管理的公众咨询,借助反馈机制,能够更有效地贴合居民需求,从而提升服务品质。

在当前全球面临气候变化和环境污染等挑战的背景下,基础设施管理的可持续发展变得尤为重要。管理者必须在基础设施的建设和管理中,贯彻可持续发展思维,利用可持续能源手段与环保型建筑规范,能显著减少基础设施的碳排放量,从而推进城市朝向低排放、环保的发展趋势。基础设施的管理,不仅涉及技术和工程领域,它还关乎社会问题以及环境问题的处理。为了达到经济效益、社会效益和环境效益的同步提升,有必要依托科学的管理理念,融合前沿技术手段,同时充分激发公众的参与热情,对基础设施实施综合性管理,未来城市的发展趋势中,提高基础设施的管理能力,是打造更加宜居的生活环境与促进经济持续健康成长的关键因素^[5]。

2.3 应急响应与灾害管理

应急响应与灾害管理是城市安全和可持续发展的重要组成部分,其核心在于通过系统化的管理和科学的策略,减少自然灾害和人为灾害对社会、经济和环境的影响。在现代社会中,随着城市化的快速推进,灾害类型日益多样化、发生频率显著增加,如何有效应对这些突发事件,已成为城市管理者面临的重要挑战。应急响应的有效性依赖于完善的预警和监测系统。建立多层次的预警机制是实现快速反应的基础。通过现代信息技术手段,如遥感、地理信息系统(GIS)、物联网(IoT)等,可以实时监测气象、地质和环境等数据,从而提前预判灾害发生的可能性。

为了增强应对突发情况的效能,对参与人员开展紧急情况应对的训练和模拟实操是必不可少的步骤。定期举行应急预案的实际操作练习,能够显著提升各级别应急管理人员的现场应对和协同合作技能,从而在遇到突发事件时,提高他们的快速响应及问题解决能力。普及灾害应对常识于公众之中,显著提升自救与互救之能力,降低灾变发生时的惊慌水平,从而加强整个社会的危机应对水平。灾害应对过程中,关键在于对物资与人力的科学分配与调度。在灾后,有效地组织和利用人力、物质与财务资源,以确保受灾区域能快速重建,是一项具有挑战性的任务,构建一个包含丰富资源的数据库,并搭建一个信息共享的平台,这对于做出明智决策极为关键。因为它保证了资源得到有效地利用,必须加强跨区域、跨部门之间的协同机制,目的是确保灾害发生时,各个部门能够快速整合资源,联手行动^[6]。

应急响应与灾害管理需要结合可持续发展的理念,强调灾害管理的前瞻性和系统性。在制定应急管理政策时,需充分考虑生态环境保护与经济社会发展的平衡,以实现灾后恢复与区域可持续发展的协同推进。例如,在重建过程中,应鼓励采用绿色建筑和可再生能源技术,以减少灾后重建对环境的影响,同时增强基础设施的抗灾能力。应急响应与灾害管理是一项综合性、系统性工程,需要各级

政府、社会组织和公众共同参与。通过建立科学的预警体系、完善的应急预案、有效的培训和演练机制,以及合理的资源配置,城市可以显著提升对突发灾害的应对能力,最大限度地保护人民生命财产安全,促进社会的可持续发展。

3 多元空间信息融合与实景三维可视化的案例

实景三维可视化以及多元空间信息的融合技术。在公共安全、城市管理以及基础设施建设等多个领域得到了广泛应用,此技术能够综合各类数据,提供全面且直观的信息支撑,从而增强决策和管理的效果。通过深入剖析具体案例,我们能对这些技术在现实场景中的表现和成效有更透彻的认识。

以某城市的智慧城市建设为例,运用了包括地理信息系统(GIS)、遥感数据、建筑信息模型(BIM)以及物联网传感器数据在内的多种技术,成功打造了一个多维度信息融合的综合信息平台。例如,交通流量、环境品质、公共设施运用状况等,城市管理者得以在此平台上进行实时监控,管理者在三维可视化环境下,能直观地观察城市各区域的实时数据,从而基于这些数据制定出更精确的管理方案。城市交通管理部门能够通过分析实时交通数据和历史交通模式来识别高峰期及拥堵点,继而优化信号灯控制和交通流线,从而缓解交通压力。在自然灾害发生前,相关部门采用多元空间信息融合技术,对气象、地形和人口分布数据进行了综合。通过三维可视化技术,他们模拟并确定了可能受灾害影响的区域,此系统使得决策者能对灾害对各区域造成的不同影响进行实时评估,并据此制订疏散计划及资源分布策略^[7]。

在基础设施管理领域,通过融合多种空间信息,并应用实景三维可视化技术,已实现了显著的有效成果。在某一城市的地下基础设施管理系统中,借助三维建模技术以及数据整合手段,管理机构能够对管网体系实行即时监测,以便迅速识别并预兆可能发生的障碍及其隐患。技术人员借助三维可视化技术,可以清晰地看出管网的位置。规模以及其与其他基础设施的相互联系,这极大提升了维护和管理效率。技术手段的应用,为管网施工过程提供了实时的监控机制,保障了施工质量与设计规范相吻合,显著降低了事故发生的可能性。在环境监测领域,多元空间信息融合技术的运用,展示出了其独特的代表性,该地区的环保机构采用了多种数据源的融合技术,将空气质量监测站、卫星遥感以及气象收集的数据进行综合。运用三维可视化技术呈现了区域空气质量的污染状况,可视化手段使

得公众能够直观感受到环境品质的变迁,同时,也为制定政策的相关人员提供了关键的参考信息,进而能够实施必要的措施优化空气质量。

在打造智慧型社区的进程中,将多维空间数据与三维现实世界深度融合,这一做法凸显了其独到的价值。例如,在某一城市区域,通过融合各类社区服务设施、安全监控以及交通管理等信息,成功打造了一个多功能信息集成平台,以推进智慧社区的建设。居民能够通过移动应用程序,即时获取所在社区的周边环境、公共设施的使用状况以及交通流量信息,从而使得社区生活变得更加智能化。三维可视化技术的运用,不仅提升了居民对于社区环境的感知,而且加强了社区管理工作与居民间的互动交流^[8]。

4 结语

综上所述,智能城市背景下的多元空间信息融合与实景三维可视化研究为城市的可持续发展提供了新的机遇。通过提升数据的整合能力和可视化效果,这些技术在城市管理、公共服务和应急响应等多个领域展现了广阔的应用前景。

[参考文献]

- [1] 贾闻远,杨久东,袁跃飞.基于Cesium的校园实景三维模型可视化研究[J].黑龙江科学,2024,15(16):120-122.
- [2] 潘正伟.国土空间规划实景三维智能可视化分析平台入选智慧城市优秀案例[J].资源导刊,2024(14):25.
- [3] 管洪涛.基于实景三维的交通场景模拟与可视化研究[D].重庆:重庆交通大学,2024.
- [4] 毛亚琴,吴聪.自然资源实景三维可视化系统设计与实现[J].信息记录材料,2024,25(6):23-25.
- [5] 李姗姗,蒋腾,戴雪峰,等.Web端实景三维注记可视化技术研究[J].地理空间信息,2023,21(5):84-87.
- [6] 李婷婷,田冬迪,董明泽.基于Cesium实景三维共享服务的研究[J].智能建筑与智慧城市,2022(6):46-48.
- [7] 李聪聪.浅谈实景三维模型可视化方法研究[J].科学技术创新,2020(13):84-85.
- [8] 杨亚茹,王永庆,张志斌,等.基于多元信息融合的用户关联模型[J].山东大学学报(理学版),2019,54(9):105-113.

作者简介:孙伟超(1988.6—),毕业院校:武汉大学,所学专业:大地测量学与测量工程,当前就职单位:大连市勘察测绘研究院集团有限公司,职务:质监与技术支持中心主任,职称级别:高级工程师。

浅谈无人机航测技术在工程测量中的应用

高 斌

巴音郭楞蒙古自治州水利水电勘测设计有限责任公司, 新疆 库尔勒 841000

[摘要] 工程测量在建筑、交通、水利等基础设施建设中占据着核心地位, 直接影响着项目的质量、进度及成本。随着项目规模的扩大以及测量要求的提高, 传统地面测量方法面临效率低下、成本过高以及难以适应复杂环境的挑战。无人机航测技术的问世打破了这些传统测量方式的局限, 提供了新的解决方案与视角。凭借高效性、精准性及强大适应能力, 无人机的应用在复杂地形、特殊环境及大规模项目中逐渐增多。随着技术不断进步, 测量精度、作业效率及数据处理能力均得到了显著提升, 提高测量效率、降低成本、减少人工操作并提高工作安全性, 均得益于无人机航测技术的应用。因此, 已成为推动现代工程测量技术进步的关键力量, 在各类工程测量中的应用潜力巨大。

[关键词] 无人机航测技术; 工程测量; 应用优势

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14537

中图分类号: P237

文献标识码: A

Brief Discussion on the Application of Unmanned Aerial Vehicle Aerial Survey Technology in Engineering Surveying

GAO Bin

Bayingol Mongolia Autonomous Prefecture Water Resources and Hydropower Survey and Design Co., Ltd., Korla, Xinjiang, 841000, China

Abstract: Engineering surveying plays a core role in infrastructure construction such as architecture, transportation, and water conservancy, directly affecting the quality, progress, and cost of projects. With the expansion of project scale and the increase of measurement requirements, traditional ground measurement methods face challenges such as low efficiency, high cost, and difficulty in adapting to complex environments. The emergence of drone aerial surveying technology has broken the limitations of traditional measurement methods and provided new solutions and perspectives. With high efficiency, precision, and strong adaptability, the application of drones is gradually increasing in complex terrains, special environments, and large-scale projects. With the continuous advancement of technology, measurement accuracy, operational efficiency, and data processing capabilities have all been significantly improved. The improvement of measurement efficiency, cost reduction, reduction of manual operations, and enhancement of work safety are all attributed to the application of unmanned aerial vehicle (UAV) surveying technology. Therefore, it has become a key force in promoting the progress of modern engineering surveying technology and has enormous potential for application in various types of engineering surveying.

Keywords: unmanned aerial vehicle surveying technology; engineering surveying; application advantages

引言

随着科技的迅速进步, 作为新兴测量技术无人机航测逐步成为工程测量领域中的关键工具。尽管传统测量方法曾为工程建设提供了基础支持, 但在应对日益复杂的项目需求时, 其能力常常显得不足。结合高精度传感器、遥感技术及大数据分析, 无人机航测技术使得其能够在广泛区域内高效地进行测量与数据采集。无论是应用于城市规划、土地开发、水利工程, 还是应急响应等各个领域, 展现了其无可比拟的优势的正是无人机航测, 深入探讨无人机航测技术在工程测量中的应用优势、实施流程及具体的应用场景, 期望为相关领域的研究人员与从业者提供有价值的参考。

1 无人机航测技术在工程测量中的应用优势

1.1 高效性与精确性

无人机航测技术在工程测量中的高效性与精确性, 得

益于其能够迅速完成数据采集, 并呈现出高分辨率的测量成果。传统的测量方法通常需要大量人力与物力投入, 且作业周期较长, 而无人机通过自动化的飞行路径和实时数据采集, 显著缩短了测量所需时间。尤其是在大范围或地形复杂的区域, 自动化作业更能展现其独特的优势, 通过高精度传感器与先进的影像处理技术, 厘米级的精准测量得以实现, 数据处理的后阶段还能够生成精确的三维地形模型及正射影像图, 为后续设计与施工提供了可靠的基础数据。

1.2 成本节约与灵活性

无人机航测技术在工程测量中的成本节约与灵活性, 显著提升了工程管理与技术应用的效率。与传统测量方法相比, 后者通常需要高昂的设备投入与大量的人力, 特别是在地形复杂或难以接近的地区, 成本更是居高不下。而

无人机的操作费用较低且作业效率高,能有效降低整个测量项目的开销。此外,得益于高度灵活性,无人机能够迅速适应各种环境完成数据采集任务。无论是城市密集区、山区还是水域等特殊场所,飞行方案都能根据需求迅速调整,这种灵活性不仅简化了测量流程,还能满足在不同场景中的测量需求,充分展示了无人机航测技术的经济性与广泛适用性。

1.3 安全性与适应性

无人机航测技术在工程测量中的安全性与适应性表现尤为突出,尤其在传统测量方法无法保障人员安全的环境中优势更加明显。在地形复杂、环境恶劣或潜在风险较大的区域,如滑坡地带、高海拔地区或水域,传统人工测量可能存在安全隐患。通过远程控制与非接触式数据采集,无人机有效避免了人员直接进入危险区域保障了作业安全,无人机的强大适应性使其能够在多种环境条件下高效运作。不仅在城市、高山等复杂地形中能够完成测量任务,且在恶劣天气的短暂间隙中也能获取高质量的数据。

1.4 多样化的数据获取能力

无人机航测技术凭借多元化的数据采集能力,充分满足了工程测量在多维信息获取方面的需求。不同类型的传感器,如高分辨率相机、激光雷达及热成像设备被搭载于无人机上,能够在一次飞行任务中同时采集影像数据、点云数据及热分布信息,这种多样化的数据获取方式不仅显著提升了测量效率,还能够生成多种高价值的成果,如正射影像图、三维地形模型以及地表温度图,这些成果广泛应用于设计、施工与环境监测等多个环节。更高的精度与更广泛的覆盖范围使无人机具备了在特殊工程领域,如复杂地形分析或灾害监测中的突出表现,通过多角度与多尺度的数据呈现,复杂问题能够得到精准的科学依据。

2 无人机航测技术在工程测量中的应用流程

2.1 设备检查与校正

在无人机航测技术的应用流程中,设备检查与校正正是确保数据精度与可靠性的关键环节。检查过程中需对无人机的机身结构、动力系统、传感器以及通讯设备进行全面检测,排除可能影响飞行安全与数据采集的潜在问题。电池状态及存储容量的检查也不可忽视,确保设备在飞行过程中能够持续高效运行。在校正阶段,飞控系统与传感器的调整成为关键任务,其中包括相机的光学对焦与影像校准,以及GPS模块的精度校准,通过这些步骤设备的稳定性能够得到提升,飞行过程中的数据采集精度与一致性也能得到保证。

2.2 目标明确与空域申请

在无人机航测技术的应用过程中,确保测量任务顺利进行的步骤之一是明确目标与申请空域。明确目标的过程涉及对测量范围、精度要求以及成果形式的详细定义,包括采集区域的面积、地形特征及所需的最终数据类型,

这一过程不仅对航线规划与设备选型产生影响,而且直接决定了测量工作的效率与精确度。同时,空域申请是无人机合法飞行的前提,尤其是在城市密集区、机场附近或受军事管控的空域。为确保飞行符合规定,必须向相关部门提交详细的飞行计划、设备信息以及操作人员资质等资料。空域使用许可一旦获得,飞行的安全便能得到保障,且能够避免因违规操作而引发任务中断。

2.3 航线设计与控制点布设

航线设计与控制点布设在无人机航测过程中占据着核心地位,决定着数据采集的精度与效率。航线的规划必须依据测量区域的地形特征、面积及具体要求来确定飞行路径,在这一过程中飞行高度、航线长度的设定以及影像重叠度的控制是确保图像覆盖全面、数据精准的关键因素,控制点布设为确保测量数据的准确性提供了基础保障,通过在地面布设若干控制点,并结合高精度GPS设备进行测量,为后续的数据处理提供了几何基准确保了数据精度。在布设控制点时,区域分布与地形条件的综合考虑至关重要,确保每个控制点都能清晰识别且易于测量。

2.4 测量数据分析与处理

在无人机航测过程中,测量数据的分析与处理至关重要,它直接决定了成果的精度与可应用性。原始数据通常包括影像、点云以及激光雷达等信息,这些数据需要通过专业软件进行校正与拼接,确保图像的几何精度与位置的准确性。随后数据将经过噪声去除、几何重建与点云处理等步骤,以修正误差并填补缺失数据,从而确保结果的完整性与可靠性。根据不同的数据类型,处理方法亦有所不同。例如,影像数据需进行正射纠正以生成高精度的正射影像图;激光雷达数据则通过滤波算法去除地面以上的干扰点,从而精确重建地表特征。最终,通过数据融合与三维模型重建,精确成果如等高线图与三维地形图得以生成,为工程设计、施工或管理提供科学依据。数据分析与处理不仅依赖于高效的算法与技术,还要求操作人员对测量任务具备深入理解,以确保输出数据具有较高的应用价值。

3 无人机航测技术在工程测量中的具体应用

3.1 水利工程测量

在水利工程中,无人机航测技术的应用显著提升了测量的效率与精度。传统的测量方法常常面临地形复杂、工作环境恶劣等挑战,尤其是在水库、堤坝、渠道等广阔区域,人工测量不仅费时费力还伴随较高的安全风险^[1]。随着无人机的引入,能够迅速覆盖大面积区域并进行高分辨率影像采集与地形测绘,在飞行过程中通过搭载高精度GPS设备与多光谱相机,实时获取如地面高程、土壤湿度等信息,数据为水利设施的规划、设计、监测及维护提供了详尽支持。例如,在堤坝巡检中,不仅能捕捉堤坝表面的影像,激光雷达技术还可以获得精准的三维数据,帮助识别潜在的风险点,如裂缝或沉降区域,从而大幅提高安

全监测的精度与效率。基于这些数据分析,项目管理人员得以实时掌握进展情况,施工方案可适时调整减少资源浪费优化工程质量。

3.2 特殊地形与环境测量

无人机航测技术在特殊地形与环境测量中展现出了独特的优势。在复杂地形条件下,传统测量方法常因地形的限制而面临数据采集困难与效率低下的问题,尤其在山地、峡谷或密林等区域。无人机能够迅速进入这些难以到达的地带,进行高效且精确的数据收集。以山地为例,飞行路径可灵活调整,配备高清相机与激光雷达设备,无人机能够获取地形的详细信息,如岩石、植被及水体等。这些数据不仅能够生成精确的三维地形图,还可支持地质结构、植被覆盖率等环境因素的分析,为生态评估与灾害预警提供数据依据。对于湿地、沙漠及其他极端气候区等特殊环境,凭借优越的灵活性无人机能够在恶劣条件下持续工作,避免了人工操作中可能遇到的安全隐患与数据误差。

3.3 突发事件应急响应与测量

在突发事件的应急响应中,无人机航测技术提供了一种迅速、灵活且高效的解决方案。自然灾害,如地震、洪水和山体滑坡等通常发生突然,传统的人工测量方法不仅响应时间较长,还难以全面获取灾区的第一手数据。但无人机能够迅速部署,飞抵灾区并快速采集高分辨率影像与地面数据,从而帮助应急指挥中心及时掌握灾情^[2]。在灾后评估中,红外传感器、高清摄像头或激光雷达被搭载到无人机上,能够精准地获取灾区的三维模型,评估建筑物损毁程度、道路通行情况以及人员被困区域,这些实时采集的数据不仅为决策提供了科学依据,还能救援行动的组织与调度提供精准参考。例如,在洪水灾害中,水位变化图能迅速绘制,积水区域能被识别,无人机为防洪排涝工作提供了数据支持。突发事件中的应急响应速度,显著提高了无人机的灵活性与高效性,减少了灾后评估的时间成本,并为后续灾后重建提供了可靠的测量依据。

3.4 城市规划与建设测量

在城市规划与建设测量中,无人机航测技术为现代城市发展提供了强有力的支持。传统的城市规划测量多依赖地面人工数据采集,耗时且易受到天气、交通等外部因素的影响。与之相比,无人机凭借其高效性与灵活性,能够迅速覆盖大面积区域,进行精确的地形测量、影像采集与三维建模。在城市建设的前期阶段,详细的地形信息、土地利用现状及周围环境数据可通过无人机收集,为规划设计提供坚实的基础^[3]。在施工过程中,通过定期使用无人机进行航测,施工进度与精度能被实时监测,确保各项工程按预定计划顺利进行。此外,建筑立面、道路、绿化带等具体细节的高精度数据可由无人机提供,帮助设计师与工程师优化设计方案,避免误差或遗漏。在城市扩展与更

新的过程中,最新的城市数据能高效、精准地提供,无人机航测技术支持动态调整规划与决策,推动城市发展更好地适应现代化需求。

3.5 土地开发与管理测量

在土地开发与管理测量中,无人机航测技术为土地资源管理提供了一种高效且精确的解决方案。传统的土地测量通常需要大量人工操作,且测量覆盖范围有限,尤其在大规模土地开发项目中,全面数据的迅速收集往往变得困难。与此相比,无人机能够在短时间内完成大范围的土地测量任务,借助高分辨率的摄像头或激光雷达设备,详尽的地形图与三维模型可被获取,这些数据不仅帮助规划人员全面了解土地的自然条件及现状,还能识别潜在的开发难题,如水源分布、土壤质量与植被覆盖等^[4]。在土地开发的各个阶段,及时的数据支持由无人机提供,从勘测与规划到施工监控与验收,确保各环节按计划推进,土地管理部门通过无人机可进行动态监控实时掌握土地利用情况,评估资源变化优化资源配置,进而提高管理效率。无人机技术的应用,使土地开发与管理变得更加精准、高效,推动了土地资源的可持续利用与管理水平的提升。

4 结语

无人机航测技术的广泛应用,显著提高了工程测量的效率、精度与安全性。随着技术的不断进步及其应用领域的不断拓展,传统测量方法已经逐渐被无人机航测所取代,成为多个行业中的关键工具。从水利工程到城市规划再到土地开发等领域,强有力的技术支持由无人机航测提供,推动了工程测量向现代化与智能化的转型。凭借卓越的效率、低成本、高灵活性以及多样化的数据采集能力,在应急响应、环境治理等方面,无人机航测展现了强大的适应性与发展潜力。随着无人机技术的不断完善与创新,未来的工程测量将变得更加精准与便捷,促进各行业的数字化与智能化进程持续推进。因此,未来的工程测量中,无人机航测技术将占据愈加重要的地位,成为支撑工程建设、管理与决策的可靠数据来源。

【参考文献】

- [1]王承恩.无人机航测技术在工程测量中的应用探索[J].产业创新研究,2023(18):112-114.
 - [2]刘晓晨.无人机航测技术在水利工程测量中的应用[J].科技资讯,2023,21(10):17-20.
 - [3]沈华,施浩泽,徐巍,等.工程测量中的无人机航测技术应用研究[J].大众标准化,2022(23):55-57.
 - [4]李帅,张杰,杜立杰,等.工程测量中无人机航测技术的应用[J].黑龙江科学,2022,13(16):56-58.
- 作者简介:高斌(1982.1—),毕业院校:新疆大学,所学专业:测绘工程,当前就职单位名称:巴音郭楞蒙古自治州水利水电勘测设计有限责任公司。

巴岳山岩溶发育规律及选线研究

杨志昆

中铁二院重庆勘察设计院有限责任公司, 重庆 401120

[摘要]巴岳山隧道位于西南岩溶区, 碳酸盐岩对隧道建设危害极大。通过对岩溶区开展地质环境调研, 本文基本厘清了隧址区岩溶发育特征, 浅析了岩溶发育规律, 针对铁路选线进行了探讨, 为巴岳山隧道工程选线及建设提供了参考。结果表明: 巴岳山发育有溶蚀槽谷、岩溶洼地、漏斗、落水洞、溶洞、暗河等溶蚀地貌形态, 岩溶发育具有顺层性、不均匀性、垂直分带性等特点; 受到既有公路隧道建设、铀矿开采的影响, 局部区域地面塌陷、塘库渗漏干涸, 暗河及井泉流量锐减乃至干涸; 隧址区岩溶地下水系统标高 345.0~410.0m 划分为水平循环带, 410.0m 以上为垂向洞隙带, 标高 345.0 以下为深部循环带; 并行渝蓉高速方案行进行于既有通道环境影响范围内, 对环境影响影响有限, 风险较低, 从岩溶水文角度该方案最优。

[关键词]巴岳山; 岩溶; 发育规律; 选线

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14565

中图分类号: U412.32

文献标识码: A

Research on the Development Rules and Route Selection of Rock Solutions in Bayue Mountain

YANG Zhikun

China Railway Eryuan Chongqing Survey and Design Institute Co., Ltd., Chongqing, 401120, China

Abstract: The Bayue Mountain Tunnel is located in the southwestern karst area, where carbonate rocks pose a great threat to tunnel construction. Through geological environment research in karst areas, this article has basically clarified the characteristics of karst development in tunnel sites, analyzed the rules of karst development, and explored railway route selection, providing reference for the selection and construction of the Bayue Mountain Tunnel project. The results show that Bayue Mountain has developed karst landforms such as dissolution troughs, karst depressions, funnels, sinkholes, caves, and underground rivers. Karst development has characteristics such as bedding, unevenness, and vertical zoning; Affected by the construction of existing highway tunnels and strontium mining, local areas have collapsed, ponds and reservoirs have leaked and dried up, and the flow of underground rivers and springs has sharply decreased or even dried up; The karst groundwater system in the tunnel site area is divided into a horizontal circulation zone at an elevation of 345.0-410.0m, a vertical tunnel gap zone above 410.0m, and a deep circulation zone below an elevation of 345.0; The parallel Chongqing Chengdu Expressway plan travels within the environmental impact range of the existing channel, with limited impact on the environment and low risk. This plan is optimal from the perspective of karst hydrology.

Keywords: Bayue Mountain; karst; developmental pattern; route selection

引言

碳酸盐岩在我国广泛分布, 面积可达 300 万 km^2 以上^[1], 其中重庆可溶岩的分布面积达 3 万 km^2 。碳酸盐岩对隧道建设危害极大, 主要集中于以下 5 个方面, 第一是隧道施工易存在涌水、突泥风险^[2], 第二是溶洞堆积物质地较为松软导致路面出现下沉^[3], 第三是隧道中地下水流失, 使隧道顶部与地面存在塌陷可能^[4], 第四是洞穴的存在使建筑物全部或部分悬空, 极大地降低了隧道的使用可靠度^[5], 第五是可岩溶局部含石膏、氯盐假晶, 水中 SO_4^{2-} 对混凝土具侵蚀性^[6]。

巴岳山隧道是某铁路重要控制性工程, 岩溶强烈发育, 对隧道建设影响较大。因此, 通过对岩溶区开展地质环境调研, 本文基本厘清了隧址区岩溶发育特征, 浅析了岩溶发育规律, 针对线路选线进行了探讨, 为巴岳山隧道工程选线及建设提供了参考。

1 隧址区地质环境概况

1.1 地形地貌

巴岳山位于川东平行岭谷区, 是以西山背斜轴部隆起为主体的“背斜脊状山”, 山体总体呈北北东向。地形高程一般 280~800m, 地形上总体背斜东翼高西翼低。在山体北段(黄山村至王家岚坳)形成岩溶槽谷, 呈“一槽两岭”的地貌景观, 槽谷底部高程一般 370~450m, 东西翼均有横切沟发育。如图 1 所示。

1.2 地层岩性

地层由新到老依次为新生界第四系残坡积层 (Q_4^{el+dl}); 中生界侏罗系中统沙溪庙组 (J_2S)、新田沟组 (J_2X) 中下统自流井组 (J_{1-2Z})、下统珍珠冲组 (J_{1Z}) 泥岩夹砂岩; 中生界三叠系上统须家河组 (T_3XJ) 砂岩夹页岩, 中统雷口坡组 (T_2I) 泥岩、页岩、泥灰岩, 下统嘉陵江组 (T_1J) 灰岩夹盐溶角砾岩。其中, 中生界三叠系下统嘉陵江组碳

酸盐岩地层是隧道穿越的主要地层，地层厚度达 395~500m，巨厚的碳酸盐岩地层为岩溶发育提供了物质基础与发育空间。

1.3 地质构造

区域构造处于扬子准地台，属于新华夏构造体系的川东褶皱带和南北经向构造体系的川黔南北构造带的结合部，构造基本形态以褶皱为主，构造脊线大致呈 NNE 或 NE 向展布，与褶皱相伴的断裂主要发育在背斜轴部。区内构造行迹主要为西山背斜，该背斜为一狭长而不对称的扭曲背斜，背斜轴向北 45° 东左右，向南渐转为北北东向。

1.4 水文地质特征

(1) 地表水。隧址区地表水系均属嘉陵江水系，多呈树枝状，次有羽毛状，横断面多呈深峡之“V”“U”字形，坡降较大，水流湍急，阶地不发育的特点。隧道进口端分布有梅良寺水库、桥亭水库、拦河堰水库，皆为饮用

水源；洞身段岩溶槽谷内发育季节性溪沟，南北向流动后再沿横切沟流出，向西汇入淮远河，向东流入穆家河，分布有通天河 1 库、通天河 2 库、龙井水库等水库，通天河 1 库为巴岳山重要饮用水源，此外零星分布 8 处矿坑蓄水，其中石塘口矿坑蓄水为龙韵村重要饮用水源。

(2) 地下水。依据地下水赋存条件，水动力特征、含水介质等组合特征，将研究区内地下水划分为松散岩类孔隙水、碎屑岩裂隙层间水、基岩（红层）裂隙水、碳酸盐岩类裂隙溶洞水（简称岩溶水）等四个大类。其中岩溶水为区内主要地下水，但受锑矿及已建隧道影响，调查区南北两侧倾没端附近岩溶水量多已衰减或枯竭。

2 岩溶发育特征

研究区自喜山期褶皱成山，经历了长期的溶蚀和侵蚀作用，形成了十分丰富的地表、地下岩溶形态，主要有溶蚀槽谷、岩溶洼地、漏斗、落水洞、溶洞、暗河等。

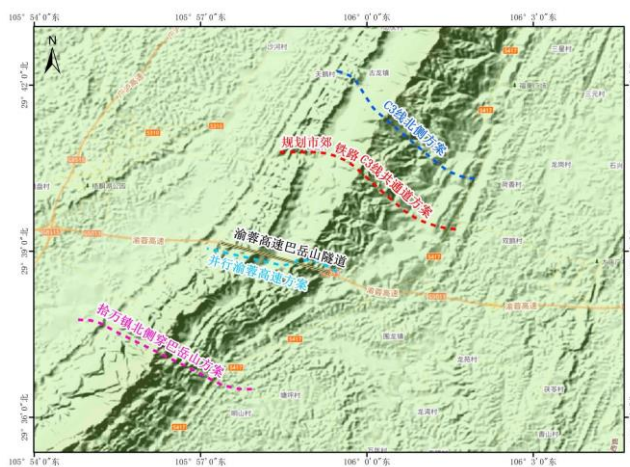


图1 地形地貌图



岩溶槽谷



岩溶洼地



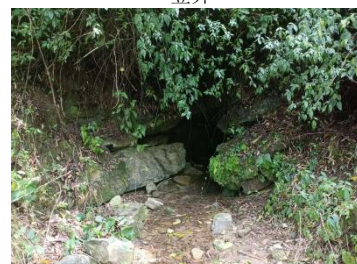
竖井



落水洞



溶洞



暗河

图2 地表、地下岩溶形态

2.1 岩溶槽谷

调查区岩溶槽谷地貌分布于嘉陵江组、雷口坡地层,槽谷发育的决定性控制因素是格挡式的地质构造,在这种构造条件下碳酸盐岩呈条带状展布,且外侧有抗侵蚀力强并有相对隔水作用的须家河组砂泥岩地层存在,这些为岩溶槽谷的发育创造了基本条件。出露的灰岩在岩溶作用下剥蚀呈槽谷地形,通常沿构造线走向发育成长条形平行槽谷。

2.2 岩溶洼地

区内岩溶洼地基本上分布在槽谷内的嘉陵江组(T_{1j})地层,少部分在雷口坡组地层中出露,标高一般 380~450m,平面形态多为不规则形。区内洼地底部均覆盖较厚第四系粘性土,厚度一般 3~10m,最低处多伴生有落水洞,常与垂直裂隙或管道相连。洼地是地表水汇集区和向深部集中补给地下水的区域。区内横切沟较发育,未形成大规模暗河系统,大气降水多短途补给,地表水多沿横切沟向槽谷外侧排泄,调查区洼地数量相对较少。

2.3 落水洞、漏斗及竖井

落水洞和漏斗表面形态相似,是地表及地下岩溶地貌的过渡类型。落水洞常与洼地伴生,而漏斗、天窗及竖井常呈串珠状分布,其下往往与暗河有一定联系,因此是判断暗河走向的重要标志。区内落水洞标高一般 380~420m,多已被种地封填或采矿破坏。

2.4 暗河

区内可溶岩未被深切沟切穿,也未发现大规模暗河系统。区内暗河以浅表暗河为主,岩溶地下水短途补给,在槽谷低洼地带以泉或暗河形式排泄,通过冲沟排出岩溶槽谷。区内典型的浅表暗河为张家湾暗河,该暗河由南向北运移。暗河高程 400m,补给途径为“何家坡-张家坡-冉家坡-张家湾”,推测暗河长度 1.2km。受玉峡口锑矿开采疏干影响,现该浅表暗河仅雨季有水流出。据区域资料和调查访问,在锑矿影响前张家湾暗河一年四季不干,水量曾达 30L/S 以上,目前仅丰水期有水。该暗河具有动态变化大,响应快等特点。

2.5 溶洞

区内溶洞延伸方向受构造裂隙和岩性影响,蜿蜒曲折或支状分布,洞口直径一般 1~5m 不等,多数溶洞平时无水,暴雨后可见水流出。根据调查,区内较大规模溶洞主要分布在高程 400~450 附近,如高家溶洞、大龙洞湾、张家湾溶洞等。而根据各采石场和已建隧道钻孔揭露情况,在 380m~400m 段发育竖向岩溶管道,380m 附近发育水平溶洞及岩溶管道。

3 岩溶发育规律

3.1 岩溶发育的顺层性

受岩层的形成过程影响,相邻地层结构、厚度、成分出现较大差异,含隔水特性亦存在较大差异,因此相邻地层岩溶发育程度将出现不同,一般岩层愈厚、结构愈松散,岩溶就愈发育,且形态齐全,规模较大,愈薄、结构愈致

密岩溶化程度较弱。调查区地层呈层状,局部含隔水层相间产出,相邻地层岩体岩溶化特征、规律存在差异,从平面图上看,暗河发育方向与岩层走向、层面倾向基本相同。

3.2 岩溶发育的不均匀性

受诸多因素控制,岩溶在岩体内的发育是不均匀的,甚至是极不均匀的,即岩溶化程度是不同的。在有利的部位可形成规模较大的地下廊道式洞穴,在不利的部位仅有溶隙或小溶孔发育。主要表现在如下两方面:

一是不同时代地层岩溶发育程度具有明显的差异。区内规模较大的、数量最多的洼地、落水洞、岩溶洞穴管道等岩溶形态主要在三叠系下统嘉陵江组(T_{1j})地层分布,而在雷口组地层中,岩溶形态数量和规模都大幅度地减少。

二是不同地貌部位发育着不同的岩溶形态。从宏观上而言,山脊顶部主要发育垂向岩溶洞隙,水平洞穴罕见;在沟谷两侧分布着水平洞穴的出口;在以上两者之间地带,则垂向和水平向的洞穴相互贯通。从微地貌上来看,岩溶形态主要发育于地形和缓部位,岩溶洼地、落水洞、地下河等均较发育。反之,在陡坡地带,仅有溶隙、溶沟、石芽等小型岩溶发育。山脊两侧地势陡峭,峰丛洼地稀少,溶隙、溶沟、石芽等小型岩溶发育;山脊顶部地形宽缓,峰丛基座相连,发育洼地、漏斗、落水洞等竖向岩溶。

3.3 岩溶发育的垂直分带性

根据调查成果,隧址区溶洞、岩溶管道主要发育在第四系平面内,水平岩溶主要发育在 400~450m 及 380m 附近,在 380~400m 发育竖向岩溶。说明隧址区在四级夷平面内仍存在间歇性抬升。根据收集已建隧道资料及调查成果,隧址区水平岩溶主要发育在 400~450m 及 380m 附近。区内横切沟发育,在岩溶槽谷高程一般 345~430m,横切沟间距 0.6~5km,岩溶水特征为短途补给,临近冲沟排泄。另外根据既有钻孔资料显示岩溶段落水位标高 372.4~428.31m,标高 325m 以上溶蚀较发育。根据渝蓉高速巴岳山隧道和天青石锑矿平硐的涌水量监测数据显示,与降雨的动态响应较为迟缓,其流量峰值滞后降雨峰值时间长,地下水动态变化也相对较小,说明渝蓉高速巴岳山隧道和天青石锑矿平硐皆位于深部循环带内。

综上所述,将该岩溶地下水系统标高 345.0~410.0m 划分为水平循环带,410.0m 以上为垂向洞隙带(竖向补给带),标高 345.0m 以下为深部循环带(饱水带)。

4 相邻工程的影响

调查区已建隧道为渝蓉高速巴岳山公路隧道,对岩溶槽谷地下水影响较大的矿山为天青石锑矿、天青锑化玉峡口锑矿、足锑矿业玉峡口锑矿、苏家湾锑矿。根据影响程度可以进一步划分出严重影响区及一般影响区,严重影响区主要表现为地面塌陷、塘库渗漏干涸,暗河及井泉流量锐减乃至干涸;一般影响区主要表现为暗河及井泉流量出现一定减少,部分出现季节性干涸,塘库水位出现下降。

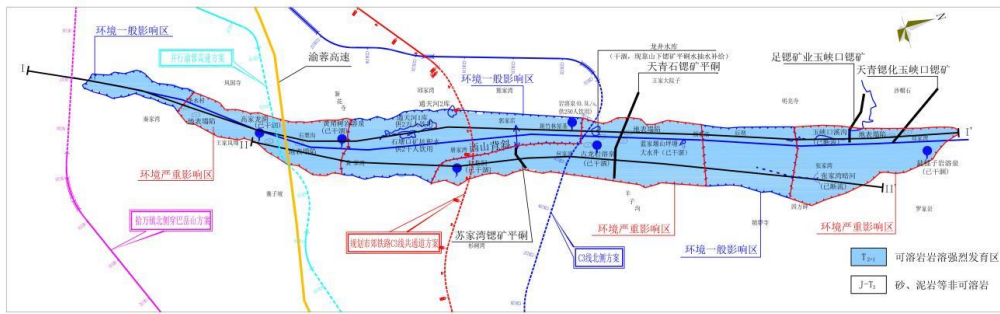


图3 既有地下工程影响示意图

4.1 渝蓉高速巴岳山公路隧道

已建渝蓉高速巴岳山公路隧道穿越地层有三叠系上统须家河组,三叠系下统嘉陵江组,隧道为人字坡,隧道进口高程342m,出口高程304m,隧道穿越可溶岩地层段标高为322.19~346.87m。隧道修建造成通天河1库以南至倾没端岩溶水受到不同程度影响。岩溶区严重影响区内地表大部分井泉已基本枯竭,导致高家龙洞、黄桷树岩溶泉在内的岩溶大泉断流,并产生5处地面塌陷。

4.2 天青石锑矿

天青石锑矿开始掘进后造成了通天河1库以北至后坝地下水不同程度疏干,其中斑竹林屋基以北段至颜家店(距锑矿平硐1~1.3km范围内)受影响较严重,导致包括龙井水库、古龙龙井在内的地表井泉已基本疏干,溪沟断流,水塘干枯,地下水位大幅下降,并产生4处地面塌陷;通天河1库至斑竹林屋基(距锑矿平硐1~3km范围内)、颜家店至后坝(距锑矿平硐1.3~2.4km范围内)地表井泉水量减少,部分仅雨季有水,地下水位下降。

4.3 玉峡口锑矿

天青锑化玉峡口锑矿和足锑矿业玉峡口锑矿位于巴岳山北侧,调这2处锑矿造成了后坝以北至倾没端槽谷段地下水不同程度疏干。其中张家湾以北段(距离天青锑化玉峡口锑矿排水硐2.7km范围内)受影响较严重,导致张家湾暗河等地地表井泉已基本疏干,玉峡口等溪沟断流,水塘干枯,地下水位大幅下降,并产生2处地面塌陷;张家湾至后坝附近地表井泉水量减少,部分仅雨季有水,地下水位下降。

4.4 苏家湾锑矿

苏家湾锑矿位于西山背斜东翼田家院子一带,锑矿采用地下开采,平硐+暗斜井开拓,机械抽排水,排入槽谷后顺排水渠进入通天河2库,最后进入淮远河,抽水量5L/S,造成了背斜东翼大龙洞以北至何家湾地下水疏干,大龙洞以前一年四季不干,锑矿开采后,仅丰水期有水。

此外,岩溶槽谷地下水还不同程度受到蓝家湾锑矿、土地奎锑矿、干堰塘锑矿及露天矿山等不同程度影响。其中蓝天湾锑矿、土地奎锑矿、干堰塘锑矿、苏家湾洞口位于槽谷,均开采背斜东翼矿产。蓝天湾锑矿现处于关闭状

态,土地奎锑矿、干堰塘锑矿现由天青石锑矿整合后开采。露天矿山开采深度较大,部分路口矿山坑底标高低于原始地面30m以上,开挖及爆破振动造成岩溶水下漏向矿坑底部富集,形成矿坑积水,这对地表井泉也有所影响。

5 选线研究

5.1 水文地质条件评价

隧址区岩溶地下水受破坏相对较小,地下水位较浅。岩溶水短途补给,多以岩溶泉形式就近排泄后沿槽谷横切沟排出。

隧址区岩溶地下水系统标高345.0~410.0m划分为水平循环带,410.0m以上为垂向洞隙带(竖向补给带),标高345.0以下为深部循环带(饱水带),拾万镇北侧穿巴岳山方案穿越岩溶区高程321~325m;并行渝蓉高速方案穿越岩溶区高程314~322m,已建隧道已造成地下水下降,隧道涌水终年不干;规划市郊铁路C3线共通道方案穿越岩溶区高程291~302m;C3线北侧方案穿越岩溶区高程294~305m,靠近天青石锑矿通道,既有锑矿平硐已造成地表水、地下水漏失,平硐涌水量终年不干。结合类似工程经验判断四个方案隧道均处于深部循环带(饱水带)。

隧道各线位穿越岩溶区高程均位于区域第四级夷平面(280~450m)水平岩溶带内,巴岳山总体为封闭型岩溶槽谷,拟建隧道高程低于岩溶槽谷各冲沟高程,遭遇大型岩溶(暗河)的可能性小,但枯水期和丰水期动态变化较大,拟建隧道各线位穿越岩溶水系统时可能遭遇季节性涌水、突泥问题。

规划市郊铁路C3线共通道方案水头较高,可能遭遇大规模的突水、突泥问题,推测并行渝蓉高速方案和C3线北侧方案靠近既有排水通道,水头较低,遭遇大规模的突水、突泥的可能性较小。拾万镇北侧穿巴岳山方案地表无岩溶出露,遭遇大规模的突水、突泥的可能性较小。

5.2 工程影响预测

拾万镇北侧穿巴岳山方案靠近可溶岩出露区域,由于隧道标高较低,埋深较大,新建隧道后会严重影响北侧岩溶槽谷段落约1.4km,进一步降低地下水位,引起地面塌陷,影响附近约40户居民生产生活,环境风险较大。

并行渝蓉高速方案与已建渝蓉高速隧道相近,其岩溶

区影响范围与已建渝蓉高速公路隧道影响范围基本一致,新建隧道将导致已建隧道影响范围内地下水位进一步下降,由于拟建隧道标高比既有隧道低仅 15m,严重影响范围稍稍向两侧扩展,对地下水环境的影响程度相对较小。

规划市郊铁路 C3 线共通道方案严重影响槽谷岩溶水长度约 3km,范围向北扩展至郭家店,向南扩展至通天河水库,拟建隧道距离通天河水库仅 700m,很有可能造成通天河 1 库、通天河 2 库、石塘口矿坑积水漏失,降低地下水位,影响附近山上山下合计近 22000 人生产生活、灌溉用水,环境风险大。

C3 线北侧方案与天青石锇矿平硐相近,其岩溶区影响范围与锇矿开采严重影响范围基本一致,新建隧道将导致锇矿开采影响范围内地下水位进一步下降,天青石锇矿平硐标高 283m,拟建隧道标高 296m,锇矿平硐标高比铁路隧道低,北侧严重影响范围不变,南侧将扩展至郭家店附近,对南侧的地下水进一步疏干,导致斑竹林屋基岩溶泉漏失,降低地下水位,影响附近 250 人生活用水,存在一定的环境风险。

综上,并行渝蓉高速方案紧邻渝蓉高速巴岳山隧道,对生态环境进一步影响的范围小,施工风险较低,推荐该方案;其次为 C3 线北侧方案、拾万镇北侧穿巴岳山方案、规划市郊铁路 C3 线共通道方案。

6 结论

(1) 巴岳山发育有溶蚀槽谷、岩溶洼地、漏斗、落水洞、溶洞、暗河等溶蚀地貌形态,岩溶发育具有顺层性、

不均匀性、垂直分带性等特点。

(2) 受到既有公路隧道建设、锇矿开采的影响,局部区域地面塌陷、塘库渗漏干涸,暗河及井泉流量锐减乃至干涸。

(3) 隧址区岩溶地下水系统标高 345.0~410.0m 划分为水平循环带,410.0m 以上为垂向洞隙带(竖向补给带),标高 345.0 以下为深部循环带(饱水带)。

(4) 并行渝蓉高速方案紧邻渝蓉高速巴岳山隧道,行进于既有通道环境影响范围内,对环境影响影响有限,风险较低,从岩溶水文角度该方案最优。

【参考文献】

- [1]程巧建.隧道岩溶超前探测及溶洞处理技术研究[J].公路,2020,65(5):6.
 - [2]张文勇,刘敏捷.深长岩溶管道对隧道的危害及处治措施[J].青海交通科技,2022,34(6):92-96.
 - [3]周洁.概述岩溶对公路隧道的危害及施工处治对策[J].四川水泥,2020(2):1.
 - [4]唐振兴.隧道工程中岩溶灾害及其防治[J].交通世界,2011(7):2.
 - [5]蔺书钿.岩溶隧洞常见灾害及处理措施[J].山西建筑,2010,36(25):2.
 - [6]段国华.高寒坡隧道水文地质条件分析与岩溶水处理[J].建材与装饰,2017(10):262-263.
- 作者简介:杨志昆(1992—),男,工程师,从事岩土工程勘察工作。

实景三维环境中多模态数据融合的关键技术与挑战

孙伟超

大连市勘察测绘研究院集团有限公司, 辽宁 大连 116021

[摘要] 实景三维环境中的多模态数据融合技术在城市规划、智能交通、环境监测和虚拟现实等领域具有广泛应用。伴随着传感器技术的突破和计算能力的提升,多样化的数据模态(例如激光雷达数据、RGB 图像、热成像等)的采集变得更加便捷。在进行数据融合时,遭遇众多技术难题,如数据结构的多样性、时间同步的难题、噪声与不确定性的处理,以及融合算法在效率与精确度上的挑战。文中旨在审视现实三维场景下,多模态数据融合技术的核心与难题,评述目前学术界的成果,并针对问题提出解决策略。研究显示,借助高效的数据预处理、前沿的融合算法和机器学习技术,能够增进数据融合的精确度和实用性,这为相关应用提供了更加充实的决策支持。

[关键词] 实景三维环境; 多模态数据融合; 传感器技术; 数据处理; 智能交通

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14569

中图分类号: P208

文献标识码: A

Key Technologies and Challenges of Multimodal Data Fusion in Realistic 3D Environments

SUN Weichao

Dalian Geotechnical Engineering and Mapping Institute Group Co., Ltd., Dalian, Liaoning, 116021, China

Abstract: Multimodal data fusion technology in realistic 3D environments has wide applications in urban planning, intelligent transportation, environmental monitoring, and virtual reality. With the breakthrough of sensor technology and the improvement of computing power, the acquisition of diverse data modalities (such as LiDAR data, RGB images, thermal imaging, etc.) has become more convenient. When conducting data fusion, numerous technical challenges are encountered, such as the diversity of data structures, the difficulty of time synchronization, the handling of noise and uncertainty, and the challenges of fusion algorithms in terms of efficiency and accuracy. The purpose of this article is to examine the core and challenges of multimodal data fusion technology in real-world 3D scenes, evaluate current academic achievements, and propose solutions to address these issues. Research has shown that efficient data preprocessing, cutting-edge fusion algorithms, and machine learning techniques can enhance the accuracy and practicality of data fusion, providing more comprehensive decision support for related applications.

Keywords: realistic 3D environments; multimodal data fusion; sensor technology; data processing; intelligent transportation

引言

现代城市的快速发展中,实景三维环境的建模与分析已成为研究的热点之一。采用多模态数据融合技术,可以实现来自各类传感器的数据整合,从而为环境信息的全面精准提供支持。该技术应用于城市规划和管理流程优化,同时,在智能交通系统和环境监测方面,它也起到了关键性的作用^[1]。广泛采用多模态数据的同时,数据融合过程的复杂度呈现上升趋势,当前面临的关键问题包括如何高效处理数据结构差异、实现时间上的协调一致性,以及如何有效抑制数据中的噪声干扰。本研究旨在剖析实景三维环境中多模态数据融合的关键技术,并审视相关挑战,同时提出解决方案。

1 实景三维环境中的多模态数据概述

在实景三维环境中,多模态数据融合技术是提升信息获取和分析精度的重要手段。多模态数据指的是来自不同类型传感器的数据,这些传感器可以包括激光雷达、RGB 摄像头、热成像仪、深度摄像头等。每种传感器都有其独特的优势,例如,激光雷达能够提供高精度的三维点云数

据,RGB 摄像头则可以捕捉丰富的颜色和纹理信息,热成像仪能够检测温度分布。这些多样化的数据在时间和空间上各具特点,因此其融合的有效性直接影响到实景三维建模与环境理解的质量。随着城市化进程的加快,实景三维环境的构建变得愈发重要。通过多模态数据的整合,可以实现对城市空间的全面理解,支持智能交通管理、环境监测、灾害应急响应等应用^[2]。

如何高效地对这些数据进行初步处理和整合,在数据融合过程中,传感器采集数据的时效性是关键因素。它直接关系到融合结果的精确度,因此必须考虑时间同步的必要性。在应对挑战的过程中,研究工作聚焦于优化数据处理算法,旨在提升融合的精确度与效率,保障在真实的三维环境中能够高效利用数据。在现实三维空间中,多类型的数据模式为城市规划与环境评估提供了关键支撑。借助高效的集成手段,我们能够显著增强数据的精确度及扩大其应用范围,未来研究中,关键性问题涉及解决数据结构差异以及时间协调一致性,这为城市管理智能化升级提供了必要的支撑。

2 多模态数据融合的关键技术

2.1 数据预处理技术

数据预处理技术在多模态数据融合中扮演着至关重要的角色，尤其是在实景三维环境的构建与分析过程中。由于多模态数据源自不同类型的传感器，这些数据在格式、精度、采集方式以及更新频率上往往存在显著差异。因此，有效的数据预处理不仅可以提升后续融合的质量，还能确保最终结果的准确性和可靠性。数据预处理的第一步是数据清洗。这一过程主要针对噪声、冗余和缺失值进行处理。例如，激光雷达在环境复杂的情况下，可能会捕捉到一些无关的反射信号，形成噪声点云。这些噪声数据会影响到后续的三维重建和分析，因此需要通过算法进行识别和删除^[3]。

在数据预处理的关键步骤中，对数据格式的转换是必不可少的。在进行数据整合之前，必须对来自不同传感器的数据格式不一致性进行协调一致的转换处理，为了在一致的坐标体系中实现融合，需将 RGB 图像资料转换至与激光雷达采集的点云数据相吻合的系统。此流程涉及将坐标转换为数据，可能包括缩放与裁剪步骤，以保证数据能够在同一生成的维度上进行对比和分析。在数据分析过程中，实施数据的标准化和归一化处理，是不可或缺的环节。在对包含多种表现形式的数据集进行处理时，各类信息所涵盖的数值范围及规模存在显著差异，若贸然进行合并，可能会导致某些信息在最终结果中权重过高或过低的现象。

2.2 时间同步方法

在实景三维环境构建及分析领域，时间同步技术对多模态数据整合起着关键作用。传感器所采集的数据，在融合过程中可能会因时间戳的偏差而影响其时效性和准确性，采用恰当的时间同步技术，能够确保不同数据源在时间坐标上保持一致，进而显著提升数据融合的品质。数据同步的基础法则，在于对不同传感器收集的信息进行时间校准，目的在于摒除因收集时刻的差异而产生的误差。在常规操作中，传感器依托系统时钟生成时间标记，然而，诸如传感器内部时钟的偏移、数据处理延时以及网络传输的迟缓等多样因素，均可能导致这些时间标记之间存在差异^[4]。

在时间同步的方法中，常用的技术包括网络时间协议（NTP）、精确时间协议（PTP）等。NTP 是通过互联网将时间信息同步到网络中的设备，能够在毫秒级别内实现时间同步，适用于大多数应用场景。针对需要极高时间精确度的实时系统，PTP 能够实现同步精度至微秒级别，这一特性使其非常适合应用于那些对多模态数据融合有着高精度要求的情境，比如工业自动化定位等领域。实现时间一致性还可以依赖于硬件层面的同步方法，某些高端传感器内置了能够通过硬件信号进行精确同步的同步模块，此类方法一般具备较高的准确度和稳定性，能有效降低由时间延迟引起的负面影响。在一些具体的场合，通过使用外部的时钟信号，实现对各类传感器的同步操作，以此确保

在数据收集过程中保持时间上的统一性。

在实践运用过程中，应根据具体需求选用合适的时间同步技术。在便携式电子设备中，潜在的移动延迟与信号干扰问题可通过采用精确时间协议（PTP）或硬件同步机制来有效克服，以此确保时间精度的大幅提高。在静止的环境中，网络时间协议（NTP）等工具所提供的同步方法或许已经能够充分满足相应的技术要求。在数据整合过程中，确保时间对齐的精确度，这对提高数据融合的精确度及其后的数据解析工作具有决定性作用。若时间同步的精确性不足，数据融合过程中便会出现位置误差，这会显著降低三维重建的成效，并可能对后续的决策支持系统产生不利影响。在实施多模态数据合并过程中，必须强调时间同步这一步骤的重要性。在多模态数据融合过程中，时间同步技术扮演着不可或缺的核心角色，选用适宜的同步技术，可以有力地去除时间差异引发的误差，保障数据的实时性与精确度，技术的持续发展将催生更加精确和高效的时间同步技术，这将为三维实景数据融合提供坚实的支撑基础^[5]。

2.3 融合算法的类型

在实景三维环境中，多模态数据融合的有效性和精确性在很大程度上依赖于所采用的融合算法。融合算法的类型多样，各具特点，主要可以分为以下几类：基于特征的融合算法、基于决策的融合算法、基于模型的融合算法和基于深度学习的融合算法。这些算法在不同的应用场景和数据类型下展现出不同的优势与适用性。基于特征的融合算法侧重于从多模态数据中提取关键特征，并将其进行整合。这类算法通常包括特征级融合和特征选择等方法。特征级融合通过将不同源数据的特征进行拼接，生成新的特征集，从而在后续的分类或回归分析中提供更全面的信息。

在进行数据融合时，此类算法首先对各个独立模态的数据作出决策，随后将这些决策结果整合以得出最终结论。涉及的手段涵盖投票机制与加权方式等多样化策略，通过计算各种输入方式（模态）的输出结果，并确定其中出现次数最多的选项，投票法最终确定一个决策作为其输出成果；在决策过程中，加权法则被用来赋予各个模态的决策以不同的权重，以此来表示它们在整个决策中的相对重要性。在这些算法中，简捷性和易用性是其显著的优势，然而，它们也可能因某个模态的低效表现而受到影响。在较高抽象层面，采用诸如贝叶斯网络、混合高斯模型等策略，实现对多种数据形态的集成处理。针对多模态数据，传统方法往往独立地构建每个模态的计算模型，随后通过建模这些模型间的相互关系来实现融合。概率推理是贝叶斯网络的核心功能，通过学习模态间的相互依赖，显著优化信息融合的成效^[6]。

近期，深度学习的算法融合技术受到了广泛的研究关注，特定的深度学习架构，诸如卷积神经网络（CNN）与

循环神经网络(RNN),能够自主从原始数据中抽取并学习有效特征表示,进而实现更优的数据整合过程。设计具有多个处理路径的网络架构,能够同时加工不同来源的数据模式,这种架构借助参数共享与层间交互,有效增强了数据融合的鲁棒性和精确度。此种方法优点明显,擅长应对海量数据集,并能够自动化实现特征抽取过程,然而,它在模型构建及参数优化方面的复杂度亦不容忽视。

2.4 机器学习在数据融合中的应用

机器学习在多模态数据融合中的应用日益受到重视,其强大的数据处理能力和自学习特性为融合技术带来了新的发展机遇。机器学习能够自动识别数据中的模式和关系,从而为不同来源和类型的数据提供有效的融合方案。这一过程不仅提高了融合的准确性,还增强了对复杂场景和不确定性的应对能力。机器学习方法能够处理多样化的数据源,包括图像、音频、传感器数据等,且在处理这些不同类型数据时,机器学习展现出极高的灵活性和适应性。例如,卷积神经网络(CNN)在图像处理中的应用,使得从视觉数据中提取深层次特征成为可能;而循环神经网络(RNN)则在处理时间序列数据时,能够考虑时间上下文,充分挖掘数据之间的时序关系^[7]。

数据融合领域得益于机器学习技术中特有学习机制的全新视角。在数据融合的常规实践中,人工设计的特征提取是常见的步骤,然而,机器学习模型,特别是深度学习模型,能自动从数据中学习并提取更为高效的特征,机器学习通过自动化提取特征,使得其在处理复杂数据集时,相较于传统方法,展现出更优异的表现。诸如随机森林和梯度提升树这类集成学习方法,通过合并多个模型的预测成果,有效减少了单一模型可能出现的拟合问题,同时提升了整体的稳定性和精确度。在数据整合决策过程中,机器学习技术能够提供助力,对于多模态数据的整合过程,涉及对各类数据模式进行权衡或筛选的操作是必不可少的。历史数据中的模式是机器学习算法自动分配权重给不同模态的依据,借助于支持向量机(SVM)或逻辑回归模型,可以优化决策过程。

3 面临的主要挑战

多模态数据通常来源于不同的传感器和设备,这些数据在格式、精度、采样率等方面存在差异,使得融合过程变得复杂。不同模态的数据可能具有不同的物理意义和信息层次,如何有效地将它们整合在一起,保持数据的完整性和一致性,是实现成功融合的关键。多模态数据在采集过程中容易受到环境干扰、传感器误差和数据丢失等影响,

导致数据质量参差不齐。这种情况不仅降低了数据的可靠性,也给后续的处理和分析带来了困难。

随着多种形态数据的激增,合并多种算法的过程复杂度急剧提高,特别是在运用深度学习这类先进算法处理大规模数据集时,所需的计算能力及时间投入均显著增加。在设计算法的过程中,研究者需同时关注融合效果的优化以及算法本身在计算效率与可扩展性方面的表现。在技术进步的背景下,实时处理数据的需求日益增长,重要的发展趋势在于,在确保效率与精确度的同时,实现多模态数据的高效融合。在构建信任和安全系统的基础上,涉及个人敏感信息的多模态数据融合过程中,确保数据安全性和用户隐私,防止数据泄露和滥用至关重要。面对挑战,未来研究工作需重点开发更为先进且可靠的数据整合方案,旨在适应不断增多的复杂应用要求及多变的技术场景^[8]。

4 结语

总而言之,面对这些挑战,未来的研究方向需要在技术创新、算法优化和安全保障等方面不断深入,以推动实景三维环境中多模态数据融合技术的进一步发展和应用。

【参考文献】

- [1]董传胜,孙久虎,高希舰,等.基于多源数据融合的实景三维山东构建[J].时空信息学报,2024(2):1-11.
 - [2]吴杨,彭俊文,李永红,等.基于多模态数据的智慧化平衡功能评估系统应用研究[J].传感器与微系统,2024,43(10):165-168.
 - [3]王璇洁.高精度智慧城市实景三维模型的构建分析[J].通讯世界,2024,31(9):172-174.
 - [4]周思凡,王履华,沈健,等.面向实景三维的“一码多态”数据管理与应用[J].测绘工程,2024,33(5):50-56.
 - [5]邱新忠,汤赛,徐晓红,等.多源异构三维空间数据融合关键技术研究及应用[J].浙江国土资源,2024(9):38-40.
 - [6]王璇洁.基于实景三维模型的地形图质量检验方法研究[J].科技资讯,2024,22(15):41-43.
 - [7]何奇兵.基于多源数据融合的三维实景建模与可视化系统的设计与应用[J].信息技术与信息化,2024(7):59-63.
 - [8]高俊,柳春生,何赛,等.实景三维技术在生态环境领域的应用探索[J].城市勘测,2024(1):16-19.
- 作者简介:孙伟超(1988.6—),毕业院校:武汉大学,所学专业:大地测量学与测量工程,当前就业单位:大连市勘察测绘研究院集团有限公司,职务:质监与技术支持中心主任,职称级别:高级工程师。

建筑工程施工运用大体积混凝土技术的要点分析

陈德应

安徽瑞鑫检测技术有限公司, 安徽 合肥 230000

[摘要]在当前时期,国内经济呈现出良好的发展趋势,这就为建筑行业奠定了坚实的发展基础。从建筑结构角度来说,砖混结构在当下已经退出了市场,钢筋混凝土结构成为了市场主体。当然,此种建筑结构施工是有一定难度的,裂缝的消除也是较为困难的,若想使得浇筑质量达到要求,一定要保证管理工作能够落实到位,这样方可使得施工质量与质量标准相符合。文中主要针对大体积混凝土施工的技术要点展开深入探析,以期使其应用水平能够有大幅提升。

[关键词]建筑工程;工程施工;大体积混凝土技术;技术要点

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14550

中图分类号: TU755

文献标识码: A

Key Points Analysis of Using Large Volume Concrete Technology in Construction Engineering

CHEN Deying

Anhui Ruixin Testing Technology Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230000, China

Abstract: In the current period, the domestic economy is showing a good development trend, which has laid a solid foundation for the development of the construction industry. From the perspective of architectural structure, brick concrete structures have already exited the market, and reinforced concrete structures have become the main market players. Of course, the construction of this type of building structure is somewhat difficult, and the elimination of cracks is also quite challenging. If we want to ensure that the pouring quality meets the requirements, we must ensure that the management work is implemented properly, so that the construction quality meets the quality standards. The article mainly focuses on in-depth analysis of the technical points of large volume concrete construction, in order to significantly improve its application level.

Keywords: construction engineering; engineering construction; large volume concrete technology; technical points

引言

大体积混凝土技术在建筑工程中的地位不可或缺,尤其在大型基础设施、桥梁、水坝以及高层建筑等项目中得到广泛应用。随着现代工程规模的不断扩大,尤其是在超高层建筑、重大桥梁及水利工程中,大体积混凝土的应用愈加显得至关重要。由于这类施工涉及大量混凝土的浇筑、较长的施工周期及复杂的工艺流程,如何有效应对施工过程中各种技术难题,确保混凝土质量与工程的长期稳定性,已成为建筑行业亟待解决的核心问题之一。在大体积混凝土施工中,混凝土的配合比、温度管理及浇筑顺序等方面的要求极为严格,此外,还需采取有效的预防措施应对可能出现的裂缝、强度不足或蜂窝等质量问题。对大体积混凝土施工中的关键技术的掌握,不仅能提高施工效率,降低成本,还能在保障结构安全性与耐久性的同时,优化工程质量。在本文中,将深入分析大体积混凝土施工的各项技术要点,并探讨如何通过合理的技术手段与管理策略,确保施工过程的顺利进行。有效的参考与实践依据,亦将在相关项目实施中提供。

1 建筑工程大体积混凝土的特征

大体积混凝土通常指的是在单次浇筑中混凝土量巨大、结构尺寸庞大的工程构件,广泛应用于大型基础设施项目,如坝体、桥梁、地下室等。其主要特征包括浇筑量

庞大、体积巨大、施工周期较长,以及施工难度较高。在凝固过程中,大量水化热的释放会导致混凝土内部温度升高,这一过程不仅影响混凝土的强度发展,还可能因温差过大而产生温差应力,从而引发裂缝等质量问题。因此,温控措施的合理设计在大体积混凝土施工中显得尤为重要。常见的温控方法,如分层浇筑、冷却管道的使用以及外加剂的添加,都被有效应用于控制温度变化。在混凝土水化反应过程中,反应的持续时间较长,整个施工周期内,混凝土的养护要求也较为严格。必须保证混凝土得到充分硬化,从而确保其达到预期的强度与耐久性。在材料选用方面,大体积混凝土要求使用高质量的原材料,而混凝土配合比的设计则需经过精心优化,以满足施工过程中高标准的技术要求。

2 建筑工程大体积混凝土容易出现的问题

2.1 混凝土强度的问题

在建筑工程中,大体积混凝土常见的问题之一是混凝土强度不足。由于大体积混凝土在浇筑过程中水化热的释放较为剧烈,混凝土内部的温差较大,这种温差可能导致强度发育的不均匀,进而影响局部区域的强度,甚至使某些部位的强度低于设计要求,从而影响整体结构的稳定性与安全性。尤其是在温控措施不到位的情况下,冷却不充分或温度过高可能导致表面与内部强度的差异,进一步影响混凝土的长期耐久性及结构的稳定性。此外,浇筑过程

中不当的操作,如过快的浇筑速度或不合理的浇筑顺序,也可能造成局部区域强度不达标的现象。混凝土的强度还受到水泥种类、骨料质量及水胶比等多种因素的影响,这些因素共同作用,决定了最终混凝土的强度表现。

2.2 混凝土保护层厚度的问题

在大体积混凝土施工过程中,保护层厚度问题是一个常见且至关重要的质量隐患。防止钢筋腐蚀、确保结构长期耐久性,正是保护层的主要功能。然而,由于大体积混凝土浇筑量大且施工环境复杂,保护层厚度往往难以保持均匀。在施工过程中,局部区域的保护层可能出现厚度不足或不均的情况,尤其是在模板支撑不稳定或混凝土浇筑不均的情况下^[1]。此现象会显著影响钢筋的防腐保护效果,降低混凝土结构的抗渗透能力,进而引发钢筋锈蚀、混凝土开裂等结构性问题。随着混凝土固化,如果保护层厚度不达标,钢筋可能暴露在外界环境中。尤其在湿度、温差变化较大的环境条件下,钢筋的腐蚀风险将显著增加,严重时可能危及结构的稳定性与安全性。

2.3 混凝土蜂窝

在大体积混凝土施工中,蜂窝问题是一个常见且严重的质量隐患。蜂窝指的是混凝土浇筑过程中,由于振捣不足或材料配比不当,导致内部出现气孔或空隙,从而形成蜂窝状的缺陷。这些空洞不仅影响混凝土的密实性与强度,还可能削弱结构的耐久性,尤其是在受水、化学腐蚀或冻融作用的环境中,蜂窝部位极易成为钢筋腐蚀的源头。蜂窝的形成通常与多种因素密切相关,包括混凝土配合比的不合理设计、骨料粒径不均、坍落度控制不当、振捣工艺不合适等。在大体积混凝土浇筑中,由于施工环境复杂、浇筑量庞大,且浇筑速度较快,难以保证每个部位都能得到充分振捣,从而容易导致局部区域空隙的形成,最终产生蜂窝缺陷。

3 大体积混凝土施工要点

3.1 控制原材料

在大体积混凝土施工中,确保原材料的质量是保证工程质量与混凝土性能的基础。水泥的选择尤为重要,因不同类型的水泥直接影响混凝土的水化热、强度发展及抗裂性能。根据工程设计的需求,水泥种类必须合理选择,通常采用普通硅酸盐水泥或矿渣水泥,以确保混凝土具备所需的强度与耐久性。尤其在大体积混凝土施工中,水泥水化热的释放量对温控管理至关重要,直接影响施工过程中温差应力的控制。骨料的质量与级配也对混凝土的密实性及结构强度起着决定性作用。应选择硬度高、洁净且无杂质的粗骨料,且粒径需符合设计要求,避免粒度不均的骨料使用。细骨料应筛选洁净、无泥砂杂质的砂子,以保证混凝土的工作性及结构强度。骨料的含水率必须严格控制,水分过多或过少均会导致配合比变化,从而影响混凝土的强度与稳定性。水作为混凝土的关键成分,必须确保清洁、无杂质且不含有害物质。水胶比的控制亦应严格按照设计要求,过高的水胶比会导致混凝土强度降低,而过低则可

能影响施工性能。外加剂的选择应根据施工条件与工程要求精心挑选,例如,减水剂能改善混凝土的工作性,缓凝剂可延长混凝土的初凝时间。在大体积混凝土浇筑中,外加剂的合理使用不仅有助于优化混凝土的工作性能,还能有效控制水化热,减少因温差引发的裂缝风险。

3.2 合理设计配合比

在大体积混凝土施工中,合理设计配合比对于确保混凝土质量、提高施工效率及满足长期耐久性要求具有至关重要的作用。配合比设计不仅影响混凝土的强度、工作性与耐久性,还直接关系到温度控制、裂缝防治及成本管理。必须确保设计的混凝土具备足够的强度,以满足结构的安全要求。然而,若水泥用量过多,将导致水化热释放量过大,从而引发温差应力,进而可能诱发裂缝问题。为了避免这一问题,通常在大体积混凝土施工中通过引入矿物掺合料(如粉煤灰、矿渣等)来减少水泥的使用量,从而降低水化热的释放。水胶比的合理控制在配合比设计中至关重要,若水胶比过高,则会导致混凝土强度不足,并容易产生收缩裂缝;相反,若水胶比过低,则可能影响混凝土的施工性能,使得浇筑过程变得更加困难。因此,设计配合比时需要在强度要求与施工性能之间找到平衡,确保混凝土在浇筑过程中具备良好的可操作性及成型质量^[2]。同时,骨料的级配设计也是关键环节。合理的级配有助于提高混凝土的密实性,降低空隙率,增强抗压强度,并改善混凝土的流动性。在配合比设计过程中,还必须考虑到大体积混凝土特殊的温控要求,适当的外加剂(如缓凝剂、减水剂等)可延长混凝土的凝结时间,降低温度上升速度,进而有效控制裂缝的产生。

3.3 优化混凝土施工工艺流程

在大体积混凝土施工中,优化施工工艺流程对于确保工程质量、提高施工效率以及降低施工风险至关重要。施工前阶段,应制定详细的施工计划与技术方案,明确每个环节的时间节点、技术要求以及质量控制标准。优化施工流程的首要任务是对混凝土配合比的设计进行严格审查与调整,以确保原材料的合理配比,从而保证混凝土在浇筑过程中维持所需的流动性和易性。接下来,混凝土的运输、浇筑及振捣过程必须进行精心设计,尤其是在大体积混凝土的浇筑中,传统方式常引发温控问题,并增加施工难度。因此,合理安排浇筑顺序与速度至关重要,并通过温度监测系统实时调整进度,防止温差过大。振捣工艺对确保混凝土的密实性与强度至关重要,必须选用合适的振捣工具,确保振捣的均匀性与充分性,以避免出现蜂窝、孔洞等质量缺陷。最后,在混凝土养护管理方面,施工过程中的养护方式与养护时间需精心选择,以确保混凝土在初期强度发展期间不受不良环境的影响,从而有效减少裂缝的产生。

3.4 温度控制技术要点

在大体积混凝土施工中,温度控制对于混凝土结构的质量与长期耐久性至关重要。由于水泥在水化过程中会释

放大量水化热,混凝土内部与表面之间的温差可能会导致温度裂缝,进而影响其强度与稳定性。因此,温控措施必须在整个施工过程中得到充分重视。在浇筑前,通过合理设计混凝土配合比并选择适宜的水泥类型,可以有效降低水化热的释放。例如,低热水泥的使用或矿物掺合料(如粉煤灰、矿渣)的加入,有助于减少水泥的水化热,从而有效控制温升。在浇筑过程中,浇筑顺序与速度的合理安排同样重要,必须根据施工环境的温度、湿度等因素进行,以避免温差过大。此外,温度监控系统的应用也至关重要,内部温度传感器能够实时监测混凝土的温度变化,及时采取调整措施,如通过冷却管道或外部喷水来控制温升,避免过大的温差产生^[3]。浇筑完成后,养护阶段成为温度控制的重要环节。为减少早期水化热的影响,建议采取保温养护措施,如覆盖保温材料或使用加热设备,确保混凝土在硬化初期维持适宜的温度。在寒冷环境下施工时,还应采取加热措施,防止混凝土冻结,以确保其强度得以正常发展。

3.5 泵车、罐车的配置要点

在大体积混凝土施工中,泵车与罐车的配置及合理调度对确保混凝土浇筑质量与施工进度至关重要。泵车的选择应根据工程现场的实际需求,如泵送距离、泵送高度以及混凝土流动性等因素,进行精准配置。通过合理选择泵车型号与泵送能力,能够确保混凝土在浇筑过程中顺畅输送,避免因泵送压力过高或能力不足而导致的堵塞或不均匀浇筑。同时,泵车的工作环境应提前评估,包括现场地形、周围障碍物以及施工空间的宽度等,以确保泵车能够顺利进入施工现场并高效作业。对于罐车的配置,需综合考虑混凝土运输距离、初凝时间以及运输过程中温度变化等因素。在罐车容量的选择上,合理配置不仅能减少运输次数,还能提高施工效率,同时确保混凝土在运输过程中不发生过早凝结或泌水。尤其是在温度较为极端的环境下,罐车的保温性能尤为重要,温控措施的有效应用至为关键,以避免环境因素对混凝土质量产生不利影响。泵车与罐车的协调作业,成为确保大体积混凝土施工顺利进行的核。因此,施工过程中应精心安排泵送线路、运输调度以及作业节奏,确保泵送与运输的紧密衔接,避免混凝土的短缺或浪费问题出现。

3.6 大体积混凝土后期养护要点

大体积混凝土的后期养护对确保其强度的正常发展、减少裂缝产生以及提升结构耐久性至关重要。由于水泥水化热的释放,通常会在混凝土内部产生较大的温差,若养护措施不到位,温度应力可能会导致裂缝的产生或强度分布的不均匀。在养护过程中,适当保持水分至关重要,这有助于水泥水化反应的顺利进行。常见的养护方式包括覆盖湿草席、使用塑料膜或定期浇水,这些方法能有效减少水分蒸发,保持混凝土表面的湿润。温控方面,尤其是在高温环境下,及时喷水与遮阳措施不可或缺;而在寒冷季节,则应通过加热或覆盖保温材料,防止混凝土冻结。在

浇筑后的初期阶段,养护的时长与方法直接影响混凝土强度的发展,通常至少应持续7天,以确保其能够达到预定强度。为防止早期裂缝的发生,特别应关注混凝土表面温度差,必要时可通过冷却管道或缓慢加热的方式来调节温度变化,减少温度应力对混凝土结构的影响。

3.7 应急预案组织措施

在大体积混凝土施工中,完善的应急预案与组织措施是确保施工安全、应对突发事件以及保障工程质量的关键。施工前,详细的应急预案必须根据现场的具体条件制定,全面评估可能出现的风险,特别是在混凝土浇筑、泵送、运输及养护等环节中潜在的问题^[4]。同时,各种突发情况的应对策略应明确列出。例如,在遭遇极端天气(如暴雨、酷暑等)时,施工计划应根据天气变化及时调整,合理安排浇筑进度,并采取防护措施,以避免温差过大或雨水冲刷影响混凝土质量。对于设备故障(如泵车堵塞、罐车故障等),应急预案中应详细列出应急设备调配方案和维修流程,确保能够迅速处理问题,避免施工进度受到影响。应急预案还应包括施工人员的专项培训,确保每个成员都能够熟悉并迅速执行应急操作规范,及时应对紧急情况。应急物资,如备用泵车、备用水源及外加剂等,应在现场配备齐全,确保在突发情况下可以迅速调配资源,避免施工中断。

4 结语

大体积混凝土技术在建筑工程中的应用,对于保障工程质量与结构安全至关重要。通过科学的施工管理、精确的温控措施、合理的材料选择以及优化的施工工艺,裂缝、蜂窝等常见质量缺陷能够有效避免,确保混凝土的强度与耐久性。尽管施工过程中面临一定的技术挑战与风险,但通过合理的技术手段与应急管理措施,潜在问题对工程进度与质量的负面影响能够最大程度地减少。随着施工技术的持续发展与材料创新的推进,大体积混凝土技术将不断优化,推动建筑工程朝着更高效、更安全、更加环保的方向发展。对大体积混凝土施工技术要点的研究与实践应用的加强,将为建筑行业提供宝贵的经验,促进工程建设质量的提升及其可持续发展。

[参考文献]

- [1] 夏锐. 大体积混凝土建筑工程施工技术分析[J]. 中华建设, 2024, 12(4): 124-126.
- [2] 刘优质. 建筑工程施工运用大体积混凝土技术的要点分析[J]. 中国住宅设施, 2022, 11(5): 163-165.
- [3] 罗文彬. 建筑工程大体积混凝土施工技术要点分析[J]. 建材与装饰, 2020, 13(14): 46-50.
- [4] 张银山. 建筑工程大体积混凝土施工技术要点分析[J]. 现代物业(中旬刊), 2019, 12(10): 196.

作者简介: 陈德应(1986.5—), 毕业院校: 安徽建筑大学, 所学专业: 无机非金属材料, 当前就职单位: 安徽瑞鑫检测技术有限公司, 职务: 副总经理, 当前职称级别: 中级。

土木工程高层建筑桩基施工技术要点分析

王连亮

衡水市建设工程质量检测中心有限责任公司, 河北 衡水 053000

[摘要] 高层建筑数量正在快速增长, 现代化建设下, 建筑行业需要不断提升技术水平以及建筑理念, 保持自身与时代发展的匹配, 土木工程方面地研究则是变得更加热门, 高层建筑在建设中, 普遍使用桩基施工, 这种方法可以有效缩短工期, 同时也是提升施工质量的手段。而在施工中有一些要点是需要明确的, 本文研究的就是土木工程领域建设高层建筑时, 桩基施工的一些要点。

[关键词] 高层建筑; 桩基施工; 施工技术; 技术要点; 要点分析

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14539

中图分类号: TU753.3

文献标识码: A

Key Points Analysis of Pile Foundation Construction Technology for High-rise Buildings in Civil Engineering

WANG Lianliang

Hengshui Construction Engineering Quality Testing Center Co., Ltd., Hengshui, Hebei, 053000, China

Abstract: The number of high-rise buildings is rapidly increasing. Under modern construction, the construction industry needs to continuously improve its technological level and architectural concepts, maintain its own matching with the development of the times, and research in civil engineering has become more popular. In the construction of high-rise buildings, pile foundation construction is widely used, which can effectively shorten the construction period and improve the construction quality. In the construction process, there are some key points that need to be clarified. This article studies some key points of pile foundation construction in the construction of high-rise buildings in the field of civil engineering.

Keywords: high-rise buildings; pile foundation construction; construction technology; technical key points; key points analysis

引言

随着城市化进程的不断推进与高层建筑数量的增加, 桩基作为高层建筑的基础部分, 至关重要的支撑作用被发挥。桩基的施工质量, 直接影响着建筑物的安全性与稳定性, 尤其是在复杂地质条件和恶劣施工环境下, 对桩基施工技术的要求更加严格。高层建筑桩基的施工, 不仅要求技术精准, 还需结合地质条件、施工现场的实际情况以及建筑设计需求, 适当选择施工方法。因此, 深入探讨高层建筑桩基施工中的技术要点, 分析合理的施工工艺、技术选型及其在施工中的实际应用, 对于提高施工质量与确保建筑结构的安全性, 具有至关重要的意义。本文将重点分析土木工程高层建筑桩基施工中的关键环节, 特别是在施工准备、沉桩技术应用、技术控制措施及施工质量提升方面, 进行详细讨论, 以期对未来高层建筑桩基施工提供宝贵的参考与指导。

1 高层建筑桩基的作用

高层建筑桩基作为支撑建筑物的关键基础, 其主要功能是将建筑物的荷载通过桩体传递至深层土壤或岩层, 从而确保建筑物的稳定性与安全性。随着高层建筑规模的持续扩大, 无法提供足够承载力的浅基础被逐步替代, 桩基有效解决了这一问题。尤其是在软弱地基或水位较高的地区, 桩基能够防止建筑物出现不均匀沉降或倾斜。桩基的

深度与形式, 依据地质条件及设计需求而定。其优势在于能够提供更大的承载能力, 并具备优异的抗震性能, 有效抵御地震、风荷载等外部冲击力。不同类型的桩基, 如钻孔灌注桩、预制桩等, 具有各自不同的适用场景与施工方法, 使得即便在复杂地质条件下, 桩基依然能确保高层建筑的安全性。桩基的广泛应用, 不仅增强了建筑结构的稳定性, 还延长了建筑物的使用寿命, 成为高层建筑项目中不可或缺的基础设施。

2 土木工程高层建筑桩基的施工要点分析

2.1 准备工作要点

2.1.1 对施工现场及周围环境进行勘测

在高层建筑桩基施工之前, 必须对施工现场及周边环境进行全面而细致的勘测, 以确保工程的安全、顺利实施及质量保证。勘测内容包括地质勘察、地下水位监测、周围建筑物的状况、交通条件以及潜在的地下管线等。地质勘察作为关键环节, 通过钻探、取样、土壤承载力测试以及土层结构分析, 土质变化、地下水位分布及土壤稳定性可被全面了解, 为桩基设计与施工方式的选择提供数据支持。在评估周边环境时, 邻近建筑物的基础类型、距离及现有结构状况必须了解, 以防止施工过程中出现的沉降或振动对周围建筑物产生不利影响。此外, 施工现场的交通

流畅性也需要评估,以确保施工机械和物资的顺利运输不受阻碍。地下管线的存在应提前进行勘察,避让措施应做好,避免施工过程中管线损坏或产生其他安全隐患^[1]。通过这一系列勘测工作,为后续施工方案的制定及桩基施工的顺利进行,坚实基础已打下。

2.1.2 编制施工方案

编制施工方案是高层建筑桩基施工中的关键步骤之一,为确保施工的安全、质量与进度提供了基础。在制定施工方案时,施工现场的实际情况及地质勘察报告需结合,对桩基的类型、规格、数量及施工方法进行详细规划。技术要求应明确,包括沉桩技术的选择、施工设备的配置、施工顺序的安排及施工人员的分工。此外,还应对施工过程中可能遇到的风险进行评估,并提前制定应对措施。针对桩基施工,选择合适的施工方法至关重要。根据不同的地质条件与工程需求,可能需要采用不同的沉桩技术,如振动沉桩、静力压桩或钻孔灌注等,方案中应具体说明每种技术的适用性及实施难度。详细的质量控制措施亦应包括,确保每个施工环节符合设计要求,并达到承载力与稳定性等关键性能指标。方案中还应对施工中的安全风险进行预判,制定相应的安全管理措施,以确保施工过程中的人员与设备安全。同时,施工工期的安排也应在方案中明确,合理规划各阶段任务,确保项目能够按时完工。

2.1.3 准备充足的机械设备

在高层建筑桩基施工中,机械设备的充分准备至关重要。多种机械设备的协调工作,通常依赖于桩机、钻机、振动锤、静压机及混凝土输送泵等。合理配置这些设备,并确保其充足准备,是保证施工顺利进行的前提条件。施工前,所有设备必须进行全面检查,确保其技术状况符合要求,能够高效完成任务,避免因设备故障导致施工延误或安全事故的发生。设备的选择应结合具体的施工方法与地质条件。例如,高功率的振动锤需要配备振动沉桩,而软土地基的桩基施工则可能更适合使用静力压桩或钻孔灌注技术,这要求准备相应的钻机与泵送设备。同时,确保施工现场设备的调度与运输畅通无阻,避免因运输延误影响施工进度。合理安排设备的使用顺序,避免设备闲置或过度负荷运行,以提高设备利用效率。操作人员的技能水平,对施工的顺利完成至关重要,必须确保他们经过专业培训,掌握设备操作技巧,且能够在工作中及时发现潜在问题。

2.1.4 放线定位

在高层建筑桩基施工中,放线定位为关键的准备工作,其精确性直接影响着桩基施工的准确性与工程质量。该工作旨在确保桩基位置及埋设深度的准确性,从而保证桩位与设计图纸的完全一致,避免由于定位误差而导致的施工偏差或桩基承载力不足。在进行放线定位之前,施工现场需进行详细的勘察,地形、地下设施及周边环境等信息必须被全面了解,为放线工作提供必要的依据。放线定位通

常采用高精度设备,如全站仪、GPS定位系统等,通过设置基准点,桩位的布局可以确保精确无误。桩基位置的标注必须与设计图纸对照,现场测量与标定后,还需与周围建筑物基础及管线进行比对,避免出现冲突或相互影响。与此同时,放线过程必须严格遵循施工规范,确保标定点的精度符合要求,必要时,复核与检查应进行,以防止人为误差影响施工质量。

2.2 土木工程高层建筑桩基施工中各类沉桩技术的运用

2.2.1 振动沉桩技术

振动沉桩技术是一种通过高频振动将桩体迅速推动至土层中的施工方法,广泛应用于高层建筑的桩基施工。该技术利用振动桩锤产生的振动波,摩擦力在桩体与土层之间被有效减少,从而使桩体能够迅速沉入预定深度。施工速度较快、噪音较低是其主要优势,且适用于大多数土壤类型,尤其在软土层中,效果尤为显著。与传统沉桩方法相比,振动沉桩技术能够有效降低桩体受力,并减少对周围环境的干扰,这一点在城市密集区域施工时,具有显著的优势。在施工过程中,振动桩锤的频率与振幅,根据土层情况可进行调整,确保其适应不同类型的土壤条件^[2]。操作时,振动强度必须由技术人员精确控制,以确保桩体的稳定性与位置精度。尽管振动沉桩技术具有较高的施工效率,但在邻近已有建筑物或地下设施等敏感区域施工时,可能需要采取降噪或其他防护措施,以保障周围环境与结构的安全。

2.2.2 静力压桩技术

静力压桩技术是一种依靠静力作用将桩体压入土层的施工方法,广泛应用于高层建筑桩基施工中。该方法的基本原理是通过专用设备施加连续压力,利用液压系统或机械装置,使桩体缓慢且稳定地达到预定深度。与振动沉桩相比,静力压桩不产生强烈的振动,故特别适用于对振动敏感的区域,如城市密集区或地下管线复杂的地带。静力压桩的优势在于能够精确控制桩体的沉降过程,尽管沉桩速度较慢,但能够确保桩基的准确位置及稳定的承载力。硬土层或粘土层中,尤其适用于此技术,且在对环境要求较为严格的场所,能够最大程度地减少对周围建筑物和设施的影响。同时,静力压桩能显著降低施工中的噪音与振动,且对周围环境的扰动较小,符合现代施工对环保的需求。尽管静力压桩设备的投资较高,且施工过程较为缓慢,但在精度要求高且必须避免振动的施工场合中,依然被视为不可替代的技术选择。

2.2.3 钻孔灌注桩技术

钻孔灌注桩技术是高层建筑桩基施工中常用的桩基施工方法,主要通过在地面钻孔并灌注混凝土形成桩体。特别适用于软土层、沉积层等不宜采用振动沉桩或静力压桩的地质条件,此方法表现出其独特的优势。施工时,根据设计要求和地质勘察结果,钻机在指定位置进行钻孔,

孔深由设计及地质条件决定。钻孔完成后,混凝土被灌注进入孔内,形成具有足够承载力的灌注桩。在钻孔过程中,为确保孔壁的稳定性,通常采用泥浆护壁或钢管护筒等技术手段,以防止孔壁的塌陷。钻孔灌注桩的显著特点在于其能够适应各种土质条件,且施工对周围环境的影响较小。尤其在市区密集或环境敏感的区域,这种技术能够有效减少振动和噪声污染。桩位的精准控制同样得以实现,保证桩体定位精度,从而确保桩基的稳定性与承载力。施工过程中,混凝土的质量控制至关重要,必须确保其符合设计要求,空洞、离析等问题必须避免,以确保桩基质量达到标准。

2.2.4 预制桩沉桩技术

预制桩沉桩技术是高层建筑桩基施工中常见的一种方法,通过将工厂生产的桩体运输至施工现场,并利用打桩机将桩体打入地下,形成基础桩。尤其适用于土质较硬且地下水位较低的区域,这一方法展现出了其独特的优势。预制桩一般采用混凝土或钢材制作,可根据不同的建筑需求选择合适的桩型,如长桩、短桩、方形桩或圆形桩等。施工速度快是其主要优势,能够在短时间内完成大量桩基施工,尤其适合于大型高层建筑项目。施工过程中,通过打桩机的强有力打击作用,预制桩被迅速插入土层,利用桩端的承载力将建筑荷载传递至深层土壤。在操作时,桩的垂直度及沉桩深度必须严格控制,以确保桩体能够达到设计要求的承载力和稳定性。施工过程中产生的震动和噪声,尤其在城市密集区域,必须特别注意控制,以避免对周围环境造成不良影响。与其他桩基技术相比,预制桩沉桩的质量可控性是另一大优点。由于桩体在工厂内生产时,能够严格按照标准化流程进行控制,现场施工中的误差得以减少^[3]。预制桩的运输、存放及施工过程相对简单,通常不受气候等外部因素的显著影响,因此具有较高的施工可靠性与适应性。

2.3 高层建筑桩基施工技术的控制

高层建筑桩基施工技术的有效控制,对于确保桩基质量及建筑物的安全至关重要。桩基施工涵盖多个环节,每一环节都必须精确管理,才能保证桩基承载建筑物荷载,并维持长期稳定。施工前,现场的地质条件必须进行详尽勘察,涵盖土层厚度、土质特性及地下水位等因素,以此确定最合适的桩型与施工方法。关键控制环节包括精确的放线定位,确保每根桩的确切位置与方向符合设计图纸。钻孔过程,同样需要严格控制,以确保孔径及深度的精确性,防止孔壁坍塌或出现偏位,进而影响桩基的承载能力。混凝土灌注时,混凝土的配合比必须控制好,确保其强度达到设计标准。同时,灌注的均匀性与连续性也需要关注,以避免冷缝或空洞的形成,这些问题会影响桩基的整体质量。对于钢筋混凝土桩,钢筋的数量、位置及保护层厚度在施工中必须确保符合设计规范,避免钢筋外露或不足,影响桩基的承载力及耐久性。此外,桩基施工质量的检测

工作不可忽视,定期进行试桩检测,对桩基的承载能力进行评估,确保每根桩都符合质量要求。一旦在施工中发现问题,应立即采取有效措施进行纠正,防止质量问题的扩大。

3 提升土木工程高层建筑桩基施工质量的有效措施

提升土木工程高层建筑桩基施工质量,需要从多个方面着手。确保计算准确性以及严格复核桩位,是至关重要的步骤。在桩基施工前,精确的地质勘察数据与科学计算必须依托,以确定桩基的合理位置与数量。在施工阶段,桩位必须进行严格复核,避免因放线不准确或位置偏差而导致工程质量问题。此外,施工前,每个环节都需要进行详细规划与风险评估,制定明确的技术指标与质量标准,以便有效预控桩基施工质量。在施工过程中,通过实时监控与检查,确保每一环节的质量满足设计要求。特别是在沉桩过程中,技术手段与设备的选择必须科学合理,施工计划应根据进展动态调整,以确保施工质量不受外界因素影响。承台设计直接关系到桩基的稳定性与承载力,因此,充分考虑土质、桩基布置及上部建筑物荷载的要求,其设计必须进行^[4]。承台在设计过程中,还需充分考虑施工中的可能变动,如桩基的实际沉降等因素,以确保设计的合理性与安全性,最终为建筑结构提供一个稳定的基础。

4 结语

土木工程高层建筑桩基施工技术的关键要点表明,桩基施工在高层建筑工程中的地位至关重要,其质量直接决定了建筑物的整体安全与稳定。在施工过程中,采用科学合理的技术方案,实施严格的施工控制,以及采取有效的质量管理措施,能够确保桩基具备足够的稳固性与承载力,从而避免潜在的安全隐患。随着技术的不断进步与施工方法的创新,桩基施工技术正朝着更高效、更精确的方向发展。为了确保建筑结构的长期安全与可靠性,未来的高层建筑桩基施工,必须不断完善施工技术与管理措施。桩基施工质量的提升、施工工艺的优化以及专业技术团队的培养,已成为高层建筑施工中不可忽视的关键任务。

【参考文献】

- [1]高歌. 土木工程高层建筑桩基施工技术要点[J]. 陶瓷, 2024, (9): 207-209.
- [2]豆巨擘, 韩健, 王哲, 等. 土木工程高层建筑桩基施工的关键技术研究[J]. 建筑机械, 2024, (4): 199-202.
- [3]武兆荣. 土木工程高层建筑桩基施工要点分析[J]. 科技资讯, 2022, 20(15): 109-111.
- [4]李辉. 土木工程高层建筑桩基施工工艺研究[J]. 现代物业(中旬刊), 2018, (7): 198.

作者简介: 王连亮(1984.6—), 男, 学历: 本科, 毕业院校: 河北建筑工程学院, 所学专业: 土木工程, 目前职称: 工程师, 目前就职单位: 衡水市建设工程质量检测中心有限责任公司。

中澳岩土工程标准中水土腐蚀性评价的差异研究

马文艳¹ 胡义生²

1. 上海津旭电力设计有限公司, 上海 200433

2. 上海电力设计院有限公司, 上海 200025

[摘要] 水土腐蚀性影响混凝土结构及结构中的钢筋、钢结构的耐久性、安全性, 对建筑、节水改造工程、地基基础施工等多方面都具有重要影响。对比中澳规范水土腐蚀性评价的异同, 理解不同国家的侧重点。

[关键词] 规范; 标准; 腐蚀性评价; 耐久性

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14527

中图分类号: TU195

文献标识码: A

Study on the Differences in Soil and Water Corrosivity Evaluation in Chinese and Australian Geotechnical Engineering Standards

MA Wenyan¹, HU Yisheng²

1. Shanghai Jinxu Electric Power Design Co., Ltd., Shanghai, 200433, China

2. Shanghai Electric Power Engineering Co., Ltd., Shanghai, 200025, China

Abstract: The corrosiveness of water and soil affects the durability and safety of concrete structures and steel bars and structures, and has important impacts on various aspects such as construction, water-saving renovation projects, and foundation construction. Compare the similarities and differences in soil erosion assessment standards between China and Australia, and understand the emphasis of different countries.

Keywords: standardization; standard; corrosion assessment; durability

引言

地下水对混凝土结构的腐蚀性评价, 对基础设计等影响重大。氢氧化物和碳酸盐中的铁、锰和钙沉淀物会阻塞排水系统, 酸度升高, 氯化物或硫酸盐浓度升高, 会导致耐久性问题。因结构的腐蚀性受外部环境、腐蚀介质、设计条件等因素的影响, 澳大利亚将水土对结构的腐蚀性判别指标列入了相关结构设计规范中, 采用暴露分级来表征, 在岩土场地勘察规范 AS 1726 中则没有相关的规定。而我国标准要求勘察阶段考虑环境类型、地层渗透性和结构浸水等因素的影响, 采用腐蚀等级来评价水土对混凝土结构、钢结构、混凝土结构中钢筋等的腐蚀性。

1 中澳标准

表 1 中澳水土腐蚀性相关技术标准

中国标准	澳大利亚标准
《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001) (2009 年版)	AS2870-2011 residential slabs and footings (住宅楼板及基础)
《混凝土结构耐久性设计标准》(GB/T 50476—2019)	AS2159-2009 piling-design and installation (桩基设计及装配)
《盐渍土地区建筑技术规范》(GB/T 50942—2014)	
《接地网土壤腐蚀性评价导则》(DL/T1554-2016)	

2 水土腐蚀性相关规定

我国涉及水土腐蚀性评判的标准很多, 本文针对几本常用评价腐蚀性规范。

2.1 适用范围

我国各规范体系基于各部门考虑到不同构筑物功能、用途、环境等条件不一而编制。澳标规范多以设计角度出发编制。

《岩土工程勘察规范》: 适用于除水利、铁路、公路、桥隧工程以外工程, 对应的《工业建筑防腐蚀设计规范》(GB 50046—2008) 适用于工业建筑物和构筑物防腐蚀设计^[1]。

《混凝土结构耐久性设计标准》: 适用范围较广, 除房屋建筑、一般构筑物外, 还涵盖城市市政基础设施工程, 如桥隧、地铁、轻轨、管道等^[2]。

《盐渍土地区建筑技术规范》: 适用于盐渍土地基^[4]。

《接地网土壤腐蚀性评价导则》: 适用于电力系统中发电厂、变电站的交流钢质接地网土壤腐蚀性评价。其他埋地金属的土壤腐蚀性评价可参照执行^[3]。

AS 2870—2011: 浅基础位于盐碱土、硫酸盐土中^[5]。

AS 2159—2009: 对混凝土桩采用相对统一的腐蚀性评价依据^[6]。

2.2 环境类型

《岩土工程勘察规范》: 环境类型为场地环境类型, 其依据气候区 (高寒区、干旱区) 及含水层渗透性 (强透

水层、弱透水层)划分为 I、II、III类^[1]。

《混凝土结构耐久性设计标准》:环境类型为混凝土结构暴露环境,按劣化机理划分为 I (一般环境)、II (冻融环境)、III (海洋氯化物环境)、IV (除冰盐等其他氯化物环境)、V (化学腐蚀环境)^[2]。

《盐渍土地区建筑技术规范》:环境类型为使用环境,按环境变化、淡水侵蚀防范划分为 A 类、B 类^[4]。

《接地网土壤腐蚀性评价导则》:规范内仅有腐蚀环境定义,未进行环境类型划分^[3]。

AS 2870—2011:主要针对盐碱土、硫酸盐土中的混凝土结构提出了评判标准,未进行环境类型划分^[5]。

AS 2159—2009:当桩基础位于水中或弃料堆时,需

要依据暴露环境条件对腐蚀性等级进行评判^[6]。

以上可看出,澳标 AS 2870—2011 偏向于含盐地基土,与我国的《盐渍土地区建筑技术规范》(GB/T 50942—2014)较为贴近;澳标 AS2159—2009 桩基础水土腐蚀性判别依据环境条件,与《混凝土结构耐久性设计标准》(GB/T 50476—2019)的 I~IV 类环境作用等级划分较为类似。

2.3 评判依据及等级划分

由上表可见,我国针对水土腐蚀性判别不同规范侧重点均不同,差异性显著。勘察规范、盐渍土规范侧重腐蚀性介质,耐久性设计标准则从结构构件所处的暴露环境条件及腐蚀性介质等多方面综合考虑,以构件所处的环境类别进行判别设计^[7]。

表2 水土腐蚀性判据及等级(中国标准)

中国标准	混凝土暴露环境类别	腐蚀对象	腐蚀判据	腐蚀性等级
岩土工程勘察规范 GB 50021—2001 (2009 年版)	依据气候、海拔、有无干湿交替及含水层渗透性划分为 I、II、III 类	混凝土结构	环境类别、硫酸盐含量、镁盐含量、铵盐含量、苛性碱含量、总矿化度、地层渗透性、PH 值、侵蚀性 CO ₂ 含量、碳酸氢根含量	微、弱、中、强
		钢筋混凝土结构中钢筋	浸水条件、氯离子含量	
		钢结构	PH 值、氧化还原电位、视电阻率、极化电流密度、质量损失	
混凝土结构耐久性设计标准 GB/T 50476—2019	I (一般环境)	配筋混凝土结构	环境条件(干燥、长期浸水、干湿交替、潮湿、露天)	I-A(轻微)、I-B(轻度)、I-C(中度)
	II (冻融环境)	混凝土结构	混凝土饱水程度、含盐环境、气候环境(微冻、严寒及寒冷)	II-C(中度)、II-D(严重)、II-E(非常严重)
	III (海洋氯化物环境)	配筋混凝土结构	环境条件(水下、土中、大气区、盐雾程度、炎热区、潮汐及浪溅区)	III-C(中度)、III-D(严重)、III-E(非常严重)、III-F(极端严重)
	IV (除冰盐等其他氯化物环境)	配筋混凝土结构	冰盐溅射程度、氯离子浓度、盐雾作用、是否干湿交替	IV-C(中度)、IV-D(严重)、IV-E(非常严重)
	V (化学腐蚀环境)	混凝土结构	环境类别(是否干旱或高寒区)、硫酸盐含量、镁盐含量、PH 值、侵蚀性 CO ₂ 含量	V-C(中度)、V-D(严重)、V-E(非常严重)
盐渍土地区建筑技术规范 GB/T 50942—2014	/	砌体结构、水泥、石灰	硫酸根含量、氯离子含量、镁盐含量、铵盐含量、总矿化度、侵蚀性 CO ₂ 含量、埋置条件(全浸、干湿交替、干燥或潮湿、有无蒸发面)、土中总含盐量、PH 值	微、弱、中、强
接地网土壤腐蚀性评价导则 DL/T 1554—2016	/	埋地金属	单指标评价(碳钢腐蚀速率、点蚀速率、土壤电阻率、氧化还原电位)、多指标评价(土壤类型、土壤状况、土壤电阻率、含水量、PH 值、总酸度、氧化还原电位、总碱度、硫化氢及硫化物、煤粉或焦炭粉、氯离子、硫酸盐总量)等	微、弱、中、强

表3 水土腐蚀性判据及等级(澳大利亚标准)

澳大利亚标准	腐蚀对象	腐蚀判据	腐蚀性等级
AS 2870—2011	盐碱土中混凝土结构	饱和萃取电导率(EC _e)	A1、A2、B1、B2
	硫酸盐土中混凝土结构	土层渗透性及地基土浸水条件、硫酸盐含量、PH 值	A1、A2、B1、B2、C1、C2
AS 2159—2009	水中的混凝土桩	海水(淹没、潮汐及浪溅)、淡水	轻微、中等、严重
	弃土堆中的混凝土桩	生活垃圾、工业废料	严重、非常严重
	土中的混凝土桩	土层渗透性及地基土浸水条件、硫酸盐含量、PH 值、氯离子含量	无侵蚀性、轻微、中等、严重、非常严重

注:(1)饱和萃取电导率(EC_e):土和水混合物的电导率,单位 ds/m。

澳大利亚标准水土腐蚀性评价统一,浅基础、深基础自结构本身出发,总结对构件较为重要的因素进行评判,勘察阶段一般仅能初步评价暴露等级,设计方案时结合构件所处环境条件、与腐蚀介质接触关系等,确定腐蚀等级进行相应设计。

2.4 腐蚀性等级量化指标

各标准对同一腐蚀性介质,量化数值存在一定差异性,下列以硫酸根离子为例证。见表4。

3 工程案例

3.1 项目概况

某变电站项目位于广西南宁兴宁区,拟建构筑物基本位于山顶,地势高抗,需判断地基土对结构的腐蚀性。勘探深度内地层主要由第四系坡残积(Q_4^{dl+el})硬塑粉质黏土;寒武系第二段(E^b)泥质粉砂岩、砂岩;寒武系第一段(E^a)泥质粉砂岩组成。勘测期间取2组土样进行易容盐分析试验,成果见表5。

表5 易容盐分析试验成果表

样品编号	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	OH ⁻	PH
T1	16.1	55.6	2336.7	266.7	102.4	0	6.2
T2	13.8	44.2	2326.2	326.2	87.8	0	5.6

3.2 腐蚀性评价差异

3.2.1 岩勘规范评价结论

根据《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)表G.0.1,土腐蚀性评价时场地环境类型可划为III类,按地层渗透性硬塑粉质黏土为B类,按对混凝土结构中钢筋的划分标准硬塑黏性土为A类,判别过程见表6。

经判别:场地地基土对混凝土结构具有弱腐蚀,对钢筋混凝土结构中的钢筋具有微腐蚀性。

3.2.2 耐久性标准评价结论

根据《混凝土结构耐久性设计标准》(GB/T 50476—2019)表7.2.1,项目区属于非干旱高寒区,按干湿交替环境评判过程见表7。

表7 场地土腐蚀性判定表

评价类型	腐蚀介质	测试值	评价标准	腐蚀等级
混凝土结构构件	SO ₄ ²⁻ (mg/kg)	2326.2~2336.7	1500~6000	V-D(严重)

经判别:弱透水地基土降低一级考虑,场地地基土对混凝土结构具有V-C(中度)腐蚀性。

3.2.3 澳大利亚标准评价结论

依据澳标AS 2159—2009表6.4.2,按场地为含盐土考虑,其评判过程见表8。

表4 土中SO₄²⁻(mg/kg)量化指标

标准名称	环境条件	腐蚀性分级					
GB50021-2001	/	微	弱	中	强	/	
	I	<300	300~750	750~2250	>2250		
	II	<450	450~2250	2250~4500	>4500		
	III	<750	750~4500	4500~9000	>9000		
GB/T50476-2019	/	轻微	轻度	中度	严重	非常严重	极端严重
	非干旱高寒区	/		300~1500	1500~6000	6000~15000	
	干旱高寒区			300~750	750~3000	3000~7500	
AS2870-2011	/	A1	A2	B1	B2	C1	C2
	强渗透地层		<5000	5000~10000	10000~20000	/	>20000
	弱渗透地层	<5000	5000~10000	10000~20000	>20000		
AS2159-2009	/	无侵蚀性	轻微	中等	严重	非常严重	/
	强渗透地层	/	<5000	5000~10000	10000~20000	>20000	
	弱渗透地层	<5000	5000~10000	10000~20000	>20000	/	

注:澳大利亚标准中离子单位ppm。1ppm=1mg/kg。

表6 场地土腐蚀性判定表

评价类型	类别	腐蚀介质	测试值	评价标准	腐蚀等级	综合评价
混凝土结构	环境类型	III	SO ₄ ²⁻ (mg/kg)	2326.2~2336.7	750~4500	弱腐蚀
			Mg ²⁺ (mg/kg)	44.2~55.6	<4500	微腐蚀
	地层渗透性	B	PH值	5.6~6.2	>5.0	微腐蚀
钢筋砼结构中的钢筋		A	Cl ⁻ (mg/kg)	266.7~326.2	<400	微腐蚀

表 8 场地土对混凝土、混凝土桩暴露分级评判表

地层渗透性	腐蚀介质	测试值	评价标准	暴露分级	
				混凝土	混凝土桩
B	SO ₄ ²⁻ (ppm)	2326.2~2336.7	<5000	A1	无侵蚀性
	PH	5.6~6.2	>5.5	A1	无侵蚀性

注：澳大利亚标准中离子单位 ppm。1ppm=1mg/kg。

经判别：场地地基土对混凝土桩不具侵蚀性。

按设计使用年限 50 年考虑，岩勘对标工业防腐设计标准，最低混凝土强度 C30，混凝土保护层最小厚度 30mm（面形构件）、35mm（条形构件）、50mm（基础及其他）；耐久性标准最低混凝土强度 C40，混凝土保护层最小厚度 35mm（面形构件）、40mm（条形构件）；澳洲标准基础 f_c （混凝土最小设计强度）=20MPa、现浇桩 f_c =25MPa、预制及预应力桩 f_c =50MPa，混凝土保护层最小厚度 40mm（基础）、45mm（现浇桩）、20mm（预制及预应力桩）。

4 结论及建议

我国各规范对环境类型、作用等级、腐蚀性等级划分标准不一，腐蚀性分级界限数值也有所差异，各专业侧重于各自的专业进行量化评价，导致当腐蚀环境越严重时，同一场区不同规范评判结论差异越大，设计差异越大^[8]。

澳标对混凝土结构腐蚀性的考虑不仅仅局限在勘察时获得的试验指标上，同时强调全生命周期内的腐蚀条件变化。相对来讲，以浅基础、深基础两个方面，统一评判标准，简洁实用。但相对于我国各行各业的腐蚀性评判条件来讲，较为简单粗暴。

随着国家“一带一路”战略的推进，应该不仅局限于“走出去”战略，首先我国各专业自身应打破壁垒，将各

专业融合，建立一套以耐久性设计为理念、完整统一的水土腐蚀性评价标准。以耐久性设计标准为基础，多以设计角度出发，完善腐蚀性判据及等级划分，将勘察、设计规范协调统一。

【参考文献】

- [1]GB50021-2001(2009 年版)岩土工程勘察规范[S]北京：中国建筑工业出版社,2009.
 - [2]GB/T50476-2019 混凝土结构耐久性设计标准[S]北京：中国建筑工业出版社,2019.
 - [3]DL/T1554-2016 接地网土壤腐蚀性评价导则[S]北京：中国电力出版社,2016.
 - [4]GB/T50942-2014 盐渍土地区建筑技术规范[S]北京：中国计划出版社,2014.
 - [5]AS2870-2011 residential slabs and footings.Published by SAI Global[S]. Limited under licence from Standard Australia Limited.
 - [6]AS2159-2009 piling-design and installation.Published by SAI Global[S].Limited under licence from Standard Australia Limited.
 - [7]李飏,曹益明.不同规范对地下水腐蚀性评价的异同及应用[J].地质环境,2016(1):1.
 - [8]李清明,黄蜀红.耐久性设计下水土腐蚀性评价体系的一种解决方案[J].工程地质学报,2016(1):1.
- 作者简介：马文艳（1986.7—），女，毕业院校：长安大学，学历：硕士，专业：地质工程，目前就职单位：上海津旭电力设计有限公司，职位：项目经理，目前职称：工程师。

公路沥青路面施工工艺与质量控制措施

林 果

金华市天平交通工程试验检测咨询有限公司, 浙江 金华 321000

[摘要]近年来,随着我国经济的持续增长与城市化进程的加速,公路建设面临着前所未有的压力。高速公路、城市道路以及乡村道路的建设与改造任务愈加繁重,而道路质量问题,尤其是沥青路面的质量已成为制约道路功能发挥的关键因素。因优良的行车舒适性、防滑性、抗震性及经济性,沥青路面被广泛应用于各类公路建设中。但实际使用中,沥青路面常常受到交通荷载、气候变化以及材料老化等因素的影响,从而导致车辙、裂缝、坑洞、沉降等质量问题的出现,这些问题不仅危及驾驶安全,还增加了养护与修复的经济负担。为此,科学的施工工艺与严格的质量控制显得尤为重要。随着新材料与新技术的不断引入,沥青路面施工的质量控制措施逐步得以完善,推动了道路建设行业的可持续发展。

[关键词] 沥青路面; 施工工艺; 质量控制

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14524

中图分类号: U416.217

文献标识码: A

Construction Technology and Quality Control Measures for Asphalt Pavement on Highways

LIN Guo

Jinhua Tianping Traffic Engineering Testing and Inspection Consulting Co., Ltd., Jinhua, Zhejiang, 321000, China

Abstract: In recent years, with the sustained growth of Chinese economy and the acceleration of urbanization, highway construction is facing unprecedented pressure. The construction and renovation tasks of highways, urban roads, and rural roads are becoming increasingly heavy, and road quality issues, especially the quality of asphalt pavement, have become a key factor restricting the performance of road functions. Due to its excellent driving comfort, slip resistance, earthquake resistance, and economy, asphalt pavement is widely used in various types of highway construction. However, in practical use, asphalt pavement is often affected by factors such as traffic loads, climate change, and material aging, leading to quality problems such as ruts, cracks, potholes, and settlement. These problems not only endanger driving safety but also increase the economic burden of maintenance and repair. Therefore, scientific construction techniques and strict quality control are particularly important. With the continuous introduction of new materials and technologies, the quality control measures for asphalt pavement construction have gradually been improved, promoting the sustainable development of the road construction industry.

Keywords: asphalt pavement; construction technology; quality control

引言

公路沥青路面是现代交通运输系统的重要组成部分,施工质量直接影响道路的安全性、舒适性及耐久性。随着交通流量的增加及运输需求的多样化,沥青路面在承受重型交通负荷、应对各种气候变化及长期使用过程中所展现出的性能,已成为公路建设与维护中的关键问题。为了确保沥青路面能够在极端气候条件与高强度交通压力下保持良好的功能,必须在设计、施工及质量控制等方面采取严格的管理措施。深入分析公路沥青路面的施工工艺及质量控制措施,为相关从业人员提供理论支持与实践指导,推动沥青路面质量管理水平的提升。

1 公路沥青路面质量控制的必要性

公路沥青路面的质量对道路的使用寿命、安全性及舒适性具有至关重要的影响。优质的沥青路面能够有效承受交通荷载,保持路面平整与稳定减少后期的维护成本,同时保障车辆行驶的平稳与安全。质量不达标的沥青路面易出现车辙、裂缝、沉降及松散等问题,从而加速路面损坏

带来高额的修复费用。特别是在交通繁忙的高速公路或城市主干道,路面的质量直接影响交通流畅性与驾驶体验。通过严格的质量控制措施,公路的长期稳定运行不仅得到保证,而且为社会经济发展提供了坚实的基础,从而降低了潜在的安全隐患及经济损失。

2 公路沥青路面施工工艺

2.1 沥青混合料配比设计

沥青混合料的配比设计在公路沥青路面施工中占据着核心地位,直接决定了路面的强度、耐久性以及使用寿命。设计的首要目标是确保沥青混合料能够满足工程性能要求,并能够适应施工环境及交通荷载的变化,关键的选择是合适的沥青与骨料类型。沥青的粘度、软化点及低温性能等技术指标,需结合路面所在区域的气候条件与交通强度来确定,骨料的级配则需要精准设计,综合考虑路面的承载能力、抗压强度与抗滑性能等多方面因素。为了确保混合料的优异性能,配比设计还需考虑沥青与骨料的最佳比例,这一比例关系不仅直接影响路面的密实度,还对

路面的抗水损性与抗裂性产生重要影响,通过试验,最佳沥青含量能够确定,确保材料强度的同时,避免沥青含量过高或过低所带来的负面影响,骨料的粒径、针片状含量与黏附性等特性,在设计过程中也占有重要地位。合理的骨料级配,能够提升混合料的密实性与稳定性。

2.2 摊铺工艺

摊铺工艺在公路沥青路面施工中占据着至关重要的地位,其质量直接影响到路面的平整度、密实度及整体性能,该工艺的主要目标是将沥青混合料均匀铺设至设计厚度,同时确保路面平整,为后续的碾压作业奠定基础。在摊铺过程中,摊铺温度的控制至关重要,它能够确保沥青混合料保持良好的流动性与粘结性,若温度过高或过低摊铺效果将受到严重影响,因此必须严格控制温度在适宜范围内。在摊铺过程中,摊铺机的运行速度、摊铺宽度以及摊铺厚度都需要精准控制,以确保沥青混合料的均匀铺设。刮板与料斗应保持清洁,以避免杂质或不均匀的材料影响路面的平整度,操作人员还需根据现场情况,灵活调整摊铺机的倾斜角度,从而确保摊铺层的平整度符合设计要求。摊铺工作完成后,沥青混合料应迅速进入碾压阶段。此时,必须保持适宜的温度,避免沥青过早冷却,以确保碾压过程中能够达到所需的密实度。通过精确控制摊铺工艺,结合合理的施工环境与设备调配能够有效提升路面质量,减少裂缝与波浪等问题,从而确保路面在长期使用过程中的稳定性与安全性。

2.3 碾压工艺

碾压工艺在公路沥青路面施工中占据着核心地位,其质量直接决定了路面的密实度、稳定性及使用寿命。通过压实沥青混合料,碾压的主要目标是确保其形成均匀紧密的结构,从而提高路面的承载力与抗裂性能。温度控制在这一过程中尤为关键,过高或过低的温度都会影响沥青的粘结性与压实效果,因此,必须保持在适宜的温度范围内以确保碾压效果最佳。在初压阶段,使用双钢轮压路机静压的方式,主要目的使沥青混合料平整稳定并实现路面初步密实。此时,碾压速度较慢,以确保混合料的初步密实度与平整度。进入复压阶段时,碾压速度逐渐提高,双钢轮压路机振动反复碾压或胶轮压路机揉搓反复碾压,进一步增加密实度。终压阶段,压路机以较高速度与适中压力进行碾压,确保路面平整无波浪或轮迹现象。在碾压过程中,操作人员需要根据现场实际情况,实时调整碾压机的行驶速度、碾压遍数及施加振动压力,以确保路面均匀密实,特别需要关注碾压接缝处与路面边缘的碾压效果,避免出现局部不均匀的压实。合理的碾压工艺不仅能有效提升路面强度与耐久性,还能减少因温差或交通荷载引起的裂缝与变形,从而确保路面在长期使用中的稳定性与安全性。

2.4 施工缝处理工艺

施工缝处理在公路沥青路面施工中发挥着至关重要

的作用。合理的施工缝处理不仅能提升路面的整体性能,还能有效延长其使用寿命,施工缝通常出现在不同摊铺段之间,若处理不当容易成为裂缝或渗水的源头。因此,合理的处理流程应从确保缝口清洁开始。在施工过程中,施工缝往往因温度变化或设备停工而形成,因此必须清除缝隙中的杂物、油污及旧沥青混合料的残留物,从而保证缝口干净并具有适当的粗糙度。清理完成后,接缝面需要进行适当的预处理,乳化沥青或专用粘结剂等材料常被用以增强新旧沥青层之间的粘结力,防止水分渗透。粘结材料的温度必须保持在适宜的范围内,确保良好的渗透性与粘附性。在随后的摊铺过程中,摊铺机应在施工缝的两侧进行精准控制,避免接缝出现不均现象,如过高或过低。施工缝的处理还应特别关注碾压过程,确保接缝处能够被充分压实,在碾压时应特别留意缝隙周围区域,通过多次碾压使施工缝与周围路面层紧密结合。这些精细的施工缝处理工艺不仅能有效避免施工缝成为路面老化、裂缝扩展的薄弱环节,还能显著增强路面的耐久性与稳定性。

3 公路沥青路面质量控制措施

3.1 工程材料的质量控制

工程材料的质量控制是保障公路沥青路面施工质量的基础环节。沥青材料与骨料的选择尤为关键,设计规范与标准必须严格遵循进行筛选。路面的耐久性与抗裂性,尤其在温差变化较大的地区直接受到沥青质量的影响,沥青的低温柔性与抗裂性显得尤为重要,除了选用符合技术要求的沥青类型外,沥青的粘度、针入度、软化点、延度等指标还需通过试验验证,以确保在使用中的稳定性。骨料的质量也应严格控制,必须选用符合设计级配要求的材料,骨料的粒径、针片状含量及黏附性等因素,都会影响混合料的密实度与稳定性。为增强骨料的抗压强度与抗磨损性,优先选择抗压性强、颗粒坚硬的骨料应为首选。在交通荷载较重的区域,骨料压碎值与磨光值的检测必须加强,以确保能够承受长期的交通冲击与摩擦。全面的工程材料质量控制应贯穿施工的每一个阶段,从材料进场验收到使用过程中的实时监测都必须严格执行,确保每批材料均符合设计要求。定期的材料抽检,及时处理与更换不合格材料,能够有效避免因材料质量问题造成的施工隐患。

3.2 沥青混合料温度与质量控制

沥青混合料的温度控制在公路沥青路面施工中起着至关重要的作用,施工质量及其长期使用性能直接受到其影响。在摊铺过程中,沥青混合料必须保持在合适的温度范围内,确保流动性与粘结性。一般而言,普通沥青混合料最佳的摊铺温度应维持在 135℃至 150℃之间,改性沥青混合料最佳的摊铺温度应维持在 160℃至 180℃之间,这样不仅能保证混合料的适当流动性,还能确保碾压过程中达到最佳密实度。当温度过低时,沥青混合料变得过于粘稠,摊铺过程中不均匀现象容易发生,压实效果差进而

导致路面强度不足,容易产生松散。反之,温度过高则使沥青粘度降低,甚至可能使沥青发生老化。为避免这些问题的发生,必须精确控制每一批混合料的生产温度,确保在运输及摊铺过程中,混合料的温度始终保持在合理范围内。温度控制不仅仅限于摊铺阶段,运输阶段同样需要密切监控,运输车辆必须具备良好的保温性能,以防止混合料在运输过程中温度快速下降,现场的温度监测设备应定期检查,确保其精确性与稳定性。

3.3 路面平整度与压实度控制

路面平整度与压实度是公路沥青路面质量评估的两个关键指标,它们直接关系到路面的使用性能与行车舒适性。平整度的控制要求确保路面表面平顺、均匀,避免出现波浪或明显的凹凸不平现象^[1]。为实现这一目标,摊铺过程中必须精准调整摊铺机的运行速度与摊铺厚度,通过调节摊铺机的高度与倾斜角度来保证路面平整性。操作人员还应特别关注温度变化,过高或过低的温度将影响沥青混合料的平整性与压实效果。压实度是另一个至关重要的质量指标,它直接决定了路面的密实性与承载力,不达标的压实度易导致沥青路面在使用过程中产生路面松散或沉降,进而影响路面的使用寿命与安全性。为确保压实度达标,摊铺完成后应立即进行碾压,且碾压过程应分为多个阶段:初压、复压与终压。初压阶段采用静压与较慢速度,以确保混合料的初步压实;复压阶段通过提高压路机振动频率或胶轮压路机的反复揉搓碾压来促进路面的均匀密实;终压阶段则要求在适当的速度与压力下,确保整个路面的均匀性与高密实度。为确保平整度与压实度达到高标准,施工团队与设备需紧密配合,施工人员应定期检查测量工具的精确性,确保每个施工阶段的质量控制到位。

3.4 沥青路面的防水性与耐久性控制

沥青路面的防水性与耐久性控制是确保路面长期稳定性并降低维修成本的关键措施。尽管沥青本身具有一定的防水特性,但防水效果需要通过精细的施工控制与科学设计的优化来进一步提升。为增强防水性能,必须选用适宜的沥青混合料,确保渗水系数能够符合设计要求。在施工过程中,混合料的摊铺温度、厚度及碾压压实度等因素对防水性能有着重要影响。如果混合料在高温摊铺后冷却不均匀容易产生微裂缝,从而削弱防水层的完整性^[2]。因此,温度控制必须严格,确保各层均匀密实,避免出现裂缝或空隙。在耐久性方面,沥青路面的设计与施工必须考虑温度变化、紫外线照射及雨水侵蚀等多种环境因素,沥青的抗老化性能与抗氧化性直接决定了耐久性。为提高耐久性,可选用改性沥青或添加抗老化剂,以增强其抗紫外线及抗高温的能力,合理设计排水系统同样至关重要,有助于确保雨水能够迅速排除,减少水分在路面上的滞留,

从而减少因水分侵蚀所造成的损害。通过科学的施工工艺与合理的材料选择,不仅能够有效降低水分、温度变化等因素对路面的破坏,还能显著提升路面的整体稳定性与长期使用效果,确保沥青路面的防水性与耐久性。

3.5 弱点部位的检测与修复

尽管沥青路面施工完成后通常已达到设计要求,某些区域可能仍存在薄弱环节。若这些问题未得到及时检测与修复,可能会对路面的使用寿命及行车安全产生影响。因此,在质量控制中,弱点部位的检测与修复占据着至关重要的位置。常见的弱点部位包括裂缝、沉降、离析及松散现象,通常出现在路面接缝、交界处或负荷较大的区域^[3]。施工完成后,全面检测路面质量是必须的,常用的检测手段包括目视检查、路面平整度仪、激光扫描技术及钻芯取样等,这些方法能够迅速发现路面表面细小的裂缝或潜在的结构问题。发现弱点部位后必须立即采取修复措施,常用的修复方法包括裂缝修补、局部加铺沥青层或对部分路面结构进行补强或更换。裂缝修补通常采用灌缝技术,使用专门的修补材料进行填充,避免水分渗入及裂缝进一步扩大。对于沉降、离析或松散部位,可通过铣刨处理去除松动的表层,重新摊铺新的沥青混合料。在高负荷区域,特别是在路面交汇处或交通繁忙的地段,这些弱点部位需得到特别关注,以确保修复后的区域具备足够的强度与稳定性。修复工作必须选用合适的材料,并严格把控施工工艺,确保修复后的路面质量与原路面一致。

4 结语

公路沥青路面的施工工艺及质量控制措施,是确保道路长期安全、舒适与高效运行的关键因素,通过应用科学的施工技术、加强质量管理,以及及时检测与修复弱点部位,路面的使用寿命能够有效提升,维护成本得以降低,道路的承载力及抗损耗能力也随之增强。随着交通需求的不断增长,公路沥青路面施工质量与管理水平的提高,已成为道路工程发展的重要方向。随着技术的不断进步与管理理念的创新,未来公路沥青路面的质量控制将变得更加精细化与系统化,从而为社会提供更加安全、经济及环保的交通基础设施。

【参考文献】

- [1] 杨彦鹏. 沥青路面公路施工技术与质量控制措施[J]. 运输经理世界, 2023(22): 13-15.
 - [2] 马临平. 沥青路面公路施工技术与质量控制措施分析[J]. 运输经理世界, 2022(9): 16-18.
 - [3] 徐亚芳. 沥青路面公路施工技术与质量控制措施分析[J]. 居舍, 2021(5): 66-67.
- 作者简介: 林果(1992.3—), 男, 职称: 工程师, 籍贯: 浙江武义。

空调通风 CFD 模拟在实际工程项目中的应用

尹 鹏

中国建筑科学研究院有限公司, 北京 100013

[摘要]越来越多的城市建筑朝着科技化和现代化的方向发展,从而衍生出了许多大空间建筑,其在空间组织和设计方面具有独特的使用特性和表现效果,已经逐渐发展成为城市建筑设计的热点内容。因此在进行大空间建筑设计过程中,要注重空间组织与周围环境的协调作用,从而更好地提升设计美学效果,高大空间的室内气流组织是空调系统设计重点,直接影响到人在室内的舒适度,以及整个空间的使用品质。其中 CFD 可以预测仿真通风空调空间的气流分布情况,能考虑室内各种可能的内扰、边界条件和初始条件,能全面地反映室内气流分布情况,从而发现最优的气流组织方案,以指导设计,使其达到良好的通风空调效果。有助于降低建筑能耗,节省运行费用。

[关键词]舒适度;气流分布;气流组织;空调效果;建筑能耗;运行费用

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14536

中图分类号: TU831.3

文献标识码: A

Application of CFD Simulation of Air Conditioning and Ventilation in Practical Engineering Projects

YIN Peng

China Academy of Building Research Co., Ltd., Beijing, 100013, China

Abstract: More and more urban buildings are developing towards technology and modernization, which has led to the emergence of many large space buildings. They have unique usage characteristics and performance effects in spatial organization and design, and have gradually become a hot topic in urban architectural design. Therefore, in the process of designing large space buildings, attention should be paid to the coordination between spatial organization and the surrounding environment, in order to better enhance the aesthetic effect of the design. The indoor airflow organization of tall spaces is a key focus of air conditioning system design, which directly affects the comfort of people indoors and the overall quality of space use. CFD can predict the airflow distribution in simulated ventilation and air conditioning spaces, taking into account various possible indoor disturbances, boundary conditions, and initial conditions, which can comprehensively reflect the indoor airflow distribution and discover the optimal airflow organization scheme to guide design and achieve good ventilation and air conditioning effects, which helps to reduce building energy consumption and save operating costs.

Keywords: comfort; airflow distribution; airflow organization; air conditioning effect; building energy consumption; operating costs

1 CFD 模拟有以下四个方面的应用

1.1 通风空调房间气流组织设计

CFD 可以预测仿真通风空调空间的气流分布情况,能考虑室内各种可能的内扰、边界条件和初始条件,能全面地反映室内气流分布情况,从而发现最优的气流组织方案,以指导设计,使其达到良好的通风空调效果。

1.2 建筑外环境分析设计

建筑外环境对建筑内部居住者的生活有重要的影响,建筑小区二次风、小区热环境等问题日益受到人们的关注。采用 CFD 可以方便地对建筑外环境进行模拟分析,从而设计出合理的建筑风环境。通过模拟建筑外环境的风流动情况,还可进一步指导建筑内的自然通风设计等。

1.3 室内空气品质研究

利用 CFD 技术研究室内空气品质问题,主要是通过模拟得到室内各个位置的风速、温度、相对湿度、污染物浓度等参数,从而评价通风换气效率、热舒适和污染物排除效率等。

1.4 建筑设备性能的研究改进

暖通空调工程的许多设备,如风机、蓄冰槽、空调器等,都是通过流体工质而工作的,流动情况对设备性能有着重要的影响。通过 CFD 模拟计算设备内部的流体流动情况,可以研究设备性能,从而改进其工作,降低建筑能耗,节省运行费用。

2 工程背景及负荷特点

2.1 工程背景

项目名称: 扬子江国际会议中心。

建设地点: 江北新区核心区,位于纬三路隧道西侧,滨江大道南侧,长江防洪堤外侧,滨江风光带东侧,与鼓楼区隔江相望。

规划总用地面积: 87388.98m²。

总建筑面积: 186320m²。

其中地上建筑面积: 131170m²;地下建筑面积: 55150m²。

建筑主要功能: 会议及展览中心、酒店。

会议及展览中心: 包含 3000m²的主会场、2700m²主宴

会厅、9000m²展厅。

酒店客房：自然间 377 间（钥匙间 330 间）。

建筑类别：单层公共建筑（展览厅）及高层民用公共建筑（会议中心及酒店）。

2.2 CFD 仿真过程的主要步骤

CFD (Computational Fluid Dynamics) 仿真是一种通过计算流体的数值模拟方法来研究流体力学问题的技术。它能够精确地预测流体的物理行为，并在实际应用中发挥重要作用。本文将介绍 CFD 仿真过程的主要步骤，以帮助读者了解该技术的基本原理和应用。

第一步：建立几何模型。

CFD 仿真的第一步是建立几何模型。在进行仿真前，需要收集实际问题的相关数据，并据此创建一个三维几何模型。这可以通过计算机辅助设计（CAD）软件或其他三维建模软件完成。建立几何模型时需要考虑问题的尺寸、形状和边界条件等因素。

第二步：离散网格生成。

离散化是 CFD 仿真的关键步骤之一。在此步骤中，需要将连续流体域分割成离散网格。这些网格通常是由简单的几何形状（如立方体或六面体）构成的。离散网格的精度和分辨率将直接影响到仿真结果的准确性。

第三步：物理建模与边界条件设定。

在进行 CFD 仿真之前，需要选择适当的物理模型和设定边界条件。物理模型可以是基于连续介质力学的 Navier-Stokes 方程，也可以是基于稀薄气体动力学的 Boltzmann 方程等。边界条件包括入口和出口条件、壁面条件、对称条件等。物理建模和边界条件的选择将决定仿真的结果和准确性。

第四步：数值求解。

在 CFD 仿真中，需要使用数值方法对所选的物理模型进行求解。常用的数值方法包括有限差分法、有限元法和有限体积法等。这些方法将选择的物理模型转化为离散形式的数值模型，并使用迭代算法来求解流体问题。

第五步：边界条件调整和预处理。

在进行数值求解之前，通常需要对网格进行预处理，以提高计算效率和准确性。此外，边界条件和物理模型也需要进行调整和验证，以确保仿真结果的合理性。

第六步：数值模拟和结果分析。

在对 CFD 仿真进行数值求解之后，可以开始进行数值模拟和结果分析。通过对仿真结果的可视化和定量分析，可以了解流体的流动特性、压力分布、速度场等信息。这对于解决实际问题、优化设计和改进工艺具有重要意义。

第七步：结果验证和模型修正。

CFD 仿真结果的准确性是评估模型和算法性能的重要指标。因此，在完成仿真分析之后，还需要对结果进行验证。这可以通过实验数据的对比或与现有理论模型的对比来实现。

本项目采用的湍流模型为室内 0 方程模型。与目前工程中应用最多的标准 k-ε 模型相比，室内 0 方程模型通过修正湍流黏度，考虑了平均流动中的旋转及旋流流动情况，同时在 ε 方程中增加了一项，从而反映了主流的时均应变率 E_{ij} ，因此在风工程计算中具有更高的精度。

重点模拟区域：中央走廊，详见图 1。

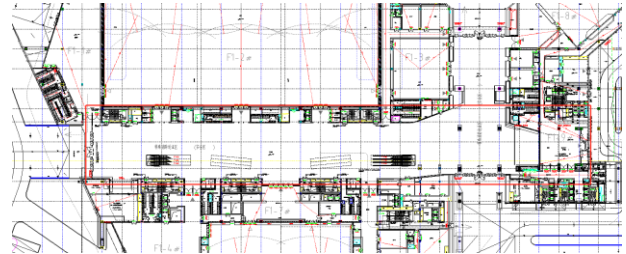


图 1 中央走廊建筑平面图

边界条件及外围护结构参数，详见表 1、表 2。

表 1 边界条件

边界	夏季	冬季
室外干球温度/℃	34.8	-4.1
室外湿球温度/℃	28.1	-5.2
人员负荷	10m ² /人，轻度劳动，显热 56kcal/h，散湿 102g/h	/
设备负荷 W/m ²	40	/
照明负荷 W/m ²	20	/

夏季室内干球温度设计要求：≤25℃；

冬季室内干球温度设计要求：≥20℃。

太阳辐射：夏季制冷工况选取 8 月 1 日下午 2:00 进行计算，冬季不考虑太阳辐射影响。

表 2 外围护结构参数

序号	部位	传热系数	综合太阳得热系数
1	屋顶	0.31	
2	外墙	0.47	
3	玻璃幕墙	1.9	0.27

地暖：进门处考虑 10m 进深敷设，地面散热温度 28℃。

模拟结果：

夏季送风温度：16℃/18.26℃；

冬季送风温度：22.64℃/22.06℃。

具体的几何模型（见图 2）及不同位置、不同类型风口流线图见图 3～图 14。

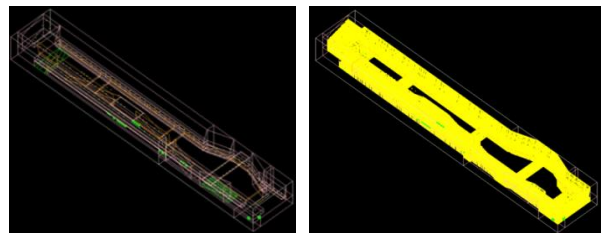


图 2 几何模型

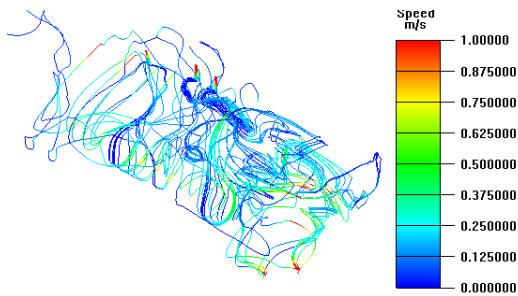


图3 一层气流组织典型百叶风口流线图

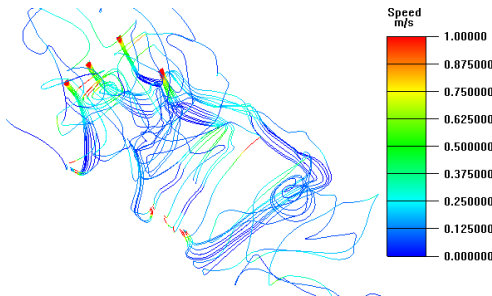


图4 一层气流组织典型条形风口流线图

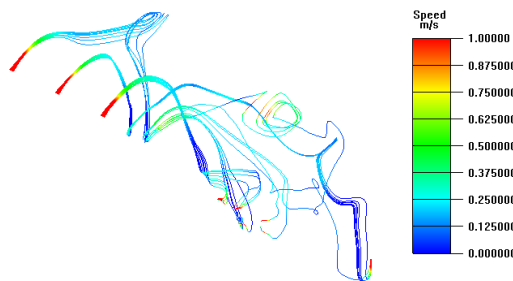


图5 一层气流组织典型鼓型风口流线图

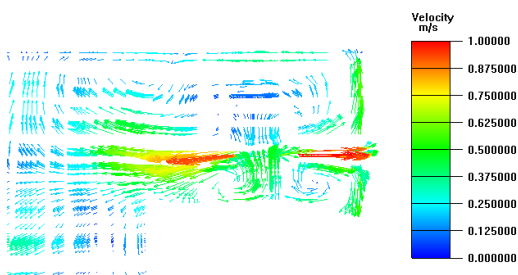


图6 东侧二层鼓型风口矢量图

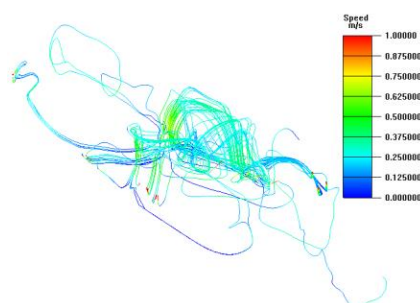


图7 二层典型百叶风口流线图

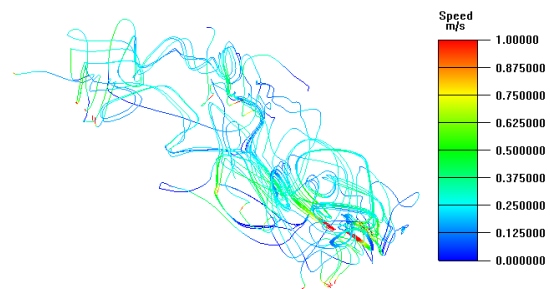


图8 东侧二层鼓型风口流线图

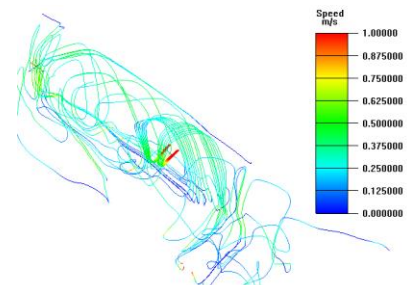


图9 二层典型侧送风鼓型风口流线图

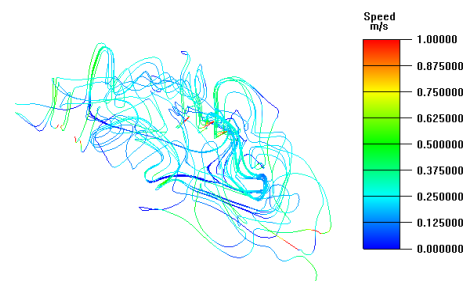


图10 三层典型侧送风鼓型风口流线图

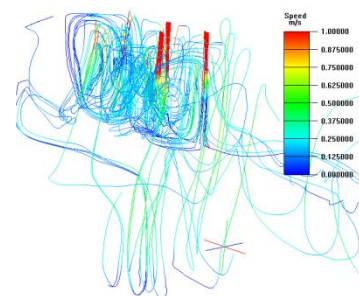


图11 三层典型鼓型风口流线图

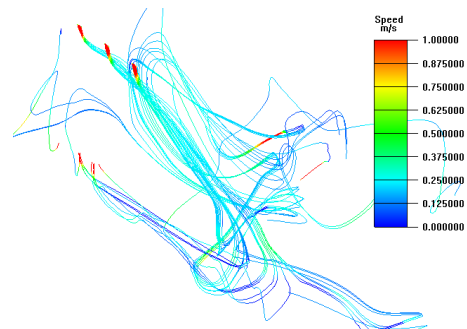


图12 三层典型下送百叶风口流线图

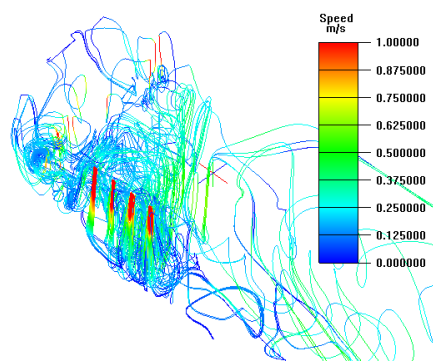


图 13 三层典型格栅风口流线图

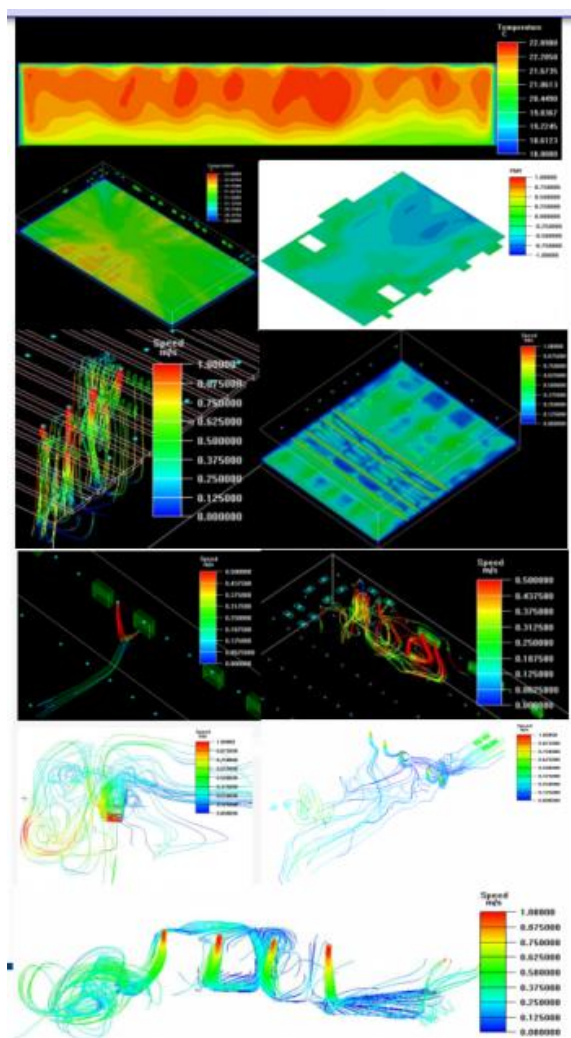


图 14 模拟结果汇总

设计方案模拟结论:

夏季工况风速场比较均匀,无明显吹风感,无通风死角;温度场分布较均匀,平均温度分别为一层 21.9℃,二层 21.4℃,三层 23.1℃,满足设计要求 25℃以下;舒适度满足 GB/T50785-2012 中 I 级标准;冬季工况风速场比较均匀,无明显吹风感,无通风死角;温度场分布较均

匀,平均温度分别为一层 19.9℃,二层 20.4℃,三层 20.8℃,温度基本满足设计要求;舒适度满足 GB/T50785-2012 中 I 级标准;

最终方案模拟结论:

从室内热舒适性来看,1m、1.5m 高度平面,整体均满足《民用建筑室内热湿环境评价标准》GB/T50785-2012 中 I 级标准,即 $PPD < 10\%$, $-0.5 \leq PMV < +0.5$ 的要求。

从温度场来看,1m、1.5m 高度平面,满足夏季 $\leq 25^\circ\text{C}$,冬季基本满足 $\geq 20^\circ\text{C}$ 的设计要求(1 层平面偏差 0.1℃)。

从风速场来看,1m、1.5m 高度平面无通风死角,无明显吹风感。

问题汇总:

温度不满足设计要求问题:

- (1) 冬季温度分层明显,热空气聚集在室内空间上方,使用平面温度达不到设计要求;
- (2) 冬季侧送风气流受热压影响上卷,导致气流到达使用平面时温度达不到换热需求;
- (3) 部分回风口位置存在短路现象,导致部分送风未来得及与室内换热即排出室外,导致换热量小于设计值;
- (4) 温度分区明显,部分区域冷/热量未达到设计需求覆盖区域。

温度不均匀问题:

- (1) 季侧送风气流受热压影响上卷,导致横向射程不能覆盖使用区域;
- (2) 受建筑形状、不同区域连通方式等因素影响,送风存在不同区域掺混问题,导致局部温度换热效果较差;
- (3) 受精装影响,风口不能均匀布置,导致部分区域换热效果较差;
- (4) 回风/排风口位置导致短路现象,局部送风与其他区域存在较大差异。

气流组织短路问题:

- (1) 回/排风口位置在送风流线上(送风位置或送风角度设置与回/排风口位置布置),导致气流未经换热直接排出室内;
- (2) 回风口尺寸受限,导致风口压差过高,部分送风被卷入回风口;
- (3) 不同风口送风耦合,导致气流方向改变,在近回/排风口位置短路。

局部风速过高或存在死区问题:

- (1) 不同风口送风耦合,速度变大,导致使用平面风速过高;
- (2) 风口射程过高,调整送风角度,导致使用平面风速过高;
- (3) 风口尺寸受限,长宽比过大,导致形成风幕效应,导致风口正下方风速过高,两排风口之间存在死区问题。

各空间优化结果:中央通廊室内空调参数见表 3。

表 3 中央通廊室内空调参数汇总表

	模拟参数		夏季		冬季	
			范围	均值	范围	均值
一层	风速, m/s	1.5m 平面(站姿)	0.03~0.25	0.138	0.03~0.31	0.158
	温度, °C	1.5m 平面(站姿)	19.8~23.7	21.9	19~23	19.9
	PMV	1.5m 平面(站姿)	-0.39~0.5	0.0707	-0.143~-0.45	0.16
	PPD, %	1.5m 平面(站姿)	5.13~12.5	7.43	3.7~10.86	5.99
二层	风速, m/s	1.5m 平面(站姿)	0.03~0.5	0.171	0.03~0.45	0.2
	温度, °C	1.5m 平面(站姿)	19.4~24.3	21.4	19.2~21.8	20.4
	PMV	1.5m 平面(站姿)	-0.39~0.5	0.0707	-0.32~-0.27	0.002
	PPD, %	1.5m 平面(站姿)	3.9~11.5	7.46	4.2~11.24	8.12
三层	风速, m/s	1.5m 平面(站姿)	0.03~0.35	0.147	0.03~0.37	0.155
	温度, °C	1.5m 平面(站姿)	20.8~24.3	23.1	19.7~21.2	20.8
	PMV	1.5m 平面(站姿)	-0.27~0.5	0.261	-0.06~0.3	0.089
	PPD, %	1.5m 平面(站姿)	5~13.3	7.71	5~9.38	6.86

3 结论

CFD 仿真是一种强大的工具,能够帮助工程师和研究人员解决复杂的流体力学问题。本文介绍了 CFD 仿真过程中的主要步骤,包括建立几何模型、离散网格生成、物理建模与边界条件设定、数值求解、边界条件调整和预处理、数值模拟和结果分析以及结果验证和模型修正等。通过深入了解这些步骤,读者可以更好地理解 CFD 仿真的原理和应用,并能够在实际工作中有效地运用这一技术。

[参考文献]

- [1] 龚光彩. CFD 技术在暖通空调制冷工程中的应用[J]. 暖通空调, 2012, 29(6): 25-27.
- [2] Flake K K, 潭洪卫. 空调设计中的 CFD 应用[J]. 现代空调, 2011(1): 45-48.
- [3] 董玉平. 高大空间建筑空调系统 CFD 模拟[D]. 天津: 天津大学, 2013.
- 作者简介: 尹鹏 (1983.6—), 男, 汉, 学历: 本科, 专业: 建筑环境与设备工程, 研究方向: 空调通风。

回弹法在建筑混凝土主体结构检测中应用

尹伟成

衡水市建设工程质量检测中心有限责任公司, 河北 衡水 053000

[摘要]在建筑工程质量控制中,混凝土主体结构的检测占据着至关重要的位置,其对建筑物整体安全性与耐久性的影响不容忽视。被广泛应用的回弹法,因操作便捷、成本低廉而备受推崇。然而,这一方法的局限性也逐渐显现,仅基于表面硬度的检测方式,难以全面反映混凝土整体强度。尤其是在环境条件复杂或混凝土表面状态不佳时,检测结果可能会出现偏差。为了更好地适应工程实际需求,不仅需要在回弹法应用策略上进行优化,其与其他检测技术的结合也亟需研究。只有通过多方面的改进,回弹法才能更充分地发挥其在工程检测中的作用,为行业发展提供技术支持和理论依据。

[关键词]回弹法、混凝土主体结构、检测、应用价值、局限性、策略

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14538

中图分类号: X830

文献标识码: A

Application of Rebound Method in the Inspection of Concrete Main Structures in Buildings

YIN Weicheng

Hengshui Construction Engineering Quality Testing Center Co., Ltd., Hengshui, Hebei, 053000, China

Abstract: In the quality control of construction projects, the detection of concrete main structures plays a crucial role, and its impact on the overall safety and durability of buildings cannot be ignored. The widely used rebound method is highly praised for its convenient operation and low cost. However, the limitations of this method have gradually become apparent, as the detection method based solely on surface hardness is difficult to fully reflect the overall strength of concrete. Especially in complex environmental conditions or poor surface condition of concrete, there may be deviations in the detection results. In order to better adapt to the practical needs of engineering, it is not only necessary to optimize the application strategy of rebound method, but also urgently need to study its combination with other detection technologies. Only through various improvements can the rebound method fully play its role in engineering testing and provide technical support and theoretical basis for industry development.

Keywords: rebound method; concrete main structures; testing; application value; limitations; strategies

引言

随着现代建筑工程规模的不断扩大,混凝土材料质量控制的重要性日益凸显。作为保障建筑结构安全的核心环节,混凝土强度检测正逐步走向多样化和精细化。在各种检测方法中,因其经济性和高效性,回弹法被广泛采用。然而,受混凝土表面状况、温湿度变化以及操作人员经验等因素的影响,回弹法的可靠性容易受到干扰。相比之下,新兴的超声波检测与钻芯检测方法展现出了更高的精准性与适用性。值得注意的是,如何实现多种检测技术的融合与互补,优化回弹法的应用场景,已成为当前研究与实践中的核心问题。

1 回弹法的基本原理

回弹法是一种非破坏性检测技术,通过测量混凝土表面硬度来间接推算其抗压强度。撞击混凝土表面后,回弹仪测得的回弹距离,能够反映混凝土表面硬度的变化。通过回弹值与混凝土抗压强度之间的相关性,抗压强度可以被迅速评估。这一方法依据力学中的“反作用”原理。当回弹仪的钢球与混凝土表面接触时,由于混凝土表面硬度的差异,回弹高度会有所不同。在硬度较高的区域,钢球

会产生较大的回弹;而在硬度较低的区域,回弹的高度则较小。回弹值经测量后,结合经验公式或标准曲线,混凝土的抗压强度可以被准确推算^[1]。回弹法的优势在于它不需要破坏混凝土结构,同时操作简便,特别适合在施工现场进行快速评估,广泛应用于建筑工程的质量控制中。通过回弹值的测量,并与经验公式结合,所得到的数据为后续工程的施工或维护提供了坚实的支持。

2 回弹法在建筑混凝土主体结构检测中的应用价值

回弹法凭借其高效、经济、易操作的特性,使得建筑项目能够及时识别潜在问题并迅速做出调整,确保工程进度顺利进行。而回弹法的低成本、高性价比,使得它在预算有限的项目中尤其具有重要应用价值。

2.1 快速高效的检测手段

回弹法在建筑工程中的应用上短时间内,大量的混凝土强度评估便可完成,尤其在大型建筑项目中,这一特性尤为突出。通过这种方法,工程师能迅速发现混凝土结构的潜在问题,并及时采取措施进行调整,从而加速工程进度。与传统的破坏性检测方法相比,回弹法无须破坏结构,

检测过程迅速、便捷，极大地节省了时间。传统的检测方法通常需要复杂的取样、运输及后续分析，整个过程既繁琐又耗时。而回弹法的操作则更加简便，不涉及复杂的实验步骤，实时反馈的能力也使其成为检测工作中不可或缺的工具，不仅提高了工作效率，还能保证混凝土施工质量得到有效监控，避免了延误工程进度。在施工过程中，回弹法能迅速提供有关混凝土强度的数据，帮助工程师了解混凝土的实际情况，及时作出调整。此外，回弹法的应用不仅限于施工阶段，在老旧建筑的维护检测中也同样具有重要作用。通过定期检测，能够实时掌握混凝土强度的变化，预防潜在的安全风险。

2.2 经济实用的检测方法

相较于其他检测方法，其设备简单、价格适中，且无需复杂的仪器设备，具备较高的性价比，尤其适合预算有限的项目。在施工中，回弹法能够减少设备投入，降低整体成本，使得预算紧张的项目能够在保证质量的前提下顺利进行。传统的混凝土检测方法通常需要使用精密的仪器，并进行一系列复杂的操作，这不仅大大提高了检测成本，也增加了项目的经济压力。而回弹法的操作则不依赖于昂贵的设备和复杂的程序，设备简单且价格亲民，从而减少了不必要的开支。此外，回弹法仪器体积小、便于携带，使得其在现场检测中表现出了明显的优势。无需建立复杂的实验室或运送样品至实验室进行分析，回弹法能够直接在施工现场完成检测^[2]。对于预算有限的项目来说，回弹法尤为合适。其低成本和高效率使得它成为众多项目中优选的检测手段，不仅能够满足质量控制的要求，还能有效节约资金，降低项目成本，尤其对中小型工程来说，回弹法无疑是一个理想选择。

2.3 辅助决策的重要工具

回弹法在建筑工程中不仅是一种检测工具，通过实时提供混凝土强度的数据，它为施工人员和工程管理者提供了科学依据，有助于确保施工过程中的各项决策能够及时、准确地做出。在建筑施工中，混凝土的质量直接影响结构的安全性，回弹法能够及时揭示混凝土强度的变化，帮助工程师评估其是否达到设计要求。根据回弹法的测试结果，工程师能够实时判断混凝土的强度，若检测结果不符合设计标准，便能迅速采取措施进行调整，例如延长养护时间或优化混凝土配比。这一过程使得工程师在施工中能够及时发现潜在的质量问题，避免因不合格的混凝土导致工程质量出现隐患。回弹法的即时反馈能力，使得施工中的每一环节都能得到有效监控，确保最终的建筑质量达到标准。在建筑项目的质量控制中，通过对实时检测数据的分析，工程管理人员能够判断哪些部分需要特别关注，确保施工质量在全程都得到有效保障。此外，回弹法还为后期的结构加固提供了数据支持。在进行建筑物加固时，回弹法的检测结果为决策者提供了混凝土强度的客观依据，从而帮助他们科学评估是否需要加强某些区域的施工方案。

3 回弹法在实际应用中的局限性

3.1 仅反映表面硬度，不能直接评估整体强度

回弹法的局限性之一在于它仅能反映混凝土表面的硬度，而无法直接评估混凝土的整体强度。表面硬度与内部强度之间存在差异，特别是在混凝土的表面处理不当或质量不均匀时，回弹法的结果往往无法准确代表其实际强度。即便表面硬度较高，内部可能存在不均匀性或潜在的结构问题，这使得回弹法在某些情况下并不能提供真实的强度数据。因此，它适用于初步评估，但不能单独作为混凝土强度的唯一依据。

3.2 显著受环境因素的影响

回弹法的检测结果，受到环境条件的显著影响，尤其是温度与湿度的变化。低温条件下，混凝土表面的硬度往往会提高，从而导致回弹值的偏高；而在潮湿环境中，回弹值可能会有所降低。由于这些环境变化，回弹法的结果容易发生误差，影响其检测精度^[3]。在未对环境因素进行补偿的情况下，温湿度等外界因素可能会干扰检测结果，导致其与实际混凝土强度产生偏差。因此，在实际应用中，需要对这些环境变化进行充分的考虑，并通过合适的补偿措施来减小其对检测结果的影响。未考虑环境因素的变化，回弹法的检测结果便难以保证准确性，尤其是在不同季节或气候条件下进行检测时。

3.3 高技能要求的操作

回弹法的准确性受到操作人员技能水平的较大影响。尽管回弹法的操作相对简便，但如果操作不当，可能导致检测数据的误差。操作人员必须能够准确选择检测点、合理调节仪器，并对回弹数据进行恰当的解读。没有专业经验的操作人员可能会在选择测量点时出现偏差，或者未能调整仪器以适应不同的检测条件，进而影响检测结果的准确性。

4 回弹法在建筑混凝土主体结构检测中的应用策略

4.1 精确选择检测点位

在检测点位的选择中，混凝土表面有缺陷的区域，如裂缝、空洞或涂层覆盖部分，需严格避开，以避免测量值出现失真情况。特别是均匀性较好的部位，往往更适合作为测试点，以便更准确地反映混凝土强度。检测点位的分布应兼顾不同位置，全面掌握混凝土构件的整体性能。对梁、柱以及墙体等关键部位进行重点检测，可以帮助识别局部潜在问题。通过多点分布，混凝土结构的强度分布与均匀性能被更清晰地呈现。值得注意的是，当怀疑某些区域存在隐患时，加密设置检测点是常用的策略。更为精准的点位布置，不仅能够发现潜在的质量问题，还为后续维修和加固工作提供了科学依据。

4.2 合理校准回弹仪器

仪器是否处于正常状态，不仅影响测量的可靠性，还决定了数据的稳定性。特别是在长时间使用后，仪器漂移

的可能性大幅增加,故每次检测前,仪器的校准工作不可忽视。仪器的潜在误差,通过此方法能被有效发现并及时修正。尤其是当检测值出现异常波动或偏离实际时,传感器等核心部件的状态需进一步检查或更换。经过校准的仪器,往往能确保更高的测量精度与更长的使用寿命。不仅是仪器的内部校准,外部维护如清洁等,也需被重视。检测值的稳定性与精确性,在严格校准与定期维护的前提下,才能得以长期保持。为实现更好的检测效果,仪器使用的每个环节均需规范化管理。

4.3 综合分析检测数据

回弹法所测得的结果,反映的仅是混凝土表面的硬度,而非整体强度。将不同检测技术结合后进行数据对比,是实际检测中不可或缺的步骤。例如,超声波法能够提供内部结构信息,如孔隙与裂缝分布;而钻芯法通过实物样本验证回弹值的强度推测。多技术联动的数据分析方法,可通过构建数学模型或数值分析程序实现检测结果的综合优化^[4]。不同检测方法的优点,在此过程中被充分发挥,使得检测的整体可信度大幅提高。尤其在结构复杂或特殊要求的建筑项目中,这种综合分析策略被广泛应用。

4.4 考虑环境因素的影响

环境条件的变化,特别是在温湿度波动较大的场景中,混凝土表面硬度的测量值极易受外界因素影响,进而导致评估结果的偏差。减少环境因素干扰的方法,是确保回弹法检测结果科学性的重要保障。若检测不得不在环境条件不稳定的情况下进行,则通过环境补偿系数修正测量值,能显著提升数据的准确性。研究表明,经修正后的数据更贴近混凝土实际强度,从而避免了因温度或湿度变化引起的误差。此外,为避免环境干扰导致单一检测结果的不准确,辅助技术的使用十分必要。例如,利用超声波检测与回弹法联合分析,可以从多个维度验证测量值的可靠性。这种多维度检测思路,使得受环境因素影响的误差被最大程度地减小。

4.5 结合其他检测方法

作为一种非破坏性检测技术,回弹法具备操作简便、成本低廉的显著优点,但因其固有的局限性,综合检测中单一依赖回弹法并不可取。多种检测方法的结合,能够有效提升整体评估的科学性和准确性。通常情况下,回弹法常被用于初步筛查,快速锁定可能存在强度问题的区域。随后,通过钻芯法直接取样检测,或利用超声波法获取内部结构特征数据,可以对这些区域进行更为细致的分析,有助于从整体到局部全面掌握混凝土的实际状况。值得一提的是,其他检测方法的选择,也应根据混凝土构件的实际情况灵活调整。通过优化检测组合和流程,不仅可以降低单一检测方法带来的误差,还能提高整体评估的科学性^[5]。在当前的工程实践中,回弹法与多种检测技术的协同应用,已经成为不可或缺的常规手段。

4.6 强化技术人员培训

回弹法检测是否有效实施,技术人员的操作水平与专业素养起着决定性作用。即便是非破坏性检测方法,若缺乏熟练操作或对仪器性能了解不足,检测数据的准确性可能难以保障。因此,加强检测人员的培训工作显得尤为重要。定期组织理论学习与现场操作相结合的培训课程,技术人员能够更熟练地掌握检测流程,并对不同环境与检测需求作出灵活调整。除了基础技能的掌握,技术人员需对多种检测方法的优劣及适用场景有充分了解。在综合应用回弹法与其他检测技术时,如何选择合适的检测策略,是确保检测结果科学性的重要环节。一支技术精湛且经验丰富的团队,不仅能有效规避检测失误,还为建筑工程的质量评估提供了更有力的保障。

5 结语

通过对回弹法应用策略的全面分析,其在混凝土主体结构检测中的优点与不足得到了系统梳理。需要特别强调的是,检测点位的精准选择,是确保结果具有代表性的重要前提。而检测仪器的定期校准,则被认为是提升检测精度和稳定性的必备措施。同时,对检测数据的综合分析和环境因素的补偿,也不可忽视,它们是提升检测结果可靠性的重要手段。特别是,当回弹法与其他检测技术联合应用时,其检测的全面性与精准性将大幅提升,从而实现对混凝土质量的多维度评估。唯有经过专业培训的技术人员,才能确保检测规范性和高效性。未来,随着建筑工程复杂程度的进一步提高,智能化和数据化的检测方式将在行业中扮演更重要的角色。借助人工智能、大数据等新兴技术,检测效率与精确度将实现质的飞跃。检测标准的不断完善和流程的进一步规范化,也将为建筑质量控制提供更坚实的保障。持续优化的回弹法,必将在未来的工程检测中发挥更为重要的作用,为建筑行业的高质量发展提供技术支持。

【参考文献】

- [1] 韩威. 建筑混凝土强度现场施工检测技术研究[J]. 居舍, 2021, (17): 37-38+40.
 - [2] 曹莹. 混凝土抗压强度检测在工程中的应用[J]. 中国建筑金属结构, 2023, (3): 80-82.
 - [3] 邓芬芬. 建筑混凝土质量的影响因素及检测措施[J]. 建材与装饰, 2019, (27): 59-60.
 - [4] 冯玉祥. 建筑混凝土强度现场施工检测技术研究[J]. 绿色环保建材, 2021, (11): 13-14.
 - [5] 袁思南. 回弹法在建筑混凝土结构质量检测中的应用研究[J]. 广东建材, 2024, 40(6): 65-68.
- 作者简介: 尹伟成(1990.4—), 男, 学历: 本科, 毕业院校: 燕山大学, 所学专业: 土木工程, 目前职称: 工程师, 目前就职单位: 衡水市建设工程质量检测中心有限责任公司。

绿色建筑节能技术在建筑电气设计的研究应用

陆大卫

新疆花城勘测设计研究有限责任公司，新疆 伊宁 835000

[摘要] 全球经济的迅猛发展，不仅加剧了能源的消耗，还突显了环境问题的严峻性，特别是气候变化的影响日益明显。建筑行业作为主要的能源消耗领域，面临着可持续发展的重大挑战。绿色建筑理念的出现，标志着建筑设计施工的重要转型。通过显著降低能源消耗、减少建筑运行成本以及提升居住舒适度，绿色建筑节能技术展现了诸多优势。结合现代智能控制技术与可再生能源的有效应用，建筑电气设计能够实现更加高效的能源管理与利用。对绿色建筑节能技术在建筑电气设计中的实际应用进行深入研究，具有重要的理论意义与实践价值。

[关键词] 绿色建筑；节能技术；建筑电气设计；智能控制；可持续发展

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14576

中图分类号: TU85

文献标识码: A

Research and Application of Green Building Energy-saving Technology in Building Electrical Design

LU Dawei

Xinjiang Huacheng Survey, Design and Research Co., Ltd., Yining, Xinjiang, 835000, China

Abstract: The rapid development of the global economy has not only intensified energy consumption, but also highlighted the severity of environmental problems, especially the increasingly evident impact of climate change. The construction industry, as a major energy consuming sector, faces significant challenges in sustainable development. The emergence of green building concepts marks an important transformation in architectural design and construction. Green building energy-saving technologies have demonstrated many advantages by significantly reducing energy consumption, lowering building operating costs, and improving living comfort. By combining modern intelligent control technology with the effective application of renewable energy, building electrical design can achieve more efficient energy management and utilization. Conducting in-depth research on the practical application of green building energy-saving technology in building electrical design has important theoretical significance and practical value.

Keywords: green building; energy-saving technology; architectural electrical design; intelligent control; sustainable development

引言

建筑电气系统在建筑中扮演着至关重要的角色，然而传统电气系统通常面临着高能耗与低效率的问题，这使得对其改进的需求愈发迫切。随着社会对环保与可持续发展关注的加深，绿色建筑节能技术的研究与应用逐渐引起了广泛的重视。智能照明系统、暖通空调节能技术以及供配电系统优化等技术，旨在通过先进的管理方式与技术手段，提升建筑电气系统的整体效率，减少资源的浪费。在国家政策的支持下，越来越多的建筑项目开始遵循绿色建筑标准，力求实现节能减排的目标。现代科技的快速发展，尤其是物联网与大数据的广泛应用，为建筑电气设计带来了新的机遇，使节能技术的实施更加高效与智能。

1 绿色建筑节能技术应用于建筑电气设计的重要性

1.1 提高能源利用效率

在全球气候变化与能源短缺的背景下，绿色建筑节能技术的应用能够显著提升电气系统的整体效率，引入智能电气设备的，建筑的电力消耗实现了精准管理，能源浪费也因此大幅度减少。例如，智能照明系统和高效暖通空调

系统能够根据实际需求调整其运行状态，从而避免不必要的电力消耗。随着物联网技术的迅速发展，建筑电气系统的智能化水平不断提升，各子系统之间的协作变得更加高效与有序，不仅提高了电气系统的运作效率，还进一步推动了建筑能源利用率的提升。依托实时监测与大数据分析的能源管理系统，通过精确的能源分配，建筑在日常运行中的能耗得到了有效控制。

1.2 降低建筑运行成本

绿色建筑节能技术的推广应用，使得能源消耗大幅减少，从而直接降低了建筑的电费开支与维护费用。通过智能控制系统，设备的运行状态能够根据实际需求动态调整，避免了资源的浪费。例如，智能照明系统会自动感应房间的使用情况，调节灯光的亮度与开关，不仅在短期内降低了电费开支，还通过延长设备使用寿命，减少了长期维护与更换的成本。可再生能源技术的应用，如光伏发电，为建筑提供了一种经济的能源解决方案，降低了对传统能源的依赖。通过实施智能能源管理系统，建筑的能耗实现了实时优化与监控，进一步提高了资源的利用效率。因此，节能技术带来的长期效益显而易见，不仅在于减少了能源

消耗，还为建筑的可持续发展提供了经济回报。

1.3 推动环保和可持续发展

绿色建筑节能技术的推广，高能耗的传统电气系统往往伴随着大量碳排放，而节能技术的引入有效缓解了这一问题。通过光伏发电等可再生能源的采用，建筑显著降低了对化石燃料的依赖，碳排放也得到了有效控制。智能照明系统的合理使用，减少了电力浪费，光伏技术则为建筑提供了环保且稳定的能源来源。光伏发电与建筑设计的整合，不仅节省了材料，不仅推动了绿色建筑的发展，也使建筑行业朝着更加环保与可持续的方向迈进^[1]。随着全球绿色建筑标准的提升，节能技术的应用不仅为建筑带来了经济效益，同时也成为应对气候变化与资源短缺的重要手段，助力建筑行业向更加可持续的未来发展。

2 绿色建筑节能技术在建筑电气设计中的应用原则

2.1 在强调环保低耗的基础上突出实用性

在建筑电气设计中，强调环保与低能耗的基础上，设计师应当将相关技术的有效性与适用性紧密结合。根据具体建筑的特点及环境要求，合理选择节能技术，可以确保电气系统不仅达到节能目标，同时也能高效、稳定地运行。以智能照明系统为例，其实施能够显著降低能耗，但充分考虑建筑的使用功能与实际场景同样至关重要。合理配置传感器与控制系统，灯光得以根据自然光的强度及人员活动的变化自动调节，从而确保节能与舒适性的完美结合。此外，操作界面的设计保持简洁明了，用户能够方便地进行日常管理与维护。这种设计思路不仅提升了用户的满意度，也为绿色建筑的广泛推广奠定了基础。充分考虑用户的使用习惯与生活方式，关键在于确保系统实用性。在与用户的有效沟通中，获取在节能与舒适性方面的期望，有助于合理平衡两者之间的关系。这种以用户为中心的设计方法，能有效提升建筑的整体使用体验。

2.2 在落实节能减排的基础上彰显经济适用性

在绿色建筑节能技术的实施过程中，综合考虑技术的初期投资、长期运营成本及维护费用，才能确保项目的经济可行性。以高效变压器与优化供电系统的选择为例，必须基于节能效果与投资回收期的深入分析。虽然高效变压器的初始投入相对较高，但在长期运营中，显著降低的能耗将使其迅速回本。与此同时，通过合理的维护计划与智能监控系统的结合使用，能够减少故障发生率与维护成本，从而进一步增强其经济适用性。在落实节能减排措施时，优先选用国家及地方政策支持的节能技术，不仅有助于降低项目成本，还能提升建筑的市场竞争力。

2.3 在合理应用电气节能技术的基础上注重环保性

在绿色建筑设计过程中，追求节能的同时，设计师必

须关注环境保护与资源的可持续利用。为此，综合考虑建筑材料的选择、设备的配置及其运行方式，有助于尽量减少对环境的负面影响。光伏发电系统作为重要的可再生能源技术，其有效性在减少对传统能源的依赖方面得以体现。在规划光伏系统时，充分考虑建筑的朝向与光照条件，将确保光伏组件发挥最佳的发电效率。同时，系统与建筑的整体协调同样至关重要，既能实现节能目标，又能提升建筑的美观性。在电气设备的选择过程中，优先选择高效、低排放的电气设备，在使用过程中显著降低碳足迹与污染物排放^[2]。例如，相较于传统照明设备，LED 照明技术以其低能耗、长寿命及优越的环保性能，成为理想的选择。通过合理的设备选型与布局，环保与经济效益的双重提升得以实现。在电气设计的每个阶段，所选用的技术与材料必须符合环保标准。这种系统化的思维方式，将有效推动绿色建筑的发展，促进建筑行业向可持续发展的方向不断前行。

3 建筑电气节能技术及其在绿色建筑中的应用策略

3.1 智能照明系统

在绿色建筑设计中，结合现代控制技术与照明设备，通过自动调节光源的亮度，该系统能够实时响应环境光的变化，进而有效减少不必要的电力消耗。应用人感应技术使得在无人活动时灯光自动关闭，用户还可以通过智能控制平台进行远程监控与管理，以实现全面的能源管理与优化。系统的数据分析功能能够根据用户的使用习惯与时间段提供节能建议，进一步支持用户的有效管理。智能照明系统的实施不仅能达成节能目标，更提升了居住与工作环境的舒适性。由于不同区域对照明的需求存在显著差异，合理配置各类照明设备与控制策略将有助于进一步增强节能效果。例如，在办公室区域，工作区与非工作区的照明可被分开设计，以便在工作时提供所需亮度，而在非工作时关闭部分照明^[3]。针对公共区域，结合智能路灯系统能进一步提高能效。路灯的亮度会在人员流量较大的时段自动调高，而在夜间或人流量较少时则降低亮度，从而确保公共安全的同时减少能源消耗。此外，采用 LED 灯具替代传统灯具不仅能有效提升照明质量，还可显著降低电力消耗。这类灯具具有较长的使用寿命与较低的维护成本，符合绿色建筑可持续发展的目标。智能照明系统通过用户反馈与数据的收集，系统得以不断优化照明策略，从而进一步提升能效与舒适度。

3.2 暖通空调节能技术

现代建筑中的暖通空调节能技术主要通过高效设备、智能控制系统及合理设计实现。高效变频空调的使用使得系统能够根据实际负荷进行动态调节，进而有效降低不必

要的能耗。在设计阶段,合理的空调系统布局至关重要。通过深入分析建筑空间的布局及其使用功能,设计师能够确定最佳的空气流通路径,以确保温度的均匀分布。同时,智能控制技术的引入使空调系统能够自动调整工作状态与风量,从而在创造舒适环境的同时降低能耗。在实际应用中,定期检查与清洁系统有助于确保暖通空调系统的高效运行,避免因设备老化或污垢积聚而导致的能耗增加。通过建立有效的能耗监测与反馈机制,用户能够随时掌握系统的运行状态,从而及时进行调整与维护。综合的节能措施将显著提升建筑整体能效,支持可持续发展目标的实现。采用热回收技术的空调系统同样能够提高节能效率。在冷却或加热过程中,系统可回收部分能量,通过热交换实现再利用,从而减少对外部能源的需求。这种设计在大型建筑中尤为重要,能够显著降低整体能耗。在一些新型建筑中,通过挖掘地下的恒温资源,系统能够提供稳定的冷热源,大幅度降低运行成本。在设计过程中,结合建筑的地理位置与气候条件选择适合的热泵技术,有助于进一步提升节能效果。通过宣传与培训,使用者可了解到暖通空调系统的高效使用方法,鼓励他们在日常使用中采取节能措施,从而共同实现建筑的节能目标。

3.3 供配电系统节能技术

在建筑电气设计中,优化供配电系统的设计与管理,有助于有效提升电能使用效率,降低能源消耗。在系统设计阶段,选择高效变压器与电缆可以减少能量在传输过程中的损失。这些高效变压器显著降低了空载与负载损耗,从而减少整体运行成本。在实际应用中,智能配电系统实时监测电能的使用情况,分析负荷变化并进行动态调节,使得能源得以合理分配。相较于传统配电系统,智能配电系统在降低运行成本的同时,也提高了系统的安全性与可靠性。建筑内部或周边的小型发电装置(如光伏系统)使建筑能够实现自发电,从而减少对外部电源的依赖,提升能源使用效率。在建筑电气设计中,综合考虑供配电系统的各个环节并采用先进的节能技术,将为建筑的可持续发展提供有力支持^[4]。在建筑设计过程中,集中控制与数据分析,系统能够实时掌握各个用电设备的负荷情况,及时发现过载与故障,进行自动调节或切断电源,以保障设备的安全与稳定。随着物联网技术的发展,将配电系统与物联网平台相结合,可实现更为精准的能耗监测与管理,从而为建筑的节能改造提供数据支持。

3.4 变压器节能技术

在建筑电气系统中,为了实现节能目标,高效变压器的选择显得尤为关键。这类变压器采用优质材料与先进制造工艺,大幅度降低了空载与负载情况下的能量损失,从而提高整体效率。在建筑电气设计中,根据建筑的用电需

求合理配置变压器容量,可以有效避免因过度设计而导致的能耗浪费。同时,定期对变压器进行维护与检查,有助于确保其始终处于最佳运行状态,从而降低能耗并延长设备的使用寿命。在实际应用中,智能监测系统能够实时掌握变压器的运行状态,及时发现潜在问题,以便进行必要的维护与调整。在实施变压器节能技术时,合理调整负载,使变压器在最佳效率点运行,可以进一步提升其能效。使用在线监测系统实时反馈变压器的负载情况,能够帮助管理者做出更为精准的调整决策,从而最大限度地减少能耗。采用低损耗材料的变压器,不仅提升了变压器的效率,还延长了设备的使用寿命,降低了维护频率。

3.5 火灾自动报警系统

现代建筑中的火灾自动报警系统利用先进的传感器与智能控制技术,实时监测潜在火灾隐患,并在火灾发生的早期及时发出警报,最大限度保护人身与财产安全。在火灾自动报警系统的设计过程中,根据建筑的功能区域与使用特点,选择高灵敏度与低能耗的探测器不仅在降低能耗的同时提高火灾探测的准确性。智能报警系统通过与建筑管理系统的集成,火灾报警信息能够实时传递给相关管理人员,不仅增强了建筑的安全性,还在一定程度上降低了火灾造成的经济损失。在运营管理阶段,通过模拟火灾演练与系统检测,确保火灾自动报警系统始终处于最佳状态,以便在关键时刻发挥作用。火灾自动报警系统的实施不仅提升了建筑的安全性,更彰显其在节能设计中的重要价值。火灾自动报警系统的能源管理功能逐渐受到重视。通过监测系统运行状态,能够及时发现故障,避免因系统失效导致的能源浪费。同时,根据建筑实际使用情况对系统进行动态调整,以确保其始终处于最佳工作状态,实现节能与安全的双重目标。定期进行安全知识培训,增强使用者对火灾报警系统的认识,提高应对突发事件的能力,从而最大限度发挥系统的作用。

3.6 光伏一体化技术

将光伏发电系统与建筑结构结合,光伏一体化不仅提高建筑能效,还有效减少对传统能源的依赖。根据建筑具体要求与环境条件,光伏组件可灵活设计与安装,既满足建筑的电力需求,又与外观相融合,提升整体价值。在实际运行中,通过监控系统,实时掌握光伏发电情况,进行数据分析与预测,从而优化能源使用效率。政府的补贴与税收优惠政策鼓励建筑开发商与业主积极参与光伏项目,推动绿色建筑可持续发展。随着技术的不断进步,光伏组件的效率逐步提高,未来建筑自发电能力将进一步增强^[5]。此外,储能技术的进步使光伏发电系统在阴雨天气或夜间也能稳定供电,提升光伏一体化技术的应用范围与实际效果。

4 结束语

在建筑电气设计中,绿色建筑节能技术的应用,不仅为可持续发展提供了重要支持,同时也积极响应了全球能源危机与气候变化的挑战。通过智能化与系统化的设计思路,显著提升了建筑的能源利用效率,降低了运营成本,实现了环保与经济的双重效益。绿色建筑节能技术的推广,进一步推动了建筑行业的转型升级,提升了整体竞争力。未来,随着技术的不断进步与政策的进一步支持,绿色建筑理念将愈发深入人心,节能技术的应用范围也将不断扩大。

【参考文献】

[1]曾成强.试论建筑节能在建筑电气设计中的应用[J].价值工程,2024,43(29):103-106.

[2]何培覃.电气自动化技术在现代建筑中的应用[J].电气技术与经济,2024(7):124-125.

[3]牛金豪,耿俊成,张煜,等.电气节能中光伏新能源技术的运用分析[J].科技资讯,2024,22(14):87-89.

[4]贾春燕.110kV变电站光伏节能减排系统研究[J].能源与节能,2024(7):86-88.

[5]杨婷,胡明华.试析光伏技术在建筑电气中的应用[J].中国住宅设施,2024(7):97-99.

作者简介:陆大卫(1987.11—),毕业院校:南京理工大学,所学专业:电子工程,当前就职单位名称:新疆花城勘测设计研究有限责任公司,就职单位职务:建筑电气设计,职称级别:中级。

建筑设计中的无障碍设计要点探究

鲍婷婷

中土大地国际建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 无障碍设计在建筑领域的兴起源于对每个人基本权利的尊重。随着对无障碍设计重要性的认识加深, 各国相继制定了相关法规和标准, 推动了无障碍设计在建筑领域中的广泛应用。在现代建筑实践中, 无障碍设计已从单纯满足规范要求转变为注重用户体验和提高设计品质的主动措施, 这一转变反映在设计理念的深化以及细节和施工标准的严格控制上, 系统化的无障碍设计目标是创造友好、包容的环境, 为所有人提供平等的机会和便利。在“以人为本”的理念下, 现代建筑对无障碍设计提出了新的、更高的要求, 无障碍设计需要充分考虑老年人和残疾人的日常需求, 保障他们生活的安全与便利。设施建设与运行维护过程中, 应遵循一系列基本原则: 既要满足有特殊需求人群的使用, 消除他们在社会生活中的障碍, 又要确保设施的安全性和便捷性, 同时还需平衡经济效益、环保要求以及美观性, 从而实现无障碍设施的全面优化与有效运行。保障系统性及无障碍设施之间的有效衔接; 在设计、选型、验收、调试和运行维护等环节中, 确保无障碍通行设施、服务设施和信息交流设施的安全、功能与性能; 无障碍信息交流设施的建设应与信息技术的发展水平相适应。

[关键词] 建筑设计; 无障碍设计; 要点

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14553

中图分类号: TU201

文献标识码: A

Exploration on the Key Points of Accessibility Design in Architectural Design

BAO Tingting

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

Abstract: The rise of accessible design in the field of architecture stems from respect for the basic rights of every individual. With the deepening understanding of the importance of accessible design, countries have successively formulated relevant regulations and standards to promote the widespread application of accessible design in the field of architecture. In modern architectural practice, accessible design has shifted from simply meeting regulatory requirements to focusing on user experience and improving design quality as proactive measures. This shift is reflected in the deepening of design concepts and strict control of details and construction standards. The goal of systematic accessible design is to create a friendly and inclusive environment, providing equal opportunities and convenience for everyone. Under the concept of "people-oriented", modern architecture has put forward new and higher requirements for barrier free design. Barrier free design needs to fully consider the daily needs of the elderly and disabled, and ensure their safety and convenience in life. In the process of facility construction and operation maintenance, a series of basic principles should be followed: it is necessary to meet the needs of people with special needs, eliminate their obstacles in social life, ensure the safety and convenience of facilities, and balance economic benefits, environmental protection requirements, and aesthetics, so as to achieve comprehensive optimization and effective operation of barrier free facilities. Ensure effective connection between systematic and accessible facilities; Ensure the safety, functionality, and performance of barrier free access facilities, service facilities, and information exchange facilities during the design, selection, acceptance, commissioning, and operation maintenance stages; The construction of accessible information exchange facilities should be in line with the level of development of information technology.

Keywords: architectural design; accessibility design; key points

引言

随着社会对包容性和公平性的关注日益增强, 无障碍设计不再仅仅是法律和规范的要求, 而是提升生活质量、促进社会全面发展的重要途径。深入研究建筑中的无障碍设计要点, 有助于在实际设计工作中, 不仅符合标准要求, 还能够更好地回应用户的多样化需求, 确保设计方案更加贴合实际使用情境。

1 无障碍设计的基本要素

无障碍设计的基本要素涉及建筑和环境中的方方面

面, 需确保包括残疾人、老年人在内的所有用户都能够顺畅、便捷地使用各类设施和空间。设计不仅要符合法规还需满足实际需求, 如通道宽度、门的设计、空间布局等, 特别是为轮椅使用者、助行器使用者及行动不便者提供便利的出入条件。有效的空间规划能够避免物理障碍和拥挤, 让所有用户能够自由移动。例如, 通道的宽度和转弯半径必须足够大, 能够容纳轮椅和其他辅助设备, 同时家具和设备的摆放应避免阻碍通行, 电梯、坡道和升降平台的设计必须符合无障碍要求, 提供充足的空间和易于操作的功

能。标识和导向系统是无障碍设计的重要组成部分，高对比度的标识、简明的图示和合理的标志设置可以帮助视力障碍者和其他需要视觉辅助的用户更好地理解 and 导航。无障碍设施如卫生间、洗手盆和淋浴区等都必须经过精心设计来满足各种用户的实际需求，例如提供足够的空间和适当的扶手，保证用户在使用过程中能够得到充分的支持和舒适感。所有设计和设施的布局需要最大限度地减少潜在的安全隐患，如防滑地面、稳定的扶手和良好的照明，同时还应注重用户的舒适体验。

2 建筑无障碍设计的基本原则

2.1 无障碍性

无障碍性的核心在于确保所有人，包括行动不便者、老年人和视听障碍人士都能平等地进入和使用建筑空间。首先要求建筑物具备无障碍入口和通道，入口处的坡道必须符合标准的坡度和宽度，便于轮椅和助行器能够顺利通过。门的设计也必须考虑到无障碍性，自动门或推拉门的开启方式应方便所有用户，特别是那些需要双手操作的用户^[1]。在内部空间的布局中，无障碍性原则要求通道宽度足够宽，能够容纳轮椅和其他辅助设备的顺畅通行。通道和走廊的设计要避免不必要的障碍物，确保没有狭窄的死角或阻碍移动的设施，对于楼梯和电梯的设计必须考虑到不同用户的需求，电梯应具备足够的空间，内部按钮要设置在易于触及的位置，而楼梯则应配备足够的扶手帮助行动不便者使用。无障碍性还涵盖了设施的可达性，例如洗手间、洗漱区和休息区域等需要满足无障碍设计标准，提供足够的空间和支持性装置，例如低位的洗手盆和扶手。

2.2 连贯性

连贯性原则是确保建筑空间内的各个区域和设施之间形成一个一致且易于理解的使用体验，要求空间布局、导向系统和功能安排上保持一致性以使用户能够直观地导航和使用。设计师需要确保从一个区域到另一个区域的过渡自然流畅，避免出现突然的变化或复杂的布局。比如说主要通道的宽度、地面的材质和照明等应在整个建筑中保持一致，这样用户在移动时不会因为设计的不连贯而感到受阻。标识系统应采用一致的符号、字体和颜色，统一的风格便于用户轻松识别和跟随指示，无论是指向楼层信息、紧急出口还是洗手间的标识，都应该清晰以一致的方式呈现，帮助用户快速找到所需的目标，导向系统的设计应避免不必要的复杂性，简洁明了的指示可以显著提高用户的导航效率。

2.3 安全性

安全性在无障碍设计中体现在通过各种设计措施减少潜在的风险和事故，确保所有用户在使用建筑物时的安全。首先地面的处理应选择防滑材料并确保地面的平整，防止滑倒和绊倒等意外事故的发生，在潮湿或易积水的区域，例如入口处或洗手间需要特别注意地面的防滑设计来

提高安全性。建筑物内的通道和楼梯必须具备清晰的安全设计，通道应宽敞且保持畅通，避免拥挤和碰撞，楼梯设计中应确保踏步的高度和深度符合标准，以减少跌倒的风险，同时应设置稳定的扶手。疏散通道的设计应符合宽度和标识的标准，能够在紧急情况下迅速疏散所有用户。对于垂直交通设备如电梯，设计时需确保操作简便并配备紧急呼叫系统，确保用户在遇到问题时能够迅速获得帮助。充足且均匀的照明有助于提高建筑内部的可见性，减少因视线模糊而导致的事故。特别是在楼梯、入口、走廊和无障碍设施等关键区域要着重考虑，确保有足够的照明能够清楚地识别和导航。建筑物的紧急疏散设计也应设立明显的紧急出口标识，确保这些出口无障碍且易于快速到达。

2.4 舒适性

空间的设计应注重提供充足的活动空间，使用户能够自由移动而不感到拥挤。例如，轮椅用户和助行器使用者需要宽敞的通道和充足的转弯半径，以便在不受阻碍的情况下操作，这种空间上的舒适性不仅限于通道，还包括休息区、卫生间和其他设施的设计。建筑内部应配备有效的空调和取暖系统，保持一个适宜的室内温度，使用户能够在一个舒适的环境中自由活动，不受极端气候条件的影响。建筑设计中还应考虑采用隔音材料，减少外部噪音和建筑内部的回声，因为过高的噪音水平可能会影响他们的舒适度和使用体验。设计师应选择柔和而均匀的光源，避免强烈的直射光和刺眼的反射，控制光线的色温和亮度，不仅有助于视觉舒适还能改善空间的整体氛围使其更具欢迎感。细节方面的设计，如座椅的舒适度、扶手的高度、设备的操作方式等，都应考虑到用户的实际使用需求，设计应注重人体工学原理，确保所有设施都能提供最优的使用体验，减少操作上的困难和身体上的不适。

3 建筑无障碍设计要点

3.1 轮椅坡道

轮椅坡道的设计应严格遵循标准，首先需要满足坡度的要求，确保不会因为坡度过陡而增加安全隐患或使轮椅使用者在操作时感到困难。坡道的通行净宽必须不小于 1.20m，确保轮椅及其他辅助设备能够顺利通过。同时，坡道的起点、终点及休息平台的净宽也不得小于此标准，并且休息平台的水平长度应不小于 1.50m，以便轮椅使用者在休息时拥有足够的空间调整姿势或暂停休息。值得注意的是门扇开启或其他物体不得占用这个空间，以免妨碍正常通行。为了提升安全性，坡道两侧应安装符合标准的边栏或护栏，其高度一般设定在 90 厘米左右，并且必须具备足够的稳定性和耐用性，以防止用户在使用过程中滑落。此外，坡道表面材料应具备良好的防滑性能，尤其在雨雪天气或潮湿环境下，能够有效防止滑倒事故的发生。还需考虑其长期使用的耐磨性和便于清洁的特点，确保在日常使用中能够维持良好的安全性与卫生环境。坡道的接

缝和过渡区域应平滑处理,避免因表面不平整造成的颠簸,确保轮椅用户顺畅通过。同时,坡道的起点与建筑物地面必须平齐,避免出现高低差异,使轮椅使用者能够顺利进入坡道。终点的设计应避免设置急剧的斜坡或其他障碍物,以确保使用者能够安全、平稳地离开。为了进一步提升无障碍功能,坡道的起始和终止点应配备明显的标识和指引,帮助用户清楚地辨别坡道位置和通行方向。

3.2 无障碍出入口

无障碍出入口的设计直接影响到所有用户,特别是行动不便者和使用辅助设备者的便利性和安全性。首先出入口的宽度必须足够,根据国际和我国标准无障碍出入口的最小宽度通常要求在 90~120cm 之间,具体依据建筑的使用性质和流量需求确定,门的开启方式适合各种用户,例如自动门或推拉门的设计应操作简便不需额外用力^[2]。坡道的坡度应符合相关标准,确保轮椅和助行器能够平稳地上下,无论是进入建筑物还是离开。坡道的标准坡度通常为 1:12,意味着每升高 1 单位坡道的水平长度应为 12 单位,避免过陡的坡道带来的使用困难和安全隐患,坡道的表面应采用防滑材料,确保在雨雪天气或湿滑环境下也能保持安全。出入口的设计还应考虑到门的开关操作,门把手或开关的位置应适合各种用户,包括儿童和高度有限的用户,通常要求设置在离地面约 85~100cm 的高度,门的开启方式应简便,如使用感应器或按钮操作减少需要用力推拉的情况,特别是对肢体功能受限的用户而言。无障碍出入口还应配备适当的标识和引导系统,在显眼的位置使用高对比度的颜色和大字号的字体,确保视力障碍者和低视力者能够清晰辨识,帮助用户快速识别并定位。

3.3 无障碍通道和门

无障碍通道与门的设计对确保所有用户,尤其是行动不便者的顺畅通行至关重要。无障碍门不仅应易于辨认,还必须确保便捷的开关操作与安全的通过。通行净宽要求方面,无障碍通道的宽度应不小于 1.20m,而在人流量大的公共场所,通行净宽应不低于 1.80m。门洞口的设计必须满足轮椅顺利通行的要求,检票口、结算口等区域应设置轮椅专用通道,通行净宽不得小于 900mm。此外,当通道上存在地面高差时,必须设置轮椅坡道或缘石坡道,确保通行的连续性和便捷性。新建和扩建建筑的门开启后的通行净宽不应小于 900mm,而在既有建筑的改造或改建中,门的净宽不得低于 800mm。为减少操作难度,建议优先考虑安装自动门或平开门,门把手应设置在易于触及的高度,并设计为便于操作、无需过多力量的形式。对于开关或控制装置,建议结合视觉和触觉提示,以便包括视力障碍者在内的所有用户都能轻松操作。此外,门的设计应避免设置挡块和门槛。如果门口存在高差,高度不得超过 15mm,并需采用斜面过渡,且斜面的纵向坡度不得大于 1:10。通过这些设计措施,无障碍设施能够有效提升建筑物的功能性,

使所有用户都能在安全、顺畅的环境中使用这些空间。

3.4 无障碍楼梯、台阶

无障碍楼梯的设计应重视踏步的高度与宽度,确保行走的安全性和舒适性。踏步的高度应控制在合理范围内,通常不超过 150mm,以减轻行动不便者的攀登难度,踏步的宽度应不少于 300mm 提供充分的脚部支撑,确保每一步都稳固踏实。为提升无障碍楼梯的安全性与可达性,楼梯设计需具备防滑功能,并在每个踏步的边缘设有明显的标识。楼梯应至少在一侧设置扶手,当梯段净宽达到三股人流时两侧均应设扶手;若净宽达到四股人流则宜在中间增设扶手。室内楼梯扶手的高度应从踏步前缘线开始测量,不应低于 0.9m。当楼梯的水平栏杆或栏板长度超过 0.5m 时,高度应不小于 1.05m,确保安全性和功能性,适应不同人群的使用需求。扶手的设计应保证稳固且易于抓握,并在全长范围内保持连贯,材质应选择防滑且耐用的材料,以提升用户在使用时的抓握感。在台阶设计中,需充分考虑无障碍使用的需求,特别是为视觉障碍者提供便捷,应在距踏步起点和终点 250~300mm 处设置提示盲道,盲道的长度应与梯段宽度相符。上行和下行的第一阶踏步应在颜色或材质上与平台有明显区别,避免混淆。此外,台阶不得使用无踢面或直角形突缘的设计,踏步上的防滑条、警示条等附着物也应保持在踏面内,以确保安全。为增强无障碍楼梯的功能性,特别是在多层建筑中,应配备无障碍设施,如电梯或坡道以确保所有用户均能方便、安全地通行。

3.5 无障碍电梯和升降平台

无障碍电梯的设计应严格遵循标准,确保功能全面且操作便捷,以满足各类用户的需求。电梯门前应预留直径不小于 1.50m 的轮椅回转空间,方便轮椅使用者顺畅进出。公共建筑中的候梯厅深度不得少于 1.80m,以提供舒适的候梯环境,避免人群拥挤。呼叫按钮的安装高度应在 0.85~1.10m 之间,距内转角处的侧墙距离不得少于 400mm,便于各类身高的用户轻松触及。为便利视力障碍者按钮应设置盲文标识,呼叫按钮前应配有提示盲道,帮助视觉障碍者定位。此外,电梯应配备运行显示装置和抵达音响,以提供清晰的提示信息,确保用户获得及时的反馈。电梯开口的宽度不得小于 90cm,确保轮椅和大型设备能够顺利进出。电梯内的操作面板应安装在易于触及的位置,通常高度为 70~120cm 之间,并应使用高对比度的颜色和大字体标识按钮,以便视力障碍者能够清晰识别。升降平台的设计应确保与地面平齐,使用户能够安全、顺畅地上下平台,平台操作应简便且必须配备安全装置,如紧急停止按钮和防护栏,防止使用过程中发生意外。平台的最小深度应为 1.20m,宽度不小于 900mm,以提供足够的空间供用户和其辅助设备使用。平台应配有扶手和安全挡板,防止用户在升降过程中意外跌落。呼叫控制按钮的

高度同样应在 0.85~1.10m 之间,确保所有用户都能方便操作。为提高平台的安全性,升降平台应采取有效的防止误入措施,如设置安全门或防护栏,确保平台升降时的安全。此外,传送装置应配备可靠的安全防护装置,包括限位开关和过载保护装置,确保设备在出现异常时能够迅速停止,保障用户安全。在设计电梯和升降平台时,紧急情况的应对措施也必须考虑周全,设备应配备紧急通信系统,确保用户在遇到困境时能够迅速与外界取得联系。为确保长期的安全可靠,电梯和升降平台的所有部件和操作系统应定期检查和维护,以保持设备的稳定运行。

3.6 无障碍扶手

无障碍扶手的主要功能在于提供支持和稳定,确保用户在行动过程中安全可靠。扶手设计需首先符合高度和连续性的要求,理想的扶手高度应设定在 850~900mm 之间;若设置双层扶手,上层扶手的高度应保持在此范围内,而下层扶手的高度则应设定在 650~700mm,这一高度范围能够适应大多数用户的身高和握持习惯。材料选择上应优先考虑坚固、耐用的材料,如金属或高强度塑料,以确保扶手在使用过程中的可靠性。扶手表面应光滑且防滑,避免尖锐边缘或不规则的纹理,以防止在使用过程中造成手部的伤害。同时,为适应不同用户的需求,扶手设计应具备良好的抓握感,推荐采用圆形或椭圆形的截面,便于握持^[3]。在楼梯和坡道上,扶手应设置在两侧,以便用户在上下时都能获得支持,在长时间需要使用扶手的区域,如走廊或坡道,扶手应连续设置避免中断,确保用户在使用时

的安全感。针对视力障碍者,扶手的设计应充分考虑触觉标识,帮助用户在没有视觉辅助的情况下识别扶手的位置,可以在扶手上增加触感明显的标记或变化。此外,扶手应与背景形成明显的颜色或亮度对比,以进一步提升可辨识度。

4 结语

在建筑设计中,无障碍设计的核心目的是确保所有用户能够顺畅、安全地使用各种空间和设施,通过系统化地考虑和实施轮椅坡道、无障碍出入口、通道和门、楼梯与台阶、电梯和升降平台以及扶手等设计要素,可以显著提升建筑物的可达性和使用便利性,每一个设计的细节既要满足标准规范又要融入人性化的考虑,才能真正实现无障碍空间的目标。无障碍设计不仅是建筑工程中的技术要求,更是一种对社会责任的体现,反映了对每一个个体的尊重与关怀,通过坚持无障碍设计原则,建筑师能够为所有人提供更为公平的机会,提升他们的生活质量促进社会的进步。

[参考文献]

- [1]郑康. 建筑设计中的无障碍设计要点探究[J]. 建设科技,2019(13):56-58.
 - [2]宋振宏. 老年住宅建筑设计分析[J]. 城市建筑空间,2022,29(8):222-224.
 - [3]周旻艳. 医疗建筑无障碍设计要点分析[J]. 城市建设理论研究(电子版),2024(6):99-101.
- 作者简介:鲍婷婷(1988.11—),女,汉族,毕业学校:北华航天工业学院,现工作单位:中土大地国际建筑设计有限公司。

建筑设计中的绿色建筑设计

平天润

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 绿色建筑设计注重环境保护和可持续发展, 旨在实现建筑与自然环境的和谐共生。文章探讨了如何通过设计方法和策略来实现建筑的高效、环保、节能和舒适性, 并提出了几个要点。研究结果表明, 绿色建筑设计能够降低建筑的能源消耗和环境影响, 实现可持续发展目标, 为绿色建筑设计提供了理论依据和实践指导, 有助于绿色建筑的广泛推广与应用。

[关键词] 建筑设计; 绿色设计理念; 节能减排; 可持续

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14551

中图分类号: TU23

文献标识码: A

Green Building Design in Architectural Design

PING Tianrun

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

Abstract: Green building design emphasizes environmental protection and sustainable development, aiming to achieve harmonious coexistence between buildings and the natural environment. The article explores how to achieve high efficiency, environmental protection, energy conservation, and comfort in buildings through design methods and strategies, and proposes several key points. The research results indicate that green building design can reduce energy consumption and environmental impact of buildings, achieve sustainable development goals, provide theoretical basis and practical guidance for green building design, and contribute to the widespread promotion and application of green buildings.

Keywords: architectural design; green design concept; energy-saving and emission reducing; sustainable

引言

随着全球环境问题的加剧, 建筑行业作为主要的能源消耗者与资源使用者, 承载着推动可持续发展的重大责任。在这一背景下, 绿色建筑设计理念应运而生, 成为应对环境挑战、提升资源利用效率、减少碳排放的关键途径。绿色建筑设计不仅关注建筑物的环境友好性, 还着眼于资源节约、能源效率、舒适性及建筑物使用寿命的全面优化, 其目标在于最大化生态、经济与社会效益。通过绿色建筑技术的引入, 施工过程中的环境负担得以有效降低, 建筑物的运行效率得到了提升, 居住者的生活质量得以改善, 同时为城市的可持续发展提供了支持。随着绿色建筑标准及技术的不断完善与普及, 绿色设计理念已经逐渐成为现代建筑设计的主流。尽管绿色建筑设计在全球范围内已取得一定进展, 实践中仍面临如设计理念不成熟、技术应用难度较大以及实施成本较高等挑战。因此, 绿色建筑设计的实际应用及其所带来的优势, 已成为建筑行业亟待解决的重要课题。本文将分析当前绿色建筑设计的现状, 探讨其技术优势及在建筑设计中的具体应用, 并进一步研究如何在实际建筑中更好地落实绿色设计理念, 最后展望绿色建筑未来的发展趋势。

1 绿色建筑技术在建筑设计中的运用优势

1.1 提高能源效率, 降低运营成本

绿色建筑技术在建筑设计中的应用, 能够显著提高能

源效率, 并有效降低运营成本。通过引入高效节能技术, 如外墙保温、屋顶绿化、智能照明系统以及高效空调设备, 建筑的能源消耗得以大幅度减少。这些技术不仅有效降低了建筑使用阶段的能源支出, 还通过优化热环境与减少能源浪费, 提升了能源的整体利用率。同时, 绿色建筑设计着重于自然资源的节约与合理利用, 例如太阳能电池板与风能系统的集成应用, 使得建筑能够利用可再生能源, 降低对传统能源的依赖, 从而减少长期的能源开支。随着绿色技术的实施, 建筑在运营过程中的能源需求被有效管控, 运营成本持续得到降低, 建筑的市场竞争力及长期经济效益也随之增强。

1.2 改善室内环境质量

绿色建筑技术的应用, 在建筑设计中显著提升了室内环境质量, 进而增强了居住者的舒适性与健康水平。通过优化自然通风与采光设计, 建筑减少了对人工照明与空调的依赖, 从而降低了能源消耗, 并创造了更加宜人和健康的室内环境。例如, 外窗的合理布局与遮阳措施, 使得自然光能够最大限度地引入室内, 减少了人工照明的需求, 同时有效阻挡了过多的热量进入, 改善了室内温度与空气质量。此外, 绿色建筑强调低挥发性有机化合物 (VOC) 材料的使用, 减少了有害物质在空气中的排放, 从而进一步提升了室内空气质量。智能空调与湿度控制系统的引入, 确保了室内温湿度始终处于最佳舒适范围, 为居住者提供

了一个健康、舒适的生活空间。

1.3 促进城市可持续发展

绿色建筑技术在建筑设计中的应用,在促进城市可持续发展方面发挥了至关重要的作用。随着城市化进程的加快,建筑数量与规模的不断扩张,建筑行业面临着日益严峻的能源消耗、资源利用与环境影响的挑战。通过采纳节能环保的设计与施工方案,能源消耗与碳排在建筑运营中得到了有效降低,同时促进了资源的循环利用。例如,通过采用可再生能源(如太阳能、风能等)及高效节能设备,传统能源的依赖得以显著减少,温室气体的排放随之降低,有助于缓解城市能源紧张与环境污染的难题^[1]。此外,生态环境的保护与修复也在绿色建筑设计中得到了强调。可持续材料与绿色施工技术的选用,减少了建筑废弃物的生成,推动了建筑行业资源的循环利用,为城市的可持续发展提供了有力支持。

2 绿色建筑设计理念下建筑设计的现状

2.1 设计人员职业素养有待提高

尽管绿色建筑设计理念的推广在一定程度上提升了设计人员的职业素养,但在实际应用中,仍存在需要进一步提升的空间。尽管许多设计师具备一定的技术水平,绿色建筑设计却涉及能源效率、环境保护、材料选用等多个领域,对设计人员的综合素质提出了较高要求。然而,部分设计人员在理解与实践绿色建筑理念时,存在一定的不足。尤其是在如何将绿色技术有效融入设计,以及如何平衡建筑功能与环境效益之间的关系时,常常缺乏足够的专业知识与系统性的经验。此外,随着绿色建筑技术的不断更新与发展,许多设计人员在跟进最新设计趋势与技术手段时,出现了滞后现象,导致设计方案未能充分体现绿色建筑的优势,也未能有效应对建筑行业可持续发展的挑战。

2.2 建筑设计理念不够完善

在当前建筑设计实践中,绿色建筑设计理念的全面落实面临着诸多挑战,尤其是在设计理念的完善方面,仍存在一定不足。尽管绿色建筑理念已经在部分项目中引入,但总体而言,许多建筑设计未能充分贯彻绿色与可持续发展的原则。实际上,绿色建筑设计常被视为附加的、非核心的要求,许多设计方案过于强调建筑的功能性与经济性,而对环境效益与资源节约的关注则显得相对薄弱。在考虑建筑的能源利用、环境影响等因素时,设计师常常缺乏系统化的思维方式,未能全面统筹各个设计环节,结果导致绿色建筑理念未能在实际操作中得到充分实现。此外,部分设计人员对绿色建筑技术的掌握仍停留在基础应用层面,未能深入探索更高层次的绿色设计策略与创新,从而造成了建筑设计理念上的不足,未能真正实现节能、环保及可持续发展的综合目标。

2.3 盲目追求复杂化的设计

在当前绿色建筑设计的实践中,盲目追求复杂设计已

成为一个突出问题。随着绿色建筑理念的普及,许多设计师在追求创新与高科技应用时,往往过分关注建筑的外观及功能性,而忽视了设计的简洁性、高效性与实用性。在一些项目中,为了展示绿色建筑的先进性,设计方案中常常加入过多复杂的技术手段和设计元素,如高科技建筑材料、复杂的结构体系或智能化系统。尽管这些技术手段具有一定的环保与节能效果,但在实际应用中,由于设计过于复杂,建筑的建设成本大幅增加,同时也使得后期的维护管理面临较高的难度。更为关键的是,过度复杂化的设计往往脱离了实际需求,不仅难以有效满足功能性要求,且可能带来操作性差、功能冗余及管理困难等问题。

3 建筑设计中绿色设计理念的具体运用

3.1 建筑选址及现场设计

在建筑设计中,绿色设计理念的应用在建筑选址及现场设计阶段尤为关键。通过合理选择建设地点,建筑对环境的负面影响能够显著降低,同时能源利用效率也将得到提升。选址时,需要充分考虑当地的自然条件、气候特征、土壤类型以及生态系统的保护要求。例如,在阳光资源丰富的地区,建筑应朝向南方布局,以便最大限度地利用太阳能进行采光与供暖,减少对人工照明与空调的依赖,从而提高能源利用效率。此外,在选址时,还应兼顾交通的便利性、与周围环境的协调性以及建筑与自然资源的互动,避免对原生态环境的破坏。现场设计则强调建筑与周围自然环境的和谐融合,特别注重自然景观的保护及绿化植被的增加。在这一过程中,建筑布局应尽量利用地形地貌的自然优势,避免对环境的干扰,从而实现建筑与自然的更好共生。

3.2 整体环境的设计

在建筑设计中,绿色设计理念的应用同样体现在整体环境的规划与设计上。整体环境设计不仅聚焦于建筑本身的能源效率与功能性,更注重建筑与周围自然环境之间的和谐共生,以及对生态系统持续性的保护。在这一过程中,建筑师应深入考虑建筑与自然景观的融合、生态平衡的维护及人类活动与自然环境的互动关系。建筑外部环境的设计应尤其重视绿化与生态修复,原生自然景观如土壤、植被及水体的最大保留是首要目标^[2]。基于此,绿化带、花园、屋顶绿化以及垂直绿化等元素可被增加,以提升周围环境的生态价值。通过这些设计手段,不仅能够扩展城市绿地、改善空气质量、吸收二氧化碳,还能有效缓解城市热岛效应、调节局部微气候,从而增强环境的舒适性。此外,雨水管理是整体环境设计中的重要组成部分。绿色建筑理念强调通过雨水收集与利用系统,如渗透性铺装、雨水花园及地下蓄水池等设施,排放的雨水能够有效减少,从而缓解城市排水压力。而收集的雨水,可用于景观灌溉、冲洗以及冲厕等用途,实现水资源的高效利用。在能源设计方面,整体环境设计还应考

虑利用太阳能、风能等可再生能源，通过合理布局太阳能板或风力发电设备，为建筑提供清洁能源，减少对传统能源的依赖，进而减少碳排放。

3.3 建筑平面布局设计

在绿色建筑设计理念的引导下，建筑平面布局设计不仅关注空间的功能性与舒适性，还强调资源的高效利用与能源效益的最大化。通过科学合理的平面布局，建筑的能源使用效率得以显著提升，室内空气流通得到优化，且不必要的能源消耗得以减少，从而助力实现可持续发展的目标。在设计过程中，建筑的朝向与自然光的利用为关键因素。窗户的位置与面积若经过精心布置，自然采光的利用能够充分实现，从而减少对人工照明的依赖，降低电能消耗。同时，空间布局的合理性促进了室内空气的流动，进一步减少了对空调与通风系统的需求，提升了舒适度。绿色建筑的平面布局还应充分考虑功能区域的合理分配，以避免资源浪费。例如，通过合理分隔公共区域与私人空间，可有效减少不必要的能源消耗。此外，建筑外立面与屋顶空间的充分利用至关重要，绿化、太阳能电池板或雨水收集系统等功能设施可被设置。在通道与走廊的设计中，应避免冗余部分，提升空间的使用效率。绿色建筑的平面布局还应在材料选用上考虑环保要求，确保墙体、地面与屋顶结构具备良好的隔热、隔音与防潮功能，从而减轻空调、采暖及照明系统的负担，进一步实现能源节约。

3.4 建筑配套设施设计

在绿色建筑设计理念的引导下，建筑配套设施的设计不仅需满足基本功能需求，更应注重节能、环保与可持续发展。高效性与智能化的配套设施设计被绿色建筑所提倡，致力于通过精确配置先进技术与设备，最大化资源节约与使用效率。例如，供暖、通风与空调（HVAC）系统应采用节能型设备与高效技术，并根据建筑的实际情况进行智能调节，以确保舒适度与能效的最佳平衡。此外，水资源的高效利用在绿色建筑配套设施设计中也占有重要地位。通过雨水收集与再利用系统、低流量水龙头以及节水型卫生洁具的引入，水资源浪费得以有效减少，且城市供水系统的压力得到缓解。在电力系统设计方面，应优先选用可再生能源，如太阳能光伏板与风能设备，以满足建筑的部分或全部能源需求，从而降低碳排放。智能控制系统的使用也是绿色建筑设计中的一项重要措施，自动化技术被运用来管理室内的温度、湿度、空气质量与光照等因素，确保建筑在不同环境下的高效运作^[3]。通过这些智能设施，不仅优化了能源管理，居住者的舒适度与便捷性也得到了提升。垃圾分类与废弃物处理设施的设计同样不可忽视，合理规划垃圾收集、分类与回收系统，有助于减轻废弃物对环境的压力。

3.5 墙体节能设计

墙体节能设计在绿色建筑中的作用至关重要，其目标

是通过优化墙体结构与材料，提高建筑的能源效率，并减少能源消耗。通过合理的设计，建筑的热性能得以显著改善，热量流失被有效防止，从而减轻空调与供暖系统的负担。在实际操作中，墙体节能设计要求使用具有高保温性能的材料，如外墙外保温系统、保温砖以及复合材料等，这些材料能显著降低墙体的热传导性，减少热能的流失。此外，墙体的厚度、密实度以及施工工艺也被认为是影响节能效果的关键因素。在设计与施工过程中，热桥现象应避免出现，确保热量不会通过墙体的接缝或节点处泄漏。墙体节能设计还应根据建筑所处的气候条件来选择适当的保温措施，不同的寒冷或炎热地区应采取相应的处理方式，以确保实现最佳的节能效果。

3.6 水资源高效利用

水资源的高效利用在绿色建筑设计中占据着关键地位，其核心目标是通过合理设计与技术手段，减少水的消耗、提升水的使用效率，并推动水资源的循环利用。在建筑设计过程中，节水措施尤为重要。例如，低流量水龙头、节水型卫生洁具及高效排水系统等设备的采用，能显著降低水的使用量。此外，雨水收集系统的设计使得降水可以经过过滤后用于园区绿化、冲厕等非饮用水需求，从而缓解水资源的压力。水循环利用技术在建筑设计中得到广泛应用，例如通过中水回用系统，将经过处理的污水用于空调冷却、清洁等环节，进一步减少对自来水的依赖^[4]。景观设计中，同样应考虑水资源的高效使用，设置水体循环系统或景观水池等手段，不仅能提升环境美观度，也有助于水资源的持续循环利用。

3.7 可持续材料的选用

可持续材料的选择在绿色建筑设计中占据核心地位，其对建筑的环境影响、资源消耗以及整体可持续性具有直接影响。在绿色建筑中，那些对环境友好的材料，如低能耗、低污染、可再生或可回收的材料，应被优先考虑，这对于实现建筑的可持续发展至关重要。在选择材料时，能源消耗与碳排放的最小化应是重点，尤其是在生产、运输及使用过程中的影响。例如，天然且无害的建筑材料，如竹材、木材、再生混凝土以及环保涂料等，能够有效降低建筑过程中的环境负担。此外，选用具有较长生命周期与优良耐久性的材料，不仅能减少未来的维护与更换需求，还能有效减少资源的浪费。

4 结语

绿色建筑设计，作为应对环境危机与实现可持续发展的关键手段，已在全球建筑行业中得到广泛关注与应用。通过创新的设计理念与先进技术，能源利用效率显著提升，室内环境质量得到了改善，同时，生态环境保护与资源循环利用也得到了有效促进。尽管在实施过程中面临着技术应用成熟度与设计标准等挑战，随着科技的不断进步与政策的支持，绿色建筑设计将在未来获得更为广泛的推广与

实践。更加注重环境友好性、节能高效性与人性化功能的有机结合，未来的建筑设计将呈现出这一趋势。绿色建筑理念有望成为推动社会可持续发展的核心力量。在这一进程中，建筑设计师、开发商、政府及社会各界的协同努力，将为构建更加美好的生态环境与社会未来奠定坚实的基础。

[参考文献]

[1] 徐金. 解析建筑设计中绿色建筑技术优化结合[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(31): 73-75.

[2] 王知亮. 绿色建筑设计理念在建筑设计中的应用策略[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(29): 83-85.

[3] 韩春艳. 浅谈绿色建筑设计要点[J]. 建材发展导向, 2024, 22(17): 47-49.

[4] 李瑞亮. 绿色建筑设计的的发展趋势[J]. 住宅与房地产, 2023(20): 65-68.

作者简介: 平天润(1996.2—), 男, 回族, 毕业学校: 西南民族大学, 现工作单位: 河北建筑设计研究院有限责任公司。

传统文化在建筑设计中融合运用策略

王利宇

雄安城市规划设计研究院有限公司, 河北 保定 071700

[摘要] 建筑作为文化的载体, 承载着丰富的历史与社会信息。我国的建筑传统源远流长, 从古代的宫殿、庙宇到近现代的民居, 每种建筑形式都反映了当时的社会风貌及文化特征。随着城市化进程的加快, 许多传统建筑面临被遗忘或替代的风险, 这一现象不仅导致了文化的流失, 也使人们在日常生活中失去了与传统文化的连接。重新将传统文化融入现代建筑设计成为亟待解决的挑战, 设计师需在保留传统文化精髓的同时, 考虑现代生活的实用性与美观性以实现文化的传承与创新。此过程不仅关乎建筑本身的设计, 更涉及到社区的文化认同及人们的生活质量。探索有效的融合策略, 将有助于构建更和谐且富有文化底蕴的建筑环境。

[关键词] 传统文化; 现代建筑; 建筑设计

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14549

中图分类号: TU984

文献标识码: A

Integration and Application Strategies of Traditional Culture in Architectural Design

WANG Liyu

Xiong'an Urban Planning and Design Institute Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071700, China

Abstract: Architecture, as a carrier of culture, carries rich historical and social information. Our country's architectural tradition has a long history, from ancient palaces and temples to modern residential buildings, each form of architecture reflects the social and cultural characteristics of the time. With the acceleration of urbanization, many traditional buildings are facing the risk of being forgotten or replaced, which not only leads to cultural loss but also causes people to lose their connection with traditional culture in their daily lives. Integrating traditional culture into modern architectural design has become an urgent challenge. Designers need to preserve the essence of traditional culture while considering the practicality and aesthetics of modern life to achieve cultural inheritance and innovation. This process is not only related to the design of the building itself, but also involves the cultural identity of the community and people's quality of life. Exploring effective integration strategies will help build a more harmonious and culturally rich architectural environment.

Keywords: traditional culture; modern architecture; architectural design

引言

全球化进程的加速, 使现代建筑设计面临文化认同与地域特色的挑战。在这个迅速变化的时代, 如何将传统文化有效融入建筑设计, 已成为设计师们的重要任务。作为地方历史的积淀, 传统文化不仅是独特身份的象征, 将其与现代设计理念结合, 能够创造出具有深厚文化内涵的建筑作品, 从而增强人们对生活空间的认同感与归属感。在这一过程中, 设计师需深入挖掘传统文化中的元素, 将其与当代审美相结合, 通过此方式不仅保留了文化的根基, 也为现代建筑注入了新的生命力, 这样一来建筑作品不仅为居住者提供舒适的空间, 更成为文化传承与地域特色的体现。

1 传统文化在建筑设计中的重要性

在建筑设计中, 传统文化扮演着不可或缺的角色, 深刻反映了一个地区的历史与价值观, 并对人们的生活方式与审美情趣产生重要影响。建筑作品因其独特的身份与个性得以与地方特色紧密相连, 增强了居民对环境的认同感。历史悠久的城市中, 传统建筑风格不仅展现了地方文化遗产, 更推动了旅游业的发展, 吸引着大量游客前来探索与

体验。蕴含于传统文化中的智慧与经验, 为现代建筑设计提供了宝贵的借鉴。许多成功的传统建筑在结构、安全性及环境适应性方面表现优异, 这些优秀案例为当代建筑师带来了灵感, 帮助其在新技术的基础上实现更具人文关怀的设计。因此, 作为建筑设计的核心元素, 传统文化不仅推动着可持续发展也成为重要的力量。

2 建筑设计中的传统文化融合现状

在当今建筑设计中, 传统文化的融合现状呈现出多样化的发展趋势。许多城市在新建项目中, 致力于与历史文化保持连接, 建筑师们探索着将传统元素巧妙融入现代设计。例如, 一些新建的公共建筑在外观设计上借鉴了当地传统建筑的造型与材料, 不仅保留了地域特色同时也满足了现代功能需求, 这一实践丰富了城市建筑风貌, 提升了居民的文化认同感。传统文化的融合并非始终顺利, 在某些项目中传统元素的运用往往停留在表面, 缺乏对文化深层理解及合理设计逻辑的支持, 这样的建筑虽然在视觉上显得古朴, 却未能在实际使用中体现传统文化的精髓。随着全球化的推进, 西方现代建筑风格对传统设计的影响愈发明显, 部分地区的传统文化面临被边缘化的风险。因此,

在现代建筑中如何有效融合传统文化避免简单模仿,成为当前设计实践中的一大挑战。

3 传统文化融合的基本原则

3.1 现实性原则

现实性原则强调在建筑设计中融合传统文化时,必须考虑实际环境与使用需求,这意味着设计不仅需展现传统文化的美学与价值,还要切实适应现代生活的条件,设计师在运用传统元素时需深入了解建筑的功能、使用者的需求及其所处环境的特征。以一个历史文化名城为例,采用传统建筑风格时,现代的交通、消防与环保要求必须兼顾。在保持传统美感的基础上,现代材料与技术的合理运用将确保建筑的安全与舒适。现实性原则还要求在设计过程中兼顾经济性,确保文化融合能够在预算范围内实现,通过将传统与现实有机结合,能够创造出既具文化深度又符合现代人生活需求的建筑作品,从而使传统文化在当代焕发新的活力。

3.2 继承性原则

继承性原则在建筑设计中强调对传统文化的保护与传承。设计师在融入传统元素时需深入理解其历史背景、文化内涵及其在当地居民生活中的重要性,传承并非简单模仿而是在保持传统精神与特色的基础上进行创新。以新建文化中心的设计为例,传统建筑的屋顶、立面及装饰风格可以被借鉴,同时需考虑如何将这些元素与现代功能相结合,形成独特的设计语言,这种方法不仅使传统文化能够在新的时代背景下延续,也使建筑在视觉上引人注目,并在文化层面上与居民的情感产生共鸣。同样,继承性原则体现在对传统工艺与材料的重视,在可行的情况下,当地传统工艺与可持续材料的使用将提升建筑的文化价值,同时促进地方经济的发展。遵循这一原则在尊重与保护传统的基础上进行创新,是实现传统文化与现代建筑和谐共生的重要途径。

3.3 创新性原则

创新性原则在建筑设计中强调将传统文化与现代技术及理念相结合,以创造出具有时代感的建筑作品,这一原则不仅要求设计师保留传统文化的精髓,更鼓励在此基础上进行大胆的探索与创新。创新并非对传统的抛弃而是通过对传统元素的重新解读与再创作,形成符合当代审美与实用需求的新形式。在城市更新项目中,例如设计师能够将传统建筑形式与现代功能需求相结合,创造出多用途的公共空间,通过采用现代材料与先进施工技术,更复杂的形态与更高的能效得以实现,同时在外观上保留传统韵味,这类设计不仅吸引人们的目光更为使用者提供了更为舒适与便捷的体验。此外,该原则要求设计师关注未来的可持续发展,通过引入绿色建筑理念与智能化技术,传统文化的应用能够与现代社会的环保与节能要求相契合。

4 传统文化在建筑设计中有效地融合运用策略

4.1 合理选用传统建筑材料

合理选用传统建筑材料,成为有效融合传统文化与建

筑设计的重要策略。这一策略不仅关乎材料的美观与功能,还涉及文化传承与环境适应性。传统建筑材料如木材、砖石及泥土等,通常具备独特的地域特征与历史价值,其使用能够显著提升建筑的文化深度与身份认同。例如,在某些地区采用当地特有的砖瓦,能够体现精湛的传统工艺,同时使建筑与周围环境和谐相融,彰显地域文化的独特性。传统材料不仅具备美观的外观,耐久性与适应性也相对较高,经过历史的检验。例如,木材因其优良的强度与良好的绝缘性能而被广泛应用,经过科学处理的木材不仅抵御虫害与腐朽,且能有效调节室内湿度,从而提升居住的舒适性。砖石材料则以其坚固耐用而闻名,能够在各种气候条件下保持稳定的结构性能确保建筑的安全。采用传统建筑材料往往显著减轻对环境的负担,这些材料具备良好的可再生性与可降解性,与现代建筑中使用的合成材料相比,对生态环境的影响较小。例如泥土作为一种自然材料,开采与加工过程对环境的影响微乎其微,且在使用后能自然降解,符合可持续发展的理念,使用这些传统材料设计师不仅可以降低建筑的碳足迹,还能在维护与修缮时更加便捷,从而降低建筑的生命周期成本。在选择传统材料时,设计师需兼顾现代建筑的功能需求,这要求在材料选择过程中,考虑美观性、耐久性与经济性等多个因素,虽然某些传统材料具有丰富的文化价值,但在实际应用中可能存在耐用性不足或维护难度大的问题。设计师需综合评估材料的性能与成本,确保所选材料不仅展示传统文化的魅力,同时满足现代人对安全性、舒适性及功能性的期望。

4.2 融合传统设计理念与现代需求

融合传统设计理念与现代需求,成为建筑设计中的重要策略,既体现了对文化的尊重又回应了时代的发展,在这一过程中设计师需深入挖掘传统文化中的智慧,理解其背后的价值观及美学原则,同时将这些理念与现代生活的实际需求相结合。以传统建筑为例,通常强调人与自然的和谐共生,现代设计师可以借鉴这一理念利用大面积窗户与开放式空间,创造出明亮、通透的居住环境,促进自然光线与空气的流通。在功能布局方面,传统设计重视空间的灵活性与人际互动,现代建筑可在此基础上进行创新,设计出适合多种用途的公共空间以满足社区的多样化需求。随着智能家居与可持续建筑理念的兴起,设计师还应将这些现代元素融入传统设计中,通过智能技术的应用,建筑的能效与居住舒适度能够显著提升,同时保留传统文化的内涵与特色,这种融合不仅使传统设计焕发新生,还确保建筑适应现代生活的节奏与需求,从而在文化传承与时代进步之间,找到理想的平衡。

4.3 借鉴传统建筑结构形式

借鉴传统建筑结构形式,成为实现文化与现代设计有机结合的重要策略,这一做法不仅能够传承丰富的建筑文化,更提升了建筑的功能性与美观性。经过数百年的实践

检验,传统建筑展现出高度的智慧与技艺。例如木结构的榫卯技艺,以其牢固耐用而闻名,能有效应对自然环境的变化,为建筑赋予更大的灵活性与适应性。在现代建筑设计中,设计师能够从这些传统结构中汲取灵感,创作出既具现代感又富有文化内涵的建筑作品,采用传统的拱形结构不仅增强了空间的视觉美感,还有助于改善建筑的承重能力,通过现代材料与技术的应用,传统形式得以重新诠释,从而提升了安全性与功能性。此外,传统建筑的空间布局常常强调实用与舒适,这一原则可应用于现代住宅及公共建筑的设计,创造出更具人性化的空间,通过借鉴这种结构形式,现代建筑不仅获得了历史的厚重感,还为当代生活增添了文化的深度,实现了传统与现代的完美融合。

4.4 更新建筑色彩与装饰设计

更新建筑色彩与装饰设计,成为将传统文化融入现代建筑的重要途径之一。色彩不仅构成建筑外观的视觉语言,也是传达文化内涵的关键元素,通过对传统色彩的深入研究,设计师能够汲取灵感为现代建筑注入独特的文化气息。许多传统建筑常用温暖的红、黄、青等色调,这些色彩不仅带来视觉上的舒适感,还传递出浓厚的地方特色与文化象征。在现代建筑设计中,设计师可以将这些传统色彩与当代审美趋势结合,创造出富有层次感与活力的外观,淡雅的传统色调作为主色被运用,并与现代简约的线条与形状相搭配,使建筑在保持优雅的同时不失时尚感^[1]。同时,色彩的选择也需考虑周围环境的协调性,确保新建筑与历史背景及自然景观和谐共存。在装饰设计方面,传统文化中的元素,如纹样、雕刻与艺术装置,可以经过现代化处理后融入建筑中^[3]。例如,将传统花卉图案以简化形式应用于建筑立面或室内空间,既保留了文化的传统又符合现代设计的简约美学,这种更新不仅增强了建筑的视觉吸引力,还提升了空间的文化价值,让人们在日常生活中感受到历史的沉淀与文化的传承,通过这样的色彩与装饰创新,建筑设计实现了现代性与传统性的全新平衡。

4.5 强化文化传承与地域特色

强化文化传承与地域特色,成为建筑设计中实现传统与现代融合的重要策略。设计师需深入挖掘当地历史、文化及风俗,将这些元素有机地融入建筑,使其不仅承载物理空间,更成为文化的象征与地域身份的体现。通过研究

地方建筑风格,设计师可以提取代表性的形态、材料与装饰元素^[2]。例如,传统的四合院或庭院式布局在某些地区,不仅反映了居住的舒适性,还体现了当地人对家庭与社区的重视,这些空间布局在现代设计中可以借鉴,以创造更加亲密与互动的居住环境。在色彩选择与外立面处理方面,应充分考虑地域特色,通过运用当地的自然色彩与建筑材料,新建筑能够与周围环境形成和谐统一。例如,山区建筑可以采用与自然环境协调的木材与石材,并选用自然色调以增强建筑的归属感。强化文化传承的另一面是关注当地非物质文化遗产,如民俗艺术与手工艺,这些元素能够通过艺术装置、公共艺术或室内装饰等形式融入设计,使空间更具文化氛围与艺术价值。通过这样的方式,建筑不仅提供生活空间更成为文化传播与交流的平台,让人们在日常生活中体验地域文化的独特魅力。

5 结语

在建筑设计中,传统文化的有效融合不仅体现了对历史的尊重,更是推动现代建筑发展的关键动力,通过合理选择传统建筑材料、整合传统设计理念与现代需求、借鉴传统建筑结构形式以及更新色彩与装饰设计,设计师能够创造出既富有文化深度又符合现代生活的建筑作品,文化传承与地域特色的强化,使建筑不仅成为居住与使用的空间,更成为文化认同与社会互动的载体。这种融合不仅提升了建筑的美学价值与实用性,更为城市注入了丰富的文化内涵,使其在全球化与现代化的浪潮中保持独特的地方魅力。展望未来,在建筑设计的探索中,持续关注与挖掘传统文化的精髓,将助力创造更加和谐、富有生命力的建筑环境,促成历史与现代之间的对话与共鸣。

[参考文献]

- [1]李卫东. 中国传统文化在建筑规划设计中的体现[J]. 住宅与房地产,2020(18):62.
 - [2]黄斌. 中国传统文化在建筑规划设计中的体现[J]. 工程建设与设计,2019(16):22-23.
 - [3]黄小兵. 建筑规划设计中传统文化的应用途径探究[J]. 建材与装饰,2019(24):100-101.
- 作者简介:王利宇(1993.10—),男,汉族,毕业学校:西安建筑科技大学,现工作单位:雄安城市规划设计研究院有限公司。

建筑电气节能设计中光伏新能源技术的应用

宋 磊

中联合盛科技有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着全球能源需求不断上升,光伏技术作为一种清洁、绿色的能源形式,已逐渐成为能源转型中的重要组成部分,尤其在建筑领域中的应用愈加广泛。光伏系统的应用不仅有助于改善能源结构,还能显著提高建筑物的能源利用效率及可持续性。在建筑电气设计中,光伏技术的引入被视为提升建筑节能水平的重要手段之一。文中探讨光伏新能源技术在建筑电气节能设计中的应用策略,并对其未来的发展方向进行展望。

[关键词]建筑电气节能;光伏新能源技术;光伏并网系统;光伏建筑一体化

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14548

中图分类号: TU83

文献标识码: A

Application of Photovoltaic New Energy Technology in Energy-saving Design of Building Electrical Engineering

SONG Lei

Zhonglian Hesheng Technology Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the continuous increase in global energy demand, photovoltaic technology, as a clean and green form of energy, has gradually become an important component of energy transformation, especially in the field of construction where its application is becoming increasingly widespread. The application of photovoltaic systems not only helps improve the energy structure, but also significantly enhances the energy efficiency and sustainability of buildings. The introduction of photovoltaic technology is regarded as one of the important means to improve the energy efficiency level of buildings in electrical design. The article explores the application strategies of photovoltaic new energy technology in building electrical energy-saving design, and looks forward to its future development direction.

Keywords: building electrical energy-saving; photovoltaic new energy technology; photovoltaic grid connected system; integrated photovoltaic building

引言

在可再生能源中,光伏技术凭借其绿色环保、资源丰富的特点,逐渐成为建筑节能的关键技术。随着技术的不断革新,光伏建筑一体化(BIPV)作为一种创新设计理念,已逐步成为现代建筑设计的趋势之一。光伏系统不仅能显著提高建筑的能源自给能力,还能有效减少外部能源依赖。与此同时,随着储能技术与智能电网的融合,光伏技术的潜力被进一步激发,推动建筑节能效果的提升。政策的支持与技术的不断创新,共同促使光伏技术在建筑领域得到更广泛的应用,推动了绿色建筑与可持续发展的进程。

1 光伏新能源技术在建筑电气工程中的应用价值

1.1 供电可靠

光伏发电系统通过利用太阳能提供稳定、持续的电力,特别是在电网覆盖不到的地区或电力供应不稳定的建筑中,展现出显著的优势。光伏技术将太阳能直接转化为电能,使得建筑能够减少对传统电网的依赖,达到较高的能源自给率。在充足的阳光条件下,光伏系统能够满足大部分建筑的电力需求,并显著减轻外部电网的负担。研究显示,现代建筑通过安装光伏系统,能够自给 60%至 80%的电力需求。特别在日间,光伏系统的发电能力通常足以完

全替代电网供电,而剩余的电能则可以回馈至电网,从而减少了电网的压力。此外,配合储能系统,白天产生的多余电力可存储,确保建筑在夜间或阴天时仍能稳定供电,进一步提高了电力供应的可靠性。对于偏远地区,通过光伏系统,建筑能够在没有传统电网支持的情况下,独立稳定地获得所需电力,且减少了对传统能源的依赖,提升了能源自主性。

1.2 高效节能

光伏系统通过与建筑结构的有效结合,不仅满足了建筑的电力需求,还能通过智能控制技术优化发电效率,进一步节约能源。合理的组件布局 and 安装角度可以避免遮挡,提高系统的整体效能。同时,智能控制系统能够根据实时气候、负荷需求等外部条件调整光伏板的工作状态,保证系统始终处于最佳运行状态。采用最大功率点跟踪(MPPT)技术时,系统能实时调整功率输出,确保发电效率最大化。实际数据显示,光伏系统的引入使该建筑的能源消耗节省了 10%~30%,对于高能耗建筑来说,节能效果尤为突出。

1.3 低碳环保

与传统的煤炭、天然气发电相比,光伏系统在发电过程中不产生有害排放,极大地降低了建筑的碳足迹。国际

能源署 (IEA) 数据表明, 光伏发电每千瓦时的碳排放仅为 0.02 千克, 而传统燃煤发电则高达 0.9 千克。假设某建筑每年通过光伏系统产生 100 万千瓦时电力, 该系统每年可减少约 880 吨的二氧化碳排放, 展现了光伏发电在减排方面的显著效果。除了减排外, 光伏系统还能够避免传统能源生产方式带来的空气污染、水污染等环境问题。光伏电池的材料可回收使用, 系统运行过程中不消耗额外资源, 极大地降低了对环境的负面影响。在全球气候变化日益严峻的背景下, 光伏技术已成为应对气候变化的重要工具, 助力实现低碳、可持续发展目标。

2 建筑电气节能设计中的光伏新能源技术

2.1 光伏并网系统设计

在设计过程中, 逆变器的选择、负载调节及整体架构的优化至关重要。逆变器是系统的关键部件, 负责将光伏组件产生的直流电转化为符合电网要求的交流电。其智能调节功能使得系统能够根据电网电压与频率的变化自动调整, 确保系统稳定运行。负载调节则有助于优化建筑用电与光伏发电的匹配, 从而提升系统的整体效率。对电网的影响也是并网系统设计需要考虑的重点, 尤其在电力需求高峰时, 合理的并网设计可以有效减轻电网负担。通过将多余的电力回馈电网, 系统有助于维持电网的稳定性。采用电压调节与短路保护等技术, 有效防止系统对电网造成过度冲击。

2.2 光伏离网系统设计

光伏离网系统常见于电网无法覆盖或偏远地区, 主要依赖光伏组件、逆变器及储能设备, 确保独立运行。储能设备是离网系统中的重要组成部分, 能够在光伏发电充足时储存能量, 光照不足时释放电力, 确保建筑用电的连续性。常用储能设备包括锂电池或铅酸电池, 具有高效率的储能功能, 能够应对日夜电力波动。合理配置储能系统使得即便在季节性光照变化或电力需求波动的情况下, 也能确保稳定的电力供应。离网系统的设计进一步减少了对传统能源的依赖, 特别是在绿色能源需求日益增长的背景下, 离网光伏系统具有广阔的应用前景。

2.3 光伏建筑一体化 (BIPV) 技术

光伏建筑一体化 (BIPV) 技术通过将光伏组件与建筑表面结合, 既提供了能源, 又兼顾了建筑的外观美学。BIPV 技术打破了传统光伏系统与建筑外立面之间的界限, 将两者有机融合, 实现功能与美学的统一。与传统光伏系统不同, BIPV 将光伏组件嵌入建筑结构, 不仅能为建筑提供可再生电力, 还能增加建筑外立面的美观度, 提升其市场价值。随着光伏技术的进步, BIPV 正逐渐成为现代建筑设计中的重要趋势。在建筑设计中, BIPV 技术不仅提高了建筑的能源自给能力, 还降低了对外部电网的依赖, 推动了建筑领域绿色设计的发展。未来, BIPV 技术有望在更多类型的建筑中得到广泛应用, 成为实现节能减排目标

的重要手段。

2.4 智能光伏监控与管理系统

智能光伏监控系统通过实时数据采集与分析, 使得光伏电站能够高效管理, 从而确保系统持续稳定运行。智能监控系统能够跟踪光伏组件的发电情况、储能设备的工作状态, 以及电流、电压等关键参数。实时数据的采集为系统优化提供了依据, 借助智能算法, 系统能够自动调节运行模式, 从而提升发电效率。远程控制功能则帮助管理人员及时调整系统参数, 保障系统长期高效运行。

2.5 电力需求与光伏系统容量匹配

光伏系统的容量配置必须与建筑实际电力需求相匹配, 这要求对建筑负荷进行精确评估, 并依据负荷预测来合理规划光伏系统的容量。负荷预测技术可以根据建筑历史用电数据及季节性波动, 精准计算所需的光伏发电容量。通过动态调节, 光伏系统可根据负荷的变化进行最优调整, 确保建筑的电力需求得到及时满足^[1]。此外, 光伏系统容量的合理配置能够避免资源浪费, 提高整体系统的效率。

2.6 储能系统的辅助应用

储能技术与光伏系统的结合, 储能设备在白天发电多余时将电能储存, 而在光照不足时释放, 确保建筑用电的持续供应。储能系统有效应对光伏发电的波动性, 尤其是在阴天或夜间, 能够提供稳定电力。通过储能, 系统可以在电网负荷高峰时将电力反馈到电网, 减轻电网压力, 同时避免光伏电力的浪费。储能技术的辅助作用, 不仅增强了光伏系统的可靠性, 还促进了电力资源的优化配置, 助力建筑节能管理的提升。

3 建筑电气节能设计中的光伏新能源技术的应用策略

3.1 提高光伏发电效率的优化措施

提高光伏发电效率, 设计应结合建筑的地理位置、气候特征以及周围环境。比如, 在高纬度地区, 通过适当调整组件倾斜角度, 可以最大限度地捕获阳光, 提升发电效率。环境因素如天气、日照条件等, 都直接影响光伏系统的表现, 因此在设计时应针对这些变化因素进行优化调整。积尘或污染物的堆积, 会显著降低光伏组件的光照接收能力, 进而影响系统的整体输出。尤其在空气污染严重或沙尘较多的地区, 必须采取定期清洁措施, 确保光伏组件的高效运行。此外, 自动化清洁技术可进一步提高维护效率, 减少人工干预, 保持系统稳定的发电能力。

3.2 融合智能电网与分布式发电系统

智能电网技术与分布式发电系统的整合, 通过智能电网, 电力供需能够进行实时调节, 不仅优化了电力的使用效率, 还能实现电力的双向流动。在光伏系统产生过剩电力时, 能将多余电能回馈至电网; 在用电高峰时, 电网可提供所需电力, 保证建筑能源需求的稳定供给。随着建筑电力负荷的变化, 智能电网能够通过实时数据反馈, 调整

电力分配,避免电力短缺或浪费。

3.3 应用动态负荷管理技术

动态负荷管理技术在光伏发电系统中的应用,通过实时监控建筑内部电力需求,该技术可以根据负荷变化自动调整光伏系统的输出,确保电力的合理利用。特别是在负荷剧烈波动的情况下,动态负荷管理能够及时响应,保持电力供应的平衡^[2]。此技术对于提升建筑电力系统的稳定性起到至关重要的作用,尤其是在电力需求大幅波动或遇到突发事件时,能够通过动态调整保障建筑用电的持续稳定。

3.4 促进政策与标准的完善

相关政策的出台,能有效降低光伏系统的安装与运行成本,促进绿色能源技术的普及。例如,国家或地方政府通过税收优惠、补贴等措施,降低了建筑采用光伏发电系统的门槛,推动了这一技术的快速发展。在光伏建筑一体化(BIPV)等新兴应用中,行业标准的完善至关重要。标准化的技术要求保障了光伏系统的安全性、稳定性与高效性,为建筑项目提供了可靠的技术支持。完善的政策与标准体系,共同构建了一个促进光伏技术普及与应用的良好环境。

3.5 结合大数据分析进行能效提升

引入大数据技术,通过分析建筑用电需求、气候条件、太阳辐射量等数据,能够精准预测光伏系统的发电能力,并对系统设计进行优化。实时监控系統能通过大数据提供的反馈信息,调整光伏系统的运行状态,以应对突发需求或供电变化。通过历史数据的积累与分析,及时识别光伏系统的潜在问题,减少故障发生,延长系统寿命。大数据在光伏发电系统中的应用,不仅提升了系统的能效,还为设备的运行与维护提供了数据支持,确保了系统始终处于最佳工作状态。

4 建筑电气节能设计中光伏新能源技术的展望

4.1 光伏新能源技术的技术革新趋势

随着单晶硅和多晶硅光伏组件性能的不斷提升,建筑集成光伏系统的应用潜力愈加显著。钙钛矿太阳能电池因其较高的光电转换效率与较低的生产成本,逐渐被视为新一代光伏技术的有力竞争者,预计将对光伏行业产生深远影响。与此同时,薄膜光伏技术因其优异的适应性,特别适合于建筑一体化(BIPV)应用。尽管其单体转换效率较低,但在建筑表面集成时,薄膜光伏组件具备了不可替代的优势。随着材料科学的不断突破,薄膜光伏技术的应用前景将进一步拓展,特别是在节能设计中的应用将更加普遍。

4.2 光伏系统与储能技术的深度融合

储能技术与光伏系统的深度整合,储能设备能够储存多余的电力,在光照不足或需求高峰时发挥作用,显著提升电力自给率,减少对外部电网的依赖。随着锂电池、钠硫电池等技术的成熟,储能与光伏系统的结合提供了更加稳定的电力供应保障。储能系统不仅可以平衡光伏发电的

波动,还能够在夜间或阴天时确保建筑的持续用电。随着固态电池和氢能储能技术的逐步成熟,光伏系统与储能技术的结合将进一步提升电力系统的稳定性,并推动绿色建筑的发展。

4.3 光伏应用在不同类型建筑中的拓展前景

无论是住宅、商业建筑,还是公共建筑,光伏技术的适应性和集成性都使其成为建筑节能设计的重要组成部分。在住宅领域,光伏技术能够有效降低家庭用电成本,尤其是结合建筑一体化设计时,光伏系统既能满足家庭日常电力需求,又不影响建筑外观。通过智能家居控制,光伏技术可以与建筑能源管理系统无缝衔接,提升电力自给率,减少对传统电网的依赖。商业建筑则通过光伏技术显著降低能源消耗,尤其是在高峰用电时段^[3]。与智能电网结合后,光伏系统能够根据电力负荷的变化灵活调节供应,有效提高建筑能源系统的整体效率。再者,配合储能系统,商业建筑可以保障电力供应的稳定,进一步增强电力自给率。在公共建筑领域,光伏系统具有广泛的应用潜力,尤其是在医院、学校等电力需求较大的场所。光伏技术不仅能够降低能源成本,还能提高建筑的电力自给能力^[4]。随着绿色建筑理念的普及,光伏系统将在公共建筑中发挥重要作用,推动低碳、可持续发展的建筑模式。

5 结语

随着能源需求的不断增长与传统能源的有限性,光伏新能源技术已成为建筑节能与低碳发展的核心力量。通过将光伏系统应用于建筑中,不仅大幅提升了能源自给率,也有效减少了碳排放,为绿色建筑的实现奠定了基础。光伏技术的创新不仅表现在光伏建筑一体化(BIPV)的应用,还通过储能技术与智能电网的深度结合,提高了系统的稳定性与效率。未来,光伏技术与智能电网的融合,预计将推动建筑能源管理的智能化,进一步提升能源使用效率。随着技术进步与政策支持的不斷增强,光伏系统将在建筑领域发挥更为重要的作用,推动实现绿色建筑与能源转型的目标。

【参考文献】

- [1]宗龙,赵亚典.基于光伏建筑一体化的综合能源管控系统设计[J].内蒙古电力技术,2023,41(6):68-74.
- [2]周科,杨寿华.建筑光伏发电中的电气系统设计[J].电子技术,2024,53(4):354-356.
- [3]张远,苏天德,廖梦泉,等.交能融合背景下广西高速公路服务区分布式光伏方案研究[J].西部交通科技,2024(5):169-172.
- [4]张训华.建筑电气安装系统的设计优化与规划研究[J].电气技术与经济,2024(8):397-400.

作者简介:宋磊(1988.1—),男,汉族,毕业学校:河北农业大学,现工作单位:中联合盛科技有限公司。

可持续建筑设计的原则与实践探讨

赵海庆

河北加壹建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 可持续建筑设计通过集成环保材料、节能技术和生态友好的设计理念, 实现建筑在整个生命周期内的环境影响最小化。利用被动式设计策略, 充分考虑自然采光、通风和温控系统的优化, 从而减少能源消耗并提升建筑的能效。通过资源高效利用和废弃物管理策略, 推动材料的循环使用和可再生资源的应用, 实现资源的可持续管理。将智能建筑技术与可持续设计相结合, 实时监测建筑性能, 提升运维效率, 为用户提供健康舒适的环境, 减少对生态系统的破坏。

[关键词] 可持续建筑设计; 生态友好; 被动式设计

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14547

中图分类号: TU2

文献标识码: A

Exploration on the Principles and Practices of Sustainable Architectural Design

ZHAO Haiqing

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

Abstract: Sustainable building design integrates environmentally friendly materials, energy-saving technologies, and eco-friendly design concepts to minimize the environmental impact of buildings throughout their entire lifecycle. Utilizing passive design strategies, fully considering the optimization of natural lighting, ventilation, and temperature control systems, in order to reduce energy consumption and improve building energy efficiency. By implementing efficient resource utilization and waste management strategies, we promote the recycling of materials and the application of renewable resources to achieve sustainable resource management. Integrating intelligent building technology with sustainable design, real-time monitoring of building performance, improving operational efficiency, providing users with a healthy and comfortable environment, and reducing damage to the ecosystem.

Keywords: sustainable building design; ecology friendly; passive design

引言

随着全球气候变化和资源短缺问题的日益加剧, 可持续建筑设计逐渐成为建筑行业的重要发展方向。现代建筑不仅需要满足功能和美观的需求, 还应最大限度地减少对环境的负面影响。通过整合先进的节能技术、生态友好的材料和智能管理系统, 建筑设计正在向更环保、更高效的方向转型。这样的设计理念不仅能降低建筑物的碳足迹, 还能提高能源利用效率, 为居住者创造更加健康、舒适的生活环境, 同时为未来的建筑实践树立可持续发展的新标杆。

1 可持续建筑设计的基本理念与原则

可持续建筑设计的基本理念与原则强调通过系统化的方法, 将生态环境保护、资源高效利用与建筑功能结合, 打造对环境友好且资源消耗较低的建筑。可持续建筑设计追求在建筑全生命周期内, 包括材料生产、建筑施工、使用维护和拆除过程中的环境影响最小化。这种设计理念不仅注重建筑物的节能降耗, 还考虑到建筑对自然资源的可持续管理及废弃物的减少, 通过将生态环境保护的理念深植于建筑设计中, 达到资源与环境的双重优化。

在可持续建筑设计中, 环保材料的使用是一个核心原则。选择可再生、可回收且低能耗生产的材料, 如木材、竹材、再生金属和生态混凝土, 能够显著降低建筑的碳足

迹。同时, 在材料选择过程中, 需要考虑其在生命周期中的环境影响, 确保在使用和拆除阶段不会对生态系统造成负面影响。这种材料选择原则不仅能够减少建筑对自然资源的消耗, 还能推动废弃物的回收利用, 实现资源的循环经济。

节能技术在可持续建筑设计中同样占有重要地位。通过优化建筑的能源系统, 如高效采暖、制冷系统、太阳能光伏板以及智能照明设备, 可以最大限度地减少建筑在运行过程中的能耗。此外, 被动式设计策略, 如优化建筑朝向、利用自然光和自然通风, 能够在减少能源消耗的同时提升室内舒适度。这种通过设计手段降低能耗的策略, 是可持续建筑设计中重要的原则之一。

可持续建筑设计的原则还包括对建筑使用过程中的健康和舒适环境的重视。建筑设计应当注重室内空气质量、温湿度控制及噪声水平的管理, 通过智能系统和自然通风等手段, 为居住者创造健康、安全的生活环境。这种注重人居健康的设计理念, 是现代建筑设计在可持续发展背景下的重要演变。

最终, 可持续建筑设计的基本理念在于协调人与自然环境之间的关系, 最大限度地减少建筑活动对生态系统的破坏, 并推动资源的循环再利用。这不仅是一种建筑设计

方法,更是一种社会责任和环保意识的体现,旨在为未来的发展奠定更加绿色和可持续的基础。

2 环保材料在建筑设计中的应用与选择

在可持续建筑设计中,环保材料的应用与选择是推动绿色建筑发展的关键要素。环保材料不仅在生产过程中对环境的影响较低,而且具有高效的资源利用和可回收性,使其在整个建筑生命周期内减少资源消耗和污染排放。这些材料在设计中的合理选择和使用,不仅有助于提升建筑的生态性能,还能带来显著的经济效益和社会效益。

环保材料在建筑中的应用应优先考虑其可再生性和可回收性。天然材料如木材、竹材、石材等,由于其在生长过程中吸收二氧化碳并且可持续种植,成为理想的可再生材料。此外,生物基材料,如植物纤维复合材料,也越来越多地应用于建筑设计中。这些材料在生产过程中能耗较低,同时具备较好的耐用性和隔热性能,能够显著减少建筑对化石燃料资源的依赖,降低碳排放。

再生材料的使用同样是环保建筑设计中的重要组成部分。废弃物再利用,例如回收钢材、再生混凝土和塑料制品,可以减少对原生材料的需求,同时减少建筑废弃物对环境的负担。这些再生材料在建筑结构和装饰中的合理应用,不仅降低了成本,还通过循环经济的方式促进资源的再利用,符合可持续发展的理念。此外,选择生产过程对环境影响较小的低碳材料,如采用绿色制造技术的节能玻璃和隔热板材,也能在建筑运行过程中减少能源消耗,提升整体的能效水平。

在环保材料的选择过程中,还应考虑材料的全生命周期评估(LCA)。这种评估方法可以帮助设计师在选择材料时,充分了解其从生产、使用到废弃处理整个过程中的环境影响,从而做出更为科学的决策。通过这种系统化的评估,不仅能选择更为环保的材料,还能制定更符合可持续发展目标的建筑策略。全生命周期评估使得设计更加科学合理,有助于在项目初期就制定长远的环境规划。

此外,环保材料在建筑设计中的应用,不仅体现在建筑主体材料的选择上,还体现在内部装饰材料和家具的环保化。使用低挥发性有机化合物(VOC)涂料、环保地板和可再生材料制成的家具,有助于改善室内空气质量,降低对住户健康的潜在危害。这种环保材料的应用方式,不仅提升了建筑的绿色属性,还提供了更为健康、安全的生活环境。

3 节能技术在可持续建筑中的集成与优化

节能技术在可持续建筑中的集成与优化是实现建筑能效提升和减少碳排放的核心策略。这些技术通过智能化、系统化的设计和设备配置,使建筑物在运行过程中能够有效利用自然资源,减少对传统能源的依赖,同时优化能源使用效率。节能技术的应用不仅能降低运营成本,还能提升建筑的舒适度和可持续性。

在建筑设计中,最常见的节能技术之一是被动式设计策略。这种策略通过优化建筑的布局、朝向和结构设计,使其能够充分利用自然光、自然通风和热能传导,以减少对人工能源的需求。例如,合理设计窗户的大小和位置,配合遮阳板的使用,可以最大限度地增加采光效率,减少对人工照明的依赖。同时,利用自然通风系统,不仅能提升室内空气质量,还能减少空调和机械通风系统的使用频率,大幅降低能源消耗。

除被动式设计外,智能化能源管理系统在节能建筑中扮演着越来越重要的角色。这些系统通过传感器和自动控制设备,能够实时监测建筑物的能源消耗情况,并根据实际需求进行调整。例如,智能照明系统可以根据室内光线强度和人员活动情况自动调节光源亮度,避免能源浪费。同样,智能空调系统能够通过学习用户习惯和环境变化,自主调节温度设定,实现高效节能。

可再生能源技术的集成也是可持续建筑设计中的重要组成部分。太阳能光伏系统、地源热泵和风能设备等可再生能源技术,可以为建筑提供清洁能源供应,减少对化石燃料的依赖。例如,太阳能光伏板可以直接将阳光转化为电能,为建筑的照明、空调和供暖系统提供电力支持。而地源热泵则利用地下稳定的温度,提供高效的供暖和制冷服务,显著降低了传统能源的使用量。这些技术的集成使得建筑能够更为独立地运行,并在减少能源成本的同时降低碳足迹。

在节能技术的优化过程中,还需要注重建筑物各系统之间的协调与集成。通过建筑能源管理平台,将照明、空调、供暖、通风等各个系统有机结合,实现能源的统一调度和优化配置。这种整合式的能源管理方式,不仅提升了整体系统的响应速度,还能根据外部环境变化灵活调整能源策略,进一步提高能效。这种多系统协同工作的模式,能够最大限度地减少建筑的能源浪费,为实现更高的能效目标奠定基础。

4 被动式设计策略对建筑能效的提升作用

被动式设计策略强调自然采光的优化。在建筑布局和结构设计中,通过合理配置窗户、天窗和透明隔断,可以有效地引入自然光,减少对人工照明的依赖。设计时注重窗户朝向和玻璃材质的选择,不仅能最大化地利用日光,还能避免不必要的热量增加,保持室内温度的稳定。这种自然采光策略不仅能够显著降低能源消耗,还能改善室内环境的视觉质量,为住户提供更加舒适的居住体验。

自然通风是被动式设计策略的另一大亮点。通过合理设计建筑的开口位置和形状,可以利用自然风力促进室内外空气流通,提升空气质量并减少空调系统的使用频率。例如,交叉通风设计可以使室内空气快速更替,带走多余的热量,保持室内凉爽。此外,风塔和风导系统也常用于引导外部冷空气进入室内,从而降低对机械制冷设备的依

赖。这种自然通风策略不仅节约了能源,还创造了更健康、清新的室内环境。

被动式设计还重视建筑物的热工性能优化。通过高效的保温材料、隔热设计和热质量管理,可以在冬季保持室内温暖,夏季则有效阻挡外部热量进入。例如,使用高性能的墙体隔热层和屋顶反射材料,可以大幅减少热量通过建筑围护结构的传导,从而降低采暖和制冷系统的负荷。此外,热质量较高的材料,如混凝土和砖石,可以在白天吸收并存储热量,夜间逐渐释放,为室内提供稳定的温度调节效果。这种策略通过减少机械加热和冷却的需求,进一步提升了建筑的能效。

遮阳设计也是被动式策略中的重要元素之一。通过安装遮阳板、百叶窗和绿化幕墙,可以有效地控制阳光的直接辐射,减少夏季室内过热的现象。遮阳装置不仅能够减少制冷需求,还能防止家具和装饰材料因过度暴露在阳光下而老化。这种方式通过物理手段调节光热,既节约了能源又增加了建筑外观的美学价值。

5 智能建筑技术与可持续管理系统的结合

智能建筑技术与可持续管理系统的结合正在重新定义现代建筑的运行方式,通过数字化和自动化技术的集成,使建筑不仅具备高度的能效,还能实现自我调节和实时优化。此类系统通过数据采集、分析与控制,将建筑的能源管理与用户需求紧密联系在一起,在提升建筑性能的同时,减少对环境的影响。

智能建筑技术的核心在于物联网(IoT)设备的广泛应用。通过传感器网络,这些设备能够实时监测建筑物内部的温度、湿度、光照和空气质量等参数,并根据数据反馈自动调整系统设置。例如,智能照明系统可以根据自然光强度和房间占用情况自动调节灯光亮度,而不需要人为干预。同样,智能温控系统能够依据室外温度变化和室内需求自动调整供暖和制冷设备的运行状态。这种精细化的控制不仅提高了能源使用效率,还提升了用户的舒适度。

可持续管理系统通过大数据和人工智能算法,对建筑能源使用情况进行全面分析和优化。基于实时数据,这些系统可以识别能源浪费的环节,提出节能改进方案,并自动执行优化策略。例如,通过预测性维护技术,系统可以在设备故障发生前就进行预警和维修,减少能源损耗和运营成本。同时,可持续管理系统还能够根据用户的行为模式,自动调整能源分配,确保建筑在不同时间段内的能耗最低。这种基于数据驱动的管理方式使得建筑物的运营更

加高效、可控。

可再生能源与智能建筑技术的结合也是可持续管理系统中的重要一环。太阳能光伏板、风力发电机和地热能系统等可再生能源设备,通过智能系统的调度,可以在高效运行的同时实现与传统能源的互补。例如,在光照条件良好的情况下,智能系统会优先使用太阳能供电,而在光照不足时则自动切换到其他能源来源。这种多能源管理模式,不仅优化了能源使用,还能最大限度地减少碳排放,为实现建筑的碳中和目标提供支持。

此外,智能建筑技术在用户体验和环境友好性方面也有显著的优势。智能系统可以通过用户习惯学习算法,预测用户的行为模式,并在此基础上提前调节建筑内部的环境。例如,智能空调系统能够在用户进入房间之前调整到理想的温度,而在房间无人时自动降低能耗。这种个性化的环境控制,不仅提升了居住的舒适度,还在无形中节约了大量能源。

6 结语

可持续建筑设计通过整合环保材料、节能技术、被动式设计和智能管理系统,实现了建筑物在全生命周期内的能效提升和环境影响最小化。这种设计方法不仅降低了对自然资源的消耗,还显著减少了碳排放,推动了绿色建筑技术的发展。随着智能建筑技术的不断进步和可持续管理系统的优化,未来的建筑将更加智能、高效和生态友好,为应对全球气候变化和资源短缺提供了切实可行的解决方案。

【参考文献】

- [1]李志鸢.建筑的经济性在建筑设计理念中的应用[J].山西大同大学学报(自然科学版),2008(2):53-55.
 - [2]塔战洋.可持续建筑设计工具及其应用思想研究[D].重庆:重庆大学,2013.
 - [3]王奔.碳中和背景下的西方当代可持续建筑实践研究[D].西安:西安建筑科技大学,2023.
 - [4]孙珂,薛迪,吴梦诗.建构的初创到完整呈现及其可持续工作原则:两场当代木结构建筑实践展中的可持续木构装置的设计与思考[J].城市环境设计,2023(5):253-263.
 - [5]张伟锋.现代建筑设计创新思维的实践方法与价值探析[J].江西建材,2023(8):182-184.
- 作者简介:赵海庆(1983.2—),男,汉族,毕业学校:河北建筑工程学院,现工作单位:河北加壹建筑设计有限公司。

绿色建筑设计理念在建筑设计中的应用

张 康

中土大地国际建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 建筑行业作为全球能耗和碳排放的主要领域, 推动绿色建筑已成为应对气候变化的重要手段。自 20 世纪 70 年代绿色建筑理念诞生以来, 随着环保意识的提升, 它逐渐发展成为全球建筑设计的主流趋势。尽管像 LEED、BREEAM 等绿色建筑认证体系为其实施提供了指导框架, 实际应用过程中仍存在诸多问题, 如技术创新、成本管控和管理效率等。因此, 深入研究绿色建筑设计理念的具体应用与实施路径, 对于促进行业的可持续发展至关重要。

[关键词] 绿色建筑; 节能技术; 环保材料

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14546

中图分类号: TU201.5

文献标识码: A

Application of Green Building Design Concept in Architectural Design

ZHANG Kang

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

Abstract: As the main field of global energy consumption and carbon emissions, promoting green buildings has become an important means to address climate change in the construction industry. Since the birth of the green building concept in the 1970s, with the increasing awareness of environmental protection, it has gradually developed into the mainstream trend of global architectural design. Although green building certification systems such as LEED and BREEAM provide guidance frameworks for their implementation, there are still many problems in the actual application process, such as technological innovation, cost control, and management efficiency. Therefore, in-depth research on the specific application and implementation path of green building design concepts is crucial for promoting the sustainable development of the industry.

Keywords: green building design; energy saving technology; environmental protection materials

引言

随着全球气候变化和资源短缺问题日益严峻, 绿色建筑作为推动可持续发展的关键措施, 逐渐成为关注的焦点。绿色建筑不仅强调资源节约与环境保护, 还重视建筑在整个生命周期内的能效与舒适性, 通过引入节能技术、可再生能源和环保材料, 绿色建筑为应对全球能源危机和环境污染提供了切实可行的解决方案。尽管绿色建筑理念已获得广泛认同, 但在设计、施工与运营过程中, 实际应用仍面临诸多技术、经济及管理方面的挑战。如何克服这些障碍实现绿色建筑的全面推广, 已成为行业亟待解决的问题。

1 绿色建筑设计理念的应用重要性

绿色建筑设计理念在推动可持续发展中具有深远的意义, 通过降低能耗及减少对自然资源的依赖, 有助于减缓环境污染并在一定程度上缓解气候变化带来的负面影响。采取节能、节水等措施后, 绿色建筑能够大幅提高资源利用效率, 不仅节省能源与水资源, 还减少了废弃物的产生。与此同时, 这些举措提升了环境效益, 也为建筑使用者提供了更加健康的生活空间。优化设计要素, 如良好的自然采光、空气质量及噪音控制等, 不仅改善了居住环境的舒适性, 同时也有助于提升居住者的身心健康。在经济层面, 绿色建筑也展现出显著的优势, 尽管初期投资较高, 但长期来看凭借低能耗和低维护成本等特点, 绿色建

筑能够带来较高的经济回报, 为投资者提供可观的效益。

2 绿色建筑设计的的基本原则

2.1 节能减排原则

节能减排作为绿色建筑设计的核心原则, 目标是尽量减少建筑在使用过程中对能源的消耗与碳排放, 通过优化建筑能源结构并采用高效节能技术, 建筑的能效得到了显著提升。例如, 外立面设计与窗户位置的合理布局, 能够最大限度地引入自然光并促进自然通风, 从而减少对人工照明与空调系统的依赖, 这些设计方法有效地降低了建筑的能源需求。同时, 绿色建筑还倡导采用可再生能源, 如太阳能和风能等替代传统的化石能源, 从源头上减少碳排放。通过这些综合设计与技术手段, 建筑不仅能够满足使用功能, 同时显著降低对环境的负担, 推动低碳、绿色发展的实现。

2.2 环境友好原则

环境友好原则要求在建筑设计中最大限度地减少对自然环境的负面影响, 促进人与自然的和谐共生。在绿色建筑的实施过程中, 这一原则体现在多方面的设计选择上, 尤其是环保材料的使用、建筑废料的减少以及施工过程中污染的有效管理。例如, 采用低挥发性、含有较少有害物质的建筑材料, 能够有效保障室内空气质量并减少对周围环境的污染。此外, 建筑设计还应充分考虑生态系统的保护, 避免对周边自然环境造成破坏, 通过优化建筑与自然

环境的关系,如合理规划绿地、增加植被覆盖等措施,不仅改善了建筑周围的生态环境,还提升了建筑的舒适度,并促进了生态多样性的维持,这些设计措施有助于在满足人类需求的同时,增强自然环境的恢复力与适应性,从而实现人与自然的共生与可持续发展。

2.3 健康舒适原则

健康舒适原则的核心在于为居住者创建一个有益于身心健康的生活环境。绿色建筑设计中,为确保室内空气质量的优化、噪音的有效控制以及自然光的充分利用采取了多种设计手段,从而保护居住者的身心健康。例如,无害的装修材料与高效空气净化系统的选择,使有害气体的释放被显著减少,防止了室内空气污染的产生,通过合理设计的空间布局和温湿度调控系统,室内环境的舒适度得以保持,不受季节更替的影响。自然采光与通风方案的精心布置,不仅显著提升了居住体验的舒适度,也增强了室内外环境的互动,从而促进了居住者的心理健康与生活质量。通过这些设计,绿色建筑不仅满足基本的功能需求,居住者的体验与健康更成为设计的优先考虑,创造了适宜长久居住、符合人体需求的理想空间。

3 绿色建筑设计的关键技术

3.1 节能技术

节能技术在绿色建筑设计中扮演着至关重要的角色,通过一系列创新手段,有效地降低建筑能耗并提升能源利用效率。建筑外立面的保温设计是最常见的节能技术之一,高性能隔热材料与外遮阳系统的应用,使空调与采暖系统的负荷大幅减少,从而有效降低能源损耗。智能控制系统的集成使建筑能够根据实际需求自动调节照明、空调等设备的运行状态,从而进一步节省能源。例如,感应器可根据室内照明需求自动调整亮度,而温控系统则精准调节空调运作,避免了能源的浪费。窗体设计在节能技术中的应用也同样至关重要,高效能的双层玻璃窗和低辐射涂层窗户能够有效隔绝外界的热量,保持室内温度的稳定,减少空调系统的频繁启停从而达到节能效果,除了建筑设计本身,结合可再生能源技术,如太阳能热水系统和光伏发电等,进一步减少了对传统能源的依赖,从而大幅降低建筑的能源消耗。

3.2 可再生能源技术的集成

在绿色建筑设计中集成可再生能源技术成为了核心要素之一,通过减少对传统化石能源的依赖,建筑的碳排放显著降低,太阳能、风能、地热能等可再生能源的高效利用已逐步成为现代建筑的重要组成部分。以太阳光为例,光伏板的安装不仅能够为建筑持续提供电力,太阳能热水系统还满足了日常热水需求,因而传统能源的消耗被有效减少。地热能的应用也在不断拓展,尤其是通过地热泵系统,建筑能够利用地下的恒温进行供暖或制冷,这种方法不仅在节能方面表现出色,而且具备显著的环保优势,特

别适合温差显著的地区。风能技术则在一些大型建筑群和高层建筑中发挥着突出作用,在风资源充足的地区,集成微型风力发电系统为建筑提供了可靠的补充电力。通常这些可再生能源的应用由智能管理系统进行集成与优化,根据建筑的能耗需求、外部天气变化等因素,系统自动调节能源的来源与分配,以实现最佳的能源利用效率。

3.3 环保建筑材料的选择与使用

在绿色建筑设计中,环保建筑材料的选择与应用至关重要,直接影响建筑的能效、环境影响及居住者的健康,通过使用低碳且可持续的建筑材料,建筑的环境负担被显著减轻。例如,再生钢材与再生混凝土的使用,既减少了对自然资源的过度开采,也降低了生产过程中的碳排放,竹子与木材等天然材料因其具备短生长周期和可再生特性,通常作为绿色建筑的首选材料,这些材料不仅环保而且显著降低了建筑的环境足迹。材料的低毒性与环保性能也是不可忽视的因素,传统建筑材料往往会释放甲醛和挥发性有机化合物(VOC),对室内空气质量产生不利影响。而环保建筑材料则强调无毒无害,能改善室内环境^[1]。例如,低VOC涂料与无甲醛胶合板在减少空气中有害物质的同时,也保障了室内空气的清新与安全。能效特性在材料选择中同样重要,为降低能耗需采用高效隔热材料,不仅提升了室内温度的稳定性,也减轻了空调与采暖系统的能耗。例如,高性能外墙保温材料和双层低辐射玻璃窗的使用,可有效防止热量流失,从而降低建筑整体的能源消耗。

3.4 水资源管理与雨水回收技术

在绿色建筑设计中,水资源管理与雨水回收技术占据着至关重要的地位。尤其是在全球水资源日益短缺的情况下,水资源的合理利用显得尤为重要,通过雨水回收系统,建筑对市政供水的依赖得以有效减少,同时也缓解了城市排水系统的压力。降水通过屋顶集水装置、管道输送、储水罐和过滤系统得以收集并转化为可用水源,这些回收水能够满足绿化灌溉、清洁、冲厕等非饮用水需求,从而大幅降低了日常用水的成本。除了雨水回收,水资源管理技术还注重优化建筑内部的用水效率,低流量水龙头与节水型冲水马桶等高效节水设备被广泛采用,有助于减少水的浪费。智能水务管理系统的安装,使水流情况得以实时监控,并根据需求自动调整用水量,避免了过度消耗,通过这些系统,漏损的水管得以及时发现并快速修复,从而确保水资源的高效利用。不仅建筑对外部水资源的依赖被减少,这些水管理技术还通过循环利用和再生机制显著提升了水资源的使用效率,促进了城市水资源的可持续利用。

4 绿色建筑设计的实施策略

4.1 设计阶段的绿色建筑策略

在绿色建筑设计的初期阶段,科学合理的设计策略被视为实现可持续建筑目标的关键。此阶段需综合考量建筑规划、结构与材料选择,以最大化资源利用效率、减

轻环境负担并提升使用者的舒适度。建筑的朝向和布局应结合自然环境因素进行优化,包括太阳辐射、风向和景观视线等,这种优化能够在设计之初便为建筑带来优越的能源效率^[2]。例如,通过合理配置外立面、窗户与遮阳系统,自然光的利用率得以显著提高,对人工照明的依赖得以减少,同时增强了自然通风效果,从而有效降低了空调系统的能耗。在材料选择方面,环保性与可持续性成为设计的核心关注,此阶段中材料的生命周期,从生产、运输到使用及最终回收处理,应被设计师全面纳入考量,优先选用低能耗、低污染的建筑材料,如再生材料、天然材料或可降解材料,不仅可减少施工过程中的碳排放,还提升了建筑的环保性与可持续发展潜力。智能技术的引入,则构成了设计阶段不可或缺的一部分,通过集成智能控制系统,建筑可根据实际需求动态调整能耗,如智能照明、温控系统自动调节,避免不必要的能源浪费。水资源管理上,应在设计源头中考虑雨水收集与废水回用的措施,从而降低建筑对市政供水的依赖,并显著提升水资源利用效率。

4.2 施工阶段的绿色建筑策略

在绿色建筑施工阶段,实施有效的绿色施工策略至关重要,确保建筑项目实现环保与可持续发展的目标。施工过程中建筑材料的选择与使用应严格管控,优先选用环保、低污染且可回收的材料,同时合理规划材料的采购与运输,以最大限度减少资源浪费和碳排放。材料的合理管理在此阶段尤为重要,使资源的浪费得以有效避免,碳排放也因此被进一步控制。废弃物管理亦不可忽视,施工现场应推动建筑垃圾的分类、回收与资源化利用,减少不必要的填埋,避免对环境造成污染。节能与水资源的高效管理成为绿色建筑施工策略中的另一重要内容,通过使用节能型施工设备并合理安排施工顺序,能源消耗在施工过程中被有效降低。水资源管理方面,高效的节水措施应当得以实施,包括合理安排用水量、安装节水设备等,杜绝不必要的浪费。同时,雨水收集与回用系统的建设则可进一步减轻对市政供水的依赖,为施工期间提供充足的水源保障。绿色施工策略还需关注噪音与粉尘控制,在此方面噪音隔离与抑尘措施不可或缺,例如,采取喷雾降尘、加强施工区域围挡等方法,可有效减少噪声污染及扬尘扩散。

4.3 运营与维护阶段的绿色建筑策略

在绿色建筑的运营与维护阶段,确保建筑在长期使用

中始终具备高效能、低能耗及环境友好性至关重要。智能化管理系统的广泛应用正发挥着核心作用,借助智能能源管理系统,能源使用情况得以实时监控,各类设备如照明、空调及供暖系统根据实际需求自动调节状态,实现能源分配的优化,从而有效避免不必要的浪费^[3]。同时,室内环境指标(如空气质量、湿度和温度)通过智能设备的监测,能被持续维持在健康、舒适的水平。在水资源管理方面,高效利用水资源是运营阶段的重点,定期检查与维护水循环系统,从而保障雨水回收及废水处理系统的平稳运行,这一过程有效减少了对外部水源的依赖。智能水务系统的实时监控功能,使水管漏损及节水设备故障等问题能够被及时发现,确保水资源得以高效节约使用。对于绿色建筑的设备而言,定期保养与维护是必不可少的,以延长使用寿命并保持其高效运作。空调系统的清洁、照明设备的检查、电气设备的检测等维护措施,不仅确保设施始终处于最佳状态,且进一步降低了能耗并减少了故障的发生频率。

5 结语

绿色建筑设计理念的推广与实施,作为应对环境挑战、推动可持续发展的关键措施,在各个领域都具有深远的影响,通过在设计、施工及运营等各个阶段采用科学而系统的绿色建筑策略,不仅能够有效减少资源消耗与污染,还能为居住者提供一个更健康、舒适的生活空间。贯彻节能减排、环境友好及健康舒适的基本原则,结合可再生能源技术及环保材料的应用,赋予绿色建筑更深远的社会与生态意义。随着技术的不断创新与理念的不断发展,绿色建筑的应用将逐步扩展,推动全球朝着更加绿色、低碳的未来迈进,它不仅回应了当下的环境需求,也将成为未来城市建设与人类生活的必然选择。

【参考文献】

- [1]郑鑫. 建筑设计中绿色建筑设计理念的应用探究[J]. 明日风尚, 2024(13): 127-129.
 - [2]杨彪. 建筑设计中绿色建筑设计理念的整合应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(33): 76-78.
 - [3]王仲福. 建筑设计中绿色建筑设计理念的应用探究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(16): 74-76.
- 作者简介: 张康(1994.6—), 男, 汉族, 毕业学校: 廊坊师范学院, 现工作单位: 中土大地国际建筑设计有限公司。

装配式住宅建筑电气设计方法及发展

冯巧月

新疆花城勘测设计研究有限责任公司, 新疆 伊宁 835000

[摘要]我国装配式住宅建筑的电气设计正在经历快速发展,但仍存在亟待解决的问题。目前,设计理念相对传统,缺乏创新,现代智能化及节能技术未能有效融入。此外,设计方法的单一性往往导致未能充分考虑住宅的实际功能需求,进而使电气系统在灵活性与适应性方面表现不足。在施工过程中,内装部件与电气设计的协调性亟需提升,后期的使用与维护常受到影响。因此,提高电气设计的综合性与前瞻性,尤其是在智能控制系统及可再生能源应用的引入上,将成为推动我国装配式住宅建筑质量与居住体验提升的重要方向。这一转变不仅能满足日益增长的居住需求,同时还将促进建筑行业的可持续发展。

[关键词]装配式;住宅建筑;电气设计;方法及发展

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14575

中图分类号: TU8

文献标识码: A

Electrical Design Methods and Development of Prefabricated Residential Buildings

FENG Qiaoyue

Xinjiang Huacheng Survey, Design and Research Co., Ltd., Yining, Xinjiang, 835000, China

Abstract: The electrical design of prefabricated residential buildings in China is undergoing rapid development, but there are still urgent problems that need to be solved. At present, the design concept is relatively traditional and lacks innovation, and modern intelligent and energy-saving technologies have not been effectively integrated. In addition, the singularity of design methods often leads to insufficient consideration of the actual functional requirements of residential buildings, resulting in inadequate flexibility and adaptability of electrical systems. During the construction process, the coordination between interior components and electrical design urgently needs to be improved, which often affects the later use and maintenance. Therefore, improving the comprehensiveness and foresight of electrical design, especially in the introduction of intelligent control systems and renewable energy applications, will become an important direction to promote the improvement of the quality and living experience of prefabricated residential buildings in China. This transformation will not only meet the growing demand for housing, but also promote the sustainable development of the construction industry.

Keywords: prefabricated; residential buildings; electrical design; methods and development

引言

随着全球城市化进程加速及居住需求不断增加,因其高效、环保及经济特点,装配式住宅建筑逐渐成为现代建筑行业的重要发展方向。通过在工厂内预制构件,施工周期得以显著缩短,建筑质量提高,同时施工现场对环境的影响减少。在这一背景下,电气设计作为装配式住宅的关键组成部分,其合理性与创新性对提升住宅的安全性、舒适性及智能化水平至关重要。现代电气设计不仅需满足基本功能要求,还应与整体建筑设计、内装风格及居住者的个性化需求相结合。与此同时,智能家居技术的快速发展及可再生能源的广泛应用,为电气设计带来了转型的挑战与机遇。通过引入先进的智能控制系统与节能技术,居民的生活质量不仅能够提升,还能助推建筑行业迈向可持续发展。深入探讨装配式住宅建筑的电气设计方法及其发展趋势,为实现高品质居住环境提供重要的理论依据与实践指导,同时奠定建筑行业未来创新的基础。本研究旨在揭示电气设计在装配式

住宅中的关键作用,促进其与现代建筑理念的深度融合,推动整个行业的持续进步。

1 我国建筑电气设计的现状

1.1 设计观念老旧

我国建筑电气设计的现状受多重因素影响,其中设计观念的陈旧显得尤为明显。仍有许多设计师依赖传统理念,对新技术与新材料的理解与应用不足。这种思维惯性使得电气设计难以满足现代建筑的需求,导致在功能性、节能性及智能化方面存在缺陷。例如,在电气系统规划中,许多项目未能考虑可持续发展目标,缺乏对能源效率与环境影响的评估。此外,信息化水平的滞后限制了设计过程中的数据共享与协同工作,设计的优化与创新难以实现。

1.2 设计方式单一

我国建筑电气设计的现状还表现为设计方式的单一化,这一问题在多个项目中尤为突出。习惯于采用固定设计模式的设计师,缺乏灵活性与创新性,导致电气系统的

设计无法满足复杂建筑需求的多样性。传统设计方法往往侧重于基础设施布置,未能充分考虑建筑的功能性、舒适性及可持续性,这使得在应对现代建筑技术进步时,电气设计显得捉襟见肘。此外,设计过程中的信息交流与协作不足,常常导致设计方案局限,无法充分利用建筑信息模型(BIM)等先进技术进行系统集成与优化。

2 装配式住宅建筑电气设计方法

2.1 设计方案优化

在装配式住宅建筑的电气设计中,优化设计被视为实现高效、可持续及智能化建筑的重要基础。首要步骤在于深入了解项目的具体需求,包括居住功能、生活习惯及环境特征等,以确保实际使用要求能够满足电气系统配置。基于此,模块化设计理念应被设计师采纳,将电气设备布局与建筑结构紧密结合,从而高效集成各系统于装配过程中。同时,借助先进的建筑信息模型(BIM)技术,进行三维可视化设计的能力,使设计师能够提前识别潜在问题,如设备间距不足或线路冲突,并及时进行调整,以降低后期施工变更的成本及风险。此外,设计方案应关注能源效率与可持续发展,积极探索可再生能源集成方案,例如将太阳能光伏系统与电气设计结合,利用智能电网技术实现能源自给与智能管理。引入智能控制系统后,家庭能源使用的实时监测与调整,使居民能够优化能耗结构,降低不必要的浪费,从而提升生活便利性与舒适度^[1]。最后,重视后期维护便捷性的优化设计,确保电气系统的可维护性,以减少长期运营中的潜在风险与费用。

2.2 施工进度优化

在装配式住宅建筑的电气设计中,施工进度优化被视为提升整体项目效率、降低成本及确保工程质量的关键环节。优化施工进度不仅涉及对时间的管理,更涵盖了各施工环节的合理安排与资源的高效利用。制定详细的施工计划至关重要,此计划应结合电气设计的各项要求,与其他专业的施工进度相协调,以确保不同工序之间的无缝衔接。例如,电气系统的安装与结构施工、装修等工序应同步进行,避免后续施工中出现线路损坏或重工的问题。信息化管理工具,特别是建筑信息模型(BIM)技术的运用,可以显著提升施工进度的透明度与可预测性。通过BIM,施工团队实时更新进度,监测材料到场情况,并协调各专业的施工任务,能够及时发现并解决可能导致进度延误的问题。此外,数字化施工管理系统的应用,实现了资源的动态调配,确保关键设备与材料按时到位,避免物资短缺引发的施工停滞。在施工过程中,团队的培训与沟通也需受到重视,以确保每位工人准确理解设计意图及施工要求,从而提高施工效率。同时,工艺选择的合理性也是影响施工进度的重要因素,预制电气组件与模块化设备的采用可

缩短现场安装时间,降低施工复杂性。

2.3 做好建筑暖通空调安装工作

在装配式住宅建筑中,建筑暖通空调(HVAC)安装工作的成功与否对居住舒适度与能源效率至关重要。设计阶段,应充分考虑住宅的结构特性及使用功能,以便选择适合的空调系统类型,如中央空调或分体式空调,从而满足不同房间的需求。同时,合理的管道布局与设备选型应与建筑整体设计紧密结合,以确保HVAC系统能够高效覆盖每个生活空间,避免因设计不当而导致的冷暖不均或能耗浪费。在施工过程中,标准化的预制构件显著提升了HVAC系统的安装效率。通过在工厂完成预制管道、风道及其他部件的加工,现场可快速组装,从而减少施工时间及现场干扰。为了确保系统的高效运行,施工团队应严格遵循设计图纸与安装规范,以确保各组件连接紧密,避免漏气与热量损失。此外,充分的沟通与培训在施工前也极为关键,确保每位参与者理解系统的工作原理及安装要求,以降低错误与返工的可能性。安装完成后,系统的调试同样不可忽视。通过全面检测与调试HVAC系统,气流量、温度与湿度等指标需达到设计要求,从而保障居住环境的舒适度与系统的能效^[2]。引入智能控制技术,如温控器与传感器,将使HVAC系统实现自动化管理,提升系统的响应能力与灵活性,最大限度地降低能耗,同时确保舒适度。

2.4 公共区域电气设计

在装配式住宅建筑中,公共区域的电气设计被视为提升居住环境安全性与舒适性的关键环节。这些区域,诸如楼道、电梯间、健身房及休闲区,既是居民日常活动的重要场所,又承担着提供安全与便利服务的功能。因此,围绕功能性、可维护性及节能性展开电气设计显得尤为重要。在设计阶段,公共区域的使用频率与人流量需被综合考虑,以合理布置照明、插座及其他电气设备,确保充足的照明与电源供应,避免因电力不足而影响居民的正常使用。照明设计尤为关键,不仅需考虑光照强度与均匀性,防止暗区及眩光,还应选用节能灯具与智能照明系统,以实现自动调节与远程控制。通过这种设计方式,能有效降低能耗,并根据实际使用情况灵活调整,提升居民的舒适感与安全感。此外,公共区域的电气系统应与建筑整体管理系统相结合,通过智能监控与管理,提高电气设备的管理效率,及时发现并处理故障。在电气设计中,安全性同样重要,应设置应急照明与疏散指示灯,以确保居民在突发情况下能够安全撤离。针对火灾等潜在风险,烟雾报警器与灭火器的安装应被重视,以确保公共区域具备必要的安全防护。最后,在设计时,后期维护与检修的考虑不可忽视,确保电气设备具备良好的可接入性与可维护性,从而降低维护

成本,提高工作效率。

2.5 楼梯间内电气设计

在装配式住宅建筑中,楼梯间的电气设计被认为是确保安全、便利及美观的关键环节。作为主要的交通通道,楼梯间的电气设计不仅涉及照明系统的配置,还包括紧急疏散指示、监控设备及电源插座等功能。照明设计应以安全为首要目标,采用高亮度且均匀分布的灯具,以确保在任何时段均能提供充足的光照,避免因光线不足引发的意外。为了降低能耗及维护成本,建议使用LED灯具,并结合智能照明系统,配备感应开关与定时控制,这样不仅能提升能效,还能延长灯具的使用寿命。在电气设计中,安全疏散指示的设置同样至关重要。应急照明灯及疏散指示牌的安装是必要的,以确保在停电或火灾等突发情况下,居民能够迅速找到安全出口。这些设备需具备良好的电源备份,以确保在关键时刻发挥作用。监控摄像头的安装不可忽视,其功能在于增强楼梯间的安全性,监测人员出入情况,从而预防意外事件的发生^[3]。在电源插座的布局上,楼梯间可能使用的电器设备,如清洁设备及移动照明工具,需被充分考虑,确保在需要时便于接入电源。电气线路的布置应遵循安全规范,避免与其他系统交叉,确保线路的隐蔽性与安全性,从而减少潜在的短路风险。

2.6 叠合楼板电气设计

在装配式住宅建筑中,叠合楼板的电气设计被认为至关重要,直接影响住宅的功能性与居住舒适度。隐蔽空间的提供使叠合楼板成为电缆布置及其他电气设备安装的关键部分,因此在设计过程中,必须充分考虑其结构特性与电气系统的整合。在楼板构造阶段,电气管线通道的预留、合理规划电缆槽及穿线孔应被重视,以确保后续电气布线的高效性与安全性。同时,合适的绝缘材料及防火措施的选择,能够保证电气设备在高温、高湿环境下的安全运行,降低火灾风险。在实施过程中,考虑不同区域的使用需求显得尤为重要。特别是在厨房及卫生间等潮湿环境中,电气设计应特别关注防水与防潮,以避免设备故障。此外,智能化电气系统的集成逐渐成为趋势,智能传感器的安装在叠合楼板内可以实现室内环境的监测与调节,提升能效与居住舒适度。合理布局接入点同样重要,这将为未来电气设备的扩展提供便利,确保住宅在使用过程中能够灵活应对不断变化的需求。

2.7 预制墙板电气设计

在装配式住宅建筑中,预制墙板的电气设计被视为提升建筑功能性与安全性的关键环节。由于预制墙板在工厂内预先制造并运送到施工现场,电气设计需在生产阶段充分考虑,以确保电气系统能够顺利集成。根据住宅的使用功能,设计师应合理规划墙板内的电缆走向与插座布局,

以确保电气设备的安装位置既美观又便于后期维护与检修。墙板内部的电气管线需采用符合规范的绝缘材料,以保障安全,降低火灾隐患。在施工阶段,预制墙板的运输与安装必须严格遵循设计图纸,以确保电气线路的准确对接。专用接线盒应在墙板接口处设计,以便于各楼层之间的电气连接与调试。同时,为适应未来可能的功能变化,设计中应预留适当的接入点与扩展空间,以确保电气系统灵活应对住户的不同需求。随着智能家居的普及,集成智能传感器与控制系统在预制墙板中变得尤为重要,使住户能够通过手机或其他设备远程控制照明、空调等设备,从而提升居住的舒适度与便利性。

2.8 电气设计与内装部品敷设

在装配式住宅建筑中,电气设计与内装产品的敷设紧密相连,二者的合理结合被视为提升住宅功能性与美观性的关键。在电气设计阶段,设计师需与内装设计团队密切合作,以确保电气线路、插座及开关的布局既符合室内装饰风格,又满足住户的实际需求。在布局设计时,综合考虑内装材料的特性与风格应是重点,选择合适的电气设备与配件,以实现整体的协调统一。合理规划电气设备的安装位置同样重要,以避免因后期内装施工而导致电气线路的暴露或损坏。在施工过程中,优先进行内装产品的敷设,以便电气设备能够在适当的空间中顺利安装。通过在内装材料中预先设计隐蔽通道,空间美观度得以有效提升,同时降低后期维护的复杂性。采用模块化的电气组件不仅提高了安装效率,还便于未来的更新与改造。此外,智能化电气系统的集成,使住户能够通过移动设备方便地控制室内电气设备,从而提升居住的便利性与舒适度。

3 装配式住宅建筑电气设计的发展趋势

装配式住宅建筑电气设计的发展趋势正朝着智能化、绿色化与模块化方向演进,旨在提升居住环境的舒适性与安全性,同时降低能耗与施工成本。智能化系统的集成已成为电气设计的重要组成部分,随着物联网与人工智能技术的迅猛发展,越来越多的住宅被配备了智能家居系统。这些系统通过移动设备或语音控制,实现对照明、空调、安全监控等设备的自动管理,从而极大提高了居民的生活便利性与能效^[4]。此外,电气系统能够实时监测室内环境变化的智能传感器的广泛应用,使得设备运行状态得以自动调节,进一步提升了居住的舒适度。绿色设计理念的深入应用促使电气设计更加关注可再生能源的利用与节能技术的引入。结合光伏发电系统与储能装置,居民的能源开支得以降低,建筑的自给自足能力得以提升。在电气设备的选型上,低能耗与高效率的产品逐渐成为主流,这推动了整个建筑的可持续发展。模块化设计的趋势,使电气

系统布局更加灵活与高效。通过预制电气模块的应用,电气组件能够在工厂内提前组装并测试,现场施工时则能快速安装,从而缩短工期并降低成本。

4 结语

随着技术的持续进步,智能化、绿色化与模块化的设计理念逐步融入电气设计,推动其向更高效与环保的方向发展。尽管目前在电气设计领域,我国受到传统观念与方法的制约,但通过创新设计、加强多方协作以及引入先进技术,这些挑战能够有效应对。未来,随着人们对居住品质的持续追求及可持续发展的必要性,装配式住宅的电气设计必将迎来更为广阔的发展空间。更安全、便捷与舒适的居住环境,将通过持续探索与优化为居民创造,进而促进建筑行业的整体进步与转型。

[参考文献]

- [1]刘爱平.装配式住宅建筑电气设计方法研究[J].广东建材,2023,39(7):66-69.
- [2]杨柳.装配式住宅建筑电气设计方法探讨[J].中国建筑装饰装修,2023(2):98-100.
- [3]侯盼.装配式住宅建筑电气设计方法及发展趋势分析[J].四川水泥,2022(7):165-167.
- [4]焦森,于军琪,张悦.装配式住宅建筑电气设计方法研究[J].建筑技术,2019,50(2):3-5.

作者简介:冯巧月(1984.8—),毕业院校:内蒙古科技大学,所学专业:自动化,当前就单位名称:新疆花城勘测设计研究有限责任公司,就职单位职务:职员,职称级别:中级。

智慧城市理念下的城市建筑设计问题浅析

高仕通

中联合盛科技有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 随着全球城市化进程的加速, 传统城市在面对资源匮乏、环境污染等一系列挑战时, 智慧城市的概念应运而生。借助信息技术与智能化系统, 资源配置得以有效优化, 环境质量得到了显著提升, 建筑设计在这一过程中发挥着至关重要的作用。大数据、云计算等前沿技术的应用使建筑设计正朝着智能化、绿色化以及多功能化的方向发展。在智慧城市框架下, 建筑设计的高效性、安全性及可持续性的实现, 已成为亟待解决的关键问题。

[关键词] 智慧城市; 建筑设计; 智能化系统

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14545

中图分类号: TV2

文献标识码: A

Analysis of Urban Architectural Design Issues under the Concept of Smart City

GAO Shitong

Zhonglian Hesheng Technology Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the acceleration of global urbanization, the concept of smart cities has emerged when traditional cities face a series of challenges such as resource scarcity and environmental pollution. With the help of information technology and intelligent systems, resource allocation can be effectively optimized, and environmental quality has been significantly improved. Architectural design plays a crucial role in this process. The application of cutting-edge technologies such as big data and cloud computing is driving architectural design towards intelligence, greenness, and multifunctionality. Under the framework of smart cities, the realization of efficiency, safety, and sustainability in architectural design has become a key issue that urgently needs to be addressed.

Keywords: smart city; architectural design; intelligent system

引言

随着科技的不断进步以及全球城市化进程的加速, 智慧城市已被确立为未来城市发展的关键方向。信息技术与数字化应用不仅是智慧城市的基础, 环保、智能管理与可持续发展在建筑设计中的实现, 也被视为核心要素, 探讨在智慧城市理念指导下, 建筑设计所需的相关条件、独特特点及其实际应用, 为智慧城市的建设提供理论依据与实践支持。

1 智慧城市理念下城市建筑设计的基本条件

1.1 高新技术的支撑作用

在智慧城市理念的推动下, 城市建筑设计的创新得益于高新技术的有力支撑。随着信息技术、物联网、大数据、云计算及人工智能等前沿科技的迅猛发展, 建筑设计正迎来前所未有的机遇, 这些技术不仅提升了设计的精准度与效率, 还显著增强了建筑的智能化水平。信息技术的应用, 使得建筑设计过程中数据的收集、分析与处理变得更加智能化, 通过智能化系统设计师能够实时获取建筑的能耗、使用状况及空气质量等多维数据, 并基于此进行精准的调整与优化, 不仅提升了建筑的功能性, 还增强了其舒适性与安全性。借助物联网技术, 建筑得以与外部环境及内部系统进行即时互动与连接, 通过传感器与智能设备, 建筑能够自动调整温湿度、光照等环境参数, 从而创造出更加宜居人的居住或工作空间。同时, 建筑运营管理也得以大幅

简化, 所有从设备维护到能源管理的环节都实现了自动化与智能化, 大大降低了整体运营成本。在建筑设计中, 人工智能的应用正发挥着日益重要的作用, AI 能够处理大量设计方案进行优化与选择, 同时预测建筑的能效、使用寿命等关键性能指标, 为设计师提供更为精准的决策依据。更为重要的是, 人工智能技术在智能安防系统的设计中也得到了广泛应用, 极大提升了建筑的安全防护水平。

1.2 设计人才的培养与支持

在智慧城市理念的推动下, 城市建筑设计变得愈加复杂, 创新的需求促使设计人才必须具备更高的综合素质与跨领域的专业能力。除了传统的建筑设计知识外, 设计师还需掌握信息技术、绿色建筑、智能化系统等新兴领域的相关知识。如何培养和支持具备这些能力的设计人才, 已成为智慧城市建设中的一项核心任务。为了适应时代发展的需求, 设计人才的培养必须与科技进步与行业变革紧密结合, 许多高校已经将智慧城市、智能建筑以及绿色建筑等前沿课程纳入建筑学专业的教学体系, 不仅帮助学生掌握传统建筑设计技能, 也使他们能够更好地理解如何将新技术与可持续发展理念融入设计过程, 为投身智慧城市建设领域做好充分准备。实践经验的积累同样不可或缺, 除了学术教育, 设计人才需要通过参与实际项目了解技术在具体应用中的表现, 以及市场需求的变化。在这一过程中,

行业企业应为年轻设计师提供实践机会和学习平台,特别是在智慧建筑、物联网、智能安防等领域的应用实践中,帮助他们将理论知识与实际操作相结合,提升设计能力与创新思维。政府及行业协会应为设计人才提供必要的支持与职业发展机会,通过提供职业培训、奖学金、研究资助及技术支持,设计人才在智慧城市建设中的重要作用得以激励。跨行业的合作机制也应得到建立,促进设计师与信息技术、数据科学、环境工程等领域的专业人员的协作,从而推动智慧建筑设计的创新与发展。

2 智慧城市理念下城市建筑设计的特点

2.1 信息化与数字化技术的应用

在智慧城市理念的引领下,信息化与数字化技术的广泛应用为城市建筑设计带来了前所未有的变革,这些技术不仅改变了建筑的设计方法,还显著优化了建筑的功能性、舒适性及运行效率,智能化水平得到了极大提升。信息化技术通过大数据、物联网和云计算等先进技术的集成,赋予建筑物感知能力,使建筑设计不再仅仅依赖传统的图纸与模型,而是基于实时数据反馈进行动态调整。例如,建筑内的传感器可以实时监测温度、湿度、光照及空气质量等环境参数,并根据监测结果自动调节室内条件,通过这种实时监控与智能调节,建筑能够根据不同使用场景自我优化,从而提升居住的舒适度与能源利用效率。利用建筑信息模型(BIM)技术,设计师得以在虚拟环境中模拟与测试建筑的每一个细节,从而有效避免传统设计过程中可能出现的缺陷,BIM技术不仅能提高设计的精确度,还促进了设计、施工及运营等不同阶段的信息无缝衔接,确保项目能够顺利推进。数字化技术还能够实时监控建筑的能耗与性能表现,使设计师与管理人员能够根据实时反馈进行及时的调整与优化。通过数字化技术,建筑设计的个性化与定制化得到了极大推动,得益于3D打印技术设计师突破了传统建筑设计的局限,创造出复杂的几何结构与独特的外观,建筑不仅能满足功能需求,还能够在外观与风格上展示更多的创新与个性。

2.2 可持续发展与绿色建筑设计

在智慧城市建设的进程中,可持续发展与绿色建筑已成为建筑行业的核心议题之一。随着环境问题日益严峻能源消耗不断增加,绿色建筑不仅响应了全球节能减排的紧迫需求,也为提升城市居民生活质量提供了有力支持。绿色建筑设计的核心在于尽可能利用自然资源,通过一系列节能与环保措施最大限度地减少对环境的负面影响,以建筑材料的选择为例,绿色建筑强调使用环保、低碳且可回收的材料,不仅有助于减少资源浪费,还能延长建筑的使用寿命。再生材料与节能玻璃的应用,不仅提升了建筑的功能性,也大大降低了对环境的负担。能源效率的优化则是绿色建筑的重要组成部分,通过合理布局与外立面设计,建筑能够最大限度地利用自然采光与通风,减少

对空调与照明设备的依赖,从而显著降低能源消耗。水资源管理在绿色建筑设计中同样占据了重要地位,通过安装雨水收集系统及节水设施,建筑能够减少用水量进而提高水资源的循环利用效率。智能垃圾分类与回收系统的设计,不仅有助于减少废弃物的处理难度,还能促使废弃物得到更高效的再利用,从而避免环境污染。可持续发展的理念贯穿于建筑的设计、建造及后期运营与维护的全过程,借助智能化技术建筑的运行状态可以得到实时监控与调整,使得建筑在使用过程中能够持续优化能效表现,进一步实现节能减排的目标。例如,智能控制系统能够根据室内外气候变化自动调节空调与照明设备的运行状态,从而提升建筑的节能效果。

2.3 城市功能的智能化布局

在智慧城市建设的进程中,城市功能的智能化布局为高效、可持续的城市发展奠定了坚实的基础。传统的城市规划往往依赖经验与简单的布局设计,而智慧城市则借助信息技术、物联网、大数据等先进手段,使得城市功能能够基于实时数据进行动态调整与智能优化,从而更精准地满足居民的需求,提高城市运营的整体效率。智能化布局的核心之一是城市空间的高效利用,通过大数据分析,城市规划者能够实时获取人口分布、交通流量、能源消耗等关键信息,从而制定更为科学的规划与调度策略。以交通系统为例,通过智能化调度信号灯可以根据实时交通数据自动调整优化道路资源的配置,从而有效缓解交通拥堵提高通行效率。在建筑设计方面,智能系统能够根据室内外环境的变化,自动调节建筑的温度、湿度与光照,最大化自然资源的利用减少能源浪费。城市功能智能化布局的另一个重要层面是公共服务的精细化管理,智能技术已广泛应用于医疗、教育、安防等领域,显著提高了服务效率与响应速度,以智能医疗系统为例,患者的健康数据能够实时传输至医院,经过大数据分析后个性化的治疗建议得以提供,从而大大缩短了诊疗时间提升了就医体验。在智能安防领域,监控系统能够通过分析人流密度、行为模式等数据,自动识别异常情况并及时报警,增强了城市的安全性。智能化布局还极大地推动了城市的可持续发展,通过智能能源管理系统,城市能够实时监控电力、燃气、水等资源的消耗情况,依据需求变化动态调整资源分配,避免浪费并确保资源的高效利用。同时,智慧城市也通过智能垃圾分类与废水处理等系统优化环境管理,减少城市运营对生态环境的负担。

3 智慧城市理念在建筑设计中的实践应用

3.1 智慧城市应用提升建筑设计的环保效益

智慧城市理念在建筑设计中显著提升了环保效益,特别是在资源利用、能源效率及环境保护方面,发挥了重要作用。智能化技术不仅减少了建筑建造过程中的环境影响,还优化了使用阶段的能源管理推动了可持续发展。在能源管理方面,智慧建筑通过智能化系统精确控制能源消耗,

实时监测与优化使建筑能自动调节空调、照明等系统的工作状态^[1]。例如,智能温控与照明系统依据环境变化自动调整温度与光照避免能源浪费,结合传感器与物联网技术,建筑能够感知居住者需求,自动调整以提升能效减少不必要的消耗。绿色技术的集成是智慧建筑环保效益的关键,屋顶太阳能电池板有效利用太阳能,减少对传统电力的依赖。雨水收集系统将降水用于绿化灌溉等非饮用用途,减轻市政水源压力,通过这些技术智慧建筑不仅降低了运营成本,也减少了碳排放保护了环境。在建筑材料与施工过程中环保效益同样显著,使用可回收材料与低挥发性有机物涂料等环保材料,不仅降低了环境影响,还改善了室内空气质量。施工阶段,智能技术对建筑废料的优化管理与回收有效减少了建筑垃圾产生,降低了自然资源消耗。

3.2 智慧城市应用增强建筑设计的艺术性与吸引力

智慧城市的建设不仅提升了建筑的功能性与可持续性,还极大增强了建筑设计的艺术性与视觉吸引力。借助数字化工具与创新技术,建筑设计师能更好地展现创造力,打造出具有视觉冲击力和深厚文化内涵的建筑作品。建筑设计正朝着更深层次的城市环境融合发展,借助建筑信息模型(BIM)与虚拟现实(VR)等技术,设计师能在设计初期精确模拟建筑与环境的互动,优化外观与空间布局。建筑不仅与自然景观和谐融合,还能通过光影与动态效果展现独特风貌,形成与周围景观的有机互动^[2]。例如,玻璃幕墙与光影技术的结合,使建筑在不同时间与季节展现出不同面貌,增强视觉多样性与亲和力。数字化技术与3D打印技术为建筑师提供了前所未有的设计自由,突破了传统建造方式的局限,实现复杂结构与独特造型。智能技术为建筑师提供更多创作可能,帮助他们创造出更加艺术化、未来感的建筑风格。智能照明与互动屏幕可根据时间或节庆需求展现不同光影效果,增强视觉吸引力与 cultural 价值。智慧城市中的建筑设计愈加注重用户体验与美学的结合,智能建筑不仅是功能空间的集合,它们还能与居住者或游客产生情感联系,成为艺术作品。通过精心设计的声学系统与智能环境调节,建筑根据使用者需求调整噪音与空气质量,为人们创造既美观又舒适的空间,提升了建筑的吸引力与人文价值。

3.3 智慧城市应用增强建筑设计的安性能

智慧城市理念的应用显著提升了建筑设计的安性能,

智能技术帮助建筑更有效地应对潜在风险,保障居住者与安全。智能安全监控系统通过传感器、视频监控与行为识别技术实时监控人员活动,一旦发生异常系统会自动发出警报并启动应急响应,这种智能化监控不仅防范盗窃与破坏,还能及时识别火灾或电气故障等风险,减少事故发生的可能性。灾害应对能力是智能建筑设计的另一个关键优势,集成的传感器与气象监测系统使建筑能即时感知外部环境变化,在遇到地震、台风或洪水等灾害时,建筑通过智能调度系统自动启动应急通道,指导人群有序疏散并切断电力和气体供应,防止次生灾害^[3]。同时,智能技术还能实时监测建筑健康状况,及时发现并自我修复潜在损伤增强抗灾能力。智能化系统还优化了建筑内部的消防与安全管理,智能烟雾探测器与自动喷淋系统能根据实时火灾数据自动启动精准灭火,减少火灾蔓延的风险。紧急疏散引导通过数字显示屏、语音提示或动态指示灯进行,确保人群快速、有序撤离,降低伤亡。同时,人脸识别与指纹识别技术强化了出入控制,确保只有授权人员进入关键区域,提升了建筑安全性,这些技术在公共建筑与住宅区均得到了广泛应用,有效保护了隐私与安全。

4 结语

智慧城市理念在城市建筑设计领域带来了深刻的变革。借助先进的技术手段与人才支持,建筑设计在效率、智能化、环保以及可持续发展方面实现了显著突破。信息化与数字化技术的广泛应用,使建筑设计不仅更加精准高效,也使城市功能布局得到了优化,从而满足了未来发展日益多元化的需求。智慧城市的建设不断推动建筑设计的创新,提升了设计的艺术性、安全性以及功能的多样性。随着智慧城市建设实践的不断深化,预计将为未来城市建设提供宝贵的经验与行之有效的解决方案。

【参考文献】

- [1]刘显夫.智慧城市理念下的城市建筑设计问题分析[J].城市住宅,2021,28(2):213-214.
 - [2]刘钊.智慧城市理念下的城市建筑设计问题分析[J].智能城市,2020,6(9):53-54.
 - [3]曹磊.智慧城市理念下的城市建筑设计问题分析[J].居舍,2020(22):73-74.
- 作者简介:高仕通(1996.12—),男,汉族,毕业学校:重庆大学,现工作单位:中联合盛科技有限公司。

建筑工程设计中的剪力墙结构设计探究

郑江鹏

陕西西咸新区泾河新城城市建设投资有限公司, 陕西 西安 713700

[摘要]随着城市化进程的加快, 建筑工程设计的需求也日趋多元化。特别是随着现代建筑设计向着更高的层高和复杂的形态发展, 保证建筑稳定性和结构安全已成为建筑设计师的核心考虑因素之一。而在众多结构选项中, 剪力墙凭借其优良的力学特性和便捷的构造手段日益引起建筑师的关注, 逐渐成为高层或多高层结构的首选设计形式。其不仅可以提高建筑物整体抗风抗震性能, 还能有效优化室内空间使用功能, 达到良好的视觉美学效果。

[关键词]建筑工程设计; 剪力墙; 结构设计; 探讨

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14521

中图分类号: TU311.41

文献标识码: A

Exploration on Shear Wall Structure Design in Architectural Engineering Design

ZHENG Jiangpeng

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

Abstract: With the acceleration of urbanization, the demand for architectural engineering design is becoming increasingly diversified. Especially with the development of modern architectural design towards higher floors and complex forms, ensuring building stability and structural safety has become one of the core considerations for architects. Among numerous structural options, shear walls have increasingly attracted the attention of architects due to their excellent mechanical properties and convenient construction methods, gradually becoming the preferred design form for high-rise or multi story structures. It can not only improve the overall wind and earthquake resistance performance of buildings, but also effectively optimize the functional use of indoor spaces, achieving a good visual aesthetic effect.

Keywords: architectural engineering design; shear wall; structural design; discussion

引言

在现代建筑工程设计中, 剪力墙结构设计扮演着至关重要的角色。作为抗侧力的主要结构体系之一, 其能够有效地抵御风荷载和地震力带来的剪切破坏, 确保建筑物的整体稳定性和安全性。下文主要针对建筑工程设计中剪力墙结构设计的相关探讨, 希望能够对相关设计人员具有一定的启迪作用。

1 剪力墙结构的基本原理

剪力墙结构是现代建筑结构中一种重要的结构形式, 主要由一系列垂直墙体构成。这些墙体不仅承载着垂直方向的荷载, 更重要的是能够承受水平方向上的荷载, 对于保障建筑物的整体稳定性至关重要。在建筑设计过程中, 剪力墙的结构形式和材料选择都经过精心设计和严格挑选。其结构形式独特, 能够有效抵抗来自各个方向的外力作用。当建筑物受到外力作用时, 剪力墙能够利用其深厚的墙体和坚固的材料特性, 通过弯曲、剪切和压缩等方式来抵抗外力, 避免发生剪切破坏。此外, 剪力墙结构还能够提供良好的隔音和隔热性能, 进一步提高建筑物的舒适度。这种结构形式不仅广泛应用于住宅、办公楼等民用建筑, 也可用于桥梁、隧道等基础设施建设中^[1]。

2 剪力墙结构设计要点

2.1 布局设计

在建筑设计中, 布局设计至关重要。它不仅需要满足

建筑物的功能需求, 还需考虑实际的场地条件。因此, 在规划阶段就要细致考虑剪力墙的布置, 包括其数量和具体位置。合理配置剪力墙可以提升建筑物的安全性与稳定性, 有效分散并承载来自各方向的风压等水平荷载。在设计过程中, 务必兼顾经济效益与施工便捷性。合理的空间安排能最大程度减少材料浪费及成本超支风险。而安全标准则是不可逾越的底线。剪力墙不仅要满足建筑力学的基本要求, 更要达到相关法规和技术规范中的抗震性能规定, 确保其具备足够的强度以抵御突发状况带来的压力。通过精确地分析和设计, 结合现代计算技术模拟可能发生的外力影响, 从而制定更加严谨的方案。

2.2 截面设计

截面设计对于剪力墙结构的整体性能而言至关重要, 直接影响结构的承载力、稳定性和耐久性。为了保证建筑物的安全性和实用性, 设计剪力墙的截面需精心考虑其承载能力与抵抗变形的能力, 即刚度。设计初期必须分析结构中不同区域可能遭遇的主要载荷——比如重力作用产生的压力和由于外力冲击造成的弯曲力矩, 并进一步评估由这些作用力引起的具体应力分布情况。材料强度在设计过程中扮演重要角色。钢材与混凝土两种新型材料拥有各自独特的属性, 需根据不同部位的实际工作条件加以合理应用, 选择最适合该区域应力环境的组合材料类型, 如全

钢筋混凝土、组合墙或钢板混凝土墙等^[2]。除此之外，还需深入分析剪力墙在整个结构体系中所承受的不同应力形态及其交互影响。这不仅涉及单一墙体自身受力特征，也涵盖了墙体间、墙体与梁柱节点以及其他构件间的耦合响应情况，从而制定出既经济又高效的界面设计方案。通过精密细致的研究工作与模拟测试，在实际工程实施之前就预先识别潜在的风险点和不稳定要素，可大大降低建造过程中的意外隐患概率，为建筑的长期稳定使用提供坚实保障。最终目标是在充分满足结构需求的同时追求最佳的设计解决方案。这一环节对确保工程顺利完成，且在实际使用中发挥出良好的性能具有至关重要的作用。在整个过程中保持细致的态度，注重每一个细节之处，将使设计方案更加完善与成熟。

2.3 节点设计

节点在剪力墙结构中占据至关重要的地位，它们是墙体与梁、柱相接之处，对于整个结构的承载力和稳定性起到决定性作用。节点连接的可靠性直接关系到结构的安全和长期性能表现，任何薄弱环节都可能导致灾难性的后果。为了满足结构安全性和稳定性这两项核心需求，在设计过程中务必仔细考量节点处各种作用力的相互作用及传递路径。剪力墙结构的设计中包含复杂而多样的载荷情况。除了竖直方向上主要承载重力载荷外，还有水平方向上的风荷载以及温度变形等多种外力，均会影响节点的工作性能。设计者必须准确计算和预测这些载荷组合的效果，确保节点设计不仅能够应对常规工作状态下发生的载荷，还可以在突发状况下维持足够的强度和韧性。因此，在确定节点设计方案前应进行详尽的计算和模拟分析，包括但不限于有限元分析。此外，还需要采用适当的连接形式和技术措施来强化节点连接质量，比如合理布置锚栓分布、增强钢筋锚固长度及数量，以及优化接缝宽度等。这样不仅可以提升连接节点的整体刚性，还能有效地分散局部应力集中现象^[3]。

3 优化剪力墙结构设计的方法

3.1 有限元分析

利用有限元分析软件对剪力墙结构进行精细化建模与计算，能够显著提升工程分析的精度。这种方法基于对结构特征及其外部作用力的全面考量，通过模拟结构的受力与变形，从而提供更为精确的数据，这对于优化设计参数及预测施工风险具有重要意义。在具体操作中，首先需根据工程需求确定合理的建模范围，精细捕捉每一个细节特征。对于墙体材料特性和构件尺寸这类基础数据，需要准确录入系统内，并确保材料属性、节点定义、单元选择等均符合现实状况。接着便是施加各种类型荷载条件，这不仅涵盖常规的垂直重力加载方式，还应考虑到风压等多种外界因素的影响。

在此基础上开展网格划分时，采用合理的密度分布至

关重要。通常来说，关键位置采用较细致的网格单元来提高分析精度，在非重要部位则适当稀释处理以控制计算规模。通过此步骤可获得更为真实的应力分布模型。进一步，在进行边界条件设置与荷载应用时，应严格遵照工程实际状况执行。尤其对于复杂环境条件下的结构物分析任务尤为必要。随后进行数值求解与结果分析环节，这一部分要求工程师具备较强的专业素养和解读能力，才能从大量复杂结果中提炼有用信息。最后，在充分考虑不确定性及变异性的基础上形成综合评价。借助此类精准化分析流程，设计人员不仅能及时发现潜在问题并采取预防措施，还能基于可靠的数据支撑来评估多方案优劣并最终选定最合理设计方案。综上所述，引入有限元技术到剪力墙结构研究领域，不仅能够提升整体设计水平，同时为工程实践带来更高的效率和可靠性。

3.2 模型试验

通过模型试验验证设计的可行性，不仅是工程项目的重要组成部分，还能有效提升设计质量和实用性。模型试验是一种模拟实际条件进行的实验活动，旨在测试设计方案的实际表现和适应性，从而确认其可行性和有效性。在此过程中，首先必须精心准备实验对象，这通常包括按照设计规格构造比例缩小的模型结构。确保这些模型在尺寸、材料、构造方法等方面能够真实反映设计方案的核心要素至关重要。接着，设定并应用特定实验条件，模拟实际使用场景中的负载和其他相关物理现象。这些实验条件应当尽可能逼近真实的使用环境，比如温度变化、压力、湿度等，确保能够反映出设计在不同条件下的性能。在具体应用时，还须采用各种仪器设备来记录并测量模型结构响应的数据，包括变形量、应力水平以及可能的裂纹发展趋势等重要指标。通过对比这些测量结果和预期标准，可以全面评估设计的有效性和合理性。实验数据分析是验证设计可行性的关键步骤之一。利用所收集到的各种参数进行详细解读和分析，可以帮助技术人员识别任何潜在的设计不足，并为后续调整提供坚实的依据。基于这一阶段的洞见，团队可针对薄弱环节实施有针对性的优化工作。此外，通过迭代模型试验与设计优化的过程，可以不断提高结构的可靠性和稳定性，进而保证整个工程项目的安全可靠运行^[4]。

3.3 信息化技术

借助信息化技术，尤其是在数字化与智能化的支持下，设计工作效率可以得到大幅度提升。这种现代化的方法不仅提高了设计成果的精度和创造性，而且显著减少了整体开发费用。借助数字化技术手段，设计的每一步都可以变得透明且易于控制。无论是设计初期的创意构思还是成品制造的末段工艺，每一环节都变得更加高效精准。先进的计算机辅助设计（CAD）软件和技术是实现高效设计的强大工具。这类软件通过模拟实际工作环境，为设计师提供了丰富的设计资源与灵活的设计环境。通过应用 CAD 软件，

在项目伊始阶段就能够构建出高度精确的虚拟原型,从而实现设计方案的初步验证与优化。设计师能够实时对多个参数与约束条件做出调整,及时解决可能出现的技术冲突与问题点,确保后续阶段的设计迭代更加便捷高效。

另外,建筑信息模型(BIM)也是一项不可忽视的技术应用。这项集成了几何图形、工程属性和项目数据的综合性技术能够全方位地展示建筑物及其内部结构的全貌,并支持从多个视角审视项目进度与资源配置状态。BIM系统可以集成不同专业的工作数据,并实现无缝对接。这样,建筑设计、施工及运营过程中涉及的相关各方可以更紧密地合作,共同确保整个建设项目顺畅推进。利用数字化方法不仅可以在早期阶段发现与修正潜在设计缺陷与冲突问题,还能极大提高设计师团队之间的协作与协调能力^[6]。这种高效的协同模式有助于打破传统的单一化作业流程限制,使团队成员间的信息共享与即时沟通得以更顺畅。这不仅节省了时间成本,减少了因设计失误带来的重复修改次数,还有助于保持整体设计方案始终处在最高质量和最新趋势上。

综上所述,数字化与智能化技术在设计领域的应用已经证明,可以大幅度改进设计流程,使其更加高效、灵活。在提高设计方案的精准度和创新能力的基础上,还能有效降低设计成本与时间开支,助力企业更好地把握市场竞争中的有利时机,加速新产品进入市场的步伐。未来的设计趋势必然会越来越多地采用数字化技术和人工智能方法,以满足日益激烈的全球创新竞赛需求。

4 案例分析

通过对实际工程案例的分析,可以看出剪力墙结构设计在现代建筑中展现出卓越的实际应用效果和重要优势。例如,在一个高层住宅项目的案例中,设计师们采用了剪力墙结构设计,显著改善了建筑的整体稳定性和耐久性。地震荷载因素对整体建筑的安全性构成了主要威胁。通过引入高抗侧刚度的剪力墙,设计者能够有效提高建筑物对这些作用力的抵抗能力。该高层项目中的实际运用显示,合理的剪力墙布局不仅显著增强了建筑结构的安全系数,而且降低了地震荷载引起的加速度响应值。这意味着在遇到不同负荷的条件下,居民可以享受到更高的居住安全水平。不仅如此,剪力墙结构的引入还在很大程度上实现了结构自防水性能的需求。这种自防水特性减少了对后期建筑维护与修理所需的资金,从长远来看,大大节省了维修

费用并降低了维护频次。此外,优化的剪力墙布局减少了梁柱数量及其体积,进一步减少了室内空间浪费,扩大了有效可居住区域的规模,从而提供了更为灵活且舒适的室内空间布局。因此,在确保使用安全的前提下,这种改进显著提升了空间利用率,带来更多的潜在经济效益,使住户享受更大的居住舒适度同时减少居住成本。

从经济效益角度来看,采用剪力墙结构还可以减少建筑材料的使用量及建筑施工周期。因为该类型的墙体自承重性能较好,在一些部位减少了对框架支撑的依赖;这直接导致了混凝土及钢铁使用总量降低以及现场施工作业量减少。相应地,缩短工期意味着节约劳动力成本及项目管理费用。在社会效益方面,这类项目的成功示范不仅推动了城市化进程的稳健推进和可持续发展观下的新型住房建设标准制定,还通过展示创新技术在实际工程中取得的实际成果促进了绿色建造理念的普及和认可。同时增强了市民的环保参与意识以及对未来建筑发展方向的关注和支持。

5 结语

总之,剪力墙结构设计是建筑工程设计中的关键环节之一。在实际设计中,应遵循科学、合理、安全的原则,充分考虑各种因素,采用一系列策略进行优化设计。同时,应注重实践经验的积累和总结,不断提高设计水平,为建筑工程的安全性和稳定性提供有力保障。

【参考文献】

- [1] 张文涛. 住宅建筑结构设计中的剪力墙结构设计析[J]. 居舍, 2024(7): 104-106.
 - [2] 贾惠鹏. 剪力墙结构设计在建筑结构设计中的实践初探[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(30): 148-150.
 - [3] 方玉芝. 剪力墙结构在建筑结构设计中的应用[J]. 城市建筑空间, 2023, 30(1): 324-325.
 - [4] 高杰. 剪力墙结构设计在建筑结构设计中的应用分析[J]. 城市建筑, 2023, 20(12): 175-177.
 - [5] 李凯. 建筑结构设计中的剪力墙结构设计策略[J]. 住宅与房地产, 2023(17): 77-79.
 - [6] 赵亮. 剪力墙结构设计在建筑结构设计中的应用[J]. 石河子科技, 2023(3): 37-38.
- 作者简介: 郑江鹏(1991.7—), 毕业院校: 西安建筑科技大学, 所学专业: 结构工程, 当前就职单位: 陕西西咸新区泾河新城城市建设投资有限公司, 职称级别: 工程师。

深基坑的支护设计与岩土勘察技术研究

周文智

中土大地国际建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 自 20 世纪以来, 随着高层建筑及地下空间开发的推进, 深基坑工程逐渐成为城市建设中的关键组成部分。在复杂的城市环境中, 深基坑施工面临地下水、邻近建筑物、地质条件等多重挑战。为了确保基坑施工的安全性, 支护设计不仅需要精确高效, 且依赖于岩土勘察技术提供全面、准确的数据支持。在实际工程实施过程中, 支护设计与勘察数据的衔接、勘察数据的不足, 以及支护结构稳定性分析的缺失, 依然是较为普遍的问题, 这些问题亟须通过技术创新与方案优化来解决。深基坑支护设计与岩土勘察技术的协同发展, 必将大大提升工程的安全性、稳定性与操作性, 推动深基坑工程向更高水平迈进。

[关键词] 深基坑工程; 支护设计; 岩土勘察技术

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14543

中图分类号: TU473.2

文献标识码: A

Research on Support Design and Geotechnical Investigation Technology for Deep Excavation

ZHOU Wenzhi

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

Abstract: Since the 20th century, with the advancement of high-rise buildings and underground space development, deep excavation engineering has gradually become a key component of urban construction. In complex urban environments, deep excavation construction faces multiple challenges such as groundwater, adjacent buildings, and geological conditions. In order to ensure the safety of foundation pit construction, support design not only needs to be precise and efficient, but also relies on geotechnical investigation technology to provide comprehensive and accurate data support. In the actual implementation process of engineering, the connection between support design and survey data, insufficient survey data, and lack of stability analysis of support structures are still common problems that urgently need to be solved through technological innovation and scheme optimization. The coordinated development of deep foundation pit support design and geotechnical investigation technology will greatly enhance the safety, stability, and operability of engineering, and promote deep foundation pit engineering to a higher level.

Keywords: deep excavation engineering; support design; geotechnical exploration technology

引言

随着城市化进程的加快, 深基坑工程在建筑、交通及基础设施等领域的应用愈加广泛。工程的安全性、稳定性以及施工进度直接受到支护设计与岩土勘察技术合理性的影响。深基坑施工面临复杂环境与多变地质条件, 在确保施工安全的基础上, 如何科学地设计支护结构并精确评估岩土体特性, 已成为工程实践中的一大挑战。支护设计必须综合考虑土层性质、水文条件及支护形式等多种因素, 同时, 准确的岩土勘察数据是至关重要的, 二者的紧密配合对保障工程质量起着决定性作用。

1 深基坑工程的重要性

深基坑工程在现代城市建设中占据着至关重要的地位, 尤其是在高层建筑、地下设施以及交通基础设施的建设中, 深基坑的设计与施工是关键环节。随着城市化进程的不断推进, 土地资源日益紧张, 地下空间的开发已成为提升城市功能的核心途径。作为承载地下结构的基础, 深基坑不仅支撑着下部空间的建设, 同时也保障着上层建筑的安全。由此可见, 基坑的支护设计与施工直接影响到工程的安全性、经济性 & 环境可持续性。在支护设计中不仅

需要确保施工阶段的安全, 还应关注基坑周围环境的稳定。有效的支护结构能够有效避免邻近建筑、交通设施及地下管网等遭受不良影响。同时, 岩土勘察提供的基础数据对基坑设计起着至关重要的作用, 通过这些数据工程师能够准确了解土层分布、土质特性及水文地质状况, 进而影响支护方案的选择及施工过程中风险的管控。无论是传统支护结构还是创新支护方法, 最终决定基坑施工可行性及安全性的设计优劣。因此, 深基坑工程的设计不仅是一个技术问题, 更是推动城市建设可持续发展的关键要素。

2 深基坑支护设计与岩土勘察技术的现状

目前, 深基坑支护设计与岩土勘察技术在国内外已经得到广泛应用, 随着建筑工程规模的不断扩大以及地下空间开发需求的增加, 相关技术也在不断发展与优化。传统的支护设计方法, 如地下连续墙、锚杆支护及支撑体系依然是主流选择。随着工程复杂度的提升, 新的支护设计方案逐渐崭露头角, 例如柔性支护以及超深基坑的全降水技术等, 这些创新方法在提升施工效率、减少对周边环境影响及控制工程成本方面展现出了显著的优势。岩土勘察技术的进步同样不容忽视, 尽管传统的地质勘探手段, 如钻

探与标贯试验依然是获取地质信息的重要方式,但现代岩土勘察技术已经通过引入先进的非破坏性测试手段,如地质雷达、地震波探测以及深层土壤探测等,使勘察数据变得更加精准与全面,从而为基坑支护设计提供了更加可靠的依据,三维地质建模与 BIM (建筑信息模型) 技术的结合,显著提升了岩土数据在设计阶段的应用效率与直观性。尽管如此,深基坑支护设计与岩土勘察技术在实际应用中仍面临若干挑战。支护设计与实际地质条件之间的匹配问题,复杂土质条件下支护方案的选择问题,以及勘察数据的准确性与可行性问题,依然需要在技术层面不断改进与突破。

3 深基坑支护设计与岩土勘察技术存在的问题

3.1 深基坑支护设计中存在的技术难点

3.1.1 支护形式选择困难

在深基坑支护设计中,支护形式的选择是一项复杂且充满挑战的任务。基坑的深度、土层的特性、周边环境以及工程要求等因素,都会直接影响支护形式的决策。面对这些多变的地质条件与施工需求时,设计人员常常遇到不小的困难,例如在软弱土层或水文条件较差的基坑中,传统支护方式往往难以提供足够的稳定性,而新型支护结构的实施又受限于成本、施工工艺及施工周期等多重因素。支护结构不仅需要确保自身的稳定性,还必须充分考虑其对周围建筑物、地下管网以及交通设施的潜在影响。因此,支护形式的选择不只是技术层面的决策,它还涉及对环境影响的深入评估与权衡,在多种约束条件下如何在安全性、经济性与可施工性之间找到恰当的平衡,一直是设计中的重要难题。随着深基坑工程的复杂性不断增加,如何在众多支护形式中做出合理选择,依然是支护设计中亟待解决的关键问题。

3.1.2 支护结构的稳定性分析不足

在深基坑支护设计中,支护结构的稳定性分析常常存在不足,从而引发施工过程中的潜在安全隐患。尽管现有的分析方法能够在一定程度上评估支护结构的稳定性,但在许多情况下设计时对支护结构受力、变形及失稳风险的分析并不全面,尤其是在复杂的地质环境下。例如,在地下水位波动较大或土层复杂的区域,传统的稳定性分析方法往往未能充分考虑土体与支护结构之间的相互作用,这使得设计结果未能准确反映实际情况。动态稳定性分析在许多设计中常常被忽视,深基坑施工过程中,外部荷载、振动等因素会对支护结构产生影响,引发动态响应,但在一些工程设计中,静态分析仍占主导地位,动态荷载的影响未被充分考虑,致使支护结构在特殊工况下的失稳风险被低估。

3.2 岩土勘察技术中的问题

3.2.1 勘察数据不充分或误差较大

在岩土勘察技术中,勘察数据的不足或存在较大误差

是一个普遍的问题。尽管岩土勘察为基坑支护设计提供了基础性数据,但在实际操作中,往往无法全面获取地质层次的详细信息,从而导致数据的不完整性。例如,钻探深度受限、样本数量不足,或是没有充分覆盖可能存在的复杂地质变化区域,这些问题直接影响了勘察数据的代表性,在这种情况下支护设计只能依赖部分数据进行推测,进而产生较大的不确定性。同时,勘察过程中使用的仪器设备精度、施工人员的操作经验以及勘察方法的选择,均直接影响着勘察结果的准确性。尤其是在软弱土层或复杂地质条件下,岩土力学性质的测定容易出现较大误差,而这些误差可能未能及时发现或被忽视,从而影响了后续设计的安全性与有效性。

3.2.2 岩土力学性质评估不准确

在岩土勘察过程中,岩土力学性质的评估常常存在不准确的问题,这直接影响了深基坑支护设计的可靠性,如土壤的承载力、变形模量和抗剪强度是支护结构设计中的关键参数。在勘察过程中,土样的代表性常受到限制,特别是在非均匀地质条件下,单一的样本或钻探点往往无法全面反映土层的真实特性,尤其是在地下水位波动较大或土层变化频繁的区域,勘察数据的离散性使得岩土力学性质的准确评估变得更加困难。岩土力学测试方法的局限性加剧了这一问题,尽管标准贯入试验(SPT)和三轴剪切试验等传统方法被广泛应用,但在某些复杂地质条件下,这些方法常常存在较大的误差,难以完全准确地反映土壤的真实行为。尤其是在深层土体或特殊土质(如膨胀土、软土)区域,传统测试方法的适应性较差,往往导致土壤力学性质的评估出现偏差。

3.3 深基坑支护与勘察数据衔接问题

深基坑支护设计与岩土勘察数据的衔接,往往成为影响项目安全与工程质量的关键因素。在实际操作中,勘察数据与支护设计之间的连接常常不够紧密,导致设计阶段未能完全反映出实际地质条件的复杂性,虽然岩土勘察提供了关于土壤、地下水、岩层分布等基本数据,但这些数据通常通过抽样与试验获得具有一定的局限性。支护设计依赖于这些数据来制定支撑结构方案,若两者之间的沟通与整合不到位便可能导致数据不匹配或出现偏差。例如,勘察数据有时未能及时更新,或者不同阶段的数据存在差异,导致支护设计未能实时调整以应对新的地质信息。设计人员在数据解读与应用过程中,有时过于依赖理论计算而忽视了现场实际情况的变化,结果可能使支护结构设计过于理想化,未能考虑到现场可能出现的复杂问题。支护设计与岩土勘察数据衔接不当,不仅影响了设计精准性,还可能在施工过程中引发无法预见的风险与安全隐患。

4 解决深基坑支护设计与岩土勘察问题的策略

4.1 深基坑支护设计的优化策略

优化深基坑支护设计的首要步骤,应根据实际情况合

理选择支护形式。考虑到不同地质条件与施工环境的差异,支护形式的选择需精准匹配现场条件、土体承载力及基坑深度等多种因素,而非一概而论。在设计过程中,支护结构稳定性分析的加强也显得尤为重要,更为精确的计算模型应被采用,并结合现场实时监测数据进行动态调整,以避免静态设计过于理想化的风险。提升支护结构的适应性与灵活性,同样是优化设计的重要环节,特别是在地下水丰富或土壤松软的地区,排水措施的引入或支护结构抗拔能力的增强,能够显著提高结构的安全性。同时,现代计算技术,如BIM技术与大数据分析的运用可显著提升支护设计的精度与效率,多方信息的整合能够优化支护结构方案,减少设计中的盲目性与不确定性,确保支护系统在各种工况下的稳定与安全。在支护设计中,施工过程的可操作性与经济性亦不可忽视,在确保安全的前提下,施工工艺的优化应当进行,减少不必要的成本投入并合理配置施工资源。

4.2 岩土勘察技术的改进策略

岩土勘察技术的改进,应侧重于提升勘察的全面性与准确性。在勘察过程中应采用多样化且先进的勘察手段,如深孔钻探、地质雷达、原位测试等,这些技术能够获取更为精确的地质信息,特别是在复杂地质条件下,这些技术的优势尤为显著。勘察数据的采集范围也应扩展至更广泛的区域与深度,确保数据的代表性,从而减少因遗漏或误判而引发的风险^[1]。岩土力学性质的评估需依据现场的实际条件进行更加细致的分析,尽管传统的实验方法具有较高的可靠性,但在某些特殊土质或深层土体的测试中,可能存在一定的局限性。为了提高土壤力学性质评估的准确性,应加强对新型测试技术的应用,诸如高精度的三轴试验与静力触探等方法,这些手段有助于提供更接近实际情况的评估结果。随着技术的不断进步,勘察数据的处理与分析方法应与时俱进,通过结合大数据分析 with 人工智能技术,对大量勘察数据进行深度挖掘,能够更准确地预测土体的工程性质与行为。

4.3 深基坑支护与岩土勘察数据的协同工作

深基坑支护设计与岩土勘察数据的有效协同,是确保基坑施工安全及高效进行的基础。为实现最佳设计效果,勘察数据与支护设计需紧密结合并保持实时共享。在勘察阶段,设计团队应与岩土工程师紧密合作,确保数据的全面性与准确性,除了基本的地质层位与地下水位数据外,土壤的力学性质、土层分布等也应进行详尽评估,通过这种协作设计人员可以根据最新的勘察数据灵活调整支护方案,避免过度依赖陈旧或不完整的数据信息。在勘察过程中获取的数据,应通过数字化手段进行处理、整合与共享,现代技术如BIM技术与云平台,能够有效整合来自不同来源的数据并进行可视化,使设计人员能够实时掌握基

坑周围的地质变化与地下水状况等关键信息,实时的数据反馈不仅有助于支护设计的优化,也为施工阶段的风险管理提供了强有力的支持^[2]。在施工过程中,勘察数据的后续跟踪与监测同样至关重要,通过将现场监测数据与初期勘察数据进行比对,支护结构与施工工艺可得到实时调整,确保支护系统在各个施工阶段始终保持稳定。

4.4 安全监测与风险管理策略

在深基坑工程中,安全监测与风险管理策略至关重要。为了有效识别和防范施工中的潜在安全隐患,必须建立完善的安全监测体系。此体系应涵盖基坑的变形、沉降、支护结构的稳定性等关键因素,也应对周围环境进行动态监测。例如,自动化监测设备可被用来实时跟踪基坑周围土体位移、地下水位的变化等,及时捕捉异常状况并为决策提供有力的数据支持。在风险管理方面,策略应贯穿项目的各个阶段,尤其在风险评估与预警环节^[3]。先进的风险评估工具,如地质模型分析与有限元计算应被引入,结合现场监测数据对潜在风险进行全面识别与量化评估,考虑的风险因素不仅限于施工过程中可能发生的土体滑移或支护失稳,还应包括外部环境的影响,如恶劣天气、突发事件等,通过多维度的风险识别与分析,有助于精准预判风险并采取有效的控制措施。风险管理策略还应涵盖应急预案的制定与定期演练,尽管通过严格的监测手段与预防措施可以降低风险,突发事件仍有可能发生。因此,项目团队应在施工前制定详尽的应急响应方案,确保在出现异常情况时能够迅速反应及时实施应急措施,保障工人安全与工程进度的顺利推进。

5 结语

深基坑支护设计与岩土勘察技术的有效融合,是确保工程安全与稳定的基础。随着城市建设复杂性的不断增加,优化设计、改进勘察技术、实现数据的协同共享,以及强化安全监测与风险管理,已成为提升深基坑工程质量的必然要求。随着数字化与智能化技术的进步,深基坑工程将在应对复杂环境时实现更高的精确度与效率,通过持续的技术创新与管理优化,工程的安全与顺利实施得以确保,为建筑行业的长期发展奠定坚实的基础。

[参考文献]

- [1]王少雷,赵羽,曹启增.深基坑的支护设计与岩土勘察技术研究[J].建材发展导向,2021,19(4):50-51.
 - [2]袁仲.深基坑的支护设计和岩土勘察技术分析[J].河南建材,2019(5):274.
 - [3]刘焱春,李静,李建新,等.深基坑的支护设计与岩土勘察技术[J].中国住宅设施,2023(7):85-87.
- 作者简介:周文智(1992.1—),男,汉族,毕业学校:兰州理工大学,现工作单位:中土大地国际建筑设计有限公司。

谈 BIM 技术在建筑给排水设计中的应用

孟留港

中联合盛科技有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]给排水系统的设计在建筑工程中具有至关重要的地位, 不仅关系到水资源的合理利用, 还直接影响到建筑物的安全。随着建筑规模的日益增大, 设计要求变得更加复杂, 传统的二维设计方法已经难以满足现代建筑对精度、效率与协作性的高要求。文中分析 BIM 技术在建筑给排水设计中的具体应用, 探讨其在提高设计精度、优化管道布局、提升协作效率等方面的优势。

[关键词]BIM 技术; 建筑给排水; 管道设计; 协同工作; 风险评估; 成本控制

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14544

中图分类号: TU82

文献标识码: A

Application of BIM Technology in Building Water Supply and Drainage Design

MENG Liugang

Zhonglian Hesheng Technology Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: The design of water supply and drainage systems plays a crucial role in construction engineering, not only related to the rational utilization of water resources, but also directly affecting the safety of buildings. With the increasing scale of buildings, design requirements have become more complex, and traditional two-dimensional design methods are no longer able to meet the high requirements of modern architecture for accuracy, efficiency, and collaboration. The article analyzes the specific application of BIM technology in building water supply and drainage design, and explores its advantages in improving design accuracy, optimizing pipeline layout, and enhancing collaboration efficiency.

Keywords: BIM technology; building water supply and drainage; pipeline design; collaborative work; risk assessment; cost control

引言

建筑给排水工程是建筑工程中不可或缺的一部分, 其设计的合理性直接影响建筑物的正常运行与使用寿命。传统的给排水设计方法存在效率低、误差大、协调难度大等问题, 而 BIM 技术的出现为建筑给排水设计提供了新的解决方案。BIM 技术通过三维模型的构建与信息集成, 能够全面提高设计、施工、运营等各阶段的协同工作效率, 优化设计方案, 减少资源浪费, 提升建筑物的整体性能。因此, BIM 技术在建筑给排水设计中的应用, 成为现代建筑工程中亟待研究和探讨的重要方向。

1 建筑给排水工程设计中 BIM 技术的应用优势

建筑给排水设计对建筑物的功能性与安全性具有关键影响, 传统设计方式通常依赖二维图纸, 这种方法容易导致设计上的误差、信息不对称及专业间协调困难。随着 BIM 技术的引入, 建筑给排水设计的精度与效率得到了显著提升, 设计各环节的协作也变得更加顺畅。通过三维建模与信息集成, BIM 技术优化了设计过程, 提升了设计质量。

1.1 提升设计精度

传统二维设计方法通过平面图与立面图进行表达, 但这种方式往往无法避免图纸之间的不一致, 进而导致设计中的错误与遗漏。BIM 技术通过构建三维模型, 将设计信息立体呈现, 帮助设计人员精准掌握各个系统的空间关系,

从而避免传统设计中的常见问题。三维建模的准确性使得设计人员可以在设计阶段就识别出潜在的冲突或缺失。此外, BIM 模型的实时更新功能使得设计内容可随时进行调整, 确保了设计的时效性与精确度, 从而大大减少了施工阶段可能出现的返工与修正。

1.2 优化管道布局

管道布置的合理性是建筑给排水设计中的核心, 直接关系到系统的功能性与施工的便捷性。在传统的二维设计中, 由于缺乏空间的全面视角, 设计人员往往难以避免管道交叉、冲突等问题。BIM 技术则通过三维建模为设计人员提供了直观的空间布局, 使管道布置更加精确。通过 BIM, 管道的走向、尺寸、坡度等因素可以在设计阶段进行优化, 及时发现潜在问题, 避免施工阶段的不必要调整。管道布局的精细化不仅提高了设计方案的合理性, 还减少了材料的浪费, 优化了施工流程。

1.3 增强协同工作效率

给排水设计通常需要多个专业团队的协同合作, 传统设计方法中由于信息滞后或沟通不畅, 常会出现设计冲突与误解。BIM 技术为跨专业协作提供了一个统一的平台, 使各方设计人员可以在同一模型中实时更新与修改设计内容, 确保信息同步传递。每次设计变更都会立即影响到其他相关专业, 减少了由于信息不同步而产生的错误与返

工。借助 BIM 技术,协同工作效率大大提高,跨专业沟通也更加顺畅,推动了项目进度的顺利推进。

1.4 实现数据集成与信息共享

传统设计方法中,数据通常分散在不同的文件与系统中,导致信息更新与查询不便,容易产生误差。BIM 技术通过将所有设计数据集成在一个平台上,解决了这一问题。所有与设计相关的数据,如管道尺寸、材质、流量等信息,都可以在 BIM 模型中集中展示,便于实时更新与共享。设计人员可以方便地获取最新的设计数据,确保信息的准确性与时效性。BIM 还支持通过多维度的分析对设计方案进行优化,如流量分析、压力测试等,有助于确保设计的可行性与合理性。

2 BIM 技术在建筑给排水设计中的应用

BIM (建筑信息模型) 技术,凭借其高效、精确和智能化的特性,正在推动建筑行业向更加现代化、精细化的方向发展。在建筑给排水设计中,BIM 技术的应用,显著提升了设计、施工及管理的质量与效率,同时弥补了传统设计方法的局限性。

2.1 BIM 在建筑给排水管道设计中的应用

管道设计在建筑给排水系统中占据核心地位,传统的二维设计图纸,往往难以准确地展现管道与建筑其他元素之间的空间关系,设计冲突与错误屡见不鲜。通过三维建模,BIM 技术能够实时展示管道布置在空间中的具体位置,使设计人员能够及时发现潜在的设计问题,比如管道交叉或碰撞等,进而优化管道布局^[1]。与传统设计方法不同,BIM 技术将管道的尺寸、流量、材质等信息统一整合到一个平台上,便于各方实时共享与检索,提高了设计效率与准确性。设计人员可在三维环境中动态调整管道的布置,优化管道的坡度、尺寸与流量等参数,避免资源浪费或设计过度,从而提高系统的效率与可行性。

2.2 BIM 在给排水系统管网优化与仿真中的应用

管网优化在建筑给排水系统的设计中占有举足轻重的地位,BIM 技术结合水力学仿真分析,提供了更精确的优化工具。通过仿真分析,设计人员可以提前预测管网在不同工况下的表现,从而发现潜在的设计缺陷。与传统设计相比,BIM 的仿真功能不仅使设计人员能够预测管网在运行中可能出现的问题,还能在设计阶段就对其进行优化,避免水压过高或流量不均的现象发生。BIM 技术能够模拟管网的水流、压力等关键参数,提前识别设计中的潜在问题。比如,在水泵选型与管道设计时,BIM 仿真分析能够帮助预测水流分布与压力情况,从而避免系统出现不合理的水流分布或压降过大等问题。BIM 平台能够精准计算管道流量、压力损失等技术参数,帮助设计人员根据实际需求选择合适的管道材料与尺寸,从而避免过度设计或资源浪费。在确保系统性能的基础上,仿真分析还能够帮助设计人员优化设计方案,达到更佳的技术与经济效益。

2.3 BIM 与 3D 可视化技术在给排水设计中的结合

BIM 技术的三维建模功能,在建筑给排水设计中起到了重要作用,而 3D 可视化技术的结合,使得设计方案更加直观易懂。传统的二维设计图纸难以全面呈现给排水系统与建筑结构的复杂关系,容易产生设计误差。借助 BIM 与 3D 可视化技术,设计人员可以在虚拟环境中清晰地看到管道系统的空间布局与各元素之间的相互关系,从而减少设计阶段的误解或错误。在施工过程中,施工人员能够借助 BIM 模型准确理解管道布置与安装要求,及时发现施工中的潜在技术问题^[2]。在项目后期,BIM 模型则可以用于设备运行的监控与维护,帮助管理人员实时追踪系统状态,并及时处理潜在故障问题。通过与虚拟现实(VR)或增强现实(AR)技术结合,设计人员能够更加全面地审查设计方案,确保其合理性与完备性。BIM 与 3D 可视化技术的结合,不仅增强了设计的操作性,还为项目的全过程管理提供了强有力的支持。从设计审查到施工实施,再到后期的运营维护,BIM 与 3D 可视化技术的结合有效提升了设计的精准度与项目的整体效率。

2.4 BIM 在给排水设计协同工作中的作用

建筑给排水设计涉及多个专业团队,包括建筑设计师、结构工程师、电气工程师以及给排水设计师等。各专业之间的紧密协作,是项目成功的关键。然而,在传统设计模式下,由于信息传递不及时或理解不一致,往往会导致设计冲突、施工延误或额外成本的产生。BIM 技术通过提供一个共享的数字平台,使得不同专业的设计人员能够在同一平台上实时进行协作,避免了信息孤岛的问题。通过 BIM 平台,设计人员能够查看并实时更新各专业的设计内容,确保各专业之间的设计方案充分对接。例如,建筑师、结构师与给排水设计师可以在同一模型中共享设计信息,及时发现并解决潜在的冲突与矛盾^[3]。相比传统设计方式,BIM 平台通过实时反馈与信息更新,帮助项目团队更有效地协调各专业的设计方案,提高了项目的整体工作效率。实时共享的信息,使得设计决策更加精准,减少了项目过程中因沟通不畅引发的问题,保障了项目顺利推进。

2.5 BIM 与建筑信息模型在水电设备管理中的应用

水电设备在建筑给排水系统中的管理,传统的设备管理通常依赖人工记录与定期检查,效率较低,且容易出错。通过 BIM 技术,水电设备的相关信息能够数字化并在平台中实时更新,极大提高了设备管理的效率与精准度。通过 BIM,水电设备的技术参数、维护记录、运行状态等信息可以集中存储在一个数字平台中,管理人员可以随时查询与监控设备的运行情况。在设备出现故障时,BIM 系统能够及时发出预警,提示管理人员进行处理,避免系统运行中断或出现更严重的故障。BIM 技术的应用,不仅提升了设备管理的效率与准确性,还增加了系统运行的透明度与可靠性。

2.6 BIM在给排水设计中的风险评估与成本控制

在建筑给排水系统的设计与施工过程中，BIM技术为项目管理人员提供了更为精准的风险评估工具。通过全方位的管道系统建模与仿真分析，BIM能够在设计阶段识别潜在的技术或操作风险。对于管网在高压或流量不均等特殊工况下的运行状态，BIM能够提前发现问题，并进行调整，避免实际施工中出现问题。在成本控制方面，BIM能够为项目管理提供详细的材料与设备数据，使得成本预算更加精准。通过BIM平台，项目管理人员能够实时监控项目进度与费用，避免超支或资源浪费。同时，BIM还可以对施工过程进行动态模拟，预测不同阶段的费用，帮助管理人员做出及时调整，确保项目在预算内顺利完成。通过BIM技术的风险评估与成本控制，项目团队能够更加科学地管理项目，提高了设计与施工的精准度，也降低了项目的风险。BIM技术不仅提升了管网系统的可靠性，也为项目的顺利推进提供了有力保障。

3 建筑给排水工程设计中BIM技术的应用优化

BIM技术的广泛应用，在建筑给排水系统的设计、施工与后期运维过程中，显著提升了项目的效率与质量。作为一个集成平台，BIM不仅促进了设计精度的提高，还优化了施工流程及维护管理。

3.1 建筑信息参数设计优化

建筑给排水系统设计的基础在于精准的设计参数，传统设计方法通常依赖手工计算与经验判断，导致参数设定不够精准，进而影响系统性能。通过BIM技术的应用，设计参数得到了有效优化与管理。系统中的流量、压力及管径等关键指标，可在设计初期通过BIM进行精确设定，从而确保设计要求的实现，减少了调试与修改的难度。BIM为设计师提供了一个高度集成的信息管理平台，使得设计数据的输入与调整可以即时进行。借助此平台，设计人员能够在同一环境下实时审视各项参数的调整，确保所有数据的一致性与准确性。设计中的不合理之处，可以被及时发现并加以修正，从而避免了传统设计中因误差积累而导致的后期改动与成本上升。

3.2 管道综合设计方案优化

传统的管道设计往往存在专业间协调难题，BIM技术通过三维建模平台的应用，促使设计方案的整合得以高效完成。设计人员可以在虚拟环境中对各专业的设计进行综合优化，避免了二维设计方法中可能出现的空间重叠与冲突^[4]。BIM技术通过可视化手段，使管道的布置过程得到了更为清晰的展示，从而帮助设计人员直观地审视每一个设计细节。在三维空间中，管道与其他设备的位置关系可随时调整与优化。

3.3 安装模拟环节优化

在安装环节，施工团队通过BIM平台可以对给排水系

统的安装过程进行全面的预演。任何潜在的安装问题，在施工前即可通过虚拟模型进行识别与解决。通过对安装环节的模拟，施工人员能够直观地了解安装步骤及工艺要求，提前调整施工计划与工艺安排。这种模拟不仅有助于发现实际施工中的问题，还能优化施工顺序，避免由于设计冲突引发的反复修改与现场纠正，提高了施工过程的效率与精度。

3.4 后期运营维护优化

BIM技术在建筑给排水系统的运营与维护阶段，传统管理方法下，运维人员通常无法实时获取设备运行状态，导致故障隐患的早期发现与及时维修困难。而BIM技术则通过其信息化管理功能，使得建筑给排水系统的各项数据得以实时跟踪，为运维工作提供了强有力的支持。通过BIM模型，运维人员可以随时查询各设备的运行状态、维护周期及历史维修记录，使得设备的维护变得更加精准高效。BIM不仅能帮助运维人员实时监控系统运行情况，还能在系统发生故障时，通过预设的警报机制及时提醒运维人员进行维修。

4 结束语

随着建筑给排水设计需求的不断提升，BIM技术的应用无疑为该领域带来了革命性的变化。三维建模与信息集成使得设计精度得到显著提升，管道布局更加合理，施工效率也得到了极大提高。通过模拟与仿真，设计师能够预见潜在问题，避免施工阶段的反复修改与不必要的开支。而在后期运营与维护阶段，BIM模型提供的实时数据支持，使得设备管理更加精准，运营成本也得到了有效控制。BIM技术的优势不仅仅体现在设计优化与施工管理上，还在建筑全生命周期的管理中发挥着重要作用。管道布置、系统优化与设备管理等方面的改进，提升了整个建筑项目的质量与效率。此外，BIM技术在协作与信息共享方面也极大地促进了各专业之间的协同工作，提高了设计人员、施工团队与运维人员的工作效率。随着信息化与智能化技术的不断进步，BIM技术将在建筑给排水设计中发挥更加重要的作用。未来，随着技术标准的逐步完善与行业应用的不断扩展，BIM将不仅限于设计阶段，而是贯穿建筑项目的整个生命周期，为建筑行业的可持续发展提供有力支撑。

【参考文献】

- [1] 吴会中, 赵琛琛. 绿色建筑技术在给排水设计中的应用——以某会展建筑为例[J]. 绿色建筑, 2024(1): 43-46.
 - [2] 程建荣. BIM技术在高层建筑给排水设计中的应用[J]. 中国新技术新产品, 2024(6): 94-96.
 - [3] 王卫洪. BIM技术在建筑给排水工程设计中的应用探索[J]. 绿色建造与智能建筑, 2024(10): 53-55.
 - [4] 龙彦君. BIM+GIS技术在建筑给排水管网设计中的应用研究[J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(10): 121-123.
- 作者简介: 孟留港 (1997.9—), 男, 汉族, 毕业学校: 石家庄铁道大学, 现工作单位: 中联合盛科技有限公司。

关于建筑设计中的绿色建筑设计探讨

王爱民

河北天艺建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]绿色建筑设计的起源可追溯至 20 世纪 70 年代,在那时,世界各国在能源危机的背景下开始探索节能建筑的设计理念。随着科技的进步,绿色建筑设计逐步超越了单一的节能减排,扩展至资源节约、环境保护及生态平衡等多个领域。尤其是在近年来全球气候变化问题日益严峻,绿色建筑不仅成为建筑行业响应环保号召的关键举措,更是实现低碳经济与节能减排目标的必然选择。国际上,像美国的 LEED 认证、英国的 BREEAM 评估体系等绿色建筑标准,已成为推动全球绿色建筑发展的重要参考。在我国随着城市化进程的加速,建筑行业的能源消耗和碳排放持续增加,作为应对这一挑战的有效手段,绿色建筑设计已获得政府与行业的高度关注。近年来,相关政策与法规的逐步出台,推动了绿色建筑理念的普及与应用,绿色建筑的比例不断提升,且在建筑设计中涵盖了节能、节水、节材等多个方面。如今,绿色建筑设计不仅是建筑师与设计师的技术创新成果,且已成为全社会共同承担的责任,致力于推动可持续发展与减轻环境压力。

[关键词]建筑学;设计;绿色建筑

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14531

中图分类号: TU201.5

文献标识码: A

Discussion on Green Building Design in Architectural Design

WANG Aimin

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

Abstract: The origin of green building design can be traced back to the 1970s, when countries around the world began exploring the design concept of energy-efficient buildings in the context of energy crisis. With the advancement of technology, green building design has gradually surpassed a single focus on energy conservation and emission reduction, and expanded to multiple fields such as resource conservation, environmental protection, and ecological balance. Especially in recent years, global climate change has become increasingly severe, and green buildings have not only become a key measure for the construction industry to respond to environmental calls, but also an inevitable choice to achieve low-carbon economy and energy conservation and emission reduction goals. Internationally, green building standards such as LEED certification in the United States and BREEAM assessment system in the United Kingdom have become important references for promoting global green building development. With the acceleration of urbanization in China, energy consumption and carbon emissions in the construction industry continue to increase. As an effective means to address this challenge, green building design has received high attention from the government and industry. In recent years, the gradual introduction of relevant policies and regulations has promoted the popularization and application of green building concepts, and the proportion of green buildings has been continuously increasing, covering multiple aspects such as energy conservation, water conservation, and material conservation in building design. Nowadays, green building design is not only a technological innovation achievement of architects and designers, but also a shared responsibility of the whole society, committed to promoting sustainable development and reducing environmental pressure.

Keywords: architecture; design; green building

引言

随着全球资源压力不断加剧以及环境问题愈发严峻,建筑行业作为能源消耗和碳排放的主要领域之一亟需寻求更加绿色、节能和可持续的转型路径。绿色建筑设计应运而生,不仅在建筑功能上进行优化同时也注重在设计、建造及运营各个阶段高效利用环境、资源及能源。它代表了对传统建筑模式的突破,并对未来城市发展的深远影响产生了重要作用。在全球应对气候变化与实现可持续发展目标的背景下,绿色建筑设计逐渐成为推动环境友好型社会发展的关键途径,并正日益成为建筑行业发展的主流趋势。

1 发展绿色建筑设计的重要意义

绿色建筑设计的重要性体现在两个方面:推动可持续发展与优化人居环境。一方面节能减排理念的采纳使建筑不仅显著减少了能源消耗与碳排放,还有效缓解了自然资源的过度开采,从而对生态环境的保护产生了积极影响。另一方面居住舒适性与健康性的提升得益于设计中对自然通风、采光与温控技术的应用,这些措施改善了室内空气质量与温湿度控制,极大地提升了人们的生活体验。绿色建筑设计推动了建筑行业技术的创新,促使新型建筑材料的研发、施工工艺的优化以及智能化系统的集成。随着

政策支持的加强与市场需求的不断增长,绿色建筑已逐渐成为建筑行业高质量发展的标志,在社会、经济及环境方面的效益也愈加显著。

2 绿色建筑设计的核心要素

2.1 资源节约与高效利用

资源节约与高效利用构成了绿色建筑设计的核心目标,最大限度地减少资源消耗并提高其使用效率,通过在建筑全生命周期内优化设计、选择节能材料及应用先进技术,能源、水资源及土地的浪费得以有效减少。可再生能源如太阳能与风能的合理利用,不仅替代了传统化石能源,还从源头上降低了碳排放。水资源的利用方面,引入雨水收集与中水回用系统,不仅满足了部分非饮用水需求,还有效减轻了市政供水系统的压力。施工与运营阶段,借助智能化管理系统对资源的使用进行实时监控与调整,资源利用效率得到了进一步提升。

2.2 环境友好与生态保护

环境友好与生态保护是绿色建筑设计的核心目标之一,尽可能减少建筑活动对自然生态的负面影响,并将生态保护理念贯穿于规划与建设的全过程,通过优化选址与合理布局,生态敏感区域的破坏得以有效避免,当地生物多样性得到了最大限度的保护。材料选择上,优先选用可回收或低环境负荷的材料,从而减少了资源开采与加工过程中对自然环境的污染。在建筑设计中,绿色植被、屋顶花园或垂直绿化的融入,不仅缓解了热岛效应还为城市生态系统提供了栖息地与碳汇功能。在施工与运营阶段,废弃物排放的严格控制,通过污水处理与低噪声设备等措施,周围环境的影响得到了有效降低,这些做法不仅体现了绿色建筑对人与自然和谐共生的追求,也为可持续发展目标的实现提供了坚实支持。

2.3 智能化技术的应用

智能化技术的应用是推动绿色建筑设计发展的关键因素,它通过整合先进技术手段,不仅提升了建筑的运行效率,还增强了对环境的适应性及资源管理能力。例如,智能能源管理系统能够实时监测建筑内的能源消耗,并根据实际需求自动调整供电、供暖和空调设备的运行状态,从而有效避免了资源的浪费。在照明系统方面,通过智能控制技术的传感器与自动调节功能,照明强度根据自然光的变化与使用需求得到优化,显著降低了电力的消耗。水资源管理方面,通过智能监测系统的精确分析能及时发现并修复漏损问题,同时通过中水回用技术,水资源的利用效率得以提升。智能安防、消防及通风系统的集成,不仅提升了建筑的安全性及舒适性,还能够在紧急情况时迅速反应,从而减少了不必要的资源浪费。智能化技术的全面应用,使绿色建筑设计在节能与效率之间实现了良好的平衡,为可持续发展提供了强有力的技术支持。

2.4 材料的绿色选择

绿色材料的选择是绿色建筑设计的核心。优先选用低

环境负荷、高耐久性以及可循环利用的材料,不仅能显著减少建筑全生命周期对生态环境的影响,还能大幅度降低资源的浪费。在材料选用过程中,使用本地来源的材料被倾向优先考虑,不仅有效减少了运输过程中的能耗,还促进了当地经济的可持续发展。通过采用高性能保温材料与节能窗户,建筑的能源消耗在运营过程中得以显著降低,从而提升了整体能效。再生材料的合理利用,如废旧混凝土的再加工与回收木材的再利用,不仅减少了对原生资源的依赖,同时也有效减轻了建筑废弃物的排放压力,材料的环保认证至关重要,符合国际绿色建筑标准的产品确保了环保目标的顺利达成。绿色材料理念的贯彻,贯穿了设计与施工阶段,使得建筑的可持续性资源效率得到了显著提升,从而为实现环保与功能兼备的目标奠定了坚实的基础。

2.5 节能与减排设计

节能与减排设计是绿色建筑设计的核心目标,主要是优化建筑能耗结构并减少污染物排放从而推动可持续发展。在设计阶段采取的被动节能措施,如合理规划建筑朝向与高效的隔热设计,使自然采光和通风得到最大化利用,减少了对人工能源的依赖。同时,引入的主动节能技术,如太阳能光伏系统和地源热泵等可再生能源设备,为建筑提供了清洁能源,有效降低了传统能源的消耗。在减排方面,采用低排放的建筑施工工艺及环保材料,温室气体与有害物质的排放得到了有效减少。智能化能源管理系统的引入,通过对用电、供暖及制冷等能源消耗的精细控制,优化了能源使用效率且有效减轻了高峰时段对环境的负担。

3 绿色建筑设计的方法与技术

3.1 绿色建筑设计的规划与布局

绿色建筑设计的规划与布局在实现可持续发展目标中具有至关重要的作用,通过精心的空间组织与功能配置,建筑不仅能显著减少对自然环境的影响,还能提高能效。在选址阶段,生态敏感区应被避开,交通便利、资源利用率高的地块应优先选择,从而减少了建设过程中对资源的消耗及对生态系统的破坏。在布局设计上,建筑朝向与体型的合理安排,可以最大程度地利用自然采光与通风,减少了对人工照明与空调系统的依赖。功能分区的设计既应考虑土地利用效率,也要重视舒适性,结合绿化空间的合理布局减缓热岛效应,改善小气候条件。此外,雨水收集、污水处理及再生资源利用系统的引入,不仅有助于提高资源的循环利用率,还增强了建筑的可持续性。将绿色理念融入规划与布局阶段,建筑在生态效益与使用效能方面达到了双赢,为后续的设计与运营奠定了坚实的基础。

3.2 结构设计中的绿色理念

绿色理念在结构设计中的应用,确保建筑在保证安全性与耐久性的同时,最大程度地减少资源的消耗与环境负荷,从而推动建筑的可持续发展。在设计过程中,结构形式的优化应优先进行,通过降低材料使用量与提高构件效

率实现节材目标。高强度钢材与轻质混凝土的采用,不仅减少了原材料的消耗,还有效降低了运输过程中的能耗^[1]。在绿色建筑设计中,模块化与预制化结构形式的引入愈加普遍,这些设计方法减少了现场施工时间与建筑废弃物的产生,从而提升了施工效率。与此同时,绿色技术应融入结构体系设计中,如在承重构件中集成太阳能电池板或储能装置以提供额外的能源支持。

3.3 可再生能源的利用

在绿色建筑设计中,可再生能源的充分利用作为实现节能减排的关键措施之一起到了至关重要的作用,通过引入清洁能源技术不仅减少了对传统能源的依赖,同时也显著降低了碳排放。太阳能作为最常见的可再生能源之一,广泛应用于光伏发电系统,直接为建筑提供电力,而太阳能热水系统则有效满足了生活热水需求。风能的利用也已成为高层建筑设计中的一项创新,通过安装分布式风力发电设备,风能可被转化为电能为建筑的公共区域或设备提供了补充能源。此外,地源热泵技术能够高效利用地表浅层能源,提供供暖、制冷及热水服务展现出节能的优势。雨水收集系统的整合除了为建筑提供非饮用水外,还有效节约了水资源的能源消耗,这些技术的应用不仅大大提升了能源使用效率,还推动了建筑与环境的和谐共生,为实现可持续发展目标提供了坚实的支持。

3.4 智能建筑系统的集成

智能建筑系统的集成作为实现绿色建筑设计目标的关键,通过结合多种智能化技术显著提升了建筑的运行效率、舒适性与资源利用率。在能源管理领域,智能化系统能够实时监控各类用电设备的运行状态,并根据实际需求优化能源分配,从而有效避免不必要的能源浪费,同时通过可再生能源储能系统提升整体能源管理效率^[2]。环境调控方面,结合温湿度传感器、智能遮阳设备及空调控制模块,系统能够根据环境变化动态调节室内条件,既保证了舒适度也减少了能量消耗。安全与安防系统的融合,利用智能摄像头、门禁系统与报警设备的联动工作,增强了建筑的安全性,同时减少了对人力资源的需求。此外,智能水资源管理系统能够精确监控水的使用量,通过雨水回收与中水处理技术,实现了水资源的循环利用。通过这些多系统的协同运作,智能建筑系统为绿色建筑的高效运行与资源节约提供了技术保障,同时也展示了建筑设计未来发展的创新趋势。

3.5 绿色材料的选择与应用

绿色材料的选用与应用在绿色建筑设计中占据着至关重要的地位,不仅影响建筑的环境表现,还涉及资源的高效利用及建筑生命周期的可持续性。在材料选择过程中,重点应放在低环境负担、具备循环利用特性及高能效的产品上。例如,采用再生混凝土、回收钢铁与天然石材能够有效减少资源消耗,并同时降低生产环节的碳排放^[3]。绿

色材料还应具备优越的保温隔热性能以降低建筑能耗,如高效隔热玻璃、环保涂料及轻质隔墙材料,通过使用这些材料,冬季采暖与夏季空调的能量需求得以显著减少,从而提高建筑的综合能效。符合环保认证的建筑材料,如通过 LEED 或 BREEAM 标准认证的产品,能够更好地确保建筑符合绿色建筑要求。合理选择与科学应用绿色材料不仅提升了建筑的环境友好性,还能确保其具备更长的耐久性与更低的维护成本,为实现可持续建筑奠定了坚实的基础。

3.6 水资源管理与节水设计

水资源管理与节水设计是绿色建筑中的重要组成部分,目标在于优化水资源使用系统,减少浪费并提高效率。在建筑设计过程中,雨水收集与回用系统的合理规划至关重要,通过设立雨水储存池,降水可以被收集并用于非饮用目的,如园林灌溉、冲洗厕所及清洁工作,从而降低了对市政水源的依赖。节水设施的设置,诸如低流量水龙头、节水型马桶及感应式洗手盆等,是减少用水量的重要手段,能够精准控制日常用水。在景观设计中,生态化景观水系及自然过滤技术的应用,不仅美化了环境还提高了水体的自净能力,从而减少了人工水处理设施的使用。对于建筑内部,灰水(如洗衣水及浴室水)的回收与处理实现了水资源的再利用,并促进了水资源的闭环管理,通过这些节水设计措施,建筑不仅显著降低了水资源消耗,也减轻了环境压力,为居民提供了更具可持续性的生活方式。

4 结语

绿色建筑设计不仅体现了对环境的责任,也为未来的可持续发展做出了积极贡献,通过融合资源节约、生态保护、智能技术应用以及节能减排等核心理念,环境效益与经济效益的双重增益得以实现。在实际设计过程中,从选材、规划到能源管理以及水资源利用,每一个环节的创新与优化都助力于显著降低资源消耗,减轻对环境的压力,为建筑行业的可持续发展奠定了坚实基础。随着技术的不断进步以及人们环保意识的提升,绿色建筑的理念与实践将更加广泛地应用,推动社会向更加绿色、智能和高效的未来迈进。绿色建筑设计不仅是技术上的挑战,更承担着重要的社会责任,未来的发展必然更加注重人与自然的和谐共生。

【参考文献】

- [1] 杨方. 建筑设计中的绿色建筑设计探讨[J]. 陶瓷, 2023, 12(1): 105-107.
 - [2] 李志. 建筑设计中的绿色建筑设计探讨[J]. 现代物业(中旬刊), 2020, 12(6): 68-69.
 - [3] 计彦良. 建筑设计中的绿色建筑设计探讨[J]. 科技风, 2023, 11(30): 82-84.
- 作者简介: 王爱民(1980.8—), 毕业院校: 天津大学, 所学专业: 建筑设计, 当前就职单位: 河北天艺建筑设计有限公司, 职务: 方案所长, 职称级别: 高级工程师。

暖通空调及防排烟系统的设计难点及解决方法

陈澎浩

中国核电工程有限公司(河北分公司), 河北 石家庄 050000

[摘要]随着建筑高度的不断提升,传统的暖通空调与排烟系统设计面临的挑战日益增多。在高层建筑的设计中,需兼顾空调系统与排烟系统的协调性、火灾时排烟效率的保证以及系统的稳定性等多方面因素。此外,建筑功能的多样性要求排烟系统不仅满足日常通风需求,还必须具备应对火灾等突发事件的能力。为应对这些设计难题,智能化控制技术、先进的排烟设备以及流体力学优化设计等创新技术的逐步应用正变得愈发重要。通过这些技术的引入,系统的整体效率与安全性得以提升,从而确保建筑在各种环境条件下,不仅能提供舒适的内部环境,还能保障火灾发生时的安全性。

[关键词]暖通空调;防排烟系统;设计难点;解决方法

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14529

中图分类号: TU83

文献标识码: A

Design Difficulties and Solutions for HVAC and Smoke Control Systems

CHEN Penghao

China Nuclear Power Engineering Co., Ltd. (Hebei Branch), Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the continuous increase in building height, traditional HVAC and smoke exhaust system designs are facing increasing challenges. In the design of high-rise buildings, it is necessary to consider multiple factors such as the coordination between the air conditioning system and the smoke exhaust system, the guarantee of smoke exhaust efficiency in case of fire, and the stability of the system. In addition, the diversity of building functions requires smoke exhaust systems to not only meet daily ventilation needs, but also have the ability to respond to emergencies such as fires. In order to address these design challenges, the gradual application of innovative technologies such as intelligent control technology, advanced smoke exhaust equipment, and fluid dynamics optimization design is becoming increasingly important. Through the introduction of these technologies, the overall efficiency and safety of the system are improved, ensuring that the building not only provides a comfortable internal environment under various environmental conditions, but also guarantees safety in the event of a fire.

Keywords: HVAC; smoke control systems; design difficulties; solutions

引言

随着城市化进程的不断推进,现代建筑对舒适性、安全性与能效的要求日益提高。为此,暖通空调与防排烟系统作为建筑设计中至关重要的组成部分,不仅直接影响建筑内部环境的调节效果,还在火灾发生时,保障安全疏散与应急响应方面起着至关重要的作用。尤其是在高层建筑中,如何在确保舒适环境的同时,保障火灾发生时排烟系统的高效运行与安全性,已成为设计中的关键难题,深入探讨暖通空调与防排烟系统设计的重要性,分析面临的主要挑战并提出相应的解决方案,为相关领域的设计实践提供有效的参考与指导。

1 暖通空调及防排烟系统设计的重要性

1.1 提升建筑舒适性与节能性

暖通空调系统的设计对建筑的舒适性与能源效率起着至关重要的作用。在现代建筑中,空调系统不仅负责温度调节,还需根据建筑的使用性质及外部气候条件灵活调控空气流通与温湿度。通过合理的设计,室内空气质量能够始终保持在最佳水平,从而确保无论何种季节或气候条

件下,建筑内的人员都能享受舒适的居住或工作环境。节能性已成为当代建筑设计中不可或缺的考量因素,随着能源价格不断攀升以及环保要求的日益严格,减少能耗与保证舒适性成为了设计的核心任务,通过对空调系统运行模式的优化,如采用高效热回收技术、智能温控系统及节能型设备等能耗得以大幅降低,不仅有助于减少建筑的碳排放,符合绿色可持续发展的目标,而且显著降低了运营成本。在此种设计下,暖通空调系统不仅能够提高建筑的舒适度,还能够实现节能减排目标,进而帮助建筑运营方节省费用,履行社会责任。

1.2 确保火灾安全与人员疏散

在建筑设计中,暖通空调与防排烟系统的作用远不止于日常的温湿度调节与空气质量的维护,在火灾发生时这些系统还需保障人员的生命安全。烟雾蔓延往往是火灾致命伤害的主要原因之一,因此,有效控制烟气流动、确保疏散通道畅通无阻,成为系统设计中的首要任务。防排烟系统的设计核心在于迅速清除火灾现场的有毒烟雾,防止蔓延至建筑的其他区域,尤其是人员疏散通道和紧急出口。

通过合理布局烟道、配置高效风机及排烟设备,烟雾蔓延的速度得以有效减缓,为人员提供一个安全的撤离空间,从而最大限度减少火灾中的人员伤亡。高效的烟气控制不仅有助于保持疏散通道的清晰通畅,同时也确保通道内的空气质量,确保人员能在清新的空气中安全迅速地撤离。与此并行,空调系统设计还必须具备火灾时的自动响应功能,以避免空调系统在火灾期间将烟雾传播到建筑的其他区域。现代智能空调系统能够实时监测烟雾浓度并自动切断通风系统,防止烟雾通过空气流动扩散。在设计过程中,还需结合建筑的人员疏散方案,合理安排排烟口与送风口的布局与流量,确保火灾发生时疏散通道不被烟雾干扰,始终畅通无阻,降低人员滞留风险,缓解因烟雾引发的恐慌情绪。

2 暖通空调及防排烟系统设计的难点

2.1 系统选择与布局的复杂性

在暖通空调与防排烟系统的设计中,系统的选择与布局是一个复杂且至关重要的挑战,尤其在大型建筑或结构复杂的场所中问题更为突出。建筑的使用功能、规模以及结构特点直接决定了所需系统的类型与配置。例如,商业办公楼、医院、住宅和工业建筑在空调与排烟需求上存在显著差异。各类建筑在空气质量、温湿度控制及排烟效果的要求各不相同,因此,设计人员必须综合考虑建筑内部结构、使用需求、人员流动、外部气候及节能目标,进而选定最合适的空调与排烟系统。在系统布局上,建筑空间规划常常对系统的布置提出巨大挑战。空调管道、排烟道及通风系统需要在有限的空间内进行合理安排,以避免相互干扰。在高层建筑中,风道与管道的走向规划尤为关键,不仅要保证每一层的空气流通与质量,同时确保排烟系统的高效性,这一设计难题需要充分考虑,过于紧凑的空间布局可能导致管道布置不畅,进而增加能耗并影响系统效率;而布局过于分散则可能使管道长度过长增加系统阻力,进一步提升能耗。另外,系统选择与布局的复杂性还表现在空调与排烟系统的协同工作上,在许多情况下这两者必须高度配合。例如,当排烟系统启动时,空调系统必须自动停止运行,避免烟雾通过空气流动扩散到其他区域。与此同时,空调系统的负荷变化也可能影响排烟系统的运行效果。因此,在设计时,需考虑空调与排烟系统之间的交互关系,确保两者的协同工作能够既满足建筑的舒适性需求,也能保障火灾等紧急情况时的安全性。

2.2 高层建筑中的排烟系统设计挑战

高层建筑的排烟系统设计面临着独特的挑战,尤其在烟雾迅速上升和楼层间烟雾隔离方面的难度较大。在高层建筑中,随着楼层的不断增加,火灾时烟气的蔓延速度显著加快,如果排烟系统设计不当,烟雾可能会迅速蔓延至多个楼层,极大增加人员逃生的难度,严重威胁生命安全。因此,如何有效控制烟气的流动,确保其快速排出且局限

于火灾区域,成为高层建筑排烟设计的核心要点。高层建筑的高度要求排烟系统具备更强的排烟能力,以便能够迅速将烟气排至建筑外部。单一排烟风机通常无法满足高层建筑的需求,必须配置多个排烟风机,每个风机需能覆盖特定楼层的排烟需求,考虑到烟气上升的特性,风道和烟道的设计需要承受更大的压力与温度,因此,耐高温、耐腐蚀的材料必须被选用,以确保系统在极端条件下能够长期稳定运行。楼层间烟雾隔离的问题同样是高层建筑排烟设计中的一大难题,特别是在多层或多功能建筑中,火灾往往发生在某一特定楼层,而烟雾可能通过楼层间的通道、风道或电梯井蔓延至其他楼层。为了防止烟雾扩散至其他楼层,设计时需要重点考虑防火门、烟道隔断及自动控制系统的配置,确保火灾区域的烟气不会进入疏散通道或其他楼层的工作与居住区域。因此,设计人员必须深入分析建筑的结构、使用功能及人员流动,以制定精准的烟气流动控制策略。高层建筑排烟系统的设计还需与其他紧急设施进行有效的协同运行,例如,排烟系统与消防系统、自动喷水灭火系统、楼梯间加压送风系统等必须紧密配合,共同保障火灾发生时的人员疏散与火灾控制。如何在设计初期充分考虑各系统之间的协调性,避免相互干扰,进而影响整体安全性,成为高层建筑排烟设计中一个重要且复杂的难点。

2.3 火灾时排烟效率与系统稳定性保障

在火灾发生时,排烟系统的效率与稳定性对保障建筑安全至关重要。该系统不仅需迅速清除浓烟和有毒气体,为人员疏散提供安全保障,还应确保在极端条件下持续稳定地运行,这要求设计师在系统选择、设备配置及操作策略方面进行全面的考量。排烟效率是系统的核心目标,在火灾中烟雾迅速蔓延,排烟系统必须具备强大的排烟能力,以尽快清除烟雾并有效降低火灾现场的温度及有毒气体浓度。为了实现这一目标,设计师需精确计算各区域的排烟需求,合理选择风机功率并通过优化风道布局,确保烟雾高效引导至排烟口。风机及风道的选型必须具备耐高温、高负荷等性能,以防止高温环境对设备造成影响,从而降低系统的排烟能力。除了排烟效率,系统的稳定性同样至关重要。火灾条件下排烟系统不仅面临高温与烟雾的挑战,还需应对高湿度、腐蚀性气体等因素的干扰,这些都可能影响设备的正常运作。为确保系统在火灾期间持续可靠地工作,应选用耐高温、耐腐蚀的材料,并在设计中实现系统冗余,保证在部分设备发生故障时,其他设备能够及时接管,确保排烟过程不受中断。例如,备用风机与自动切换控制系统的配备,能够在设备出现故障时保持系统的连续性,定期对设备进行功能检测,也是确保系统在紧急情况下最佳运行状态的重要措施。

3 暖通空调及防排烟系统设计的解决方法

3.1 综合分析与方案优化

在暖通空调及防排烟系统的设计过程中,综合分析与

方案优化是确保系统高效、安全运行的核心环节,这个阶段不仅涉及技术方案的选择,更需要根据建筑的具体情况进行深入评估,确保所选方案能够兼顾舒适性、节能性与安全性,同时尽可能降低成本与能耗。综合分析的首要任务是全面考察建筑的功能需求、结构特征、人员流动、外部气候等因素^[1]。例如,不同类型建筑(如商业大厦、住宅楼、医院等)对空调与排烟系统的需求存在显著差异,单一设计方案往往无法满足所有要求,通过细致分析这些需求,设计师可以明确系统的类型选择,决定是否采用中央空调或局部空调、选择自然通风或机械排烟,从而确保设计方案与建筑实际需求高度契合。设计师需对排烟、空调及通风系统的各个环节进行优化,以提升整体运行效率,通过优化风道布局、选择高效风机或改进空调管道配置,不仅能够显著提升系统性能,还能减少能源消耗。优化过程中还应考虑后期系统维护与调试的便利性,确保设计能够支持长期稳定运营。设备选型时也需重点关注节能效果,优先选择高效、节能设备,以降低运营成本。方案优化还需预见系统的可扩展性与灵活性,随着建筑功能的变化(如楼层用途调整或建筑整体改造),系统需要具备相应的适应能力。因此,在设计阶段应预留足够的空间与接口,为未来的扩展与改造提供便利,避免初期设计不周导致后期改造困难。

3.2 空调与排烟系统的协同设计

空调与排烟系统的协同设计在保障建筑舒适性与安全性方面,起着至关重要的作用。虽然这两个系统各自独立发挥功能,但在实际运行中它们必须紧密配合,确保整体系统的高效性与稳定性。设计中的一大挑战是如何平衡空调系统的温控需求与排烟系统在火灾时的紧急排放任务。空调系统通过强制通风调节室内温度与空气质量,而排烟系统则在火灾发生时迅速清除烟雾,防止其扩散至建筑其他区域,两者的运行方式需要兼顾以避免相互干扰^[2]。在设计过程中,空调风机与排烟风机的运作频率必须防止冲突,避免由于空调系统风量过大,或排烟系统启动时的空气流动反向,导致排烟效果受到影响或空调系统性能下降。为确保系统的协同工作,空调与排烟系统的风道布局必须特别精心设计,重点在于确保两者的管道或风道不发生交叉,以免空气流动产生不必要的干扰。在火灾发生时,排烟系统必须优先启动,而此时空调系统应自动切换至安全模式,以减少对排烟系统的干扰。空调系统的设计应与排烟系统联动,确保当火灾发生时空调风机可自动关闭,或调整风量与风向使烟雾能够迅速被排出。在排烟系统的设计中,还需要考虑空调设备在火灾情况下的负荷变化,以防高温影响空调系统的正常运行。特别是在火灾或高温环境下,空调系统的耐热性与安全性至关重要,为了提升系统的安全性,火灾自动报警与控制功能应被引入空调系

统,确保在火灾发生时空调系统能够快速响应,通过切断电源或调整风量能够保障系统的安全运行。

3.3 排烟方式的选择与设备配置

在排烟系统设计中,合理选择排烟方式与配置设备是确保火灾时迅速排烟、保障人员安全的关键。建筑类型与功能需求决定了排烟方式,而设备配置则直接影响排烟效果与系统效率,设计时需在满足排烟需求的同时,确保系统的稳定性与经济性。排烟方式分为自然排烟与机械排烟两种。自然排烟利用建筑天然通风与温差,通过排烟口和通风井将烟雾与热空气自然排出,适用于低层建筑或火灾风险较低的区域,但其效果受建筑高度、气候和布局的影响较大。机械排烟则通过风机强制排烟,适用于高层或火灾风险较大的区域,提供强大的排烟能力,能够覆盖多层次与多区域需求^[3]。设备选择中风机需具备高温抗性,确保在火灾环境中稳定运行,常用的轴流风机适用于低压、大风量场景,而离心风机适合高压、小风量场景,选型时需综合考虑排烟量、系统压力损失、噪音控制及维护便捷性。排烟口的布局应确保烟雾顺畅排出,避免受到建筑结构或环境干扰。高层建筑中,排烟口通常设置在楼顶或排烟井以保证烟雾有效排放。最后,排烟系统应进行冗余设计,配备备用风机与自动切换控制系统,确保主风机故障时备用设备能及时启用,保持系统稳定运行。

4 结语

在现代建筑设计中,暖通空调与防排烟系统的合理规划至关重要,这些系统不仅影响建筑舒适性与节能效益,还与火灾安全及人员疏散密切相关。本文探讨了暖通空调及防排烟系统设计的关键意义、主要挑战及解决方案,提出了切实可行的设计策略,特别是在系统选择、布局优化和火灾时系统稳定运行方面。随着建筑技术的进步,智能化与数字化技术将推动系统协同优化,进一步提升建筑的安全性、舒适性与能源效率。通过持续优化设计与技术创新,建筑的复杂需求将得到更好满足,为建筑的长期运营提供保障。

【参考文献】

- [1] 韦丽秋. 暖通空调及防排烟系统的设计难点及解决措施研究[J]. 建材与装饰, 2019, 12(3): 73-74.
 - [2] 韩明. 暖通空调防排烟系统设计中易忽视重点问题[J]. 居业, 2020, 11(6): 23-24.
 - [3] 陈众举. 暖通空调系统防排烟设计分析[J]. 中国设备工程, 2021, 10(23): 129-130.
- 作者简介: 陈澎浩(1990.11—), 毕业院校: 西安建筑科技大学, 所学专业: 建筑与土木工程, 当前就职单位: 中国核电工程有限公司(河北分公司), 职务: 无, 职称级别: 工程师。

高层建筑结构设计中的问题与应对策略

东 伟

河北广安联合电力工程设计有限公司, 河北 石家庄 050200

[摘要]随着国民经济整体水平的不断提升,居住的舒适性、使用的安全性开始成为民众对于房屋建筑的第一要求,可以说,建筑结构设计水平直接影响着建筑的质量与安全性。为此,设计人员不仅需要考虑房屋的使用功能,还要对项目成本、结构安全性等问题进行有效兼顾,对房屋结构的整体合理性进行把握。减少不合理设计所引起的安全隐患,从而保障人民群众生命财产安全。

[关键词]高层建筑;结构设计;问题与策略

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14530

中图分类号: TU973

文献标识码: A

Problems and Countermeasures in the Structural Design of High-rise Buildings

DONG Wei

Hebei Guang'an United Power Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050200, China

Abstract: With the continuous improvement of the overall level of the national economy, the comfort of living and the safety of use have become the first requirements of the public for housing construction. It can be said that the level of building structural design directly affects the quality and safety of buildings. Therefore, designers not only need to consider the functional use of the house, but also effectively balance issues such as project cost and structural safety, and grasp the overall rationality of the house structure. Reduce the safety hazards caused by unreasonable design, thereby ensuring the safety of people's lives and property.

Keywords: high-rise buildings; structural design; problem and strategy

引言

随着城市人口不断增长与土地资源日益紧张,高层建筑已成为城市建筑发展的主要方向。鉴于高层建筑出众的高度、复杂的结构形态以及多样的功能需求,使得其结构设计工作面临着极为艰巨的挑战与考验。在设计过程中,需要考虑抗震、抗风、抗火、防排烟等多重因素,每一个设计细节都直接影响到建筑的安全性和使用功能。高层建筑的结构设计不仅是建筑工程的关键环节,也是城市建设质量与安全水平的集中体现。然而,受到技术水平、材料选择、经济因素以及自然条件等多方面限制,实际设计中常常会遇到一系列问题。这些问题会影响建筑的结构安全性及其长期使用性能。常见的问题包括结构体系选择不合理、嵌固端设计缺陷、超高建筑特殊处理不当以及其他设计细节上的疏漏。

为了应对这些挑战,必须采取科学、合理的设计策略,优化设计方案,从而提升设计质量。通过这些措施,能够确保高层建筑有效承受各类荷载作用,进而保障其安全性、稳定性与舒适性。本文将对当前高层建筑结构设计中的常见问题进行详细分析,并提出相应的改进措施,旨在为高层建筑设计提供理论依据与实践指导,推动建筑设计的创新与发展。

1 高层建筑结构设计的重要性

合理的高层建筑结构设计直接关系到建筑的安全性、稳定性及使用寿命。在高层建筑中,结构设计不仅需确保

建筑在日常使用中的功能性与舒适性,还需应对如地震、强风、火灾等极端外部灾害的考验。建筑结构设计的科学性与合理性,决定了建筑物对外部荷载作用的承载能力及其抵抗不利条件的能力,从而影响其抗震、抗风、抗倾覆等关键性能。特别是在超高层建筑中,随着建筑高度的增加,自重荷载、风荷载及地震作用的增大,使得结构设计的难度不断增大。此时,合理选择结构体系、计算力学模型及结构构件布置方案,成为保障建筑长期稳定与安全使用的核心要素。此外,结构设计还应考虑材料的耐久性、施工的可行性以及经济性,以确保建筑在整个生命周期内实现预期的使用效益。

2 目前高层建筑结构设计中的问题

2.1 嵌固端设置不当

在高层建筑结构设计中,嵌固端设置不当,常常成为一个严重且普遍的问题,尤其是在结构与基础的连接部分。嵌固端作为建筑物结构与基础之间的连接界面,承担着将上部荷载有效传递至地基的关键作用。若设计不合理,可能会引发建筑结构的异常变形,甚至导致倾斜或不均匀沉降。具体来说,基础与结构之间连接的刚度若过大或过小,局部应力容易集中,进而导致结构出现裂缝或破坏。某些情况下,嵌固端设计的不合理,甚至可能导致上部结构与基础的连接失效,从而影响建筑的整体稳定性。特别是在高层建筑中,随着建筑高度与自重的增加,荷载传递路径变得更加复杂,任何微小的设计缺陷,都有可能被放大并

引发严重的结构问题^[1]。此外,嵌固端设计不当,还可能导致结构响应与实际需求的不匹配,特别是在强风或地震等外部荷载作用下,建筑可能会出现过度的震动或摇晃,进一步威胁建筑的安全性。

2.2 结构体系选择缺乏科学性

在高层建筑结构设计中,结构体系选择不科学,常常成为导致建筑在稳定性、抗震性及使用性能方面无法满足实际需求的主要原因。由于高度及荷载复杂性,高层建筑对结构体系的要求尤为严格。若设计过程中未充分考虑建筑的功能特征、外部环境条件以及材料特性,结构体系与建筑需求之间的匹配性,可能会出现。例如,传统的钢筋混凝土剪力墙结构体系,虽然在某些设计中常被采用,但若未考虑高层建筑在竖向荷载和横向荷载(如风力、地震作用等)作用下的复杂响应,结构的不均匀受力可能导致潜在的安全隐患。此外,一些高层建筑在选择结构体系时,往往更加注重经济性,追求成本最低的方案,而忽视了建筑长期使用的效果与安全性。这种做法往往会在建筑后期的运营过程中暴露出一系列问题,例如过度变形、裂缝等。

2.3 超高情况

在高层建筑结构设计中,超高建筑面临的设计问题尤为突出,随着建筑高度的不断攀升,结构设计愈加复杂。与常规高层建筑相比,超高层建筑需要承受更为庞大的竖向荷载,以及更为复杂的横向作用。随着建筑高度的增加,传统设计方法的适应性逐渐降低,超高层建筑往往难以满足针对高层建筑所规定的刚度与稳定性要求。通常,超高层建筑的结构系统需要具备极强的承受水平作用的能力,但随着建筑高度的增长,建筑竖向荷载、风荷载及水平地震作用也随之加剧,使得结构设计的难度显著增加。此外,超高建筑通常存在较大的楼层高差,尤其是底部与顶部之间,这种差异使得风荷载和水平地震作用在不同楼层上的分布存在显著差异。如若设计未能合理考虑这一点,不仅会导致局部结构构件产生过度变形或振动,甚至影响建筑结构的整体稳定性,从而危及建筑的整体安全性。超高建筑往往存在着多样的建筑使用功能,这种多样性影响着建筑结构的荷载分布和结构构件布置,进一步增加了设计的难度。与高层建筑相比,超高建筑对结构体系、材料选择、抗震设计等方面的要求更为严格,意味着其设计必须综合考虑多重因素。

2.4 其他设计问题

在高层建筑结构设计中,除去嵌固端设置不当、结构体系选择不科学以及超高建筑的相关问题外,还存在一些其他设计缺陷。这些问题可能对建筑的整体安全性与使用性能产生不利影响。常见的一个问题是,在设计过程中,建筑物的长期沉降和变形往往被忽视,尤其是在地基处理不充分或土壤条件不稳定的情况下。此时,建筑可能会发生不均匀沉降,从而影响结构的稳定性与使用舒适度。

此外,高层建筑需同时承受来自重力、风力、地震等多种荷载作用,合理分配并有效承担这些荷载作用对设计至关重要。若在结构设计中忽视竖向荷载与水平荷载的协调性,建筑在使用过程中可能会发生不均匀受力,进而影响整体性能。建筑材料的选择、施工工艺的合理性以及施工质量的控制同样在结构安全中起着至关重要的作用^[2]。施工过程中质量的差异,常常直接影响建筑的长期稳定性。

另一个值得注意的问题是,部分高层建筑在设计时未能充分考虑不同功能区域对结构系统的特殊要求,导致结构方案在实际使用中无法满足各功能区域的承载能力需求,从而影响建筑的整体使用效能。

3 提升高层建筑结构设计质量的应对策略

3.1 重视并应用好计算简图

在提升高层建筑结构设计质量的过程中,计算简图的合理应用显得尤为重要。作为结构分析的基本工具,计算简图帮助设计人员从复杂的结构体系中提取出关键的力学特征,从而简化计算流程,在保留合理设计精度的同时提高效率。通过合理选择计算简图,设计人员能够清晰地了解结构整体受力情况,避免了使用过于复杂的模型可能带来的计算失误或遗漏重要因素。在高层建筑的设计中,由于建筑高度较大且结构复杂,通常需要考虑多种荷载形式,如竖向荷载、风荷载、地震作用等。通过正确应用计算简图,这些复杂的力学因素得以有效整合和处理,为设计方案的优化提供了支持。合理选用计算简图,不仅能提升结构分析的准确性,减少不必要的重复计算,还能帮助设计人员更精确地预测结构的响应,从而保证建筑的安全性与经济性。在实际应用中,计算简图的选择应根据建筑物的具体结构特征、荷载条件及工程需求进行调整,确保结构设计的合理性与可实施性。

3.2 选择科学合理的建筑结构体系

在提升高层建筑结构设计质量的过程中,合适的建筑结构体系的选择至关重要。建筑的安全性、稳定性、经济性及施工可行性,均直接受结构体系的影响,特别是在高层建筑中,由于高度与复杂性的增加,结构体系的选定尤为关键。科学合理的结构体系不仅能够解决建筑自重引起的内力传递与分布问题,而且能够有效分配并承担外部荷载(如风荷载、地震作用等),从而确保建筑在极端条件下的稳定性与安全性。目前建筑常见的结构体系包括框架结构、剪力墙结构、框架剪力墙结构以及核心筒结构等。每种结构体系均有其适用范围及优缺点。设计人员在选择时,需综合考虑建筑的功能需求、使用性质、经济预算以及地质条件等多个因素,确保选定的结构体系能够最大程度地发挥其性能。例如,框架结构适用于多低层建筑,在高层建筑中单独使用框架结构往往无法提供足够的刚度来承担相应的风荷载和地震作用。因此,框架结构通常需要结合剪力墙或核心筒,以增强整体的刚度与稳定性。对

于超高层建筑而言,核心筒结构通常被优先选用,因为它能有效地集中布置刚度很大的核心筒来承担水平荷载,显著提升结构的整体稳定性^[3]。除了结构性能外,施工的可行性与成本亦是结构体系选择中的关键因素。在确保设计方案满足性能要求的同时,必须考虑如何在预算范围内顺利完成施工,从而实现经济与实用性的平衡。

3.3 做好高层建筑的严格审查工作

在提升高层建筑设计质量的过程中,至关重要的工作是严格的审查工作。高层建筑的结构设计涉及多个方面,包括荷载分析、材料选择、构造细节以及施工工艺等,每个环节都直接影响建筑的安全性及稳定性。通过严格审查,设计方案是否符合相关规范与标准得以确认,同时能够及时识别潜在风险与问题,降低设计错误或施工过程中出现问题的概率。审查工作应从多个维度展开,全面评估设计方案的合理性与科学性。重点应放在建筑结构的承载能力、抗震性、抗风性及耐久性等性能的考察,确保设计在理论与实际中的可行性。对于一些特殊或复杂的结构形式,专项技术评审是必要的,以评估其在极端条件下的表现能力,确保安全性不受影响。审查工作应包括设计计算书、结构模型、施工图纸等所有相关资料的全面审核。特别是在细节设计方面,如节点设计、连接方式及抗震措施等,审查应更加细致,确保这些设计既符合理论要求,又能够顺利实施,并确保建筑物的长期安全性与经济性。此外,施工现场的实际条件也需要纳入审查范围,设计与现场条件的匹配度应当得到严格检查,避免因现场条件不符而导致的设计更改或施工难题。

3.4 材料选择和耐久性保障

在高层建筑设计中,材料的选择与耐久性保障是确保建筑质量的关键环节,尤其是考虑到高层建筑的高度及使用功能复杂性时,对材料性能的要求更加苛刻。材料的选用直接关系到结构的安全性、耐久性。所使用的建筑材料必须满足强度、刚度与耐久性等基本性能要求。常见的结构材料,如钢材、混凝土,必须符合相关国家标准和行业规范,并经过严格的质量控制与检测,以确保其性能的长期稳定性。高层建筑往往面临复杂的环境压力,材料的耐久性因此显得尤为重要。暴露于风压、温差、湿度变化等自然因素中的建筑,所选材料必须具备出色的耐候性与抗腐蚀性,以确保在长期使用过程中不会发生变形、裂缝或其他性能明显劣化的情况。例如,高层建筑的外立面材料必须能够有效抵御风沙侵蚀与紫外线辐射,从而延长建筑外观与结构的使用年限。确保高层建筑结构安全性的另一个重要考虑因素是材料的防火性与抗震性等综合性能要求。在抗震设计方面,选择具有良好强度与延性的材料至关重要,只有如此,建筑才能在地震作用下保持其安全性与功能性。

3.5 满足结构设计有关性能

在高层建筑设计中,确保建筑的安全性、舒适性及可持续性,必须满足多个方面的性能要求。建筑物的承

载能力不仅是设计的基本要求,还应综合考虑抗震、抗风、抗火以及耐久性等关键因素。承载能力必须确保建筑物在不同荷载作用条件下保持稳定,包括恒载、活载、风荷载、地震作用等。在高层建筑中,风荷载与地震作用的影响尤为显著,因此,设计时需对这些荷载的作用进行充分分析,并采取合理的构造措施。在抗震性能方面,确保结构具备足够抗震能力是至关重要的。包括合理布置隔震设施、调整结构的强度与刚度,方能达到良好的抗震效果。风荷载也是高层建筑设计中的重要考量,建筑物的高度和形状使其容易受到强风的影响,因此,外形设计、材料选择以及结构体系的优化,都旨在降低风荷载作用,从而确保建筑在极端风力条件下的安全性^[4]。此外,火灾情况下的结构表现同样不容忽视。设计中必须保障建筑在火灾初期能够保持足够的稳定性,确保人员能够及时疏散,并为灭火提供足够的时间与空间。只有综合考虑所有这些性能要求,才能确保高层建筑在使用过程中具备优异的安全性与舒适性,满足长期的功能需求。

4 结语

高层建筑设计在满足现代城市化需求的过程中,面临着众多挑战。从结构体系的选择、嵌固端的设计,到超高层建筑的特殊要求以及材料选择等问题,都深刻影响着建筑的安全性、稳定性与使用性能。尽管在当前的设计实践中结构设计已经取得了一定进展,但依然存在许多问题亟须在实际应用中得到解决。为提升高层建筑的结构设计质量,必须采取科学合理的设计理念,注重各环节之间的协同作用,从而确保设计的精准性与可行性。设计审查的加强、结构体系的优化、材料耐久性与性能的保障,以及严格的计算设计等措施,能有效提高设计质量,减少建筑在使用过程中可能遇到的风险。随着科技的进步与设计理念的更新,高层建筑的结构设计将面临更多挑战。未来,智能化、精细化的设计方案必将成为主流。只有通过持续的技术创新与设计优化,才能确保高层建筑在日益复杂的城市环境中发挥其应有的作用,成为符合安全、舒适与可持续发展要求的现代建筑典范。

【参考文献】

- [1] 项玫. 高层建筑结构设计中的问题与应对策略[J]. 科技与创新, 2024, 12(13): 137-139.
- [2] 杨涛, 宋志. 高层建筑结构设计中的问题及改进策略[J]. 中华建设, 2014, 11(2): 112-113.
- [3] 袁关翔. 建筑结构设计常见问题及应对策略分析[J]. 江西建材, 2015, 12(1): 43.
- [4] 何华艳. 高层建筑结构设计问题与应对策略[J]. 建筑技术开发, 2018, 45(3): 9-10.

作者简介: 东伟(1985.9—), 毕业院校: 同济大学, 所学专业: 土木水利, 当前就职单位: 河北广安联合电力工程设计有限公司, 职务: 土建工程师, 职称级别: 工程师。

基于低碳节能理念的房屋建筑设计研究

张 幸

新疆花城勘测设计研究有限责任公司, 新疆 伊宁 835000

[摘要]我国的经济建设不断地取得进步与发展,建筑行业也蒸蒸日上。房屋建筑行业作为推动经济建设的重要组成部分,人们对于房屋建筑工程的关注度也不断提高。为了符合环保节能、绿色低碳的时代观念,建筑工程施工就需要与时俱进,以节能环保为导向,在保证房屋建筑质量以及品质卓越为前提下,尽可能降低房屋工程施工的能源消耗,做到建筑施工中的节能环保。文章旨在为房屋建筑设计者提供有益的参考和借鉴,推动基于节能环保理念的房屋建筑设计的实践和发展。

[关键词]低碳节能理念;房屋建筑;建筑设计

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14577

中图分类号: TU2

文献标识码: A

Research on Building Design Based on Low Carbon and Energy-saving Concept

ZHANG Xing

Xinjiang Huacheng Survey, Design and Research Co., Ltd., Yining, Xinjiang, 835000, China

Abstract: Chinese economic construction has continuously made progress and development, and the construction industry is also thriving. As an important component of promoting economic development, the housing construction industry has continuously increased people's attention to housing construction projects. In order to conform to the era concept of environmental protection, energy conservation, green and low-carbon, construction projects need to keep pace with the times, be guided by energy conservation and environmental protection, and minimize energy consumption in construction projects while ensuring the quality and excellence of building construction, achieving energy conservation and environmental protection in construction, so as to provide useful references and inspirations for building designers, and promote the practice and development of building design based on energy-saving and environmental protection concepts.

Keywords: low carbon and energy-saving concept; building construction; architectural design

引言

在全球面临气候变化、能源危机及环境恶化的背景下,低碳节能理念的推广已成为建筑行业发展的主要趋势。作为主要的能源消耗领域,建筑行业对温室气体排放的影响尤为显著。实现建筑的低碳节能转型,被视为应对环境挑战的必要举措,也是推动社会可持续发展的关键路径。通过科学设计与先进技术,低碳节能建筑旨在最大限度地提升资源利用效率,降低对环境的负面影响,满足人们日益增长的生活需求与生态保护的双重目标。本研究将探讨低碳节能理念在房屋建筑设计中的具体应用,深入分析设计环节中的关键措施,包括材料选择、结构优化、能源管理及绿化设计等。此外,提升居民的环保意识,被认为是推动低碳节能理念落地的重要因素。研究还将关注如何通过社区参与及教育活动,增强公众的环保意识,进而营造良好的社会氛围。通过这些努力,低碳节能目标的实现将获得有力支持。

1 建筑设计中节能环保理念的重要性

在当前全球面临气候变化与资源短缺的背景下,建筑设计中的节能环保理念愈发显得重要。作为降低建筑能耗、减少温室气体排放的有效方法,节能环保不仅是实现可持

续发展的核心要求,更是推动行业进步的关键所在。通过合理的建筑设计,能源利用效率显著提高,对环境的负面影响被最大限度地减小。此外,节能环保的设计也有助于提升居民的生活质量,创造更加舒适的居住环境。采取自然通风、光照控制及高效保温材料等措施,能降低能耗的同时,也延长建筑的使用寿命与耐久性。同时,节能环保理念的推广促进了新技术与新材料的研发,推动了建筑行业的创新发展。如今,随着政策法规日益严格、公众环保意识不断增强,将节能环保理念融入建筑设计已成为行业发展的必然趋势。这样的做法不仅满足了功能需求,还实现了经济、环境与社会效益的全面提升。

2 房屋建筑工程施工中节能应用的特点

房屋建筑工程施工中,节能应用的特点体现在多个方面。其中,高效利用资源能源是关键内容之一。在施工过程中,先进技术与设备的采用,显著降低了能源消耗。例如,机械化施工与智能化管理的结合,提升了施工效率,从而减少了不必要的资源浪费。节能应用还强调了对环境影响的降低,施工方案的设计通常考虑保护周围生态环境,避免植被破坏,控制噪音及扬尘污染等。材料选择在节能应用中同样不可忽视,优先选用环保、可再生或再生材料,

不仅减少了资源消耗,还提升了建筑的环保性能。施工过程中的节能措施,往往涉及系统化管理,通过优化施工流程与合理配置人力资源,来降低能源浪费与损耗。此外,施工人员的培训也至关重要,以提高其环保意识与节能意识,确保在每个环节中节能理念的贯彻^[1]。这些综合措施共同促进了施工过程的节能效果,为实现可持续建筑目标奠定了基础。

3 居民住房结构设计中与节能环保有关的问题

3.1 节能环保的整体观念不强

在居民住房结构设计中,节能环保的整体观念不足,成为亟待重视的问题。这一现象主要源于设计阶段缺乏系统性思考,常常只关注单一环节的节能措施,忽视了各设计要素之间的相互关系与影响。在住房结构设计中,许多设计师更注重成本、功能与美观,而对节能环保的长期价值认识不足,导致材料选择、空间布局及设备配置未能有效融合节能理念。此外,由于整体规划的缺失,某些节能措施在实施过程中出现不协调现象,从而降低了实际效果。例如,尽管在选择高效窗户时考虑了保温性能,但如果建筑整体密封性不足,热能损失便会随之增加,抵消窗户的节能效果。这种片面的设计思路,不仅影响了居住环境的舒适性,也阻碍了建筑行业向可持续发展进程的推进。

3.2 节能环保技术手段较为落后

在居民住房结构设计中,显著问题是节能环保技术手段相对落后,主要体现在技术应用滞后与创新不足。许多住宅项目仍依赖于传统建筑材料与施工方法,对新型节能技术的广泛采用缺乏足够重视。例如,尽管市场上已有多种高效隔热材料与智能控制系统可供选择,由于信息不对称与技术更新缓慢,设计师和施工单位未能及时获取并应用这些新技术。同时,节能环保相关的检测与评估手段相对滞后,科学标准与有效的评价体系的缺乏,导致设计与施工过程中的节能效果监测与优化难以实现。此外,由于对节能技术的研发投入不足,竞争力的本土创新成果亦显得稀缺,致使整体行业在国际先进水平上相对滞后。

3.3 未考虑局部与整体设计的协调统一

在具体细节设计时,许多设计师往往侧重局部功能与美观,而整体布局与环境的综合考虑则常被忽视。这种片面的设计思维,导致了局部措施的有效性与整体性能之间缺乏协调。例如,某些节能措施在特定区域可能表现良好,但如果未与房屋的整体结构、朝向及通风系统相结合,便可能造成能源浪费或降低居住舒适度。此外,建筑不同部分的协调性不足,可能导致矛盾效果的产生,进而增加能耗或降低居住环境质量^[2]。这样的不协调设计方式,也会影响建筑的美观性与实用性,使居住者在享受空间时感受到不适。

4 房屋建筑设计中节能环保理念的实施措施

4.1 门窗设计

在房屋建筑设计中,门窗设计作为实施节能环保理念

的重要环节,具有深远的影响。高效门窗不仅承担着隔热、保温及防风的功能,还与建筑的能效与居住舒适度直接相关。在材料选择方面,采用高性能隔热材料与多层中空玻璃,热传导系数显著降低,从而减少热量的流失与进入。这种设计有助于室内温度的有效维持,降低对空调与取暖设备的依赖,进而减少能源消耗。门窗的尺寸与位置同样至关重要,合理布置窗户能够最大限度地利用自然采光与通风。例如,南向窗户在冬季吸收更多阳光,提供免费的热能,而可开启的窗户在夏季则实现自然通风,降低室内温度。智能窗控系统的引入,进一步提升了门窗设计的智能化水平。通过传感器与自动化控制技术,窗户可根据外界气候变化、室内温度与湿度,自动调节开启状态,从而提高能源使用效率,改善居住者的舒适度。密封性能同样不可忽视,采用高质量的密封条与结构设计,有效防止空气渗透,减少热量损失。此外,门窗的材质与外观设计应与建筑整体风格相协调,以确保美观与功能的统一。

4.2 居民住房的顶部设计

在房屋建筑设计中,居民住房的顶部设计作为实现节能环保理念的关键环节,对建筑的能效与居住舒适度产生深远的影响。屋顶的保温性能至关重要,合理选择隔热材料如聚苯乙烯与聚氨酯,热量的进入与流失得以有效减少,从而降低空调与取暖的能耗,维持室内环境的稳定温度,提升居住的舒适性。此外,顶部设计应考虑自然通风的引入,设置通风天窗或屋顶风道,热空气得以有效排出,降低室内温度,减少对空调的依赖。绿色屋顶设计逐渐兴起,通过在屋顶种植植被,不仅增强建筑的美观性,还提高生态效益。良好的隔热性能使绿色屋顶能够吸收雨水,减少城市热岛效应,并为生物多样性提供栖息地。同时,屋顶花园为居民提供休闲空间,提升生活质量。在材料选择方面,反射性涂层材料的使用能够有效降低屋顶温度,进一步减少能耗^[3]。此外,雨水收集系统的考虑同样重要,通过设置雨水收集槽与储水装置,雨水可用于灌溉或冲厕,从而降低用水量。这种设计不仅提升水资源的利用率,还有助于减少雨水径流,减轻城市排水系统的压力。最后,顶部的布局与设计风格应与整体建筑相协调,确保美观与实用的统一。

4.3 选用合适的节能环保材料

在房屋建筑设计中,合适节能环保材料的选择被视为落实节能环保理念的核心措施之一,建筑的能效与可持续性直接受到影响。应重点关注节能材料的热绝缘性能,例如聚苯乙烯、聚氨酯及玻璃棉等,这些材料能有效降低热传导,减少能量损失,从而提升整体保温效果。同时,具有优良隔音性能的材料,如岩棉或高密度纤维板,被应用于降低噪音污染,进而提高居住环境的舒适度。环保材料的应用不仅限于建筑结构,还应涵盖室内装修。选择低挥发性有机化合物(VOC)的涂料及粘合剂,能够显著改善

室内空气质量,减少对居民健康的影响。此外,采用再生材料与可再生资源(如竹材、再生木材及再生塑料)不仅能减少新资源的消耗,也有助于减轻对环境的负担,促进资源的循环利用。在选材过程中,材料生命周期评估的考虑同样至关重要,包括生产、运输、使用及处置各阶段的环境影响。优先使用本地材料,运输过程中的碳排放得以有效降低,同时支持地方经济发展。此外,耐久性强的材料可延长建筑使用寿命,减少后期维护与更换的频率,从而降低资源的整体消耗。最后,合理的材料组合及系统化设计也显得尤为重要,例如,在窗户与外墙连接处采用高性能密封材料,以减少空气渗透与热损失。

4.4 住房附近的绿化设计

在房屋建筑设计中,住宅周围的绿化设计被视为实现节能环保理念的重要组成部分,深刻影响着居住环境的质量与建筑能效。合理的绿化布局能够显著改善微气候,植被的蒸腾作用使周围空气温度降低,从而减少夏季对空调的依赖。此外,绿化有效地阻挡风力,降低建筑能耗,尤其在冬季,有助于保持室内温暖。选择适应当地气候的植物种类,既能减少水资源的消耗,也提升生物多样性,创造良好的生态环境。绿化设计还应注重功能与美观的结合。在住宅周围设立花园、草坪及树木,不仅美化环境,也为居民提供了休闲空间,促进社区社交互动。同时,植被的多样性能够吸引鸟类及其他小动物,增强社区的生态活力,提升居民的生活质量。通过设置步道与休闲设施,鼓励居民进行户外活动,从而促进身心健康。合理的绿化设计还需考虑雨水管理^[4]。设置渗透性铺装、雨水花园及植被缓冲带,有效吸收与利用雨水,减少径流,提高水资源的利用率。这种设计不仅减轻了城市排水系统的压力,还有助于防止水土流失,维护生态平衡。此外,绿化空间的设置可起到隔离噪音的效果,为居民创造一个安静舒适的居住环境。

4.5 提高居民的环保意识

在房屋建筑设计中,提升居民环保意识被视为实现节能环保理念的重要环节,对推动可持续发展与改善居住环境产生深远影响。居民的环保意识与他们对节能措施的理解与接受直接相关。在建筑项目初期,开展环保教育活动如讲座、工作坊及社区活动,可以有效增强居民对节能环保重要性的认识,明确他们在其中的角色。通过介绍节能家电的使用、节水设施的安装及绿色出行方式,不仅能够促使居民在日常生活中作出更环保的选择,还能激励他们积极参与社区可持续发展。在建筑设计中,融入环保意识

提升机制同样至关重要。例如,设置环保宣传标识与信息展示板,能够提醒居民关注日常能源与水资源的使用。这些直观的提示有助于培养良好的节能习惯,如随手关闭电器、合理使用空调等。此外,利用智能家居技术,结合应用程序实时监测能源消耗,能够增强居民对自身行为的反馈意识,促使他们进行有效的调整。开展社区活动与合作项目也能有效增强居民的环保意识。组织植树活动与社区清洁志愿者项目,使居民在实践中体会环保的价值与意义。同时,通过定期的环保评比活动,鼓励居民在节能减排方面展开竞争,提升参与感与责任感。建设生态友好的共享空间,如社区花园或环保主题公园,不仅能提高居民的生活质量,还能营造积极的环保氛围。

5 结语

本研究深入探讨了基于低碳节能理念的房屋建筑设计意义与实施策略。随着全球对可持续发展关注度的提升,建筑行业作为能源消耗与温室气体排放的主要领域,转型为低碳与节能的必要性愈发突出。通过对建筑设计各环节的系统分析,包括材料选择、结构优化、节能技术应用及居民环保意识的提升,建筑对环境的影响可以有效降低,资源利用效率也得以提高。推动低碳节能建筑的发展,既需要技术的进步,也需政策支持与公众参与。应加强绿色建筑政策的引导,以鼓励先进设计理念与技术的采纳,从而促进建筑行业的可持续发展。同时,公众环保意识的提升,使其能够积极参与低碳实践,营造全社会共同关注与支持的氛围。通过这些综合措施,有望为建设更加绿色、健康与宜居的环境贡献力量,实现经济、社会与生态的和谐发展。期望本研究能够为相关领域从业者提供有益的参考,助力低碳建筑的未来发展。

【参考文献】

- [1]张伟.基于低碳节能理念的房屋建筑设计研究[J].工程建设与设计,2023(21):21-23.
- [2]许坤.基于节能环保理念的房屋建筑设计研究[J].砖瓦,2023(5):82-84.
- [3]段然.房屋建筑设计中节能环保理念的应用[J].住宅与房地产,2018(8):65.
- [4]李立群,张启志.房屋建筑材料对建筑节能的影响分析[J].粘接,2022,49(5):174-176.

作者简介:张幸(1995.8—),毕业院校:中南林业科技大学涉外学院,所学专业:土木工程,当前就职单位名称:新疆花城勘测设计研究有限责任公司,就职单位职务:建筑设计,职称级别:初级。

房屋结构设计中的建筑结构设计优化

安 日

中土大地国际建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]在现代化城市建设过程中,房屋建筑始终是城市发展的重点,其关系着人们的生活质量与生命安全,所以要采用合理、严格的设计方案与施工技术,以确保房屋建筑工程的质量与使用性能。但是在实际的房屋建筑结构设计过程中,受设计人员考虑不充分等因素的影响,设计方案存在很多缺陷,会在极大程度上影响房屋建筑工程的建设质量。基于此,文章对房屋建筑结构的常见问题进行分析,并提出相应的优化措施,旨在保证建筑企业的综合效益。

[关键词]房屋结构;结构设计;建筑结构;设计优化

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14552

中图分类号: TU3

文献标识码: A

Optimization of Construction Structure Design in Building Structure Design

AN Ri

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

Abstract: In the process of modern urban construction, housing construction has always been the focus of urban development, which is related to people's quality of life and safety. Therefore, reasonable and strict design schemes and construction techniques should be adopted to ensure the quality and performance of housing construction projects. However, in the actual process of building structure design, due to factors such as insufficient consideration by designers, there are many defects in the design scheme, which will greatly affect the construction quality of the building project. Based on this, the article analyzes common problems in building structures and proposes corresponding optimization measures to ensure the comprehensive benefits of construction enterprises.

Keywords: building structure; structural design; construction structure; design optimization

引言

随着城市化进程的加速与建筑技术的持续发展,房屋结构设计面临的挑战日益复杂。现代建筑不仅需满足安全性与稳定性的基本要求,还必须在此基础上综合考虑经济性、耐久性、环保性等多个因素。在此背景下,房屋建筑结构的优化显得尤为重要。通过结构优化,建筑物的安全性与稳定性将显著提升,同时,在确保结构功能的前提下,材料浪费得以减少,施工成本也得到了有效降低,施工效率得到了提升。优化设计涵盖了地基、梁柱结构、楼板、屋面等各个方面,要求设计人员在满足功能需求的同时,对建筑物的荷载、材料特性及施工条件进行全面分析,选择最为合理的设计方案。随着现代计算机辅助设计技术的普及,结构优化设计日益依赖于精确的计算与模拟分析,使得设计方案的科学性与合理性得到了显著提升。通过对房屋结构设计中常见问题的深入探讨,并提出切实可行的优化措施,建筑结构的整体性能能够得到显著提高,同时,为建筑物提供了更加坚实的基础,推动了建筑行业的可持续发展。

1 房屋建筑结构设计优化的必要性

房屋建筑结构设计优化的必要性体现在多个方面。通过优化设计,建筑结构的安全性与耐久性得到了显著增强,从而确保建筑物在地震、台风等自然灾害中的稳定性及抗

风险能力。在建筑功能日益多样化的背景下,结构优化不仅有助于荷载的合理分配,提升整体结构的受力均衡,还能有效减少材料浪费,降低建筑成本,进而提高资源的利用率。尤其在当前提倡节能环保的时代,通过优化结构设计,合理选择材料与结构体系,不仅有助于降低碳排放,减轻环境负担,更促进了建筑行业的可持续发展。精确的结构优化设计,不仅满足了建筑物的功能需求与美学要求,还显著提高了施工效率与经济性,这对于提升建筑工程的整体质量起到了重要作用。

2 房屋建筑结构设计常见问题分析

2.1 地基问题

在房屋建筑结构设计中,地基问题被视为影响建筑安全性与稳定性的关键因素。作为建筑物的承载基础,地基设计的科学性与合理性直接决定了整个结构的稳固性与耐久性。常见的地基问题包括土层分布不均、承载力不足以及地基沉降不均等。由于土质不均匀,建筑物可能出现局部沉降或倾斜,进而影响结构的正常使用。承载力不足的地基在重荷载作用下,会导致过大沉降或局部下陷,进而可能对建筑结构造成损害^[1]。地基沉降不均的情况,还可能引发上部结构的裂缝或变形,严重时甚至危及到建筑物的整体稳定性。如果在设计初期未充分考虑这些问题,它们将在建筑物的使用过程中逐渐显现,并成为不同程度

的安全隐患，最终严重影响建筑物的使用功能与寿命。

2.2 楼板问题

楼板问题是房屋建筑结构设计中的关键问题之一，涉及的影响因素复杂且多样。作为连接楼层的核心构件，楼板承担着建筑上部荷载并将其传递至下部结构，任何设计上的缺陷都有可能带来严重的安全隐患。常见的楼板问题包括厚度不足、跨度过大、抗震性能不佳以及结构设计不合理等。若楼板厚度未充分考虑荷载要求，刚度不足的问题便会出现，进而影响整体结构的稳定性与安全性。过大跨度的设计则可能导致楼板过度弯曲，甚至在承受重荷载时发生断裂，尤其是在这种情况下，问题尤为严重。抗震性能也是楼板设计中不可忽视的重要方面。如果楼板的抗震设计未充分考虑其动态特性，地震荷载作用下，楼板可能会发生过度变形，进一步削弱建筑物的整体抗震能力。

2.3 梁设计问题

梁设计在房屋建筑结构中至关重要，作为支撑楼板、墙体等上部结构的核心构件，梁的设计合理性直接决定了建筑的承载能力与整体稳定性。梁设计中常见的问题主要包括梁截面尺寸选择不当、配筋不足或过度、受力分析不全面，以及梁与其他结构构件的连接不良等。若梁的截面尺寸不合理，其承载能力可能不足，或可能导致材料浪费，从而影响建筑的安全性与经济性。配筋不足的梁，在荷载作用下，易产生裂缝或发生过度挠曲，严重时甚至可能导致断裂，从而危及结构的整体安全；反之，过多的配筋不仅增加材料成本，还可能对施工带来不利影响。若梁的受力分析未全面考虑各种荷载条件，其应力分布与变形情况便无法准确预测，导致设计偏离实际需求，从而影响梁的抗震能力与长期使用性能。此外，梁与柱、墙等其他构件之间连接不牢固，可能引发整体结构的不稳定，削弱建筑物在承受水平或垂直荷载时的整体性。

2.4 框架设计问题

框架设计在房屋建筑中具有至关重要的作用，作为承重体系，框架结构承担着大部分竖向荷载与水平荷载。框架设计中常见的问题包括构件尺寸不足、连接节点设计不合理、框架稳定性不足及框架体系与其他结构系统的协调性差等。若框架柱、梁的尺寸设计不足，可能导致结构承载能力不够，容易引发超载或不均匀沉降，进而影响建筑的安全性及功能。节点设计的不合理，诸如配筋不足或连接方式不当，可能使节点在荷载作用下发生开裂或失效，从而威胁整体结构的稳定性。在高层建筑中，框架的稳定性尤为关键，若抗倾覆能力不足，框架容易受到风荷载或地震荷载的影响，产生较大位移，进而可能导致结构倾斜甚至倒塌。

2.5 构造柱与承受柱设计问题

构造柱与承重柱的设计问题是房屋建筑结构中的关键难点之一。构造柱主要承担着建筑物的稳定性与抗震性

能的作用，而承重柱则直接承载来自上部结构的垂直荷载。常见的设计问题包括柱的尺寸不当、配筋不足、柱与梁、楼板连接不合理以及受力分析不充分等。如果柱的尺寸过小，承载能力不足，可能会导致屈服、破坏或不均匀沉降，进而危及整个结构的稳定性。若配筋不足，柱的抗压性能可能会下降，长期受荷载作用下，柱体容易发生破坏或产生裂缝，从而带来安全隐患。此外，柱与梁、楼板的连接若设计不合理，可能导致应力集中或局部失效，影响力的合理传递，进而削弱整体结构的性能。在承重柱的布置上，若不合理，可能会使上部结构的荷载集中在某一部分，导致不均匀沉降或不适当的结构变形，最终影响建筑物的正常使用效果。

2.6 变形缝设置不规范

变形缝设置不规范是房屋建筑结构设计中的常见问题，通常体现在变形缝的位置、尺寸、数量以及施工方式未能符合相关规范要求。变形缝的主要作用在于适应建筑物因温度变化、湿度波动、沉降或地震等外部荷载引起的变形，从而有效防止因过度变形而导致的结构破坏或局部开裂。若变形缝设置不当，可能会导致建筑物在使用过程中出现不均匀沉降或因温度膨胀等因素引发的过度变形，进而影响整体结构的稳定性与安全性^[2]。常见的设计缺陷包括变形缝位置布置不合理，某些关键部位因此遭受过大变形应力；变形缝的宽度或深度不足，未能有效缓解建筑物的变形，进而导致裂缝或局部破坏；此外，变形缝数量不足或设置过少，未能有效分散建筑物的整体变形，最终可能引发结构性能的下降。

3 房屋建筑结构设计优化措施

3.1 地基问题优化

地基问题的优化在房屋建筑结构设计占据着至关重要的地位，直接关系到建筑物的整体稳定性与安全性。优化地基设计的关键在于对施工场地土壤条件的全面勘察与分析，确保土质类型、地下水位及承载力等关键因素被充分了解，从而为地基选定最适合的设计方案。在具体设计过程中，依据不同土质的特点，合理选择地基类型至关重要，诸如浅基础、深基础或特殊处理地基，目的是避免出现过大或不均匀沉降的问题。承载力较低或土质较差的地基常通过加固措施来增强其稳定性，例如地基换填、桩基或注浆技术等。建筑荷载的合理分配，防止荷载过度集中在某一位置，也是优化地基设计不可忽视的方面。设计时，还需充分考虑建筑物的沉降控制，确保整体沉降满足设计要求；适当设置沉降缝或加强基础加固，能够有效防止因地基沉降不均而引发建筑物的变形或开裂。

3.2 楼板问题优化

楼板设计优化在房屋建筑中具有至关重要的作用，旨在保障楼板的承载力、使用性能以及施工经济性。在楼板优化设计过程中，根据楼层的实际使用功能和荷载

要求,楼板的类型与结构形式需合理选择,如单向板、双向板、现浇板或预制板等,以确保在不同荷载条件下,结构的受力需求得以满足。同时,楼板的厚度、跨度及配筋方案应根据实际情况合理确定,避免因设计过薄或过厚而导致结构安全隐患或资源浪费。对于跨度较大的楼板设计,可采用加强筋或变截面设计等方法,从而提高楼板的抗弯刚度与承载能力,防止在荷载作用下发生过度弯曲或裂缝的情况。此外,抗震设计也是楼板设计中不可忽视的重要环节,特别是在地震多发地区的建筑中,应充分考虑楼板在地震荷载作用下的动态响应,合理布置抗震钢筋,以提升楼板的抗震性能。楼板设计优化还应注重施工工艺与施工质量的严格控制,确保施工过程中精确操作,从而有效避免因施工质量问题引发的楼板变形或裂缝等缺陷。

3.3 梁问题优化

梁设计优化在房屋建筑结构中具有重要意义,其核心目标在于确保梁在承载荷载时的安全性、稳定性与经济性。在优化梁的设计时,梁的截面尺寸与配筋方案需根据建筑物的功能需求与荷载分布精确选择,以确保梁的强度与刚度符合设计要求。过大的梁跨度可能会引起过度挠曲,甚至导致裂缝,而过小的跨度则会造成材料浪费。因此,确保梁设计优化的关键在于合理选择梁的跨度与截面尺寸。配筋配置同样需格外关注,配筋不足可能使梁在抗弯与抗剪方面表现不佳,进而引发裂缝或变形;而过度配筋不仅会增加不必要的材料成本,还可能影响施工操作的便利性^[3]。梁与柱、楼板等结构构件的连接设计也至关重要,合理的连接设计能有效传递荷载,防止应力集中或局部失效,从而增强整体结构的稳定性。此外,现代建筑对梁的抗震性能提出了更高要求,特别是位于地震多发地区的建筑,梁设计必须根据地震荷载的要求进行优化,以提升其抗震能力,确保建筑在极端条件下的稳定性与安全性。

3.4 框架设计优化

框架设计优化在房屋建筑结构中具有极为重要的作用,其主要目的是提高结构的稳定性、安全性以及经济性。为了实现这一目标,框架设计需要根据建筑物的功能需求、荷载分布以及外部环境等因素进行全面综合分析。在框架类型与构件尺寸的选择上,必须确保其能够均匀分配并有效承载来自上部结构的垂直与水平荷载。框架柱和梁的设计应依据建筑物的高度、层数及使用要求,合理确定截面尺寸,以避免因尺寸过大或过小所导致的资源浪费或承载不足。配筋设计的合理性至关重要,必须根据实际需求进行合理配置,以确保构件的强度与刚度,防止因配筋不足而引发的变形或裂缝;而配筋过多则不仅增加材料成本,还可能提升施工难度。此外,框架与基础、楼板等其他构件的连接设计也不容忽视,合理的连接方式能够有效传递荷载,增强整体结构的稳定性,防止局部失效。在抗震性

能方面,尤其对于位于地震多发地区的建筑,框架设计应充分考虑地震荷载对结构的影响,采取相应的优化措施,提升抗震能力,确保建筑在地震作用下的安全性。特别是在高层建筑中,框架结构的稳定性优化更显得尤为重要。考虑到该类建筑可能面临较大的水平荷载与侧向力,设计时需要合理布置剪力墙或抗风柱等稳定构件,从而增强整体稳定性,确保结构具备足够的抗侧移能力。

3.5 构造柱与承重柱设计优化

构造柱与承重柱的设计优化在房屋建筑结构中占据着极为关键的位置,确保柱体在承载荷载、抗震性能及结构稳定性方面的有效性是优化设计的核心目标。在优化设计过程中,必须根据建筑物荷载类型及其分布情况,合理选择柱子的截面尺寸与配筋方案。作为结构稳定性的重要组成部分,构造柱的尺寸与强度必须足以抵抗建筑物的水平与竖向荷载,以防止由于设计不当引发建筑物倾斜或变形。承重柱主要承受来自上部结构的垂直荷载,其设计应特别关注承载能力,确保能够充分应对荷载传递,避免荷载集中或材料选择不当导致的柱体受力不足。柱体配筋的设计应依据受力分析来合理布置,既要防止配筋不足引起的屈服破坏,也应避免因过量配筋而带来的不必要材料浪费及施工难度。同时,柱与梁、楼板的连接方式在设计中必须得到充分考虑,合理的连接设计能够有效传递荷载,减少应力集中与局部失效,从而提高整体结构的抗震性与稳定性。承重柱与构造柱的合理布置应根据建筑物的功能需求与施工条件进行,避免不当的柱位布置影响建筑的使用功能或外观^[4]。特别是在高层建筑中,柱子的合理布置与精准配筋不仅有助于提高结构的抗震能力,还能够增强建筑整体的稳定性。

3.6 规范变形缝设置

变形缝的合理设置是房屋建筑设计中至关重要的优化措施,其目的在于有效应对温度变化、湿度波动、地震以及荷载等外部因素对建筑物造成的变形,避免过大的变形引发裂缝、结构破坏或不均匀沉降。在优化设计过程中,必须综合考虑建筑物的尺寸、结构形式与所处的环境条件,合理确定变形缝的数量、位置与宽度。通常,变形缝应设置在建筑物变形最为显著的区域,如不同结构体系交接处、大跨度梁板以及柱子密集的部位,以保证建筑物在变形时能均匀分配应力,进而减少局部应力集中,避免局部破坏。变形缝的宽度和深度必须根据设计规范和具体需求进行确定,确保其能够容纳建筑物在使用过程中产生的变形。如若缝隙过小,建筑将无法适应变形,进而可能导致开裂等问题。设计时,还应充分考虑建筑物的沉降、温度变化以及地震作用等因素对变形缝的影响,确保在不同荷载和环境条件下,变形缝能够正常发挥其作用。施工质量对变形缝的效果有直接影响,施工时应严格按照规范要求清理缝隙、选择合适的密封材料,并确保施工工艺符

合标准,以避免因施工不当导致变形缝失效,影响建筑的长期使用性能。

4 结语

房屋建筑结构设计的优化,作为确保建筑安全、经济性与可持续发展的关键步骤,至关重要。通过对各个结构组成部分进行细致分析与合理优化,建筑物的稳定性与抗震能力得以显著提升,施工成本也能有效降低,资源浪费减少,同时整个工程的综合性能得到了提升。随着建筑技术的不断进步,设计人员应持续关注新材料与新技术的应用,结合科学的计算方法与先进的优化工具,推动结构设计向更加精确、高效、绿色的方向发展。作为应对当前挑战的有效手段,优化设计不仅如此,它还是实现建筑行业可持续发展的重要路径。展望未来,随着结构优化理论的深入与实践的创新,建筑结构设计将在确保安全性的基础

上,展现出更强的适应性与灵活性,进一步推动现代城市建设与人类居住环境的提升,从而作出更大贡献。

[参考文献]

- [1]李进.论房屋建筑结构设计优化措施中的优化技术[J].全面腐蚀控制,2024,38(8):105-107.
 - [2]曹云.建筑结构设计优化方法在房屋结构设计中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2024(7):172-174.
 - [3]李海洋.房屋设计中建筑结构设计优化分析[J].居舍,2024(9):116-119.
 - [4]邓鹏.房屋结构设计中的建筑结构设计优化策略[J].居舍,2023(23):75-78.
- 作者简介:安日(1993.3—),男,汉族,毕业学校:石家庄铁道大学,现工作单位:中土大地国际建筑设计有限公司。

室内环境检测影响因素及控制策略分析

周国兴

衡水市建设工程质量检测中心有限公司, 河北 衡水 053000

[摘要]室内环境质量对人体健康的影响已引起广泛关注。根据世界卫生组织的报告,长期暴露于不良室内环境中可能导致多种健康问题,包括呼吸道疾病、过敏反应以及焦虑等。室内空气污染、温湿度失衡、噪声污染等因素,尤其在现代高密度建筑中往往难以自然调节,这使室内环境监测与控制显得尤为重要。随着技术的不断进步,智能化技术已在室内环境检测中得到了广泛应用,先进的传感器技术、数据分析平台以及实时监控系统,为环境的精准检测与管理提供了强有力的支持。尽管检测技术不断进步,实际操作中仍面临许多挑战,如检测设备的精度、环境变量的控制问题,以及数据分析与结果验证的准确性等。如何优化室内环境检测策略、提升检测质量,已成为亟待解决的关键问题。

[关键词]室内环境检测;影响因素;控制措施

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14540

中图分类号: X13

文献标识码: A

Analysis of Influencing Factors and Control Strategies for Indoor Environment Detection

ZHOU Guoxing

Hengshui Construction Engineering Quality Testing Center Co., Ltd., Hengshui, Hebei, 053000, China

Abstract: The impact of indoor environmental quality on human health has attracted widespread attention. According to a report by the World Health Organization, long-term exposure to adverse indoor environments may lead to various health problems, including respiratory diseases, allergic reactions, and anxiety. Indoor air pollution, temperature and humidity imbalance, noise pollution and other factors, especially in modern high-density buildings, are often difficult to naturally regulate, making indoor environmental monitoring and control particularly important. With the continuous advancement of technology, intelligent technology has been widely applied in indoor environment detection. Advanced sensor technology, data analysis platforms, and real-time monitoring systems provide strong support for accurate detection and management of the environment. Despite the continuous advancement of detection technology, there are still many challenges in practical operation, such as the accuracy of detection equipment, control of environmental variables, and the accuracy of data analysis and result verification. How to optimize indoor environment detection strategies and improve detection quality has become a key issue that urgently needs to be addressed.

Keywords: indoor environment detection; influencing factors; control measures

引言

随着生活水平的提高,室内环境质量逐渐成为人们关注的重点。无论是住宅还是办公场所,空气质量、温湿度及噪声污染等因素,已成为影响健康与工作效率的关键因素。近年来,随着城市化进程的加速以及建筑设计风格的变化,许多室内环境问题逐渐暴露,空气污染、湿度失衡等问题屡见不鲜,甚至对人体健康与心理状态造成了直接影响。为此,室内环境检测被认为是保障居住和工作环境舒适性与安全性的有效手段。在进行室内环境检测时,除了确保数据采集的准确性外,还需考虑多种影响因素,这些因素包括检测设备的性能、检测人员的专业能力以及环境条件等,所有这些因素共同决定了检测结果的科学性与可靠性。

1 室内环境检测的目的与重要性

室内环境检测的主要目的是评估空气质量、温湿度、噪音、光照等因素对人体健康与舒适度的影响。随着人们对居住与工作环境要求的不断提高,室内环境对健康的影

响愈发突出,空气中有害物质的浓度如甲醛、二氧化碳及挥发性有机化合物(VOC),若长期处于不适宜的范围,可能引发呼吸道疾病、过敏反应甚至危及健康,不适当的温湿度、噪音污染及不良照明也会对人体生理状态产生负面影响,导致疲劳、注意力分散或增加心理压力,通过有效的室内环境检测,环境舒适性得以确保,同时潜在的健康隐患能够及时发现,从而为改善措施提供数据支持。借助科学、精准的检测手段能够更早识别环境问题,进而提高居住者与工作者的生活质量及工作效率。

2 影响室内环境检测的主要因素

2.1 封闭时间

封闭时间是指在室内环境检测前,室内空间被完全关闭的持续时长。这一因素对检测结果的准确性具有直接影响,尤其在空气质量检测中尤为重要。长时间封闭的环境会导致空气中污染物的积累,二氧化碳浓度可能升高氧气含量降低,挥发性有机化合物(VOC)等有害物质的浓度也可能显著增加。特别是在通风不良的情况下,污染物的

积聚现象更加明显。如果封闭时间过短,污染物的浓度未能充分积累,检测数据可能无法真实反映室内环境的实际情况;而若封闭时间过长,则污染物浓度可能过高,进而影响对室内空气质量的准确评估。因此,封闭时间的控制对确保检测结果的科学性至关重要。

2.2 检测人员的经验与技能

检测人员的经验与技能在室内环境检测质量中起着决定性作用。经验丰富的检测人员不仅能够熟练操作各类检测仪器,还能迅速识别环境中潜在的问题,并根据具体情况灵活调整检测方法,他们深知不同环境因素对检测结果的影响,能够有效避免操作失误或数据误读的发生。例如,在空气质量检测时,检测人员需了解各类污染物的来源及其变化趋势,掌握在不同时间与空间点进行采样的技巧,以确保数据的准确性与代表性,具备专业技能的检测人员还能根据检测结果进行深入分析提供实际可行的建议,协助客户识别潜在的健康风险与环境隐患。

2.3 仪器设备的选择与性能

仪器设备的选择与性能直接决定了室内环境检测的准确性与可靠性,不同类型的检测设备具有各自的测量范围与精度要求,因此,在选型时必须根据检测目标及具体环境条件进行合理判断。例如,在空气质量检测中,气体传感器及空气质量监测仪的灵敏度、响应时间与稳定性等因素至关重要。如果选择的设备性能不达标,测量数据可能不准确,甚至出现较大偏差从而影响结果的可靠性,仪器的定期校准与日常维护也至关重要,通过定期校准,设备的测量精准性得以确保;而及时维护则有助于延长设备的使用寿命,降低故障发生率,除了这些技术要求外,设备的操作便捷性也是选择过程中需要考虑的一个重要因素。只有选用合适的设备,检测人员的工作效率才能得以提升,进而确保检测任务能够高效完成。

2.4 检测方法 with 标准的适用性

检测方法 with 标准的适用性在确保室内环境检测结果的科学性 with 可靠性方面起着至关重要的作用。针对不同的检测项目必须选择合适的检测方法,而检测标准则为操作提供了统一的规范。例如,在空气质量检测中,对于甲醛、苯类等有害气体的检测有多种方法可供选择,包括吸附法、光谱法及化学分析法等,每种方法在灵敏度、操作复杂度及适用场景方面有所不同。如果所选检测方法不适宜,可能会导致数据偏差,从而无法准确反映室内的污染水平,室内环境检测必须严格遵循国家或地方的相关标准,如《室内空气质量标准》或《建筑内部环境污染控制标准》等,这些标准为检测提供了明确的参考值 with 界限,确保结果的规范性 with 一致性。随着环境条件的变化,现有标准的适用性可能需要根据实际情况进行灵活调整。例如,在高湿度或极端温度下进行检测时,现行标准可能会面临一定的适应性挑战。因此,检测人员应根据具体情况灵活应用

相关标准,从而保证操作的科学性 with 可行性。

2.5 布点方位 with 样本代表性

布点方位 with 样本代表性在室内环境检测中具有至关重要的作用,合理的布点设计是确保检测结果准确反映整个空间环境质量的关键因素。不同区域的空气质量、温湿度或噪音等环境指标常常存在显著差异,尤其在面积较大或功能分区明显的空间中。例如,靠近窗户、门口或通风口的区域,污染物的浓度往往较低,而在角落或封闭空间中,污染物浓度可能较高。因而在布点时,空间布局 with 使用功能需要综合考虑,确保所选检测点能够涵盖不同区域的环境变化,避免因采样点的选择不当而导致结果的偏差。确保样本具有代表性也同样至关重要,只有选取具有代表性的样本,才能使检测结果广泛适用,并准确反映整体环境的状况。

3 室内环境检测质量控制策略

3.1 选择最佳检测时间 with 环境条件

选择合适的检测时间 with 环境条件对于确保室内环境检测结果的准确性至关重要。温湿度、空气质量、噪音等室内指标会随时间发生波动,检测时必须选择能反映常态环境的时间段。例如,空气质量检测不应在刚开窗通风或大规模人员进出后进行,因为此时污染物浓度较低,无法真实体现日常的室内空气状况。理想的检测时间应在人流较少、通风稳定的时段进行。同时,环境条件的控制同样至关重要,温湿度等因素直接影响污染物的挥发性以及仪器的测量精度,过高或过低的温湿度会导致数据失真。为了确保检测结果的可靠性 with 代表性,应在检测过程中尽量维持温湿度在正常范围,并保证空气流通顺畅。

3.2 环保材料的选用 with 影响

环保材料的选择直接影响室内环境质量 with 检测结果。随着人们对健康 with 可持续发展的关注日益加深,建筑及装修材料越来越倾向于选用低污染、低挥发性的新型环保材料,如无甲醛释放的木材和低 VOC 含量的涂料等,这些材料能够有效减少室内有害物质的释放改善空气质量,提升空间的舒适度。环保材料在初期使用时,可能会释放一定的气味或挥发性有机化合物(VOC),这些物质在短期内可能对空气质量检测产生一定影响。因此,在进行室内环境检测时,必须特别留意材料的使用情况 with 特性。对于新装修的环保材料,检测人员应重点关注其可能释放的物质,并合理选择检测时间,以避免材料初期挥发物对数据造成干扰。

3.3 严格控制检测参数 with 环境变量

确保室内环境检测结果的准确性 with 可靠性,必须严格控制检测参数 with 环境变量。在检测过程中,温度、湿度、空气流动等多种环境因素可能对检测结果产生影响^[1]。例如,温湿度的变化可能会加速某些污染物的挥发,从而影响其浓度测量的精确度。为避免此类干扰,环境变量应在检测前进行监控,并确保其在标准范围内稳定。若温度或

湿度发生显著波动,则可能需要调整设备设置或延迟检测。此外,仪器设备的各项设置参数,如灵敏度与采样频率,也应依据检测标准及实际环境进行精准调节。

3.4 样品采集与管理的标准化

确保室内环境检测结果的准确性与可重复性,样品采集与管理的标准化至关重要。所采集的样本必须具备代表性,确保真实反映整个空间的环境状况。在进行样品采集时,科学的标准与操作流程的严格遵循是不可或缺的,采样点的选择应考虑空间的功能分区、通风情况以及污染源的分布,避免选取不具代表性的地点。采集工具与容器的清洁与消毒也不容忽视,以防外部污染影响样本质量。此外,采样时间的控制必须符合规范要求,确保所采样本的时效性与代表性。样品采集后,存储与运输必须按照相关标准进行,确保在运输过程中不受温度、湿度或光照等环境因素的影响,从而避免检测结果失真。

3.5 数据分析与结果验证方法

数据分析与结果验证是确保室内环境检测结果科学性与可靠性的关键步骤。在室内环境检测中,所采集的数据必须经过精确的分析与验证得出可信的结论。数据分析应当严格遵循预定标准与方法进行,利用合适的统计学工具处理检测结果,此过程包括计算数据的均值、标准差等统计量,从而评估结果的准确性与波动性,分析时还需考虑环境变量的影响,如温湿度变化与空气流通等因素,并据此做出相应的调整。验证检测结果的准确性作为确保数据可靠性的必要环节,常见的验证方式包括将结果与历史数据或相关标准进行比对,确保其在可接受范围内^[2]。结果的准确性也可通过重复测量或交叉验证等方法得到确认,若多次测试结果一致或与标准数据相符,则可证明检测结果的可靠性。通过严谨的数据分析与结果验证,潜在的干扰因素得以有效排除,从而确保室内环境检测结果的科学性,为后续的环境改善提供有力支持。

4 智能化技术在室内环境检测中的应用

4.1 智能传感器与实时监测

智能传感器与实时监测技术在室内环境检测中扮演了重要角色,数据采集的精度与效率得以显著提升。这些传感器能够实时监测多个环境指标,如空气质量、温湿度、二氧化碳浓度及挥发性有机化合物(VOC)等,并通过无线网络将监测数据传输至中央控制系统或移动设备,从而实现远程管理与监控。与传统的人工检测方式相比,不仅能提供连续、精准的数据,智能传感器还可在环境发生变化时及时发出预警,通过在办公楼或住宅内部署多个传感器,空气中有害气体的浓度变化得以实时追踪,必要的通风或空气净化措施可随时采取,确保室内环境始终保持在

理想状态^[3]。较高的灵敏度与快速响应能力使智能传感器能够在极短的时间内适应环境变化并提供即时反馈,这项技术的广泛应用不仅提升了室内环境的监控水平,还为智能建筑的高效管理与优化提供了坚实的数据支持,有助于实现更节能、更高效的环境管理。

4.2 数据采集与分析平台

数据采集与分析平台在室内环境检测中扮演着至关重要的角色,通过对传感器采集的数据进行集中管理与分析,科学依据得以为环境决策提供,该平台集成了多种环境监测设备,能够实时获取关于空气质量、温湿度、噪声等多个参数的数据,并将其存储在云端或本地服务器上进行处理与分析。数据不仅能进行基本的统计分析,还能够通过算法模型识别潜在的环境问题并进行趋势预测。例如,当空气质量监测到有害气体浓度异常时,报警功能会自动触发,警示将推送至管理人员或用户,提醒采取必要的应对措施。借助数据可视化技术,用户能够清晰地查看室内环境的实时变化,并与历史数据进行对比从而评估环境质量的改善效果。平台还具备远程操作与控制功能,用户可以根据分析结果实时调整空调、通风或空气净化设备,以确保室内环境始终处于健康、舒适的状态。

5 结语

室内环境质量对人们的健康和生活质量具有重要影响,而精确有效的环境检测在保障健康方面至关重要,通过分析影响室内环境检测的关键因素并采取相应的控制措施,检测结果的准确性与可靠性得以确保。随着智能化技术的持续进步,智能传感器与实时监测系统的应用,使环境监测变得更加高效、精准与实时,数据采集与分析平台为环境管理提供了强有力的技术支持,从而使室内空气质量的优化过程更加科学与智能。展望未来,随着技术的不断创新与检测标准的逐步完善,室内环境检测将朝着更高精度与标准化方向发展,为创造健康、舒适的生活空间提供坚实的保障。

【参考文献】

- [1]姚鑫祥,方丽彬.室内环境检测影响因素及控制策略分析[J].清洗世界,2022,38(6):126-128.
 - [2]吴燕清.影响室内环境检测的主要因素与控制策略的探讨[J].产品可靠性报告,2023,(9):91-93.
 - [3]赛博.室内环境检测影响因素及控制措施分析[J].中华建设,2021,(8):118-119.
- 作者简介:周国兴(1978.4—),男,学历:本科,毕业院校:燕山大学,所学专业:土木工程,目前职称:助理工程师,目前所在单位:衡水市建设工程质量检测中心有限公司。

水资源论证在水资源管理中的影响分析

李 丹

河南省地质局生态环境地质服务中心, 河南 郑州 450003

[摘要] 随着全球水资源短缺问题的日益严峻, 水资源的合理利用与科学管理成为各国政府的重要课题。水资源论证作为评估水资源配置、使用效率及其可持续性的关键工具, 广泛应用于水资源管理的各个领域。目前, 水资源论证在促进水资源合理配置、保障生态平衡、提升社会经济效益方面发挥了重要作用。然而, 在实践过程中, 水资源论证仍面临着诸如数据不足、信息不对称、政策执行困难等一系列挑战, 这对水资源管理的有效性与可持续发展构成了障碍。文章分析了水资源论证在现有水资源管理体系中的应用现状及其面临的主要问题, 旨在为未来水资源管理策略的优化提供理论支持。

[关键词] 水资源论证; 水资源管理; 影响

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14558

中图分类号: TV51

文献标识码: A

Analysis of the Impact of Water Resource Demonstration on Water Resource Management

LI Dan

Ecological Environment Geological Service Center of He'nan Geological Bureau, Zhengzhou, He'nan, 450003, China

Abstract: With the increasingly severe global water shortage problem, the rational utilization and scientific management of water resources have become important issues for governments around the world. Water resource justification, as a key tool for evaluating water resource allocation, utilization efficiency, and sustainability, is widely used in various fields of water resource management. At present, water resource analysis has played an important role in promoting rational allocation of water resources, ensuring ecological balance, and enhancing social and economic benefits. However, in the practical process, water resource management still faces a series of challenges such as insufficient data, information asymmetry, and difficulties in policy implementation, which pose obstacles to the effectiveness and sustainable development of water resource management. The article analyzes the current application status and main problems faced by water resource argumentation in the existing water resource management system, aiming to provide theoretical support for the optimization of future water resource management strategies.

Keywords: water resources demonstration; water resource management; impact

引言

水资源作为自然界有限且不可再生的宝贵资源, 其重要性在全球范围内得到了广泛的关注。在当前快速城市化与工业化的进程中, 水资源的短缺与过度开发已经成为一个亟待解决的全球性问题。有效的水资源管理, 不仅关乎环境保护与生态平衡的保持, 还直接影响着社会经济的可持续发展。水资源论证, 作为水资源管理中的关键环节, 通过科学的评估与分析, 深入了解水资源的供给状况、分布特征及利用潜力, 提供决策依据, 发挥着至关重要的作用。通过系统性论证, 水资源开发过程中可能面临的环境与社会风险被揭示出来, 从而促进了水资源的合理配置与高效利用。随着科技的迅猛发展, 水资源论证的方法与手段逐渐与现代科技相结合, 尤其是信息技术、大数据分析及人工智能等工具的广泛应用, 显著提升了水资源论证的精确性与科学性。这一转变, 不仅增强了水资源管理的透明度与操作性, 也为应对全球气候变化、人口增长以及资源压力等挑战, 提供了更为科学与全面的解决方案。深入探讨水资源论证在水资源管理中的作用与影响, 不仅有助于提升水资源管理的整体水平, 还能推动水资源的可持续

利用与合理配置, 为社会经济与环境保护的协调发展提供了强有力的支持。

1 水资源论证在水资源管理中的作用

1.1 对水资源配置的影响

水资源论证在水资源管理中, 尤其在水资源配置方面, 发挥了至关重要的作用。通过科学评估与合理配置不同区域及各类用水需求的水资源, 准确的数据支持能够为决策者提供。此过程不仅有助于深入了解水资源的总量、分布状况及可利用性, 还能够揭示各区域之间水资源供需的矛盾, 从而避免因不当配置引发水资源的浪费、过度开发或短缺等问题。通过全面分析水资源的现状, 水资源在区域间的调配能够得到有效优化, 保障供水区域的稳定与公平, 同时在农业、工业、生活用水等不同需求之间的合理平衡得以实现。

1.2 对水资源利用效率的提升作用

水资源论证在提高水资源利用效率方面, 发挥了关键作用。通过对水资源进行系统化的分析与评估, 其现状与潜力能够深入了解, 浪费与不合理利用的环节得以识别, 从而为制定更为高效的用水策略提供了科学依据。各类用

水需求的具体情况与实际供水能力,决策者能够掌握,依托数据优化资源配置,避免了水资源的过度开采或无效利用。在论证过程中,对不同水源的水质、水量、供水周期等因素进行综合评估,确保了水资源在农业灌溉、工业生产及城市供水等领域的高效利用。通过精确的管理与调控,合理分配水资源,使其在高需求时期或干旱季节得到充分利用,从而进一步提高了使用效率。此外,水资源论证还推动了节水技术与创新管理手段的应用,如雨水收集与再生水利用等措施,有助于进一步优化水资源的使用。

1.3 对环境保护与生态平衡的作用

水资源论证在维持环境保护与生态平衡方面,发挥了至关重要的作用。通过系统性的水资源论证,水资源开发与利用可能带来的生态影响能够全面评估,尤其是在水源保护、生态流量管理及湿地恢复等领域。在论证过程中,水文变化、生态影响及水质变化等关键因素得以预测,从而减少或避免开发活动对生态系统的不良影响。例如,过度开采地下水、河流流量变化及水质污染等问题,能够通过水资源论证被识别,并提供有效的解决方案,保障水资源开发不会破坏生态环境。通过合理的水资源配置与相应保护措施,生态平衡的维持得到促进,水生生物栖息地的稳定性得以保障,水域生态系统的持续健康得以推动^[1]。同时,水资源论证为生态修复与环境保护项目提供了必要的技术支持与决策依据,水资源的流动性与分布特征通过分析,帮助制定了更加科学的保护政策。

1.4 对社会经济可持续发展的促进作用

水资源论证在促进社会经济可持续发展方面,具有深远的影响。通过科学的水资源论证,水资源的合理配置与高效利用得以实现,从而为经济发展提供稳定的水源保障。在各类经济活动中,水资源为农业、工业、城市建设及生态保护等提供了基础支持。合理的水资源管理能够避免过度开采与不当利用,防止因水资源短缺或污染带来的社会经济损失。通过系统的论证,最佳的水资源利用方案得以制定,确保不同领域之间实现公平分配与高效使用。此外,区域经济协调发展得以推动,尤其是在水资源匮乏的地区,优化水资源流动与配置能够有效缓解水资源紧张的矛盾,促进地方经济的稳定增长。在此过程中,水资源的可持续管理不仅满足了当前的生产和生活需求,而且为未来社会的发展奠定了坚实的基础。合理的水资源保护与利用,不仅提升了经济发展的质量,也助力了生态环境的持续改善,从而推动经济、社会与环境的协调发展。

2 水资源论证中的关键问题与挑战

2.1 数据与信息不对称问题

在水资源论证过程中,数据与信息不对称问题构成了一个重要挑战。水资源的分布、使用情况以及环境影响等方面的信息,因区域差异,通常不尽相同,全面且准确数据的获取成为水资源论证面临的主要难题。常常,水资源

管理部门与决策者难以获得来自不同领域与层级的相关数据,从而限制了水资源评估与规划工作的开展。同时,由于不同地区在数据采集的标准与方法上存在差异,数据质量的不一致性影响了论证过程的准确性与科学性。信息不对称的现象,还体现在政府、企业与公众之间的知识差距上,这种差距使得各方在水资源使用与管理上存在理解偏差,难以达成共识。在跨区域与跨行业的水资源调配过程中,缺乏统一的实时信息共享平台,使得不同利益方之间的信息壁垒更加明显,从而进一步增加了水资源管理的复杂性。

2.2 水资源论证的科学性与客观性问题

水资源论证中的科学性与客观性问题,构成了水资源管理中的一项关键挑战。实际操作中,数据偏差、模型假设不当或人为干预等因素常常影响水资源论证,导致其科学性遭遇质疑。水资源管理涉及的因素繁多,包括水文、气候、生态、经济等多个方面,这些因素之间复杂的相互关系使得水资源论证过程变得尤为艰难。通常,论证工作依赖于对自然现象的预测与假设模型,这些模型大多基于历史数据或现有条件进行推算,然而,这些推算未必能够准确反映未来的变化。例如,气候变化的不确定性以及日益严峻的区域性水资源短缺问题,意味着水资源论证中所采用的假设与数据,可能无法涵盖所有潜在变数,从而影响论证结果的准确性。同时,水资源论证中的客观性问题也频繁出现,部分决策者或利益相关者,可能在某些情况下基于自身利益考虑,选择性地忽视不利因素或夸大有利因素,进而影响论证结论的客观性。

2.3 水资源论证的政策执行难题

水资源论证中的政策执行难题,已成为水资源管理中不可忽视的关键问题。尽管各级政府及相关部门常常制定多项水资源保护与合理利用的政策,但在实际执行过程中,诸多挑战常常显现。水资源管理涉及多个利益主体,包括地方政府、企业、农民及公众等,利益冲突与诉求不一致,往往使得政策执行受到阻力。地方政府在实施水资源保护政策时,常因经济发展压力或地方利益驱动,倾向于放宽某些管理要求,进而削弱了政策执行的效果。此外,水资源论证所依赖的政策支持,也面临着层次分明的执行难题^[2]。尽管政策在文件中已明确规定,但基层执行时,由于监管力度不足、执行资源匮乏,政策落实往往不到位或出现偏差。水资源论证与各类社会经济活动紧密相连,现行政策常未能充分考虑不同地区、发展阶段的差异,导致统一政策框架难以适应地方实际情况,从而进一步增加了执行的复杂性。同时,法律法规的不完善、执法人员素质的参差不齐,以及公众参与度的不足,也严重制约了政策的落地,增加了执行的难度。

2.4 水资源管理中的法律与监管挑战

水资源管理中的法律与监管挑战,主要体现在法律执

行的力度与效果上。尽管许多国家和地区已制定了相关的法律法规,以规范水资源的管理与保护,但在实际操作过程中,法律的执行依然面临诸多障碍。水资源管理涉及多个部门与层级,现行法律体系往往未能有效整合各方资源,导致在法律适用过程中存在差异,进而影响了执行的统一性。许多地区的水资源法律未能及时跟进环境变化或水资源短缺等新问题,造成了法律在实际管理中的滞后性。此外,跨区域水资源的管理问题,也进一步加剧了法律与监管的复杂性,尤其在涉及多个行政区或国际水域时,缺乏有效的法律框架与协调机制,往往导致争议与冲突的发生。

3 水资源论证与现代科技的结合

3.1 智能化与信息化技术在水资源论证中的应用

智能化与信息化技术在水资源论证中的应用,已显著提升了水资源管理的效率与精度。通过先进的传感器技术与智能控制系统的融合,水资源论证得以实时追踪水资源的变化,水质、水量、流速等多项环境数据得以实时获取。这些数据通过信息化平台集中采集、存储与分析,帮助决策者基于大量实时信息进行精准的预测与评估。例如,水资源的长期变化趋势能够被智能化技术模拟,不同气候条件下水资源的分布及可用性得以评估,从而为水资源的优化配置与保护提供科学依据。同时,信息化技术支持跨区域水资源调度,水资源利用效率得以优化,供水不足或浪费现象得以避免^[3]。通过大数据分析 with 人工智能算法,潜在风险能够被水资源论证有效识别,及时发出的预警有助于防止水资源枯竭或污染等问题的发生,进一步增强了水资源管理的可持续性。

3.2 大数据与水资源管理的结合

大数据技术与水资源管理的融合,为水资源的监测、评估与决策提供了前所未有的支持。借助大数据,来自多种来源的大量水资源数据能够被收集,包括降水量、地表水流量、地下水位及水质等监测信息。这些数据不仅来源于传统监测站点,还涵盖了遥感数据、气象数据以及社交媒体上的实时信息。通过深入分析这些数据,水资源管理者能够更加全面地了解水资源的动态变化,准确的信息支持得以提供,用于预测水资源的短缺、干旱或洪水等极端情况。例如,降水量与水库蓄水量之间的关系,能够通过大数据技术实时分析,进而预测水供需状况,并在必要时,调度措施能够及时采取。此外,潜在问题如水污染源或用水效率较低的区域,也能够通过大数据技术帮助识别,从而为政策制定与资源配置提供科学依据。通过对历史数据的深入挖掘,水资源管理者能够制定更加科学合理的水资源保

护与利用策略,实现水资源的优化调度与可持续利用。

3.3 水资源论证中的 GIS 技术应用

GIS(地理信息系统)技术在水资源论证中的应用,显著提升了水资源管理的空间分析及决策支持水平。通过该技术,水资源的分布、流域范围、地下水位变化以及水质状况等信息得以清晰可视化并进行精准分析。水文、气象、地理与环境等多维数据能够通过 GIS 技术进行空间整合,构建详细的水资源数据库,从而帮助管理者直观地掌握水资源的分布特征及流域间的相互关系。通过空间分析,使得不同区域水资源的精确分析成为可能,合理配置与调度水资源的科学依据由此提供^[4]。例如,在水资源论证过程中,某流域的水资源储量、需求及生态保护要求,能够通过 GIS 技术进行有效评估,从而判断水资源的承载能力及开发利用潜力。除此之外,水资源污染源可通过 GIS 技术进行实时监测与追踪,污染风险区域得以及时发现,为制定应急对策提供有效支持。

4 结语

水资源论证在水资源管理中,具有至关重要的作用。不仅为科学配置水资源提供支持,还能够提升水资源利用效率,并促进环境保护与生态平衡的维护。随着全球水资源压力的加剧,科学管理水资源已变得迫在眉睫。在这一过程中,水资源论证为决策者提供了关键依据,推动了社会经济的可持续发展。然而,当前的水资源论证依然面临诸多挑战,包括数据与信息不对称、政策执行困难以及法律与监管体系的不足。随着大数据、GIS 技术与智能化系统的不断进步,水资源论证在提高精度与效率方面的作用,将愈加显著。只有通过不断优化技术手段与管理框架,才能使水资源论证更有效地支持水资源的可持续管理,确保其得到科学、合理且高效的利用。

[参考文献]

- [1] 蔡振华,郭成,李莉.谈水资源论证在水资源管理中的作用[J].山东水利,2021(6):59-60.
- [2] 刘武.探讨取水许可制度、水资源论证制度在水资源管理中的作用[J].水利天地,2014(10):12-13.
- [3] 朱厚华,管恩宏,刘铁龙,等.建设项目水资源论证资质管理刍议[J].水利发展研究,2014,14(1):72-74.
- [4] 刘万根.谈建设项目水资源论证在水资源管理中的作用[J].人民珠江,2009,30(3):4-5.

作者简介:李丹(1980.4—),毕业院校:中国人民大学,所学专业:财会,当前就职单位名称:中级河南省地质局生态环境地质服务中心。

影响建筑材料检测结果的关键因素分析

刘新强

衡水市工程建设质量检测中心, 河北 衡水 053000

[摘要] 现阶段, 我国国民经济呈稳步增长趋势, 所以对建筑建设质量提出更多要求。为保障建筑工程质量符合国家发展标准, 应从建筑材料检测方面入手, 对建筑工程整体质量进行严格管控。本文基于建筑材料质量检测相关概述, 对建筑材料检测结果的影响因素及控制策略进行分析, 借此提升建筑材料检测水平, 保障建筑质量, 促进建筑行业发展与进步。

[关键词] 建筑材料; 检测结果; 关键因素; 分析

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14542

中图分类号: TV57

文献标识码: A

Analysis of Key Factors Affecting the Testing Results of Building Materials

LIU Xinqiang

Hengshui Engineering Construction Quality Inspection Center, Hengshui 053000, Hebei

Abstract: At present, Chinese national economy is showing a steady growth trend, so more requirements are put forward for the quality of construction. In order to ensure that the quality of construction projects meets national development standards, strict control over the overall quality of construction projects should be carried out from the perspective of building material testing. This article is based on an overview of building material quality testing, analyzing the influencing factors and control strategies of building material testing results, in order to improve the level of building material testing, ensure building quality, and promote the development and progress of the construction industry.

Keywords: building materials; testing results; key factors; analysis

引言

建筑材料的质量对建筑工程的安全性与耐久性具有重要影响, 因此, 建筑材料的检测工作至关重要。通过材料检测, 确保施工过程中的建筑材料符合设计要求, 同时为工程质量的控制提供了科学依据。然而, 检测结果的准确性与可靠性是确保工程质量的关键, 然而, 多个因素可能影响这些结果的可信度。检测人员的专业素质、环境因素、检测设备的精度以及取样方法等, 都可能对检测结果产生不同程度的影响。对这些因素的识别与分析, 对于提高建筑材料检测的精确性及保障建筑质量, 起着至关重要的作用。深入探讨影响检测结果的关键因素, 有助于为优化检测流程、提升检测标准及加强质量控制提供理论支持, 从而确保建筑工程质量能够达到预期标准。

1 建筑工程中建筑材料检测的重要性

建筑材料检测在建筑工程中的重要性不容忽视, 它是确保工程质量、保障安全以及推动可持续发展的关键环节。材料性能直接影响结构的稳定性、耐久性及安全性。通过科学、严谨的检测手段, 不合格材料或潜在隐患可以及时发现, 从而避免因使用不合格材料而引发的安全事故, 减少后期的维修及维护成本。在高层建筑、桥梁、隧道等结构复杂的工程中, 材料质量要求尤为严格, 任何细小的偏差都可能对整体结构的安全性造成严重影响。因此, 建筑材料检测不仅能验证材料是否符合设计标准及规范, 还为

施工质量的监控提供了有力依据, 从而确保工程在质量、安全及环境等方面能够达到预期标准。随着建筑行业对绿色建筑与节能环保的日益关注, 材料检测的重要性得以进一步提升。物理性能的确保不仅是检测的要求, 环保性与可持续性也需被评估。

2 建筑材料检测中影响检测结果的关键因素探析

2.1 检测人员综合素养和能力影响分析

在建筑材料检测中, 检测人员的专业素养与能力被视为确保检测结果准确性与可靠性的关键因素。扎实的理论基础应由检测人员具备, 且材料特性、检测原理以及相应的检测方法应熟练掌握。操作技能的精确性也尤为重要, 尤其在面对复杂或特殊材料时, 经验丰富的检测人员能够更好地理解材料的性质与变化规律, 从而选择合适的检测手段。除此之外, 细致入微的工作态度与高度的责任感对于检测质量至关重要, 任何疏忽或操作不规范都可能引发误差, 甚至带来严重的安全隐患。在一些特殊情况下, 检测人员的判断力同样不可忽视, 只有通过充分的分析与专业判断, 科学、准确的结论才能得出。综合来看, 检测人员的整体素养不仅影响检测效率, 更直接关系到工程质量的可靠性。

2.2 自然环境的湿度和温度影响分析

在建筑材料检测过程中, 温度和湿度等自然环境因素对检测结果的影响不容忽视。作为影响材料性能的关键外部因素, 温度和湿度尤为重要, 尤其对于一些对环境变化

敏感的材料,如混凝土、钢材、木材等。温度变化会直接影响材料的物理特性;在高温环境下,某些材料可能会膨胀、软化或出现收缩现象,而在低温下,材料则可能变脆或硬化,从而导致测试结果出现偏差。湿度变化同样对材料的吸水性和含水量产生显著影响,特别是对于那些对水分变化极为敏感的材料,如水泥和砂浆,湿度波动将直接改变其强度与稳定性^[1]。在进行材料性能测试时,若未能有效控制或记录温湿度的变化,实验数据的准确性便会受到影响,进而影响对材料质量的评估。

2.3 试件精度和尺寸影响分析

试件的精度与尺寸对建筑材料的检测结果起着至关重要的作用。在材料检测过程中,检测结果的可靠性直接由试件的准确性决定。若试件的尺寸未达到标准要求,或在制作过程中存在不规范之处,则可能无法获得准确的材料特性数据。举例来说,在进行抗压、抗拉等力学性能测试时,尺寸的偏差可能导致载荷分布不均,从而改变材料的破坏模式,进而影响强度值的测量。此外,若试件表面处理不当,或存在气泡、裂缝等缺陷,局部应力集中可能在测试过程中被引起,从而降低结果的准确性。尤其对于混凝土、钢筋、砖石等要求精确测量的材料,试件的形状、尺寸及表面状况必须严格遵守标准规范,否则,测得的结果将无法反映材料的实际性能。

2.4 检测依据的确定和加荷速度的影响

在建筑材料检测中,选择检测依据及控制加荷速度至关重要,其对测试结果的准确性与可靠性直接产生影响。进行材料力学性能测试时,确保所依据的标准与测试材料类型及条件匹配,是保证测试结果科学性的基础。若所采用的标准与材料的实际特性不符,测试结果可能与实际性能产生较大偏差。此外,测试过程中加荷速度的控制也不容忽视。若加荷速度过快,材料的破坏过程与实际使用情况可能不符,从而导致抗压强度数据的不准确;而加荷速度过慢时,材料在加载过程中应力分布可能会不均匀,影响破坏的时刻及模式,进而引发测量误差。

2.5 检测设备的影响分析

在建筑材料检测中,检测设备的作用至关重要,直接影响着检测结果的准确性与可靠性。设备的精度、稳定性、灵敏度及其使用状态,均显著影响测试结果的可靠性。决定测量误差最小值的关键因素是精度。若设备的精度不足或校准不当,测量结果便可能偏离实际值,从而导致数据的不准确。稳定性也是一个不可忽视的因素,设备性能的波动,尤其在长时间使用后,可能影响测试结果的重复性与可靠性^[2]。设备对微小变化的反应能力由灵敏度决定,若灵敏度不足,便可能无法捕捉到材料的细微差异,特别是在要求较高精度的测试中,影响更为显著。设备的老化、磨损或故障也会影响测试准确性,严重时甚至导致无法进行有效测量或产生无效数据。

3 建筑材料质量检测控制策略

3.1 提升检测人员专业素养

提高检测人员的专业素养,是确保建筑材料质量检测结果准确性与可靠性的关键因素。具备扎实的理论基础与丰富的实践经验,检测人员需要,这不仅有助于全面理解各种检测方法,还能在面对复杂情况与突发问题时,提升应变能力。理论知识的深厚,使得检测人员能够准确掌握材料性能要求及检测标准,而丰富的实践经验,则有助于避免在操作过程中常见的错误与偏差。此外,随着建筑材料种类的多样化及检测技术的不断进步,必须不断更新知识,检测人员应学习新兴的检测方法与技术,以适应现代化设备的使用。例如,随着智能化检测设备及信息技术的应用,检测人员不仅需要熟悉传统检测方法,还应掌握新技术的操作与使用。职业素养的体现,也包括检测人员的严谨工作态度。在每个检测环节中,从取样、测试到记录与分析,都要求做到精准无误,这需要具备高度责任心与细致工作态度的检测人员,以确保结果的准确与可靠。进一步提高专业素养,还需加强职业道德与法律法规的教育,以确保检测工作符合国家标准及行业规范,避免人为疏忽或违规操作导致的检测误差。

3.2 加强检测环境的控制力度

加强检测环境的控制,是确保建筑材料质量检测结果准确与可靠的关键措施。环境因素,如温度、湿度以及空气流动等,对建筑材料的物理与化学性质有显著影响。例如,在混凝土强度测试中,温度变化会直接影响水泥水化反应的速率,从而改变最终的强度值。为了避免外界环境对检测结果的干扰,实验室的温度和湿度,必须严格控制,确保其符合相关标准与规定。此外,空气中的灰尘、杂质及其他污染物,也可能影响检测结果,尤其是在精密测试或使用高精度仪器时,任何微小的污染都可能导致数据的偏差。因此,检测现场或实验室,应保持清洁无尘,必要时采取空气净化措施,以确保环境的洁净度。检测环境中的光照与噪声等因素,同样可能间接影响某些材料的检测,尤其是在视觉检查或非破坏性检测方法中,过强的光照或噪音干扰,可能影响操作人员的判断力。因此,实验室内的光照应适中,噪音水平应控制在低水平,以保证测试过程的准确性。随着材料种类的多样化及检测技术的不断创新,许多新型检测方法对环境条件提出了更高要求^[3]。例如,使用电子显微镜、红外热像仪等高精度设备进行材料性能分析时,环境的微小变化,可能影响仪器的精度与灵敏度。此时,温度、湿度、静电等环境因素,必须更加严格地控制,以确保检测结果的可靠性。

3.3 检测精确度符合要求

确保建筑材料质量检测结果的可信度与准确性,精确度是关键因素之一。在进行建筑材料质量检测时,影响的不仅是单一材料的性能评估,整个工程的安全性、耐久性以及后期的维护管理,也直接关系到精确度。为确保检测精确度符合要求,需从多个方面采取措施,以避免技术或

操作过程中的误差。选择合适的检测方法与仪器设备,构成了确保精确度的基础。不同材料有不同的检测需求,一些材料可能需要高精度仪器,如电子显微镜或X射线分析仪,进行微观结构分析,而其他材料则适合通过常规力学试验来检测。适宜的检测技术和设备的选用,能够最大程度地保证数据的精确性。设备的校准,是保障精确度的重要环节。长期使用的设备,尤其是大型力学试验设备或小型测量工具,可能会出现一定的偏差。定期进行设备校准,因此,显得非常重要,这不仅能排除设备故障或误差,还能确保设备在使用过程中的数据输出维持在合理范围内。操作人员的技术水平,对检测精确度同样有显著影响。具备高水平技术的人员,能够熟练遵守操作规程,避免因操作失误而产生误差。为此,应定期对检测人员进行培训,提升其技术能力,特别是在面对突发问题时的应对能力,从而确保操作过程的规范性与准确性。材料本身的特性,也可能影响检测精确度。材料的非均匀性、微小的物理变化等因素,可能导致检测结果的不稳定性。因此,在检测过程中,必须确保样品具有代表性,采用科学的采样方法,并严格控制样品的处理过程,以确保测试数据的可靠性。

3.4 材料取样的规范化

材料取样的规范化在建筑材料质量检测中占据着至关重要的地位,直接决定了检测结果的准确性与可靠性。取样是一个复杂且系统化的过程,涵盖了样品的选择、抽取、保存、运输等多个环节。每一环节都必须严格按照标准和规定操作,以保证所取样品能够代表批量材料的质量,进而准确反映整体质量状况。依据建筑材料的特性、用途及相关检测标准,取样方案的设计需进行合理安排。不同类型的建筑材料,如水泥、混凝土、钢材、砂石等,其取样方法有所不同,取样方案应根据材料的具体要求及行业标准来制定。对于批量生产的材料,取样数量应根据生产批次、材料均匀性及质量稳定性合理确定,以确保样品具有代表性,反映整个批次的质量特征。取样工作,必须在控制良好的环境条件下进行,避免外部因素,如温度、湿度和污染等对样品的质量产生不利影响。整个取样过程中,标准化的工具和设备应使用,确保每一步骤的精准性,防止由于操作不当或设备不准确导致样本产生偏差。参与取样的人员,需经过专业培训,具备必要的操作技能和质量意识,按照规定流程完成取样。特别需要注意的是,取样过程中,交叉污染应防止,确保样品的纯净性与一致性^[4]。此外,样品的储存与运输也必须遵循严格的规范,以防样品在运输过程中出现损坏或质量变化。取样后的样品,应尽快送往实验室进行检测,确保测试数据的时效性与真实性。

3.5 更新仪器检测设备

更新仪器检测设备,是确保建筑材料质量检测精准性

与可靠性的核心措施之一。随着科技的不断发展,新型检测设备不断涌现,这些设备在性能、精度、速度等方面均有显著提升。相比传统设备,许多老式仪器存在精度不足、操作繁琐、数据处理速度慢等问题,满足现代建筑工程对材料质量检测日益提高的要求,已难以为继。为确保检测数据的科学性、准确性,及时更新设备,成为当务之急。新型检测仪器,通常具有更高的自动化与智能化水平,能够自动完成样品采集、测试、数据处理与结果输出,大幅提升工作效率并提高检测精度。更新后的设备,还可以提供更为广泛的测试范围,涵盖更多种类材料的性能参数,为不同建筑项目提供更为精准的数据支持。现代化的仪器设备,具备强大的抗干扰能力,在复杂环境下仍能稳定运行,减少外部因素对检测结果产生的影响。定期更新检测设备,不仅能够提升检测工作的效率与质量,还能防止设备老化导致的误差与损坏,确保检测结果的长期稳定可靠。此外,为了确保设备能够正常发挥作用,完善的设备管理体系应建立。这一体系,应涵盖设备的正确使用、维护与定期校准,以保证建筑材料质量检测工作的稳定性与连续性。

4 结语

建筑材料检测结果的准确性,不仅与所使用的检测设备与方法密切相关,还受到检测人员素质、环境条件以及试件精度等多个因素的影响。任何环节中的疏忽或操作不当,都会导致检测结果出现偏差,进而影响建筑工程的质量与安全。为确保检测结果的科学性、可靠性,必须加强检测人员的培训与管理,严格控制检测环境条件,规范试件的选择与处理,同时定期更新检测设备。通过对这些关键因素进行系统性控制与优化,建筑材料检测的可靠性,能够得到有效提升,从而为建筑工程的安全性与质量,提供坚实保障。随着科技进步与检测技术的发展,建筑材料检测领域,仍需不断进行探索与创新,推动检测手段的提升,为建筑行业的可持续发展,提供更加坚实的基础。

【参考文献】

- [1] 阚玉萍,肖亮,张燕,等.影响建筑材料检测结果的关键因素分析[J].四川建材,2024,50(10):41-43.
 - [2] 赵怀昆.建筑材料检测中影响检测结果的关键因素研究[J].散装水泥,2023,(1):185-187.
 - [3] 吴海娟,夏前峰,赵孝佳.建筑材料检测中影响检测结果的关键因素研究[J].化工设计通讯,2021,47(12):155-156+173.
 - [4] 俞捷.建筑材料检测中影响检测结果的关键因素研究[J].建筑技术开发,2020,47(10):95-96.
- 作者简介:刘新强(1973.9—),男,学历:本科,毕业院校:河北工程技术学院,所学专业:土木工程,目前职称:工程师,目前就职单位:衡水市工程建设质量检测中心。

征 稿

Call for Papers

《工程建设》由新加坡Viser Technology Pte.Ltd. 主办，ISSN: 2630-5283。本刊长期以来注重质量，编排规范，选稿较严格，学术水平较高，深受高校教师及科研院所研究人员青睐。本刊为开源（Open Access）期刊，出刊的所有文章均可在全球范围内免费下载，文章被维普网等权威数据库收录。

期刊针对工程项目建设的全过程，重点报道工程建设过程的科研成果、先进技术、高效设备、新型材料、工程项目管理经验等，突出工程领域新技术、新工艺、新方法，反映建筑、市政、交通等工程领域新成果、新进展，促进工程技术行业的交流与成果展示，为推动国际工程技术和科学技术发展服务。

《工程建设》期刊的主要栏目有：

工程管理、建筑工程、市政工程、机械工程、石油工程、矿山工程、冶金工程、勘察测绘、施工技术、建筑设计、节能环保、材料科学等。

鼓励工程建设各领域的专业技术人员和管理干部以及大专院校相关专业的师生和科研人员来稿，有关国家科技计划、自然科学基金和各种部门、地方、院所科技基金资助项目的文章优先发布。

征文格式与要求：

（1）论文要求：论点新颖，论证充分；设想可行，结论可靠；条理分明，书写清楚，用字规范，上交电子文件（word格式）。

（2）论文格式：题目、作者姓名、工作单位、省份及邮政编码、中英文内容摘要（150字符-300字符为宜）及关键词（3-5组为宜）、正文、参考文献。（附个人简介、邮箱、联系方式及详细收件地址，如：省、市、区、路）。

（3）论文篇幅：字符数要求在5000-8000字符之间。

投稿网址：www.viserdata.com



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

